

通電処理によるヨモギの殺菌と緑色保持

佐藤 拓児*

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。

食品の加熱殺菌は、その製品の中心が殺菌温度に達してから任意の時間保持し、殺菌するのが一般的である。従来法である熱伝導型の加熱法において熱は外部から徐々に中心部に移動する。このため中心付近は殺菌温度に達するまで時間がかかり、表面付近は長時間殺菌温度にさらされる。

それに対し通電処理を利用した殺菌は、全体が均一、かつ迅速に加熱されるため、表面付近の過剰の加熱が起らず、殺菌時間を短縮することができる。

この迅速かつ均一に加熱できる特徴を利用し、通常の加熱殺菌では黄化しやすいヨモギを試料とし、その緑色を保持したままの殺菌法を検討した。

殺菌での目標値は一般細菌数で 10^3 CFU/g、緑色保持の目標値は黄化度50以下（黄化度が50を越える黄色が肉眼で認識できるようになる）とした¹⁾。

ヨモギは、一般に図1のような処理によりペーストとされ凍結保存される。今回の試験は、この凍結された冷凍ヨモギを試料とした。



図1 ヨモギの処理法

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、電気伝導率測定器として東亜電波工業(株)製CM-21P、pHメータとして東亜電波工業(株)HM-50Vを用いた。

2.2 方法

試料としてH12年度産冷凍ヨモギをもちいた。

解凍後のヨモギを寸寸100mm×100mm×100mmのポリカーボネート製の加熱容器に150g採取しチタニウム製電極を介して通電処理を行った。

通電処理の殺菌効果の指標として一般細菌数²⁾を測定した。緑色保持の指標として色差計で測定された L^* 、 a^* 、 b^* 値から算出される黄化度をもちいた。

$$\text{黄化度} = \left| \frac{L^* \cdot b^*}{a^*} \right|$$

表1 処理温度による殺菌効果と黄化度への影響

処理温度	昇温時間 (sec)	一般細菌数 (CFU/g)	黄化度($ L^*b^*/a^* $) ^{*)} (15℃保存)		
			処理後	2日後	6日後
未処理	—	6.8×10^5	40.7	63.7	234.4
50℃	78	4.5×10^5	38.5	51.0	171.8
60℃	102	4.0×10^5	39.0	48.2	115.2
70℃	114	4.1×10^4	37.3	39.1	113.9
80℃	138	6.1×10^2	38.8	34.8	103.4
100℃	184	$<10^2$	38.6	33.2	79.7

*)黄化度： $|L^*b^*/a^*|$ の数値で50を越えると肉眼で黄色いと識別できる
 加熱容器：寸寸100mm×100mm×100mm ポリカーボネート樹脂製容器
 電極：チタニウム 処理電圧：200V,20kHz 試料物性：0.432S/m pH7.8

3. 結果および考察

まず、処理温度による殺菌効果と黄化度への影響を調べた。その結果を表1に示す。なお、表1の処理は所定の温度に達した時点で終了とした。この表1が示すように、一般細菌数は処理温度60℃までは未処理のものと変わりなく殺菌効果が確認できなかった。しかし処理温度70℃以上のものは、未処理の一般細菌数が 10^5 に対し70℃処理では 10^4 に、80℃処理では 10^2 に、100℃処理では 10^2 以下まで減少し殺菌効果が確認できた。この殺

菌効果は処理温度70℃以上より出現したことから、電気的な殺菌効果ではなく、熱による殺菌効果であると考えられた。

次に緑色保持効果の指標である黄化度を比較してみた。なお、処理後の試料の保存温度は15℃とした。60℃以上の処理を行ったものは、処理2日後までは目標値である黄化度50以下であったが、その後黄化度は上昇し、処理6日後ではすべての試料において目標値を超えてしまった。このことから処理後の試料の保存温度は15

*加工食品部

では高すぎると考えた。

また、50 処理と60 処理を比較すると一般細菌数はほとんど差はないにもかかわらず、6 日後の黄化度は171.8と115.2と大きな差を生じた。このことは、ヨモギの黄色化は一般細菌の影響だけでなく、ヨモギの持つ酵素反応、あるいは一般細菌の培地では繁殖しない菌の影響も考えられ、黄色化する原因を究明する上での一つの参考となるであろう。

この処理温度を変化させて、殺菌効果・緑色保持効果を検討した結果からは、一般細菌数が最小となりかつ黄化度の一番小さい値となった100 処理が最適であると考えた。

次に、100 までの昇温時間を処理電圧により調節し、それによる殺菌効果・緑色保持効果への影響を調べた。表2は殺菌効果への影響を示したものである。表2が示すように100 達温まで通電処理を行ったものは、昇温時間によらず一般細菌数を目標値である 10^3 以下まで減少することができた。しかし従来法である湯浴による殺菌では 10^3 のオーダーまでしか殺菌できず、通電処理は

ペースト等熱が内部まで伝わりづらい食品の殺菌に有効なことが確認できた。

しかし、処理後の試料の10 における保存試験では、通電処理を行ったものも一般細菌数が4 日後には 10^4 、6 日後には 10^6 へと増加してしまい、ヨモギペーストを解凍後、冷蔵保存をする場合は、もう一工夫必要であろう。

表3は緑色保持効果への影響を示したものである。表3が示すように処理電圧を100~200Vとしたものは、処理直後から6 日後まで黄化度の値は変化せず、解凍直後のヨモギペーストの色合いを保つことができた。

ここで、処理電圧400V処理の値が一般細菌数(表2)、黄化度(表3)とも大きくなっているのは、20~100 まで30秒と短時間で昇温しているため、電流の流れ具合によって一部100 まで達していない部位が生じたためと考えられる。これに対し、この処理電圧を100~200Vのものは昇温に約3分以上かかっているため試料中に低温部が生じても熱伝導により100 まで達したのと考えられる。

表2 処理電圧の変化による殺菌効果への影響

処理電圧	昇温時間 ^{a)} (sec)	一般生細菌(CFU/g) (10℃保存)		
		処理後	4日後	6日後
未処理	—	2.1×10^7	6.2×10^8	3.6×10^9
100V	1048	2.1×10^2	3.5×10^4	5.2×10^5
150V	378	5.4×10^1	1.4×10^4	7.8×10^5
200V	168	2.0×10^2	5.2×10^4	6.2×10^5
400V	30	2.8×10^2	1.5×10^5	1.5×10^7
湯浴	未達 ^{b)}	3.4×10^3	2.1×10^8	3.5×10^7

^{a)}中心温度が20℃から100℃までの昇温に要した時間

^{b)}湯浴加熱はピーカを用いて行ったが、中心温度が100℃まで達しなかった。

加熱時間3600秒 到達温度90℃

通電処理加熱容器：内寸100mm×100mm×100mm ポリカーボネート樹脂製容器

電極：チタニウム 処理電圧：200V,20kHz 試料物性：0.541S/m pH6.9

表3 処理電圧の変化による黄化度への影響

処理電圧	昇温時間 ^{a)} (sec)	黄化度(L*b*/a*) ^{b)} (10℃保存)			
		処理後	2日後	4日後	6日後
未処理	—	49.9	60.6	78.8	88.8
100V	1048	44.9	42.3	41.1	50.6
150V	378	45.5	40.8	40.4	45.4
200V	168	43.1	41.6	38.8	46.1
400V	30	42.5	40.4	40.1	56.7
湯浴	未達 ^{c)}	61.5	51.8	50.9	59.8

^{a)}中心温度が20℃から100℃までの昇温に要した時間

^{b)}黄化度：|L*b*/a*| の数値で50を越えると肉眼で黄色いと識別できる

^{c)}湯浴加熱はピーカを用いて行ったが、中心温度が100℃まで達しなかった。

加熱時間3600秒 到達温度90℃

通電処理加熱容器：内寸100mm×100mm×100mm ポリカーボネート樹脂製容器

電極：チタニウム 処理電圧：200V,20kHz 試料物性：0.541S/m pH6.9

4．まとめ

本報告では、ヨモギペーストへの殺菌を兼ねた緑色保持技術を検討した。その結果、100～200Vの電圧で100までの加熱処理を行えば、従来法である湯浴処理では達成できなかった一般細菌数 10^3 以下、冷蔵（10℃以下）保存6日間で黄化度50以下を達成することができた。今後は、この通電処理によるヨモギペーストの製造を商業ベースにのせるため大量処理が可能となる連続処理試験を実施する予定である。

5．参考文献

- 1) 地域農水産物及び製品の品質保持，向上技術の確立
- 低塩漬物の品質保持技術の開発 - 青高菜の黄化要因の解明 大分県農水産物加工総合指導センター
- 2) 目で見える食品衛生検査法 中央法規出版