

通電処理技術を利用したヨモギの連続大量殺菌処理

宇津野 典彦*

1. 目的

通電処理とは食品に直接電気を流しその際生じるジュール熱を利用する処理方法である。特徴としては、食品を直接発熱体にするので迅速に加熱できる、食品を均一に加熱できる等がある。

近年、食品の安全性への要求はより厳しいものになってきており、食品業界は素材の風味を残しながらかつ確実な殺菌をするという相反する技術が求められている。食品の殺菌方法としては、加熱によるものが最も一般的かつ確実な方法として広く用いられているが、一般的な加熱殺菌法では過剰の熱により成分の変質、変色、香り成分の揮発・分解が生じ、殺菌前の風味が損なわれてしまうことがある。それに対し、この通電処理技術を利用することで、従来の加熱方法と比較して急速かつ均一な加熱が可能となるため、殺菌時間が短縮でき表面付近の過剰加熱も防止できる。

そこで、サンプルとして独特の風味を持つヨモギをペースト状にした製品を用い、このヨモギペーストの通電処理技術への適性を検討した後、連続通電処理装置を使用したヨモギペーストの連続大量殺菌処理を検討を行ったので報告する。

2. 試験

2.1装置

通電処理装置として(株)フロンティアエンジニアリング社製通電処理装置FJL1-52M、色差計として日本電色工業(株)Spectro Color Meter SE 2000を使用した。

2.2方法

(1)試料

試料として冷凍ヨモギペーストを解凍して使用した。ヨモギペーストは、菓子材料等に利用され、独特の香りと鮮やかな緑色が特徴である。

(2)バッチ式試験

解凍したヨモギペーストを内寸100mm×100mm×100mmのポリカーボネード製の加熱容器に採取し、チタニウム製の電極を介して通電処理を行った。

(3)連続通電加熱処理試験

バッチ式同様解凍したヨモギペーストを使用した。モノポンプにヨモギペースト40kgをサンプルとして投入し、連続通電加熱装置により連続大量殺菌処理を行った。

3. 結果

3.1バッチ方式による検討結果

最初にバッチ式により、ヨモギペーストに対する通電処理の適正について検討を行った。バッチ容器はポリカーボネード製で、チタン製電極を使用した。

(1)加熱法別中心温度変化結果

通電処理については印加電圧200Vで、湯浴処理については湯浴温度85℃により、加熱法の違いによる中心温度の上昇率変化を検討した。その結果を図1に示す(ヨモギペーストサンプル量500g)。

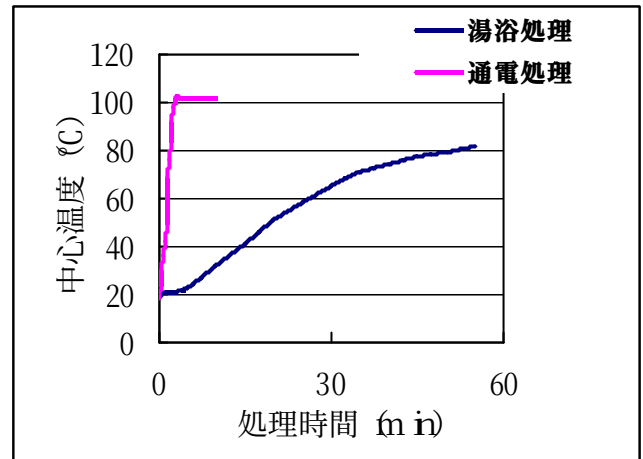


図1 加熱法別中心温度変化結果

その結果、湯浴処理では中心温度が70℃になるのに約40分かかったが、通電加熱を行うことにより、5分間程度で中心温度を100℃まで上昇させることができた。

(2)殺菌効果の検討

通電加熱処理法による殺菌効果について検討した。測定対象にしたのは一般生菌数で、通電処理により殺菌したサンプルと、未殺菌のサンプルとの比較検討を行った。また、保存日数及び保存温度による一般生菌数の変化についても検討した。結果を表1に示す。

表1 一般生菌数測定結果

通電有無	保存温度	一般生菌数(CFU/g)		
		処理後	2日後	7日後
通電有	5℃	40	7.1×10^3	3.0×10^5
通電有	10℃	53	6.9×10^3	1.1×10^5
通電無	5℃	1.0×10^8	3.9×10^8	2.0×10^9
通電無	10℃	9.6×10^7	4.2×10^8	1.1×10^9

印加電圧：200V サンプル量：500g
通電加熱時は100℃達温後90秒間100℃で保持

表1の通電の有無は、未殺菌のサンプルに対して通電処理を行ったかどうかの有無、保存温度はサンプルを保存しておいた恒温槽温度を示している。殺菌処理を行わなかったサンプルは、一般生菌数が 10^8 オーダーであったのに対し、通電処理を行った直後は、一般生菌数が約50個とかなり高い殺菌効果が確認できた。2日後だと約 10^3 個、7日後でも約 10^5 個と通電殺菌後1週間は殺菌効果があるものと考えられる。保存温度については、明確な違いが見られなかった。

(3) 緑色保持効果の検討

通電加熱処理法によるヨモギペーストの緑色保持果についても検討を行った。条件は(1)と同様で、通電処理の有無、保存温度による違い、及び保存日数による影響である。緑色保持の指標として測定した黄化度の測定結果を表2に示す。

表2 黄化度測定結果

通電有無	保存温度	処理後	2日後	7日後
通電有	5℃	19	18	18
通電有	10℃	18	17	16
通電無	5℃	19	35	54
通電無	10℃	20	39	60

黄化度：色差計で測定したL*a*b*から算出する値で、 $|L^*b^*/a^*|$ で求められこの値が50を越えると肉眼で黄色と識別できる。
印加電圧：200V サンプル量：500g
通電加熱時は100℃達温後90秒間100℃で保持

通電処理を行ったサンプルと未殺菌のサンプルでは、最初こそ黄化度が20位で殺菌を行った方と緑色度にそれほど違いがなかったが、未殺菌の方は2日後で黄化度の平均が37、7日後では平均で57と黄化度が50を越え、見た目で黄色みがかかっているのが分かった。一方通電加熱処理法を行った方では、処理後から一週間たっても黄化度がほとんど変わらなかった。保存温度による影響はあまり見られなかったが、通電加熱処理を行うことで高い緑色保持効果が得られることが分かった。

3.2 連続通電加熱処理法の検討

バッチ式の結果から、通電加熱法はヨモギペーストに対して有効な方法であることが分かった。そこで、商業ベースにのせることを考慮したヨモギの連続大量殺菌処理法の検討を行った。

現在ヨモギペーストは殺菌工程として湯浴殺菌が行われている。しかし湯浴による殺菌処理では、前述のとおり時間的効率が悪く、過剰加熱によりヨモギの風味が減衰してしまう。そこで、図2のように製品としてパック詰めする前に連続通電加熱処理法で大量に殺菌することを想定して試験を行った。

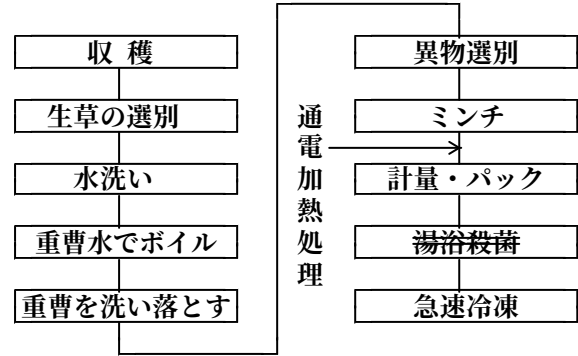


図2 ヨモギペーストの製造工程

まず、連続通電処理工程を簡単な図で示すと図3のようになる。ポンプにサンプルとなるヨモギペーストを入れて、連続的に連続通電処理装置の方へとヨモギを押しだし、ライン上で通電加熱され出口付近で100℃付近まで加熱を行う構造となっている。しかし、出口を100℃付近にするためには、①印加電圧②処理流速③入口温度及び出口温度の差(Δt)の諸条件を検討しなければならない。印加電圧とΔtは正の相関、処理流速とΔtは負の相関があるので、それらを考慮したうえで条件を決定する必要がある。今回試験を行った諸条件を表3に示す。この条件により、84℃通電加熱で温度を上げることができた。

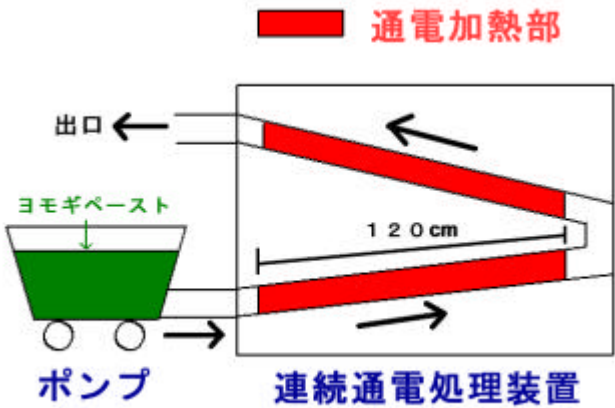


図3 連続通電処理装置フロー図

表3 連続通電処理諸条件

印加電圧	400V
処理流速	760g/分
入口温度	10℃
出口温度	94℃

Δt：通電加熱により84℃温度が上昇

また、連続通電処理前と処理後の一般生菌数の比較を表4に示す。処理前の一般生菌数は平均で10⁵オーダー位であったが、通電加熱により連続大量殺菌処理を行うことで、10³位と百分の一程度に菌数を減らすことができ、殺菌効果を確認できた。

表4 一般生菌数測定結果

未処理区	No 1	1.3×10 ⁶
	No 2	3.8×10 ⁴
処理後	No 1	1.8×10 ³
	No 2	1.7×10 ³

単位：CFU/g

4. 考 察

以上のような結果から、通電処理技術の利用による連続大量殺菌処理が可能であることが分かった。しかし、連続処理の場合は殺菌後の一般生菌数が約 10^3 個であり、バッチ式の約50個と比較すると殺菌効率があまり高くなかった。この理由はいくつか考えられるが、まず保持時間の有無が大きく影響していると考えられる。バッチ式では90秒間 100°C で保持したが、連続処理の方は 94°C 達温で終了してしまったため、殺菌効果が少なくなってしまったと考えられる。したがって、連続通電処理装置の出口に保温管を取り付けて保持時間を持たせるようなラインにすればさらに高い殺菌効果が得られると思われる。また、もう一つの理由として、到達温度の違いによる影響も考えられる。連続通電加熱法では最高温度が 94°C であり、バッチ式のように 100°C には到達していない。連続通電処理の場合、 100°C 以上に温度を上げてしまうと装置が破損してしまう恐れがあるため、 100°C 以上に加熱するためには、圧力に耐えられるような構造にする必要がある。また、連続通電処理法の場合はサンプルが移動するため、途中で気泡が入ることにより多少電気の通りにむらができるものと思われる。これらの点を改善することにより、より高い殺菌効果が期待できるものと思われる。

5. まとめ

通電処理技術を利用することで、ヨモギペーストの連続大量殺菌処理を行うことができた。バッチ式と比較して多少殺菌効果が少なかったが、保持時間を取れるようなラインにすることで、さらに高い殺菌効果が期待できると考えられる。またヨモギペーストに限らず、様々な液状やペースト状食品に応用可能であると思われる。

今後は、食品の殺菌に限らず、食品の加熱成形についても検討していく予定である。