酸化エチレンおよび酸化プロピレンによる ガス殺菌に関する研究 (第1報)

和菓子に対する防カビ効果について

(昭和43年4月8日受理)

大島 克己^{*1} 緒方 雄作^{*2}

Studies on Gas Sterilization by Ethylene Oxide and Propylene Oxide (I) Mold-Inhibiting Effect on Manju (Japanese Cake)

Katsumi OSHIMA^{*1} and Yusaku OGATA^{*2}

(^{*1} Food Research Institute Aichi Prefecture: 2-1, Shinpukuji-cho,
Nichi-ku, Nagoya-shi, Aichi-ken; ^{*2} Hareruya Seika Co., Ltd.:
Yoshinogawa-bashi-kitazume, Tokushima-shi,
Tokushima-ken)

It has been well known that ethylene oxide and propylene oxide have sterilization effect. Then we tested about their mold-inhibiting effect under the condition as shown below on a sheet of dry-heated filter paper which was sprayed with a spore-suspending solution of *Asp. oryzae* and dried for 30 minutes at 50°C under reduced pressure. Manju (Japanese cake), sprayed with the same suspension solution, and manju which was inserted into its center spot with a small sheet of filter paper (1 cm × 1 cm) sprayed with the suspension solution were treated under the same condition.

Temperature: 30° and 50°C

Pressure: 1 atm

Treating time: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120 and 180 min.

And we found minimum treating time necessary for mold inhibition by the gasses.

1. Filter paper: 120 min at 30°C and 25 min at 50°C with ethylene oxide and 180 min at 50°C with propylene oxide.
2. Manju: 15 min at 50°C with ethylene oxide and 30 min at 50°C with propylene oxide.
3. Filter paper inserted in Manju: 120 min at 50°C with ethylene oxide.

(Received April 8, 1968)

多くの和菓子は主原料としてあんがい用られているが、あんは製あん業者から製菓業者の手に渡るとき、すでに1g当たり $10^4 \sim 10^6$ 個もの微生物を含有していることがある。これらの微生物は菓子の製造工程中の熱処理時に大部分のものは死滅するが、その一部分は製品にまで残り¹⁾、さらに空気中に浮遊している微生物も製造工程中に製品の表面に落下付着し、製品が消費されるまでの間に繁殖して腐敗、カビ発生の原因となる。これは

食品衛生上はもとより、経済的損害もきわめて大きく業界の大きな悩みの一つである。著者らはさきに晒生あんの防腐方法について1, 2の実験²⁾³⁾を行なったが、工業的に応用するにはきわめて困難な問題が多かった。そこで和菓子製品について残存する微生物を殺菌することを検討した。

和菓子の風味はわずかな物理的または化学的な変化で影響を受けることがあるので、風味をできるだけそのままに殺菌を行なう必要がある。以上の理由からガスによる殺菌を試みることにし、酸化エチレンおよび酸化プロピレンを用いて実験を行なった。

^{*1} 愛知県食品工業試験所: 愛知県名古屋市西区新福寺町2-1

^{*2} ハレルヤ製菓(株): 徳島県徳島市吉野川橋北詰

酸化エチレン、酸化プロピレンによる菓子類の殺菌は、日本では許可されていないが、外国においてはすでに一部の食品に許可されており、さらに日本でも穀類や粉末食品について実験され、かなりの効果を収めたことが記載されている^{4)~9)}。しかしながらそれらと形状や含水量がかなり違う和菓子について行なった例は少ない。そこで和菓子のうち、生産地から比較的遠方に出荷され、消費までの時間がかかり長いまんじゅう(半生菓子)について殺菌効果の試験を行なったので報告する。

実験方法

1. 使用ガス

酸化エチレン：液化炭酸(株)製 酸化エチレン20%炭酸ガス80%混合ガス(商品名：カボックス20)

酸化プロピレン：昭和炭酸(株)製 酸化プロピレン20%炭酸ガス80%混合ガス(試供品)

2. 孢子けん濁液の調製

Aspergillus oryzae を *Czapeck Dox* 培地に3~5日間斜面培養し、形成した孢子を滅菌生理食塩水 100 ml に2~5白金耳量けん濁させ、滅菌したガーゼでろ過したものをを用いた。

3. 試料の調製

殺菌試験に供した試料はつぎのとおりである。

i) 乾熱滅菌した後、上記の孢子けん濁液を噴霧し、減圧乾燥(50°, 20 mmHg, 30分)した口紙(東洋口紙 No. 2)。

ii) 孢子けん濁液を噴霧し、減圧乾燥(50°, 20 mmHg, 30分)したまんじゅう。

iii) i) の孢子付着口紙(1 cm×1 cm)を中心部にはさみこんだまんじゅう。

なお、使用したまんじゅうの大きさは直径 55 mm, 厚さ 25mm, 1個の重量 40 g 程度であり、その皮とあん成分組織は Table 1 のとおりである。

4. 殺菌方法

上記の口紙は1枚ずつ、まんじゅうは1個ずつ乾熱滅菌した直径 9 cm のシャーレに入れ 30° および 50° の所定の温度に保った内容積 12.56 L の真空乾燥器に8個ずつ同時に入れ、シャーレのフタはガスが十分に試料まで到達するように少しずつづらして置き、真空ポンプで 10 mmHg になるまで排気したのち、それぞれのガスを送入して1気圧にもどし一定時間放置後、再び減圧にし、綿ろ過した空気を送り込んで常圧にもどし静かに扉を開き手早くシャーレのフタを閉じて取り出した。

5. カビ発生試験

処理した ii) のまんじゅうは無菌箱の中で滅菌したピンセットで新しい滅菌シャーレに移し、30° の恒温器中に保存してカビの発生状況を観察した。i) の口紙は新しいシャーレに入れた後、口紙全体が湿る程度の量の *Czapeck Dox* 培地に流し込み 30° に保ちカビの発生状況を観察した。iii) のまんじゅうの中心部にそう入した口紙は口紙だけを取り出し、i) と同様な方法で *Czapeck Dox* 培地にて培養した。

実験結果および考察

1. 口紙に付着させた *Asp. oryzae* に対する効果

i) 処理温度 30° の場合

Table 1. Components (%) of Manju

	Glucose	Sucrose	Dextrin	Starch	Protein	Fat	Ash	Water
Manju crust	5.41	23.87	2.11	33.02	7.47	8.00	0.53	19.59
Crumb	3.83	47.12	—	16.45	7.64	0.60	0.39	23.97

Table 2. Effect of Ethylene Oxide and Propylene Oxide to Filter Paper Sprayed with Spores of *Asp. oryzae* (temperature: 30°C)

Treating time		Days									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control		—	±	+	+	+	+	+	+	+	+
Ethylene oxide	30 min	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	—	—	±	+	+	+	+	+	+	+
	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Propylene oxide	30 min	—	±	+	+	+	+	+	+	+	+
	60	—	±	+	+	+	+	+	+	+	+
	120	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
	180	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+

Table 5. Effect of Ethylene Oxide and Propylene Oxide to Filter Paper inserted in Manju Which were Sprayed with Spores of *Asp. oryzae* (temperature: 50°C)

Treating time		Days									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control		—	±	+	+	+	+	+	+	+	+
Ethylene oxide	30 min	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+
	60	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+
	120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Propylene oxide	30 min	—	—	±	+	+	+	+	+	+	+
	60	—	—	±	+	+	+	+	+	+	+
	120	—	—	±	+	+	+	+	+	+	+
	180	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+

25, 30, 60, 120, および 180 分の 9 段階に分けて行なった結果は Table 3 に示すとおりであり, 酸化エチレン処理の場合 25 分処理区にて完全な殺菌効果が認められた。また酸化プロピレン処理においても 120 分間処理で完全な殺菌効果を示した。

2. まんじゅうの表面に付着させた *Asp. oryzae* に対する殺菌効果

処理温度 50° にて 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, および 180 分の 9 段階の殺菌を行ない対照区と比較した。その結果を Table 4 に示した。この場合は酸化エチレン処理では 15 分, 酸化プロピレン処理では 30 分で十分な効果が得られた。

口紙の場合は殺菌後に培地を吸収させることによって胞子の発芽に必要な水分および栄養素が十分に与えられるので, ガス処理によって死滅寸前の胞子まで発芽するのに反し, まんじゅうの表面は水分が少なく糖濃度が高いため比較的生活力が旺盛な胞子のみ発芽したものと考えられる。

また Himmerfarb¹⁰⁾, 芝崎¹¹⁾ らによれば, 酸化エチレン, 酸化プロピレンともに関係湿度 30~50% が最適範囲であることを指摘しているが, 殺菌時の条件がまんじゅうの場合水分約 20% であるのに対し, 口紙ではきわめて少ないため口紙の場合殺菌効果が劣ったものと考えられる。

3. まんじゅうの中心部にそう入した *Asp. oryzae* の付着口紙に対する殺菌効果

処理温度 50° で 30, 60, 120, および 180 分の 4 段階の殺菌処理を行なった。結果は Table 5 に示すように酸化エチレン処理では 120 分で完全に殺菌できたが, 酸化プロピレン処理では 180 分間処理しても完全に殺菌することができなかった。

これは *Asp. oryzae* の胞子を付着させた口紙を裸のまま殺菌した場合と比較してみると, 酸化エチレン処理

では裸の場合が 25 分処理で完全に殺菌されたものが, 120 分間も処理が必要となり, 約 5 倍の処理時間を要した。これはガスがまんじゅうの中心部にまで浸透することが非常に困難なためであり, ガス殺菌がまんじゅうなどの表面に付着した微生物の殺菌には効果的であるが, 中心部の微生物まで殺菌することはきわめて困難なことを示している。

要 約

酸化エチレンおよび酸化プロピレンを用いて *Asp. oryzae* の胞子に対する殺菌効果を試験した結果

1. *Asp. oryzae* 胞子を付着させた口紙に対しては酸化エチレンは温度 30° で 120 分, 50° で 25 分, 酸化プロピレンは温度 50° で 120 分で完全な殺菌効果を示した。

2. *Asp. oryzae* 胞子を付着させたまんじゅうに対しては温度 50° で酸化エチレンは 15 分, 酸化プロピレンは 30 分で殺菌効果が認められた。このようにまんじゅうが口紙より短時間の処理で効果が認められるのはまんじゅうは口紙に比較して水分が多く殺菌の湿度条件がより好適であり, また, カビ発生試験において培地を加えて培養した口紙に比較し, そのまま保存したまんじゅうは糖濃度が高く殺菌により生活力の弱ったカビが発芽できなかったものと考えられる。

3. *Asp. oryzae* 胞子を付着させた口紙をまんじゅうの中心部にそう入して殺菌した場合は温度 50° で酸化エチレンは 120 分で殺菌効果が認められたが酸化プロピレンは 180 分処理しても完全には殺菌できなかった。このことからガスがまんじゅうの中心部にまで浸透することはきわめて困難で表面の殺菌しか期待できないことがわかった。

終りに本研究に際し, 終始ご指導をいただいた愛知県食品工業試験所河村 稔所長, 小山吉人菓子課長および試料入手について協力いただいた昭和炭酸株式会社, 株式会社巴商會に深謝いたします。

文 献

- 1) 花田信次郎, 大島克己, 高木正敏: 愛知食品工試. 1, 55 (1961).
- 2) 大島克己, 横尾良夫, 小山吉人: 日本食品衛生学会第7回学術講演会口演 (昭39年5月, 名古屋).
- 3) 大島克己, 横尾良夫, 小山吉人: 同上第9回学術講演会口演 (昭40年5月, 大阪).
- 4) 鶴田 理, 太田輝夫, 他2名: 食衛誌. 4, 209 (1963).
- 5) 小柳好子, 鶴田 理, 太田輝夫: 同上. 4, 214 (1963).
- 6) 小柳妙子, 鶴田 理, 他2名: 同上. 5, 144 (1964).
- 7) 鶴田 理, 太田輝夫, 他2名: 食衛誌. 5, 147 (1964).
- 8) 小泉忠三郎, 宮本正一, 他2名: 同上. 5, 215 (1964).
- 9) 鶴田 理, 石原輝子: 同上. 7, 298 (1966).
- 10) Himmerfarb, P., El-Bisi, H. M., Read, R. B. and Litsky, W.: Appl. Microbiol. 10, 431 (1962).
- 11) 芥崎 勲, 関 万賀, 照井堯造: 醸酵工学 42, 79 (1964).