電気殺菌法の研究—X. *Bacillus mesentericus* の孢子の加熱 殺菌における防腐剤の濃度効果について

清水 亘・上野 三郎

(京都大学農学部水産学教室)

Studies on Electrical Sterilization X.
Influence of Concentration of Disinfectant upon Thermal
Bactericidal Effect for Spores of *Bacillus mesentericus*
Wataru SIMIDU and Saburo UENO

In the present paper we have studied how does the death rate of bacterial spores be affected by the variation of concentration of each tested disinfectants when the spores of *Bacillus mesentericus* are heat sterilized in the presence of these disinfectants.

In all tests with disinfectants, the steep germicidal effect appeared after some times which was entirely similar to our previous papers, and in a certain case the death rate before or after the refraction point of death rate curve was accelerated, or in other case the lag period was reduced in time. But the concentration effect was found to be varied with the kind of disinfectant.

The correlation between the relative mortality time, T_R at each concentrations when the mortality time of the control be taken 100, and the relative concentration, C_R of disinfectants when the concentration 4.17 mg./100 ml. be taken 10 is expressed by the JORDAN and JACOBS equation⁽⁶⁾.

$$\log T_R = -n \log C_R + \log A,$$

where, n and A being some constants.

The value of n calculated from this equation is relatively small in Furaskin and pentachlorophenol, i.e., the rate changed with the concentration is relatively small. On the contrary, the n value is larger in vitamin K₃, and the promotion of germicidal effect with increasing concentration is more extreme.

私等は好気性芽胞形成細菌の孢子の加熱殺菌の際における防腐剤の殺菌効果について研究し、既に加熱温度の影響⁽¹⁾⁽²⁾、数種防腐剤の併用効果⁽³⁾⁽⁴⁾及び前加熱処理の影響⁽⁵⁾等について報告したが、それらの実験においては防腐剤の濃度を 4.17 mg/100 ml に限定した。このような微量においても各防腐剤はそれぞれ特異の効果を現わすのであるが、濃度を更に高めた場合、如何ようの効果を示すであろうか。勿論濃度を高めれば、より高い効果を示すであろうことは想像し得られるが、実用的には使用濃度に限度がある筈であるからその限度内において最も効果的な濃度を選ぶことが必要である。

本報では *Bacillus mesentericus* の孢子を用い、種々の濃度における防腐剤の殺菌効果を検討した。

実験方法

実験方法は第5報⁽¹⁾と同様で、即ち孢子を種々の濃度の防腐剤を含む生理的食塩水に懸濁し、一定温度に一定時間加熱した後稀釈し、平板寒天培養基で培養して生残り菌数を測定した。

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Figs. 1~6. Log survivors/time in the presence of the disinfectants for the spores of *Bacillus mesentericus* at 86°C.

Notes: — F: Furaskin, P: Pentachlor phenol, K: Vitamin K₃; The figures suffixed to these abbreviations show the multiple concentrations of 4.17 mg./100 ml.

Table 1. The decimal reduction time and the mortality time in the presence of the disinfectants for the spores of *Bacillus mesentericus* at 86°C.

Disinfectant	Decimal reduction time				Mortality time			
	Initial		Final		99 %		99.9 %	
	Real (min.)	Relative	Real (min.)	Relative	Real (min.)	Relative	Real (min.)	Relative
F ₁	39	0.95	16	0.39	44	0.54	60	0.50
F ₂	39	0.95	11	0.27	36	0.44	47	0.39
F ₃	26	0.64	9	0.22	30	0.37	41	0.34
Cont.	41	1.00	41	1.00	82	1.00	120	1.00
F ₅	29	0.93	8	0.20	33	0.40	40	0.31
F ₁₀	20	0.50	7	0.18	25	0.30	32	0.25
Cont.	40	1.00	40	1.00	82	1.00	127	1.00
P ₁	37	1.00	18	0.49	53	0.73	72	0.69
P ₂	37	1.00	16	0.43	47	0.65	61	0.58
P ₃	33	0.89	10	0.27	40	0.55	51	0.49
Cont.	37	1.00	37	1.00	73	1.00	105	1.00
P ₅	30	0.79	12	0.32	36	0.49	48	0.44
P ₁₀	30	0.79	12	0.32	33	0.45	43	0.39
Cont.	38	1.00	38	1.00	74	1.00	110	1.00
K ₁	24	0.75	7	0.22	31	0.49	36	0.38
K ₂	18	0.56	6	0.19	27	0.43	33	0.35
K ₃	16	0.50	5	0.16	25	0.40	29	0.31
Cont.	32	1.00	32	1.00	63	1.00	95	1.00
K ₅	19	0.59	6	0.19	19	0.30	26	0.27
K ₁₀	19	0.59	5	0.16	18	0.29	23	0.24
Cont.	32	1.00	32	1.00	63	1.00	95	1.00

供試防腐剤は nitrofurazone (Furaskin, F), pentachlor phenol (P) 及びビタミン K₃ (K) の3種を選び、15 mg/100 ml 及び 50 mg/100 ml の母液を稀釈して 4.17; 4.17×2; 4.17×3; 4.17×5; 4.17×10 mg/100ml とした。加熱温度は 86°C とした。

実験結果

結果を Figs. 1~6 に示す。これから decimal reduction time (DRT) 及び mortality time (MT) を求めて Table 1 の結果を得た。

Fig. 7. The relation between the relative thousandth death time T_R and the relative concentration of the disinfectants C_R for the spores of *Bacillus mesentericus* at 86°C.

どの防腐剤の場合にも死滅線上に曲折点をもち、それを境として効果が急激に現われることは、これまでの実験で見られたところと一致している。そして防腐剤の濃度の増加に従って曲折の現われるまえの死滅速度か又は曲折後の死滅速度が大きくなり、また大低の場合曲折までの時間 (lag period) が多少とも短縮される傾向が見られる。それら個々の値はさほど大きくないように見えるけれども、それらが合算されると、かなり大きくなり、従って初期の DRT はかなり大きい値をもち、死滅が進行しないようであるが、後期には DRT も MT も共に非常に小さい値になり、死滅が急速に進むようになる。

しかし防腐剤の濃度の増加に伴う死滅速度の変化の割合は防腐剤の種類によつて非常に異り、図の直線の傾き及び Table 1 の値から各々の特徴を窺うことができる。

考察

今対照の 99.9% relative MT を 100 とした時の各濃度における相対死滅時間 T_R の対数と、防腐剤濃度 4.17 mg/100 ml を 10 とした時の相対濃度 C_R の対数との関係を示すと Fig. 7 のようになる。log T_R

と $\log C_R$ とは直線関係で示され, JORDAN・JACOBS⁽⁶⁾の式

$$\log T_R = -n \log C_R + \log A$$

に一致する。茲に T_R は濃度 C_R における死滅時間, n は直線の傾斜, A は intercept である。これから n 及び A を求めれば Table 2 のようになる。

Table 2. n and A in the equation, $\log T_R = -n \log C_R + \log A$, for the spores of *Bacillus mesentericus*.

Disinfectant	n	A
Furaskin	0.31	120
Pentachlor phenol	0.30	141
Vitamin K ₃	0.20	60

n は防腐剤の濃度特性を示し, この値が大きいことは濃度の僅かな変動により死滅時間が著しく伸縮することを意味し, 稀釈によつて効力の減退が激しいことが知られる。このような薬品は高濃度で使用するほど有利である。しかし溶解度, 毒性, 臭気, 味, 色調及び経済的見地から使用し得られる限界が存在することは勿論である。

一方 n の小さいものは濃度の低下による効力減退の程度が小さいことであり, 逆に言えば濃度を大きくしても効力はそれほど大きくならないことを意味する。このようなものは比較的低濃度で使用することが有利である。Furaskin と pentachlor phenol は前者の傾向が強く, ビタミン K₃ は後者の傾向が強い。

また A の値はこの実験の範囲内ではビタミン K₃ が最も小さく, 従つてこの範囲内で同一濃度を比べれば, ビタミン K₃ が最も有効である。

しかし前にも述べたように⁽¹⁾⁽²⁾, 高温では温度効果が強く現われ, 防腐剤の効果の把握が困難であり, また JORDAN and JACOBS も指摘したように n の値は温度その他の条件の相異により変化するから, 常にこの法則が適合するとは限らない。従つて防腐剤の選定に当つては, その特性, 細菌の種類等について広く検討し, 適当な濃度, 作用温度, 時間, pH 等を決定しなければならない。

要 約

Bacillus mesentericus の孢子を種々の濃度の Furaskin (F), pentachlor phenol (P) 及びビタミン K₃ (K) の共存下で 86°C で殺菌し, これら防腐剤の濃度の変化に伴う殺菌効果の変化を検討した。

(1) 相対死滅時間 T_R と相対濃度 C_R との関係は JORDAN・JACOBS の式 $\log T_R = -n \log C_R + \log A$ に従う。

(2) F 及び P は n の値が大きく, 濃度の低下に従つて効力の減退が著しい。これに反して K は n の値が比較的小さく, 濃度の低下による効力の低下が大きくない。

(3) A の値はこの実験の範囲内では K が最も小さく, 従つて強い殺菌効果が示された。

終りに臨み本研究の発表に御後援下さつた静岡県罐詰協会及び印刷費の御援助を頂いた静岡県に謝意を表します。なお本報は文部省科学試験助成金による業績の一部である。

文 献

- (1) 清水亘・上野三郎：京都大学食糧科学研究所報告, 14, 1 (1954).
- (2) " " : 同, 14, 6 (1954).
- (3) " " : 同, 14, 10 (1954).
- (4) " " : 同, 14, 14 (1954).
- (5) " " : 日水会誌, 10, 927 (1955).
- (6) JORDAN, R. C. and S. E. JACOBS : *J. Hyg.* 43, 363 (1944).