フラシンの防腐効果について※

故 小谷和夫・中野道紀・大谷俊次
大下　明・三浦達男

Studies on the Preservative Effect of Furacin

By

The late Kazuo KOTANI, Michinori NAKANO, Toshitsugu ŌTANI,
Akira ŌSHITA and Tatsuo MIURA

It has been known that the furan derivatives are effectual drugs for the preservative action of the development of microorganizms. The authors have investigated furacin for the purpose of studying the preservative effect of furacin solution on the putrefactive bacteria as follows:

1. Preservative effect of the furacin solntion on the putrefactive bacteria of fish.
2. Preservative effect of furacin solution on the aerobic sporeforming bacteria.
3. Effect of furacin solution on the sporegermination.
4. Effect of furacin solution on spores and vegetative cells on heating.

According to these experiments, the furacin solution is of little or no avail for either fresh fish or boiled ones, and is pretty available for the aerobic sporeforming bacteria, whose different effects are not recognized between the sporestaic condition and vegetative cell non-growth condition in the same concentration of vegetative cells and spores.

This solution has a little effect on spores and vegetative cells on heating, and the spores, when heated in this solution, become hard of germination.

フラシンの微生物発育抑制作用は，DODD 及 STILMAN (1944)[1] の研究により治療剤として，登場してより CAMMER 等 (1946)[2] の作用機作研究を始め，邦製フラシンについても多数の報告があり，[3)4)5)] 食品に対しても有効な防腐剤であることが報告されている。[6)7)8)]

著者等はこれが溶液として溶解している場合の魚肉腐敗菌に対する作用の研究を目的として次の実験をした。

本研究は故小谷和夫教授生前中，研究を共にしたものであるが，不幸にして逝去されたので，ここに纏めて報告する。

※ 水産講習所研究業績 第235号，1957年7月25日 受理

1　生鮮魚肉に附着する腐敗菌に対する効果

フラシンは魚肉鮮度保持に有効であることはすでに報告され（宇野）[7] 又他の防腐剤との効果も比較研究されているが（鉄本）[8] 著者等は次の場合について実験した。

a)　生鮮魚をそのまま浮游液とした場合

実験方法及結果

鮮度良好なサバを三枚におろし，背皮，内臓を除き，磨砕後，可及的無菌的に裏漉した魚肉10 g をフラシン濃度 2×10^{-4}，1×10^{-4}，4×10^{-5}，2×10^{-5}，1×10^{-5} の各液100mlに浸漬して10% 魚肉浮游液として，27°C に貯蔵し，24時間ごとに普通寒天にて平板培養し，24時間後その Colony 数をしらべた。アジについても同様実験した。

実験結果は第 1 表に示した。

Table 1. Preservative effect of Furacin on the Fresh Fish meat.
Cultured at 27°C mackerel meat.

Furacin concns. \ hrs.	0	24	48	72	PH
10^{-5}	2.5×10^{3}	1.2×10^{8}	1.0×10^{9}	5.2×10^{9}	6.8
2×10^{-5}	2.1×10^{3}	1.2×10^{8}	9.0×10^{8}	5.0×10^{9}	6.8
4×10^{-5}	2.0×10^{3}	9.0×10^{7}	1.6×10^{8}	2.7×10^{8}	6.8
10^{-4}	1.7×10^{3}	1.6×10^{7}	1.5×10^{8}	2.7×10^{8}	6.8
2×10^{-4}	1.7×10^{3}	1.0×10^{7}	1.0×10^{8}	1.9×10^{8}	6.8
Control	2.7×10^{3}	1.5×10^{8}	1.4×10^{9}	5.5×10^{9}	6.8

生鮮魚肉の保蔵を目的としてフラシン溶液を使用した場合，その濃度の増加と共にいくぶんその効果を増すが，その濃度 2×10^{-5} 以下では，殆んどその効果なく，4×10^{-5} 以上で僅かに認められる程度で 2×10^{-4} に於ても 1～2 日その延長を見るのみで，保蔵温度の低下を考慮せずして（宇野）[7] 鮮度保持えの利用はあまり期待出来ぬ。

b)　殺菌加熱した魚肉浮游液に海水を加えた場合

実験方法及結果

a）と同様処理したアジ魚肉を，フラシン各濃度の 10% 浮游液とし100°C 20分加熱した後，海水 1 ml を加え，これを前記と同様培養して，第 2 表の結果を得た。

Table 2. Preservative effect of Furacin on the sea water bacteria.
Bacteria content 2×10^{2}/ml in sea water.
Cultured at 27°C horse-mackerel.

Furacin concns. \ hrs.	0	24	48	72	96
10^{-5}	3	8×10^{2}	4.2×10^{4}	1.3×10^{8}	1.2×10^{9}
2×10^{-5}	2	6×10^{2}	2.2×10^{4}	6.3×10^{8}	2.0×10^{8}
4×10^{-5}	3	4.2×10^{2}	1.4×10^{4}	1.3×10^{7}	1.5×10^{8}
10^{-4}	2	0	0	0	0
2×10^{-4}	2	0	0	0	0
Control	3	3.5×10^{4}	8.5×10^{5}	4.0×10^{8}	1.7×10^{9}

一度フシラン溶液中で加熱した魚肉浮游液に菌数 2×10^{2}/mlの海水 1 ml を加えた場合フラシン濃度 4×10^{-5} 以下では効果はあまり認められないが，10^{-4} 以上では 7 日後に至るも発育を見ず，海水中の細菌は発育困難なものと思われる。

c) 魚肉浮游液を殺菌加熱しこれに未加熱魚肉浮游液を加えた場合

実験方法及結果

b）と同様に処理した，サバ魚肉のフラシン各濃度の 10% 浮游液として，100°C 20分加熱した後，その未加熱魚肉浮游液 1 ml を加え上記と同様 Colony 数をしらべ第3表を得た。

この場合ウロトロピンについても同様実験した。

一度フラシン溶液中で加熱した魚肉浮游液に加熱前の1/10量の腐敗菌を加えた場合，その防腐効果はあまり認められず，同様処理した。ウロトロピン溶液より僅かによい程度で対照と比べても2日位の延長が見られるのみである。この結果から一度フラシン溶液中で加熱した魚肉の保蔵に対しても腐敗源が他にある場合その保蔵効果はあまり期待出来ぬ。

Table 3. Preservative effect of furacin on the fish meat boiled.

Drugs concns. ＼ hrs.	0	24	48
Fracin 10^{-5}	2.6×10^{2}	2.0×10^{6}	5.0×10^{8}
2×10^{-5}	2.0×10^{2}	8.6×10^{5}	8.1×10^{7}
10^{-4}	1.8×10^{2}	2.1×10^{6}	7.8×10^{7}
2×10^{-4}	1.6×10^{2}	6.3×10^{4}	6.8×10^{7}
Urotoropin 10^{-5}	2.8×10^{2}	1.8×10^{6}	5.4×10^{8}
2×10^{-5}	2.0×10^{2}	1.7×10^{6}	5.0×10^{8}
10^{-4}	1.7×10^{2}	2.0×10^{5}	1.2×10^{8}
2×10^{-4}	1.5×10^{2}	2.0×10^{5}	1.9×10^{8}
Control	3.6×10^{2}	2.5×10^{8}	5.9×10^{9}

b) 他の防腐剤との効果比較

ビタミンK_3の防腐効果は田中(1951)[12] 山田(1952)[13] 等により，亜硝酸塩については山田・矢野(1953)[14] の研究が夫々有効であることを報告している。著者等はフラシン・サルチドールB・$NaNO_2$・ビタミンK_3・ヒドロキシルアミンとその防腐効果を比較した。

実験方法及結果

各防腐剤溶液の濃度は2×10^{-4}（1：5000）10^{-4}（1：10000）5×10^{-5}（1：20000）とし，$NaNO_2$ 及ヒドロキシルアミンは直接水にとかし，フラシンは水にとかした後100°Cで10分沸騰した。サルチドールBは4 ml アルコールに 0.02 g とかし加熱しつつ水を加えた。ビタミンK_3は0.02 g を 2 ml のアルコールにとかし水を加えて生じた沈澱を加熱して溶解し，冷却後も沈澱が生じなくなつたものを用いた。

これらの溶液 10ml 中にイワシの骨皮，内臓を除き磨砕塊状として，その3 g を浸漬し直射日光をさけて室温 10°Cに放置し，24時間ごしにその 1 ml を平板培養してその菌数が 10^8 に達するまでの日数を比較した。

実験結果は第4表に示した。

Table 4. Comparison of the preservative effect with antibacterial drugs on the fresh fish meat Incubated at 10°C sardine fish.

Drugs ＼ Concns.	2×10^{-4}	10^{-4}	5×10^{-5}
Furacin	7	5	3
Salicidol B	7	6	4
$NaNO_2$	11	9	5
Vitamin K_3	7	7	4
Hydroxylamine	11	11	5
Control		3	

生鮮魚肉の保蔵を対象として以上5種の防腐剤の効果を比較した場合，フラシン濃度5×10^{-5}のものは対照と同様3日後には腐敗し，その効果は認められないが，濃度の増加と共に保蔵日数も増し，2×10^{-4} では7日でこの様に保蔵温度を低下した場

合，フラシンの効果を増している。これを他の防腐剤と比較すると

5× 10^{-5}では，対照＝フラシン＜サルチドールB＝ビタミンK_3＜$NaNO_2$＝ヒドロキシルアミン

10^{-4}では，フラシン＜サルチドールB＜ビタミンK_3＜$NaNO_2$＜ヒドロキシルアミン

2×10^{-4}では，フラシン＝サルチドールB＝ビタミンK_3＜$NaNO_2$＝ヒドロキシルアミン

となりフラシンは生鮮魚肉の保蔵を目的とした場合優れた防腐剤とは云えない様である。

2　好気性芽胞菌に対する効果

フラシンは好気性芽胞菌には特異的に作用することは相磯等[1]により報告されているが著者等は魚肉より分離した耐熱性好気性芽胞菌に対する効果をしらべ，ウロトロピンとその効果を比較し，更にこれらを併用した場合の効果について実験した。

実　験　方　法

第5表に示すフラシンン及ウロトロピンの各濃度溶液の10%サバ魚肉浮游液 100ml を100°C 20分殺菌加熱し，予め魚肉より分離した耐熱性好気性芽胞菌の芽胞の生理的食塩水懸濁液 1 mlを加え27°C に貯蔵し，24時間ごしに平板培養しその菌数を比較した。結果は第5表に示した。

芽胞懸濁液：前記実験に於て比較的表れ易い発育良好の腐敗菌の芽胞懸濁液を 80°C 20分加熱した後，生理的食塩水にて 4000rpm 15分遠沈洗滌した後，冷蔵庫に貯蔵した。

Table 5. Preservative effect of furacin and urotoropin on the aerobic spore forming bacteria
Fresh mackerel fish meat suspension contained 2 × 10^5/ml of bacteria before heated, and spore suspension contained 1.1 × 10^2/ml. 0 hour zone of up number showed after heated and the others after spore suspension added.

Drugs	Concns. \ Days	0	1	2	3	4	5	6	7
Furacin	1 × 10^{-5}	2.1 × 10 5.8 × 10	3.1 × 10^3	4 × 10^3	4.2 × 10^6	9 × 10^6	1.5 × 10^7	4 × 10^7	5 × 10^7
	2 × 10^{-5}	0 0	2.0 × 10^3	2 × 10^3	1.6 × 10^6	4 × 10^6	1 × 10^7	4 × 10^7	4 × 10^7
	1 × 10^{-4}	0 0	1.6 × 10^3	3 × 10^3	2 × 10^5	2 × 10^6	9 × 10^6	2.4 × 10^7	4 × 10^7
	2 × 10^{-4}	0 0	3 × 10^2	1 × 10^3	2 × 10^5	2 × 10^6	9 × 10^6	1.4 × 10^7	3 × 10^7
Urotoropin	1 × 10^{-5}	3.6 × 10 3.8 × 10	1 × 10^5	9.9 × 10^6	Putrefacted				
	2 × 10^{-5}	3.0 × 10 3.0 × 10	3.2 × 10^5	9.7 × 10^6	Putrefacted				
	1 × 10^{-4}	1 × 10 1.6 × 10	2 × 10^3	4 × 10^6	Putrefacted				
	2 × 10^{-4}	1 × 10 1.5 × 10	8 × 10^2	2.5 × 10^6	5.7 × 10^7	1.2 × 10^8	Putrefacted		
Furacin + Urotoropin (1 : 1)	1 × 10^{-4}	0 0	1 × 10^2	1 × 10^2	2.5 × 10^5	1.4 × 10^6	2 × 10^6	3 × 10^7	
Control		1.2 × 10^2 8.1 × 10^2	7 × 10^6	1.6 × 10^7	Putrefacted				

フラシンは好気性芽胞菌に対し，その濃度が稀薄な場合でも，相当の効果が見られる。

最初生鮮魚肉浮游液の菌数は2.7×10^5であつたものが100°C20分加熱により，対照の場合1.2×10^2まで減少した。これに対しフラシン1×10^{-5}のものは2.1×10となり，これ以上の濃度のものは，その発育を見ず，殺菌効果の増加が見られる。この加熱殺菌後に発育した菌は殺菌加熱後残存した芽胞と殺菌加熱後加えた芽胞との，両者の芽胞より発芽したものか，或はそのいづれか一方の芽胞の発芽による増殖を示すかは不明である。

ウロトロピンは対照に比し微かに効果を認められるが，その後の発育抑制作用はあまり認められない。即ちウロトロピンは加熱により防腐作用は失われ，2×10^{-4}で微かに防腐効果が見られるのみである。これをフラシンと併用した場合，フラシンを単独に使用した場合以上の効果は見られない。

3　芽胞の発芽に対する影響

HACHISUKA 等 (1955)[15] は芽胞の発芽について Caramel の効果を報告しているが，著者等はフラシン溶液の芽胞の発芽に対する抑制作用と生菌の増殖に対する抑制作用の関係をしらべる目的で次の実験をした。

a)　生菌と芽胞とを夫々単独懸濁液とした場合

実　験　方　法

各濃度のフラシンを含む Bouillon (pH7.2) 9 mlに第6表に示す芽胞又は生菌の懸濁液1 mlを加えたもの2本宛を1組として32°Cに貯蔵し，24時間ごとに検鏡し発育を認めたものは平板培養した。結果は第7表に示した。

Table 6. Concentration of spores and vegetative cells for Inoculation.

Rinsed several times in phosphate buffer solution by means of centrifuge and kept in ice chamber and filtered through paper pasteurized before experiment.

Strain no.	Spores	Vegetative cells	Source
1	2.4×10^7	2×10^7	Shrimp canned
2	2.1×10^7	2.7×10^7	Mackerel Fish
3	4×10^7	4.7×10^7	Sausage

Table 7. Inhibitation of sporegermination and vegetative cell growth in furacin solution inoculated with spore or vegetative cell alone.

Strain	Furacin concns. \ Days / Form of bacteria	1 V.C.	1 S.	2 V.C.	2 S.	3 V.C.	3 S.	4 V.C.	4 S.	5 V.C.	5 S.	6 V.C.	6 S.	7 V.C.	7 S.	8 V.C.	8 S.	9 V.C.	9 S.
1	1.56×10^{-5}	−	−	++	++														
	3.21×10^{-5}	−	−	++	−	++	++												
	6.25×10^{-5}	−	−	−	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	++	−	++	−
	1.25×10^{-4}	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	2.5×10^{-4}	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
2	1.56×10^{-5}	−	−	++	++														
	3.21×10^{-5}	−	−	++	++														
	6.25×10^{-5}	−	−	−	−	++	+	++	++										
	1.25×10^{-4}	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
	2.5×10^{-4}	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−

3	1.56×10^{-5}	−	−	++	++														
	3.21×10^{-5}	−	−	++	++														
	6.25×10^{-5}	−	−	−	−	+	+	++	++										
	1.25×10^{-4}	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	+	+	+
	2.5×10^{-4}	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−

Showed V.C. : Vegetative cell　　S. : Spore　　++ : 2 test tube of growth
+ : One of them Growth　　− : Absence of growth

最初同濃度の生菌又は芽胞を夫々単独にフラシン溶液に加えた場合，生菌の増殖抑制作用も芽胞の発芽抑制作用もフラシン濃度の増加と共にその作用も強くなり，10^{-4} 以上ではかなり有効である。No.1株フラシン濃度6.25×10^{-5} に於ては３日目頃から除々に生菌は増殖しているが芽胞は９日に至るもその発育を見ないこれに対し，No.2 株に於ては生菌の増殖と芽胞の発芽は殆んど差を認めず，No.3 株に於ては全くこの差を認めない。これらから生菌の増殖抑制作用とその芽胞の発芽抑制作用とはほぼ同一と見られ，ある種の好気性芽胞菌については生菌の増殖可能なフラシン濃度に於ても芽胞の発芽は抑制されるものと思われる。

b) 生菌と芽胞が混在する場合

実験方法及結果

(1) 各種菌が附着していると思われる試料即ち，ポテート・イワシ・柿各0.5g，土壌・ワラ各３g，下水１mlをM/15燐酸塩緩衝液 (pH7.2) 10mlに入れ，滅菌濾紙にて濾過した後，その１mlを上記実験と同様 Bouillon 9mlに入れ，100°C20分加熱したものと，しないものを

Table 8. Inhibitation of sporegermination and vegetative cell growth in furacin solution inoculated with spores and vegetative cells together.

Source	Furacin concentration \ Heating / Days	1		2		3		4		5		6		7	
		H.	N.H.	H.	N.H.	H.	N.H.	H.	N.H.	H.	N.H.	H.	N.H.	H.	N.H.
Potato	5×10^{-5}	+	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	1×10^{-4}	±	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	2×10^{-4}	−	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	Control	++	++												
Sewage	5×10^{-5}	−	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	1×10^{-4}	−	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	2×10^{-4}	−	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	Control	++	+	++	+	++	++								
Sardine Fish	5×10^{-5}	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	1×10^{-4}	+	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	2×10^{-4}	−	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	Control	+	−	++	++										
Persimmon	5×10^{-5}	++	++												
	1×10^{-4}	+	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	2×10^{-5}	−	−	+	−	++	−	++	−	++	−	++	−	++	−
	Control	++	++												

Soil	5×10^{-5}	卄	卄												
	1×10^{-4}	卄	−	卄	卄										
	2×10^{-4}	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	卄		
	Control	卄	卄												
Rice straw	5×10^{-5}	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−
	1×10^{-4}	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−
	2×10^{-4}	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−	卄	−
	Control	卄	卄												

夫々２本宛，32°C に貯蔵して24時間ごとに検鏡して，発育を認めたものは平板培養した。結果は第８表に示した。

（2） エビの剥身10 g をフラシン濃度1.25×10^{-4} 2.5×10^{-4} 3×10^{-4}の Bouillon 100ml に入れ100°C20分滅菌した後，32°Cに貯蔵して24時間ごとに，その１ml を平板培養した。結果は第１図に示した。

各試料について対照は殺菌加熱して32°Cに貯蔵した場合，１日後にはいづれも菌の発育を見るが，フラシン溶液中で加熱したものは，土壌より分離したものを除き，いづれも７日後に至るも発育を見ず，フラシン溶液中で殺菌加熱したものは，殺菌効果があがり菌が死滅したものか，或はこの溶液中で加熱したものは発芽が抑制されるかの場合及この双方の場合が考えられる。これをエビ剥身をフラシン溶液中で加熱したものを見ると，最初エビ生肉懸濁液には8×10^4/ml の菌が存在したが100°C20分加熱した場合，対照は3.6×10^2まで減少し，フラシン溶液中で殺菌加熱したものは3.0×10^2，2.9×10^2，2.7×10^2とその濃度差に従つて微かに減少している，これらの菌数は対照に比し大差はなく，これを 32°C に貯蔵した場合，対照は３日で菌の増殖を見るが，フラシン溶液中で殺菌加熱したものは７日後に菌の増殖を見，芽胞の発芽の抑制作用が見られる。

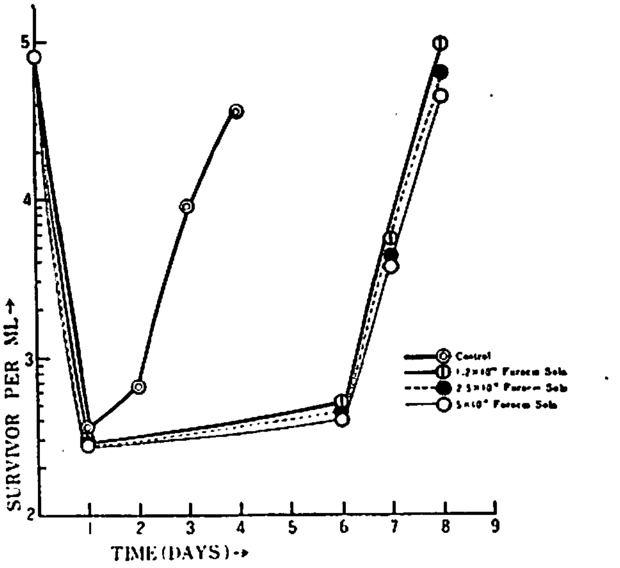

Fig. 1. Inhibitation of sporegermination in the furacin solution suspended shrimp meat in the case of Incuration after heating at 100°C

4　加熱殺菌時に於ける効果

Lewis等 (1954)[10)]，Micher (1954)[10)] はSubtilne の加熱殺菌時に於ける効果を，又清水等 (1954)[11)] は電気殺菌時に於けるフラシンの熱効果につき報告している。著者等はフラシン溶液の加熱殺菌時に於ける効果をしらべる為次の場合について実験した。

a) 好気性芽胞菌に対する効果

実験方法及結果

土壌中より分離した好気性芽胞菌の芽胞のフラシン1×10^{-4}の M/15燐酸塩緩衝液 1 ml 及フラシンを入れないもの 1 ml を夫々アンプル (0.5×3cmガラス管) に封じて冷蔵庫に貯蔵し，予め108°Cに加熱した食塩溶液中にアンプルを浸漬して加熱し，10分ごとに取り出して直ちに水冷し，その0.5ml を平板培養した。

結果は第2図に示した。

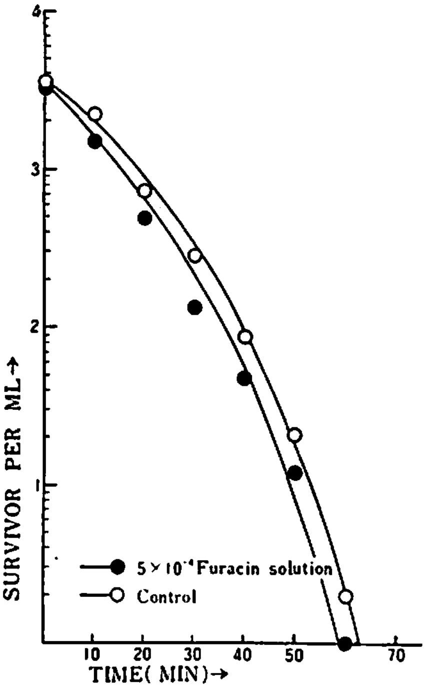

Fig. 2. Effect of furacin on the heating of spore at 108°C

b) 非芽胞形成菌の場合

実験方法及結果

フラシン濃度 5×10^{-4} の M/15 燐酸塩緩衝液 (pH7.2) の E. *coli* 懸濁液を 60°C にて加熱殺菌し，直ちに水冷した後，平板培養した。

実験結果は第3図に示した。

以上の結果から好気性芽胞菌の芽胞をフラシン溶液中で加熱した場合も，非芽胞菌を加熱した場合も対照に比し微かに殺菌加熱時に於ける殺菌効果の増加が認められるが，これを一定時間殺菌加熱した後の残存菌量には大差なく，この残存菌量差がその後の発育に影響を及し，その結果第1図に見られる様な対照との間に保蔵日数の差を生じるとは考えられぬ。従つてフラシン溶液中で加熱した芽胞は発芽し難い状態となり，その発芽が延長されるものと思われる。

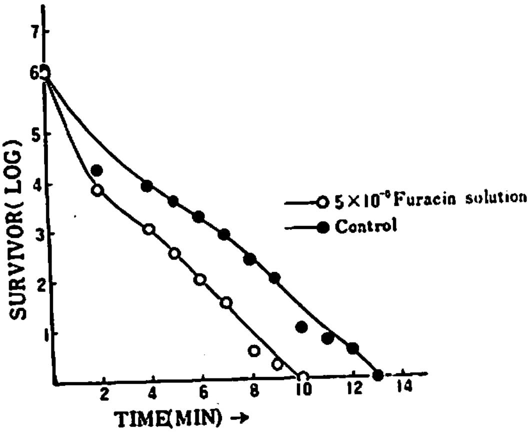

Fig. 3. E. coli survivor after heated at 60°C in the furacin solution (5×10⁻⁴)

摘　　要

1) フラシン溶液は生鮮魚肉の保蔵を目的とした場合その濃度の増加と共にいくぶんその効果を増すが 4×10^{-5} (g/ml n.f. として4×10^{-6})以下では，あまり効果なく，ビタミンK_3, $NaNO_2$, ヒドロキシルアミンに比し優れた効果は期待出来ぬ。

2) 一度フラシン溶液中で殺菌加熱したものも腐敗源が他にある場合あまり効果はない。

3) 好気性芽胞菌に対しては有効な防腐剤であり，一般にフラシン溶液の芽胞の発芽抑制効果もその生菌の発育抑制効

果も同程度と思われる。ある種の菌に対しては生菌の発育可能な濃度に於てもその芽胞の発芽の抑制作用が見られる。

4）フラシン溶液は加熱殺菌時殺菌効果はあがり，殺菌時間は短縮されるが，微かである。

5）フラシン溶液中で殺菌加熱した菌の発育が抑制されるのは，この溶液中で加熱した芽胞が発芽困難な状態となり，その発芽が延長される為と思われる。

文献

1）DODD, M. C. and STILLMAN, W. B. 1944. *J. Phamd. Exper. Thearp.*, **82**, 11.
2）CAMMER, D. L. and DODD, M. C. 1949. *J. Bact.*, **51**, 293.
3）東 昇・西海枝東雄：1948. 薬学研，**20**（2）.
4）柴田 清人：1948. 薬学研，**20**（2）.
5）藤野恒三郎・中川大嗣・西野信夫・南部康介：1920. 大医雑，**41**（6）.
6）相磯和嘉 他：1950. 腐研報，**3**.
7）宇野勉・中村吉一・徳永俊夫：1953. 北水試月，**10**（11），2.
8）鉄本総吉・興津和明・福田正彦：1955. 水竜，**20**，1099.
9）坂口謹一郎・天羽幹夫：1952. 農化，**25**（2）104.
10）LEWIS, J. C., MICHENER, H. D., STUMBO C. R. and TITUS, D. S. 1954. *J. Agr. Food Chem.*, **2**（6），298.
11）清水 亘・上野三郎：1954. 京大食糧研，**14**（1）.
12）田中茂男・北川兵義：1952. 醗酵工，**29**，389.
12）山田 寛司：1952. 日医大誌，**19**，776.
14）山田金次郎・天野慶之：1953. 冷凍，**28**，63.
15）HACHISUKA Yoetsu, Nobuo, ASANO, Nobuo KATO, Mitsuharu OKAJIMA, Morio KITAORI and Tsuneji KUNO. 1955. *J. Bact.*, **69**, 399.