ブイヨン及び豚挽肉中における亜硝酸ナトリウムと食塩の抗菌効果について^{*1}

(昭和 63 年 8 月 16 日受理)

中島英夫^{*2} 鮫島 隆^{*3} 山中洋之^{*3}
竹下和子^{*3} 秋山 茂^{*2} 鈴木 昭^{*2}

Antimicrobial Effect of Sodium Nitrite and Sodium Chloride in Nutrient Broth or Ground Pork Meat (Microbiological Studies on Safety of Raw Ham (2))

Hideo NAKAJIMA^{*2}, Takashi SAMESHIMA^{*3}, Hiroyuki YAMANAKA^{*3},
Kazuko TAKESHITA^{*3}, Shigeru AKIYAMA^{*2} and Akira SUZUKI^{*2}

(^{*2}School of Hygienic Sciences, Kitasato University: 1-15-1, Kitasato, Sagami-hara-shi, Kanagawa, Japan; ^{*3}Research and Development Department, Prima Meat Packers Ltd.: 635, Nakamukaihara, Tsuchiura-shi, Ibaraki, Japan)

The effects of sodium nitrite and sodium chloride on the survival of *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in nutrient broth or ground pork meat were investigated. Though *E. coli*, *C. freundii* and *S. typhimurium* in nutrient broth or ground pork meat with 200 ppm sodium nitrite and 6% sodium chloride were inactivated during a 14-day storage period at 5 or 10°C, *S. aureus*, which might be more resistant to sodium nitrite and sodium chloride than Enterobacteriaceae, was unaffected.

(Received August 16, 1988)

Key words: 抗菌効果 antimicrobial effect; 亜硝酸ナトリウム sodium nitrite; 食塩 sodium chloride; 豚挽肉 ground pork meat; 病原菌 pathogenic bacteria; 大腸菌群 coliforms

まえがき

生肉を塩漬, スモーク, 乾燥しただけで食する生ハムは, ヨーロッパにおいて保存食として中世期に生まれ, それ以降加工技術がこの地を中心にして発展し¹⁾, 今なお多くの研究が行われている^{2)~9)}. ROHSCHNEIDER SCHINKEN に分類される¹⁰⁾このタイプの生ハムは, ヨーロッパの生ハムの味に親しんだ旅行経験者や製造メーカーからの強い要望により, 日本国内でも昭和 57 年 5 月 17 日の厚生省令第 21 号及び厚生省告示第 95 号でその製造販売ができるようになった。

従来, 食肉製品はその製造基準で「63° 30 分または, これと同等以上の殺菌効力を有する方法で殺菌を行うこと(乾燥食肉製品を除く.)」が義務付けられ, この規制が食肉製品による衛生上の危害発生の未然防止に大きな効果をあげてきた¹¹⁾. そのため生ハムのような非加熱食肉製品の法制化も慎重に進められ, 水分活性 0.94 以下, 大腸菌群陰性という成分規格に加え, 詳細な製造基準, 保存基準が定められた。

一方, 生ハムの微生物学的安全性や保存性に関する検討についてみると, 生ハム製造において最も大きな問題であるボツリヌス中毒に関しては, 重久ら¹²⁾, Roberts ら^{13)~15)}によって, また製造工程あるいは保存中の安全性については, 小久保ら¹⁶⁾, 出口ら¹⁷⁾, Gotoh¹⁸⁾, 荻原

^{*1} 生ハムの安全性確保に関する微生物学的研究 (第 2 報)

^{*2} 北里大学衛生学部: 神奈川県相模原市北里 1-15-1

^{*3} プリマハム(株)中央研究所: 茨城県土浦市中央原 635

ら¹⁹⁾によって報告されている。しかしながら、汚染指標菌として成分規格に定められている大腸菌群や食中毒菌として制御が必要とされるサルモネラ、黄色ブドウ球菌に対する食塩あるいは亜硝酸ナトリウムの抗菌効果について、製造基準に定められている温度条件下で詳細に調査された報告はほとんどなく、今回実験的に検討した。

材料及び方法

1. 供試菌及びその調整

供試菌には、食中毒原因菌として分離された *Escherichia coli* O-152, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* (以上は茨城県衛生研究所より分与) 及び生肉より分離した *Citrobacter freundii* を使用した。

供試菌をブイオン培地 (Beef extract 3.0 g, pepton 5.0 g, distilled water 1 L; pH 6.7) 10 ml に接種し、*E. coli*, *C. freundii*, *S. typhimurium* は 35° で 18 時間、また *S. aureus* は 35° で 48 時間培養し、これらを接種菌とした。

2. 亜硝酸ナトリウム・食塩の抗菌効果の評価

抗菌効果の評価は、Table 1 に示す濃度の亜硝酸ナトリウムと食塩を含むブイオン培地及び豚挽肉中に供試菌を接種して、5° 又は 10° に保存し、接種菌の消長を経時的に観察することによって行った。

1) ブイオン培地での評価

食塩濃度を 0~8 w/v%, pH を 6.0 に調整したブイオン培地をスクリーキャップ付きの広口瓶に 100 ml ずつ分注し、高圧滅菌 (120°, 15 分間) した。冷却後、各食塩濃度のブイオン培地にフィルター (0.22 μ m Millipore filter) を通して除菌した 5% 亜硝酸ナトリウム溶液を Table 1 に記載した試験区に従い添加した。このブイオン培地に、接種菌を約 10⁴ cells/ml となるように接種後、塩漬工程を想定し 5° 及び 10° の低温条件下で静置し経時的に各供試菌の菌数を測定し、菌数の推移から抗菌効果を評価した。

2) 豚挽肉での評価

数個の豚もも肉塊 (約 1 kg) の中心部からできるだけ無菌的に採取した肉塊を 3 mm 目のチョッパーに通した後、均一になるように混合した (pH 5.91)。これを 250 g ずつに分割し、食塩及びフィルターを通して除菌した 5% 亜硝酸ナトリウム溶液を Table 1 に示した濃度で添加した後、接種菌を約 10³~10⁴ cells/g となるように接種し、十分に混合した。これら各挽肉もブイオン培地と同様に抗菌効果を評価した。

なお、ブイオン培地及び挽肉とも接種菌と混合後、水分活性 (Aw) を測定した。

3) 接種菌数の測定方法

ブイオン培地の各試験区からは、経時的 (0, 1, 4, 7, 11, 14 日目) に必要量をサンプリングし検査に供した。又、挽肉の各試験区からは 10 g ずつをサンプリングし、10 倍量の生理食塩水 (*S. typhimurium* の MPN 法の場合は EEM 培地 (日水製薬(株)製を使用) を加えた後、ストマッカーにて混合し、これを試料原液とした。

① *E. coli*, *C. freundii*

寒天平板培養法及び MPN 法を併用して測定し、寒天平板培養法で検出限界以下となった場合は MPN 法の値で評価した。

イ) 寒天平板培養法

デソキシコレート寒天培地 (日水製薬(株)) を使用し混釈培養法にて測定した。なお、培養条件は 35° で 24 時間とした。

ロ) MPN 法

試料原液の 10 ml, 1 ml, 0.1 ml を各々 3 本ずつの 10 ml BGLB (日水製薬(株)) 発酵管 (試料原液 10 ml を入れる場合は倍濃度) に接種し、35° で 48 時間培養後ガスの発生が見られたものを推定試験陽性とした。推定試験陽性管は、その 1 白金耳を EMB 平板培地 (栄研化学(株)) に画線塗抹し 35° で 24 時間培養後、定型的集落を形成したものを釣菌して普通寒天斜面 (日水製薬

Table 1. Effect of Sodium Nitrite and Sodium Chloride on the Survival of *Escherichia coli* in Nutrient Broth

Storage temperature (°C)	Sodium nitrite (ppm)	Sodium chloride (%)	Days of storage					
			0	1	4	7	11	14
5	0	0	3.63 ^{a)}	3.72	4.04	4.11	4.20	4.20
5	0	6	3.72	3.51	2.96	2.96	2.46	2.30
5	200	0	3.90	3.95	3.79	2.40	<1.48	<1.48
5	200	2	3.82	3.51	3.09	<1.48	<1.48	<1.48
5	200	4	3.89	3.73	2.31	<1.48	<1.48	<1.48
5	200	6	3.71	3.48	2.20	<1.48	<1.48	<1.48
5	200	8	3.73	3.29	2.04	<1.48	<1.48	<1.48
10	0	0	3.53	4.23	7.11	8.23	8.45	8.49
10	200	6	3.79	3.48	2.08	<1.48	<1.48	<1.48

^{a)} All values are expressed as Log₁₀ cells/ml.

(株))及び乳糖ブイヨン(栄研化学(株))発酵管に移植した。35°で48時間培養後、乳糖ブイヨン発酵管でガスの発生が見られたものは寒天培養菌についてグラム染色を行い、グラム陰性、無芽胞の桿菌を認めた各希釈段階から大腸菌群のMPNを算出した²⁰⁾。

② *S. typhimurium*

*E. coli*と同様2法で測定し評価した。

イ) 寒天平板培養法

MLCB寒天培地(日水製薬(株))を使用し混釈培養法にて測定した。なお、培養条件は35°で24時間とした。

ロ) MPN法

10 ml EEM 培地(日水製薬(株))及び10 ml 倍濃度EEM 培地(試料原液10 ml 用)を使用し、試料原液の接種までは*E. coli*と同様の方法で実施し、接種後35°で15時間培養した。この後混濁が認められた試験管から0.3 ml ずつをセレナイト培地(日水製薬(株))3 ml に移植し、43°の恒温水槽で18時間培養した後、MLCB寒天培地に画線塗抹した。35°で24時間培養後、定型的集落を認めたものを陽性とし、各希釈段階での陽性管数からMPNを算出した。

③ *S. aureus*

3%卵黄加マンニット食塩寒天培地(マンニット食塩培地:日水製薬(株))を使用し表面塗抹培養法にて測定した。なお、培養条件は35°で48時間とした。

4) Aw の測定方法

Aw は、環乳第82号(昭和49年12月12日)に示された「コンウェイユニットによる方法」によって測定した。

結 果

1. ブイヨン培地中での亜硝酸ナトリウム・食塩の抗菌効果

1) *E. coli* に対する抗菌効果 (Table 1)

亜硝酸ナトリウム及び食塩を含まない試験区では、接種菌数の変化は5°保存では認められず、10°保存では7

日目に10⁸ cells/ml オーダーまで増殖した。200 ppm の亜硝酸ナトリウムを添加した場合(5°保存)は、菌数は減少し、11日目に検出限界(30 cells/ml)以下となった。更に、亜硝酸ナトリウムと食塩を併用した場合は、いずれの保存温度とも7日後に検出限界以下となった。これに比べ、食塩濃度6%だけの試験区では14日目でもなお10² cells/ml オーダーの接種菌が検出された。

2) *C. freundii* に対する抗菌効果

亜硝酸ナトリウム及び食塩を含まない試験区では、5°で14日目に、又、10°で7日目に10⁸ cells/ml オーダーに達したのに対し、亜硝酸ナトリウム及び食塩を添加した場合は、*E. coli*とほぼ同様の傾向を示した。なお、詳細なデータの掲載は省略した。

3) *S. typhimurium* に対する抗菌効果 (Table 2)

いずれの試験区においても、*E. coli*とほぼ同様の傾向を示したが、亜硝酸ナトリウム200 ppm・食塩濃度4~6%試験区で検出限界以下となるまでに14日間を必要とし、*E. coli*及び*C. freundii*に比較し減少速度は遅れる傾向であった。

4) *S. aureus* に対する抗菌効果 (Table 3)

亜硝酸ナトリウム及び食塩を含まない試験区の10°保存で菌数の増加が認められ、14日目には10⁸ cells/ml に達したが、他の試験区では保存期間中に菌数の変化はみられなかった。

2. 豚挽肉中での亜硝酸ナトリウム・食塩の抗菌効果

1) *E. coli* に対する抗菌効果 (Table 4)

亜硝酸ナトリウム及び食塩を含まない試験区ではブイヨン培地と同様の傾向を示したが、10°保存のブイヨン培地では7日目に10⁸ cells/ml に達したのに対し、挽肉では14日目でも10⁶ cells/g オーダーまでの増加であった。一方、亜硝酸ナトリウム及び食塩を添加した場合はブイヨン培地での結果と異なり、亜硝酸ナトリウム200 ppm のみあるいは食塩6%のみの添加区及び亜硝酸ナトリウム200 ppm・食塩2~4%添加区では、保存

Table 2. Effect of Sodium Nitrite and Sodium Chloride on the Survival of *Salmonella typhimurium* in Nutrient Broth

Storage temperature (°C)	Sodium nitrite (ppm)	Sodium chloride (%)	Days of storage					
			0	1	4	7	11	14
5	0	0	3.66 ^{a)}	3.72	3.78	3.79	3.80	3.70
5	0	6	3.86	3.51	3.25	2.36	1.90	1.90
5	200	0	3.99	3.94	3.72	3.20	2.65	2.34
5	200	2	3.90	3.61	2.76	2.23	1.71	1.56
5	200	4	3.84	3.72	2.70	1.70	1.52	<1.48
5	200	6	3.85	3.54	2.46	1.70	1.63	<1.48
5	200	8	3.84	3.09	2.31	1.48	<1.48	<1.48
10	0	0	3.72	3.78	6.11	7.89	8.48	8.58
10	200	6	3.73	3.42	2.61	1.90	1.52	<1.48

^{a)} All values are expressed as Log₁₀ cells/ml.

Table 3. Effect of Sodium Nitrite and Sodium Chloride on the Survival of *Staphylococcus aureus* in Nutrient Broth

Storage temperature (°C)	Sodium nitrite (ppm)	Sodium chloride (%)	Days of storage					
			0	1	4	7	11	14
5	0	0	3.97 ^{a)}	4.26	4.39	4.40	4.41	4.35
5	0	6	3.85	3.87	3.72	3.77	3.68	3.64
5	200	0	4.20	4.24	4.14	3.85	3.73	3.62
5	200	2	4.06	4.12	3.99	3.97	3.60	3.57
5	200	4	4.01	4.03	3.99	4.00	3.83	3.76
5	200	6	4.00	3.96	4.00	3.87	3.79	3.64
5	200	8	3.80	3.86	3.57	3.67	3.45	3.26
10	0	0	3.97	4.57	5.63	6.90	7.89	8.04
10	200	6	3.79	3.86	3.72	3.54	3.54	3.60

^{a)} All values are expressed as Log₁₀ cells/ml.

Table 4. Effect of Sodium Nitrite and Sodium Chloride on the Survival of *Escherichia coli* in Ground Pork Meat

Storage temperature (°C)	Sodium nitrite (ppm)	Sodium chloride (%)	Days of storage					
			0	1	4	7	11	14
5	0	0	3.04 ^{a)}	3.10	3.04	2.95	3.10	3.15
5	0	6	2.95	2.73	2.95	3.15	2.51	2.80
5	200	0	3.04	3.26	3.36	3.10	3.23	3.20
5	200	2	3.04	3.04	3.26	3.10	3.36	2.81
5	200	4	2.98	2.98	3.11	2.50	2.69	2.47
5	200	6	2.98	2.78	2.62	2.04	2.04	1.18
5	200	8	3.04	3.00	2.04	0.63	0.63	0.63
10	0	0	3.11	5.57	6.30	6.48	6.56	6.50
10	200	6	2.98	3.20	3.04	1.66	1.38	1.32

^{a)} All values are expressed as Log₁₀ cells/g.

期間中に菌数の変化はほとんどなく、亜硝酸ナトリウム 200 ppm・食塩 6%以上の添加ではじめて減少傾向が認められた。

2) *C. freundii* に対する抗菌効果

亜硝酸ナトリウム及び食塩を含まないブイヨン培地では、5°でも保存 14 日目に 10⁸ cells/ml オーダーに達したのに対し、挽肉では 10°保存 14 日目でも 10⁷ cells/g オーダーまでの増加であった。一方、亜硝酸ナトリウム及び食塩を添加した場合は、*E. coli* とほぼ同様の傾向を示した。なお、詳細なデータの掲載は省略した。

3) *S. typhimurium* に対する抗菌効果

E. coli とほぼ同様の傾向を示したが、食塩濃度 6%だけの添加区でも 11 日目は、10² cells/g オーダーに減少した。又、ブイヨン培地同様、亜硝酸ナトリウム 200 ppm・食塩濃度 6~8%試験区での減少速度は、*E. coli* 及び *C. freundii* に比較し遅れる傾向であった。なお、詳細なデータの掲載は省略した。

4) *S. aureus* に対する抗菌効果

ブイヨン培地と異なり、いずれの試験区でも保存期間

中に菌数は変化しなかった。なお、詳細なデータの掲載は省略した。

3. ブイヨン培地及び豚挽肉の Aw (Table 5)

Aw は食塩の増加と共に低下し、食塩を 8%まで添加することによりブイヨン培地では、0.99 から約 0.94 へ、挽肉では約 0.93 まで低下した。

考 察

今回の試験で、*E. coli*, *C. freundii*, *S. typhimurium* に対する亜硝酸ナトリウム及び食塩の抗菌効果は、ブイヨンまたは豚挽肉中において、ほぼ同様のパターンを示し、亜硝酸ナトリウム 200 ppm の存在下で、食塩濃度の増加に伴って菌数が減少し、更に、亜硝酸ナトリウムと食塩との併用効果が認められた。

Gibson ら²¹⁾は、Brain Heart Infusion 培地で *E. coli*, *S. typhimurium* について同様の試験を実施しており、pH 6.2, 亜硝酸ナトリウム 200 ppm の場合、10°保存で *E. coli* は食塩濃度 4%以上で、又、*S. typhimurium* は 1%以上で試験期間中(10 weeks)増殖が認められなかったと報告しており、今回実施した結果と同様の併用効果

Table 5. Analytical Results of Aw

Material	Sodium nitrite (ppm)	Sodium chloride (%)	Aw
Nutrient broth	0	0	0.999 ^{a)}
	0	6	0.947
	200	0	0.995
	200	2	0.983
	200	4	0.963
	200	6	0.950
	200	8	0.941
Ground pork meat	0	0	0.999
	0	6	0.931
	200	0	0.997
	200	2	0.964
	200	4	0.953
	200	6	0.930
	200	8	0.926

^{a)} Each value is an average of duplicate determination.

を認めている。

又、今回のブイヨン培地の試験では、5°で唯一増殖の認められた *C. freundii* に対して、亜硝酸ナトリウム 200 ppm あるいは食塩 6% の単独添加で殺菌的に働くという結果になった。しかし、挽肉では静菌的に作用するだけであり、殺菌的な効果が認められたのは亜硝酸ナトリウム 200 ppm と食塩 6% 以上を併用した試験区であった。一般に、*C. freundii* と同じ *Enterobacteriaceae* 科に属する *E. coli* 及び *S. typhimurium* の最低発育限界の Aw 値は 0.95 であり^{22), 23)}、今回の試験では食塩濃度 6% で 0.95 に達していた。これに亜硝酸ナトリウム及び食塩独自の菌体への阻害作用が働き亜硝酸ナトリウム 200 ppm で食塩 6% 以上を加えた場合、*E. coli*、*C. freundii*、*S. typhimurium* に対し殺菌的な効果が生じたと考えられた。

一方、*S. aureus* は、ブイヨン培地の亜硝酸ナトリウム及び食塩を含まない試験区で 10° 保存の場合に増殖が認められただけで、他のいずれの試験区でも変化しなかった。一般に *S. aureus* は約 15~18% の食塩濃度で発育を抑制され、又、最低発育限界の Aw 値は 0.86 といわれている^{22), 23)}。更に、発育温度域は 6.7~40° (10~40° で毒素産生) となっている²³⁾ことから、今回の試験では保存温度が大きな抑制因子として働いていたことが推測された。しかしながら、ブイヨン培地の亜硝酸ナトリウム 200 ppm・食塩 6% 添加区の 10° 保存で増殖が認められなかったこと、更には、亜硝酸ナトリウム 200 ppm で *S. aureus* の増殖は遅延されるとの報告もあり²⁴⁾、亜硝酸ナトリウムも大きな発育阻害要因として働いていたと考えられた。

ところで今回の豚挽肉を使用した試験では、生肉由来の細菌汚染をできるだけ少なくするために肉塊中心部より採取し、その後の調整も無菌的に行ったため好気性、嫌気性の一般生菌数の消長は測定しなかった。そのため共存した細菌の影響について言及はできないが、混合塩（食塩、砂糖、硝酸カリウム、亜硝酸ナトリウムの混合物）を使った小久保ら¹⁶⁾の試験では、混合塩水を肉塊に注射し、その後 2 日間混合塩水に浸漬した試験区で 15 日間の塩漬期間中、好気性菌、嫌気性菌の増加は認められず、乾塩あるいは混合塩水に浸漬だけを行った試験区で $10^2 \sim 10^3$ cells/g の増加が認められたと報告している。加えて、*S. typhimurium* はいずれの試験区でも塩漬期間中に 10^3 cells/g から 10^1 cells/g レベルまで低下し、試験条件はやや異なるものの *S. typhimurium* に関しては、今回の試験と同様の傾向を示していた。

現在、非加熱食肉製品の微生物による危害を防止する方法として「乾塩法での亜硝酸ナトリウム 200 ppm と食塩 6% 以上の添加及び 5° 以下での保管」が定められているが、本研究ではこれらの要因が *E. coli*、*C. freundii*、*S. typhimurium*、*S. aureus* に対して、静菌的あるいは殺菌的に働くことを実験的に確認した。しかしながら、今回のように挽肉を使用した場合と製造条件で定められている肉塊への乾塩法を行った場合では、亜硝酸ナトリウム、食塩の分散状況も異なってくる可能性があり、今後、実際の製造条件で検討していく必要がある。

要 約

微生物学的に安全でかつ風味豊かな生ハムの製造加工技術の一助とすることを目的として、加工工程で制御を必要とされる細菌の中から *E. coli*、*C. freundii*、*S. typhimurium*、*S. aureus* を選択し、これらの細菌に対する亜硝酸ナトリウム及び食塩の影響を塩漬工程を想定した保存温度 (5°, 10°) で実験的に検討した。

その結果、*E. coli*、*C. freundii*、*S. typhimurium* に対しては、亜硝酸ナトリウム 200 ppm を加え食塩 6% 以上添加することにより、保存温度 5° 及び 10° において殺菌的に、又、*S. aureus* に対しては静菌的に作用することが認められた。一方、5° の保存で亜硝酸ナトリウム及び食塩を添加しない場合、*C. freundii* にのみ増殖が認められたが、200 ppm の亜硝酸ナトリウムあるいは 6% の食塩の単独添加だけで 14 日間増殖は抑制された。

文 献

- 1) 新村 裕: 食品と低温. 25, 76~80 (1983).
- 2) Lücke, F. K.: Fleischwirtsch. 66, 1,505~1,509 (1986).
- 3) Rheinbaben, K. E., Seipp, H.: Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm. 9, 152~161 (1986).
- 4) Hechelmann, H.: Fleischwirtsch. 66, 515~528 (1986).
- 5) Linke, H., Rödel, W., Hildebrandt, G.: *ibid.* 64, 455~459 (1984).
- 6) Linke, H., Hildebrandt, G.: *ibid.* 64, 566~576 (1984).

- 7) Linke, H.: *ibid.* **66**, 134~138 (1984).
- 8) Lücke, F. K., Hechelmann, H.: *ibid.* **67**, 307~314 (1987).
- 9) Rheinbaben, K. E., Hadlok, R. M.: *ibid.* **64**, 1,483~1,486 (1984).
- 10) 中島英夫: 肉の科学, **28**, 257~261 (1988).
- 11) 東島弘明: 食品衛生研究 **32**, 647~662 (1982).
- 12) Shigehisa, T., Kozaki, S., Sakaguchi, G.: Jpn. J. Vet. Sci. **46**, 917~920 (1984).
- 13) Roberts, T. A., Gibson, A. M., Robinson, A.: J. Fd. Technol. **16**, 239~266 (1981).
- 14) Roberts, T. A., Gibson, A. M., Robinson, A.: *ibid.* **16**, 267~281 (1981).
- 15) Roberts, T. A., Gibson, A. M., Robinson, A.: *ibid.* **16**, 337~355 (1981).
- 16) 小久保弥太郎, 神崎政子, 神保勝彦, 木村貞司, 梅沢勝正, 斉藤義蔵: 東京獣医学畜産学誌, **28**, 75~80 (1980).
- 17) 出口順子, 田中 博, 篠原信之, 村上徹郎: 愛媛衛生研年報, **45**, 1~4 (1984).
- 18) Gotoh, M.: Fleischwirtsch. **61**, 1,750~1,754 (1981).
- 19) 荻原博和, 水落慎吾, 吉田啓子, 梅沢勝正, 春田三佐夫, 東京獣医学畜産学誌, **35**, 31~36 (1988).
- 20) 厚生省環境衛生局編: “食品衛生検査指針” I, p. 107~116 (1973), 日本食品衛生協会.
- 21) Gibson, A. M., Roberts, T. A.: I. J. Fd. Microbiol. **3**, 183~194 (1986).
- 22) Troller, J. A., Christian, J. H. B.: “Water Activity and Food” p. 216 (1978), Academic Press, New York.
- 23) Brown, M. H.: “Meat Microbiology” p. 326 (1982), Applied Science Publishers Ltd., London and New York.
- 24) Branen, A. L., Davidson, P. M.: “Antimicrobials in Foods” p. 229~233 (1983), Marcel Dekker, Inc., New York.