凍結乾燥食品に関する研究(第3報)

Studies on the Freeze-Dried Foods (Part 3)

凍結乾燥豚肉の貯蔵中における脂質変化

Changes in the lipids of freeze-dried pork during storage

(昭和41年12月27日受理)

金森正雄 高橋昌雄 三好正満
(Masao Kanamori) (Masao Takahashi) (Masamitsu Miyoshi)

植田多津* 後藤英弥**
(Tazu Ueda) (Hideya Goto)

Pork meat was freeze-dried with the usual method after one of the following pretreatments; (a) no treatment, (b) addition of antioxidant and (c) additions of antioxidant and soy sauce. It was stored for a year at considerably high temperature, 37°C.

Acid and carbonyl values of the meat fat increased gradually during storage. Thiobarbituric acid and peroxide values also showed a slow increase with an apparent correlation between themselves. The meat, however, maintained its suitability as food. The oxidation degree of the meat was subjected to detailed gas chromatographic analysis of fatty acid composition on both free and neutral states. The P/O ratio (molar ratio of palmitic acid/oleic acid) determined from the amount of free fatty acids increased during storage, indicating certain correlation with oxidation rate. The P/O value, therefore, was confirmed to be characteristic of fat. There was no much difference in the sensory test of the seven-months samples with regard to the parts of pork and pretreatment. However, a slightly better result was obtained with (c) treatment.

It was concluded from these results that freeze-dried pork was preservable at least seven months at 37°C with little deterioration, if the storage vessel was covered with laminated aluminum foil and the meat was exposed to nitrogen gas. Addition of antioxidants and soy sauce was highly effective for maintaining meat quality.

生豚肉をモモ肉、バラ肉、ウデ肉に分けて、抗酸化剤および醤油で処理したのち、常法にしたがって凍結乾燥品を製造し、アルミ箔包装で、窒素ガス充填密封して、37°Cの条件下で約1年貯蔵して、前報¹⁾と同様に貯蔵中の脂質の変化の状態を主としてその恒数値ならびに脂質を構成している中性脂肪の脂肪酸組成、および遊離脂肪酸の変化を追究して精査したので報告する。

実験方法

1. 実験試料の調製と貯蔵条件: 生後5カ月の豚をモモ肉、バラ肉、ウデ肉の3部位に分けて、それぞれ品温

-10°Cで凍結して3~4mmに細切して次の処理を施した。(A)無処理区(水に15分浸漬)、(B)抗酸化剤処理区(タイリョーダイヤ0.6%, エルピットN0.4%の溶液に15分浸漬)、(C)抗酸化剤・醤油処理区(タイリョーダイヤ0.6%, エルピットN0.4%, 淡口醤油50%に15分浸漬)。何れも処理温度は16~20°Cで処理し、-25°C以下で凍結して真空圧0.3mm, 20時間真空凍結乾燥した。最高品温40°Cになるように加熱し、乾燥後は窒素ガスで気密を破り、窒素ガス置換アルミラミネート包装をして試料を調製した。食品としては相当苛酷な条件である37°C定温器中に約1年貯蔵し、貯蔵期間中の脂質変化

第1表 脂肪酸メチルエステルの調製法

ガ ス ク ロ マ ト

を精査した。

2. 脂質の抽出およびガスクロマト試料の調製：前報¹⁾と同様の方法で脂質を抽出し、遊離脂肪酸と中性脂肪とにわけたのち、遊離脂肪酸ならびに加水分解によって得られた中性脂肪の構成脂肪酸のメチルエステルを第1表の方法で調製し、ガスクロマトにより分析した。なお低温硫酸法²⁾によるメチルエステル化反応は、薄層クロマトによって完全であることを確認した。

3. 脂肪酸メチルエステルのガスクロマト：島津GC-2Bガスクロマト装置を使用して前報¹⁾と同じ方法で分析した。

4. 脂質恒数値およびTBA値、カルボニル価の測定法：酸価、過酸化値、酸価、沃素価などは常法³⁾により、カルボニル価はHenick⁴⁾らの方法を採用した。またTBA値の測定については種々⁵⁾の方法が報告されているが、本研究ではSidwell⁶⁾らの方法によって定量した。

実験結果および考察

1. 原料および凍結乾燥品の脂肪酸組成と脂質恒数：

原料として使用した豚肉各部位の中性脂肪部分の構成脂肪酸組成比率と恒数値を調べた結果は第2表のごとくである。肉の各部位により、その脂質の構成脂肪酸含量に相当の相違がある。また脂肪組織中の脂肪と肉組織中の脂肪とは不飽和脂肪酸にかなりの相違が認められ、同様に酸価沃素価などについてもそれぞれ差が認められた。第2表に表示した各試料豚肉から調製した凍結乾燥豚肉の各処理区毎の酸価、沃素価を第3表に示し、各部位によりまた処理法によって相当の差があることを認めた。

2. 貯蔵中における凍結乾燥豚肉の脂質変化：(1)脂質恒数値の貯蔵中の変化：各試料の貯蔵中における脂質恒数およびTBA値の変化は、第4表、第5表に表示した如くで、酸価は貯蔵と共に次第に増加の傾向を示し、中性脂肪から遊離脂肪酸が遊離し、さらに分解されてゆく結果がみられた。過酸化値も貯蔵と共に増加する同じ傾向を示し、試料肉の部位による差および処理法による差もはっきりと認められ、バラ肉、モモ肉、ウデ肉の順に高い値が得られ、(A)処理のものは他の処理法のものに比べ相当高い値を示し、抗酸化剤および醤油の効果が認められた。TBA値については、貯蔵中に著しい変化は

第2表 原料豚肉の分析値

	脂 肪 酸	モモ肉 (脂肪)	モモ肉 (組織)	バラ肉 (混合)	ウデ肉 (混合)
中性脂肪 構成脂肪酸 (モル比%)	C ₁₀ :0	0.18	0.24	±	0.16
	C ₁₂ :0	0.19	0.16	±	0.18
	C ₁₄ :0	2.60	3.40	2.80	2.90
	C ₁₆ :0	31.70	31.40	35.70	30.30
	C ₁₆ :1	1.60	3.60	2.90	2.50
	C ₁₈ :0	8.70	9.60	11.10	8.80
	C ₁₈ :1	45.80	41.20	39.00	42.20
	C ₁₈ :2	5.40	5.70	6.80	7.60
	C ₁₈ :3	0.70	0.78	1.10	0.89
	* P/O	0.694	0.762	0.874	0.717
脂質恒数値	酸 価	0.18	—	1.95	1.79
	過 酸 化 物 価	1.76	—	—	—
	鹼 化 価	187.2	—	187.5	178.3
	沃 素 価	37.04	—	62.45	65.65

* P/O=Palmitic acid / Oleic acid

第3表 凍結乾燥豚肉の鹼化価と沃素価

	モ モ 肉			バ ラ 肉			ウ デ 肉		
	A 処理	B 処理	C 処理	A 処理	B 処理	C 処理	A 処理	B 処理	C 処理
鹼 化 価	180.7	184.4	182.0	185.8	189.5	193.0	188.9	185.7	186.4
沃 素 価	61.8	58.2	53.1	51.6	59.4	50.0	31.9	41.6	51.9

第4表 貯蔵中における酸価、過酸化物価およびTBA価の変化

貯蔵月数			0 カ月	1 カ月	2 カ月	3 カ月	5 カ月	7 月
酸 価	モモ肉	A	1.43	2.36	2.41	4.86	2.41	4.39
		B	1.21	2.69	2.95	8.77	5.11	6.14
		C	1.61	1.76	3.63	4.00	7.11	4.68
	ウデ肉	A	1.21	1.89	3.62	4.65	5.79	5.09
		B	1.31	2.02	3.83	3.83	2.78	2.47
		C	1.20	3.39	4.38	3.76	6.73	6.09
	バラ肉	A	1.28	0.90	3.26	3.67	5.14	4.48
		B	1.06	1.54	3.59	6.07	5.86	5.81
		C	1.59	1.80	3.44	5.07	7.03	6.49
過 酸 化 物 価	モモ肉	A	1.18	1.91	2.07	2.21	2.44	7.72
		B	0.20	0.81	0.99	1.83	1.87	1.75
		C	0.16	1.77	1.41	1.56	1.00	1.74
	ウデ肉	A	1.10	1.50	4.86	2.31	2.39	9.57
		B	0.22	0.51	1.59	1.49	1.19	1.68
		C	0.25	0.86	3.21	0.66	1.01	1.77
	バラ肉	A	1.21	5.27	3.94	1.77	2.63	5.04
		B	0.85	0.42	3.55	1.04	1.57	1.44
		C	0.31	0.35	3.16	0.46	0.90	1.22

栄 養 と 食 糧

T B A 価	モモ肉	A	—	0.129	0.164	0.126	0.170	0.183
		B	—	—	0.101	0.123	0.143	0.097
		C	—	0.130	0.077	0.073	0.139	0.099
	ウデ肉	A	—	0.141	0.194	0.152	0.257	0.290
		B	—	0.158	0.126	0.069	0.132	0.091
		C	—	0.111	0.099	0.072	0.133	0.116
	バラ肉	A	—	0.345	0.153	0.140	0.259	0.217
		B	—	0.104	0.105	0.103	0.131	0.094
		C	—	0.155	0.135	0.057	0.182	0.083

第5表 貯蔵中におけるカルボニル価の変化

				2 カ 月	3 カ 月	5 カ 月	7 カ 月
カ ル ボ ニ ル 価 { * 飽 和 = unsaturated carbonyl functional group * 飽 和 = saturated carbonyl functional group }	モモ肉部	A	*飽 和	8.52	6.23	9.55	9.17
			*不 飽 和	0.90	1.17	0.48	1.39
			総	9.42	7.40	10.03	10.56
	モモ肉部	B	飽 和	8.36	6.77	11.56	7.97
			不 飽 和	1.14	1.11	0.14	0.65
			総	9.50	7.78	11.70	8.62
	ウデ肉部	C	飽 和	8.43	10.00	14.48	10.18
			不 飽 和	0.97	0.76	0.00	0.25
			総	9.31	10.76	14.48	10.43
	ウデ肉部	A	飽 和	6.96	7.96	12.64	7.78
			不 飽 和	1.25	0.89	0.25	0.66
			総	8.21	8.85	12.89	8.44
	バラ肉部	B	飽 和	7.73	9.59	13.89	8.25
			不 飽 和	1.07	1.29	0.00	1.21
			総	8.80	10.88	13.89	9.46
	バラ肉部	C	飽 和	6.91	8.26	15.29	9.53
			不 飽 和	0.54	1.14	0.00	0.20
			総	7.45	9.40	15.29	9.73
	バラ肉部	A	飽 和	7.15	7.51	12.17	9.74
			不 飽 和	0.65	0.36	0.00	1.12
			総	7.80	7.87	12.17	10.86
	バラ肉部	B	飽 和	6.25	7.89	14.03	7.57
			不 飽 和	0.24	0.29	0.00	0.00
			総	6.49	8.18	14.03	7.57
	バラ肉部	C	飽 和	7.47	11.64	12.79	6.78
			不 飽 和	0.00	0.03	0.00	0.00
			総	7.47	11.67	12.79	6.78

第 20 卷 第 1 号

第 6 表 モモ肉部 (A区) の脂肪酸組成の変化

脂肪酸 \ 貯蔵月	0 カ月		1 カ月		2 カ月		3 カ月		5 カ月		7 カ月	
	*NF	*FFA	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA
C _{10:0}	0.25	1.1	0.18	—	0.30	—	0.33	±	0.39	±	0.32	0.47
C _{12:0}	0.25	0.8	0.12	—	0.15	—	0.18	±	0.27	±	0.19	0.20
C _{14:0}	2.9	4.0	2.7	2.6	2.9	2.2	3.3	2.9	3.2	3.6	2.8	4.0
C _{16:0}	28.2	26.4	32.5	33.2	28.8	35.7	34.6	30.4	29.5	28.3	33.2	33.4
C _{16:1}	2.4	5.2	1.6	2.6	4.7	1.3	2.9	2.3	2.8	2.5	3.2	3.5
C _{18:0}	10.4	8.8	9.2	9.9	4.7	9.3	8.7	8.9	9.0	11.1	10.5	4.0
C _{18:1}	43.2	44.3	45.5	44.2	45.5	44.6	43.1	43.6	46.7	46.0	42.8	40.5
C _{18:2}	6.3	9.4	7.9	6.8	10.4	6.8	7.1	11.3	7.4	7.7	5.8	9.0
C _{18:3}	0.93	±	0.46	1.6	0.69	—	0.56	0.65	0.71	0.91	1.2	0.9
P/O	0.650	0.597	0.714	0.751	0.633	0.789	0.804	0.695	0.634	0.615	0.775	0.800
酸 価	1.43		2.86		2.41		4.86		2.41		4.39	

* NF=中性脂肪, FFA=遊離脂肪酸, 脂肪酸組成はモル比を % で表示した。

第 7 表 モモ肉部 (B区) の脂肪酸組成の変化

脂肪酸 \ 貯蔵月	0 カ月		1 カ月		2 カ月		3 カ月		5 カ月		7 カ月	
	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA
C _{10:0}	0.19	—	0.23	—	0.23	—	0.36	0.20	0.53	0.29	0.27	0.34
C _{12:0}	0.13	—	0.15	—	0.16	—	0.23	0.20	0.24	0.18	0.22	0.19
C _{14:0}	2.7	2.7	2.7	3.9	2.7	2.5	3.0	2.9	3.3	3.2	2.7	3.8
C _{16:0}	31.1	32.1	34.2	29.2	28.3	34.6	32.3	35.9	30.4	30.1	35.6	34.1
C _{16:1}	2.5	1.9	1.6	1.9	3.0	1.6	2.0	1.2	2.5	2.2	3.0	4.4
C _{18:0}	10.4	15.5	9.0	11.0	9.2	9.6	8.9	8.9	9.1	10.0	5.8	12.5
C _{18:1}	41.9	43.4	43.8	44.2	43.9	44.9	45.1	40.1	45.0	42.2	44.7	33.7
C _{18:2}	6.6	4.2	7.6	9.8	12.5	6.8	8.1	10.1	8.5	10.3	6.4	9.1
C _{18:3}	1.3	—	0.92	0.86	0.32	—	0.61	0.58	0.52	1.6	1.3	2.0
P/O	0.743	0.740	0.782	0.658	0.645	0.771	0.717	0.895	0.675	0.712	0.798	1.008
酸 価	1.21		2.69		2.95		8.77		5.11		6.14	

第 8 表 モモ肉部 (C区) の脂肪酸組成の変化

脂肪酸 \ 貯蔵月	0 カ月		1 カ月		2 カ月		3 カ月		5 カ月		7 カ月	
	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA	NF	FFA
C _{10:0}	0.25	—	0.60	—	0.33	0.18	±	0.31	0.22	0.16	0.17	0.28
C _{12:0}	0.20	—	0.39	—	0.26	±	±	0.09	0.32	0.13	0.20	0.16
C _{14:0}	3.1	2.2	3.0	3.9	3.4	3.0	3.9	3.6	3.0	3.2	2.8	3.7
C _{16:0}	31.5	33.9	32.6	32.0	30.0	34.8	35.2	37.2	33.5	31.8	31.1	33.8
C _{16:1}	2.3	2.7	2.0	2.0	2.7	1.8	1.5	1.5	2.2	2.8	2.7	2.6
C _{18:0}	10.5	13.2	10.1	9.6	8.8	10.0	7.3	9.4	10.0	11.9	9.1	10.8
C _{18:1}	40.8	41.6	44.4	42.0	44.3	44.0	44.9	37.5	42.9	38.1	45.6	38.4
C _{18:2}	7.1	6.5	6.6	9.4	10.3	6.3	6.3	9.8	7.2	9.4	7.4	8.6
C _{18:3}	0.68	—	0.7	1.1	±	±	0.96	0.59	0.64	2.5	0.93	1.7
P/O	0.773	0.814	0.736	0.762	0.677	0.793	0.783	0.993	0.781	0.835	0.682	0.882
酸 価	1.61		1.71		3.63		4.00		7.71		4.68	

栄 養 と 食 糧

第9表 豚肉各部位（A区）の遊離脂肪酸組成の変化

貯蔵月 脂肪酸	0 カ月			1 カ月			3 カ月			5 カ月			7 カ月		
	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ
C10:0	1.1	0.23	0.36	—	0.49	±	±	0.07	0.26	±	0.26	0.49	0.49	0.32	0.24
C12:0	0.8	0.21	0.29	—	0.49	0.50	±	0.06	0.10	±	0.16	0.19	0.20	0.22	0.19
C14:0	4.0	3.1	3.4	2.6	2.8	3.7	2.9	2.9	3.3	3.6	3.2	3.2	4.0	4.0	3.5
C16:0	26.4	31.2	31.5	33.2	33.8	35.3	30.4	28.6	33.4	28.3	31.3	30.0	32.4	27.8	34.4
C16:1	5.2	3.2	3.0	2.6	2.8	3.1	2.3	1.4	2.0	2.5	2.9	2.3	3.5	3.5	2.3
C18:0	8.8	11.4	11.0	9.9	11.7	8.5	8.9	9.1	10.2	11.1	9.4	10.9	9.0	11.2	13.0
C18:1	44.3	41.4	40.9	44.2	40.2	39.9	43.6	45.7	38.6	46.0	41.6	40.1	40.5	41.1	34.7
C18:2	9.4	8.5	9.3	6.8	6.8	9.2	11.3	11.1	11.5	7.7	9.7	11.2	9.0	10.8	9.7
C18:3	±	0.93	0.53	1.6	0.83	±	0.65	0.95	0.76	0.91	1.5	1.7	0.90	1.2	2.0
P/O	0.595	0.756	0.777	0.751	0.840	0.885	0.695	0.627	0.866	0.615	0.752	0.748	0.800	0.676	0.992
酸 価	1.43	1.28	1.21	2.36	0.90	1.89	4.86	3.67	4.65	2.41	5.14	5.79	4.39	4.48	5.09

第10表 豚肉各部位（B区）の遊離脂肪酸組成の変化

貯蔵月 脂肪酸	0 カ月			1 カ月			3 カ月			5 カ月			7 カ月		
	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ
C10:0	—	0.28	—	—	—	±	0.20	0.22	±	0.29	0.12	±	0.34	0.34	0.41
C12:0	—	0.21	±	—	—	±	0.20	0.09	±	0.18	0.09	0.17	0.19	0.17	0.25
C14:0	2.7	3.0	2.8	3.1	3.3	2.1	2.9	3.1	2.8	3.2	3.0	3.1	3.8	3.8	3.6
C16:0	32.1	32.1	30.6	29.2	32.9	35.6	35.9	32.7	31.5	30.1	31.0	35.0	34.1	31.5	31.8
C16:1	1.9	2.8	2.2	1.9	2.0	3.1	1.2	0.71	2.2	2.2	2.7	1.7	4.4	4.7	4.0
C18:0	15.5	10.4	11.1	11.0	15.2	10.3	8.9	8.9	10.5	10.0	10.4	13.1	12.5	9.7	11.0
C18:1	43.4	42.8	38.5	44.2	41.9	44.7	40.1	41.1	40.4	42.2	41.1	37.0	33.7	39.5	39.2
C18:2	4.2	7.7	10.4	9.8	4.8	4.2	10.1	11.8	11.2	10.3	9.9	8.9	9.1	9.0	8.5
C18:3	—	0.70	0.73	0.86	±	±	0.58	0.52	1.23	1.6	1.7	1.0	2.0	1.3	1.2
P/O	0.740	0.748	0.793	0.658	0.784	0.797	0.895	0.797	0.778	0.712	0.755	0.946	1.008	0.798	0.812
酸 価	1.21	1.06	1.31	2.69	1.54	2.02	8.77	6.07	3.83	5.11	5.86	2.78	6.14	5.81	2.47

第11表 豚肉各部位（C区）の遊離脂肪酸組成の変化

貯蔵月 脂肪酸	0 カ月			1 カ月			3 カ月			5 カ月			7 カ月		
	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ
C10:0	—	0.30	0.76	—	±	—	0.31	0.19	0.15	0.16	0.23	0.13	0.28	0.34	0.32
C12:0	—	0.27	0.85	—	±	—	0.09	0.11	0.06	0.13	0.15	0.07	0.16	0.22	0.22
C14:0	2.2	3.5	4.3	3.9	3.6	2.7	3.6	3.5	3.7	3.2	3.8	3.2	3.7	4.1	3.7
C16:0	33.9	25.1	32.6	32.0	36.5	36.0	37.2	34.9	34.0	31.8	36.4	32.8	33.8	32.4	29.6
C16:1	2.7	3.1	3.5	2.0	1.9	2.0	1.5	1.1	1.0	2.8	2.0	1.6	2.6	2.8	3.2
C18:0	13.2	11.1	11.7	9.6	11.7	8.7	9.4	9.0	11.2	11.9	11.0	12.5	10.8	12.3	10.9
C18:1	41.6	41.9	37.0	42.0	39.2	44.2	37.5	39.0	37.8	38.1	35.0	37.1	38.4	35.5	40.6
C18:2	6.5	13.2	8.4	9.4	6.7	6.4	9.8	11.0	11.3	9.4	10.3	11.1	8.6	10.6	9.7
C18:3	—	1.6	0.98	1.1	±	±	0.59	1.2	0.72	2.5	1.6	1.5	1.7	1.7	1.8
P/O	0.814	0.599	0.881	0.762	0.924	0.815	0.993	0.895	0.897	0.835	1.041	0.886	0.882	0.914	0.730
酸 価	1.61	1.59	1.20	1.76	1.80	3.39	4.00	5.07	3.76	7.71	7.03	6.73	4.68	6.49	6.09

第12表 豚肉各部位（A区）の中性脂肪の構成脂肪酸組成の変化

貯蔵月 脂肪酸	0 カ月			1 カ月			3 カ月			5 カ月			7 カ月		
	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ
C10:0	0.25	0.12	0.19	0.18	0.24	0.34	0.33	0.21	0.24	0.39	0.21	0.16	0.32	0.24	0.22
C12:0	0.25	0.18	0.28	0.12	0.15	0.15	0.18	0.14	0.14	0.27	0.16	0.12	0.19	0.19	0.16
C14:0	2.9	2.6	2.7	2.7	3.0	3.6	3.3	2.9	3.3	3.2	3.3	3.0	2.8	3.5	2.9
C16:0	28.2	34.4	31.6	32.5	35.5	35.1	34.6	36.0	35.0	27.5	35.4	33.7	33.2	33.8	32.8
C16:1	2.4	2.3	2.0	1.6	2.5	2.1	2.9	1.4	0.94	2.8	2.2	2.1	3.2	4.0	2.9
C18:0	10.4	9.1	10.0	9.2	10.4	8.6	8.7	9.5	8.2	9.0	10.5	10.0	10.5	10.7	9.0
C18:1	43.2	38.7	38.8	45.5	41.0	40.9	43.1	42.0	43.1	46.7	39.6	41.3	42.8	39.7	43.5
C18:2	6.3	7.8	8.2	7.9	6.9	8.9	7.1	7.2	8.4	7.4	7.9	8.9	5.8	6.9	7.5
C18:3	0.93	0.92	1.4	0.46	0.29	0.48	0.56	0.66	0.71	0.71	0.81	0.76	1.2	1.1	0.97
P/O	0.650	0.892	0.815	0.714	0.866	0.860	0.804	0.856	0.810	0.634	0.895	0.816	0.775	0.853	0.755

第13表 豚肉各部位（B区）の中性脂肪の構成脂肪酸組成の変化

貯蔵月 脂肪酸	0 カ月			1 カ月			3 カ月			5 カ月			7 カ月		
	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ
C10:0	0.19	0.21	0.22	0.23	0.25	0.28	0.36	0.22	±	0.53	0.19	0.20	0.27	0.25	0.21
C12:0	0.13	0.18	0.17	0.15	0.20	0.19	0.23	0.20	±	0.24	0.14	0.20	0.22	0.23	0.20
C14:0	2.7	2.9	3.7	2.7	3.1	3.0	3.0	3.4	2.3	3.3	3.0	3.0	2.7	3.7	3.40
C16:0	31.1	32.4	33.4	34.2	34.1	34.3	32.3	36.6	32.5	30.4	34.4	32.2	35.6	28.9	32.9
C16:1	2.5	2.2	2.7	1.6	2.7	1.7	2.0	2.5	1.3	2.5	1.9	2.0	3.0	2.9	3.0
C18:0	10.4	10.8	9.2	9.0	9.5	9.7	8.9	8.4	10.1	9.1	10.2	9.8	5.8	10.8	10.5
C18:1	41.9	38.2	38.9	43.8	41.1	41.7	45.1	40.0	43.7	45.0	42.4	42.6	44.7	43.8	40.6
C18:2	6.6	7.6	7.9	7.6	8.7	8.4	8.1	8.1	10.2	8.5	6.5	9.0	6.4	8.4	8.0
C18:3	1.9	1.1	1.4	0.92	0.63	0.70	0.61	0.58	±	0.53	1.3	0.97	1.3	1.1	1.2
P/O	0.743	0.848	0.859	0.782	0.828	0.822	0.717	0.915	0.744	0.675	0.812	0.757	0.798	0.660	0.810

第14表 豚肉各部位（C区）の中性脂肪の構成脂肪酸組成の変化

貯蔵月 脂肪酸	0 カ月			1 カ月			3 カ月			5 カ月			7 カ月		
	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ	モモ	バラ	ウデ
C10:0	0.25	0.18	0.27	0.60	0.41	0.35	±	0.31	±	0.22	0.18	0.20	0.17	0.23	0.27
C12:0	0.20	0.19	0.19	0.39	0.16	0.20	±	0.13	±	0.32	0.18	0.20	0.20	0.19	0.19
C14:0	3.1	2.6	2.9	3.0	3.5	3.5	3.9	3.2	2.2	3.0	2.5	2.8	2.8	3.2	3.0
C16:0	31.5	31.7	29.4	32.6	33.2	31.1	35.2	34.5	33.1	33.5	33.8	33.6	31.1	26.7	33.0
C16:1	2.3	2.1	2.7	2.0	2.5	3.2	1.5	2.6	1.4	2.2	1.8	1.9	2.7	3.2	2.6
C18:0	10.5	11.1	11.6	10.1	9.8	10.4	7.3	9.8	9.5	10.0	10.9	10.8	9.1	14.0	11.5
C18:1	40.8	37.8	40.2	44.4	41.5	42.7	44.9	41.2	45.7	42.9	42.5	40.3	45.6	41.5	40.4
C18:2	7.1	7.9	8.3	6.6	8.2	7.3	6.3	7.5	7.7	7.2	7.5	9.4	7.4	9.1	7.6
C18:3	0.68	1.0	1.3	0.70	0.88	1.7	0.96	0.85	0.40	0.64	0.68	0.89	0.94	1.9	1.5
P/O	0.773	0.839	0.730	0.736	0.800	0.730	0.783	0.839	0.725	0.781	0.798	0.833	0.682	0.644	0.816

みられなかったが、過酸化値とは併行し値は小さいが貯蔵と共に増加した。TBA 価から推察すれば、37°C、7カ月の貯蔵後でも、何ら変敗はなく長期貯蔵に耐え得るものと判断される。

総カルボニル価は貯蔵と共に増加し、不飽和カルボニル機能グループは漸次減少するという脂質の酸化分解速度の増大を意味する結果がえられた。しかし長期貯蔵になると逆に総カルボニル価の減少、および不飽和カルボニル機能グループの値が増加する結果が得られた。なお市販ラードについてカルボニル価として総カルボニル価 11.93、飽和カルボニル機能グループ値 9.71、不飽和カルボニル機能グループ値 2.19 の値をえたが、この値をそのまま盲検値として比較検討することは勿論できぬが前述のカルボニル価の変化から考察すれば、脂質の酸化分解の様相および変質の状態は極めて複雑であり、さらに詳細な検討考察を要する。

(四) 中性脂肪の構成脂肪酸および遊離脂肪酸の貯蔵中の変化：貯蔵中における凍結乾燥各試料の中性脂肪の構成脂肪酸および遊離脂肪酸組成の経時変化をガスクロマトで分析した。まずモモ肉部位の各処理区の試料について分析した結果は第6、7、8表に示したごとくである。遊離脂肪酸についてみればミリスチン酸、パルミチン酸など飽和脂肪酸の増加と不飽和脂肪酸であるオレイン酸の減少など、一般的な酸化の様相がみられ、中性脂肪の構成脂肪酸についても同様な傾向がみられた。

最近パルミチン酸とオレイン酸との比率 (P/O) をもって、脂質の特性を示す定数としようとの中西⁷⁾らの提案があるが、第6～8表に表示した P/O 値からわかるように遊離脂肪酸区では何れも貯蔵とともに増加の傾向を示しており、パルミチン酸の増加をもって遊離脂肪酸の生成度の増大、オレイン酸の減少をもって遊離脂肪酸の分解速度の増加を示すものと考え、P/O 値の増加をもって脂質の酸化分解速度の増大とみなすことができるわけで、中西らの提唱するように P/O 値をもって脂質の酸化変敗および変質の指標とすることも可能で、脂質の恒数値として意義をもつものと考え。しかし第6～8表に示した P/O 値の結果からは各処理区について推定されるほど大きな差は認められなかった。

またモモ肉部以外の各部位の遊離脂肪酸組成および中性脂肪の構成脂肪酸の貯蔵中の変化を第9～14表に表示したが、モモ肉各部位の場合と殆んど同じ傾向をたどることがわかった。一般に—CH₂—をへだてて二重結合がある場合には、このはさまれた—CH₂—が酸化の活性中心となることが知られており、すなわちリノール酸、リノレン酸から酸敗が誘発されることが考えられ、また酸敗臭の主成分もオレイン酸に由来する中級アルデヒド特

にC₉、C₇のアルデヒドによるものと推定される。さらにリノール酸から生ずる過酸化物がオレイン酸の酸化触媒となることも考えられ、以上のことからリノール酸、リノレン酸などは酸化とともに漸次減少の傾向を示すと推定されるが、実験結果では逆に増加の傾向を示して、極めて複雑な変化を呈している。一方酸化の進行と共に、カルボニル化合物の出現によりカルボニル価は急激に増加するけれども、貯蔵5カ月以降は逆に減少する結果がえられた。生成されるカルボニル化合物の検索ならびにその現象の理由についてはさらに詳細な研究を要する。

要 約

豚肉各部位を無処理、抗酸化剤処理および抗酸化剤と醤油処理のA、B、C処理して、常法にしたがって凍結乾燥製品を製造し、窒素ガス充填、アルミラミネート包装して37°Cの条件で長期貯蔵した。

貯蔵とともに脂質の酸価、カルボニル価は次第に増大し、TBA 価、過酸化値も次第に増加するが、食品として不適当なほどの変化ではなかった。

各凍結乾燥試料の中性脂肪の構成脂肪酸および遊離脂肪酸組成の貯蔵中における変化をガスクロマトで詳細分析し、酸化の様相を精査した。また各試料について、それぞれの遊離脂肪酸から求めた P/O モル比を調べたところ、貯蔵とともに増加し、酸化速度との相関関係を推定できる結果がえられ、P/O のもつ脂質の恒数としての意義を認めることができた。

7カ月貯蔵後の各試料についての官能試験から、各部位各処理区とも良好であり、処理法による優劣は余りなく、特にC処理区分のものは優れていた。

以上の実験結果から凍結乾燥豚肉製品は食品としての貯蔵性に優れ、殊に抗酸化剤と醤油とで処理をしたC処理区分の試料は優れた貯蔵性をもつことがわかった。

文 献

- 1) 金森他：栄養と食糧，19，297 (1966)，栄養と食糧，19，443 (1967)
- 2) McGinnis et al. : *J. A. O. C. S.*, 42, 305 (1965)
- 3) 京大農芸化学実験書，2巻709頁 (1957)
- 4) Henick et al. : *J. A. O. C. S.*, 31, 88 (1954)
- 5) Turner et al. : *Food Technol.*, 8, 326 (1954)
B.G. Tarladgis et al. : *J. A. O. C. S.*, 37, 44 (1960), R. O. Sinnhuber et al. : *Food Research*, 23, 626 (1958), *Food Technol.*, 12, 9, (1958)
T. C. Yu et al. : *J. A. O. C. S.*, 41, 540 (1964)
G. A. Jacobson et al. : *J. A. O. C. S.*, 41, 49 (1964)
- 6) C. G. Sidwell et al. : *J. A. O. C. S.*, 32, 13 (1955)
- 7) 中西他：農化，36，988 (1962)
(京都府立大学農学部 栄養化学研究室)
* (京 都 府 立 園 部 高 校)
** (日 本 ジ フ ィ ー 食 品 K K 研 究 室)