

次亜塩素酸ナトリウムによるカットキャベツの殺菌と日持ちへの影響

橋本 俊郎*

緒言

外食産業の伸長、食の簡便化・個食化傾向の進展に伴い、カット野菜の安全性や栄養、嗜好性など質的面で要求度が高まっている¹⁾。微生物による鮮度低下防止に対しては初発菌数の低減が最も重要であり、化学薬剤²⁾、機能水及び天然抗菌物質による殺菌・除菌が報告されている。この中で次亜塩素酸ナトリウムによる殺菌処理（以後、塩素処理と称する。）は食品企業に馴染みがあり、使用頻度が高いと想像される。しかし、今回、カット後の塩素処理による初発殺菌の低減が流通条件によっては、必ずしもカットキャベツの微生物的変敗防止に有用でないという結果が得られたので報告する。

実験方法

1. 材料

キャベツは小売店を通じて水戸公設市場より購入し、群馬県及び茨城県産のもの（品種、不明）を用いた。

2. カットキャベツの加工法

購入したキャベツの外葉を除去し、内部に傷や変色部分があった場合はその部分も除去して試験に供した。洗浄には、100容の浸漬槽に高圧水噴射ノズルを付けた洗浄機（ショウワ洗浄機製、S-2187BY）を用いた。キャベツは刃物で半割して洗浄機で1分間洗浄してから、芯を除き、電動千切り機（トウキョウハッピー製、キャベツ-RCS-40）で3~4mm幅にカットした。千切りキャベツを寸胴型ザル（11メッシュ、43cm径）に移し、洗浄機で1分間洗浄し、一部を遠心脱水して無殺菌区とし、残りを所定の次亜塩素酸ソーダ水溶液に浸漬して殺菌処理を行った。有効塩素濃度の低下を抑えるため、次亜塩素酸ソーダ水溶液の量はキャベツの8~10倍量を用いた。塩素処理後、洗浄機で1分間洗浄してから脱水し、0.03mmポリエチレン小袋に移して貯蔵した（図1）。

キャベツ — 半割 — 水洗 — カット — 水洗 — 殺菌 — 水洗 — 脱水 — 包装 — 貯蔵

図1. カットキャベツの加工法

3. 塩素殺菌試験法

殺菌に対する影響要因として、次亜塩素酸ソーダの濃度、処理液のpH（pH4~無調整）及び浸漬時間について検討した。有効塩素濃度5%の次亜塩素酸ソーダ水溶液（和光純薬）を25~200ppmの濃度に水道水で希釈し、水酢酸を添加してpHの調整を行った。浸漬時間は10、20及び30分間とした。殺菌効果は、無殺菌区と塩素浸漬区のキャベツに残存した一般生菌数を比較して示した。生菌数の測定は、標準寒天培地を使用した混釈培養法（35℃、48時間培養）によった。

4. カットキャベツの貯蔵試験法

ポリエチレン小袋に入れた無殺菌及び塩素殺菌処理したカットキャベツを貯蔵温度を変えて貯蔵し、その間の生菌数

及びビタミンCの変化を調べた。貯蔵温度は3℃、10℃及び15℃とした。ビタミンCの定量はジニトロヒドラジン法を用いた。

実験結果及び考察

1. 次亜塩素酸ソーダによる殺菌効果

表1~表4に塩素処理によるカットキャベツの残存生菌数及び殺菌率を示した。キャベツ個体間のバラツキを減ずるため、ひとつのpH条件に対し、ひとつのキャベツを用いた。殺菌率は無殺菌区（浸漬時間0分）の生菌数を分母として、殺菌処理区の残存生菌数から算出した。

表1 有効塩素濃度200ppm 処理の場合の残存生菌数

処理pH	浸漬時間(分)			
	0	10	20	30
pH3	99,000	40	0(10以下)	0(10以下)
pH4	1,020,000	12,900	3,400	1,500
pH5	84,000	17,000	1,250	690
pH6	34,000	1,350	310	320
pH7	30,000	730	590	660
無調整	240,000	6,200	3,900	1,800

表1-2 有効塩素濃度200ppm の場合の殺菌率

処理pH	浸漬時間(分)			
	10	20	30	平均
pH3	100.0	100.0	100.0	100.0
pH4	98.7	99.7	99.9	99.4
pH5	79.8	98.5	99.2	92.5
pH6	96.0	99.1	99.1	98.1
pH7	97.6	98.0	97.8	97.8
無調整	97.4	98.4	99.3	98.3
平均	94.5	98.9	99.2	97.7

pH3に調整した200ppmの塩素濃度処理で、高い除菌効果が得られたが、キャベツの品質低下が著しく、処理直後よりシオレ、褐変、異臭の発生がみられた。処理時のpHを4以上にした場合も、脱色や変色が起こり、商品価値が明らかに低下し、200ppm濃度処理は実用的効果が認められないと判断した。

表2 有効塩素濃度100ppm 処理の場合の残存生菌数

処理pH	浸漬時間(分)			
	0	10	20	30
pH4	44,000	2,200	2,800	2,900
pH5	2,300	220	140	10
pH6	39,000	3,400	2,500	1,500
pH7	8,000	700	410	370

*食品加工部

表2-2 有効塩素濃度100ppm の場合の殺菌率

処理pH	浸漬時間(分)			
	10	20	30	平均
pH4	95.0	93.6	93.4	94.0
pH5	93.8	94.8	99.6	96.0
pH6	93.6	96.2	99.1	96.3
pH7	90.8	95.4	94.9	93.7
平均	93.3	95.0	96.7	95.0

100ppm 塩素濃度処理では、処理時のpH 及び浸漬時間のいずれも大きな違いは無かった。100ppm 処理では10℃貯蔵中に褐変するものがみられ、低pH 処理のものに多くみられた。

表3 有効塩素濃度50ppm 処理の場合の残存生菌数

処理pH	浸漬時間(分)			
	0	10	20	30
pH4	13,000	650	360	520
pH5	183,000	7,400	2,600	1,600
pH6	5,480,000	170,000	151,000	84,400
pH7	1,553,000	53,000	27,000	25,000
無調整	3,000,000	38,000	23,000	20,000

表3-2 有効塩素濃度50ppm の場合の殺菌率

処理pH	浸漬時間(分)			
	10	20	30	平均
pH4	95.0	97.2	96.0	96.1
pH5	96.0	98.6	99.1	97.9
pH6	96.9	97.2	98.5	97.5
pH7	90.8	95.4	94.9	93.7
無調整	98.7	99.2	99.3	99.1
平均	96.6	98.1	98.3	97.7

pH6、pH7 及び無調整の試験に使用したキャベツは、それまでのものと異なる産地のものである。塩素処理後の生菌数は多かった。殺菌率ではバラツキが多く、処理時のpH の影響は不明であった。

表4 有効塩素濃度25ppm 処理の場合の残存生菌数

処理pH	浸漬時間(分)			
	0	10	20	30
pH4	757,000	19,800	13,700	21,300
pH5	1,020,000	22,000	14,000	15,000
pH6	280,000	9,000	12,800	8,300
pH7	520,000	19,700	21,000	10,600
無調整	713,000	14,300	13,400	11,700

表4-2 有効塩素濃度25ppm の場合の殺菌率

処理pH	浸漬時間(分)			
	10	20	30	平均
pH4	97.4	98.2	97.2	97.6
pH5	97.8	98.6	98.5	98.3
pH6	96.8	95.4	97.0	96.4
pH7	96.2	96.0	98.0	96.7
無調整	98.0	98.1	98.4	98.2
平均	97.2	97.3	97.8	97.4

有効塩素濃度25ppm 処理で生菌数は平均で1/40 に減少した。

2. 塩素処理カットキャベツの貯蔵結果

100ppm、pH5 の条件で塩素処理したカットキャベツ製品を3℃、10℃及び15℃に貯蔵した場合の生菌数の変化を図2～4 に示した。この時のキャベツは鮮度が良く、無殺菌の製品で2,300 個/g の初発殺菌であり、10 分間の次亜塩素酸ソーダ浸漬処理で140 個/g に減少した。

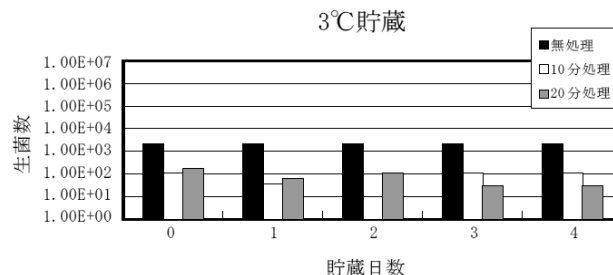


図2 塩素処理カットキャベツの3℃貯蔵における生菌数の変化

3℃貯蔵の場合、4 日間の貯蔵中に殺菌区の生菌数は全く増加せず、むしろ減少した。これは塩素処理によって傷害を受けた細菌が低温下で回復することなく死滅したためと思われる。

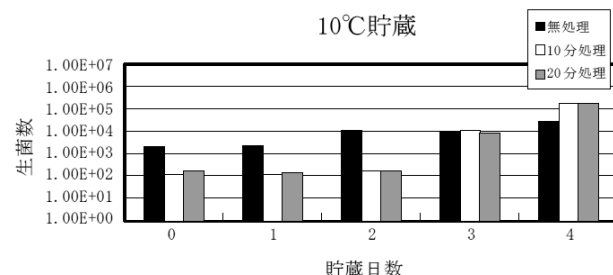


図3 塩素処理カットキャベツの10℃貯蔵における生菌数の変化

10℃貯蔵の場合、無殺菌区の製品の生菌数は次第に増加し、貯蔵4 日目には初発菌数の15 倍の35,000 個/gとなった。殺菌区の生菌数は貯蔵2 日目までは100 台の低いレベルを保ったが、3 日目に急増し、10 分処理区で45 倍の15,300 個/g と無殺菌製品と変わらなくなり、更に翌日には3 日目の12 倍に急増し、無殺菌区の5.4倍となった。20 分処理区も同様に貯蔵3 及び4 日目に急増し、貯蔵4 日目は無殺菌区の5.2 倍になった。この貯蔵中に殺菌区の生菌数が急増する傾向は

15°C貯蔵区で更に激しく、貯蔵2日目で無殺菌区の5倍となり、貯蔵3日目で製品1gあたり100万を超えた。

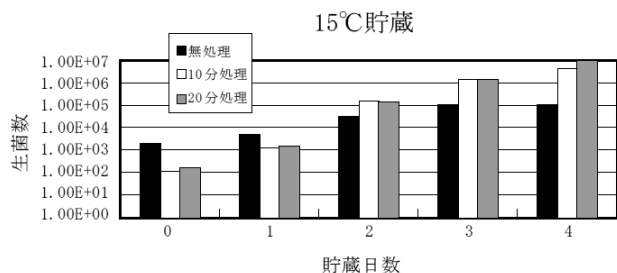


図4 塩素処理カットキャベツの15°C貯蔵における生菌数の変化

10°C以上の貯蔵で殺菌区の生菌数が急増するのは、無殺菌区と殺菌区の製品の抗菌力の違いと考えられる。即ち、塩素殺菌によって本来キャベツが持っていた細菌の生育に対する抵抗力が弱くなり、細菌の生育適温において塩素殺菌のダメージから回復した細菌が旺盛な生育をした結果と考えられる。

塩素処理及びそれを10°Cに貯蔵した場合のビタミンCの変化を表5、表6に示した。殺菌条件は有効塩素濃度100ppm、pHは無調整である。表5に示した通り、無殺菌区のビタミンCはカットのみの無処理に比べ、ほぼ76%に減少した。ビタミンCは水溶性であるため、水洗で溶出したものと考えられる。塩素処理直後のビタミンCの減少は予想より僅かであり、殺菌区のビタミンCは無殺菌区の92~95%が残存した。しかし、貯蔵中に殺菌区のビタミンCは減少し、4日後は無殺菌区の81~85%に減少した。この間に殺菌区の生菌数は無殺菌区に比べ、激増した。外観についても殺菌区のものの方が早期に褐変した。

表5 塩素処理によるビタミンCの変化(処理直後)

	全ビタミンC (mg/100g)	酸化型	還元型	生菌数 (個/g)
無処理	59.75(100)	0.03	59.71	630
無殺菌	45.16 (76)(100)	0.03	45.13	80
10分浸漬	42.02 (70)(93)	0.04	41.98	60
20分浸漬	42.68 (71)(95)	0.04	42.64	30
30分浸漬	41.33 (69)(92)	0.04	41.29	80

カットー水洗(洗濯機1分)ー脱水ー次亜塩素酸ソーダ溶液浸漬ー水洗(洗濯機1分)ー脱水
 無処理 無殺菌 (100ppm, pH 無調整)

表6 塩素処理によるビタミンCの変化(10°C、4日間貯蔵後)

	全ビタミンC (mg/100g)	酸化型	還元型	生菌数 (個/g)
無処理	48.95	0.05	48.90	400,000
無殺菌	47.05(100)	0.05	47.00	200,000
10分浸漬	40.14(85.3)	0.03	40.10	1,000,000
20分浸漬	38.66(82.2)	0.02	38.64	9,300,000
30分浸漬	38.16(81.1)	0.03	38.13	8,600,000

用語は表5と同じ。

なお、無殺菌区のビタミンCが貯蔵中に微増したが、永田⁴⁾によって認められている。また、無処理区の貯蔵後の生菌数やビタミンCの減少から、品質保持に関する洗浄操作の重要性がうかがえる。

3. 無殺菌カットキャベツの生菌数

市販のキャベツ21個について、塩素処理をしない場合のカット製品の加工直後の一般生菌数を図1に示した。製品1gあたりの生菌数は最小が2.3×10³、最大が5.5×10⁶個と2,300倍の違いがあった。入荷先(産地)により生菌数のレベルが異なる傾向が認められた。

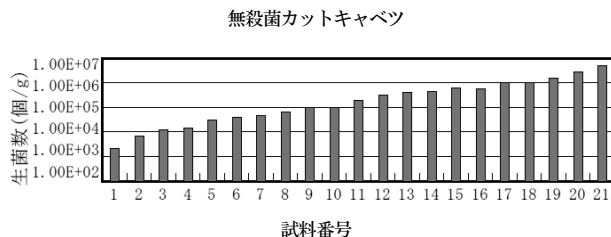


図5 無殺菌カットキャベツの一般生菌数

カット野菜製品の出荷基準として一般生菌数を、1gあたり10⁶個以下と定めている事業所が多い³⁾が、水による洗浄だけで、この基準をクリアしたものは試料番号16までの76%であった。更に、試料番号11までのほぼ50%の製品は、10°C、5日貯蔵後も生菌数は1gあたり10⁶個以下の水準を保ち、これらについては特別な鮮度保持技術を必要としないと考えられる。

要 約

カットキャベツの品質保持の目的で、カット後の塩素処理の最適条件を確立するための実験を行ったが、処理品の実用的流通後の品質という視点から評価したところ、保存性の低下が認められたのでカット後の塩素処理は実施しないほうが良いという結論を得た。

- 1) カット後の塩素処理で生菌数を99.9%以上減らすには、有効塩素濃度200ppm、pH4以下の条件が必要であるが、キャベツの痛みが激しく実用的でなかった。
- 2) 有効塩素濃度100~25ppm、pH4~無調整、浸漬時間10~30分の条件で殺菌率は95~99%と大きな違いは無かった。
- 3) 殺菌処理したものを10°Cで4日貯蔵したところ、無殺菌のものに比べ、一般細菌の増殖が著しく、ビタミンCが微減し、変色が早く起こり、無殺菌のものより品質低下が早かった。
- 4) 塩素殺菌処理をしない洗浄だけのカットキャベツでも、個体数としてほぼ50%のものが10°Cで5日後も1gあたり10⁶以下の生菌数を維持した。

文 献

- 1) 樹流通システム研究センター：カット野菜の現状と将来展望、平成3年11月
- 2) 太田義雄・高谷健市・中川禎人：日本食品科学工学会誌、42,661(1995)
- 3) (社)日本食品衛生協会：弁当、そうざいの衛生規範1979年9月 p22
- 4) 永田雅靖：日本食品工業工学会誌、41,741(1994)