[*Nippon Nôgeikagaku Kaishi* Vol.59, No.1, pp.11~17, 1985]

乳酸菌を利用した発酵ソーセージの製造に関する基礎的研究

加藤丈雄, 蟹江和茂*, 志賀一三, 佐藤 泰**

(愛知県食品工業試験所, *現在, キューピータマゴ株式会社, **名城大学農学部)

昭和 59 年 6 月 4 日 受 理

Preparation of Fermented Sausage by Lactic Acid Bacteria

Takeo KATO, Kazushige KANIE*, Ichizo SHIGA
and Yasushi SATO**

Food Research Institute, Aichi Prefectural Government, 2-1

Shinpukuji-cho, Nishi-ku, Nagoya 451

* QP-Egg Products Co., 1-47-1 Hatsudai, Shibuya-ku, Tokyo 150

** Faculty of Agriculture, Meijo University, Tenpaku-ku, Nagoya 468

The optimum conditions were examined for fermenting sausage with *Lactobacillus plantarum*-4 (ST) or *Pediococcus cerevisiae*-1. Viable counts of lactic acid bacteria and Staphylococci, and changes in water holding capacity were measured. In tested sausages viable counts of lactic acid bacteria increased to $2 \sim 5 \times 10^8$ cells/g after 20 hr incubation and Staphylococcal growth was inhibited. Lp-4 inhibited Staphylococci by more than 99.99% at 37°C incubation for 20 hr.

The water holding capacity and pH of fermented sausages were decreased with increasing concentrations of starter cultures and incubation time. A starter culture in excess of more than 10^8 cells/g inoculation reduced the water holding capacity. The optimum fermentation conditions for preventing Staphylococcal growth and decreasing water holding capacity were inoculation of 10^7 starter lactic acid bacteria/g and 37°C incubation with or without 0.4% potassium sorbate.

(Received June 4, 1984)

緒 言

発酵ソーセージはドライまたはセミドライソーセージの一種であり、欧米ではその種類も多い^(1,2)。発酵ソーセージは原料調製時に自然汚染した微生物群のある種のもので、酸味その他、独特の風味を醸成したものである⁽³⁾。一般的に、発酵ソーセージの品質、風味は製造される地方の気候・風土に密接な関連を持つ。

発酵ソーセージの問題点は、原料肉を殺菌することなく製造するため、原料肉を汚染する種々の細菌によって、腐敗を招くことである。これらの細菌中には、食中毒菌である *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* などが含まれる場合もある^(4,5)。なかでも *S. aureus* が食肉を汚染する機会はきわめて多く、発酵ソーセージ製造上の重要な問題となっている。近年欧米において、発酵ソーセージの品質向上・安定

化、熟成期間の短縮、雑菌の生育阻止を目的として、乳酸菌を主体としたスターターを用いる方法が開発された⁽⁶⁻⁸⁾。現在、凍結乾燥、凍結濃縮を行ったスターターが、いくつかの商品名で市販されている⁽⁹⁾。

一方、わが国では現在のところ発酵ソーセージはほとんど製造されていない。それは以下の理由によると考えられる。①わが国の気候の高温多湿、②日本人の嗜好適合性への疑問、③食品衛生法による製造方法の制約。また、防疫と輸送の関係から、発酵ソーセージはほとんど輸入されていない。

わが国では上記の難点を解決するための基礎的データの公表がなく、欧米の乳酸菌製剤を使用する製造法が適用しうるか否かについても検討はなされていない。

現状では、発酵ソーセージはわが国ではなじみのないものであるが、日本の食生活の欧風化に伴って、今後需要の生じることが期待される。また、畜肉加工メーカー

においては、食生活の多様化に対応するため、新製品の開発が強く望まれている。

現状では、食品衛生法による制約から、発酵後に加熱殺菌工程を取り入れざるをえないと考えられ、本研究においてもこれを前提として検討を行った。すなわち、日本の製品として望ましいソーセージ発酵条件の目安を得ることを目的とし、スターターとして2種類の乳酸菌を使用して、ソーセージの乳酸菌生育と乳酸生成の状態、発酵中のブドウ球菌の抑制度、発酵中の肉の保水性変化について検討した。それらの結果をとりまとめて報告する。

実験方法

1. スターター用乳酸菌 乳酸菌は桿菌として *Lactobacillus plantarum*-4 (ST)、球菌として *Pediococcus cerevisiae*-1 を農林水産省・畜産試験場から分譲を受けて使用した。以後、各乳酸菌は Lp-4、Pc-1 とよぶ。乳酸菌は MRS 培地⁽¹⁰⁾ [ポリペプトン (和光純薬社製) 10 g, 牛肉エキス (Difco 製) 5 g, 酵母エキス (Difco 製) 5 g, リン酸 2 カリウム 2 g, クエン酸アンモニウム 1 g, ブドウ糖 20 g, ツイーン 80 1 g, 酢酸ナトリウム 5 g, L-システイン 0.1 g, 硫酸マグネシウム 6 水塩 167 mg, 塩化マンガン 4 水塩 33 mg, 硫酸鉄 7 水塩 13 mg, 以上に蒸留水を加えて 1 l とする, pH 6.6] で 30°C, 18 時間前培養した後、スターターとして使用した。

2. 発酵ソーセージの調製 Deibel ら⁽⁸⁾の方法に準じて試験ソーセージを調製し、発酵型ソーセージ研究の簡便試料として用いた。すなわち、原料肉として冷凍豚もも肉 (約 5 kg, カナダ産) を使用した。5°C の冷蔵庫内に一晩放置して解凍し、脂肪と結合組織を除去した原料肉を直径 4 mm 孔のプレート付したチョッパーでひき、カッティングミキサー (Robot-coupe Cutting Mixer R-4 V, TK. SUPPLIES Co., 1,500 rpm) にかけて均一なひき肉とした。この肉に Table I で示した割合

Table I. Ingredients of Beaker Sausage

Lean pork	91.5%
Curing salts	
Sodium chloride	2.5%
Sodium nitrite	80 ppm
Sodium ascorbate	550 ppm
Glucose	1.0%
Cold water	
(diluter of starter culture)	5.0%

で塩漬剤、ブドウ糖を加えてよく混合した後、所定量の乳酸菌スターターを接種して混合し、50 g ずつ滅菌したビーカーに入れ、アルミホイルでふたをした。なお、以上の操作は 10°C の無菌室内で行った。続いて、ビーカーに充填した肉は所定の温度で 20 時間培養した。乳酸菌接種直後、6 時間後、20 時間後における試験ソーセージは乳酸菌数、ブドウ球菌数、および保水性の測定に供した。

3. 原料肉中のブドウ球菌の鑑別法⁽¹¹⁾ フォーゲル・ジョンソン寒天培地 (栄研化学社製) に現れた、ブドウ球菌と思われるコロニーをトリブチックソイ培地 (Difco 製) に接種して 30°C, 24~48 時間培養して鑑別用試料菌とした。鑑別上の対照として *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 P を使用し、以下に述べる方法で鑑別した。

a. 形態観察: 試料菌はグルタルアルデヒド固定、アセトン脱水、臨界点乾燥を行い、金をコーティングした後、走査型電子顕微鏡 (JEOL, JSM T-200, 加速電圧 25 kV) で形態観察を行った。

b. O-F テスト⁽¹²⁾ (Hugh-Leifson 試験⁽¹³⁾): O-F テスト用培地 [ポリペプトン (和光純薬社製) 2 g, 塩化ナトリウム 5 g, リン酸 2 カリウム 0.3 g, BTB 80 mg, 寒天 2 g, 蒸留水を加えて 1 l とする, pH 7.1] にグルコースまたはマンニットを 1% 加えて行った。

c. コアグラゼ産生能: 試料菌一白金耳をウサギブラズマ (栄研化学社製) に接種して、37°C, 3 時間培養後に判定した。

d. 卵黄反応: 卵黄加マンニット食塩寒天培地で 30°C, 48 時間培養後に現れたコロニーについて判定した。

e. 食塩耐性: 7.5% および 15% 塩化ナトリウムを加えたトリブチックソイ寒天培地で 37°C, 96 時間培養後に判定した。

f. セラチン液化能: *Staphylococcus* No. 110 培地に現れたコロニーに、飽和硫安液を加えたときの濁りの有無で判定した。

4. ソーセージの発酵過程における細菌数および保水性の測定 a. 乳酸菌数の測定: 酢酸を加えて pH 5.4 とした MRS 寒天培地で 30°C, 48 時間平板培養し、出現したコロニー数を測定した。

b. ブドウ球菌数の測定: フォーゲル・ジョンソン寒天培地で 37°C, 48 時間平板培養し、出現したブドウ球

菌と思われるコロニー数を測定した。ブドウ球菌の生育阻害度は次式によって算出した⁽²⁾。

$$100 \times \left(1 - \frac{\text{試料のブドウ球菌数}}{\text{対照のブドウ球菌数}} \right) = \text{生育阻害度 (\%)} \\ (\text{有効数字, 小数以下 2 桁})$$

(有効数字, 小数以下 2 桁)

c. 保水性: 池田らの方法⁽¹⁴⁾に準じて測定した。

実験結果

1. 乳酸菌数の経時的变化に対する発酵温度および乳酸菌接種量の影響

Fig. 1 に発酵温度の影響について示した。

Lp-4 は 37°C において, Pc-1 は 30°C, 37°C において, 培養 6 時間まで急速に増加して 2×10^8 cells/g 程度に達し, 以後は緩やかに増加した。短時間でこれらの乳酸菌を増加させるには, 培養温度は 37°C が適当と考えられた。

Fig. 2 に乳酸菌接種量の影響について示した。

Lp-4, Pc-1 とも 10^6 cells/g 接種では, 培養 20 時間まで急速, かつ連続的に増加した。 10^7 cells/g 接種では培養 6 時間まで急速に増加し, 10^8 cells/g 接種ではほとんど増加しなかった。

いずれの温度, 接種量においても, 20 時間培養で乳酸菌数は $2 \times 10^8 \sim 5 \times 10^8$ cells/g となり, これが試験ソーセージにおけるスターター乳酸菌の最大量と考えられた。

2. ブドウ球菌数の経時的变化に対する発酵温度および乳酸菌接種量の影響

Table II に発酵温度の影響について示した。

乳酸菌無接種の試験ソーセージ (対照) のブドウ球菌数は 20 時間培養後, 2.5×10^7 cells/g に達した。一方, 乳酸菌を接種したものはいずれの培養温度でも, 20 時

間培養後すべてのブドウ球菌数は $10^2 \sim 10^4$ cells/g となり, 乳酸菌の共生により生育が阻害された。とくに Lp-4 接種・30°C および 37°C 培養によって, ブドウ球菌数

Fig. 1. Effect of Three Different Incubation Temperatures on the Growth of Lactic Acid Bacteria in Beaker Sausage. ●, 25°C; ■, 30°C; ▲, 37°C. Starter culture conc.: 10^7 cells/g.

Fig. 2. The Growth of Lactic Acid Bacteria in Beaker Sausage Inoculated with Three Different Starter Culture Concentrations. ●, 10^6 cells/g; ■, 10^7 cells/g; ▲, 10^8 cells/g. Incubation temp.: 37°C.

Table II. Effects of Three Different Incubation Temperatures on the Growth of Staphylococci in Beaker Sausage

Time (hr)	Lp-4 inoculation			Pc-1 inoculation			Blank ^a 37°C Staph./g
	25°C	30°C	37°C	25°C	30°C	37°C	
	Staph./g			Staph./g			
0	3.5×10^3	3.0×10^2	5.0×10^3	1.7×10^3	3.0×10^2	8.1×10^3	2.5×10^2
6	6.9×10^3	8.0×10^2	1.8×10^3	6.9×10^3	4.2×10^4	6.0×10^2	6.0×10^2
20	4.5×10^4	2.0×10^2	3.0×10^2	9.3×10^3	8.7×10^4	3.3×10^4	2.5×10^7
% inhibition (20 hr) ^b	99.82	>99.99	>99.99	99.96	99.65	99.87	—

Starter culture conc.: 10^7 cells/g. ^a Starter cultures were not inoculated. ^b % inhibition were compared to blank.

Table III. Effects of Three Different Starter Culture Concentrations on the Growth of Staphylococci in Beaker Sausage

Time (hr)	Lp-inoculation			Pc-1 inoculation			Blank
	10 ⁶ cells/g	10 ⁷ cells/g	10 ⁸ cells/g	10 ⁶ cells/g	10 ⁷ cells/g	10 ⁸ cells/g	0/g
	Staph./g			Staph./g			Staph./g
0	2.9×10 ³	5.0×10 ³	6.0×10 ²	8.0×10 ²	8.1×10 ²	4.0×10 ²	2.5×10 ²
6	8.1×10 ³	1.8×10 ³	2.6×10 ³	1.3×10 ³	4.6×10 ³	2.1×10 ³	6.0×10 ²
20	8.5×10 ⁴	3.0×10 ²	6.6×10 ³	1.0×10 ⁴	3.3×10 ⁴	1.2×10 ⁴	2.5×10 ⁷
% inhibition (20 hr) ^a	96.82	>99.99	99.98	99.96	99.65	99.87	—

Incubation temp. : 37°C. ^a % inhibition were compared to blank.

Table IV. Effect of Potassium Sorbate on the Growth of Staphylococci in Beaker Sausage

Time (hr)	Lp-4 inoculation				Pc-1 inoculation			
	+ potassium sorbate		blank		+ potassium sorbate		blank	
	Staph./g	Lp-4/g	Staph./g	Lp-4/g	Staph./g	Pc-1/g	Staph./g	Pc-1/g
0	4.3×10 ⁴	3.5×10 ⁷	5.0×10 ³	3.0×10 ⁷	7.2×10 ³	2.3×10 ⁷	8.1×10 ²	3.2×10 ⁷
6	1.6×10 ⁴	1.1×10 ⁸	1.8×10 ³	2.0×10 ⁸	1.4×10 ⁴	1.5×10 ⁸	4.6×10 ³	1.5×10 ⁸
20	1.8×10 ²	2.6×10 ⁸	3.0×10 ²	4.1×10 ⁸	1.7×10 ²	2.8×10 ⁴	3.3×10 ⁴	2.1×10 ⁸

0.4% potassium sorbate were added to beaker sausage. Starter culture conc. : 10⁷ cells/g. Incubation temp. : 37°C.

は少なくなり、99.99%以上の生育阻害を受けたことになる。

Table III に乳酸菌接種量の影響について示した。

いずれの乳酸菌接種量においても 20 時間培養後、乳酸菌の共生によりブドウ球菌は 10²~10⁴ cells/g まで少なくなった。Lp-4・10⁷ cells/g 接種により、ブドウ球菌は培養時間に伴って減少し、20 時間後には 99.99% 以上の生育阻害を受けた。したがって、この接種量がブドウ球菌を抑制するための Lp-4 の最適接種量と考えられた。

Pc-1 はいずれの接種量においても、ブドウ球菌の生育阻害度は約 99.9% で、ブドウ球菌は培養時間に伴って漸増する傾向があり、この増加を阻止することが望まれた。

3. 乳酸発酵肉中のブドウ球菌数に対するソルビン酸カリウムの影響

現在、畜肉加工品に添加が認められる合成保存料は、ソルビン酸（塩）のみである。ソルビン酸はソーセージの pH に影響を与えず、酸性領域で乳酸菌以外の非孢子形成性のグラム陽性、陰性菌に対して抗菌力を示す⁽¹⁵⁾。したがって、乳酸発酵を利用する発酵ソーセージにとって、ソルビン酸は有効な保存料になりうる事が予測される。そこで、ソルビン酸を添加した試験ソーセージを調製して、そのブドウ球菌数を測定した。

その結果は Table IV に示すとおりである。

0.4% ソルビン酸カリウムは一般的に知られているように、乳酸菌の増殖に影響しなかった。一方、Pc-1 接種・ソルビン酸カリウム添加の試験ソーセージにおいて、ブドウ球菌数は培養時間に伴って減少し、20 時間後には明らかな生育阻害効果が認められた。Lp-4 接種の試験ソーセージにおいては、ソルビン酸カリウムの効果は認められなかった。これはこの条件下における Lp-4 のブドウ球菌の生育阻害効果が強く、ソルビン酸カリウムの効果が判断できないためと推定された。

4. 乳酸発酵中の肉の保水性変化

ハム・ソーセージの製造上および肉の嗜好上で、無視することのできない性質の一つに保水性⁽¹⁶⁾がある。保水性は肉自身の持つ水、あるいは添加された水を外からの力にさからって保持する能力であり、ハム・ソーセージの、とくに加熱操作を加える場合の風味、テクスチャー、色などの品質に影響を与える重要な性質である。一般に保水性は肉の pH によって大きく変化し、肉たんばく質の等電点付近 pH 5.0~5.3 で最低となる。発酵ソーセージにおいては乳酸菌が 10⁸ cells/g 程度に増殖するので、生成された乳酸によって、pH は徐々に低下して等電点に近付く。過度の乳酸発酵は保水性を低下して、ソーセージの品質を劣化する可能性がある。

Fig. 3 に種々の乳酸菌接種量における試験ソーセージ

Fig. 3. Water Holding Capacity and pH on Beaker Sausage Inoculated with Three Different Starter Culture Concentrations. ●, 10⁶ cells/g; ■, 10⁷ cells/g; ▲, 10⁸ cells/g. Incubation temp.: 37°C.

の発酵中の pH と保水性変化について示した。

乳酸菌接種量の増加に伴って、ソーセージの pH 低下は大きくなり、保水性は pH 低下に伴って減少した。Lp-4、Pc-1 とともに 10⁶ cells/g 接種では、培養 20 時間後において pH は 5.3 であり、保水性は 70% 以上と比較的高く、10⁸ cells/g 接種では、培養 6 時間後には pH は 5 以下となり、保水性は約 67% と低い値を示した。10⁷ cells/g 接種では、培養 6 時間後に pH は 5.3、保水性は約 73% となった。

考 察

発酵条件はソーセージの風味、物性、食品衛生、とくに食中毒菌の生育阻害などの点から決定する必要がある。

1. 乳酸菌生育によるブドウ球菌の抑制について

乳酸菌は各種の微生物の生育に対して拮抗的作用を示す⁽¹⁷⁾。これは主として生成した乳酸の作用によるが、乳酸以外の抗菌性物質の生成によることもある。たとえば有機酸として酢酸、ギ酸、プロピオン酸、抗生物質としてラクトリン、ナイシンなどが知られているし、その他過酸化水素を生成するものもある。また、乳酸菌が旺盛に生育することにより、ビオチン、ニコチン酸などの必須栄養素を奪い合って antagonistic 効果⁽¹⁸⁾が生じる場合もある。

本実験で乳酸菌のブドウ球菌抑制効果を判断するために計測しているブドウ球菌が、どのような性質の細菌であるかを知るための鑑別試験を実施した。

その結果は Table V に示すとおりで、本実験に使用した原料豚肉中で計測されたブドウ球菌は *S. aureus* ではなく、文献に示された性質と比較すると、*S. epidermidis* と推定された。*S. epidermidis* は常在性の平素無害菌であり、日和見感染を生じることもあるが、食中毒の原因菌にはなりえない。森地は総説^(4,5)のなかで、食肉が *S. aureus* に汚染されることを完全に阻止することはきわめて困難であることと、その具体例について述べている。本実験で計測しているブドウ球菌は主として *S. epidermidis* と推定されたが、厳密な分離培養を行ったわけではないため、*S. aureus* の存在を完全には否定できなかった。しかし、少数の *S. aureus* 汚染があったとしても、毒素生産を開始する細菌数、すなわち、10⁶ cells/g まで増殖するのを抑制するには、Table III および Table IV の実験結果から、乳酸菌を 10⁷ cells/g 接種

Table V. Identification of Staphylococci in Pork Preparing for Beaker Sausage⁽¹¹⁾

Sample bacteria	Shape and size	O-F Test ^(12,13)		NaCl Tolerance		Coagulase	Yolk reaction	Gelatin liquefied
		Glucose	Mannit	7.5%	15%			
Sample bacteria	Cocci	Aero	Aero					
	Short chain or irregular clumps	+	+	+	-	-	-	-
	0.5~0.8μ	Anaero	Anaero					
<i>S. aureus</i> ATCC 6538 P	Cocci	Aero	Aero					
	Irregular clumps	+	+	+	+	+	+	+
	0.7~0.9μ	Anaero	Anaero					
<i>S. epidermidis</i> ⁽¹¹⁾	Cocci	Aero	Aero					
	Irregular clumps	+	+	+	-	-	-	-
	0.5~0.6μ	Anaero	Anaero					

し、37°C で培養することは有効と考えられた。このとき、乳酸菌は短時間で急速に増加して 10^8 cells/g 以上となり、このことがブドウ球菌の生育阻害に必要と考えられた。また、Pc-1 のように、 10^8 cells/g 以上においてもブドウ球菌の生育阻害が弱い場合には、ソルビン酸の添加効果を利用して安全性を高めることができた。

ブドウ球菌をさらに効果的に抑制するために、種々の抗菌力を持つ乳酸菌をスターターとして利用することは、風味の醸成とも関連し、今後の検討課題と思われる。

なお、肉中の *S. aureus* の挙動および生育阻害法については *S. aureus* 菌の接種によって行った検討の結果を別に報告の予定である。

2. 乳酸発酵過程における肉の保水性について

発酵ソーセージでは、接種乳酸菌による乳酸生成のため pH は 5 付近となる。この pH では肉たんぱく質の等電点に近いため、ある程度の保水性の低下は止むを得ない。Deibel ら⁽⁷⁾は市販の発酵ソーセージの分析結果から、その pH はソーセージの種類によって異なり、pH 4.5~5.3 であると述べている。日本で製造する場合には、緒言で述べたように、発酵後の加熱殺菌も考慮しておく必要があり、保水性維持のため、できる範囲内で pH をより高くする必要が考えられる。

本実験において 10^6 , 10^7 cells/g の乳酸菌を接種した場合、保水性は約 73% であった。保水性は pH 以外にも動物の年齢、ト殺前の取扱い、さらに肉を取り扱う間の各種の操作、たとえば冷凍・解凍、塩漬、加熱などの影響を受ける。本実験で使用した冷凍豚肉は輸入品であり、原料として必ずしも保水性の高いものとはいえず、未発酵で 80% 前後であった。したがって、良い原料肉を使用すれば、 $10^6 \sim 10^7$ cells/g の乳酸菌を接種しても、もう少し高い保水性が得られる可能性はある。また、保水性の観点から今後、塩漬方法の工夫、ポリリン酸塩の利用などについても検討する必要がある。

3. ブドウ球菌抑制と肉の保水性維持に適切な発酵条件について

品質が良好で安定した発酵ソーセージの製造には、常に一定した発酵を行うのが重要である。本実験および Daly ら⁽²⁾の報告によって明らかなごとく、増殖活性、生酸活性の高い乳酸菌を使用して、速やかにソーセージの pH を低下することが、ブドウ球菌抑制のために必要であるが、同時に、保水性の維持を考慮する必要も

ある。

Daly ら⁽²⁾はブドウ球菌抑制のため、ソーセージエマルジョンへのグルコノデルタラクトン、クエン酸の添加について検討を行っている。彼らはソーセージエマルジョンの酸性化によって、発酵初期の *S. aureus* 生育を阻害し、生理活性の高い乳酸菌の接種により、99.99% 以上のブドウ球菌生育阻害が可能であることを示した。しかし、彼らの実験では保水性の検討がなされておらず、本実験の結果から推定すれば、測定された pH (5 以下) からみて保水性はかなり低下していると考えられる。彼らの方法を有効とするためには、保水性を考慮して酸の種類、設定する pH について検討する必要がある。

本実験では 10^6 cells/g の乳酸菌接種では、乳酸菌の増殖が遅く、保水性は比較的高く維持されてもブドウ球菌の生育阻害が十分にできなかった。 10^8 cells/g 接種では 6 時間の発酵でブドウ球菌の生育阻害ができるが、保水性は急激に低下してしまう。 10^7 cells/g 接種では 20 時間の発酵でブドウ球菌の生育阻害が可能であり、保水性もより高く維持することが可能と考えられた。

現在、欧米においては凍結乾燥乳酸菌粉末、凍結濃縮乳酸菌が市販⁽⁹⁾され、これを利用して容易に発酵ソーセージの製造ができるといわれている。これらの乳酸菌製剤は *L. plantarum* と *P. cerevisiae* が主体といわれるが、詳細については不明である。この製剤の有効性も、乳酸菌の高い生理活性にあるのかもしれない。今後、本実験の結果を参考として、欧米の市販乳酸菌製剤による発酵を比較検討する必要が考えられよう。なお、乳酸菌製剤が発酵ソーセージの製造上便利な手段であるとしても、日本人のし好に適合させるために、乳酸菌の選択、組合せについて改良する必要があると思われる。

いずれにしても、ブドウ球菌を抑制して、なおかつ保水性を維持する必要があり、そのためには、乳酸菌接種量を少なくして、ソルビン酸の補助によりブドウ球菌の生育阻害を図ることも一つの手段と考えられた。

要 約

(1) スターター乳酸菌として *Lactobacillus plantarum*-4 (ST) (LP-4) と *Pediococcus cerevisiae*-1 (Pc-1) を使用して、試験ソーセージを調製し、発酵中の乳酸菌数、ブドウ球菌数と保水性の変化を追跡した。

(2) 試験ソーセージ中で増殖できる Lp-4 および Pc-1 の最大数は $2 \times 10^8 \sim 5 \times 10^8$ cells/g であった。

(3) Lp-4, Pc-1 はブドウ球菌の生育阻害効果を示し、とくに Lp-4 は 10^7 cells/g 接種, 37°C , 20 時間培養で 99.99% 以上の生育阻害効果を示した。Pc-1 の阻害効果は Lp-4 に比べ小さかったが、0.4% ソルビン酸カリウムの添加で強化することができた。

(4) 試験ソーセージの pH は乳酸菌接種量の増加に伴って低下し、また保水性は pH の低下に伴って減少した。 10^7 cells/g 接種では、培養 6 時間後に pH 5.3, 保水性は約 73% となった。

(5) ブドウ球菌の抑制と保水性の維持の点から、基本的発酵条件としては、乳酸菌 10^7 cells/g 接種, 37°C 培養が適当であった。また、ソルビン酸カリウムの添加も一つの有効な手段と考えられた。

本研究を行うにあたり、御指導賜りました農林水産省・畜産試験場、中井博康加工第二研究室長、乳酸菌を分譲くださいました森地敏樹加工第三研究室長、貴重な御助言を賜りました入江良三郎加工第四研究室長に感謝いたします。

- (1) E. J. Dyett, R. B. Hughes and C. R. V. Jones: "Meat and Meat Products," ed. by N. R. P. Wilson, Applied Science Publishers, London and New Jersey, 1981, p. 178.
- (2) C. Daly, M. L. Chance, W. E. Sandine and

- P. R. Elliker: *J. Food Sci.*, **38**, 426 (1973).
- (3) 三浦弘之: 酪農科学の研究, **16**, 153 (1967).
- (4) 森地敏樹: 畜産の研究, **35**, 1211 (1981).
- (5) 森地敏樹: 畜産の研究, **35**, 1343 (1981).
- (6) C. F. Niven, R. H. Deibel and G. D. Wilson: *Am. Meat Inst. Found. Circ.*, No. 41 (1958).
- (7) R. H. Deibel, C. F. Niven and G. D. Wilson: *Appl. Microbiol.*, **9**, 156 (1961).
- (8) R. H. Deibel, G. D. Wilson and C. F. Niven: *Appl. Microbiol.*, **9**, 239 (1961).
- (9) C. W. Everson, W. E. Danner and P. A. Hammes: *Food Technol.*, **24**, 42 (1970).
- (10) J. C. Man, M. Rogosa and M. E. Sharpe: *J. Appl. Bacteriol.*, **23**, 130 (1960).
- (11) 増井正幹, 大西 博, 畝本 力編: 「好塩微生物」, 医歯薬出版, 1979, p. 257.
- (12) 長谷川武治編著: 「微生物の分類と同定」, 東京大学出版会, 1975, p. 236.
- (13) E. Leifson: *J. Bacteriol.*, **85**, 113 (1963).
- (14) 池田敏雄, 中井博康, 斎藤不二男, 安藤四郎: 「畜試研報」, **30**, 35 (1976).
- (15) 相磯和嘉監修: 「食品微生物学」, 医歯薬出版, 1976, p. 161.
- (16) 天野慶之, 藤巻正生, 安井 勉, 矢野幸男編: 「食肉加工ハンドブック」, 光琳, 1980, p. 283.
- (17) 曾根敏磨訳: 「ヨーグルト」, 実業図書, 1980, p. 101.
- (18) A. Niskanen and E. Nurmi: *Appl. Environ. Microbiol.*, **31**, 11 (1976).