

シュガーエステルの抗菌作用— II

シュガーエステルの抗菌作用に及ぼす諸因子

池上 義昭・太田 智子

Antibacterial Activity of Sucrose Ester — II
Effect of Various Factors on Antibacterial Activity
of Sucrose Ester

Yoshiaki Ikegami and Tomoko Ohta

In a previous paper, the authors reported that sucrose ester gave strong inhibitory effects against bacterial spores other than *B. subtilis* and *B. licheniformis*. It is reported that the activities of sucrose esters were influenced by some food constituents such as starchy or proteineous materials.

This study was carried out to search the effect of corn starch, milk, pH and incubation temperature on the antibacterial activities of the sucrose esters were influenced by corn starch. The inhibitory concentration in the presence of skim milk was approximately one-sixth of that of corn starch.

The antibacterial activities of the sucrose ester decreased correspondingly with increasing pH values.

前報¹⁾で *B. subtilis*, *B. licheniformis* 以外の菌種に対して、シュガーエステルが抗菌作用を示すことが認められたが、実際に缶詰等に添加した場合、食品成分の共存、また pH、温度などの作用環境条件などが、シュガーエステルの抗菌作用に対して影響されることが考えられる。

加藤氏ら²⁾はショ糖ジカプリレート、モノカプリン、モノラウリンのグラム陽性細菌に対しての抗菌作用に対する食品成分の共存の影響を検討し、アルブミン、モノパルミチン、Tween 20 の存在により抗菌作用力がかなり低下することを見出した。

そこで、シュガーエステルの抗菌作用に対して、食品成分中のデンプン、ミルクなどの影響、また、pH、温度などの作用環境条件などの影響について 2、3 の菌種を使用して検討したので以下その結果を報告する。

実験方法

1. 供試菌株

前報¹⁾で使用した菌株のうち CP-1、BS t-1、BC-1、2 を使用した。

2. 供試シュガーエステル

前報¹⁾と同じ P1670 を使用した。(以下 SE と呼ぶ)

3. 抗菌作用力の測定

コーンスターチ(市販)、可溶性デンプン(高純度特級、和光)、Skim milk(Difco)、牛乳(市販、脂肪3%)、コーンサラダ油(市販)などと SE を所定量添加した TG 培地に BS t-1 の孢子、また TYG 培地に CP-1 の孢子を移植し、その 1 ml を TDT 管に分注、密封後、BS t-1 は 100°C10分加熱、冷却後 55°C に培養した。CP-1 は 80°C10分加熱、冷却後 30°C に培養した。培養後その増殖の有無を観察した。各濃度に対して 2 本ずつ行って、増殖可能な最大 SE 濃度及び増殖不可能な最小 SE 濃度を測定した。

また、pH を 7.0 から 5.0 まで 0.5 間隔に調整した TG 培地に所定量の SE を添加し、この培地に BC-1 の孢子を 3.0×10^4 / ml、また、BC-2 の孢子を 4.6×10^4 / ml 移植し、その 1 ml を TDT 管に分注、密封後、100°C10分加熱、冷却後 35°C と 55°C に培養して、培養後の菌の増殖の有無を観

察した。

使用した培地は前報¹⁾に準ずる。しかし pH を調整した T G 培地は B C P を加えなかった。

実験結果と考察

まず、デンプンの影響を調べるため、コーンスターチと可溶性デンプンについて検討した。デンプンの濃度を 0% から 0.5%、S E の濃度を 0 から 400 ppm 添加した培地に B S t - 1 の胞子を 2.3×10^8 / ml になるように移植して、抗菌作用に対するデンプンの影響を調べた結果を Fig. 1 に示した。この図よりコーンスターチが S E の抗菌作用に強く影響することがわかる。デンプンが存在しない場合には S E が 5 から 10 ppm 程度で増殖出来なくなるが、コーンスターチが 0.5% 存在すると S E が 300 ppm 以上存在しないと増殖を阻止しない。また、可溶性デンプンは、コーンスターチより阻害作用は約 6 分の 1 位である。

これらの結果よりデンプンの濃度と細菌の増殖阻止に必要な S E の濃度との間に比例関係があることがわかる。

Fig. 2 は C P - 1 の胞子を 1.5×10^8 / ml、 1.5×10^4 / ml になるように培地に移植したときの結果であるが、B S t - 1 のときと同様にコーンスターチが S E の抗菌作用に対して阻害的に働いている。胞子濃度が 1 / 10 になると抗菌作用は約 1.3 倍になっている。これは前報¹⁾で報告したように、胞子数を 1 / 10 に減ずるに必要な S E の増加量が約 1.3 倍であるのと一致している。

Fig. 3 は C P - 1 の胞子を使用して、コーンスターチ 0、0.1、0.2% における S E の抗菌作用力を MPN 法で測定した結果であるが、コーンスターチが存在していても勾配は同じである。すなわち、胞子数を 1 / 10 に減ずるに必要な S E の増加量は約 1.3 倍になっている。また、コーンスターチが 0.1% 存在していると S E の抗菌作用力を 1 / 2 に減ずる。これは Fig. 1、2 の結果によるデンプンの濃度と細菌の増殖阻止に必要な S E の濃度との間に比例関係があるのと一致している。

S E の抗菌作用力は胞子濃度によって異なる

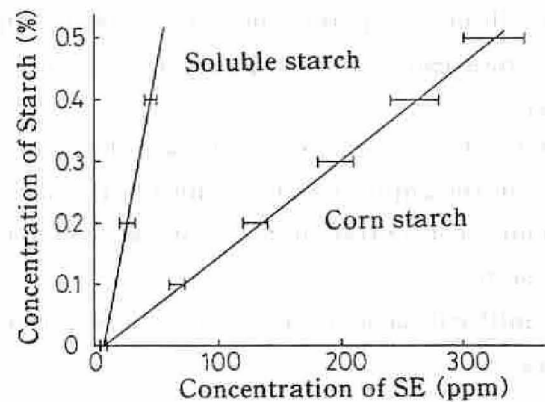


Fig. 1 The highest inhibitory concentration of sucrose ester (P1670) on the germination and/or out-growth of *B.stearothermophilus* (BSt-1) spores in TYG medium containing corn starch or soluble starch

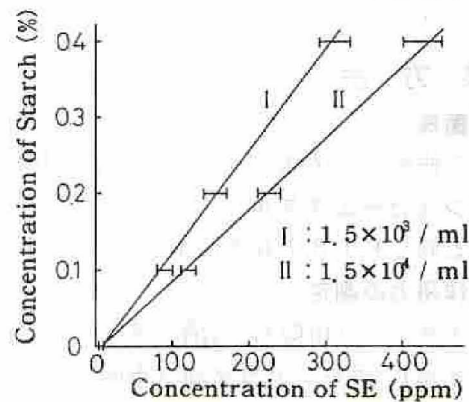


Fig. 2 The highest inhibitory concentration of sucrose ester (P1670) on the germination and/or out-growth of *C.pasteurianum* (CP-1) spores in TYG medium containing corn starch

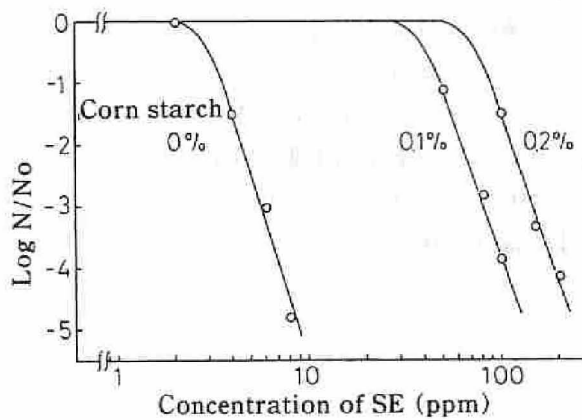


Fig. 3 Effect of corn starch on the antibacterial activity of sucrose ester (P1670) for *C. pasteurianum* (CP-1) spores

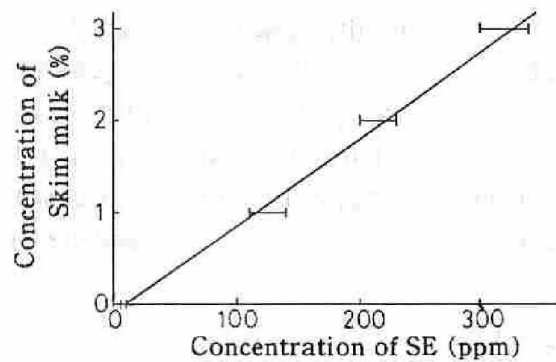


Fig. 4 The highest inhibitory concentration of sucrose ester (P1670) on the germination and/or out-growth of *B. stearothermophilus* (BSt-1) spores in TYG medium containing skim milk

が、孢子濃度が同じるとき菌種によって差があるだろうか。BSt-1の孢子が 2.3×10^2 / mlの場合の結果は Fig. 1 に示したが、仮に孢子濃度が 1.5×10^4 / mlのときを算出すると次のようになる。

孢子濃度が 1.5×10^4 / $2.3 \times 10^2 = 65.2$ 倍になったときのSEの増加量は $1.3 \log 65.2 = 1.61$ 倍であるから、コーンスターチ0.4%の場合では、 $260 \times 1.61 = 419$ ppmである。従って、Fig. 2 で示したCP-1の孢子が 1.5×10^4 / mlの場合のコーンスターチ0.4%では420 ppmであるから、BSt-1とCP-1ではほとんど同じ値である。従って、コーンスターチが0%のときのSEの抗菌作用力において差が余りない場合には、コーンスターチによる阻害作用力には菌種によって差がないと思われる。しかし、これは2つの菌種だけについての比較であり、また、使用培地が異なるので早急に結論づけることは出来ない。

これらの結果からBSt-1、CP-1の孢子について、コーンスターチが存在するときのSEの抗菌作用力（孢子数の減少）を式で表わすと次のようになる。

コーンスターチの濃度をC (%）、SEの濃度をSE (ppm) にすると

$$\text{Log} \frac{N}{N_0} = 9.5 \text{ Log} \frac{A + 326 C}{SE}$$

となる。Aの値はコーンスターチが0%のときの初発のSEの濃度でBSt-1は3.3 ppm、CP-1は2.7 ppmである。

このようにデンプンがSEの抗菌作用に阻害的に働く原因は次のことが考えられる。

モノエステル系統のSE (P1670はモノエステル約75%) は加熱によりアミロース鎖のラセン構造に入り、複合体を形成するといわれ、これがSEの抗菌作用を阻害しているものと考えられる。³⁾

Fig. 4 はBSt-1の孢子を 2.3×10^2 / mlになるように移植したときのスキムミルクの添加量と増殖抑制のSE濃度の関係を示した。スキムミルクもSEの抗菌作用に対して阻害的に働くが、コーンスターチよりはその阻害作用は約1/5である。

同じBSt-1の孢子を使って行った牛乳の結果を Fig. 5 に示した。スキムミルク2%と牛乳11%が同じ値 (220 ppm) である。すなわち、5.5倍の差がある。一般に10%のスキムミルクが牛乳に相当すると言われているので約2倍の差がある。従って、牛乳中の他の成分が影響しているものと

思われる。先づ、牛乳中に存在している 3.2%の脂肪が考えられる。この脂肪だけが問題であるとすると、牛乳10%中には脂肪は0.32%である。これが抗菌作用力を2倍近く阻害すると仮定するならばコーンスターチに匹敵する程の阻害物質である。そこで、脂肪の阻害作用を検討した。2%のサラダ油について試験した結果、阻害作用は示さなかった。従って、牛乳がSEの抗菌作用に対してスキムミルクより約2倍の阻害作用を示す原因は、カゼインと脂肪の相乗効果によるものか、脂肪の種類によって強い阻害作用を示すものがあり、牛乳中の脂肪は、その作用力が強いのか、また、その他の原因によるものか、この試験結果だけからは結論は出せない。

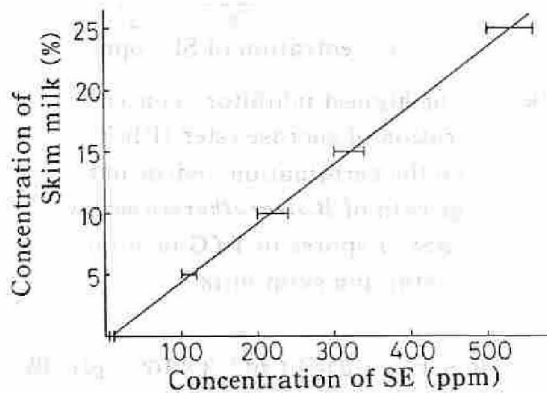


Fig. 5 The highest inhibitory concentration of sucrose ester (P1670) on the germination and/or outgrowth of *B. stearothermophilus* (BSt-1) spores in TYG medium containing commercial milk

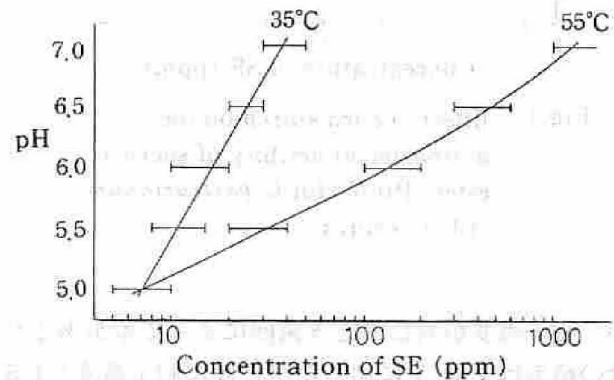


Fig. 6 Effects of temperature and pH on the antibacterial activity of sucrose ester (P1670) for *B. coagulans* (BC-1) spores

SEの抗菌作用に対する pH、培養温度の影響を BC-1、2の胞子を使用して検討した。

Fig. 6はBC-1の胞子 $3.0 \times 10^4 / \text{ml}$ を pH7.0から5.0に調整した培地に移植し、SEの濃度と増殖の関係を示した。pHの上昇とともにSEの抗菌作用力は減少し、その影響は培養温度が55°Cのときの方が大きい。前報¹⁾で述べたようにPPAA培地 (pH5.0)とNG培地 (pH7.0)で行った試験と一致している。

Fig. 7はBC-2の胞子($4.6 \times 10^4 / \text{ml}$)の pHとSE濃度の関係を示した。BC-1と同様に pHの低下により抗菌作用力が増大するが、その差は少なく、また、培養温度による差もそれ程大きくない。

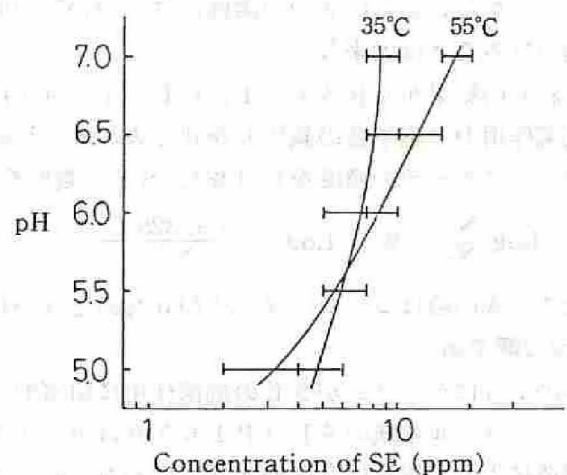


Fig. 7 Effects of temperature and pH on the antibacterial activity of sucrose ester (P1670) for *B. coagulans* (BC-2) spores

要 約

S Eが抗菌作用を示す菌種について、抗菌作用に対するデンプン、ミルクなどの食品成分の共存、また、pH、培養温度などの作用環境条件の影響について検討した。

デンプン、特にコーンスターチはその影響が強く、孢子濃度が 1.5×10^4 / mlの場合にはコーンスターチが0.4%存在するとS Eは420 μ m以上存在していないと抗菌作用を示さない。

スキムミルクもS Eの抗菌作用を阻害するが、コーンスターチより弱く約1/5程度である。

pHの影響はそれ程強いものではないが、培養温度によっては強く影響し、BC-1の場合、55 $^{\circ}$ C培養でその影響が大である。

文 献

- 1) 池上義昭・大田智子：本誌，16 (1985)
- 2) 加藤信行・芝崎勲：醸酵工学誌，53，793 (1975)

志 氏 録 実

森田 隆夫

東京大学工学部 醸酵工学研究室

〒113 東京都文京区湯島 1-1-1 東京大学工学部醸酵工学研究室

電話 (03) 7734-2111

電報 5210 醸酵工 東京大学醸酵工学研究室

代表者 森田 隆夫

〒113 東京都文京区湯島 1-1-1

東京大学工学部醸酵工学研究室

電話 (03) 7734-2111

電報 5210 醸酵工 東京大学醸酵工学研究室

代表者 森田 隆夫

〒113 東京都文京区湯島 1-1-1

東京大学工学部醸酵工学研究室

電話 (03) 7734-2111

電報 5210 醸酵工 東京大学醸酵工学研究室