



亜塩素酸水を用いた生野菜の殺菌効果の検証について



2016年7月号
(2024年10月改訂)

カット野菜の需要増加と外食産業での利用

流通技術の進歩と発達に伴いカット野菜の多様化が進み、その流通量は年々増加の一途をたどっており、料理をしない一人暮らしの方のみならず、一般家庭における需要も増加しています。なお、このカット野菜は簡便で、かつ余り物（ゴミ）が出ないことが好評を得て、鍋物の具材セットのようなキット製品の需要が増加しているようです。しかも、最近では旬な野菜の価格が下がってもカット野菜の需要は減少しないことから、食卓を飾る定番品となり、今後もさらに需要は高まるのではないかとされており、(図1)他にも昨今の外食産業では調理スタッフの削減により、調理工程が減少し、加熱、

盛り付けだけの作業が大半を占め、加工済みのカット野菜は重宝されています。しかし納品先によっては微生物規格を求められ、殺菌処理が必要になるケースも多く、昨今では原料野菜においても、生食用と同様の規格を求められるようになり、有機栽培や有機農法等の有機野菜類の拡大によって野菜類に付着している糞便由来の微生物を殺菌することができる安全な処理方法はますます高まっています。

しかも外食産業へ納品する場合には、納品後の保証期間を求められるケースが多く、10℃～20℃で数日間の微生物規格の遵守を求められることも少なくありません。

<図1>カット野菜の販売個数と販売金額の推移



参照元：「カット野菜の小売販売動向の概要」
独立行政法人農畜産業振興機構

新規食品添加物：亜塩素酸水

亜塩素酸水は平成25年に新規食品添加物として認可を受けた食品添加物：殺菌剤であり、有機物存在下であっても安定した殺菌効果が得られることが特徴であり、強力な酸化力によって、芽胞を形成している納豆菌の殺菌や、エンベロープを持たないウイルス類の消毒に効果があると証明されています。そこで、この亜塩素酸水を用いて生野菜を殺菌する方法について検証することにしました。

ただし、生野菜の加工では次亜塩素酸Na、次亜塩素酸水などが多用されていることからこれらを比較区とし、さらに両剤を併用した場合の効果も検証してみることにしました。(表2)

殺菌液の組成変化について

ORP（酸化還元電位）は酸化作用における電子の受け取りやすさ＝反応性の高さを示す指標であり、各殺菌液の組成を分析しています。(表1)

まず、次亜塩素酸Naと、塩酸でpH5.5に調製したものを次亜塩素酸水とし、同濃度の200ppmと比較したところ、次亜塩素酸Naに比べて次亜塩素酸水

<表1> 殺菌液のみの組成変化（10分後）

| | A | B | C | D | E |
|---------------|-------|--------|-------|--------|--------|
| 次亜塩素酸Na (ppm) | 200 | — | — | — | — |
| 次亜塩素酸水 (ppm) | — | 200 | — | 200 | 200 |
| 亜塩素酸水 (ppm) | — | — | 400 | 184 | 92 |
| ORP (酸化還元電位) | 687 | 1036 | 662 | 986 | 1041 |
| 有効塩素濃度 (ppm)* | 155.2 | 130.62 | 790.7 | 253.61 | 191.46 |

*亜塩素酸水には、亜塩素酸濃度として400mg/L以下で処理すること。という使用制限があります。よって、ヨウ素滴定法で有効塩素濃度を測定し、その値に0.489を乗じた値（亜塩素酸濃度）が400mg/Lを超えていないのかどうか確認してから使用して下さい。但し、亜塩素酸水の殺菌力は酸化力に司られています。よって、遊離残留塩素濃度（酸化力）やORP等の酸化力を測定し、調整した殺菌液の酸化力が目的の酸化力を保持しているのかどうか確認してから使用を開始して下さい。

はORPが高く、反応性が激しいということがわかり、有機物によって塩素濃度が消失しやすいという組成に変化しますが、ORPが高ければ殺菌効果が上昇しますが、有機物との反応も進み（激しくなり）微生物を殺菌する前に有機物と反応してしまい、効果は安定しません。また、次亜塩素酸水と亜塩素酸水の併用区では、その相乗効果によってORPが上昇するということがわかりました。

亜塩素酸水による殺菌効果と増殖抑制効果

ネギに対する殺菌テスト（表3）を実施したところ、次亜塩素酸Na区（①）、次亜塩素酸水区（②）では、次亜塩素酸Na区の方が殺菌効果が高く、亜塩素酸水の推奨処方区（⑤）では、次亜塩素酸Naや次亜塩素酸水よりも強い殺菌効果が得られ、殺菌してから水洗し、その後10℃で48時間保管した後に殺菌損傷を受けた微生物が増殖しないという結果が得られています。これは、亜塩素酸水が有機物存在下で安定であり、かつ分子型殺菌剤であるゆえにDNAや、RNAに損傷を与え、複元を起

こしにくくするからです。（図2）
また、亜塩素酸水と次亜塩素酸水を併用した場合（④）相乗効果を発揮し、亜塩素酸水は200～400ppm使用することで明確な殺菌効果が得られます。なお、今回の検証では野菜を洗わずに殺菌しており、非常に厳しい条件下でテストしています。そこで、本来は事前に水洗や洗浄をしたり、場合によっては殺菌等の前処理を施されていることも多く、実際に使用する際の条件で考えますと、更なる効果が得られるはずだと考えます。

＜表3＞ 試験結果

| | | 原料菌数 一般生菌数 1.4×10 ⁵ 大腸菌群数 1.0×10 ⁵ | | | | | |
|-------|-------|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | |
| 10分浸漬 | 一般生菌数 | 初発 | 6.7×10 ³ | 7.5×10 ³ | 1.1×10 ⁴ | 6.2×10 ³ | 3.0×10 ² |
| | | 48時間後 | 1.0×10 ⁶ | 2.5×10 ⁶ | 9.8×10 ⁵ | 1.8×10 ⁵ | 2.7×10 ³ |
| | 大腸菌群数 | 初発 | 3.4×10 ² | 1.4×10 ³ | 4.6×10 ³ | <300 | <300 |
| | | 48時間後 | 2.3×10 ⁵ | 1.7×10 ⁵ | 2.6×10 ⁵ | 2.4×10 ⁴ | <300 |
| 30分浸漬 | 一般生菌数 | 初発 | 7.1×10 ³ | 1.2×10 ³ | 2.4×10 ³ | 1.3×10 ³ | 1.2×10 ³ |
| | | 48時間後 | 8.7×10 ⁵ | 6.6×10 ⁵ | 9.6×10 ⁵ | 9.2×10 ⁴ | 1.9×10 ³ |
| | 大腸菌群数 | 初発 | 4.6×10 ³ | 3.5×10 ² | 1.7×10 ³ | 7.8×10 ³ | <300 |
| | | 48時間後 | 2.5×10 ⁵ | 3.3×10 ⁵ | 1.3×10 ⁴ | 1.6×10 ³ | <300 |

＜表4＞ ネギ処理時の殺菌液の組成変化

| | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ |
|------|---------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 10分後 | 有効塩素濃度 (ppm)* | 46.20 | 11.90 | 166.23 | 346.59 | 732.17 |
| | pH | 6.76 | 4.50 | 4.55 | 4.63 | 4.97 |
| | ORP | 733 | 688 | 668 | 657 | 627 |
| 30分後 | 有効塩素濃度 (ppm)* | 32.39 | 7.64 | 161.68 | 343.01 | 743.15 |
| | pH | 6.43 | 4.79 | 4.74 | 4.71 | 4.98 |
| | ORP | 640 | 688 | 589 | 631 | 545 |

*亜塩素酸水には、亜塩素酸濃度として400mg/L以下で処理すること。という使用制限があります。よって、ヨウ素滴定法で有効塩素濃度を測定し、その値に0.489を乗じた値（亜塩素酸濃度）が400mg/Lを超えていないかどうか確認してから使用して下さい。但し、亜塩素酸水の殺菌力は酸化力に司られています。よって、遊離残留塩素濃度（酸化力）やORP等の酸化力を測定し、調整した殺菌液の酸化力が目的の酸化力を保持しているのかどうか確認してから使用を開始して下さい。

有機物反応の違い

次亜塩素酸水はスピーディーな殺菌効果が特徴であり、次亜塩素酸Naの1/4程度での使用が推奨されていますが、分解反応が早すぎるために、野菜の浸出液（有機物）が多いものでは目立った殺菌効果が得られず、次亜塩素酸Naよりもやや悪い結果になる場合があります。特にネギ、キュウリなどはスライス回数が多く、処理液に野菜成分等の有機物が多く浸出するため、殺菌前にこの野菜成分（有機物）と次亜塩素酸が反応し、消失してしまいます。

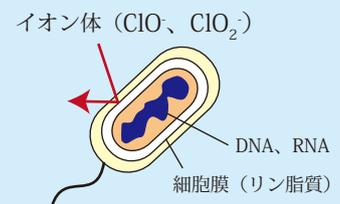
しかし、亜塩素酸水の殺菌効果は緩やかですが有機物に強く、塩素濃度が持続することで細菌に損傷を与えます。しかも、低コンパウンド型の殺菌剤であり、食品（有機物）と接触しても有機塩素化合物を生成しない事が、次亜塩素酸系の殺菌と比べた時のメリットになります。また、これまでの研究から不快なトリハロメタン（カルキ臭）やフェノール類を生成しないことも判明しており、塩素使用後に不快な臭気が残らず、食品の風味を損ねずに殺菌できるというのも特徴だといえます。

処理方法

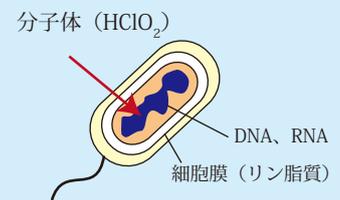
| | | | | | | |
|-----|-----------------------|--------------------|-------------|--------|-----|--|
| 原材料 | 葉ネギ（香川県産） | | | | | |
| ↓ | カット 根をカットし、小口切りにしました。 | | | | | |
| ↓ | 浸漬処理 | 固液比 | 原料：液 | = 1：10 | | |
| ↓ | | 浸漬時間 | A)10分 B)30分 | | | |
| ↓ | | | ① | ② | ③ | |
| ↓ | 次亜塩素酸Na (ppm) | | 200 | — | — | |
| ↓ | 次亜塩素酸水 (ppm) | | — | 50 | 50 | |
| ↓ | ケア・フォー No.15 (ppm) | | — | — | 100 | |
| ↓ | | | ④ | ⑤ | | |
| ↓ | 次亜塩素酸水 (ppm) | | 50 | — | | |
| ↓ | ケア・フォー No.15 (ppm) | | 200 | 400 | | |
| ↓ | ブレイクFW (%) | | — | 0.30 | | |
| ↓ | 水洗 | 流水で1分間水洗 | | | | |
| ↓ | 液切り | ザルで5分間 | | | | |
| ↓ | 保存試験 | 初発、10℃48時間保管後の菌数確認 | | | | |

※亜塩素酸水製剤「ケア・フォー No.15」の濃度は100ppm、200ppm、400ppmと記載していますが、この濃度は亜塩素酸濃度です。しかし、亜塩素酸水の殺菌力は酸化力に司られている為、実際に使用する際には遊離残留塩素濃度（酸化力）やORP（酸化還元電位）等の酸化力を、調整した殺菌液が保持しているかどうかを確認してから使用を開始して下さい。

＜図2＞ 分子型物質とイオン型物質の浸透性



タンパク質損傷させることで、初発菌検査には検出されませんが、すぐ復元します。



亜塩素酸水はDNA、RNAを直接損傷させるので復元されず、有機物存在下でもその効果は安定しています。

ケア・フォー No.15

