

# 高濃度食塩水と酢酸の併用による野菜の大腸菌群の除菌について

橋本 俊郎\*

## 1. 目的

大腸菌0-157による集団食中毒事件をきっかけとして、カット野菜や漬物の大腸菌群の存在が問題となり、しかも漬物製造において大腸菌群は品質向上に寄与しない有害菌と考えられている。一般に野菜の殺菌には次亜塩素酸ナトリウム類（塩素系）、電解水やオゾン水が使用されるが、野菜そのものへのダメージが大きく、臭いが残るなどの問題がある。

そこで漬物製造における殺菌剤を用いない大腸菌群の除菌方法を検討した結果、食塩と酢酸を併用することで効果的な除菌が可能だったので報告する。

## 2. 実験方法

### 2.1 大腸菌の増殖に対する食塩等の影響

*E. coli*はIFO-3972を液体培地（ポリペプトン 10g, 酵母エキス 2g, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 1g, グルコース 1g, 蒸留水 1 l）で前培養して用いた。所定濃度の食塩、アルコール、乳酸及び酢酸を加えた液体培地に、大腸菌を10<sup>4</sup> CFU/mlとなるように加えた後、35℃で3日間培養して濁度の変化から生育の有無を判断した。

### 2.2 食塩単独及び食塩と酢酸の併用による大腸菌に対する殺菌作用

0.85%～20%の食塩水をつくり、大腸菌を1.5×10<sup>6</sup> CFU/mlになるように加えて室温で所定時間放置後、残存生菌数を計測して殺菌作用を調べた。大腸菌及び大腸菌群の計測はX-GAL寒天培地を用い、一般生菌数は標準寒天培地を用いた。

### 2.3 高濃度食塩水と酢酸の併用による野菜付着大腸菌群の殺菌

ハクサイ及びキュウリについて、漬物製造を前提として下漬けに高濃度食塩水と酢酸を用い（この方法を新法と称する）、食塩の浸透量、大腸菌群数の変化等を調べた。同時に従来の下漬け法と比較した。

ハクサイの場合、従来法は4つ割ハクサイ重量に対する差し水割合を20%にして、それらの5%食塩を用いて2日間漬けた。新法（高濃度食塩水と酢酸の併用法）は4つ割ハクサイ重量に対する差し水割合を100%にして、それらの15%食塩と0.2%酢酸を用いて5時間漬けたものである。

キュウリの場合、従来法は生キュウリ重量に対する差し水割合を100%にして、それらの2.5%の食塩を用いて一夜漬けた。新法は生キュウリ重量に対する差し水割合を100%にして、それらの15%食塩と0.25%の氷酢酸を用いて4時間漬けたものである。

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 食塩等による大腸菌の増殖抑制

大腸菌の増殖を抑えることができた最小濃度は、それぞれ、食塩9%、アルコール8%、酢酸0.1%（pH4.5）、乳酸0.2%（pH3.5）であった（表1）。

表1 大腸菌の生育に対する食品添加物の影響

	MIC (%)	pH
食塩	9	
アルコール	8	
酢酸	0.1	4.5
乳酸	0.2	3.5

MIC 最小発育阻止濃度

食塩及び酢酸は安価であり、漬物製造における前処理として残っていても差し支えないことから大腸菌及び大腸菌群に対する殺菌効果を検討した。

### 3.2 大腸菌に対する食塩単独及び食塩と酢酸の併用による殺菌作用

表2に食塩単独の場合の大腸菌に対する殺菌作用を示した。15%以上の食塩で殺菌効果が認められ、4時間の浸漬処理で生菌数は1/3～1/4に減少したが、食塩単独では必ずしも強い殺菌作用とは言えず、実用性は期待できない。

表2 食塩単独による大腸菌への殺菌作用

食塩濃度 (%)	経過時間 (時間)		
	1	3	4
5	1.6 × 10 <sup>6</sup>	1.5 × 10 <sup>6</sup>	1.6 × 10 <sup>6</sup>
10	1.4 × 10 <sup>6</sup>	1.3 × 10 <sup>6</sup>	8.6 × 10 <sup>5</sup>
15	6.8 × 10 <sup>5</sup>	5.6 × 10 <sup>5</sup>	4.3 × 10 <sup>5</sup>
20	6.0 × 10 <sup>5</sup>	3.7 × 10 <sup>5</sup>	4.2 × 10 <sup>5</sup>

初発菌数：1.5 × 10<sup>6</sup> CFU/ml

しかし、この場合に0.1%の酢酸を併用すると殺菌作用は著しく増大し、2時間処理でほとんどの大腸菌が死滅した（表3）。この食塩と酢酸の併用による殺菌作用は、実用性が高い。

表3 食塩と酢酸の併用による大腸菌への殺菌作用

食塩 (%) - 酢酸 (%)	経過時間 (時間)	
	2	4
5 - 0.1	0	0
10 - 0.1	0	0
15 - 0.1	0	0
20 - 0.1	0	0
0.85 - 0.2	3.7 × 10 <sup>5</sup>	2.5 × 10 <sup>5</sup>
5 - 0.2	0	0

初発菌数：1.5 × 10<sup>6</sup> CFU/ml

この殺菌作用は食塩濃度が5%以上で強くなり、生理食塩水の濃度である0.85%では微弱であることから、高濃度食塩と酢酸の相乗作用と考えられる。

また、処理時間と食塩濃度の関係を調べると表4に示したように食塩濃度が高いほど強く、食塩濃度15%以上では30分間の浸漬時間でほとんどの大腸菌が死滅した。

表4 食塩と0.1%酢酸の併用による処理時間、食塩濃度と大腸菌に対する殺菌作用

食塩濃度 (%)	経過時間 (分)		
	15	30	45
5	$6.4 \times 10^6$	$6.2 \times 10^4$	50
10	$1.8 \times 10^6$	$5.0 \times 10^2$	0
15	$1.6 \times 10^4$	0	0
20	$2.4 \times 10^3$	0	0

初発菌数 :  $1.5 \times 10^6$  CFU / ml

### 3.3 高濃度食塩水と酢酸による野菜付着大腸菌群の殺菌

大腸菌の殺菌に対して食塩と酢酸の併用がきわめて効果的であることがわかったので実際の漬物への応用を検討した。ハクサイの下漬けに利用した場合、表5に示したように大腸菌群が非常に少ない浅漬けとなった。

表5 ハクサイ下漬けに利用した場合

下漬法	大腸菌群	水分 (%)	食塩 (%)
従来法	$3 \times 10^3$	90.3	1.7
新法	<10	88.7	2.0

白菜では5時間浸漬で浸透した食塩は従来法と変わらないものの大腸菌群は1gあたり10cfu以下になった。グラム陰性菌は従来法が $3.4 \times 10^4$ CFU/gであるのに対し、新法は $6 \times 10^2$ CFU/gと減少していた。結果的に食塩量は変わらないものの大腸菌群数が著しく少ない下漬けハクサイとなった。

次にキュウリの場合を表6に示した。

表6 キュウリの下漬けに用いた場合

下漬法	大腸菌群	水分 (%)	食塩 (%)
従来法	$8.7 \times 10^3$	94.0	1.3
新法	$5.9 \times 10^2$	93.9	1.2

キュウリの場合、大腸菌群は従来法の1/10以下に減少した。キュウリでハクサイより殺菌効果が低い理由としては、野菜表層(クチクラ層など)の違いによ

て内部の微生物との接触が異なるためと考えられる。このように高濃度食塩水と酢酸の併用法は、殺菌剤処理を不要とする新しい方法である。しかし問題点として、高濃度の食塩を含む使用水の処理が残る。

### 4. 要約

漬物製造における殺菌剤によらない大腸菌群の殺菌方法を検討した。

大腸菌の増殖は、食塩9%、アルコール8%、酢酸0.1% (pH4.5)、乳酸0.2%(pH3.5)で、各々、抑制することができた。5%以上の食塩と0.1%の酢酸の併用で大腸菌は1時間以内に死滅した。ハクサイやキュウリの下漬けに15%の食塩と0.2%の酢酸の併用することで大腸菌群をかなり減少させることができた。この場合に野菜に浸透する食塩は従来の漬け込み法とほとんど変わらなかった。