

酢酸ナトリウムの抗菌作用特性

宮尾 茂雄

Studies on the Inhibitory Effect of Sodium-Acetate on the Growth of Bacteria

Shigeo MIYAO

Summary

In vitro growth inhibitory effect of sodium acetate was tested using 18 laboratory's stock strains.

Consequently, it was found that the presence of 50–200 mM of sodium acetate in the culture medium considerably inhibited the growth of *Ps. fluorescens*, *Ps. diminuta*, *E. coli*, *Ent. aerogenes*.

Especially it was found that the growth inhibition rate of sodium acetate goes up to 95–100 % on *Pseudomonas* in the case of 100 mM of it in the culture medium, but 30–50 % on *Bacillus* and *Staph. aureus* in the case of 400 mM of it.

When the accelerating effect of sodium acetate on the thermal injury of bacterial cells was investigated under various conditions, with presence of sodium acetate, thermal destruction of *Ps. fluorescens* was accelerated to shorten the decimal reduction time. Furthermore, investigating influence of altered combination of sodium acetate and glycine on the growth of several bacteria, it was found that the presence of 1.0 % of sodium acetate and 1.0 % of glycine in the culture medium considerably inhibited the growth of some of the organisms tested.

Experimental low-salt brined cabbages, supplemented with 1.0 % of reagent (50% sodium acetate and 50 % glycine) successfully prolonged their preservation time by 2.5 days at 20° C storage.

I 序 言

食品劣化の原因となる汚染細菌の発育、増殖を防止する目的から殺菌料、保存料が使用されてきたが、AF₂はすでに禁止され、最近では過酸化水素に発がん性の疑いがあるということから、昭和55年10月1日付で事実上使用禁止の措置がとられた。そこでそれらに代りうる安全性の高い保存物質の使用法の開発が望まれている。駒形らは、アミノ酸の一種であるグリシンがある種の微生物の生育を阻害する効果を有することを報告している¹⁻²⁾。その他に、リゾチーム¹⁻²⁾、香辛料⁶⁻¹³⁾、脂肪酸¹⁴⁻²¹⁾、脂肪酸モノグリセライド²²⁻²³⁾の抗菌性に関する報告もみられる。有機酸の抗菌力は、主にそのpH低下作用によるものであるが、食品に応用した場合、食品のpHも低下することから応用範囲も限定されてくる。そこで著者は、pHが中性付近での各種有機酸塩の抗菌性について報告²⁴⁾した。今回は、酢酸ナトリウムの抗菌性について検討を行い、若干の知見を得たのでご報告する。

II 試験材料および方法

1. 供試菌株

実験に使用した18種の菌株は表1に示した。

2. 酢酸ナトリウムの抗菌性

供試菌株はあらかじめ基礎培地（ペプトン1.0%、ブドウ糖0.5%、塩化ナトリウム0.5%、pH6.0）を用い、30℃1日間前培養した。酢酸ナトリウムの抗菌性を調べる際は、酢酸ナトリウムを最終濃度がそれぞれ目的の濃度となるよう添加しpHを6.0に調整した後、試験管にそれぞれ10mlずつ分注し、高圧滅菌器により115℃30分間滅菌した。次に前培養によって得た細菌浮遊液を均一になるようよく振とうした後、上記培養液に無菌的に、それぞれ0.1mlずつ接種し、30℃で培養した。なお酢酸ナトリウムの抗菌性におよぼすpHの影響を検討する際には、そのpHを塩酸および炭酸ナトリウムを用い、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0に調整した。細菌の増殖度は660nmにおける吸光度を光電比色計にて測定し、増殖阻害率はFig.1に示す方法によって求めた。

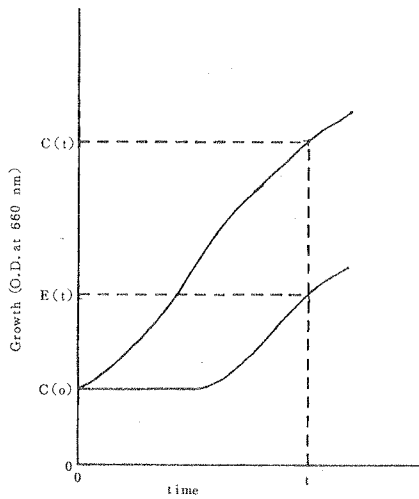


Fig.1. Inhibition Rate = $\frac{C(t)-E(t)}{C(t)-C(0)} \times 100(\%)$

Where C(t)=O.D. at 660nm of control culture at t time and E(t)=O.D. at 660nm of experimental culture containing Na-Acetate at t time.

酢酸ナトリウム存在下で40～50℃の温和な加熱を併用した場合の殺菌効果を検討する際は *Pseudomonas fluorescens* を供試菌株とし、基礎培地に生菌数が $10^6 \sim 10^7/\text{ml}$ となるよう接種した後、40,45,50℃で加熱し、経時的に1.0mlずつ無菌的に採取し、その残存菌数を標準寒天培地を用い混釈培養法により、30℃48時間後、計数した。

Ⅲ 実験結果

1. 酢酸ナトリウムの各種菌株に対する抗菌性

酢酸ナトリウムの各種菌株に対する阻害率を示したのがFig.2で、20時間培養後における阻害率である。グラム陰性菌の *Ps. diminuta*, *Ps. fluorescens*, *E. coli*, *Ent. aerogenes*, は、50～200mMでほとんど増殖が阻害され、特に *Ps. diminuta* は、50mMで増殖は阻害された。一方、グラム陽性菌の *B. cereus*, *S. aureus* では100mMで約40%, 400mMでも約80%

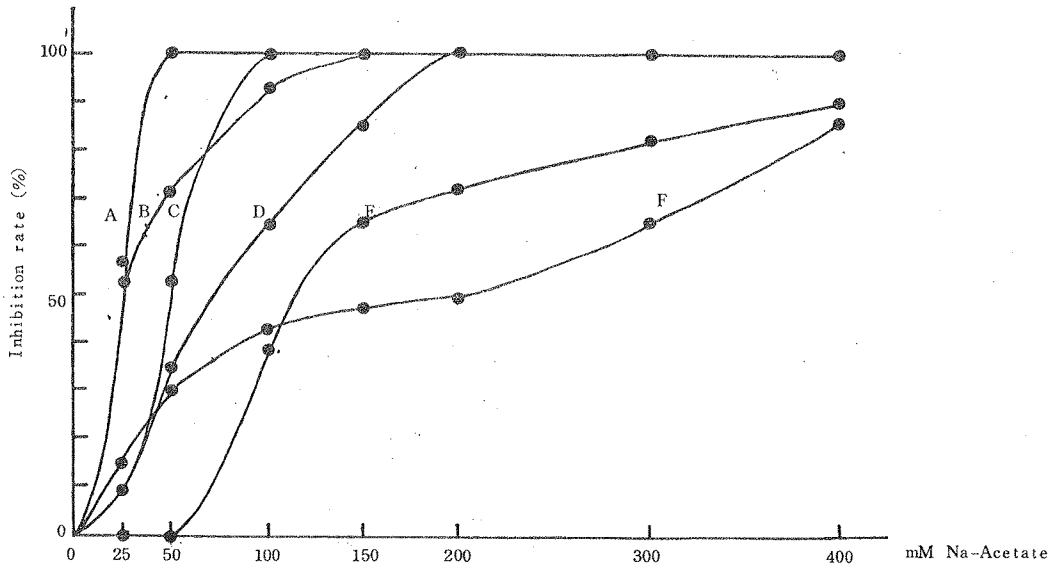


Fig.2. Inhibitory effect of Na-Acetate on the growth of several

bacteria. The cells were incubated at pH6.0 and 30°C.

A:*Ps. diminuta* B:*Ps. fluorescens* C:*E.coli* D:*Ent. aerogenes*

E:*B. cereus* F:*Staph. aureus*

の阻害率で、菌種間においてかなりの阻害の差が認められた。つぎに *B. subtilis*, *E.coli*, *Ps. fluorescens*, *Ps. aureofaciens* を供試菌株とし、酢酸ナトリウム存在下における増殖を経時的に調べたのがFig.3である。*B. subtilis* の場合では酢酸ナトリウム濃度が増大す

るにしたがい、その増殖は抑制されるが、100mMでもかなり増殖がみられ対照ときほど差はない。*Ps. fluorescens* においては、25mMでかなり増殖阻害がみられ、50mM, 100mMでは、培養開始後50時間経過しても、ほとんど増殖は認められなかった。その傾向は

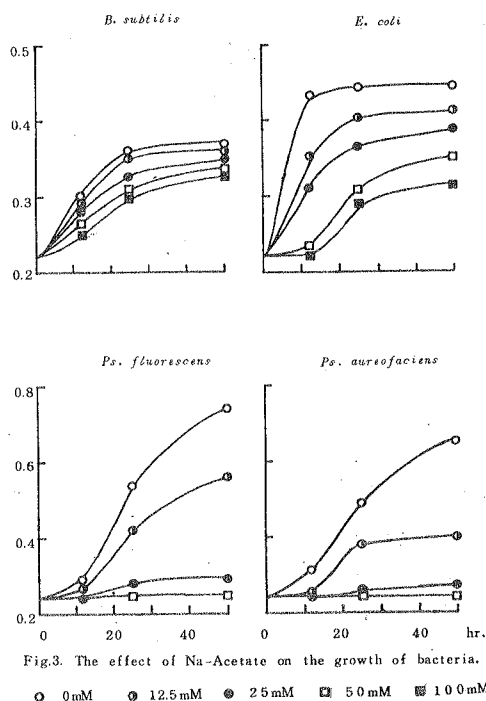


Fig.3. The effect of Na-Acetate on the growth of bacteria.

○ 0mM □ 12.5mM ● 25mM ■ 50mM ◻ 100mM

*Ps. aureofaciens*においても同様にみられた。なお、*E. coli* は、それらの中間的な傾向をしめした。以上の結果から菌種間、特に、*Pseudomonas* と *Bacillus* の間に、抗菌性の差異が認められたので、*Pseudomonas* に属する7種の菌株と *Bacillus* に属する5種の菌株に対する酢酸ナトリウムの抗菌性について検討を加え、その結果をFig.4に示した。*Pseudomonas* に属する7種の菌株はいずれも強い増殖阻害を受けており、一方、*Bacillus* に属する5種の菌株は、いずれも強い増殖阻害を受けていなかった。したがって、酢酸ナトリウムの増殖阻害は、種間においては、それほど差がなく、*Pseudomonas* と *Bacillus* 属において差のみられることが明らかとなった。

2. 酢酸ナトリウムの抗菌性と pH との関係

酢酸ナトリウムの抗菌性と培地 pH との関係を検討したものがFig.5である。この図でしめした *Ps. fluorescens* の増殖度および阻害率は、培養20時間後の場合であるが、酢酸ナトリウム25mMでは、pH 5.5で、ほとんど増殖がみられなくなり、50mMでは pH 6.0で増殖がみられなかった。このように pH の低下にともないその抗菌性が增大しているが、これは従来から指摘されているように、pH の低下により酢酸の非解離分子が増加し、それによって抗菌性が增大するという事実²⁵⁾を裏づけている。

3. 酢酸ナトリウム存在下において加熱を併用した場合における殺菌効果の促進

酢酸ナトリウムの濃度を0, 6.25, 12.5, 25, 50 mMとし、pH 5.0に調整した培地に、*Ps. fluorescens* を、約 10^6 /mlとなるよう無菌的に接種した後、45℃という比較的温和な加熱を10分間行い、酢酸ナトリウム存在下において加熱を併用した場合における殺菌促進効果について検討を加えたのがFig.6である。加熱のみの場合においては、生存菌数は、接種菌量の約 $1/10^2$ に減少したが、酢酸ナトリウムが12.5 mM存在下では約 $1/10^4$ に減少し、50 mM存在下では、ほとんど死滅した。

加熱殺菌において酢酸ナトリウムが、その殺菌作用を促進することが認められたので、次に、加熱温度と加熱時間が、殺菌作用におよぼす影響について検討を加えたのがFig.7である。加熱温度が40℃の場合は、対照においては、60分間加熱後も、ほとんど生存菌数に変動はみられないが、酢酸ナトリウム25mM存在下においては30分後で、接種菌量の $1/10$ に減少し、60分後には

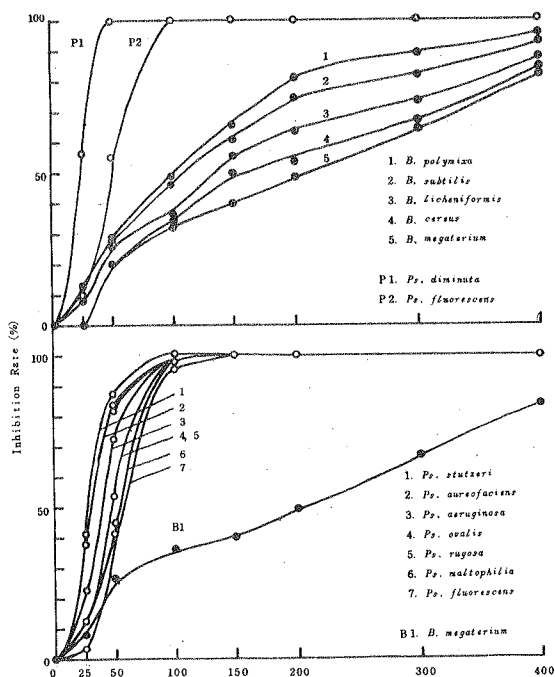


Fig.4. Inhibitory effects of Na-Acetate on the growth of some *Pseudomonas* and *Bacillus*.

The cells were incubated at pH6.0 and 30°C.

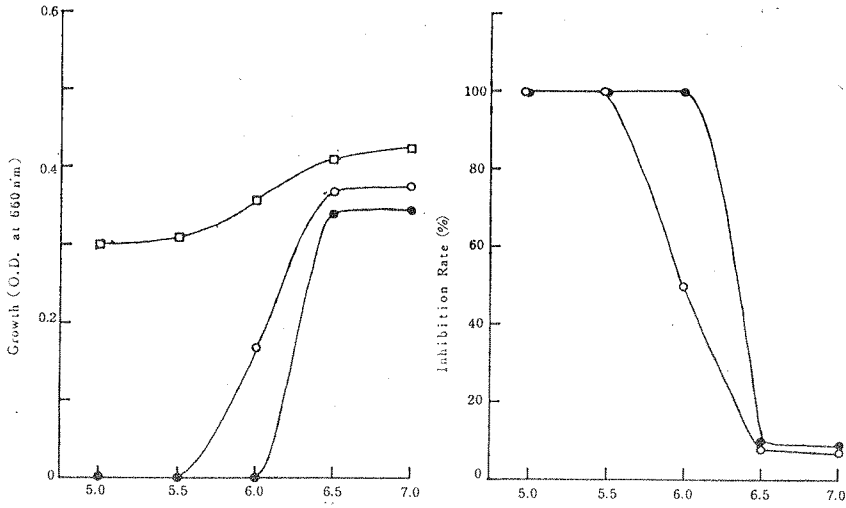


Fig.5. The pH dependence of inhibitory effect of Na-Acetate on the growth of *Ps. fluorescens*. The cells were incubated at 30°C.

□ 0mM ○ 2.5mM ● 5.0mM

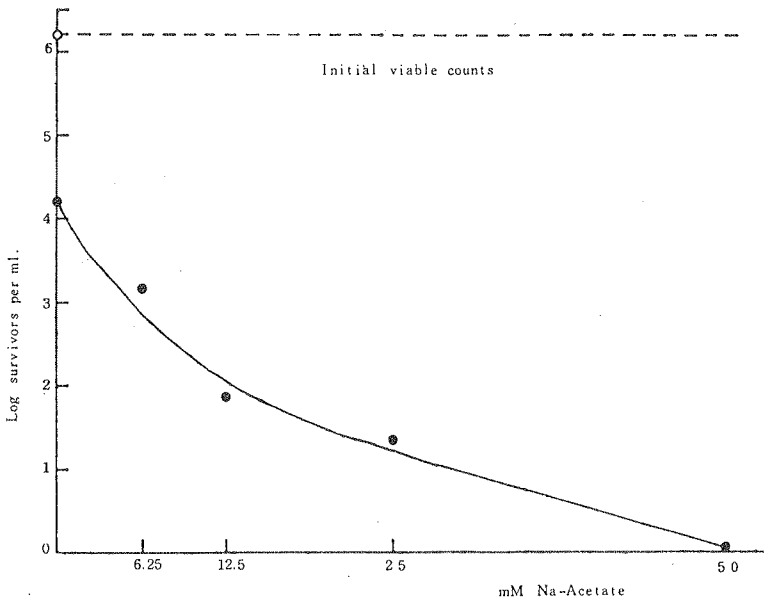


Fig.6. Effect of concentration on enhancing effect of Na-Acetate on the thermal destruction of *Ps. fluorescens*.

The cells were treated in peptone water with various concentration of Na-Acetate at 45°C for 10min. and pH5.0.

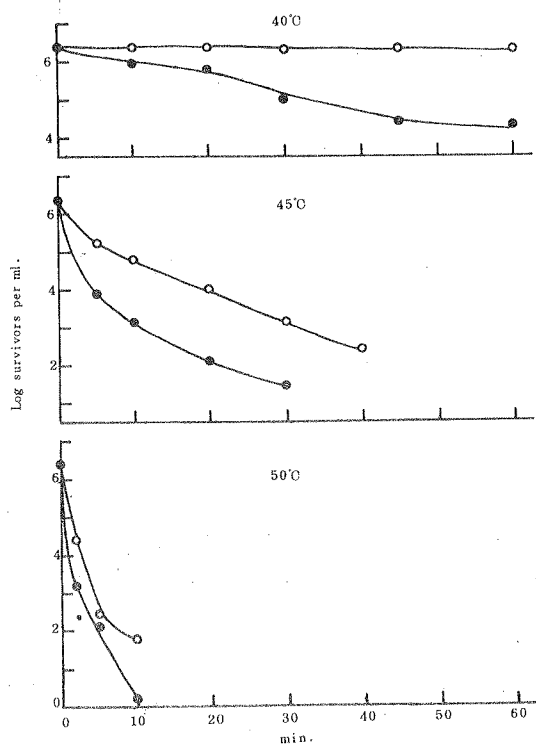


Fig.7. The time-course of enhancing effect of Na-Acetate on the destruction of *Ps. fluorescens*. The cells were treated in peptone water with 25mM Na-Acetate at 40,45,50°C and pH5.0.

約 $1/10^2$ に減少した。加熱温度が 45°C の場合は、対照においても加熱による殺菌作用を受け、20 分間加熱後では、約 $1/10^3$ に減少するが、酢酸ナトリウム存在下では、さらに促進され、約 $1/10^5$ に減少した。また、加熱温度が 50°C の場合は、対照においても、著しい加熱殺菌作用を受け、5 分後で、約 $1/10^4$ にまで減少したが、酢酸ナトリウム存在下における加熱の場合でも、ほぼ同様な傾向がみられることから、50°C 以上の加熱の場合では、酢酸ナトリウムの促進作用よりも加熱による影響の方が強く現れたものと考えられる。

4. 増殖ステージと酢酸ナトリウムの殺菌作用との関係

Ps. fluorescens の各増殖ステージにおける酢酸ナトリウムの殺菌作用について調べたのが Fig.8 である。各増殖ステージにある培養液から無菌的に 1.0 ml ずつ採取し、50 mM の酢酸ナトリウムを含有し、pH 6.0 に調整された溶液に無菌的に接種し、30°C 30 分間処理し、処理前の生菌数および処理後の生菌数を比較することによって、その生存率を求めたものであるが、培養開始後 7 時間付近までの誘導期、加速期での生存率は、20% 以下にとどまった。培養開始後、7~21 時間の対数増殖期における生存率の変化は、時間の経過にともない上昇

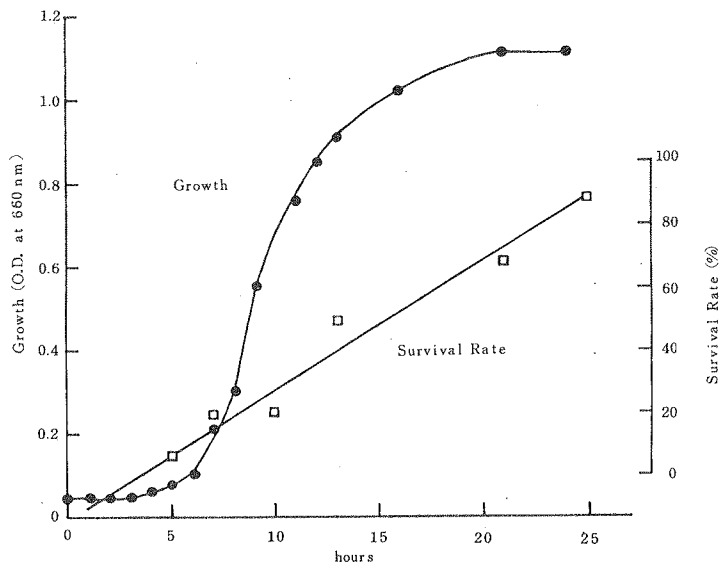


Fig.8. Relationship between the growth and survival rate of *Ps. fluorescens*.

The cells were incubated at 30°C and pH6.0, 1ml of the cells was treated in dis. water with 50mM Na-Acetate for 30min. at 30°C and pH5.0.

し、定常期にはいる25時間後では、生存率は、90%に達した。以上の結果から、酢酸ナトリウムの殺菌効果は、誘導期・加速期および、対数増殖期の初期の段階における細胞に対し、効果的な殺菌作用が認められることがわかった。

5. 低温域での酢酸ナトリウムの増殖阻害

酢酸ナトリウムにより増殖阻害作用を受けやすい *Pseudomonas* は、低温菌の一種で、低温流通食品の品質劣化の原因菌のなかでも、その強い蛋白分解活性あるいは脂肪分解活性により、最も重要な細菌となっている。そ

こで、*Ps. fluorescens* を供試して、酢酸ナトリウム存在下で低温培養し、その増殖阻害効果について検討したものが Fig.9 である。酢酸ナトリウム濃度が25 mM の場合は、5, 10, 25℃ のいずれの培養温度においても、強い阻害効果は認められないが、50 mM の場合は、20℃ で、誘導期が約40時間延長され、10℃ では、約100時間に延長された。さらに5℃ では、400時間後も培養開始時の菌数とほとんど変化がなく、増殖は認められなかった。

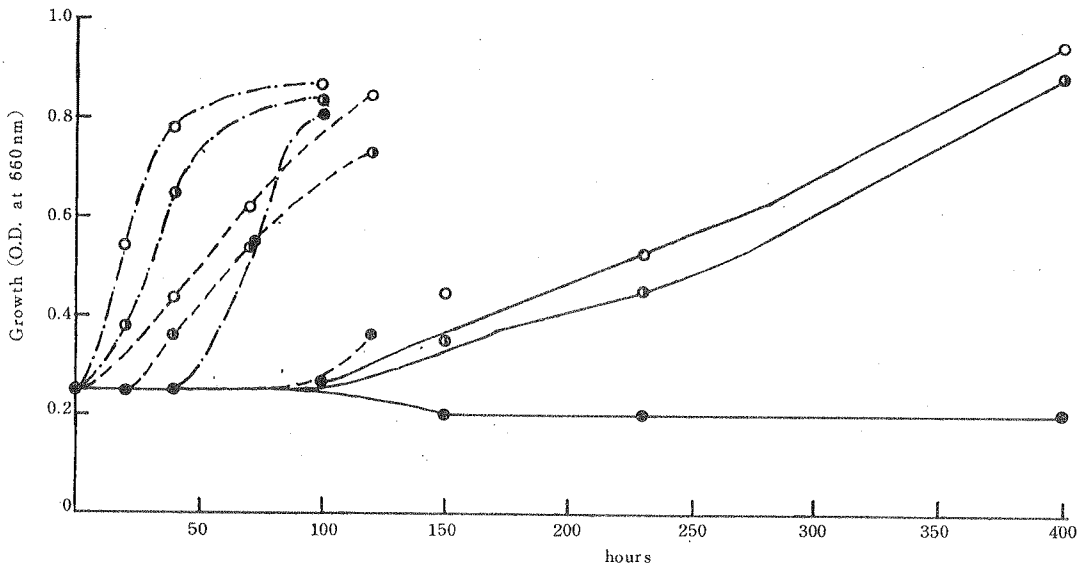


Fig.9. The time-course of effect of Na-Acetate on the growth of *Ps. fluorescens* at various temperatures.

The cells were incubated in peptone water with 0, 25, 50mM Na-Acetate at 5, 10, 20°C and pH6.0.

- control
- 25mM
- 50mM
- 20°C
- 10°C
- 5°C

6. 酢酸ナトリウムとグリシンの併用効果

グリシンは細菌に対し、増殖阻害効果を有していることがすでに知られているが、酢酸ナトリウムと併用した場合に、細菌の増殖にどのような影響を与えるかについて検討した。酢酸ナトリウムとグリシンを混合して、合計濃度を1.0%とした培地とし、それぞれの混合比を10:0, 8:2, 6:4, 4:6, 2:8, 0:10にし、9菌種 (Table 1) を供試して検討したのがTable 2で

ある。その結果、グラム陰性菌に属する *Ps. fluorescens*, *Ps. diminuta*, *Ps. aeruginosa*, *E. coli*, *Ent. aerogenes* においては、グリシンよりも酢酸ナトリウムの多い方が阻害効果が認められ、*Flavobacterium* sp. においてはほぼ同程度の効果が認められた。一方、グラム陽性菌に属する *B. subtilis*, *B. cereus* においては、酢酸ナトリウムとグリシンの阻害程度はほぼ同じであった。また、*Leuc. mesenteroides* に

Table 1. Tested bacteria

| | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Bacillus subtilis</i> | <i>Pseudomonas fluorescens</i> |
| <i>Bacillus megaterium</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Bacillus cereus</i> | <i>Pseudomonas aureofaciens</i> |
| <i>Bacillus licheniformis</i> | <i>Pseudomonas ovalis</i> |
| <i>Bacillus polymixa</i> | <i>Pseudomonas rugosa</i> |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Pseudomonas maltophilia</i> |
| <i>Flavobacterium sp.</i> | <i>Pseudomonas stutzeri</i> |
| <i>Leuconostoc mesenteroides</i> | <i>Pseudomonas diminuta</i> |
| <i>Escherichia coli</i> | <i>Enterobacter aerogenes</i> |

Table 2. Influence of altered combination of Na-acetate and glycine on the growth of several bacteria at 30°C and pH 6.0.

| Inhibition rate (%) | species reagent | <i>B. subtilis</i> | <i>B. cereus</i> | <i>Ps. fluorescens</i> | <i>Ps. aeruginosa</i> |
|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| | A | | 38.5 | 20.7 | 69.4 |
| B | | 42.6 | 21.5 | 70.8 | 48.0 |
| C | | 43.0 | 22.6 | 71.2 | 48.2 |
| D | | 46.2 | 27.6 | 71.1 | 38.1 |
| E | | 43.6 | 24.1 | 41.7 | 14.3 |
| F | | 41.0 | 24.3 | 2.7 | 0.0 |
| Inhibition rate (%) | species reagent | <i>E. coli</i> | <i>Flavobacterium sp.</i> | <i>Ent. aerogenes</i> | <i>Leuc. mesenteroides</i> |
| | A | 46.3 | 33.3 | 53.1 | 0.0 |
| B | 43.9 | 34.2 | 55.1 | 12.8 | |
| C | 39.0 | 36.4 | 55.2 | 12.9 | |
| D | 36.6 | 36.5 | 55.0 | 12.2 | |
| E | 31.7 | 34.1 | 26.5 | 11.6 | |
| F | 17.1 | 33.0 | 10.2 | 8.6 | |

Note :

| | Na-Acetate | Glycine |
|---|------------|---------|
| A | 1.0 % | 0.0 % |
| B | 0.8 | 0.2 |
| C | 0.6 | 0.4 |
| D | 0.4 | 0.6 |
| E | 0.2 | 0.8 |
| F | 0.0 | 1.0 |

おいては、双方ともに、阻害作用はあまり認められなかった。以上の結果から、酢酸ナトリウムとグリシンの増殖阻害作用は、相乗効果はあまりなく、むしろ相加効果による阻害作用であると思われる。しかし、両試薬をそれぞれ単用することは、濃度が高い場合には、独特の酸臭や甘味などが出てくることから、併用によって、これ

らの欠点を相殺することが望ましいと考えられる。そこで両試薬を同量混合とし、添加濃度を変えた培地で、阻害効果を検討したものがTable 3である。菌種による差はあまりないが、30℃48時間培養においては、1.0～2.0%の添加によって多くの菌種が、増殖阻害を受けることが明らかとなった。

Table 3. Inhibitory effects of Na-acetate and glycine (1:1) on the growth of some bacteria at 30℃ and pH 6.0 for 24hrs.

| Growth (O.D. 660 nm) | species | <i>B. subtilis</i> | | <i>B. megaterium</i> | | <i>Ps. fluorescens</i> | | <i>Ps. diminuta</i> | |
|----------------------|---------|-----------------------|------|----------------------|------|------------------------|------|---------------------------|------|
| | reagent | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | day | | | | | | | | |
| 0 | | 0.41 | 0.42 | 0.35 | 0.37 | 0.54 | 0.75 | 0.37 | 0.46 |
| 0.5 | | 0.29 | 0.34 | 0.31 | 0.33 | 0.52 | 0.50 | 0.28 | 0.37 |
| 1.0 | | 0.17 | 0.25 | 0.18 | 0.24 | 0.23 | 0.24 | 0.19 | 0.22 |
| 2.0 | | 0.16 | 0.17 | 0.17 | 0.18 | 0.16 | 0.16 | 0.18 | 0.18 |
| Growth (O.D. 660 nm) | species | <i>Ps. aeruginosa</i> | | <i>E. coli</i> | | <i>Ent. aerogenes</i> | | <i>Flavobacterium</i> sp. | |
| | reagent | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | day | | | | | | | | |
| 0 | | 0.47 | 0.57 | 0.38 | 0.39 | 0.48 | 0.59 | 0.32 | 0.42 |
| 0.5 | | 0.39 | 0.54 | 0.30 | 0.31 | 0.38 | 0.54 | 0.27 | 0.28 |
| 1.0 | | 0.28 | 0.46 | 0.22 | 0.23 | 0.24 | 0.32 | 0.18 | 0.19 |
| 2.0 | | 0.18 | 0.19 | 0.20 | 0.20 | 0.19 | 0.19 | 0.17 | 0.18 |

7. 酢酸ナトリウムとグリシンの併用による浅漬キャベツに対する応用

酢酸ナトリウムとグリシンを併用し保存性を向上させる応用として、食塩濃度3.0%の浅漬キャベツを対象として保存試験を行ったのがFig.10である。酢酸ナトリウムとグリシンの混合比を1:1とし、その合計濃度が0.5%の場合は、保存温度が20℃では、対照が1日後に 10^8 /ml以上に達し、商品性は失なわれるが、1日後で、約 10^6 /ml、2日後で約 10^7 /mlで、3日後に 10^8 /ml以上に達した。また、1.0%添加した場合は、2日後で 5.2×10^5 /ml、3日後で、 6.2×10^7 /mlで、4日後に 10^8 /ml以上となり、保存効果が食品においても応用できることが実証できた。

IV 考 察

ここ数年来、食品添加物の有害性が問題化し、それらの再検討が行われるにつれ、すでに、いくつかのものは禁止されたが、今後とも使用基準の厳しくなるものが、現

われるであろうことは想像に難くない状況にある。そこで今回、安全性の高いと思われる酢酸ナトリウムを用いて、その抗菌性に検討を加えた結果、従来、酸を添加することによって、食品のpHを低下させ、保存性の向上をはかってきたが、細菌の増殖抑制は、単に酸の持つpH低下作用によってのみもたらされるのではなく、酸自体の有する性質によっても影響を受けることを、各種有機酸ナトリウムの抗菌性を検討することによって明らかにしたが²⁴⁾、酢酸ナトリウムにおいても同様の結果を得た。

炭素数8以上の長鎖脂肪酸がグラム陽性菌に対して抗菌力は高いが、グラム陰性菌に対しては低く²⁶⁾それはグラム陰性菌の細胞壁のリポ多糖類の存在によるものであること²⁷⁾が明らかにされているが、今回検討を行った酢酸ナトリウムは、短鎖脂肪酸塩の一つに包含され、それがグラム陽性菌の *Bacillus*, *Staphylococcus* に対しては概して低い抗菌性しか示さず、グラム陰性菌の *Pseudomonas*, *E. coli* などに対しては比較的高い抗

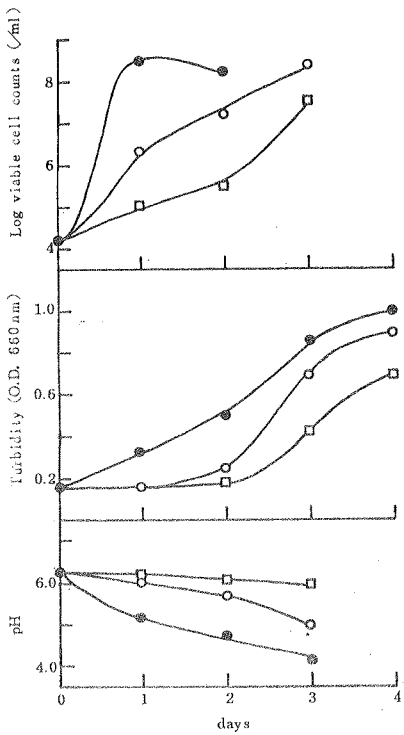


Fig.10. Inhibitory effect of reagent (Na-Acetate 1.0%+ Glycine 1.0%) at 0.5 and 1.0% concentration on the viable cell counts, turbidity and pH in the liquid part of low-salt brined cabbage stored at 20°C.

● Reagent free ○ 0.5% □ 1.0%

V 摘 要

(1) 酢酸ナトリウムの増殖阻害作用は、グラム陰性菌の *Pseudomonas*, *E. coli*, *Ent. aerogenes* に対して強かったが、グラム陽性菌の *Bacillus*, *Staph. aureus* に対しては弱い傾向がみられた。

(2) 酢酸ナトリウムの増殖阻害作用は、*Ps. fluorescens* を供試した場合には、pHの低下にともない著しく増大した。

(3) 40～45℃という比較的温和な加熱殺菌時において、酢酸ナトリウムが存在すると、その殺菌効果は促進されることが明らかとなった。

(4) 各増殖ステージにおける酢酸ナトリウムの殺菌効果を検討したところ、その効果は誘導期および加速期において著しい効果を有し、対数増殖期においては、増殖が増大するにつれて、生存率も上昇した。定常期におい

菌性を示したことは興味あることである。脂肪酸の阻害作用が、グラム陽性菌、陰性菌にかかわらず細菌細胞のアミノ酸の取り込みを阻害し¹⁹⁾、蛋白質を漏出させたり、自家呼吸を阻害することに基づくことが明らかにされていることから、酢酸ナトリウムのような短鎖脂肪酸塩と長鎖脂肪酸のグラム陽性菌と陰性菌に対する抗菌性の差異は、それぞれの細菌細胞壁に対する親和性、透過性などに起因するものと考えられるが、さらに多種類の細菌を供試して行う必要があると思われる。

土戸ら²⁸⁾は、酵母に対するソルビン酸の増殖抑制効果が加熱併用の場合には著しく増加し、その要因は蛋白合成能力や呼吸活性の加熱後の回復がソルビン酸の存在によって顕著に阻害される事実を報告しているが、*Pseudomonas* においても、酢酸ナトリウムの抗菌性に対し、加熱を併用することによって阻害作用を高めうることができた。このことは高温での加熱殺菌による弊害が多い食品などにおいて、酢酸ナトリウムを添加することにより加熱による変質をあまり起こさない40～45℃という温和な加熱で処理することで、殺菌効果を期待することが可能であると考えられる。

酢酸ナトリウムを2.0%以上添加すると、酢酸臭を生じやすく、対象食品が限定されてくる。そこで、比較的抗菌性の高いグリシンを併用し、酢酸ナトリウムの濃度を低く抑えることによって、酢酸臭を和らげると、味覚的にも改善されるので多くの食品の保存性向上に応用可能と思われる。

ては、殺菌効果は減少した。

(5) 低温細菌の代表的な菌種である *Ps. fluorescens* を酢酸ナトリウム存在下で、5～10℃で低温培養を行ったところ、50 mM以上の濃度の場合に、その増殖阻害作用が顕著であった。

(6) 酢酸ナトリウムとグリシンを併用した場合の増殖阻害作用は、相乗効果よりもむしろ相加作用であり、その混合比は1：1が望ましいと思われた。

(7) 食品への応用として、酢酸ナトリウムとグリシンの合剤(1：1)を、0.5、1.0%添加した浅漬キャベツの20℃における保存試験を行ったところ、保存性が向上することが明らかとなった。

なお、本報告の一部は、第31回日本食品衛生学会(1976年、東京)で講演した。

引用文献

- 1) 駒形和男ら：食衛誌, 9, 289(1968)。
- 2) 原田 清ら：食衛誌, 9, 369(1968)。
- 3) 赤司 景：日畜会報, 40, 243(1969)。
- 4) 赤司 景：日畜会報, 41, 143(1970)。
- 5) 赤司 景：日畜会報, 42, 289(1971)。
- 6) 竹下 清：食品工業, 14, (14), 39(1971)。
- 7) 神田豊輝ら：食品工業, 14, (14), 73(1971)。
- 8) 田中治夫：New Food Industry, 16, (12) 25(1974)。
- 9) 加藤 照ら：愛知食工試報告, 14, 126(1973)。
- 10) 森 一雄ら：食工誌, 21, 285(1974)。
- 11) 真下ら：総合医学, 10, 805(1953)。
- 12) Krishnawsway et al：日水誌, 32, 972 (1966)。
- 13) Murdock, D.I., et al：Food Technol., 14, 441(1960)。
- 14) Sheu, C.W. et al：J. Bacteriol., 111, 516(1972)。
- 15) Levine, A.S. et al：J. Bacteriol., 39, 499(1940)。
- 16) Brownie, L.E. et al：J. Gen. Microbiol., 46, 125(1967)。
- 17) Hentges, D.J.：J. Bacteriol., 93, 1369(1967)。
- 18) Hentges, D.J.：J. Bacteriol., 93, 2029(1967)。
- 19) Chingju, W. et al：J. Bacteriol., 111, 525(1972)。
- 20) Chingju, W. et al：J. Bacteriol., 111, 516(1972)。
- 21) Buchanan, Jr. R. L. et al：J. Food Sci., 41, 128(1976)。
- 22) 古賀友英ら：食工誌, 15, 13(1968)。
- 23) 古賀友英ら：食工誌, 15, 26(1968)。
- 24) 宮尾茂雄ら：食衛誌, 15, 491(1974)。
- 25) 芝崎 勲：加工食品と食品衛生, 河端, 菅野編, 新思潮社, 東京, 1970, 152
- 26) Kabara, J.J.：Antimicrob. Ag. Chemother 2, 23(1972)。
- 27) Freese, E. et al：Nature, 241, 321(1973)。
- 28) 土戸哲明ら：醸工, 50, 341(1972)。