

生肉脂質の加水分解と脂肪分解菌について

沼田邦雄・宮尾茂雄・鈴木 普

Studies on the Hydrolysis of Lipids of Fresh Meat
and Lipolytic Microorganisms

Kunio NUMATA, Shigeo MIYAO and Hiroshi SUZUKI

Summary

Acid value (AV) and peroxide value (POV) of fat extracted from the commercial minced meat were investigated. The POV of fat were generally low, but some of them showed high AV. It was thought that the increase of AV was caused by lipolytic enzyme derived from fresh meat or lipolytic microorganisms in the meat.

All of the minced meat was contaminated with 10^5 – 10^6 cells/g. of lipolytic microorganisms, especially pseudomonads. And most of them were *Pseudomonas fluorescens*, which had strong lipolytic activity and could grow at low temperature.

On the other hand, when the change of fat of broiler during storage at 5°C and -10°C was investigated, there was decrease in the weight of total phospholipids and increase in the amount of free fatty acids.

Though the lipolytic enzymes derived from fresh broiler had both lipase and phospholipase activity, those derived from *Pseudomonas fluorescens* Pw-1 were almost external enzymes and had mainly lipase activity but a slight phospholipase activity.

Furthermore, when the breast of broiler inoculated with *Pseudomonas fluorescens* Pw-1 was stored at 5°C , the increase of the amount of free fatty acids was nearly the same as that of the breast not inoculated.

Consequently, the increase of the amount of free fatty acids was attributable to lipolytic enzymes derived from broiler but not lipolytic microorganisms.

緒 言

我々が、食物から摂取する総カロリーの23%は脂肪より得ており、その半分は動物性脂肪といわれ⁽¹⁾。蛋白質のみならず、脂肪の面から見ても、畜産食品の占める位置は大きい。食肉の脂肪は、原料の貯蔵、加工、流通の過程で、劣化の主要反応である酸化、加水分解を受け、異味、異臭、変色などの変質現象を起こし、このことが、商品価値の低下の原因となっている。

著者ら⁽²⁾は、市販畜産加工食品の酸化変質を調べる中で、プレスハムなどに加水分解が進んでいる食品を散見したが、これらの脂質の加水分解は、主に、生肉原料が貯蔵中に酵素的作用を受けて進行したものと思われる。これらの酵素的加水分解作用は、肉自身に含まれる自家酵素と同時に、脂肪分解菌汚染による細菌酵素の影響も考え

られるが、この面での検討はあまりなされていない。

本報では、市販ひき肉の酸化変質、脂肪分解菌による汚染実態を明らかにするとともに、加水分解に対する自家酵素および脂肪分解菌の影響について検討を行った。

実験の方法

1. 酸価、過酸化物価および脂肪分解菌数の測定

市販ひき肉の酸化変質、脂肪分解菌汚染を知る目的で、牛、豚、若鶏のひき肉をスーパーマーケットから購入し、それらを試料として、酸価(A.V)、過酸化物価(P.O.V.)を調べるとともに、脂肪分解菌を計数した。A.V、P.O.V.は、脂肪を精製エチルエーテルで抽出後、常法により測定した。一般生菌数の測定は、標準寒天培地を用い、 30°C 、48時間培養後の出現コロニーを計数した。汚染細菌のうち、肉の低温貯蔵に際しての品質劣化の主要菌

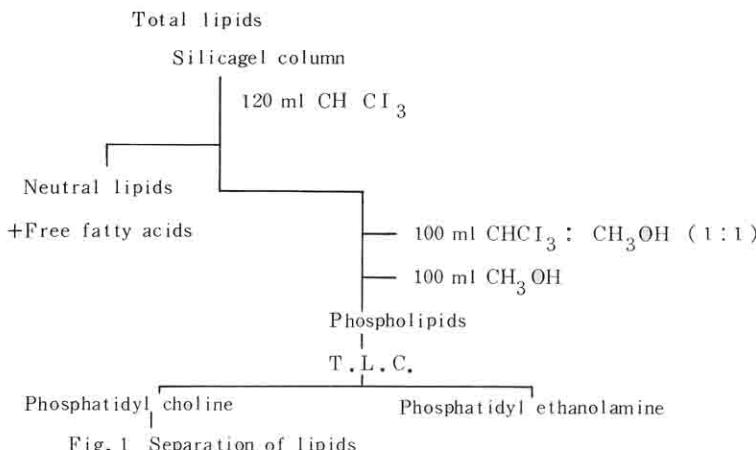


Fig. 1 Separation of lipids

となりうるグラム陰性細菌は、C.V.T寒天培地を用い、塗抹法により25°C、72時間培養後、赤変コロニー数を計数した⁽⁴⁾。また、脂肪分解菌は、バター脂肪を添加した培地を用いて、塗抹法により25°C、5日間培養後、ピクトリアブルーの青変を示すコロニーを計数⁽⁵⁾した。

2. 脂質の抽出、分離、定量

生肉貯蔵中の脂質の加水分解を知るために、若鶏をと殺、放血後胸筋を採取し、5°C、2週間、-10°C、5ヶ月間貯蔵した後に、Folch⁽⁶⁾らの方法に従って脂質を抽出した。脂質の分画は、中西らの⁽⁷⁾方法(図1)に準じて行い、シリカゲルカラム(マリンクロット、100メッシュ)で中性脂質(N.L.)、磷脂質(P.L.)区分に分別した。総脂質(T.L.)、N.L.、P.L.区分は、60°Cで乾燥し重量測定を行い、遊離脂肪酸(F.F.A.)は、N.L.区分を用いて、Dumcombeの銅塩比色法、⁽⁸⁾P.L.は、Bartlett法⁽⁹⁾で磷含量を測定し、重量法との比較を行った。P.L.は、更に薄層クロマトグラフィー(シリカゲルG、0.5mm)を用いて各脂質区分に分画し、展開溶媒として、クロロホルム：メタノール：酢酸：水(70:20:2:2)を使用した。同定は、常法⁽¹⁰⁾により行い、クロロホルム：メタノール：水：ギ酢(97:97:4:2)で4回抽出後⁽¹¹⁾、Bartlett法で磷含量を測定した。各脂質の脂肪酸組成は、2%硫酸メタノールでエステル化した後に、日立023型装置(水素炎検出器)を用いてガスクロマトグラフィー(G.L.C.)を行い、ミリスチン酸(C_{14:0})からアラキドン酸(C_{20:4})までの脂肪酸を半值巾法で測定し、面積%で表した。G.L.C.の条件は、既報に従って実施した。⁽²⁾

3. 脂肪分解菌の同定および増殖度の測定

各ひき肉試料より、それぞれ代表的な菌株を約5株づつ計21株を分離し、純粋培養後、Cowanの成書、Ber-

gey's Manual⁽¹³⁾に準拠して属の段階で同定した。また、分離された脂肪分解菌の脂肪分解活性を測定するために、山田らの方法⁽¹⁴⁾に準拠し、オリーブオイルを含む培地で、25°C、5日間培養後、アセトン：エタノール(1:1)でエマルジョンを破壊し、0.1N水酸化カリウム／エタノールで滴定した。次に、脂肪分解活性の高い菌株3株と、他菌株と性状の異なる1株について、更に詳細に同定し、*Pseudomonas*については、飯塚ら、^(15,16)*Bacillus*については、東の報告⁽¹⁷⁾を参考にした。同定した4株について、それぞれの温度における増殖変化を、O.D. 660nmで測定し、その生育温度特性を調べた。

4. 自家酵素および脂肪分解菌酵素の抽出、調製ならびに脂肪分解活性の測定

貯蔵中の脂質の加水分解に対する脂肪分解菌の影響を知るために、若鶏胸筋より抽出した自家酵素と脂肪分解菌酵素の活性の比較を行った。自家酵素の抽出は、と殺直後の胸筋に2倍容の5mMのトリス緩衝液(PH 7.0, 1mM塩化カルシウム)を加え、5°Cで2分間ホモジナイズし、12,000G、0°C、10分間遠心分離を行い、上澄液を粗酵素液とした。

脂肪分解菌の粗酵素液の調製は、菌株として、*Ps. fluorescens* Pw-1を用い、培地(プロテオースベブトン5%，酵母エキス2.5%，PH 7.2)で、20°C、5日間培養後、培養液を、0°C、10,000' Gで20分間遠心分離し、上澄液を菌体外粗酵素液とした。一方沈殿した菌体区分を、2度滅菌蒸留水にて洗篩後、もとの培養液量になるよう滅菌生理的食塩水を加え、超音波処理により菌体を破壊して、菌体内粗酵素液を得た。

酵素活性の測定は、平山らの⁽¹⁸⁾の方法に準拠し、図2の手順で行った。酵素反応における基質は、リバーゼに対してはオリーブ油を、ホスホリバーゼに対しては精製

生肉脂質の加水分解と脂胞分解菌について

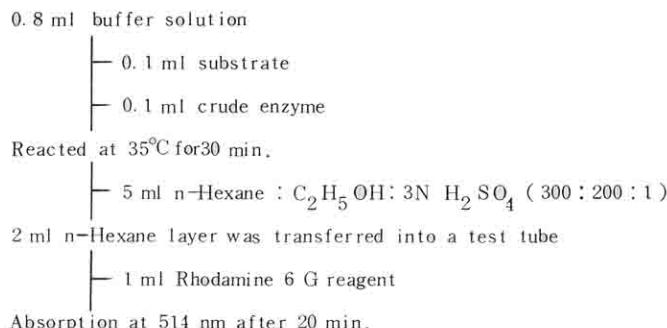


Fig.2 Procedure for enzyme assay by rhodamine 6G reagent

した卵黄レシチンを使用し、使用にあたっては、デオキシコール酸ナトリウムを加えて超音波処理を行い、均一なエマルジョンとして用いた。なお、粗酵素蛋白質の定量は、O.D 280 nmで測定した。

実験結果および考察

1. 市販ひき肉の酸化変質と脂肪分解菌の汚染

市販ひき肉の脂肪の酸化、加水分解を調べ表1の結果を得た。脂肪の酸化による毒性について、松尾は¹⁹、安全性を考慮してP.O.V 30 meq/kgを一つの目安としているが、今回の試料では、いずれも値が低く問題はなかったが、A.Vは18.1と高いものが見られ、脂質の加水分解に関しては進んでいるものと思われた。加水分解によって生ずるF.F.Aは、毒性、栄養価の低下などへの影響はない²⁰ものの、實際には容易に酸化を受け、においや味などの問題を起こしやすいと言われており、F.F.Aの増加は、食品の品質上好ましいものとはいえない。

このような加水分解は、生肉自体に含まれている自家酵素のみならず、脂肪分解菌汚染による細菌酵素の影響も考えられるので、市販ひき肉中の一般生菌数、グラム

陰性菌数、脂肪分解菌数の汚染実態を調べ、表2に示めた。脂肪分解菌数は $10^5 \sim 10^6/g$ に達しており、一般生菌数に占める割合も11.5～45.0%で、脂肪分解菌の汚染率が高いことを示している。豚肉1は、脂身の多いひき肉で、豚肉2は、脂身の少ないひき肉であるが、脂身の多いひき肉に、脂肪分解菌数の占める割合が多いという興味ある結果を得た。

Table 2. Lipolytic bacteria in the commercial minced meat.

	(A)	(B)	(C)
Minced meat	Total count	Gram negative bacteria	Lipolytic bacteria
Pork 1.	8.0×10^6	6.0×10^6	3.6×10^6
Pork 2.	9.6×10^5	3.1×10^5	1.1×10^5
Broiler	5.3×10^5	4.8×10^5	2.0×10^5
Beef	6.9×10^7	3.5×10^7	9.7×10^6
	(count/g.)		

	(C)/(A)	(B)/(A)	(C)/(B)
Pork 1.	45.0 %	75.0 %	60.0 %
Pork 2.	11.5	32.3	35.5
Broiler	37.7	90.1	41.7
Beef	14.1	50.7	27.7

2. 生肉貯蔵中における脂質変化

市販ひき肉のF.F.Aは、貯蔵中に酵素の作用を受けて増加したものであるが、試料として若鶏胸筋を用い、生肉貯蔵中の脂質の変化を調べ、総脂質に対する各成分の組成比を表3に示した。と殺直後、若鶏胸筋のTL含量は、表3に示していないが、筋肉100 g中 1136 mgであり、そのうち、N.L. 527 mg, F.F.A. 6.8 mg, P.L.

Table 1. Peroxide value and acid value of extracted fat in commercial minced meat.

Minced meat	P.O.V.(meq/kg)	A.V.
Pork	0.8	1.3
Pork	1.2	1.5
Pork	1.0	1.0
Pork	1.7	4.4
Beef & Pork	3.6	18.1
Broiler	0.3	2.1
Broiler	1.6	3.0

は 596 mgであり、P.Lの占める割合が多かった。貯蔵中には、F.F.A、N.Lの増加、P.Lの減少が見られたが、これは、Davidkva²⁰がすでに述べているように、主にホスホリバーゼによるP.Lの分解によって、F.F.Aが生成した結果と思われた。F.F.A量をA.Vに換算すると、初日の1.2から、5°C、2週間貯蔵後

Table 3. Changes in lipid composition of broiler muscle during storage.

Lipid*	0 day 5°C	7 day 5°C	14 day 5°C	5 month -10°C
Phospholipids	51.9	45.8	42.4	34.8
E*	11.4	8.8	8.7	8.2
C*	23.8	20.8	16.7	15.9
Neutral lipids	46.4	48.9	51.3	57.2
F.F.A.*	0.6	1.1	2.8	4.7
Acid Value	1.2	2.2	5.6	9.3

* Note ; Lipid : % of total lipids
E : Phosphatidyl ethanolamine
C : Phosphatidyl choline
F.F.A : Free Fatty Acids
Acid Value = F.F.A. (%) ÷ 0.503

Table 4. Changes in fatty acid composition of total lipids, phospholipids and neutral lipids fractions during storage at 5°C.

Lipid	Day	Fatty acid										SFA*
		14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	-	-	20:4	SFA*	
Total lipids	0	0.6	21.5	2.3	13.1	31.5	21.2	0.5	-	7.7	35.2	
	7	0.7	23.2	2.6	12.8	32.9	20.4	0.4	-	6.0	36.7	
	14	0.6	22.1	2.4	13.6	32.4	20.7	0.6	-	6.4	36.3	
Neutral lipids	0	1.1	21.4	4.7	7.3	42.4	21.9	1.3	-	7.7	35.2	29.8
	7	0.9	20.6	4.7	7.1	41.5	22.5	1.3	-	6.0	36.7	28.6
	14	1.2	22.3	4.6	7.8	42.6	20.4	1.1	-	6.4	36.3	31.3
Phospho- lipids	0		24.1	0.7	18.1	23.0	19.2		1.3	13.7	42.2	
	7		23.2	0.8	18.4	24.5	19.5		1.0	12.7	41.6	
	14		19.8	1.6	16.6	26.4	19.7		1.1	14.7	36.4	

* SFA : Saturated Fatty Acid (%)

3. 脂肪分解菌の同定および生育温度特性

貯蔵中に脂質が加水分解を受け、F.F.Aの生成が見られたが、脂肪分解菌による影響も考えられるので、各ひき肉試料よりそれぞれ代表的な脂肪分解菌を約5株づつ計21株を純粋培養し、属の段階まで同定した。21株中16株が *Pseudomonas* で、*Bacillus*, *Lactobacillus* が各1株、未同定菌が3株であり、*Pseudomonas* が全体の76.2%を占めた。肉類の低温貯蔵中に、*Pseudomonas*

に5.6, -10°C, 5カ月貯蔵後には、9.3と増加した。これに対し、P.Lの一成分であるホスファチジルコリン、ホスファチジルエタノールアミンは減少した。Wood²¹は、氷点温度における魚肉脂質の変化を研究する中で、N.L, P.Lの減少を認め、また、Davidkva²⁰は、鶏肉を-10°C, 2年間貯蔵する中で、F.F.A, N.Lの構成成分であるトリグリセライド(T.G)の増加を観察し、T.Gの増加は、リバーゼによって分解を受ける量より、貯蔵後の鶏筋肉から抽出されるT.G量がうわまわった結果と考察しているが、N.Lの変化については、今後の検討が必要と思われた。

加水分解により遊離してくる脂肪酸を知るために、各脂質の脂肪酸組成を調べた(表4)。F.F.Aの脂肪酸組成は、微量のため測定できなかったが、表3よりP.Lが減少していることから推察して、主として、P.Lの脂肪酸組成に類似した脂肪酸が、貯蔵中に増えてくるものと思われた。P.Lは、N.L区分に比べ42%と飽和脂肪酸の占める割合が多いが、アラキドン酸(C_{20:4})などの高度不飽和酸も多く含まれていた。貯蔵中の脂肪酸組成比の変化は、T.L, N.L区分に比べP.Lの変化が大きく、バルミチン酸(C_{16:0})の減少など、加水分解による影響があらわれたものと推察された。

が主要菌となってくることは、過去にも多くの報告^(23~25)がある。各菌株の脂肪分解活性の測定結果を表5に示した。

活性の低いものは、1.15 ml, 最高は5.62 mlで、多くは、4.0~5.0 mlの活性を有していた。以上の結果から、活性の強い菌株より3株、活性の弱い菌株から1株を選び、種段階で同定したところ、活性の強いものの3株が同種類で *Ps. fluorescens* と同定され、弱いものの1株は、

Table 5. Lipolytic activity of isolated bacteria from minced meat.

Strain No.	0.1N KOH/ EtOH(ml)	Strain No.	0.1N KOH/ EtOH(ml)
B-1	4.45	Pw-1	5.25
2	4.86	2	4.45
3	3.75	3	4.32
4	1.15	4	4.60
5	4.65	5	3.60
C-1	4.25	Pr-1	1.85
2	4.84	2	2.82
3	4.50	3	3.62
4	4.25	4	4.90
5	1.30	5	5.62
Control		0.625	

Table 6. Microbial characteristics of strains isolated from minced meat.

Microbial characters	Strains	
	Pw-1	Pr-1
Gram stain	-	+
Shape	Rod	Rod
Catalase	+	+
Oxidase	+	+
OF reaction	0	0
Motility	+	/
Fluorescent pigment	+	-
Nitrate reduction	+	+
Gelatin hydrolysis	+	+
Starch hydrolysis	-	+
Citrate (C source)	+	+
Spore	-	+
VP	-	+
Indole	-	-
Growth at 42°C	-	/
Acid from carbohydrate		
Glucose	+	+
Arabinose	/	+
Mannit	+	+
Xylose	+	+
Lactose	-	/
Sucrose	-	/
Shape of spore	-	ovoid

Pw-1 : *Pseudomonas fluorescens* Pr-1 :*Bacillus subtilis*

Note ; O : Oxidative (/) : not tested

Bacillus subtilis であった。同定結果は、表 6 に示した。また、以上の 4 株について、生育温度特性を調べた結果が図 3 で、*Ps. fluorescens* と同定された。Pw-1, B-2, C-2 の最適温度は、27°C 付近にあり、30°C を越えると急激に増殖率が低下したが、一方、10°C 以下でも増殖可能であった。また、*Bacillus subtilis* と同定された Pr-1 株は、最適温度が 37~40°C 付近で、10°C 以下では、増殖は認められなかった。また、肉類の低温流通実態に合わせて、5°C での各菌株の増殖状況を観察したものが図 4 で、*Ps. fluorescens*, Pw-1,

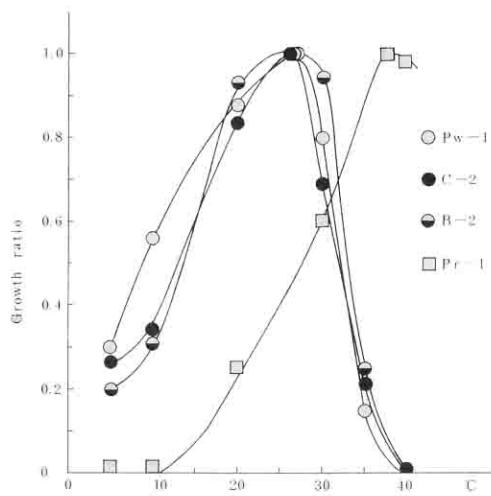


Fig. 3 Comparison of optimum growth temperature between Pw-1, C-2, B-2 and Pr-1.

Note ; Four bacterial species were cultivated in peptone - yeast medium at various temperature for 48 hrs. Growth ratio was calculated as follows : (O. D. at 660nm at experiment temperature / O. D. at 660nm at optimum temperature)

C-2, B-2 は、いずれも徐々にではあるが増殖しており、一方、*Bacillus subtilis* Pr-1 は、まったく増殖が認められなかった。脂肪分解菌の多くが *Pseudomonas* であり、特に *Ps. fluorescens* が主要菌であったが、すでに、Nashif, Nelson ら²⁶は、*Ps. fragi* について、Alford, Elliot ら^{27,28}は、ラードに対する *Ps. fluorescens* の脂肪分解活性について検討を加え、5°Cにおいても、徐々にではあるが、脂肪分解が進行することを認めており、さらに、*Ps. fluorescens* は、強い蛋白自分解能を有するという事実からも、肉類の低温流通上、

重要な品質劣化細菌の一種として、極力、汚染を防ぐ必要があると思われる。

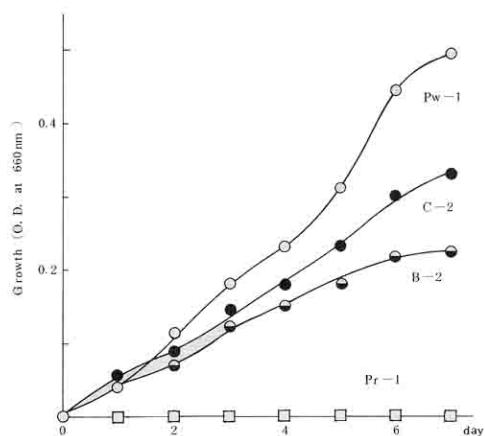


Fig. 4 Comparison of growth between Pw-1, C-2, B-2 and Pr-1 at 5°C

Note ; Four bacterial species were cultivated in peptone - yeast ext. me dium

4. 自家酵素および脂肪分解菌酵素の脂肪分解活性

ひき肉より分離した脂肪分解菌の脂肪分解活性が認められたので、新鮮な胸筋より抽出した自家酵素および*Ps. fluorescens* Pw-1の粗酵素液を、同一条件で反応させ、酵素活性の比較を試みた。*Ps. fluorescens* Pw-1の脂肪分解酵素の主体が、リバーゼかホスホリバーゼであるかについて検討を加え、さらに酵素分布について調べ、その結果を表7に示した。リバーゼ活性は、ホスホリバーゼ活性に比較してかなり高いことから、*Ps. fluorescens* Pw-1の脂肪分解活性は、主にリバーゼによるものと推察された。また、菌体外酵素の方が、菌体内酵素よりもリバーゼ、ホスホリバーゼ活性ともに、2~4倍であることから、*Ps. fluorescens* Pw-1の脂肪分解酵素は、主に菌体外酵素であると推定され、以上から畜肉の低温流通下における細菌の脂肪分解は、主に、*Ps. fluorescens* の菌体外リバーゼが主体となって進行するものと考えられる。また、自家酵素は、リバーゼ活性とホスホリバーゼ活性がともに認められたが、リバーゼ活性が強く、ホスホリバーゼ活性は、リバーゼ活性の約半分であった(表8)。自家酵素の活性測定において、粗酵素液1ml中に 5.0×10^2 個の脂肪分解菌が見ら

Table 7. Comparison of lipolytic activity between intracellular and extracellular enzymes of *Ps. fluorescens* Pw-1.

	Lipase	Phospholipase
Extracellular	1. 20 μ mole/ml / 30 min.	0. 13 μ mole/ml / 30 min.
Intracellular*	0. 29	0. 06

Note ; * Cell suspension was treated with supersonic.
Bacterial count was 1.2×10^{10} /ml.

Table 8. Comparison of activity between lipase and phospholipase in the fresh meat of broiler.

Lipase	Phospholipase
0. 2 μ mole/ml / 30 min.	0. 11 μ mole/ml / 30 min.

Note ; Protein concn. of crude enzyme : 128 mg/ml
Lipolytic bacterial count : 5.0×10^2 /ml

れたが、リバーゼに関しては、脂肪分解菌が1ml中 1.2×10^{10} 個で、1. 20 μ mole/30 min.のF.F.Aを遊離することから、自家酵素の粗酵素液中に含まれているような菌数では、脂肪分解菌由來の酵素活性は低いので、細菌の影響は無視できるものと思われた。また、脂肪分解菌の培養条件、それぞれの酵素の特性、生肉部位などの違いによって、当然異なる結果が得られると思われるが、

今回の実験結果から、単純に自家酵素と脂肪分解菌酵素の活性を比較するならば、自家酵素が遊離させる脂肪酸0.2 μ mole/30 min.を、*Ps. fluorescens* Pw-1が遊離させるには、理論上、1ml中、 10^9 個必要となる。しかし、現実には、腐敗以前の生肉中に、脂肪分解菌が 10^9 存在することは、表2を見ても明らかなように、実際的にはありえない。従って、脂質の加水分解に対する

Table9. Effect of lipolytic activity of *Ps. fluorescens* Pw-1 on the meat.

	0 day		7 day	
	Control	Inoculated	Control	Inoculated
Neutral Lipids	46.4		49.3	47.2
Free fatty acids	0.6		1.4	1.6
Phospholipids	51.9		51.1	46.4(% of T.L.)
Viable cell count	4.3×10^4	2.2×10^7	2.8×10^5	9.5×10^9
Lipolytic bacterial count	1.5×10^3	2.2×10^7	1.2×10^4	7.5×10^9 (count/g.)

Note; Control was treated with chlortetracycline solution (100 ppm).

The meat was stored at 5°C.

細菌の影響は少ないと思われた。

そこで、脂肪分解菌の影響を実際的に検討するために、新鮮若鶏胸筋に、*Ps. fluorescens* Pw-1を接種した区と、対照区として、細菌の増殖を抑制するために、クロルテトラサイクリン処理した区を、5°C、7日間貯蔵して比較検討を行い、その結果を表9に示した。対照区は、脂肪分解菌が初日 1.5×10^3 /g、7日後 1.2×10^4 /gと増加し、細菌を完全に抑制できなかったが、分解菌接種区は、 2.2×10^7 /gから 7.5×10^9 /gと約300倍に増加していた。肉眼的に見ると分解菌接種区は、肉表面が蛋白分解を受けているのに対し、対照区では分解を受けていなかった。脂質の変化は、対照区に比較して、わずかなF.F.Aの増加、P.Lの減少が見られた程度で、細菌の影響は少ない。また、実際の生肉においても、脂肪分解菌数は、今回接種したほど多くはないことを考慮すれば、細菌の脂質加水分解への寄与は小さく、生肉自体に含まれている自家酵素により、脂質の加水分解が進行するものと推察された。

このことから、製造工程で加熱処理を行うプレスハムなどの畜産加工食品は、加熱処理工程で自家酵素は失活しており、流通過程で多少脂肪分解菌に汚染されても、A.Vの増大はないと思われることから、高A.Vを有するプレスハムは、鮮度の良くない、加水分解の進んだ原料を使用したものと考えられる。

摘要

市販ひき肉脂肪の酸価、過酸化物価を調べた結果、過酸化物価は全般的に低い値を示したが、酸価は高い値を有するものがあり、酸価の増加は、肉に含まれる自家酵素か、脂肪分解菌の作用によって生じたものと思われた。

ひき肉は、 $10^5 \sim 10^6$ 個の脂肪分解菌に汚染されており、主として、脂肪分解菌は *Pseudomonas* で、そのうちの多くは、*Pseudomonas fluorescens* であったが、この細菌は、強い脂肪分解活性を有し、低温でも増殖することができた。

また、5°C、-10°Cに貯蔵した若鶏胸筋の脂質の変化を調べたところ、磷脂質の減少、遊離脂肪酸の増加が見られた。

新鮮な若鶏胸筋から抽出した脂肪分解酵素は、リバーゼ、ホスホリバーゼ両活性を有していたが、*Pseudomonas fluorescens* Pw-1の脂肪分解酵素は、菌体外酵素で、主にリバーゼ活性を有しており、ホスホリバーゼ活性は弱かった。

さらに、若鶏胸筋に*Pseudomonas fluorescens* Pw-1を接種して、5°Cで貯蔵を行い変化を調べた結果、遊離脂肪酸の増加は、無接種区と差のないことから見て、遊離脂肪酸の増加は、脂肪分解菌によるものではなく、若鶏筋肉中の脂肪分解酵素作用によるものと推察された。

引用文献

- (1) 福場博保：食の科学，44，73（1978）
- (2) 鈴木普、沼田邦雄、佐藤匡：東京都農業試験場研究報告，11，69（1978）
- (3) 油化学協会：基準油脂分析試験法
- (4) Olson : J. Dairy Sci., 46, 362 (1963)
- (5) Crossley : International Dairy Federation, VI - Doc., 33, (1966)
- (6) Folch J. and Lees M. : J. Biol. Chem., 191, 807 (1951)

- (7) 中西武雄, 須山享三: 日畜会報, 37, 7 (1966)
- (8) 今井陽: 蛋白質核酸酵素, 生物化学実験法Ⅷ, 29 (1967)
- (9) 同上 : 同上 30 (1967)
- (10) 森田守雄, 大野公吉: 同上, 生物化学実験法Ⅷ, 90 (1967)
- (11) 同上 : 同上, 100 (1967)
- (12) Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria, 2nd Ed., (Cambridge Univ. Press)
- (13) Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8th Ed., (Williams & Wilkins Co.) (1974)
- (14) 山田浩一, 町田晴夫: 農化, 36, 858 (1962)
- (15) 飯塚廣, 駒形和男: 農化, 36, 663 (1962)
- (16) 同上 : 同上, 36, 668 (1962)
- (17) 東量三: New Food Industry, 4, (10), 67 (1962)
- (18) Osamu Hirayama and Hideyuki Matsuda : Agr.
- Biol. Chem., 36, (10) 1831 (1972)
- (19) 松尾登: 油化学, 25, 743 (1976)
- (20) 太田静行, 湯木悦二: 油化学, 26, 150 (1977)
- (21) Davidkva E. and Khan A. W. : J. Food Science, 54 (5), (1971)
- (22) Wood G. and Hintz L. : J. A. O. A. C., 54, (5), (1971)
- (23) Ayres J. C. : Food Res., 25, 1 (1960)
- (24) Halleck F. E., Ball C. O. and Stier E. F. : Food Technol., 12, 197 (1958)
- (25) Ingram : J. Appl. Bact., 25, 259 (1962)
- (26) Nashif S. A. and Nelson F. E. : J. Dairy Sci., 36, 459 (1953)
- (27) Alford J. A. and Elliott L. E. : Food Research, 25, 296 (1960)
- (28) ibid : ibid, 26, 518 (1961)