マイクロ波による澱粉の殺菌効果

柳井昭二* 山田康郎** 木村 進*

(昭和47年10月16日受理)

Effect of Microwaves on the Bacterial Counts of Starch

Shoji YANAI*, Yasuro YAMADA** and Susumu KIMURA*

*National Food Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry

**Hokkaido Industrial Research Institute

Bacterial disinfestation in the microwave treatment of starch was determined:

(1) The microwave treatment of starch for the period of three minutes reduced the viable count of the starch samples to the extent of 37—75%.

(2) When the moisture content of starch was increased from 16.5% to 26%, disinfestation effect of the microwaves was enhanced, although partial gelatinization of the starch occurred after two minutes.

(3) The resistance of thermophiles isolated from starch samples was tested in water with microwave treatment. The susceptibility of the isolates to the microwave treatment was similar to that to heat treatment, the survival was, however, greater with the latter than with the former.

マイクロ波誘電加熱の食品の処理、加工への利用は、電子レンジの普及が始まってから、急速な温度上昇にその価値が認められ、その利用面の開発¹⁾が広く行なわれている。マイクロ波による食品の殺菌効果については、各種の食品について試験され²⁻⁷⁾ているが、まだ知られていない点が多い。

近年食品工業においては、生菌数の少ない原料を要求することが多くなっている。食品素材として大きな地位を占めている澱粉は製造法の合理化から生菌数も少なくなっているがまだ満足される状態ではなく、適当な殺菌方法の確立が要望されている。そこで、澱粉に対するマイクロ波殺菌の可能性を検討するために本実験を行なった。

実験方法

1. 試料

合理化工場の馬鈴薯澱粉(水分 17.7%)と在来法工場の甘藷澱粉(水分 16.5%)を試料とした。

* 農林省食品総合研究所(東京都江東区塩浜)

** 北海道立工業試験場(札幌市琴似八軒1条西3丁目)

2. マイクロ波照射方法

シャープ Micro-range (周波数 2450 MHz, 出力 0.6 kW, ターンテーブル式)を使用し、試料は各実験とも 5 g を秤取し、径 40 mm のシャーレに平らに入れ(厚さ約 8 mm)、電子レンジのターンテーブル上の中心より約 6.0 cm のところに内側の端を合わせて置き、それに対称の位置に 300 ml ビーカーに水 100 ml を入れ各実験時間照射した。

3. 生菌数の測定

Plate count 培地を使用し、30°C 48 時間培養後計数した。稀釈その他の操作は常法によったが、試料の懸濁状態を良くするため、稀釈には滅菌 0.1% 寒天溶液を使用した。

4. 試料の水分測定

アルミ製秤量皿を用い、135°C 1 時間の常圧乾燥法によって測定した。

実験結果

1. マイクロ波照射時間と殺菌効果

試料の照射時間は 30 秒から 180 秒の間で 4 段階について行ない、各照射時間について、試料の水分、生菌数

図1 甘藷澱粉と馬鈴薯澱粉のマイクロ波による殺菌効果

を測定した。結果は図1のとおりである。甘藷澱粉および馬鈴薯澱粉の生菌数は、それぞれg 当り、 2.4×10^3 、 5.6×10^2 であったが、3分間照射処理後では、それぞれ24.3%、62.5%の生残率を示し、大きな殺菌効果は得られなかった。一方照射中の試料の水分蒸発量は大きく表1に示すごとく、3分間で約65%の水分が失われた。

2. 澱粉の水分量と殺菌効果

澱粉の含水量が殺菌効果にどの程度影響するかを検討するために、殺菌水とシリカゲルデシケーターで吸湿および失湿甘藷澱粉を調整し、照射時間による水分蒸発、生菌数の減少を比較した。結果は図2に示した。水分蒸発については、26%および16%水分含有試料では同じ程度の乾燥程度を示すが、7%の乾燥試料では、それほど水分の低下は示さない。生菌数は、予想されたごとく水分が多いほど殺菌効果が高く、高水分試料で約11%、低水分試料で約37%の細菌が生残した。しかしいずれの場合でも、細菌学的には大きな殺菌効果とはいえずこれ以上の殺菌は、澱粉の場合困難のように考えられる。即ち、高水分試料では2分間照射で糊化部分が生じこれ以上の照射は品質上から無理であるように思われた。

3. 乾熱による殺菌効果

マイクロ波照射と乾熱による加熱での殺菌効果はとくにその時間的比較を見るために、ロータリー式定温乾燥器を用い105°Cで実験した。試料はマイクロ波照射と同様5gをシャーレに入れて各時間加熱した。温度その他比較の基準が得にくいので、いちおう水分減少量を基準として加熱時間を、5、10、20、30分の4段階とした。結果は図3に示した。単純に比較すると水分蒸発速度は、

表1. 照射時間と澱粉水分量の変化

照射時間(秒)	0	30	60	120	180
水分(%)	16.5	15.9	13.2	10.4	5.8

図2 澱粉の含水量と照射効果

図3. 乾熱処理とマイクロ波照射との殺菌効果の比較

マイクロ波に対し乾熱で約10倍の時間を要し、生菌数の減少速度では1/10以下ということになる。

4. 分離耐熱性細菌のマイクロ波および加熱による殺菌

90°C 10分間の熱処理によって試料中より分離した耐熱性細菌3株を選び実験に供試した。前培養により孢子を形成させたスラントから1白金耳とり100mlの滅菌水に懸濁させ、各3ml滅菌試験管にとって、マイクロ波を照射し、加熱の場合は沸騰水中に浸してそれぞれの時間加熱した。処理後全液を平板培養してコロニー数を計数した。結果は表2および表3に示した。供試菌株のマイクロ波に対する抵抗性は、菌株A>C>Bの順につよく、加熱の場合も同様である。いずれにしても供試菌株の懸濁液の場合は、マイクロ波で2分間、加熱処理では、100°C 10分間で殺菌が可能であった。

表 2. マイクロ波照射に対する耐熱性細菌の抵抗性

照射時間 (秒)	0	15	30	60	90	120
菌株 A	5.5×10^4	+*	+	20	5	0
菌株 B	3.2×10^4	+	4	0	0	0
菌株 C	1.6×10^4	+	73	0	0	0

* コロニー数計数不能。

表 3. 沸騰水中における耐熱性細菌の抵抗性

加熱処理時間 (分)	0	1	3	5	10
菌株 A	8.7×10^4	+*	59	7	0
菌株 B	7.7×10^4	24	0	0	0
菌株 C	2.0×10^5	+	2	0	0

* コロニー数計数不能。

考 察

実験 1, 2 および 4 の結果から、澱粉のような比較的含有水分の低い試料では、マイクロ波殺菌は効果が少なく、理論的な考えと一致するところである。水分を増加させて殺菌効果を上げることは、ある程度可能であるが、澱粉の場合は熱による糊化現象等の問題がからみ、飛躍的な殺菌効果は實際上困難である。実験 1 において、馬鈴薯澱粉に比して、甘藷澱粉のほうが生残率が低く、生菌数の多い方が殺菌効果があるように考えられるが、この場合は、むしろ試料中の細菌フロアの差異が大きな要素であると考ええる。このことは、実験 4 の結果からもうかがえるところであり、試料中に存在する菌の耐熱性等に差がある場合には菌数のみでは速断できない。したがって一定の既知菌種を使用してのモデル実験が必要である。

マイクロ波による殺菌効果が、急速に上昇する熱のみによるものか、その他なんらかの効果が働いているかという点については、まだ明確ではないが、赤星⁸⁾によると強いマイクロ波電場の作用のため細胞の蛋白、生理活性物質の変性がおこって殺菌が促進されると述べてい

る。また最近 GOLDBLITH らは⁹⁾氷を用い、LECHOWICH らは¹⁰⁾特殊な装置を用いてマイクロ波照射による殺菌効果は単なる熱エネルギーによることを報告している。実験 3 および 4 で細菌のマイクロ波に対する抵抗が熱に対する抵抗と同一の傾向を示すことは、LECHOWICH らの実験を裏付けるものと考えられる。

澱粉を原料として加工食品を製造する際に、原料澱粉のマイクロ波殺菌の効果は、水分含量の点から期待し得ないが、各種の原料配合時に加水する場合には、照射効果も期待されるものと思われる。

要 約

マイクロ波照射による澱粉の殺菌効果について検討し次のような結果を得た。

- (1) 3 分間のマイクロ波照射により、澱粉の生菌数は約 37 % から 75 % 程度減少した。
- (2) 澱粉の水分含量を 16.5 % から 26 % に増加させて照射すれば殺菌効果は高くなるが、2 分間照射で糊化部分が生ずる。
- (3) 分離した耐熱性細菌の水溶液中でのマイクロ波に対する抵抗性は、単純な加熱殺菌の場合と同様に、菌株間で同一の傾向を示すが、時間的にはマイクロ波の方が早く死滅する。

引 用 文 献

1) S. A. GOLDBLITH: *Advan. Food Res.*, **15**, 277 (1966).
2) C. M. Olsen: *Food Eng.*, **37**, 51 (1965).
3) J. MANWARING: *Food Eng.*, **38**, 48 (1966).
4) 露木英男, 首藤 厚: *食品工業*, **10**, 52 (1967).
5) 佐々木正: *食品工業*, **10**, 28 (1967).
6) 酒井宏美: 第 2 回食品包装研究協議会資料, 22 (1968).
7) 古泉快夫, 佐藤正子, 武 榎子, 大塚一止: *食品工誌*, **14**, 545 (1967).
8) 赤星亮一: 日本食品工業学会第 12 回大会講演集, 94 (1965).
9) S. A. GOLDBLITH, D. I. C. WANG: *Appl. Microbiol.*, **15**, 1371 (1967).
10) R. V. LECHOWICH, L. R. BEUCHAT, K. I. FOX, F. H. WEBSTER: *Appl. Microbiol.*, **17**, 106 (1969).