

アサマ NEWS パートナ

2006-1 No. 110

バイキン博士の衛生雑談

腐敗と食中毒

3. 大腸菌、大腸菌群 分かりにくい用語

「海水浴場は大腸菌うようよ！」というのはマスコミによく見る安易な決まり文句の典型だけれど、そう書かれると、いかにも汚いという印象は読む人に与える。しかし、この表現は量・質の両面で不正確であり、“うようよ”といってもどれくらい大腸菌がいたのか、また見つかった“大腸菌”というのがほんとうに大腸菌なのか、それとも大腸菌群なのかははっきりしない。多くの場合、測定されたのは大腸菌群の数であって、大腸菌の数ではなかったと推測される。

大腸菌と大腸菌群とを取り違えるのはマスコミだけではない。食品産業でも検査に携わっている人を除けば、大腸菌群・大腸菌、さらにこれに糞便系大腸菌群が加わると、お互いの関係について正しい認識をもっている人は少ないと思われる。これらはもともと大腸菌を検査するための方法（操作）によってつくられた言葉で、それぞれに含まれる菌種（生物種）をもとに分けられたものではない、ということが分かりにくさの原因になっている。

大腸菌群

人の糞便によって食品が汚染されることは、赤痢・チフス・サルモネラ・病原大腸菌など多くの腸管系の病気が広がる可能性を示すもので、食品衛生の面からは大きな関心事になる。糞便汚染の指標として大腸菌を使うという考えは、19世紀の終わり（1985年）にエシェリッヒ（Escherich）によって大腸菌が報告された数年後（1892年）にはすでに提案されている。ブドウ糖あるいは乳糖を発酵する細菌を大腸菌とみなすというこの簡易な検出方法はすぐに普及したけれど、このような細菌は大腸菌以外にも多く見られることも間もなく分かり、これらを一括して大腸菌群と呼ぶようになった。

大腸菌群の中には、大腸菌と近縁ではあるけれど、本来の住み家が人や哺乳動物の腸管ではないという細菌も多く含まれている。その中から大腸菌を選別する方法として、45.5℃（当初は46℃）でも増殖し、乳糖からガスを出すことを大腸菌の目安とすることが1904年にEijkmanによって提案された。このような“糞便系大腸菌群”は糞便汚染を示す指標としてはかなり向上したけれども、しかし、なお大腸菌だけを絞り込むことはできない。たとえばクレブシエラ属の一部の菌種がこのような操作を行っても、大腸菌と同じ挙動を示すからである。

糞便系大腸菌の培養温度はアメリカでは45.5±0.2℃、ただし河川、エビ・カニ・貝類、などでは44.5±0.2℃とされ、わが国では44.5±0.2℃とすることになっている。国によってはこの温度がさらに44±1℃などとなっている

（ISOの基準）。44±1℃のような温度では、増殖する細菌種は多くなり、大腸菌以外に、シトロバクター、クレブシエラ、エンテロバクター、サルモネラ（アリゾナ）、エルシニアなどが生えてくる。

このように、大腸菌群に含まれる個々の細菌種・菌株が増殖できる温度の僅かな差を物差しとして糞便系大腸菌群というグループはつくられている。ある菌種の増殖温度は菌株によっても異なり、例えば大腸菌の中でも病原大腸菌157は44.5℃では増殖ができないか、あるいは非常に遅い。したがって糞便系大腸菌から除かれるという奇妙な状況が生ずる。微妙な増殖温度限界を目安として大腸菌を検出することはもともと無理な話ではあるので、現在では仕方なく使われている方法と言えよう。

大腸菌群などの定義

現在、大腸菌群、糞便系大腸菌群、大腸菌にたいする食品衛生法に基づく定義と、それに含まれる可能性のある菌種はつぎのようになる。

大腸菌群（coliform bacteria）：グラム陰性、孢子をつくらない桿菌。乳糖を含む培養基に35℃で増殖して48時間以内に酸とガスをつくる。含まれる菌は大腸菌のほか、エンテロバクター、クレブシエラ、シトロバクター、セラチアなどの菌種・菌株である。

糞便系大腸菌群（fecal coliform bacteria）：大腸菌群の中で乳糖を含む培養基に44.5±0.2℃で21±2時間培養した時に酸とガスをつくる菌種、菌株。大部分の大腸菌株のほかにクレブシエラ・ニューモニエ（*Klebsiella pneumoniae*）の菌株が含まれる。

大腸菌（エシェリキア・コライ、*Escherichia coli*、*E. coli*）：微生物の種としての大腸菌を指す。大腸菌は腸内細菌科の細菌種である。したがってこの科に共通の特徴、すなわちグラム陰性の孢子をつくらない桿菌であって、多くは周在性のべん毛をもって運動し、オキシダーゼテスト陰性、糖を発酵する、硝酸塩を還元して亜硝酸塩にするなどの特徴をもっている。これらに加えて大腸菌のもつ特徴として、多くは乳糖を発酵して糖とガスをつくる、テスト用の培地で硫化水素をつくらない、VPテスト陰性、メチルレッドテスト陽性、ウレアーゼをつくらないなどがあげられる。

大腸菌群・大腸菌の指標性

大腸菌群に含まれる菌種の中には人や動物の腸内に多く見られるものもあるけれども、また、さまざまな自然環境にふつうに生息している菌種もある。中には植物、土壌、水がむしろ本来の住み家であり、人や動物の腸内には殆ど見られない菌種も多い。

食品から大腸菌群が検出されたということは、したがって、その食品が人・動物の糞便による汚染を受けているとは、必ずしも言えない。このため、現在では大腸菌

は糞便汚染の指標と言うよりは、原料から製造、流通の過程のどこかで、食品が衛生的に取り扱われなかったことを示す衛生指標として意味づけられている。

一方、大腸菌の本来の住みかは人や動物の腸管内であり、自然界に排出されると遅かれ早かれ死ぬ運命にある。したがって大腸菌が検出されたということは、もとをたどれば糞便に由来する汚染を食品が受けているということになる。

大腸菌が腸管から出てから死ぬまでの時間には大きな差がある。空気中に舞い上がれば乾燥と紫外線で急速に死滅するし、逆に、適当な栄養に恵まれれば次々に増殖を繰り返し、増えてゆく。栄養のない河川水などに入った場合、20℃あるいはそれ以上の温度では、2ヶ月以内に死ぬけれども、5℃程度の低温では2、3ヶ月は生き残るという例も報告されている。海水中では、20-30分で死滅するということが知られている一方、沿岸の海底堆積物中では数ヶ月は生き残る。土の中に入った大腸菌はふつうは4、5ヶ月で死滅する。病原大腸菌O157でも土壌中で3ヶ月程度は生き残るようだ（杉山2004）。しかし、人・動物尿由来の肥料の中では、病原大腸菌O157が一年半も生残したという報告もある。有機農法による生野菜で病原大腸菌の危険性が指摘されている。高温で堆肥をつくれれば大腸菌は死滅するけれども、低温で熟成した有機肥料では数ヶ月は生き残ると考えた方がよいだろう。大腸菌の自然界での生存を支配する要因は複雑である。栄養や乾燥、紫外線などの環境圧力のほかに、もともと生息している微生物群集との競合、またウイルス・デロピブリオ・原生動物による捕食の効果も大きい。

さまざまな履歴をもつ寿命も異なる大腸菌が食品を汚染する。したがってそれが発見されたといっても、個別にその起源をたどることは難しい。しかし、生き延びるとはいつても、自然界ではその数はかなり急速に減ることから判断して、一般的には、その大腸菌は人・動物から排泄されてそれほど時間は経っていないと考えた方がよいだろう。

大腸菌の検査

大腸菌群・糞便系大腸菌群・大腸菌の検査法は、食品衛生検査指針の微生物編に詳しくのべられている。大腸菌群・糞便系大腸菌群はいずれも操作にたよる人為的な分け方であり、いずれは生物種としての大腸菌の検査・検出に置き換わるべきものだろう。食品検査指針でも、2004年版では、大腸菌の新しい検査法のいくつかが収められている。

大腸菌の簡易検査法として、大腸菌だけがもっている酵素、たとえばβ-グルクロニダーゼを指標にして検出する、酵素基質培地が市販されている。各種の食品で実際に使用してほぼ満足できる成績を収めているようだ。ただ、食品の種類によっては（たとえば貝類、イクラなど）大腸菌がいないのに大腸菌と判定されるコロニーをつくることもある。

大腸菌あるいはその病原菌株に特徴的な遺伝子をPCR法によって増幅し、短時間の間に正確に検出する方法（PCR法）が近年普及し、新しい食品検査指針にものせられている。現状ではまだ費用が高み、テクニックを必要とするなど、すべての食品工場で使うには難があるが、原理的にはもっとも良い方法なので、いずれは大腸菌の検出もこの方法によって行われるようになるだろう。

文献

厚生労働省監修：食品衛生検査指針、微生物編、日本食品衛生協会、2004
 FDA: Bacteriological Analytical Manual Online, Chapter 4 Enumeration
Escherichia coli and the coliform bacteria, 2002.
<http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-4.html#fn1>.
 Jamieson, R. C. et al.: Can. Biosys. Engineer. 44, 1-9, 2002.
 杉山芳宏: 美作大学・美作大学短期大学部紀要 Vol. 49, 27-29, 2004.

（清水潮 元東京大学、広島大学教授）

有害食品微生物制御のための最新動向

その12 リステリア菌の制御（Ⅱ）

先に *List. monocytogenes*（以下LM）に対する物理的な制御手段として加熱、放射線、高静水圧、超音波、パルス電場、光増感法、凍結解凍サイクルについて2001年以来の情報をまとめたが、次に殺菌剤、静菌剤などについてまとめることとした。

4. 殺菌剤

Hanら（2001）¹⁾ はコショウをガス状と水溶液中で二酸化炭素処理を行い、前者の方が有効なことを認めた。Stopforthら（2002）²⁾ は次亜塩素酸ナトリウム、第4級アンモニウム塩、過酢酸を用いて酸適応細胞について、浮遊状態と付着状態について検討し、Biofilmは古い程抵抗性を示し、酸適応も殺菌効果に影響を及ぼすことを示している。

Delaquisら（2002）³⁾ はready-to-eatレタスを塩素水で処理している。Langら（2004）⁴⁾ はレタス、パセリ上のLMなど食中毒細菌に対して塩素水処理する場合、菌摂取法、接種後の乾燥時間などが殺菌効果に影響することを認めている。

Rodgersら（2004）⁵⁾ はリンゴ、イチゴ、メロン、レタス上のLMの殺菌処理において、オゾン、二酸化塩素、塩素化リン酸三ナトリウム、過酢酸の効果を比較した結果、オゾンと二酸化塩素がすぐれていた。

Bariら（2003）⁶⁾ はトマト上のLMなどの殺菌について、塩素水（200ppm）と酸性電解水の効果として夫々4.76、7.54logCFU/トマトの殺菌結果を示している。

Burnettら（2004）⁷⁾ もレタスに対する塩素水などについて試験法の影響を検討している。Sommers及びWong（2004）⁸⁾ はready-to-eat肉製品上のLMのbiofilmについて殺菌剤と洗剤の併用効果を過酢酸と次亜塩素酸ナトリウムを併用して比較している。対象としたbiofilmは食品工場内で見出される種々の材料上（ステンレス鋼、コンベアー材料、ゴム製品、壁、床材など）に形成させている。殺菌剤に対して最も抵抗性的大であったのは煉瓦とコンベアー上のものであった。

Beuchatら（2004）⁹⁾ はレタス上のLMを塩素、過酢酸による効果を比較している。

Knowles及びRotter（2001）¹⁰⁾ は浮遊細胞、ステンレス鋼付着細胞について、chitosan、carvacrol、過酸化水素系殺菌剤の殺菌効果を比較している。Unal（2001）¹¹⁾ はLMなどに対しオゾン処理とパルス電場処理が相乗的に作用する結果を得ている。

Wadeら（2003）¹²⁾ はalfalfa種子と新芽に対しオゾン水はLM殺菌効果が少ない結果を示している。Bagge-Ravn（2003）¹³⁾ はサーモン燻煙室において、過酢酸の霧状処理と常用される次亜塩素酸ナトリウム泡状処理のLM殺菌効果を比較しているが、残存する菌叢の異なることを認めている。

Luppensら（2001）¹⁴⁾ はLMに対するBenzalkonium chlorideの殺菌効果を検討している。

Romanovaら（2002）¹⁵⁾ は食用加工場で利用される8種類の殺菌剤に対するLM19菌株の感受性を比較している。その結果が表1であって、何れの殺菌剤においてもMICに表1は可成りのバラツキが見出された。

表1 8種の殺菌剤のLM19菌株に対するMIC

	Clinicide	BCI	MCI	Bleach	PHOR	H ₂ O ₂	酢酸	EtBr
最低値	0.77	0.62	0.5	0.82	>6	9.4	0.63	6.25
最高値	3.08	6.25	4	1.64	>6	75.0	25.0	25.0

Clinicide：第4級アンモニウム塩 BCI:benzalkonium chloride

MCI:Myristalkonium chloride PHOR:Iodophor

EtBr:ethidium bromide

Bleach 酢酸のMIC：mg/ml 他のMIC：mg/ml

Toら (2002)¹⁶⁾ はLM など細菌は殺菌剤の半致死濃度にさらされると適応することが知られているが、この点についてBenzalkonium chlorideを供試して検討した。その結果適応により獲得した抵抗性について親株と形態、生理的試験を行った。適応の後感受性株のMICは少なくとも4倍の増加を示したが、抵抗株は2倍となった。親株と適応株について生理的な特性を詳細に比較している。

Bariら (2002)¹⁷⁾ はCalcinated calciumの水溶液をトマト表面に接種したLM に対して噴霧処理を行ない、塩素水にまさる結果を得ている。

N.Friedmanら (2003)¹⁸⁾ はbenzaldehyde、benzoic acidの多数の誘導体を合成し、LMなど4菌種に対する殺菌効果を比較している。

5. 静菌剤

Capitaら (2003)¹⁹⁾ は鶏肉上のLMに対するリン酸三ナトリウムの脱汚染効果を検討している。

Karacbrahemogluら (2004)²⁰⁾ は生鮮リンゴ切片をCa-ascorbaate (ph2.5~7.0) に浸漬して褐変防止効果の目的に利用しているが、ph4.5、5.0に低下させるとき、L.innocuaの死滅効果のあることを見出している。(ph4.5の96h処理で4~5log低下)。

Mbandi及びShelef (2001)²¹⁾ は食肉上のLMなどは、乳酸 (SL)、酢酸 (SA)、二酢酸 (SDA) の塩類の併用により冷蔵条件下で相乗的に阻害効果のあることを認めている。(図1)。

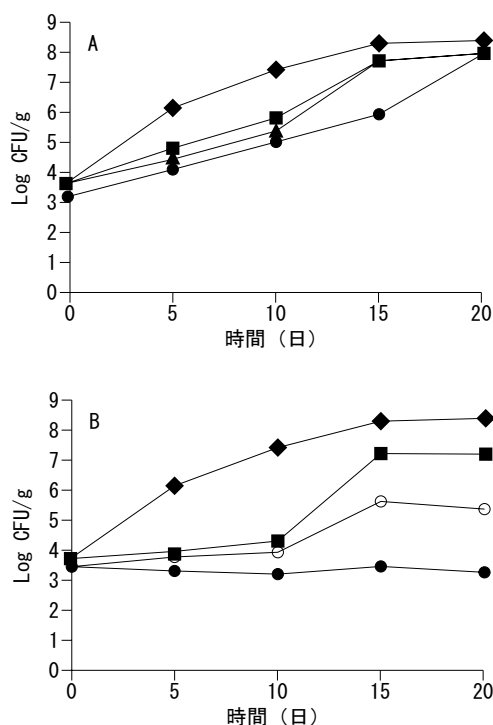


図1 有機酸の発育阻害効果
(10°C、肉エマルジョン)

- (A) 単独効果
 ◆ 対照 ■ 2.5% SL ▲ 0.2% SA ● 0.2% SDA
 (B) 併用効果
 ◆ 対照 ■ 0.2% SA + 2.5% SL ○ 0.1% SDA + 2.5% SL
 ● 0.2% SDA + 2.5% SL

Samelisら (2001)²²⁾ は、bolognaソーセージについて、乳酸、酢酸、二酢酸、安息香酸の塩類の添加が有効であることを認めている。

Linら (2002)²³⁾ は乳酸と過酸化水素の併用により野菜サラダの主成分レタスの保存に有効なことを示している。LMは3~4log低下し、処理後水洗いによりH₂O₂は不検出となっている。

Glasら (2002)²⁴⁾ も乳酸、二酢酸ナトリウムの浸漬処

理により長期間LMの発育が阻害できる結果を示している。

Venkotandryanamら (2002)²⁵⁾ は1.5%乳酸+1.5%H₂O₂、40°C、15分処理で、>5.0logCFU/果実の低下をリンゴ、オレンジ、トマトで認めている。Islamら (2002)²⁶⁾ はGRAS防腐剤に1分間浸漬によって七面鳥フランクフルターのLMの発育を阻害できる効果を得ている。用いたGRAS防腐剤は、安息香酸ナトリウム、プロピオン酸ナトリウム、二酢酸ナトリウム、ソルビン酸カリである。

Amezquita及びBrashears (2002)²⁷⁾ はready-to-eat肉製品より分離された乳酸菌、*Pediococcus acidolactici*、*Lact. casei*、*L. pancasei*によりLMの発育が阻害される結果を得ている。

Samelisら (2002)²⁸⁾ はready-to-eat肉製品についてLM汚染に対して、乳酸ナトリウム、酢酸ナトリウム、二酢酸ナトリウム、グルコノラクトンの併用により120日の発育抑制の可能なことを認めている。

Semanら (2002)²⁹⁾ もready-to-eat肉製品に対して、食塩、二酢酸ナトリウム、乳酸カリウム、水分含有量の要因によるLMの発育阻害の予測モデルを構築している。Yoonら (2003)³⁰⁾ は乳酸カリウム、二酢酸ナトリウムの併用についてpHと攪拌効果について検討し、Yoonら (2004)³¹⁾ は更に燻煙サーモン上のLMに対する乳酸カリウム、二酢酸ナトリウムと冷凍ストレスの影響を検討している。

Barmpaliaら (2004)³²⁾ もフランクフルターについて乳酸ナトリウム、二酢酸ナトリウムの併用効果を検討し、得られた結果は米国での新規な規制に対して食品業界にとって価値あるものとしている。

6. バクテリオシン、植物成分

Michaelら (2002)³³⁾ はナイシンが目標細胞と反応する際、結合、侵入、集合、細胞形成の4段階を経るといわれているが、細胞膜組成が変わるときこの段階のあるところが影響をうけることとなると考え、冷温 (10°C) で界面活性剤 (0.1%Tween20) を培地に添加した。LM細胞はこの結果膜リピド組成、膜流動性が影響をうけ、そのためナイシン感受性変わるものと仮定した。0.1%Tween20含有培地で20°Cで培養するとリピド組成に複雑な変化が起り、ナイシン感受性を増し、ラベルしたナイシンの結合の増加することを認めた。界面活性剤に適応した細胞においては、ナイシンの細胞膜への結合段階で感受性を増加したことになり4段階の各々がナイシン感受性に関係していると考察している。

Schuman及びSheldon (2003)³⁴⁾ は液卵中のLMに対するナイシンの作用についてphを調整して殺菌効果を増加している。

Janesら (2002)³⁵⁾ はready-to-eat鶏肉について、ナイシン、プロピオン酸カルシウム含有可食チェーンフィルで包装して冷蔵するときLMを抑制できる結果を示している。

Lunchansky及びCall (2004)³⁶⁾ は市販のフランクフルターについて、乳酸カリウム1.4%、二酢酸ナトリウム0.1%を加え、これをナイシン含有セルローズで包装しLMの増殖を抑制しようとしている。その結果、ナイシン含有の包装では効果少なく、有機酸塩添加の方がより有効な結果を得ている。

Growerら (2004)³⁷⁾ は、LMの増殖抑制効果のあるナイシン含有包装材について検討を加えている。Franklić (2004)³⁸⁾ はmethyl cellulose/hydroxy propyl methyl celluloseにナイシンを添加した溶液でcoatした包装フィルムを調整しHotdogについてLMの抑制効果を検討しているが必ずしも顕著な成績を示していない。

Olasupoら (2004)³⁹⁾ は*L.innocua*に対するナイシンの阻害作用に対するcarvacrol、eugenol、thymol、cinnamic acid、diacetylの併用効果を検討し、isobologram法によって、carvacrol、eugenol、thymol、cinnamic acidは相乗的に

作用したが、diacetylは拮抗的であった。

Were ら (2004) ⁴⁰⁾ はリン脂質リポソーム内のカプセル化したナイシンとリゾチームのLM に対する効果と安定性を検討している。

Katla ら (2003) ⁴¹⁾ は食材、食品工場より分離したLM200菌株についてバクテリオシン感受性を50%阻害濃度IC₅₀をもとめて各々のバクテリオシンの効果を比較している。夫々のIC₅₀は次の如くであって相互の関連性を検討している。

SakacinP IC₅₀=0.01~0.61ng/p

Pediacin PA-1 0.10~7.34

SakacinK 0.16~44.2

ナイシン 2.2~7.81

Leverentz ら (2003) ⁴²⁾ は生鮮果実切片に対する溶菌性バクテリオファージとナイシンのLMに対する殺菌効果を単独と併用の場合について検討している。ファージ混合の添加によりメロン上で2.0~4.6log、リンゴ上で0.4log低下効果があったが、ナイシンの併用によると、メロン上5.7log、リンゴ上2.3log低下効果を認めた。ナイシンのみの処理では3.21log (メロン)、2.3log (リンゴ) の低下効果を示した。ファージはメロン上で安定であったが、リンゴ上では速やかに減少した。ファージの有効性はLMの初発菌性に依存することを認めている。

Lin ら (2004) ⁴³⁾ は魚、肉系でのLMの発育阻害についてoregano、cranberry抽出物からのフェノール化合物の効果を検討し、乳酸の併用により効果の上昇する結果を得ている。Gill及びHolleg (2004) ⁴⁴⁾ はcinnamaldehydeとeugenolのLMに対する殺菌作用を検討し、グルコースの摂取あるいは利用が阻害され、膜透過に対し影響すると、エネルギー代謝の阻害を作用機構としている。

Xie ら (2003) ⁴⁵⁾ はイチゴの葉の抽出物とEDTAの併用によるLMの発育阻害を検討し、2.0%、1.6mg/pの添加により長期にわたりBHI broth中で発育阻害効果のあることを認めている。

Campo ら (2003) ⁴⁶⁾ はローズマリーのフェノール化合物、carnosol、carnosic acid 12-methoxy carnosic acid、ferulic acid、caffeic acid、luteolin、luteolin-7-glucosideがLMに対し阻害効果を示すことを認め、このうちcarnosic acidが最も有効な結果をえている。

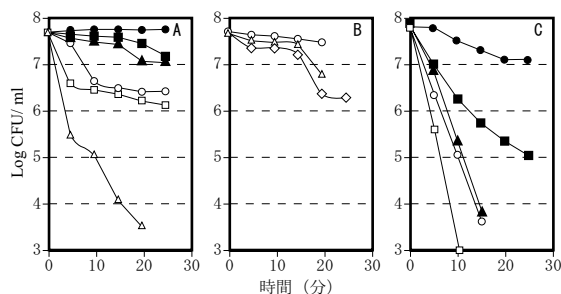


図2 carvacrol、cymeneの殺菌作用 (m mol/l)

(A) carvacrol ●0.25 ■0.5 ▲0.75 ○1.0 □1.5 △2.0

(B) cymene ○1.0 △2.0 ◇3.0

(C) 併用 ●0.25+0.25 ■0.5+0.25 ▲0.5+0.5 ○0.75+0.5 □0.75+0.75

Deriago ら (2004) ⁴⁷⁾ はCarvacrolとCymeneについて、LMのBHIbroth中での発育阻害作用を検討し、図2に示したように両者の併用により顕著な殺菌作用を示す結果を得ており、食品保蔵に利用できるとしている。水産燻煙

のリステリア菌汚染排除ための解説がFood Protection Trend 23 654 (2003) ; 24 302、612、953 (2004) に掲載されている。

7. むすび

著者は2001年以来発表の90報に及ぶ研究発表を紹介したが、画期的な内容のものを見出すのは困難である。加熱処理によるリステリア菌の殺菌効果はDoyleらがまとめているが、種々の影響因子のため効果は大きく変動するのは当然のことで、統一的な加熱殺菌条件の設定は困難である。超高压や超音波の活用は今後の問題と考えられるが、ガン細胞治療に活用される光増感剤を食中毒細菌に利用する研究は興味深い。殺菌剤は各種のものが実用されているが、やはり適用条件による効果の変動が激しい、食肉製品に利用される有機酸類もその効果を一律に予想することはできない。最後のCarvacrolなどの精油成分などはその効果以上に自体の香味の影響が重視されるべきであろう。

(大阪大学名誉教授 芝崎 勲)

引用文献

- 1) Y. Han et al.: J. Food Protection JFP 64 1,730(2001)
- 2) J.D. Stopforth et al.: JFP 65 1717(2001)
- 3) P. Delaquis et al.: JFP 65 459(2002)
- 4) M.M. Lang et al.: JFP 67 1092(2004)
- 5) S.L. Rodgers et al.: JFP 67 721(2004)
- 6) M.L. Bari et al.: JFP 66 542(2003)
- 7) A.B. Burnett et al.: JFP 67 742(2004)
- 8) E.B. Sommers and A.C.L. Wong: JFP 67 2218(2004)
- 9) L.R. Beuchat et al.: JFP 67 1238(2004)
- 10) J. Knowles and S. Roller: JFP 64 1542(2001)
- 11) R. Unal et al.: JFP 64 777(2001)
- 12) W.N. Wade et al.: JFP 66 44(2003)
- 13) D. Bagge-Ravn et al.: JFP 66 542(2003)
- 14) S.B.L. Luppens et al.: JFP 64 476(2001)
- 15) N. Romanova et al.: Applied Environmental Microbiology(AEM) 68 6405(2002)
- 16) M.S. To et al.: AEM 68 5258(2002)
- 17) M.L. Bari et al.: JFP 65 1706(2002)
- 18) M. Friedoman et al.: JFP 66 1811(2003)
- 19) R. Capita et al.: JFP 66 61(2003)
- 20) V. Karacabrahimoglu et al.: JFP 67 751(2004)
- 21) E.M. Badi and L.A. Shelef: JFP 64 640(2001)
- 22) J. Samelis et al.: JFP 64 1722(2001)
- 23) C.-M. Lin et al.: JFP 65 1215(2002)
- 24) K.A. Glass et al.: JFP 65 116(2002)
- 25) K.S. Venkitandrayan et al.: JFP 65 100(2002)
- 26) M. Islam et al.: JFP 65 1411(2002)
- 27) A. Amezuila and M.M. Brashears: JFP 65 316(2002)
- 28) J. Samelis et al.: JFP 65 299(2002)
- 29) D.L. Seman et al.: JFP 65 651(2002)
- 30) K.S. Yoon et al.: JFP 66 1469(2003)
- 31) K.S. Yoon et al.: JFP 67 2465(2004)
- 32) L.M. Barnpalia et al.: JFP 67 2456(2004)
- 33) J.L. Michael et al.: AEM 68 5904(2002)
- 34) J.D. Schuman and B.W. Sheldon: JFP 66 999(2003)
- 35) M.E. Janes et al.: J. Food Science(JFS) 67 2754(2002)
- 36) J.B. Luchansky and J.E. Call: JFP 67 1017(2004)
- 37) J.L. Crower et al.: JFP 67 475(2004)
- 38) N.B. Franklin et al.: JFP 67 480(2004)
- 39) N.A. Olasupo et al.: JFP 67 596(2004)
- 40) L.M. Were et al.: JFP 67 922(2004)
- 41) T. Katla et al.: AEM 69 4931(2003)
- 42) B. Leverentz et al.: AEM 69 4519(2003)
- 43) Y.T. Lin et al.: AEM 70 5672(2004)
- 44) A.O. Gill and R.A. Holley: AEM 70 5750(2004)
- 45) L. Xie et al.: JFS 68 268(2003)
- 46) J. Dei Campo et al.: JFS 68 2066(2003)
- 47) P.M. Deriago et al.: JFP 67 1408(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