Cured meat の肉色に関する研究 VII 筋肉中の還元系について

橋 本 吉 雄 ・ 安 井 勉

(北海道大学農学部畜産学科)

Researches on the colour of cured meat

VII The reduction system in muscles of domestic animals

YOSHIO HASHIMOTO and TSUTOMU YASUI

(Faculty of Agriculture, University of Hokkaido)

I 緒 言

既に前回までの報告に於いて cured meat colour の発現は curing agents 中の亜硝酸塩の作用によるものである事は明らかとなつたり。然し亜硝酸塩は含Fe赤色素を酸化し、これを met 物質とする作用をも併せ有する。問題の矛盾点は、少なくとも酸素の存在の恐れのある場合は、亜硝酸塩は(硝酸塩の細菌による還元の為生ずるものも含めて) haem 色素を met 物質に酸化するという事実と、従来より考えられて来た細菌による還元作用のみで haem 色素の NO-化合物を生ずるという説とが、現代肉加工業に取り入れられている実際工程下で一致し難い所に存する。

即ち、従来の説によると

なる反応系が考えられて来た。然し実験室で Hb-NO を得る為には真空若しくは不活性ガスの使用により酸素を除去し還元型 Hb に対し直接 NO ガスを作用させて、

の結果を得ているのである。

既報の筆者等の試験結果によると、次の事実が指摘される。

(2), (3)式より考察すると、(1)式の場合は無酸素の状態に於て可能であり、殊に最近では亜硝酸塩の使用により(1)式の前半を省略する為、curing 操作は NO₂⁻ より出発する事を考えると、無酸素状態を考慮に入れない限り(1)式は(3)式と一致すべき性質のものである。

以上の事は肉が大塊である場合、その内部について酸素の消費が考えられるが、近代化した sausage 製造工程に於ては直ちに(3)式の反応が起り、ここから colour-

fixation が始まらなければならないと思はれる。

そこで met 型に酸化された haem 色素が或る還元系の中で還元され、NO⁺ の存在により Hb-NO の結合を完成するという仮説が設定されて来るのである。この結果必然的に在来の細菌のみによる還元作用以外に NO₂⁻ と haem 色素との接触後に於ける別の還元系が考えられなければならない事が暗示されて来る。

以上の観点より従来の curing 方法によつても得られた haem 色素の NO 化合物の形成原因となつた potential な還元系探究の為 家畜筋肉中の還元作用に関する試験を行つた。

II 試験方法

- (1) 供試試料 新鮮な屠殺後24~72時間以内の牛、馬、羊、豚肉の赤肉部を使用した。
- (2) 筋肉抽出液の調製法 供試肉を chopper にて細切し更に乳鉢中で同量の石英砂と共に磨砕しこの中より10g を採り 40cc 蒸溜水又は buffer を加え ±0°C の冷室に24時間放置後3,000~4,000回転の遠心分離器で遠沈し上澄液を濾過して試料とする。
- (3) 筋肉 suspension の調製法⁴⁾ 供試肉を chopper にて数回反覆細切し、1g づつ THUNBERG 管に落し込み5cc の目盛の所まで蒸溜水又は buffer を添加しよく振盪して供試する。
- (4) buffer の調製³⁾ 一酸性磷酸カリ 23.83g 二酸性磷酸カリ 61g を 1 l とし 5% N 苛性カリをもつて pH7 に調整する。
- (5) 還元作用の測定 次に述べる二方法を行つたが何れも methylene blue^{1) 4) 5) 6)} の還元率をもつて還元作用の指数とした。

(i) THUNBERG法 原液として 1:5,000 methylene blue 水溶液を作成しこれより 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, 10% の各溶液を作る。水素供与物質としてコハク酸を中性カリウム塩として使用し試験混合物中に0.2~0.5%の濃度に含有せしめる。試料、

水素供与物質、蒸溜水又は buffer を混じこれに 0.1cc の methylene blue 原液を加え、水流ポンプにて THUNBERG 管内を 12mmHg 以下の減圧として反応を行わせる。対照として減圧を行わず、同様に処理した THUNBERG 管に各濃度の methylene blue を添加したものをを用い比較し還元度合を測定する。

(ii) PULFRICH photometer を使用する方法 筋肉抽出液 (10g/40cc) に対し直接 1cc の methylene blue 原液及び水素供与物質を添加し直ちに 1cm の液槽 (濁濁度の甚しい場合は 0.5cm) を使用して最初の吸光度 ϵ を求め、これを 100cc 三角フラスコ中に密栓して貯え温度及び時間を変化せしめた後に再び測定して ϵ の減少度合により、還元作用を比較する。THUNBERG 法による場合の筋肉抽出液は 5cc を使用する。(使用 filter は S66)

第 1 表 25°C の場合の ϵ 値の変化

時間	Water extract												Buffer extract					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
0 分	1.00	1.00	1.00	0.91	0.87	0.92	0.95	0.90	0.95	0.87	1.12	1.02	1.10	0.96	1.01	1.25	1.17	1.18
60 分	0.88	0.76	0.80	0.90	—	—	—	—	—	—	—	—	0.97	0.96	—	—	—	—
24 時間	—	—	—	—	—	—	0.73	0.63	0.74	0.70	0.79	0.73	—	—	0.90	1.07	0.91	0.92
48 時間	—	—	—	—	0.60	0.64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Buffer extract は液槽 0.5cm

Water extract は液槽 1cm

第 2 表 3°C±1°C の場合の ϵ 値の変化

時間	Water extract											Buffer extract				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5
0 時間	1.25	1.28	0.86	0.86	0.94	0.87	0.90	0.97	0.92	1.02	0.92	0.94	0.97	1.23	1.20	1.20
24 時間	1.02	1.02	0.86	0.89	0.90	0.84	0.85	0.95	0.90	0.94	0.88	0.90	0.97	1.22	1.20	1.20
48 時間	—	—	—	—	0.90	0.82	0.85	0.95	0.90	0.94	0.88	0.90	0.97	1.20	1.20	1.17
72 時間	—	—	—	—	—	0.85	0.90	0.94	0.90	0.94	0.88	—	1.01	1.25	1.17	1.18
96 時間	—	—	—	—	0.90	0.87	0.92	0.95	0.90	0.95	0.87	0.90	—	—	—	—

Buffer extract は液槽 0.5cm

Water extract は液槽 1cm

第 3 表 恒温槽中 30°C 30 分の methylene blue 還元%

		減 圧				常 圧			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
水蒸溜	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	5	5	0	0	0	0

備考

牛肉 豚肉 牛肉 豚肉

IV 考 察

第 1 表及び第 2 表より考察すると、筋肉抽出液は低温 (3°C±1°C) に於ては殆んど methylene blue を還元せず、高温 (25°C±1°C) に於て時間の経過と共に徐々に methylene blue を還元し腐敗臭を発するに至る。これは明に細菌性の作用であり、その増殖に伴つて還元度合の増加する事を暗示している²⁾。

更に減圧下で THUNBERG 法を用いて還元試験を行つた

(6) 温度の維持 筋肉抽出液を使用し、還元作用の比較を PULFRICH photometer により行つた際の温度保持は低温 (3°C±1°C) 高温 (25°C±1°C) 何れも incubator 中を行つた。筋肉 suspension を使用し、THUNBERG 法で還元率の測定を行つた際は 30°C に維持した恒温槽中で 30 分間行つた。

III 試験結果

筋肉の抽出液につき行つた還元作用に関する結果は第 1 表、第 2 表の如くである。

次に同様の抽出液を THUNBERG 法を用いて行つた試験は第 3 表に示す。

筋肉 suspension について同じく THUNBERG 法を用いて試験を行つた結果は第 4 表に示した。

第 4 表 (30°C 30 分) 筋肉 Suspension による methylene blue 還元%

区分		I II III IV V VI VII							
		豚肉	豚肉	豚肉	牛肉	馬肉	豚肉	猪肉	
真	Water	1 75	85	95	75	85	70	95	
	2	75	65	95	75	85	70	95	
空	Buffer	1 85	95	95	85	70	85	—	
	2	85	95	95	85	85	85	—	
常	Water	1 —	5	5	15	15	20	0	
	2	—	30	5	15	25	20	0	
圧	Buffer	1 —	5	5	25	15	50	—	
	2	—	5	5	25	20	50	—	

場合も methylene blue を還元せず (第 3 表) 酵素的な還元作用も見出されなかつた。

以上の事実より筋肉の抽出液については細菌の繁殖に伴う作用以外には還元作用は存在しないと思われる。

然し乍ら筋肉組織をそのまま使用した suspension に於ては、減圧して空気 (酸素) を除去する事により、顕著な methylene blue 還元率を示し、これに対して空気

(酸素)の存在を許したものは殆んど反対の結果を示す。

(第4表)

即ち筋肉組織自体は非細菌性の還元作用²⁾を無酸素状態に於て有する事が判明する。

V 要 約

既報の我々の試験結果⁷⁾より, curing 工程に於ける還元作用は従来の細菌による還元系以外に筋肉中に存する potential な還元作用が想定されるに至つたので, 本報に於ては家畜筋肉中の還元系に関する試験を methylene blue 還元法を用いて行つた。

その結果筋肉の抽出液については期待された還元作用は認められず, 筋肉組織をそのまま使用した suspension に於て無酸素の状態下で相当強力な還元作用が認められ

る事が判明した。(1954, 12, 16. 受付)

文 献

- 1) MICHAELIS, L. (1935) : Abderhalden's Handb. bial. Arbeitsmeth., V., 10., 4., 684.
- 2) ROSE, D. and PETERSON, R. (1953) : Food Technol., 7, 369.
- 3) 吉松寿人, 正路倫之助 (1940) : pH の理論と測定法, 209.
- 4) 柿内三郎 (1933) : 実験化学講座 15, B., 酵素化学実験法, 7, 18, 64, 66.
- 5) 田所哲太郎 (1934) : 酵素化学概論, 157, 165.
- 6) 大町芳文 (1948) : 酵素, 68.
- 7) 橋本, 安井 (1955) : 日畜会報, 26., 129

Résumé

According to the result of our experiments reported previously, some other reduction system than that of the wellknown bacterial reduction, may be taken into consideration.

For this reason, we have made some experiments on the reduction system in muscles of domestic animals by means of methylene blue reduction

test.

In these experiments, we have been unsuccessful in finding the expected reduction in the extracted solution of muscles, but it has been found that there exists considerably powerful reduction in the suspensions of muscle tissue itself which contains no oxygen.