

アサマNEWS パートナ

2005-7 No. 107

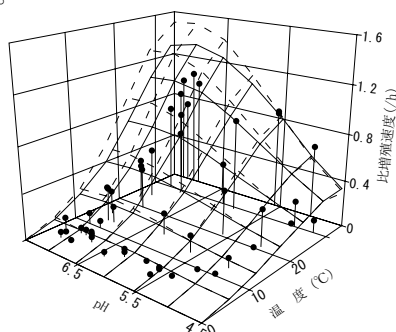
食品衛生ミニ講座

食品加工と微生物 その30 複合効果による微生物制御

条件の組合せで異なる微生物抑制効果

これまで、食品中での微生物の増殖や死滅に温度や食塩濃度、pH、酸素濃度、水分活性、抗菌剤などの要因がどのような影響を及ぼすかについて、要因ごとに述べてきた。実際の食品ではこれらの要因をコントロールして微生物制御が行われているわけであるが、一般には食品中での微生物の増殖や死滅には二つ以上の要因が関係していることが多く、実際の食品加工の際にもこれら複数の要因を組み合わせ、効果的に微生物制御を行っていることが多い。

それではこれらの各要因が相互に微生物に対してどのような影響を与えているかについて、いくつかの例をみてみたい。



実線と破線とは算出モデルが異なる。
黒丸は別の研究グループの結果を示す。

図1 リステリア菌の増殖に対するpHおよび温度の複合効果 (Baranyi)

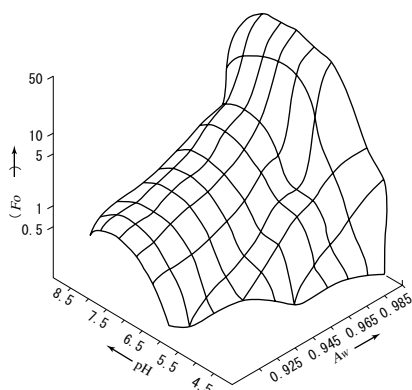


図2 細菌胞子の殺菌値 (F0) に及ぼすpHと水分活性 (Aw) の複合効果 (Bean)

図1はリステリア菌の増殖と、pH、温度の複合的な影響を示したものである。微生物の増殖は温度が高いほど速やかであることはよく知られているが、この図からは、たとえば、それがpH5の時と6の時では大きく異なることが分かる。また、この図をある高さ（たとえば0.4）で水平に切ったときの切断面の周辺部は、抑制効果が同じことを意味するので、pH6.5～7.5で15℃の貯蔵効果は、pH5～5.5では20℃に相当することになる。

細菌胞子の死滅時間もpHや水分活性の組合せによって大きく異なる。図2は胞子の殺菌値 (F0、分) に及ぼすpHおよび水分活性の影響をみたものである。胞子の耐熱性はpH7以上で、また水分活性0.985以上で著しく強いことが分かる。したがって酸性で水分活性の低い食品中の胞子は加熱殺菌により死にやすいが、水分活性の高い中性食品中の胞子は死ににくい。食品の殺菌条件の設定にあたっては、食品の性状も十分考慮する必要がある。

微生物制御のハードル理論

食品中の微生物の生残や増殖は、上にも述べたように、食品の各種条件により大きく影響される。そのときにどのような要因が重要であるかは食品の種類によってある程度決まってくるので、食品中の微生物を殺滅したり、その増殖を抑制するためには、これらの条件のうち主要なものをコントロールすればよいわけである。このことをハードル理論と呼ばれる考え方で説明しよう。

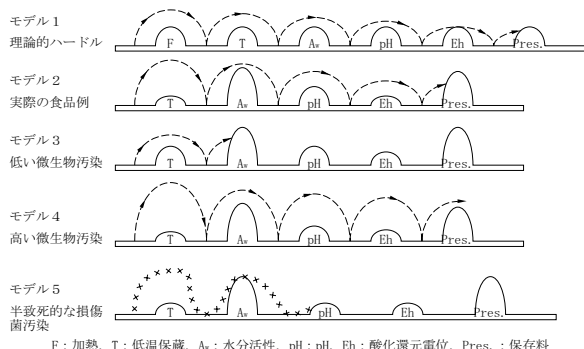


図3 ハードル効果のモデル図 (Leistner)

ハードル理論とは、これらの各種要因を一つずつのハードルにたとえ、加工工程において微生物がこれらのハードルを最終的に飛び越えないように、いくつかの物理的および化学的技術を適切に組み合わせることにより、微生物を効果的に抑制できるという考え方である。これは主に食肉製品について考えられたものであり図3にいくつかの例を示す。実際には2つ以上の要因が組み合わせられ、相乗効果があらわれることが多いので、そのよう

な(1+1=3のような)表現にするのが分かりやすいが、図式化が難しいので、ここでも原著の通り各要因を並列的に扱った図を示すこととした。この例では、ハードルとして加熱、冷却、水分活性、pH、Ehおよび保存料が示されている。高いハードルは微生物制御の主要因であることを、また低いハードルは補助的要因であることを示している。

モデル1は6つのハードルが同じ強さである理想的な製品を示している。

モデル2は主なハードルが水分活性と保存料で、補助的ハードルが低温、pHおよびEhであるような食品の例で、非加熱ハムのような食品では通常これら5つのハードルによって微生物制御が可能である。

モデル3は、無菌包装ハムのように微生物の初期汚染が少ない場合の例で、低温と水分活性という二つのハードルだけで品質確保ができる。

モデル4は逆に、非衛生的な取り扱いのために初期汚染が多い場合の例で、このような製品ではこれらのハードルを並べても腐敗・食中毒を抑制できない。

モデル5は、加熱などによって非致死の損傷菌(半死に状態の菌)が生き残った場合で、このような例では、比較的低いいくつかのハードルで抑制できる。

食品の殺菌には加熱が最も一般的であるが、胞子を含めた細菌を実用上ほぼ完全に殺すには120℃数分以上の加熱が必要であり、一方食品の品質は100℃以上の温度では著しく損なわれる。そのため加熱殺菌食品においてはゆるい加熱での微生物制御が望まれる。また最近の消費者の嗜好は、ソフト化や低塩化に向いている。ソフト化は水分を多くすること、低塩化は食塩を減らすことで、いずれも微生物制御効果を緩和することを意味する。そのままでは従来と同等の品質保持効果は保障されないで、別の手段でそれを補う必要が生じる。味やテクスチャーを生かすために加熱や乾燥、塩分を低減して、そのかわりに貯蔵温度をより低くしたり、有機酸を用いてpHを下げるというような工夫が必要となる。ハードル理論はこのようにいくつかの方法を相補的に組み合わせた場合の微生物抑制効果を考えるのに適した理論である。

ヨーロッパではハム・ソーセージなどの低温加熱または無加熱食品に対して注目されており、また冷蔵庫が普及していない発展途上国での野菜や果物、魚介類、乳製品などの保存にも応用が試みられている。

微生物制御のバランス理論

食品中の微生物制御は、バランス理論によっても説明される。この考え方は、上に述べた加熱、水分活性、pHおよびEhなどのハードルの微生物抑制力を分銅にとえ、

食品の微生物学的安定性

微生物抑制要因

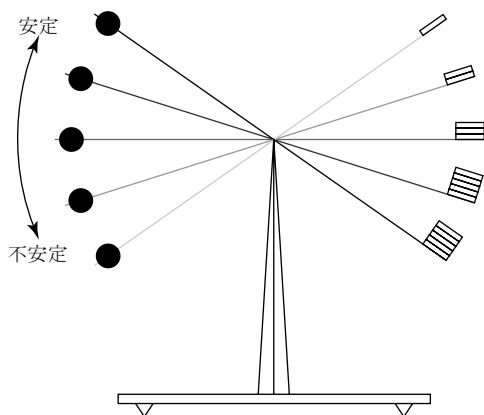


図4 バランスによる微生物抑制力の増強効果(倉田ら)

食品の微生物学的安定性を説明するものである(図4)。個々の分銅は軽くてもこれらを組み合わせることにより、微生物に対する抑制力を発揮することができる。また図1の例では、pH 6.5~7.5で15℃の貯蔵効果は、pH 5~5.5では20℃に相当したが、これはpHの分銅を重くする代わりに温度の分銅を軽くしても、微生物学的安定性は釣り合っているという風にみることができる。味やテクスチャーをマイルドにするために加熱や乾燥、塩分を低減した食品では、それらと同等の微生物制御効果を何らかの手段で考える必要があるが、このモデルではそれらが分かりやすく理解されよう。

重ね合わせ評価法による微生物制御

食品中ではそこに存在する微生物のうち、食品のpHや水分活性、食塩濃度、酸化還元電位、貯蔵温度などの条件が適したものだけが増殖するので、食品および危害微生物のそれぞれについて、それらの条件を比べあわせることにより、そこで起こりうる危害をある程度予測することができる。図5は食品および微生物について、pHと水分活性に基づいて作成した類別表である。このうち微生物の類別表は、各微生物の最低pH・水分活性を示したものであるので、増殖可能領域は微生物名が記された枠から左上方のすべての範囲ということになる。例えば、腸炎ビブリオは点線で囲んだすべての枠内で増殖可能であり、ブドウ球菌は波線内領域で増殖可能である。したがってこれら2枚の類別表を重ね合わせると、食品の特性面からどのような微生物危害が予測できるか、またそれぞれの食品中で増殖可能な腐敗・食中毒微生物の予測ができる。また微生物の増殖を抑制するためにどの程度までpHや水分活性をコントロールすればよいか、その際、pHと水分活性の要因のうち、いずれを調整するのがコントロールしやすい(食品成分を増殖範囲外に出しやすい)かというようなことが分かる。この考え方はさらに第3の因子(例えば温度)を組合せることで、多次元での解析や微生物制御にも応用できる。

微生物の類別表		増殖の下限水分活性				
		1.00~0.95	0.95~0.91	0.91~0.87	0.87~0.80	<0.80
増殖の 下限 pH	>6.5					
	6.5~5.3	Alcaligenes Aeromonas		M.luteus M.reneus		
	5.3~4.5	Cl.perfringens Leuconostoc	B.cereus Cl.botulinum V.parahaemolyticus			Walleria
	4.5~3.7	E.coli K.pneumoniae P.aeruginosa	Salmonella L.plantarum	B.subtilis	Staph.aureus	
	<3.7	Pedococcus Candida	Sac.cerevisiae Rhodotorula	Aspergillus Asp.fumigatus	Sac.rouxii Asp.flavus Pen.expansum	
食品の類別表		水分活性				
		1.00~0.95	0.95~0.91	0.91~0.87	0.87~0.80	<0.80
pH	>6.5	魚介類、かまぼこ、牛乳、はんぺん、鶏卵				脱脂粉乳
	6.5~5.3	食肉、チーズ、パン	塩漬肉、焼菓子	ハム、ソーセージ	コンデンスミルク	はちみつ、ヌードル、クラスト
	5.3~4.5	ナチュラルチーズ、トマト、漬物			サラミソーセージ、味噌	バルメザンチーズ
	4.5~3.7	ヨーグルト、果汁		ビクルス	マーマレード、ジャム、乾燥果実	
	<3.7	酢、レモン			ゼリー	

図5 食品および微生物の類別表による「重ね合わせ評価法」の模式図(倉田ら)

(東京海洋大学海洋科学部 藤井建夫)

有害食品微生物制御のための最新動向

その9 殺菌剤使用の傾向（I）

その8では殺菌剤の作用特性についての知見をまとめたのだが、今回は食品をはじめ環境、医療などへの利用についてまとめることとし、先づ農産物への適用についての結果をまとめた。ここに取りあげた報文ではすべて殺菌剤の有効性を示しているとは限らず、条件によっては洗浄効果と大差のない例も見出される。一般に食材自体への殺菌剤の利用は、目標とする有害微生物を死滅、除去するのが目的であるが、処理後の残留、品質劣化の恐れのあることに十分注意しなければならない。現在実用されている殺菌剤は利用後速かに消失するものが大部分である。

1. 野菜類への利用

野菜類への利用にあたっては、生食するものへの適用が主体であって、通常洗浄により土壌など塵埃、異物と共に付着する微生物を排除するのが常法である。

従来食品衛生上の指標菌としては、大腸菌群が主体で

表 1 野菜類に対する殺菌剤の利用

殺菌剤など	対象野菜	対象微生物	著者
塩素 ガス状酢酸	トマト 緑豆種子	<i>Aero. hydrophila</i> <i>Sal. typhimurium</i> <i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i> <i>E. coli</i> O157:H7 <i>Salmonella</i> 一般細菌	Velazquez et al (1998) ¹⁾ Delaquis et al (1999) ²⁾
塩素、酸性亜塩素酸 ナトリウム	アスパラガス メロン	<i>Salmonella</i> 一般細菌	Park and Beuchat (1999) ³⁾
塩素、界面活性剤、乳 酸	レタス	<i>Yer. enterocolitica</i>	Escudero et al (1999) ⁴⁾
塩素	レタス	<i>E. coli</i> O157:H7	Takeuchi and Frank (2000) ⁵⁾
塩素、酢酸	パセリ	<i>Shigella sonnei</i>	Wu et al (2000) ⁶⁾
塩素、加温	レタス	<i>E. coli</i> O157:H7	Li et al (2001) ⁷⁾
塩素、電解水	レタス	<i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i>	Park et al (2001) ⁸⁾
塩素、二酸化塩素	馬鈴薯	<i>Erwinia</i>	Tsai et al (2001) ⁹⁾
塩素	アルファルファ種子	真菌など	Soylemez et al (2001) ¹⁰⁾
塩素	レタス	<i>E. coli</i> O157:H7	Takeuchi and Frank (2001) ¹¹⁾
塩素	アルファルファ種子	<i>Salmonella</i> sp <i>E. coli</i> O157:H7	Beuchat et al (2001) ¹²⁾
亜塩素酸、次亜塩素 酸ナトリウム、乳酸 Cetylpyridinium chloride	緑豆 レタス	中温性細菌 <i>Salmonella</i> <i>Listeria</i>	Lee et al (2002) ¹³⁾
オゾン水、加熱 過酸化水素、乳酸、 加熱	アルファルファ種子 レタス	<i>Sal. typhimurium</i> , <i>E. coli</i> <i>E. coli</i> O157:H7 <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Sal. enteritidis</i> , <i>List. monocytogenes</i>	Yang et al (2002) ¹⁴⁾ Sharma et al (2002) ¹⁵⁾ Lin et al (2002) ¹⁶⁾
過酸化水素、加熱 オゾンガス	レタス グリーンペッパー	一般細菌 <i>E. coli</i> O157:H7	McWatters et al (2002) ¹⁷⁾
塩素	レタス	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>L. monocytogenes</i>	Han et al (2002) ¹⁸⁾
酢酸、食酢、過酢酸、 次亜塩素酸ナトリ ウム、ジクロールシ アヌール酸ナトリ ウム	レタス	好気性中温細菌、かび、酵母、 <i>E. coli</i> , Coliform	Delaquis et al (2002) ¹⁹⁾ Nascimento et al (2003) ²⁰⁾
塩素、オゾン	レタス	一般微生物	Garcia et al (2003) ²¹⁾
塩素、炭酸ナトリウ ム、リン酸ナトリウ ム	アルファルファ種子	<i>E. coli</i> O157:H7	Pandurangi et al (2003) ²²⁾
過酸化水素、酢酸 電解水	レタス	<i>E. coli</i> O157:H7, <i>Sal. typhimurium</i> , <i>L. monocytogenes</i>	Yang et al (2003) ²³⁾
電解水、フマル酸 電解水	カイワレ大根 ミツバ キャベツ 野菜	一般細菌 一般細菌、大腸菌 <i>B. cereus</i> , <i>B. thuringensis</i>	西村ら (2001) ²⁴⁾ Achiwa et al (2003, 2004) ²⁵⁾ Beuchat et al (2004) ²⁶⁾
塩素、二酸化塩素な ど	果物 キュウリ	好気性中温菌、大腸菌群、カビ	Koseki et al (2004) ²⁷⁾
電解水、オゾン、次亜 塩素酸ナトリウム	イチゴ アルファルファ種子	<i>Sal. enteritidis</i> <i>E. coli</i> O157:H7	Stan and Daeschel (2003) ²⁸⁾ Bari et al (2003) ²⁹⁾
電解酸性水	アルファルファ		
電解水、ガンマ線乾 熱	ラディッシュ 緑豆種子 アルファルファ種子	<i>Salmonella</i> sp, <i>Coliform</i> <i>L. monocytogenes</i>	
塩素、オゾン	レタス	<i>L. monocytogenes</i>	Raikowski and Rice (2004) ³⁰⁾
塩素、洗剤	レタス	<i>L. monocytogenes</i>	Burnett et al (2004) ³¹⁾
塩素、過酢酸	レタス	<i>E. coli</i> O157:H7	Beuchat et al (2004) ³²⁾
塩素	パセリ	<i>Salmonella</i> <i>L. monocytogenes</i> <i>E. coli</i> O157:H7	Lang et al (2004) ³³⁾
塩素、乳酸	トマト レタス	<i>Sal. typhimurium</i> <i>E. coli</i> O157:H7	Ibarrá-sánchez et al (2004) ³⁴⁾
二酸化塩素ガス	レタス	<i>Listeria</i> <i>Sal. typhimurium</i>	Lee et al (2004) ³⁵⁾
塩素 過酸化水素 過酢酸	レタス キャベツなど	<i>E. coli</i> virus coliphage	Allwood et al (2004) ³⁶⁾

あったが、近年の *E. coli* O157 : H7 をはじめとする食中毒事件の発生が目され、*Salmonella*、*Listeria* などの食中毒細菌、ウイルスを目標として取扱われるようになった。

表1は野菜類に対する殺菌剤の適用例をまとめたものであって、使用殺菌剤、対象とする野菜類、供試した微生物についてまとめたものである。使用殺菌剤としては、塩素系と酸素系のものに大別することができる。前者について塩素と記載したものは次亜塩素酸ナトリウムとこの外二酸化塩素、亜塩素酸ナトリウム（これは米国FDA/USDAで殺菌剤として許可されている）、電解水であり、補助剤として、乳酸、酢酸、フマル酸、界面活性剤、炭酸ソーダ、リン酸ソーダが用いられている。ときに適用温度を室温より上昇して利用されている例もある。

酸素系殺菌剤としてはオゾン、過酸化水素、過酢酸があり、ガス状酢酸、cetyl pyridinium chloride、酢酸が単独ないし併用されている。

対象としている野菜類としては、レタス、パセリ、馬鈴薯、ペッパー、キャベツ、ミツバ、トマト、カイワレ大根があるが、レタスが最も多い。この外緑豆、アルファルファ種子があげられる。目標とする微生物は一般微生物、大腸菌をはじめ、*E. coli* O157 : H7、*Salmonella*、*Listeria* であり、特殊な例としては *Aeromonas*、*Yersinia*、*Shigella*、*Erwinia*、真菌、*Bacillus* をあげることができる。

次に2、3の適用例を示すこととする。

表 2 レタス表面汚染微生物に対する作用²⁰⁾

処理	菌数低下 (logCFU/g)		
	中温性好気性菌	かび酵母	全大腸菌群
対照 (初発) *	6.94	5.62	3.25
水	0.78	0.87	0.82
酢酸 2 %	3.37	>3.53	>2.25
〃 4 %	3.91	>3.58	>2.25
過酢酸 80ppm	1.85	2.32	1.44
ジクロールシアン酸ナトリウム 200ppm	3.21	>3.08	>1.95
次亜塩素酸ナトリウム 200ppm	2.63	2.75	>1.91
食酢 6 %	1.83	2.57	1.58
〃 25 %	2.42	>3.20	>1.99
〃 50 %	2.89	>3.41	>2.21

* 市販レタス10試料の平均汚染菌数 (logCFU/g)
Nascimento et al: J. Food Prot., 66 (9) 1697 (2003) .

表2はレタスについての Nascimento ら (2003)²⁰⁾ の示している結果である。市販レタス10試料にいて、水、酢酸、過酢酸、シアヌール酸ナトリウム、次亜塩素酸ナトリウム、食酢を適用し、好気性中温細菌、かび、酵母、大腸菌群の菌数低下効果を示している。何れの処理によっても2〜3logCFU/gの菌数低下効果のあることがわかる。

Koseki ら (2004)²⁷⁾ はキュウリについて好気性中温細菌、大腸菌群、かびについて、均質化物とふき取りした場合に分けて菌数を測定している。水処理を対照として何れの処理においても表3に示したように1〜2LogCFU/gの低下効果が認められた。

表 3 キュウリに対する効果

処理条件	菌数 (LogCFU/キュウリ)		
	好気性中温細菌	大腸菌群	かび
ホモジネート			
無処理	7.1	4.5	4.6
電解酸性水 pH2.6、32.1ppm 10分	5.7	<2.4	<2.4
オゾン 5.0ppm、10分	6.4	3.0	3.8
NaOCl pH9.3 151ppm 10分	5.9	<2.4	<2.4
水 pH7.0	6.8	4.1	4.4
電解アルカリ水 pH11.3、5分、酸性水 5分	5.0	<2.4	<2.4
Swab (塗布)			
無処理	5.3	3.5	4.0
電解酸性水	3.8	1.7	1.9
NaOCl	3.8	1.9	1.8
オゾン	4.3	1.7	2.4
電解アルカリ水、酸性水	3.3	1.7	1.7
水	5.1	3.2	3.8

2. 果実に対して

米国でリンゴ汁の*E.coli*O157:H7による食中毒事件があったことにより、リンゴを対象として例が多く、メロン、イチゴ、オレンジも対象とされている。目標とする細菌としては*E.coli*O157:H7が主であるが、この外*Salmonella*、*Listeria*を供試している例も見出される。適用している殺菌剤は野菜の場合と同様塩素系の利用が多いが、この外オゾン、過酸化水素もあげられる。(表4)。

表4 果実に対する殺菌剤の利用

殺菌剤など	対象果実	対象微生物	著者
気相過酸化水素塩素	干しブルーベリー リンゴ、トマト、レタス	一般微生物 サルモネラ、大腸菌、リステリア、 かび、酵母、好気性中温細菌	Simmons et al (1997) ³⁷⁾ Beuchat et al (1998) ³⁸⁾
塩素、過酸化水素	リンゴ	<i>Sal.chester</i>	Liào and Sapers (2000) ³⁹⁾
塩素、二酸化塩素、過酢酸	リンゴ	<i>E.coli</i> O157:H7	Wisniewsky et al (2000) ⁴⁰⁾
塩素、過酢酸、過酸化水素、ドデシルベンゼンスルホン酸、i-プロパノール	オレンジ	<i>E.coli</i>	Pao et al (2000) ⁴¹⁾
過酸化水素	リンゴ	<i>E.coli</i>	Sapers et al (2000) ⁴²⁾
塩素、加熱	リンゴ汁	<i>E.coli</i> O157:H7	Folsom and Frank (2000) ⁴³⁾
塩素、過酸化水素	イチゴ	病原菌	Yu et al (2001) ⁴⁴⁾
塩素、過酸化水素	メロン	<i>Sal.starey</i>	Ukuku et al (2001) ⁴⁵⁾
塩素、過酸化水素、洗滌剤、リン酸	メロン	一般微生物	Saper et al (2001) ⁴⁶⁾
オゾン	リンゴ	<i>E.coli</i> O157:H7	Achen and Yousef (2001) ⁴⁷⁾
過酸化水素、乳酸	リンゴ、オレンジ、トマト	<i>E.coli</i> O157:H7, <i>Sal.enteritidis</i> , <i>L.monocytogenes</i>	Venkitanayanan et al (2002) ⁴⁸⁾
過酸化水素、乳酸	リンゴ	病原細菌	McWatters et al (2002) ⁴⁹⁾
常用殺菌剤、洗滌剤	リンゴサイダー工場	<i>E.coli</i> など病原菌	Keller et al (2002) ⁵⁰⁾
塩素、過酸化水素、加温	リンゴ	付着細菌 <i>E.coli</i>	Sapers et al (2002) ⁵¹⁾
塩素	メロン	<i>Sal.enteritidis</i>	Barak et al (2003) ⁵²⁾
ガス状殺菌剤(水酢酸、二酸化塩素、過酸化水素)	リンゴ	病原細菌 <i>E.coli</i>	Sapers et al (2003) ⁵³⁾
過酸化水素	リンゴ	<i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i> など	Sapers and Sites (2003) ⁵⁴⁾
塩素、食酢	リンゴ	<i>Sal.enteritidis</i>	Parnell and Harris (2003) ⁵⁵⁾
過酸化水素、加温	メロン	<i>Salmonella</i>	Ukuku et al (2004) ⁵⁶⁾
塩素		一般ミクロフローラ	
塩素、オゾン	リンゴ、イチゴ、レタス、メロン	<i>E.coli</i> O157:H7 <i>L.monocytogene</i>	Rodgers et al (2004) ⁵⁷⁾
二酸化塩素			
過酢酸			
塩素、銅イオン音波	サイダー	病原菌	Rodgers and Ryser (2004) ⁵⁸⁾
塩素、過酸化水素	メロン	一般微生物 <i>Salmonella</i>	Ukuku et al (2004) ⁵⁹⁾

表5 リンゴ上の*E.coli*O157:H7に対するH₂O₂洗滌効果

菌株*	菌数低下 (logCFU/g)			
	1 %H ₂ O ₂ , 20°C	1 %H ₂ O ₂ , 40°C	200ppmCl ₂ , 20°C	5 %H ₂ O ₂ , 60°C
SEA13B88	2.14	2.26	1.50	2.30
C7927	1.82	2.00	1.65	2.48
oklahoma	2.7	2.51	2.19	2.93
cocktail	2.52	3.19	2.42	3.43
3 cider strain cocktail	2.32	2.50	2.95	2.74

* 初発菌数：4.43～5.67logCFU/g
60°Cで2分、他は15分処理

G.M.Sapers & J.E.Sites: J.Food Sci 68 (5) 1793 (2003)⁵⁴⁾

表5はリンゴ上の*E.coli*O157:H7に対するH₂O₂洗滌効果を示しており、おおよそ2～3LogCFU/gの菌数低下が認められる。⁵⁴⁾

特殊な例として酢酸の加圧蒸気、二酸化塩素ガスを用いた例もある。表6は後者のリンゴについての*E.coli*菌数

低下効果を示している。しかし条件によって暗色化の恐れが見出されている。

表6 二酸化塩素ガスによるリンゴに対する効果
(*E.coli* A T C C25922)

処理条件	菌数低下	Lenticel darkening
二酸化塩素(mg) 時間(h) 温度(°C)	logCFU/g	
7.5 3 20	3.24	僅少
3 4 4	4.42	"
20 20	4.91	中程度
20 4	5.00	"
7.5 3 4	1.86	僅少
7.5 20 4	2.65	"
15 20 4	3.85	"
30 20 4	3.86	"

G.M.Sapers et al: J.Food Sci 68 (3) 1003 (2003)⁵³⁾

(大阪大学名誉教授 芝崎 勲)

引用文献

- 1) L.D.C.Velazquez et al: JFP 61 (4) 414 (1998)
- 2) P.J.Delaquis et al: JFP 62 (8) 953 (1999)
- 3) C.M.Park and L.R.Beuchat: Dairy Food and Environmental Sanitation 19 (12) 842 (1999)
- 4) M.E.Escudero et al: JFP 62 (6) 665 (1999)
- 5) K.Takeuchi & J.F.Frank: JFP 63 (4) 434 (2000)
- 6) F.M.Wu et al: JFP 63 (5) 568 (2000)
- 7) Y.Li et al: JFP 64 (3) 305 (2001)
- 8) C-M Park et al: J. Food Sci (JFS) 66 (9) 1368 (2001)
- 9) L-S Tsai et al: JFS 66 (3) 472 (2001)
- 10) G.Soylmez et al: JFS 66 (1) 153 (2001)
- 11) K.Takeuchi & J.F.Frank: JFP 64 (2) 147 (2001)
- 12) L.R.Beuchat et al: JFP 64 (2) 152 (2001)
- 13) S-Y Lee et al: JFP 65 (7) 1088 (2002)
- 14) H.Yang et al: JFS 68 (3) 1008 (2002)
- 15) R.R.Sharma et al: JFP 65 (3) 447 (2002)
- 16) C-M Lin et al: JFP 65 (8) 1215 (2002)
- 17) K.H.McWatters et al: JFP 65 (8) 1221 (2002)
- 18) Y.Han et al: JFS 67 (3) 1188 (2002)
- 19) P.Deluguis et al: JFP 65 (3) 459 (2002)
- 20) M.S.Nascimento et al: JFP 66 (9) 1697 (2003)
- 21) A.Garcia et al: JFS 68 (9) 2747 (2003)
- 22) S.Pandurangi et al: JFS 68 (2) 613 (2003)
- 23) H.Yang et al: JFS 68 (3) 1013 (2003)
- 24) 西村ら: 日食雑誌 18 (1) 1 (2001)
- 25) N.Achiwa et al: J.Food Preservation Sci 29 (4) 203, (6) 341 (2003), ibid 30 (2) 69 (2004)
- 26) L.R.Beuchat et al: JFP 67 (8) 1702 (2004)
- 27) S.Koseki et al: JFP 67 (6) 1247 (2004)
- 28) S.D.Stan & M.A.Daeschel: JFP 66 (1) 2017 (2003)
- 29) M.L.Bari et al: JFP 66 (5) 767 (2003)
- 30) K.T.Raikowski & E.W.Rice: JFP 67 (4) 813 (2004)
- 31) A.B.Burnett et al: JFP 67 (4) 742 (2004)
- 32) L.R.Beuchat et al: JFP 67 (6) 1238 (2004)
- 33) M.M.Lang et al: JFP 67 (6) 1092 (2004)
- 34) L.S.Ibarra-Sanchez et al: JFP 67 (7) 1353 (2004)
- 35) S-Y Lee et al: JFP 67 (7) 1371 (2004)
- 36) P.B.Allwood et al: JFP 67 (7) 1451 (2004)
- 37) G.F.Simmons et al: JFP 60 (2) 188 (1997)
- 38) L.R.Beuchat et al: JFP 61 (10) 1305 (1998)
- 39) C-H Liao & G.M.Sapers: JFP 63 (7) 876 (2000)
- 40) M.A.Wisniewsky et al: JFP 63 (6) 703 (2000)
- 41) S.Pao et al: JFP 63 (7) 961 (2000)
- 42) G.M.Sapers et al: JFS 65 (3) 529 (2000)
- 43) J.P.Folsom & J.F.Frank: JFP 63 (8) 1021 (2000)
- 44) K.Yu et al: JFP 64 (9) 1334 (2001)
- 45) D.O.Ukuku et al: JFP 64 (9) 1286 (2001)
- 46) G.M.Sapers et al: JFS 66 (2) 345 (2001)
- 47) M.Achen & A.E.Yousef: JFS 66 (9) 1380 (2001)
- 48) K.S.Venkitanayanan et al: JFP 65 (1) 100 (2002)
- 49) L.H.McWatters et al: JFP 65 (1) 10 (2002)
- 50) S.E.Keller et al: JFP 65 (6) 911 (2002)
- 51) G.M.Sapers et al: JFS 67 (5) 1886 (2002)
- 52) J.D.Barak et al: JFP 66 (10) 1805 (2003)
- 53) G.M.Sapers et al: JFS 68 (3) 1003 (2003)
- 54) G.M.Sapers & J.E.Sites: JFS 68 (5) 1793 (2003)
- 55) T.L.Parnell and L.J.Harris: JFP 66 (5) 741 (2003)
- 56) D.O.Ukuku et al: JFP 67 (3) 432 (2004)
- 57) S.L.Rodgers et al: JFP 67 (4) 721 (2004)
- 58) S.L.Rodgers and E.T.Ryser: JFP 67 (4) 766 (2004)
- 59) D.U.Ukuku & W.F.Fett: JFP 67 (5) 999 (2004)

アサマ化成株式会社

E-mail: asm@asama-chemical.co.jp
http://www.asama-chemical.co.jp

・本社／〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-3 TEL (03) 3661-6282 FAX (03) 3661-6285
 ・大阪営業所／〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06) 6305-2854 FAX (06) 6305-2889
 ・東京アサマ化成／〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5 TEL (03) 3666-5841 FAX (03) 3667-6854
 ・中部アサマ化成／〒453-0063 名古屋市中村区東宿町2-28-1 TEL (052) 413-4020 FAX (052) 419-2830
 ・九州アサマ化成／〒811-1311 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092) 582-5295 FAX (092) 582-5304
 ・桜陽化成／〒006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011) 683-5052 FAX (011) 694-3061