全卵液の滅菌方法の検討及び乳酸菌による滅菌全卵液の発酵について†

片峯伸一郎*・関本邦敏*・持田芳照*・志済吉信*

古川 徳**・山中良忠**

Study on Sterilization Method of Whole Egg and Fermentation of Sterilized Whole Egg by Lactic Acid Bacteria†

SHINICHIRO KATAMINE*, KUNITOSHI SEKIMOTO*, YOSHITERU MOCHIDA*,
YOSHINOBU SHISAI*, NOBORU FURUKAWA** and YOSHITADA YAMANAKA**

Sterilization method of liquid whole egg, growth and acid production of lactic acid bacteria in sterilized whole egg (SWE), and changes of some components of SWE during fermentation were studied.

Complete sterilization of liquid whole egg was obtained by pasteurizing 2 or 3 times at 58°C for 30 min and holding at 37°C for 2 or 3 hr between pasteurizations at initial bacterial level of 5.1×10^4 /ml or less.

L. acidophilus L 54 (L 54), *L. casei* L 14 (L 14), *Str. faecalis* F 904 (F 904) and *Str. faecalis* F 706 (F 706) grew well in SWE. Acid production of L 14 and F 904 was accelerated in SWE supplemented with glucose, lactose or sucrose, and that of L 54 and F 706 was accelerated with glucose or lactose.

During fermentation of SWE by resting cell of L 54, mainly lactic acid was produced and also a very little pyruvic acid, while about 90% of glucose was utilized after 16 hr. After 10 hr of fermentation, acetic acid was produced a little, but no other volatile fatty acids were found during 72 hr of fermentation.

(Received Mar. 3, 1977)

鶏卵の消費は食生活の洋風化に伴い増加し続けてきたが、ここ数年、家庭での消費が頭打ちとなり、国民 1 人当りの年間消費量は約 300 個にとどまっている。一方、加工卵の生産量は漸増傾向を示している¹⁾。鶏卵は栄養学的に完全に近いとされる食品であり、その消費拡大のため、新しい加工技術の出現が待たれている。著者らは、卵液を乳酸発酵させ、新しい鶏卵加工法を見出す目的で本研究を開始した。

乾燥卵製造時の脱糖処理に乳酸菌を利用する試みは古くから見られ²⁾⁻⁵⁾、特に、最近、GALLUZZO ら⁶⁾はヘテロ型乳酸菌を用い殺菌全卵液の発酵を行ない、ケーキ、ス

ブレッド類への応用を試みている。しかしながら、これまでの報告では、乳酸菌を接種する前の卵液の殺菌が不十分で、食品衛生学上、問題を残している。また、乳酸発酵による卵成分の変化について詳細な検討も加えられていない。本研究は、まず、実用レベルで割卵、調製した場合を想定し、鶏糞で汚染させた全卵液の滅菌方法を検討した後、10 種の乳酸菌株(*Lactobacillus* 属及び *Streptococcus* 属)の、滅菌全卵液中での増殖及び生酸性を調べると共に、ある 1 菌株の休止細胞により発酵させた場合の卵成分の変化について検討を加えたものである。

† 全卵液の乳酸発酵に関する研究 (第 1 報)

Studies on Lactic Acid Fermentation of Whole Egg (Part I)

* 日本農産工業(株)中央研究所 (横浜市緑区台村町 1)

Research Center, Nihon Nosan Kogyo Co. Ltd. (Daimura-cho, Midori-ku, Yokohama)

** 東京農業大学畜産学科 (東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

Department of Zootechnical Science, Tokyo University of Agriculture (Setagaya-ku, Tokyo)

実験方法

1. 全卵液の調製

新鮮殻付卵の卵殻表面を 70%エタノールで拭洗殺菌後、割卵し、卵黄、卵白を分離した。卵黄は濾紙上で附着卵白を除去後、卵黄膜の一端を破って採取し、卵白はワーリングブレンダーで静かに攪拌均一化し、ガーゼ 2 枚で濾過した。卵黄 33 部と卵白 67 部（重量比）とを混合して全卵液とした。

2. 全卵液の滅菌方法の検討

排泄後数時間以内の鶏糞 10 g に滅菌生理食塩水 40 ml を添加して $5.1 \times 10^8/\text{ml}$ のけん濁液とし、さらにその 10, 100 及び 1000 倍の希釈けん濁液を調製した。全卵液 50 ml を 100 ml 容滅菌綿栓付三角フラスコにとり、各鶏糞けん濁液を 0.5 ml ずつ添加混合し、湯浴中で攪拌しながら加熱し、卵液温が 58°C に達した時点から 30 分間、保持殺菌した。卵液温は対照フラスコの 1 つに温度計を差し込み測定した。滅菌効果の検討に当り、殺菌（以下低温殺菌を指す）を 1~3 回行ない、特に耐熱性芽胞菌の孢子を発芽させるため、殺菌間の卵液放置条件を、室温で 24 時間、37°C で 2 または 3 時間とした。殺菌終了後、全卵液を 0.5 N 塩酸で pH 6.7~6.8 に調整し、37°C で 18 時間静置培養したものについて、残存細菌数及び卵液の腐敗凝固の有無を調べた。

3. 供試乳酸菌及び接種、培養方法

農林省畜産試験場より分譲され東京農業大学乳利用学研究室で保存している乳業用乳酸菌株 *L. bulgaricus* B1, *L. acidophilus* L54, *L. casei* L14, *Str. cremoris* H61, *Str. lactis* 527, *Str. thermophilus* 510, *Str. diacetylactis* N7, *Str. faecalis* FDK, *Str. faecalis* F904 及び F706 を用いた。これらの菌は、使用に当り、10%環元脱脂乳培地に 3 日間移植し活性化してスターターとした。休止細胞を用いる場合は、保存培地より、増殖用液体培地（酵母エキス 0.5%, ペプトン 1.5%, グルコース 0.45%, リン酸 1 水素カリウム 0.2%, チオ硫酸ナトリウム 0.11%, 亜硫酸ナトリウム 0.02%, pH 7.2）に移植して、同様に 3 日間活性化後、遠心分離により集菌し、菌体を滅菌生理食塩水で 3 回洗浄し、菌数が $10^8/\text{ml}$ 以上になるように、滅菌生理食塩水にけん濁した。

58°C, 30 分殺菌を 3 回、殺菌間は 37°C, 2 時間放置して滅菌した全卵液（以下 SWE と略す）を 0.5 N 塩酸で pH 6.7~6.8（休止細胞を接種する場合は 6.6）に調整後、前述のスターターまたは休止細胞けん濁液を SWE に対し 5% 接種し、30°C または 37°C で静置培養した。

4. pH, 生菌数及び滴定酸度

pH は日立-堀場 F5 型 pH 計で、生菌数は標準寒天培地（栄研製）、乳酸菌数は B.C.P. 加寒天培地（栄研製）を用い常法⁷⁾で、滴定酸度は、0.1 N 水酸化ナトリウムで乳酸菌接種直後の pH まで滴定して測定した。

5. グルコース

A.O.A.C. 法⁸⁾で抽出し、ソモギー・ネルソン法⁹⁾で定量した。

6. 乳酸

A.O.A.C. 法¹⁰⁾で抽出後、エーテルを除去して水溶液とし、Barker, Summerson 法¹¹⁾で定量した。

7. 不揮発性有機酸及び揮発性脂肪酸

不揮発性有機酸は A.O.A.C. 法^{10),12)}に従い、揮発性脂肪酸は A.O.A.C. 法¹⁰⁾の一部を改変してガスクロマトグラフィーで分析した。装置は日立製ガスクロマトグラフ 163 型（水素炎イオン化検出器）を用いた。カラムは 2 または 3 m × 3 mm id. のガラスカラムを用いた。不揮発性有機酸は、担体 Uniport B (80~100 mesh), 液相 15% DEGS, カラム温度 130°C, 試料室温度 200°C, キャリヤーガス (N_2) は流速 60 ml/min. の条件で分析した。揮発性脂肪酸は、担体 Anakrom ABS (110~120 mesh), 液相は 10% EGA とテリング防止剤として 2% リン酸, カラム温度は、15 分間、100°C 恒温、以後 180°C まで 2°C/min 昇温、試料室温度 230°C, キャリヤーガス (N_2) は 40 ml/min の条件で分析した。成分の同定は内部標準法及び標準物質添加法によった。

実験結果及び考察

1. 全卵液の滅菌方法

全卵液の殺菌方法としては、米国では 60°C, 3.5 分、英国では 64.4°C, 2.5 分の殺菌が義務付けられている¹³⁾。また、60°C, 3.5 分と同等な殺菌効果を得る温度と時間の条件も検討されている¹³⁾。しかし、これらの条件で 1 回殺菌しただけでは、滅菌効果は不十分である。GALLUZZO ら⁶⁾は、60°C, 3.5 分あるいは 65°C, 5~20 分の条件で殺菌した全卵液のヘテロ型乳酸菌による発酵において、実験室レベルでさえも耐熱性芽胞菌の汚染を認めている。これらの殺菌条件で残存し汚染菌となるものは耐熱性芽胞菌 (*Bacillus* 属及び *Clostridium* 属) とみなされるので、間歇殺菌による滅菌効果を検討した。Table 1 に示したように、58°C, 30 分の殺菌 1 回だけでは、細菌数は減少するが、鶏糞無添加の場合を除いて滅菌効果は認められなかった。しかし、間歇殺菌による滅菌効果は明らかに認められ、初期生菌数が $5.1 \times 10^4/\text{ml}$

Table 1. Effect of fractional pasteurization of whole egg contaminated with chicken feces

Number of Pasteuriza- tion Times	Condition be- tween Pasteuri- zations	Before Pasteurization		After Pasteurization		After Incubation (37°C, 18hr)		
		pH	Viable cell/ml	pH	Viable cell/ml	pH	Viable cell/ml	Coagulation**
0		7.41	<30*			7.31	5.7×10^8	-
1		7.41	<30*	7.75	<30	7.26	<30	-
			5.1×10^3		<30	7.28	4.8×10^5	-
			5.1×10^4		8.0×10	5.54	$10^8 \sim 10^9$	+
			5.1×10^5		1.2×10^2	5.49	$10^8 \sim 10^9$	+
2	37°C, 2hr	7.41	5.1×10^6	8.11	2.0×10^3	5.48	$10^8 \sim 10^9$	+
			<30*		<30	7.30	<30	-
			5.1×10^3		<30	7.28	<30	-
			5.1×10^4		<30	7.20	<30	-
	37°C, 3hr	7.41	5.1×10^5	8.25	<30	5.53	$10^8 \sim 10^9$	+
			5.1×10^6		<30	5.48	$10^8 \sim 10^9$	+
			<30*		<30	7.29	<30	-
			5.1×10^3		<30	7.30	<30	-
	room temp., 24hr	7.41	5.1×10^4	8.23	<30	7.26	<30	-
			5.1×10^5		<30	5.62	$10^8 \sim 10^9$	+
			5.1×10^6		<30	5.51	$10^8 \sim 10^9$	+
			<30*		<30	7.21	<30	-
	37°C, 2hr	7.41	5.1×10^3	8.52	<30	7.29	<30	-
			5.1×10^4		<30	7.22	<30	×
			5.1×10^5		<30	7.21	<30	-
			5.1×10^6		<30	5.59	$10^8 \sim 10^9$	+
3	37°C, 3hr	7.41	5.1×10^3	8.51	<30	5.47	$10^8 \sim 10^9$	+
			<30*		<30	7.30	<30	-
			5.1×10^3		<30	7.28	<30	-
			5.1×10^4		<30	7.26	<30	-
	room temp., 24hr	7.41	5.1×10^5	8.49	<30	7.24	<30	-
			5.1×10^6		<30	5.60	$10^8 \sim 10^9$	+
			<30*		<30	7.31	<30	-
			5.1×10^3		<30	7.29	<30	-
	37°C, 2hr	7.41	5.1×10^4	8.49	<30	7.30	<30	-
			5.1×10^5		<30	7.26	<30	-
			5.1×10^6		<30	7.32	$10^8 \sim 4$	-

Before pasteurization the saline suspension of chicken feces of various bacterial level ($5.1 \times 10^3 \sim 5.1 \times 10^8$ /ml) was added at the ratio of 1% to liquid whole egg. Pasteurization was carried out at 58°C for 30 min. Pasteurized whole egg was incubated at 37°C for 18hr to confirm the sterilization effect after adjusting pH to 6.7~6.8 with 0.5N HCl.

* Without addition of the chicken feces suspension.

** +: Coagulated, -: Not coagulated.

以下の場合、2 または 3 回殺菌し、殺菌間の卵液放置条件を 37°C、2 または 3 時間にすれば、完全な滅菌状態が得られることが判明した。殺菌後の培養で腐敗凝固を起した卵液中の細菌は、コロニー性状及び細胞形態から、ほとんどが *Bacillus* 属と推定された。

2. 各乳酸菌の滅菌全卵液中での増殖及び生酸性

各乳酸菌のスターターを接種して 18 時間（一部は 48

時間）培養した結果を Table 2 に示した。供試 10 菌株の内、18 時間後に SWE 中で増殖及び酸生成が認められたのは、*L. acidophilus* L54（以下 L54 と略す、他菌株も同様）、*L. casei* L14（L14）、*Str. faecalis* F904（F904）であった。*Str. faecalis* F706（F706）は 18 時間後に増殖したが、酸は生成しなかった。しかし、48 時間後には酸生成が認められ、この菌による酸の生成は

Table 2. Effect of sugar on the growth and acid production of lactic acid bacteria in sterilized whole egg

	Strain	None	Glucose		Lactose		Sucrose	
			1 %	3 %	1 %	3 %	1 %	3 %
pH	A	6.86	6.90	6.88	6.85	6.92	6.92	6.98
	B	5.18	4.11	4.20	4.22	4.38	5.10	5.05
	C	5.10	4.48	4.41	4.85	4.90	4.49	4.46
	D	6.76	6.84	6.90	6.90	7.00	6.83	6.90
	E	6.82	6.90	6.92	6.91	6.96	6.88	7.00
	F	6.75	6.90	7.00	6.45	6.95	4.90	6.75
	G	6.82	6.86	6.91	6.90	6.92	6.88	6.96
	H	6.70	6.70	6.90	6.74	6.75	4.70	6.49
	I	5.20	4.65	4.50	4.80	4.80	4.56	4.58
	J	6.61	6.60	6.80	6.70	6.75	6.60	6.65
	J*	5.10	4.41	4.42	4.70	4.65	5.16	5.12
Viable cell/ml	A	4.3×10^8	5.1×10^8	4.2×10^8	4.1×10^8	3.0×10^8	4.5×10^8	3.1×10^8
	B	6.4×10^8	5.3×10^8	6.2×10^8	6.1×10^8	5.1×10^8	5.6×10^8	5.9×10^8
	C	5.8×10^8	1.1×10^9	1.3×10^9	5.3×10^8	4.3×10^8	1.4×10^9	1.5×10^9
	D	8.2×10^8	1.2×10^9	1.1×10^9	1.1×10^9	9.2×10^8	1.2×10^9	7.1×10^8
	E	1.2×10^9	1.6×10^9	7.9×10^8	1.8×10^9	1.2×10^9	1.1×10^9	6.4×10^8
	F	4.3×10^8	2.2×10^8	1.1×10^8	2.1×10^8	3.7×10^8	2.3×10^7	2.2×10^8
	G	1.1×10^9	2.6×10^9	2.1×10^9	2.5×10^9	1.8×10^9	2.3×10^9	1.6×10^9
	H	7.8×10^8	2.9×10^8	1.3×10^8	4.3×10^8	2.7×10^8	1.3×10^8	3.2×10^8
	I	8.1×10^8	9.5×10^8	1.0×10^9	1.2×10^9	1.0×10^9	9.2×10^8	7.6×10^8
	J	2.5×10^8	8.1×10^8	6.7×10^8	7.1×10^8	5.8×10^8	3.6×10^8	1.2×10^8
	J*	1.1×10^9	1.7×10^9	1.5×10^9	1.4×10^9	1.5×10^9	9.1×10^8	8.9×10^8
Titratable acidity	A	—	—	—	—	—	—	—
	B	7.90	22.42	19.70	19.41	18.20	8.10	8.30
	C	7.96	14.26	14.32	10.10	9.60	14.21	14.30
	D	—	—	—	—	—	—	—
	E	—	—	—	—	—	—	—
	F	—	—	—	0.70	—	9.30	—
	G	—	—	—	—	—	—	—
	H	—	—	—	—	—	11.60	0.65
	I	7.65	13.65	14.20	10.40	10.42	13.84	13.92
	J	—	—	—	—	—	—	—
	J*	8.25	17.05	17.00	13.20	13.60	8.05	8.15

Before inoculation the pasteurization of whole egg at 58°C for 30 min. was carried out 3 times and the whole egg was held at 37°C for 2 hr between pasteurizations to sterilize whole egg. After 3 pasteurizations the whole egg was adjusted to pH 6.7~6.8 with 0.5N HCl, then was inoculated at the ratio of 5% with the skim milk culture of each lactic acid bacterium. The inoculated whole egg was incubated for 18 hr at 30°C for strains C, D, E and G or at 37°C for others. Titratable acidity was expressed as ml of 0.1N NaOH per 20 ml of whole egg required to return pH to that after inoculation.

Abbreviations of the strains and viable cell count of the cultures;

A: *L. bulgaricus* B1 (2.3×10^8 /ml), B: *L. acidophilus* L54 (5.9×10^8 /ml)

C: *L. casei* L14 (4.3×10^8 /ml), D: *Str. cremoris* H61 (1.0×10^8 /ml)

E: *Str. lactis* 527 (1.1×10^9 /ml), F: *Str. thermophilus* 510 (5.5×10^8 /ml)

G: *Str. diacetylactis* N7 (1.7×10^8 /ml), H: *Str. faecalis* FDK (8.3×10^8 /ml)

I: *Str. faecalis* F904 (8.0×10^8 /ml), J: *Str. faecalis* F706 (7.3×10^8 /ml)

* After incubation for 48 hr

18 時間以後に起ることが示唆された。L14 及び F904 は、グルコース、ラクトースあるいはシュクロースを 1 ないし 3% 添加することにより酸生成が促進され、L54 及び F706 はグルコースあるいはラクトースにより

促進された。一方, *Str. thermophilus* 510 及び *Str. faecalis* FDK の場合は、シュクロース 1% で酸生成が認められた。*Str. thermophilus* は単糖類より二糖類を優先的に発酵する性質を持つとされており¹⁴⁾、この性

Table 3. Differences of growth rate and acid formation in sterilized whole egg inoculated with skim milk culture (SM) or saline resting cell suspension (RC) of *L. acidophilus* L54 during fermentation at 37°C

	pH		Viable cell/ml		Titratable acidity	
	SM	RC	SM	RC	SM	RC
W E*		7.41		<30		
SWE*		8.45		<30		
FWE*- 0hr	6.78	6.75	1.5×10^7	1.1×10^7	0	0
- 6hr	6.10	6.45	9.0×10^7	3.1×10^7	3.08	1.47
-18hr	5.10	5.60	9.1×10^8	3.7×10^8	8.10	4.36
Control** 18hr)		6.96		<30		

Sterilization of whole egg was carried out as described in Table 2. After sterilization the whole egg was adjusted to pH 6.6~6.9 with 0.5N HCl, then was inoculated at the ratio of 5% with the culture or the suspension. The pH of FWE-0hr was that after inoculation. Viable cell count of the culture and the suspension were 3.1×10^8 /ml and 2.3×10^8 /ml, respectively. Titratable acidity was expressed as described in Table 2.

* WE: Whole Egg, SWE: Sterilized Whole Egg, FWE: Fermented Whole Egg

** Incubated without inoculation

質に起因するのかもしれない。他の菌株は SWE 中で菌数を減じ、糖添加の効果もなかった。全卵液中には卵白に由来する、多くのグラム陽性菌に対する溶菌酵素リゾチームが存在する。卵黄の存在により、その活性は低下するが、なお十分な活性が残存することが認められており^{15),16)}。また、一般に乳酸菌は、その栄養要求性が複雑であることなどから、増殖しなかった乳酸菌にとっては全卵液の生育環境が不適當であったと推察された。

3. *L. acidophilus* L54 の休止細胞を用いた発酵による滅菌全卵液の成分変化

L54 のスターターあるいは休止細胞を SWE に接種、培養した場合の増殖、生酸性の違いを知るため、接種菌数及び接種直後の pH をほぼ同一にして培養した。Table 3 に示したように、スターター接種が増殖速度、生酸性ともに高く、これは明らかに脱脂乳成分の影響によるものと考えられた。

そこで、休止細胞を用い、発酵過程における SWE の成分変化、特に、風味に関係する酸の種類と量について検討した。Fig. 1 には、pH、乳酸菌数及び滴定酸度の変化を示した。発酵 12 時間で、いずれもほぼ一定値に達したが、72 時間後には菌数は若干減少していた。この発酵過程における SWE 中のグルコースの消費及び乳酸、酢酸の生成を示したのが Fig. 2 である。グルコースの消費と共に乳酸が生成され、16 時間後にはグルコースの約 90% が消費され、乳酸は約 200 mg% に達した。酢酸は、8 時間までは接種直後 (1 mg% 以下) と変わらなかったが、10 時間後には少量生成されており、以後、漸増した。乳酸以外の不揮発性有機酸は Fig. 3 に示し

たように、8, 12 及び 72 時間後にビルビン酸が微量検出された。その量は、ほとんど変化しないこと及び菌体接種直後には検出されないことから、代謝中間体のビルビン酸と考えられた。また、ピーク g はアセト酢酸のピークに近接していたが、標準物質を添加したところ、保持

Fig. 1. Changes of pH, viable cell count and titratable acidity of sterilized whole egg inoculated with saline resting cell suspension of *L. acidophilus* L54 during fermentation at 37°C

Sterilization of whole egg was carried out as described in Table 2. After sterilization the whole egg was adjusted to pH 6.6 with 0.5N HCl, then was inoculated at the ratio of 5% with the suspension of which viable cell count was 2.0×10^8 /ml. Titratable acidity was expressed as described in Table 2.

Fig. 2. Decrease of glucose and formation of lactic and acetic acid in sterilized whole egg inoculated with saline resting cell suspension of *L. acidophilus* L54 during fermentation at 37°C

Sterilization of whole egg and inoculation were carried out as described in Table 2 and Fig. 1, respectively.

時間が約 10 秒長くなったのでアセト酢酸ではないように思われた。この他に検出されたピーク a, e は同定できなかった。一方, Fig. 4 に揮発性脂肪酸の 0 及び 72 時間後のクロマトグラムを示したが, 72 時間の発酵を通じて酢酸以外の揮発性脂肪酸は全く検出されなかった。牛乳培地における乳酸菌による揮発性脂肪酸の生成については, 中江ら¹⁷⁾により, *Str. lactis*, *Str. cremoris*, *L. casei* 及び *L. bulgaricus* などを用いて検討されており, *Str. lactis* 527 の場合, 脱脂乳では, 酢酸の増加が著しく, *n*-酪酸, *n*-吉草酸, カブロン酸, カプリル酸も増加し, 全脂乳ではイソ酪酸が急増し, *n*-酪酸, カブロン酸, カプリル酸も増加するが, *n*-吉草酸とイソ吉草酸は減少し, 生成揮発性脂肪酸の種類と量が異なることが報告されている。本実験では酢酸のみが生成され, 他の炭素数の多い揮発性脂肪酸は生成されないことから, 複合脂質から成る卵脂質成分¹⁸⁾は, L54 により, カプリル酸またはそれより炭素数の少ない揮発性脂肪酸には分解されないと考えられる。これらの結果から, L54 による SWE の発酵は典型的なホモ乳酸発酵形式を示すものと推察された。

Fig. 3. Gas liquid chromatograms of nonvolatile organic acids in sterilized whole egg inoculated with saline resting cell suspension of *L. acidophilus* L54 during fermentation at 37°C

Sterilization of whole egg and inoculation were carried out as described in Table 2 and Fig. 1, respectively.

Column: 3 m×3 mm, 15% DEGS on Uniport B, Temperature: 130°C, Carrier gas: N_2 60 ml/min.

b and f: propyl pyruvate, d: propyl lactate, h: propyl acetoacetate, a, c, e and g: not identified

要 約

鶏糞で汚染させた全卵液の滅菌方法を検討した後, 滅菌全卵液 (SWE) 中での 10 菌株の乳酸菌の増殖及び生酸性を調べ, さらに, ある 1 菌株の休止細胞を用いて発酵させた場合の SWE の成分変化, 特に, 風味に関係する酸について検討を加えた。

初期細菌数レベルが 5.1×10^4 /ml 以下の全卵液は, 58°C, 30 分間の殺菌を 2 または 3 回行ない, 殺菌間の

Fig. 4. Gas liquid chromatograms of volatile fatty acids in sterilized whole egg inoculated with saline resting cell suspension of *L. acidophilus* L 54 during fermentation at 37°C

Sterilization of whole egg and inoculation were carried out as described in Table 2 and Fig. 1, respectively.

Column: 2 m×3 mm, 10% EGA+2% H₃PO₄ on Ana-krom ABS, Temperature: 100°C, 15 min hold, then 100~180°C (programme rate: 2°C/min)

Carrier gas: N₂ 40 ml/min

a: acetic acid, b: propionic acid, c: *n*-butyric acid, d: *n*-valeric acid, e: caproic acid, f: caprylic acid

卵液放置条件を 37°C, 2 または 3 時間とすることにより, 完全な滅菌効果が認められた。

各乳酸菌のスターターを SWE に 5% 接種し培養した結果, 増殖, 酸生成が認められた菌は, *L. acidophilus* L54 (L54), *L. casei* L14 (L14), *Str. faecalis* F904 (F904) 及び F706 (F706) であった。L14 及び F904 は, グルコース, ラクトースあるいはシュークロースを 1 ないし 3% 添加することにより酸生成が促進され, L 54 及び F706 は, グルコースあるいはラクトースの添加により促進された。

L54 の休止細胞けん濁液を用いて SWE を発酵させた

場合, 不揮発性有機酸としては, 主として乳酸が生成され, また, 代謝中間体と考えられるピルビン酸が微量検出された。発酵 16 時間後には SWE 中のグルコースの約 90% が消費され, 生成乳酸は約 200 mg% に達した。揮発性脂肪酸としては酢酸が 10 時間以後, 少量生成されたが, 他の揮発性脂肪酸は 72 時間の発酵を通じて全く見出されなかった。

終りに, 発表を許可して頂いた日本農産工業 (株) 研究開発本部長麻生和衛博士ならびに中央研究所長庄司圭吾博士に深謝致します。

文 献

- 1) 日本卵業協会: 加工卵の流通調査 (1976).
- 2) HOPKINS, E.W.: U.S. Pat., 2, 427, 726, Sept. 23 (1947).
- 3) KAPLAN, A.M., SOLOWEY, M., OSBORNE, W.W. and TUBIASH, H.: *Food Technol.*, 4, 474 (1950).
- 4) AYRES, J.C.: *Food Technol.*, 12, 186 (1958).
- 5) 小沢康郎: 農枝研報, G. No. 2, p. 11 (1951).
- 6) GALLUZZO, S.J., COTTERILL, O.J. and MARSHALL, R.T.: *Poultry Sci.*, 53, 1575 (1974).
- 7) 日本薬学会: 衛生試験法注解, 第 2 版 (金原出版), p. 38, 486 (1965).
- 8) A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 12th ed., p. 297 (1975).
- 9) 阿武喜美子・瀬野信子: 蛋白質・核酸・酵素, 別冊糖質実験法, p. 13 (1968).
- 10) A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, 12th ed., p. 298, 300 (1975).
- 11) 福井作蔵: 蛋白質・核酸・酵素, 2, 289 (1957).
- 12) STARUSZKIEWICZ, Jr., W.F., BOND, J.F. and SALWIN, H.: *J. Chromatogr.*, 51, 423 (1970).
- 13) STADELMAN, W.J. and COTTERILL, O.J.: *Egg Science and Technology* (The AVI Pub. Co., Inc.), p. 162, 167 (1973).
- 14) BUCHANAN, R.E. and GIBBONS, N.E.: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 8th ed. (The Williams & Wilkins Co.), p. 503 (1974).
- 15) CUNNINGHAM, F.E. and COTTERILL, O.J.: *Poultry Sci.*, 50, 1013 (1971).
- 16) GALYEAN, R.D. and COTTERILL, O.J.: *Poultry Sci.*, 51, 1346 (1972).
- 17) 中江利孝・細野明義・中西武雄: 日畜会報, 35, 167 (1964).
- 18) 藤野安彦: 栄養と食糧, 24, 317 (1971).