

# アサマNEWS

# レポート

2005-1 No. 104

## 食品衛生 講座

### 食品加工と微生物 その27 ガス置換包装による微生物制御

#### 刺身の缶詰を作りたい

今年も大学受験シーズンが近づいてきたが、最近では、自分の興味よりも偏差値で志望校を選ぶ傾向が強くなり、どこの大学も、志望動機が明確で創造性を秘めた学生の選別に苦勞しているようである。そのために従来型の学科試験だけでなく、小論文や面接を課すような入試パターンも増えてきた。もっとも受験生の方でもそれに備えた特訓を受けるので、いたちごっこの感はないが、

私の大学でも入試の一部に小論文を取り入れているが、ときにおもしろい答案に出会うことがある。今回のテーマの関係で思い出したわけであるが（『知的好奇心』という本の一部を読ませた後）「これから水産や食品について学ぶ上で、どのような内発的な動機を持っているか」という問に対して、「刺身の缶詰を作りたい」という意味の答案を見かけたことがある。どこでも刺身が食べられたらいいのというわけである。考え方に獨創性を感じられるので、おそらくこの答案は高得点を得たであろう。それはともかく、刺身の缶詰は可能であろうか。

缶詰は加熱殺菌を行う。その際、魚のタンパク質は変性してしまうので、刺身は刺身でなくなってしまう。菌と魚の自己消化酵素だけを失活させる方法があればよいわけであるが、残念ながら今のところそのような方法はない。しかし、缶詰のように長期保存は無理にしても、1、2日しか持たない刺身を2~4日程度持たせるのであれば可能な方法がある。ガス置換包装(modified atmosphere packaging, MAP貯蔵)と呼ばれる方法がそれである。

#### ガス置換包装の背景

近年、消費者は加工食品に対して低塩、ソフト化、無添加のものを求める傾向が強くなり、これまで以上にシェルフライフの延長が求められている。塩辛や珍味類なども従来は常温流通が常識であったが、低塩分、高水分化にともない、塩や乾燥だけで保存性を持たすことが出来ず、水分活性やpHの調整、保存料の添加、低温貯蔵の併用などにより品質保持をするものが多くなりつつあるが、十分ではない。

また、核家族化や食生活の簡便化などの風潮のもとで、少しずつ小出しで使える包装食品が一般化しつつあり、さらに、PL法(製造物責任法)との関係で、製造者自身が流通後の製品についても管理責任を生じることになるため、流通過程での汚染や異物混入の心配のない方法が求められ、鮮魚なども切り身の状態で包装してから流通されるものが一層増えている。

ここで取りあげるガス置換包装は、食品を酸素透過性の低いポリ袋などに入れ、包装内の空気を炭酸ガスや窒素ガスのような安全なガスで置き換え、密封して食品を貯蔵する方法である。従来に比べ格段の貯蔵性の向上が期待できる方法であり、わが国でもかなり古くから、練り製品の腐敗防止やマグロやハマチなどの肉色の保持などが検討されてきたが、最近また上記のような問題の解決に適した方法として注目されているものである。すでにわが国やヨーロッパ諸国でも徐々に実用化が進んでいる。

#### 微生物の増殖とガス組成

微生物は、酸素があるときのみ増殖できる好気性菌、酸素があってもなくても増殖できる通性嫌気性菌、酸素

はかえって有害で、酸素の存在しない条件下でのみ増殖できる嫌気性菌の3つに大別できる。

畜肉や鮮魚の腐敗は主にシュードモナスなどのグラム陰性菌によって起こる。これらの多くは好気性菌であり、酸素濃度が低くなるにつれ増殖が抑制されるが、これらは図1のように、酸素が1%になっても増殖はあまり影響を受けず、0.1%でも増殖速度は低下するものの増殖できる。したがって食品から酸素を除くだけで腐敗を防止することは事実上不可能である。そこで細菌の増殖を抑えるために炭酸ガスが用いられる。

微生物に対する炭酸ガスの影響は菌の種類によって異

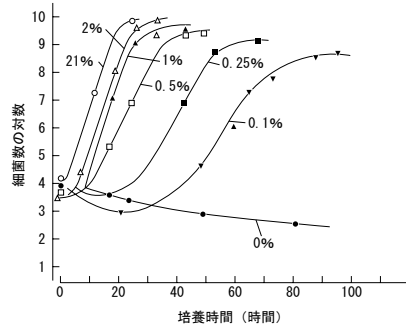


図1 好気性細菌(Pseudomonas)の増殖と気相の酸素濃度

なるが、一般にカビが最も弱く、グラム陰性細菌、グラム陽性細菌、酵母、乳酸菌の順に抵抗性が大きくなるといわれている。腐敗細菌の多くが抑制され、乳酸菌が増殖する傾向は食品貯蔵の上で好都合である。

#### 真空包装とガス置換包装では貯蔵効果が違う

真空包装や脱酸素剤封入包装は食品を入れた袋内の空気(酸素)を脱気または化学反応で除くだけであるが、ガス置換包装は脱気してから炭酸ガスなどを封入する点が異なる。それでは脱酸素剤封入や真空包装とガス置換包装では、食品の貯蔵性はどのように異なるのであろうか。

図2、図3は、アジの開き干し、はんぺんについて貯蔵性を比較した結果である。一口にガス置換包装といっても、貯蔵効果は用いるガス組成によって大きく異なるが、この例からも炭酸ガス置換の効果が顕著であることがわかる。窒素ガス置換や脱酸素剤封入は腐敗防止に対してはほとんど効果がないことがわかる。真空包装はここでは調べてないが、窒素ガス置換に近いと思ってよい。最近では広範な食品に脱酸素剤が用いられているが、食

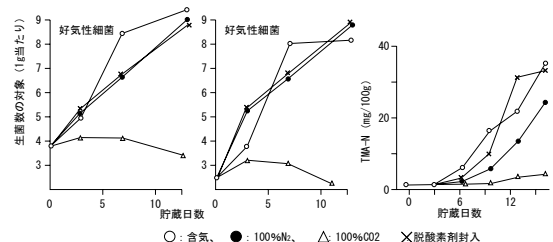


図2 5°C貯蔵中のマアジ開き干しの生菌数とトリメチルアミン量の変化

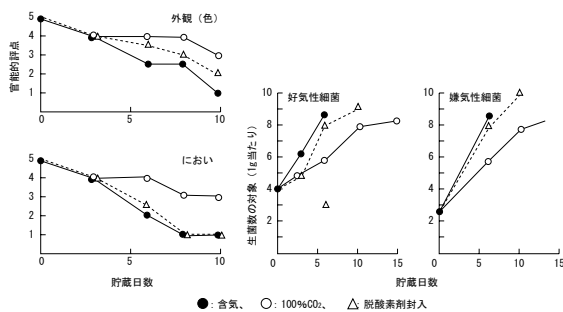


図3 10℃貯蔵中のはんぺんの官能評価と生菌数の変化

品の種類や使用目的にあわせて方法を選ぶことが大切である。脱酸素剤はカステラや餅などのカビ防止、ピーナツやサラミのように脂肪の酸化防止・風味の保持を目的とする場合には効果を発揮する。しかし無意味な使い方をしている場合もよく見かける。脱酸素剤は緩やかな化学反応によって酸素を吸収するものであり、袋内の酸素がほぼなくなってしまうまでには、25℃でも半日から1日以上かかってしまい、低温ではさらに時間がかかる。低温反応性のガス置換剤もあるが、低温流通され賞味期限も短い日配食品や総菜類などに用いてもあまり効果は期待できないであろう。表1に脱酸素剤とガス置換包装の特徴を比較しておく。

表1 脱酸素剤封入およびガス置換包装による貯蔵効果等の比較

	脱酸素剤封入	ガス置換包装
簡便性	簡便	ガス置換包装機が必要
低温の効果	低温では反応(ガス吸収・発生)が遅く、効果小	低温ほどガスの溶解性大(低温のメリット)
微生物の増殖抑制	糸状菌に効果あり、細菌に対しては効果小	CO <sub>2</sub> で効果大(とくに糸状菌、好気性菌に効果あり)、N <sub>2</sub> では小
脂質酸化の抑制	効果あり	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> とも効果あり
肉食変化の抑制	低温では効果小	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> とも効果あり
生鮮度低下の抑制	効果なし	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> とも効果なし
その他	—	高濃度CO <sub>2</sub> は渋味をもたらす

低温増殖の食中毒菌にも効果を発揮

ガス置換包装は一種の嫌気包装であるので、酸素のない条件下でよく増殖できる嫌気性の食中毒菌(ボツリヌス菌やウエルシュ菌)に対する注意が必要である。これらは低温下では増殖できず(ボツリヌスE型菌は3.3℃で増殖可能であるが長時間を要す)、万一温度管理を間違えた場合にも腐敗が先行するといわれており、また炭酸ガスはこれらの栄養細胞の増殖も抑制することが知られているが、この点については今後慎重に検討する必要がある。

食中毒菌の中には0℃近くの低温でも増殖できるものがあるので、冷蔵庫でも食中毒の心配はある。図4はリスティア、エロモナス、エルシニアに対するガス置換包装の効果をみたものである。いずれの菌も2~5℃で真空包装では増殖するが、炭酸ガス包装では抑制効果が見られる。

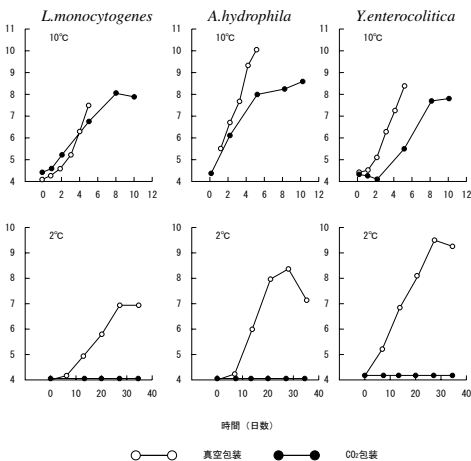


図4 Listeria monocytogenes, Aeromonas hydrophila および Yersinia enterocolitica を植菌した牛肉を真空包装とCO<sub>2</sub>包装(100%)後、低温貯蔵した場合における各菌の増殖。

ガス置換包装の特徴

ガス置換包装は包装材料やガス置換機を必要とし、ガス充填の手間がかかるが、利点をまとめておくと、(1)微生物の増殖、油脂の酸化、肉色の退色を同時に抑制できること、(2)従来に比べ同一温度で2倍近くシェルフライフの延長ができるため、輸送範囲の拡大や商品ロスの低減ができること、(3)鮮魚が二次汚染の心配なく切身の状態でも流通でき、輸送経費が軽減できること、(4)スライスサーモンやハムでは、真空包装のように密着しないので、はがれやすいこと。(5)既存の低温流通網が利用でき、ガス置換包装機以外には特別な設備投資を必要としないこと、(6)従来の凍結やスーパーチリングより高い温度での冷蔵で代替できるので、冷却経費が軽減できること、等が挙げられる。

水産物のガス置換貯蔵は、上に述べたように、かなり古くから検討されており、当時は種々の制約のために普及するには至らなかったが、最近、わが国のほか、イギリス、フランス、デンマーク、スウェーデン等においても徐々に実用化が進みつつある。このような実用化が可能になった背景には、(1)ガスバリアー性や密着性、物理的強度の優れた包装材料が開発されたこと、(2)ガス置換包装機の性能が向上したこと、(3)宅配便を含めた低温流通網が完備普及したこと、などが挙げられ、今後有望な貯蔵手段として食品の保存・流通に貢献するであろう。

(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6 バクテリオシン(3)

ナイシンについては拙著：食品殺菌工学、光琳全書24(1967)に初めて取り上げたが、その後新・食品殺菌工学(1983)、増補改訂新・食品殺菌工学(1998)にも引き続きその後の情報を追加してきた。一方本誌では1996.9 No.54、1998.9 No.66、2003.5 No.94に話題として取り上げた。微生物制御のトピックスとして連載している環境管理技術誌では詳細に知見をまとめた<sup>1)</sup>。

今回はバクテリオシンの最新動向として、その4,その5バクテリオシン(1),(2)に引続いて1998年以降のナイシンに関する知見をまとめることとした。しかし過去の多数の報文の内容を顧みるとき、必ずしも刮目すべき新規なものも極めて少ないといわざるを得ない。

1. ナイシンの抗菌作用特性

ナイシンはバクテリオシンの内では比較的抗菌スペクトルの広い部類に入るが、単独での作用は殆んどグラム陽性細菌に限定されている。併し併用によってグラム陰性細菌にも作用する結果も報告されている。

Jaquette及びBeuchat(1998)<sup>2)</sup>は低温性のエンテロトキシン産性のBacillus cereus 20菌株について発育に対する温度、pH、ナイシンの影響を検討している。これらの菌株の発育最低温度は5℃、8℃であったが、BHI broth(pH 10)中ナイシン10μg/ml添加の場合、8℃では8菌株のうち4株が発育可能であり、15℃ではすべての菌株が発育可能であった。ナイシン50μg/ml、pH 6.57の条件で抵抗性を示す菌株も見出している。これらの結果より低温性B. cereusの阻害のためには少なくともナイシンは10μg/mlを必要とすると共にpH、食品成分を考慮する必要があるとされている。Dielbandhoesingら(1998)<sup>3)</sup>によればナイシンはSaccharomyces cerevisiae に対しては作用しないが、細胞壁を除去するとナイシンが膜に進入して細胞の破壊が起ることを認め、ナイシンに対する保護的な細胞壁成分の役割を同調培養法により検討している。

Carneiroら(1998)<sup>4)</sup>は Campylobacter jejuni, E. coli, Sal. enteritidis, Ps. fluorescens の細胞浮遊液に Trisodium phosphate (TSP) の半致死濃度である0.5~5mM 添加して10分処理すると、ナイシン1μM に対する感受性が著しく上昇することを見出している。表1、2より明らかのように37℃の条件では30分後にTSPの併用により6log cycleの菌数低下効果が認められた。併し4℃では抵抗性が大きくなるし、乾燥細胞も浮遊細胞より抵抗性が大きく、供試菌のうちSal. enteritidisの抵抗性が最も大であった。実験条件下ではStaph. aureusは鶏肉表面でもTSPの添加にかかわらず>99.9%の菌数低下効果があった。グラム陰性細



表1 TSP 処理細胞のナイシン (1  $\mu$ M) 感受性

微生物	Temp. (°C)	TSP (mM)	% Cell Kill	
			-Nisin	+Nisin
<i>C.jejuni</i>	4	0	0	59.9
		0.5	25.9	45.0
		5.0	90.9	95.1
	37	0	0	98.0
		0.5	0	>99.99
		5.0	0	71.8
<i>E.coli</i>	37	0	8.8	98.1
		0.5	0	35.5
		5.0	0	80.7
	25	0	12.9	99.5
		0.5	64.5	>99.99
		5.0	97.5	>99.99
<i>P.fluorescens</i>	37	0	0	42.5
		0.5	0	>99.99
		5.0	0	>99.99

表2 乾燥細胞に対するTSP、ナイシン (30  $\mu$ M) 感受性 (チキン皮部上)

微生物	TSP (mM)	% Cell Kill	
		-Nisin	+Nisin
<i>C.jejuni</i>	0	0	49.9
	5.0	87.7	99.90
<i>E.coli</i>	0	0	4.5
	5.0	48.8	99.95
<i>S.enteritidis</i>	0	0.0	4.5
	5.0	0.0	47.5
<i>S.aureus</i>	10.0	39.7	96.6
	0	0	99.92
	5.0	0	99.99
	10.0	0	99.97

菌の排除の目的にはTSP単独では約10% (0.25M) の高濃度が必要であるが、ナイシンの併用によって低濃度のTSPで十分目的が達成されることになる。Schaike(1999)<sup>5)</sup> は酸に適応した *Listeria monocytogenes* はナイシン、lactacin 3147に対して抵抗性を示すようになるが、その場合の細胞膜脂肪酸組成が変化していることを認めている。すなわちC14:0、C16:0の直鎖の脂肪酸が酸適応の結果増加しC18:0が減少している。

Caandal及びMontville(1998)<sup>6)</sup> も *L.monocytogenes* のナイシン抵抗性について検討し、細胞壁、細胞膜構造の変換、二価カチオンの要求性の変化していることを認め、抵抗株 (Ni<sup>s</sup>) では細胞壁の構造変化が起っており、この抵抗性はpediocinPA -1, Leuconocin<sub>1</sub>に対してもcross resistanceを示すと結論している。

Mazzotta及びMontville(1999)<sup>7)</sup> は*Clostr.botulinum* 169Bのナイシン抵抗株と野性株について脂肪酸組成、耐熱性、発芽について比較している。その結果野性株の膜脂肪酸は50%が不飽和であるのに対しNi<sup>s</sup>は23%であった。しかし胞子では両株とも23%の不飽和脂肪酸を含んでいた。飽和脂肪酸の直鎖/分岐の比率はNi<sup>s</sup>胞子の方が大であり、Ni<sup>s</sup>の細胞、胞子の膜はともにより強じんであって、ナイシンによる膜での孔形成を妨げていることになる。Ni<sup>s</sup>株は細胞内にナイシン分解酵素を生成していないし、両菌株より抽出される膜蛋白質にも相違は認められなかった。熱抵抗性は両菌株同様であったがナイシン存在下での耐熱挙動には相違が認められている。更にMazzottaら (2000)<sup>7)</sup> によればナイシン抵抗性の*L.monocytogenes*, *C.botulinum* は一般の防腐剤のソルビン酸、食塩、亜硝酸ナトリウム、pHに対する感受性に変動は見出されないとしている。

Pasteur (1999)<sup>8)</sup> はマイコトキシン生産性のかびの発芽に対するプロピオン酸 (PA) とナイシンの併用効果を検討している。*A.ochraceus*, *A.parasiticus*, *Fusarium monifforme* を供試して増殖、胞子発芽、アフラトキシン生産性についての効果を調べている。*A.ochraceus*の発育はPA 0.05%+ナイシン1000ppm 又はPA 0.1%+ナイシン500~1000ppmで完全に阻止された。ナイシン単独500~1000ppmでは両*Aspergillus*の発育は促進されている。胞子の発芽はPA 0.1%+ナイシン500~1000ppmで阻害された。アフラトキシン生産に対しては表3に示したようにナイシン単独では影響は少ないが併用によって阻害された。

Buddle及びJakobson (2000)<sup>9)</sup> はナイシンと*L.monocytogenes*単細胞と固体表面での反応を観察している。

Cerruttiら (2001)<sup>10)</sup> は*E.coli*に対するナイシンの阻害効果に対するpH, awの組み合わせ効果を検討し表4に示したように、ナイシン1000~1400IU/ml、pH 5.5~6.5、aw =

表3 *Asp.parasiticus*の増殖並びにアフラトキシン (B1, G1) 生成に対する影響

PA-ナイシン (%-ppm)	菌体濃度 m <sup>2</sup> /15 ml	アフラトキシン生成 ( $\mu$ g/菌体)	
		B1	G1
0-0	120.27	6.2	6.2
0-100	149.97	5.0	5.0
0-500	209.33	3.5	3.6
0-1000	176.33	3.2	4.2
0.05-0	82.60	6.5	6.8
0.05-100	109.83	1.0	3.4
0.05-500	112.00	2.7	6.7
0.05-1000	37.50	7.0	17.0
0.1-0	55.33	6.0	9.0
0.1-100	52.00	7.2	17.0
0.1-500	51.17	4.0	9.0
0.1-1000	0.00	0.0	0.0

表4 *E.coli*に対するaw、pHの組み合わせによる効果

ナイシン (IU/ml)	aw (NaCl)	pH	Log N/No
1050	0.98	6.0	-4.56
1050	0.98	6.0	-4.481
1050	0.98	6.0	-4.699
1050	1.00	6.0	-4.00
1050	0.96	6.0	-3.585
2100	0.99	6.0	-3.641
0	0.97	6.0	-2.084
0	0.99	6.0	-2.089
2100	0.97	6.0	-4.933
1400	0.99	6.5	-3.959
700	0.99	6.5	-3.543
700	0.99	5.5	-3.071
1750	0.98	5.5	-4.778
1400	0.97	6.5	-5.477
350	0.98	6.8	-3.834

0.97~0.98 (NaCl, KCl, sucroseで調整)の組み合わせで4~5log cycleの菌数低下結果を得ている。

Kotら (2001)<sup>11)</sup> は *Bifidobacterium thermophilum* の生理に対するナイシンの影響を検討している。

Montovani及びRussell(2001)<sup>12)</sup> は *Strept.bovis* のナイシン抵抗性獲得現象について検討している。

Roseら (2002)<sup>13)</sup> は食肉製品に対してナイシンの利用が成功し難い理由として、ナイシンとグルタチオンとの酵素反応により不活性化されるためとし、最適反応条件下ではナイシン1分子にグルタチオン3分子結合することを認めている。Christinaら (2002)<sup>14)</sup> は蒸煮米、牛乳中での*B.cereus*の発育に対するナイシンの影響を10°C、25°C、33°C、40°Cで検討している。Pennasら (2002)<sup>15)</sup> も同様の実験を行っている。McEntinerら (2003)<sup>16)</sup> は *L.monocytogenes*に対するナイシンと乳酸塩との併用効果に対する金属イオンの影響を調べている。Murindaら (2003)<sup>17)</sup> はナイシンの細胞毒性について評価している。

## 2. 加熱処理などの併用

ナイシンが *Bacillus, Clostridium*の胞子の加熱殺菌条件の低下に有効であることは古くより知られ、加熱による食品品質の低下の緩和、保存期間の延長に役立つとされている。Knightら (1999)<sup>18)</sup> は液卵中での*L.monocytogenes*に対してナイシンの添加効果のある結果を示している。ナイシン10  $\mu$ g/ml、食塩10%の添加の場合に58°C以下で、食塩の有無にかかわらずD値は減少した。しかし60°C、63°Cの条件ではナイシン添加効果は少なかったが、加熱前2hにナイシンを添加することにより著しいD値の低下が認められている。Budu-Amoakら (1999)<sup>19)</sup> はlobster缶詰中のリステリア菌の死滅に対してナイシン添加効果のあることを認めており、商業的加熱殺菌条件 (65.5°C、13~18分)の緩和の可能性があるとしている。(60°C、5分、65°C、2分で3.5log cycleの菌数低下効果がある)。

Beardら (1999)<sup>20)</sup> は牛乳系飲料における*B.stearothermophilus, B.licheniformis* 胞子の熱死滅条件に対するナイシン添加 (2000~4000IU/ml)効果を検討している。

Wandlingら (1999)<sup>21)</sup> も同様*B.cereus, B.stearothermophilus* 胞子についてのナイシン添加効果を検討している。そしてこのような併用効果は耐熱性の低下と共に回収培地中での残存ナイシンによる生残胞子の発芽、増殖抑制が貢献していると考えている。

Wirzantorova (2001)<sup>22)</sup> は牛乳の低温殺菌 (RHT, 117°C, 2秒)においてナイシンを75、150IU/ml添加する場合に対してRHT単独、と超高温殺菌 (UHT, 142°C, 2秒)と比較している。RHT-ナイシン処理牛乳は30°C貯蔵条件下で150日にわたって安定しており、褐変現象もUHTのものより少なかった。20°C、10°C貯蔵条件下では1年後でも微生物活性は認められなかった。

Penna及びMoraes (2002)<sup>23)</sup> は米、牛乳中でも*B.cereus*に対するナイシンの添加効果を80°C~120°Cの温度域で検討し、D値の平均低下率は40%であった。

Faillieら(2002)<sup>24)</sup> も*B.cereus*胞子の熱耐性に対するナイシンの効果を検討している。

Thomasら (2002)<sup>25)</sup> は低温殺菌したマッシュポテト中の *Bacillus, Clostridium* に対するナイシンの影響を検討しているが、この結果は本誌2003.5 No. 94に示した。

Leeら (2002)<sup>26)</sup> は*E.coli* O157:H7の増殖に対する加熱とナイシンの影響を検討し、その相乗性を確めている。即ち供試菌を50、52、55.5°Cに5、10、15分夫々加熱処理

した後、ナイシン25、50、100IU/ml添加の手抜培養を行った。供試菌の加熱処理により細胞損傷が起っており、そのためナイシン感受性が向上していることとなる。図1、2は52.5℃、55℃の処理によるナイシンの効果を示しており、温度上昇、処理時間の延長により死滅促進効果が認められた。

Martinezら(2002)<sup>27</sup>は赤肉屠体汚染微生物を乳酸とナイシン混合液の噴霧洗浄によって99%菌数低下効果のあることを示している。Garcia-Graellsら(1999)<sup>28</sup>はE.coliの野性株と超高压抵抗株を対象として、牛乳中ナイシンの前処理効果が高压処理に有効なことを認めている。

Steegら(1999)<sup>29</sup>はL.monocytogenes、E.coliを15℃以下の低温で超高压処理するナイシンの相乗性を認めている。

Terebiznikら(2000)<sup>30</sup>は牛乳中のE.coliの高電圧パルス処理に対しナイシンの併用効果のあることを認めている。Nilssonら(2000)<sup>31</sup>はL.monocytogenesに対してナイシンと二酸化炭素が、Poleら(2000)<sup>32</sup>、(2001)<sup>33</sup>はB.cereusに対して高電圧パルス処理に対しナイシン或はナイシン+カルバクールの併用効果のあることを示している。

Terebiznikら(2002)<sup>34</sup>はE.coliに対して高電圧パルス処理とナイシン、Gwの低下の併用効果を確めている。

Zhang及びMustapha(1999)<sup>35</sup>はL.monocytogenes E.coli O157:H7の牛肉上での低下にナイシン、ナイシン+EDTAの効果を検討している。

Liangら(2002)<sup>36</sup>はオレンジ汁中のSal.typhimurimに対し高電圧パルス処理とナイシンの併用効果のあることを認めている。

Olasupoら(2004)<sup>37</sup>はB.subtilis、L.innocuaに対するナイシン、香辛料、ハーブの併用効果を検討している。

### 3. 包材、食材への適用

表5には種々の包材へのナイシンの添加について、表6には食材への添加についての試みをまとめてみた。

ナイシンの抗菌活性はグラム陽性細菌が主となるが、グラム陰性細菌に対しては補助因子の追加の必要があるし、たとえ有効菌であっても耐性株の出現すること、更には無効菌の増殖を促すことも考えねばならない。そのためにはあらゆる可能な補助手段、例えば乳酸、EDTA、TSP、などの添加、pH、aw、低温条件、真空包装、温和な加熱の利用を常に考慮していなければならない。

表5 可食フィルムへのナイシンの添加

フィルム材料	添加剤	対象とする細菌	著者
大豆、玉蜀黍蛋白	ナイシン、リゾチーム、EDTA	E.coli, L.plantarum	Padgettら(1998) <sup>38</sup>
塩化ポリビニール、ポリエチレン、ナイロン	ナイシン	Sal.typhimurium	Natragan及びSheldonら(2000) <sup>39</sup>
抗菌ゲル処理	ナイシン、リゾチーム、EDTA	ハム、ポロニア変敗、病原菌(Brochothrixthermosphacta, E.coli O157:H7, L.sake, Leu.mesenteroides, List.monocytogenes, Sal.typhimurium, L.monocytogenes)	GIJ及びHolley(2000) <sup>40</sup>
乳酸、大豆蛋白、卵アルブミン、小麦グルテン	ナイシン	L.innocua	Koら(2000) <sup>41</sup>
Hydroxypropyl methyl cellulose	ナイシン	Staph.aureus	Comaら(2001) <sup>42</sup>
Zein	ナイシン	L.monocytogenes	Janesら(2002) <sup>43</sup>
Corn zein	ナイシン、乳酸	L.monocytogenes, Sal.enteritidis	Hoffmanら(2001) <sup>44</sup>
低密度ポリエチレン	ナイシン、乳酸	L.monocytogenes	Growerら(2004) <sup>45</sup>
Methyl cellulose, hydroxypropyl methyl cellulose	ナイシン	L.monocytogenes	Franklinら(2004) <sup>46</sup>

表6 食材への応用

食料	添加薬剤	対象とする細菌	著者
原料肉	ポリ乳酸、乳酸、ナイシン	Enterobacter, Pseudomonas	Arijapitipanら(1999) <sup>47</sup>
ポロニア型ソーセージ	ナイシン	汚染乳酸菌(L.sake, L.curvatus)	Daviesら(1999) <sup>48</sup>
原料肉	ポリ乳酸、乳酸、ナイシン	L.monocytogenes	Aroyapitipanら(2000) <sup>49</sup>
赤牛屠体	乳酸、ナイシン	汚染菌	Barbozaら(2002) <sup>50</sup>
牛肉	ポリ乳酸、乳酸、ナイシン	E.coli O157:H7	Mustaphaら(2002) <sup>51</sup>
牛肉	ナイシン、EDTA	Brochothrixthermosphacta	Tu及びMustapha(2002) <sup>52</sup>
Cheddar Cheese	ナイシン	Sal.typhimurium	Beneckら(2002) <sup>53</sup>
液卵	ナイシン	List.innocua, List.monocytogenes	Schumanら(2003) <sup>54</sup>

### 引用文献

- 1) 志藤、環境衛生技術、16(4)、159(1998)
- 2) C.B.Jaquette and L.R.Beuchat: J.Food Prot., 61(5)、563(1998)
- 3) S.K.Diehl and B.Hessing et al.: Appl Environ Microbiol(AEM), 64(10)、4047(1998)
- 4) A.M.S.Camacho et al.: J.Food Prot., 61(7)、839(1998)
- 5) Wyan Chauk et al.: J.Food Prot., 62(5)、53(1999)
- 6) A.D.Caundall and T.J.Montville: AEM, 64(1)、231(1998)
- 7) A.S.Mazzotta and T.J.Montville: AEM, 65(6)、859(1999)
- 8) N.Paster et al.: J.Food Prot., 62(10)、1223(1999)
- 9) B.B.Buddle and M.Jakobson: AEM, 66(8)、3586(2000)
- 10) P.Cerutti et al.: J.Food Prot., 64(10)、1510(2001)
- 11) E.Kot et al.: J.Food Prot., 64(9)、1206(2001)
- 12) H.C.Mantovani and J.B.Russell: AEM, 67(2)、808(2001)
- 13) N.I.Rose et al.: J.Food Prot., 67(6)、2288(2002)
- 14) T.Christina et al.: J.Food Prot., 64(2)、419(2002)
- 15) T.C.V.Penna et al.: J.Food Prot., 65(2)、419(2002)
- 16) J.C.McEntere et al.: J.Food Prot., 66(9)、1631(2003)
- 17) S.E.Martindale et al.: J.Food Prot., 66(5)、847(2003)
- 18) K.P.Knight et al.: J.Food Prot., 62(9)、999(1999)
- 19) E.Buda-Amoako et al.: J.Food Prot., 62(1)、46(1999)
- 20) B.M.Beard et al.: J.Food Prot., 62(5)、484(1999)
- 21) L.R.Wandling et al.: J.Food Prot., 62(5)、492(1999)
- 22) T.I.Wirjantoro et al.: J.Food Prot., 64(2)、213(2001)
- 23) T.C.V.Penna and D.A.Murrag: J.Food Prot., 65(2)、415(2002)
- 24) C.Faillie et al.: J.Food Prot., 65(12)、1930(2002)
- 25) L.V.Thomas et al.: J.Food Prot., 65(10)、1580(2002)
- 26) J.I.Lee et al.: J.Food Prot., 65(2)、408(2002)
- 27) Y.B.D.Martinez et al.: J.Food Prot., 65(11)、1780(2002)
- 28) C.Garcia-Graells et al.: J.Food Prot., 62(11)、1248(1999)
- 29) P.F.Steeg et al.: AEM, 65(9)、4148(1999)
- 30) M.R.Terebiznik et al.: J.Food Prot., 63(16)、741(2000)
- 31) L.Nilsson et al.: AEM, 66(2)、1769(2000)
- 32) I.E.Pol et al.: AEM, 66(1)、428(2000)
- 33) I.E.Pol et al.: J.Food Prot., 64(7)、1012(2001)
- 34) M.R.Terebiznik et al.: J.Food Prot., 64(8)、1253(2002)
- 35) S.Zhang and A.Mustapha: J.Food Prot., 62(10)、1123(1999)
- 36) Z.Liang et al.: J.Food Prot., 65(7)、1081(2002)
- 37) R.O.Beneck et al.: J.Food Prot., 67(3)、596(2004)
- 38) T.Padgett et al.: J.Food Prot., 61(10)、1330(1998)
- 39) N.Narajan and B.W.Sheldon: J.Food Prot., 63(9)、1189,1268(2000)
- 40) A.O.Gil and R.A.Holley: J.Food Prot., 63(10)、1338(2000)
- 41) S.Ko et al.: J.Food Prot., 66(7)、1006(2001)
- 42) V.Coma et al.: J.Food Prot., 64(4)、470(2001)
- 43) M.E.Janes et al.: J.Food Prot., 67(7)、2754(2002)
- 44) K.L.Hoffman et al.: J.Food Prot., 64(9)、985(2001)
- 45) J.L.Grower et al.: J.Food Prot., 67(3)、475(2004)
- 46) N.B.Franklin et al.: J.Food Prot., 67(3)、480(2004)
- 47) T.Arijapitipan et al.: J.Food Prot., 62(8)、913(1999)
- 48) E.A.Davies et al.: J.Food Prot., 62(9)、1004(1999)
- 49) T.Arijapitipan et al.: J.Food Prot., 63(11)、131(2000)
- 50) Y.Barboza et al.: J.Food Prot., 65(11)、1780(2002)
- 51) A.Mustapha et al.: J.Food Prot., 67(1)、392(2002)
- 52) L.Tu and A.Mustapha: J.Food Prot., 67(1)、302(2002)
- 53) R.O.Beneck et al.: AEM, 68(8)、3683(2002)
- 54) R.O.Beneck et al.: In: 5007
- 54) J.D.Schuman et al.: J.Food Prot., 66(6)、999(2003)

(大阪大学名誉教授 芝崎 勲)

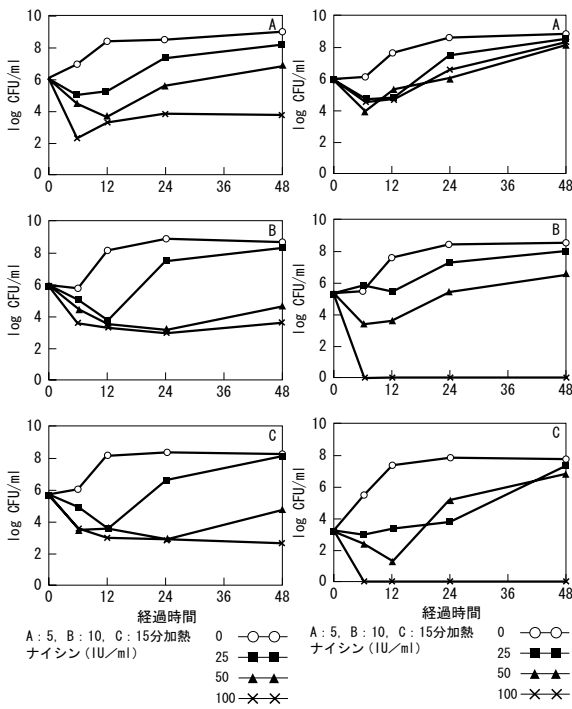


図1 52.5℃加熱E.coli O157:H7の発育に対するナイシンの影響 図2 55℃加熱E.coli O157:H7の発育に対するナイシンの影響

## 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2-3  
大阪営業所 532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13御幸ビル  
東京アサマ化成 103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5  
中部アサマ化成 453-0063 名古屋市市中村区東宿町2-28-1  
九州アサマ化成 811-1311 福岡市南区横手2-3-2-11  
桜陽化成 006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18

TEL (03) 3661-6282 FAX (03) 3661-6285  
TEL (06) 6305-2854 FAX (06) 6305-2889  
TEL (03) 3666-5841 FAX (03) 3667-6854  
TEL (052) 413-4020 FAX (052) 419-2830  
TEL (092) 582-5295 FAX (092) 582-5304  
TEL (011) 683-5052 FAX (011) 694-3061