

嫌気包装による食肉の劣化抑制効果に関する研究

泉 本 勝 利

家畜生産科学科畜肉保蔵学研究室

1. 目 的

食肉の鮮度は消費者の選択性と直接関連し、その貯蔵中の鮮度保持ならびに劣化防止は流通経済上における品質評価の最も重要な項目である。先に、筋肉中のヘム色素の分析に非破壊的直接測定法を応用して、嫌気的条件下でメト型ヘム色素還元活性が強く発現持続することを認めた。そこで、本研究は食肉の劣化の主要項目である色調、ヘム色素の酸化、脂質の酸化および腐敗の劣化抑制を意図して脱酸素剤を活用し、これによる嫌気包装の効果を定量的に明らかにすることを目的とする。

2. 方 法

試料はヘレフォード種の牛枝肉の背肉部より採取された。嫌気包装は炭酸ガス非発生型（S包装）と炭酸ガス発生型（G包装）の2種の脱酸素剤を用いて行い、その効果について空気包装（A包装）と比較した。試料は5℃の冷蔵庫に貯蔵され所定日数の経過後、実験に供した。ガス組成はガスクロマトグラフィー法によって測定した。ヘム色素の酸化はメト型ヘム色素の割合で示し、反射率測定を基本とする直接測定法によって測定した。色調は反射率スペクトルを数値変換し、 L^* 、 a^* 、 b^* 値によって表示した。脂質の酸化はチオバルビツール酸（TBA）値で示した。鮮度は揮発性塩基態窒素（VBN）量ならびに生菌数（APC）によって表示した。

3. 結 果

貯蔵中におけるガス組成、色調、化学分析値ならびに生菌数の経日的変化をまとめて表に示す。

(1) ガス組成

酸素濃度はA包装で経日的に緩慢に減少した。一方、S包装とG包装では急激に減少し、極めて低い値で推移した。炭酸ガス濃度はA包装とG包装で経日的に増加し、A包装は3日目以降に顕著な増加を認め、G包装では1日目に12.7%となり、その後、緩慢に増加した。S包装では炭酸ガスはほとんど発生しなかった。窒素濃度はA包装で酸素濃度の、そしてS包装およびG包装では炭酸ガス濃度の変化に依存した。

(2) 色 調

貯蔵中の L^* 値および b^* 値には大きな変化が認められなかったが、 a^* 値には包装条件によって特徴が認められた。A包装とS包装の a^* 値は経日的に減少し、その程度はA包装の方が大きかった。一方、G包装の a^* 値は経日的に増加した。

Table Effect of aerobic and anaerobic conditions on gas constitution and meat quality for ground beef during storage at 5°C.

Gas constitution									
days	O ₂ (%)			N ₂ (%)			CO ₂ (%)		
	A	S	G	A	S	G	A	S	G
0	21.2	21.2	21.2	78.5	78.5	78.5	0.3	0.3	0.3
1	20.2 ^a	1.4 ^b	0.8 ^c	79.4 ^a	98.6 ^b	86.6 ^c	0.4 ^a	0 ^b	12.7 ^c
2	18.9 ^a	0.8 ^b	0.6 ^c	80.4 ^a	99.2 ^b	86.0 ^c	0.7 ^a	0 ^b	13.5 ^c
3	13.2 ^a	0.7 ^b	0.7 ^b	84.3 ^a	99.3 ^b	85.0 ^c	2.6 ^a	0 ^b	14.4 ^c
7	6.9 ^a	0.7 ^b	0.7 ^b	84.8 ^a	99.3 ^b	84.1 ^c	8.3 ^a	0 ^b	15.2 ^c
12	0.7 ^a	0.7 ^a	0.7 ^a	74.8 ^a	98.9 ^b	84.1 ^c	24.6 ^a	0.5 ^b	15.1 ^c

Color value specified by CIE									
days	L*			a*			b*		
	A	S	G	A	S	G	A	S	G
0	38	38	38	19	19	19	14	14	14
1	38 ^a	39 ^a	37 ^a	13 ^a	8 ^b	16 ^c	13 ^a	11 ^a	8 ^b
2	37 ^a	37 ^a	36 ^b	12 ^a	10 ^a	21 ^b	12 ^a	11 ^a	10 ^b
3	39 ^a	36 ^b	36 ^b	10 ^a	12 ^b	25 ^c	12 ^a	10 ^b	11 ^{a, b}
7	42 ^a	37 ^b	38 ^{a, b}	7 ^a	13 ^b	24 ^c	11 ^a	9 ^b	11 ^a
12	42 ^a	37 ^b	37 ^b	6 ^a	11 ^b	23 ^c	13 ^a	11 ^b	13 ^a

Chemical value									
days	met (%)			TBA (μg/g)			VBN (μg/g)		
	A	S	G	A	S	G	A	S	G
0	6	6	6	4.2	4.2	4.2	46	46	46
1	47 ^a	86 ^b	45 ^a	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2	79 ^a	54 ^b	13 ^c	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	80 ^a	45 ^b	16 ^c	13.2 ^a	8.8 ^b	8.8 ^b	167 ^a	86 ^b	90 ^c
7	91 ^a	38 ^b	24 ^c	16.1 ^a	11.7 ^b	10.3 ^c	288 ^a	126 ^b	128 ^b
12	99 ^a	44 ^b	10 ^c	17.5 ^a	12.7 ^b	11.0 ^c	419 ^a	183 ^b	185 ^b

Aerobic plate count of bacteria			
days	log APC/g		
	A	S	G
0	4.0	4.0	4.0
3	6.0 ^a	5.0 ^b	5.2 ^c
7	9.0 ^a	7.5 ^b	7.4 ^b
12	9.9 ^a	8.6 ^b	8.6 ^b

A : package without deoxygenizing agent

S : package with deoxygenizing agent

G : package with deoxygenizing agent of generation type of carbon dioxide

ND : not determined

abc: Means in rows with different supeript letters are significant different (P<0.05).

(3) 化学分析値

メト型ヘム色素の割合はA包装で経日的に増加し、2日目に80%に達した。A包装に比べ、S包装とくにG包装ではヘム色素の酸化が大きく抑制された。S包装とG包装では1日目にメト型が一時的に増加する傾向が認められた。脂質酸化はA包装に比べ、S包装およびG包装で20%~30%抑制された。腐敗の程度を示すVBN値はS包装およびG包装でA包装の約 $\frac{1}{2}$ であった。

(4) 生菌数

生菌数はA包装よりもS包装およびG包装で1オーダー低い(生菌数として $\frac{1}{10}$)値に抑制された。

4. 考 察

A包装の酸素濃度の減少と炭酸ガス濃度の増加は包装肉中の好気性細菌(主として腐敗菌)の増殖とこれに基づく呼吸作用に起因するものと考えられる。S包装およびG包装のガス組成の変化は脱酸素剤の性質によるものである。G包装の酸素濃度の減少の割に炭酸ガス発生量が少ないのは脱酸素剤が酸素のみならず炭酸ガスも吸収するためと推察される。色調については、 a^* 値が包装条件によって差が大きい。 a^* 値は高い値ほど赤くかつ美しい色調を意味する。したがって、色調はA包装で色調が悪くなり、S包装で色調が悪くなることを抑制し、G包装では改善することが認められる。ヘム色素誘導形態はA包装でメト型、S包装で還元型、G包装で酸素型が優位であり、この傾向は色調値の特徴と対応している。脂質の酸化はS包装とG包装で明らかに抑制され、その程度は従来のガス置換法よりも有効である。腐敗の目安となるVBN値もS包装とG包装で低く、12日目においても $300 \mu\text{g/g}$ である初期腐敗に達しなく棚持延長効果が認められる。生菌数についても、S包装とG包装には抑制効果が認められ、VBN値も低いことから、これら両嫌気包装肉中の腐敗菌の増殖は強く抑制されていると考えられる。以上の結果、A包装に比べ、嫌気包装により、いずれの項目にも劣化抑制効果が顕著に認められ、とくにG包装では色調を改善するという従来の貯蔵法にはない有意義な現象を確認することができた。