

天然物由来添加物による殺菌・静菌技術

稲津康弘, 川本伸一

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所

A Research Trend of the Biological Control of Food by Applying Natural Antimicrobial Compounds

Yasuhiro Inatsu and Shinichi Kawamoto

National Food Research Institute, NARO, 2-1-12 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8642

1. 食品添加物の概要

日本では食品衛生法 10 条の規定に基づき、「人の健康を損なうおそれのない場合として厚生労働大臣が薬事・食品衛生審議会の意見を聴いて定める場合」以外は、添加物を含む食品の製造・販売等が禁止される。1995 年の食品衛生法改正により、この指定の範囲が「化学的合成品のみ」から「天然物を含むすべての添加物」に拡大された。当時、国内で広く使用されており、長い食経験がある天然物は、「既存添加物」として法改正以降もその使用・販売等が認められ、例外的に食品衛生法 10 条の規定が適用されない。指定添加物と既存添加物は「食品衛生法施行規則別表第 1」および「既存添加物名簿」に、それぞれ記載されている。現在、販売等の流通実態が確認できない既存添加物 42 品目が消除予定添加物名簿にて公示されており、これらのものは申し出がない場合、2007 年 9 月までに既存添加物名簿から消除される予定である。名簿から消除された添加物を含む食品の製造販売等は、食品衛生法 10 条違反として取締の対象となるので注意が必要である。法律上使用可能な天然物由来添加物は既存添加物名簿記載 451 品目（2007 年 3 月現在）が中心になるが、指定添加物（同、364 品目）に含まれるものや、天然香料および一般飲食添加物（いずれも食品衛生法 10 条の適用除外）もある。天然香料とは「動植物から得られる着香を目的とした添加物で、一般に使用量が微量であり、長年の食経験で健康被害がないとして使用が認められているもの」であって、天然香料基原物質リストに収録された 612 品目の基原物質をいう。一般飲食添加物とは「一般に食品として飲食に供されているもので添加物として使用されるもの」と定義され、例えば「着色

目的でオレンジ果汁を使用する」ような場合がこれに該当する。「一般飲食物添加物品目リスト」に 72 品目が収載されているが、これに限定されるわけではなく、全ての食品が対象となる（図 1）。

食品添加物の必要性和有用性に関しては、あらためて解説する必要もないだろう。現在の日本で使用される指定添加物の多くは、効果および安全性に関する科学的知見に基づいて使用基準が設定されている。用量-作用関係に閾値を有する（最大無作用量が存在しうる）ハザードであると考えられた添加物については、最大摂取量が「実験的に得られた最大無作用量を安全係数（通常は 100）で割った値」以下になるように使用基準が設定される。用量-作用関係に閾値の存在が確認されない物質は原則的として食品添加物としての使用が認められず、使用が認められているものについては「使用後の分解または除去」が使用基準に定められている。このような理由により、法定の使用基準を遵守する限りにおいて、指定添加物に由来する健康危害が生じることは考えにくい。指定添加物以外のものについては、最近まで十分なリスク評価が行われてこなかったが、2003 年の食品衛生法改正に伴い、既存添加物の再評価が行われているところである。この作業の過程で、2004 年 7 月に「アカネ色素」が「健康危害発生のおそれ」を理由として名簿から消除された。この事例を見ても、「天然だから安全」ということが、ただちには言えないことがわかる。

少なからぬ数の消費者が漠然とした「合成添加物に対する不安」を持っているのは事実である。内閣府食品安全委員会が 2003 年 9 月、同 12 月および 2004 年 5 月に実施した「食の安全性に関する意識調査」¹⁾²⁾の結果を見ても、食品添加物に「不安を感じている」と回答した人は多く、残留農薬に次いで第 2 位である。またいずれの調査でも食品に対する専門知識のないモニターの方が専門知識をもつモ

〒305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12

※ 連絡先 (Corresponding author), inatu@affrc.go.jp

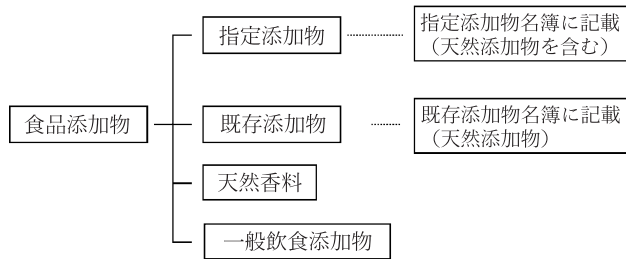


図 1 食品添加物の区分

ニターと比較すると食品添加物に対して不安感を感じる傾向が強く、逆に微生物やウイルスに対する不安感は低い傾向があった。実際の公衆衛生リスクの大きさはこれと逆転していることは明らかである。消費者の「食品添加物アレルギー」は科学的根拠が希薄な「自然あるいは天然信仰」にもとづく「思いこみ」である可能性が高そうであるが、「安心感」のない商品を消費者が購入したがるのも厳然たる事実である。

2. 保存料と日持ち向上剤

添加物を含む食品については、食品衛生法 19 条の規定に基づき、その旨を表示する義務がある。表示法の詳細は食品衛生法施行規則 5 条で定められる。特に「食品衛生法施行規則別表第 5」で定める 8 種類の用途の添加物は、消費者の選択に役立つ情報として、「合成保存料（ソルビン酸）」のように用途と物質名を併記する必要がある。多くの消費者が合成保存料に対して良い印象を持たないこともあって、食品製造業者は「添加物フリー」、あるいは次善策として「天然物由来で安心」と思われている食品添加物を使用した商品の開発・製造に関心を持っているようである。「保存料」については天然物由来であっても表示義務が存在する。このために消費者イメージを重視した食品製造業者の間で、「保存料から日持ち向上剤へ」のシフトが行われたという事情もある。

食品の保藏性の向上目的で使用される添加物は、その効果により「保存料」と「日持ち向上剤」に大別される。保存料は食品添加物名簿に「保存料」として記載されるもので、「有効成分が明確であり含量が相当高いこと」、「その保存性の効果が科学的に立証され、成書に報告されていること」および「その製品の最小発育阻止濃度が合成保存料に匹敵するものであること」の 3 条件を満たしたものをいう。2007 年 2 月現在、保存料として使用が認められる既存添加物（主成分）は「ウド抽出物」（マグノロール）、「エゴノキ抽出物」（安息香酸）、「カワラヨモギ抽出物」（カピリン等）、「酵素分解ハトムギ抽出物」（グルコースを構成糖とするオリゴ糖）、「しらこたん白抽出物」（プロタミン）、「ツヤプリシン（抽出物）」（ β -ツヤプリシン）、「ペクチン分解物」（ガラクトキロン酸）、および「 ϵ -ポリリジン」（ポリリジ

ン）の 8 種類である。かつて既存添加物として使用が認められていた「ホオノキ抽出物」および「レンギョウ抽出物」は「販売等の流通実態が確認できない」として既に名簿から削除されており、「ウド抽出物」も同様の理由から削除される予定である。一方、「日持ち向上剤」とは保存性の低い食品に対して、短期間（数日間以内）の腐敗、変敗を抑える目的で使用される添加物である。食品添加物名簿に「日持ち向上剤」という用途名は存在せず、その判断は食品添加物業界の自主基準に基づく。日持ち向上剤は、「グリシン」のように物質名のみを単独表示するか、「酸味料」「pH 調整剤」のように一括表示（14 種類の用途に限定）を行うことになる。

3. 天然添加物の概説^{3)~6)}

ϵ -ポリリジン

L-リジンが直鎖状に結合した塩基性のポリペプチドであり、放線菌の一種の *Streptomyces albulus* を好気培養した培養液から分離精製したもの。安全性試験に基づき、2004 年 1 月に米国 FDA より GRAS 認定を受けている。カチオン系の界面活性剤としての性質に基づき、プラスに荷電した ϵ -ポリリジンアミノ基が微生物の細胞壁に吸着することによって増殖を阻害する。グラム陽性・陰性菌、カビ、酵母に対して広い抗菌スペクトルを示す。酸性から弱アルカリ性の比較的広い pH 領域で抗菌活性が安定なため、漬物から麺類にまで広く使用できる。熱安定性が良く、120°C、20 分の加熱においても抗菌活性は低下しない。食味への影響が少ないため、蒸しパンなど水分が多い菓子類などにも使用できる。

しらこ蛋白質^{7)~9)}

サケやニシンなどの白子から抽出・精製して得られる比較的分子量の強塩基性蛋白質であり、プロタミンやヒストンがこれに含まれる（アルギニン含量 60% 以上）。グラム陰性菌に対する効果は弱いが、耐熱性菌を含む広い範囲のグラム陽性菌に対して増殖抑制効果を示す。グリシンやカプロン酸モノグリセリドとの併用により、グラム陰性菌に対しても抗菌スペクトルを広げることができる。作用メカニズムには、微生物表層への吸着が関与すると言われている。中性～アルカリ域で静菌作用を有し、加熱により効力が増大するため、特に中華麺やカスタードクリームでの利用が多い。この他、酢酸ナトリウムやグリシンと併用することで、魚肉練り製品の「ネット発生防止」や「塩なれ」目的にも使用が可能である。

ペクチン分解物

柑橘系果皮から抽出・精製したペクチンを酵素分解して得られたもので、主成分はガラクトキロン酸である。グラム陽性・陰性菌に対して抗菌作用を示し、特に大腸菌や乳酸菌に対する抗菌力が強い。塩なれ効果やマスキング効果を有することから、タレ・ソース類や畜産加工品に使用さ

れる。

グリシン

グリシンは耐熱性芽胞菌を含む細菌類に対して抗菌効果が認められており¹⁰⁾、酢酸ナトリウムとともに日持ち向上剤の主剤として広く利用されている。その作用機構には、細胞壁の合成阻害が関与している¹¹⁾。抗菌作用の他、塩なれ効果や整味作用を持ち、総菜類のアミノ酸系調味料としても利用される。耐熱性芽胞菌を含むグラム陽性菌の発育を2%濃度で阻止するが、1%以上の添加は食品に対してくどい甘みを与える。このため、通常は0.5~1.0%の濃度範囲で他物質と併用して使用することが多い。

有機酸¹²⁾

有機酸の菌に対する作用は、非解離酸自体の抗菌力とpH低下作用による菌の生育抑制による。フマル酸、コハク酸、グルコン酸等も抗菌作用を有するが、特によく使用されるのは酢酸と乳酸である。酢酸を主成分とする食酢は、0.04% (pH5.0前後)で静菌的、0.04~0.09% (pH4.5~4.9前後)で細菌類に対して殺菌的に作用するが、酵母・カビ類の制御にはその10倍程度の濃度が要求される。病原大腸菌O157:H7株など、耐酸性が強い病原菌が存在する点にも注意が必要である。乳酸は酢酸よりも抗菌力は低い、無臭かつマイルドな味を呈することから、最終製品の風味への影響は少ない。乳酸は酵母・カビに対する抗菌効果をもたないが、細菌に対する効果は酢酸ほどpHの影響を受けない。有機酸とグリシンと併用した製剤は多く、麺類、ご飯類、惣菜、つゆ・タレ類の日持ち向上剤やpH調整剤として利用されている。

脂肪酸エステル類

低級脂肪酸の抗菌作用は、一般に低鎖長のものほど高いとされるが、刺激臭が強いために、そのエステル化合物が利用されている。グリセリン脂肪酸エステルにはモノ、ジ、トリエステル化合物があり、モノエステルがもっとも抗菌性が強いとされる。脂肪酸の鎖長により抗菌スペクトルが変化することから、C8(酵母、枯草菌)、C10(カビ、酵母、枯草菌)、C12~C16(グラム陽性菌)などの製品が販売されている。この物質は日持ち向上剤の原料以外に、乳化剤、起泡剤、豆腐用消泡剤、デンプンの品質改良剤などにも使用される。食品の乳化剤として使用されるショ糖脂肪酸エステルは、缶詰の変敗微生物である耐熱性フラットサワー菌を含むグラム陽性菌やカビに対して抗菌効果を示す¹³⁾。

キトサン¹⁴⁾

食品廃棄物であるカニあるいはエビ殻の主成分はキチンである。キチンの酸加水分解によって製造されるキトサンは、弱酸性領域で正荷電を持つ多糖であり、食中毒原因微生物に対し殺菌的あるいは静菌的に作用する¹⁵⁾¹⁶⁾。キトサンの殺菌効果は分子量が小さいほど高く、酢酸カリウムとの併用で効果が高まる^{17)~20)}。キトサンの作用メカニズム

については完全には明らかにされていないが、プロタミンやポリリジンなどのポリカチオン系殺菌剤と同様に、負電荷を持つ細菌の細胞壁に吸着することで外膜の損傷を引き起こすとともに、細胞膜酵素による正常な代謝を阻害するものと考えられている²¹⁾²²⁾。キトサンは既存添加物に指定されている。Savardらは、キトサンの発酵食品の微生物制御への応用につき報告している²³⁾。Devliegherらは、乳酸酸性キトサン溶液に浸けることで、カットレタスおよびイチゴ果実の日持ちを伸ばすことが可能であることを示した²⁴⁾。ただし、官能上の問題が発生しうる可能性も示唆されているので、実用に当たっては注意を要する。

アリルイソチオシアネート²⁵⁾

アリルイソチオシアネート(AIT: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{N}=\text{C}=\text{S}$)はカラシ(*Brassia nigra*)あるいはワサビ(*Eutrema wasabi Maxim*)の主要な刺激臭成分である。種々の微生物、酵母およびカビに対して抗菌効果を持つが、乳酸菌に対する効果は弱い^{26)~30)}。その殺菌力は分子内のイソチオシアネート基の高い反応性に起因し、細胞膜構造の変化や呼吸系酵素の失活を引き起こすことで微生物の増殖を阻害すると言われている^{31)~33)}。AITは水層中よりもガス状態の方が強い殺菌力を示す。この物質は水溶性が低いため、乳化剤によりエマルジョン化した製品が販売されており、またマイクロカプセル化後にフィルム練り込み加工を行った徐放剤も開発されている。日本ではAITを含むイソチオシアネート類(一般添加物)に関して「着香の目的以外に使用してはならない」という使用制限があるため、殺菌または静菌を目的として食品に混入する場合は、未精製の「カラシ抽出物」「ワサビ抽出物」(既存添加物)の形で使用する必要がある。宮尾³⁴⁾は漬物製造へのAITの応用につき研究を行っている。

ホップ抽出物

ホップ(*Humulus lupulus L.*)の苦み成分である α 酸(Humulone, Cohumulone, Adhumulone)および β 酸(Lupulone, colupulone, Adlupulone)は、グラム陽性微生物に対して抗菌作用を持つ³⁵⁾³⁶⁾。作用機構は以下のように説明される。すなわち、これらの非解離型分子がイオノフォアとして働くことで細胞膜内外のpH勾配が弱まり、プロトン駆動力(proton motive force: pmf)が減少する。その結果、pmf依存性の栄養摂取が阻害されることで細胞死を引き起こす³⁷⁾。特に乳酸菌に有効であり、エタノールやグリセリン脂肪酸エステルで溶解したものが、漬物や麺つゆ、タレ・ソース類や惣菜の日持ち向上目的で使用されている。ホップ抽出物は既存添加物として扱われる。

ユッカ抽出物

ユッカは北米から中南米にかけて生育するリュウゼツラン科の植物である。その抽出物にはサポニンが多く含まれ、真菌類、特に酵母に対して強い抗菌作用を有する³⁸⁾。pHや熱には安定だが、細菌類に対して抗菌作用をもたな

いため、他の物質と混合して製剤化が行われている。

カンゾウ抽出物³⁹⁾

カンゾウの根および根茎を水洗浄した残渣をエタノール等の有機溶媒で抽出したものがカンゾウ油性抽出物であり、その主要抗菌物質はグラブリジンである。グラム陽性菌に有効であり、茶飲料中の *Bacillus* 属、果汁飲料中の *Alicyclobacillus* 属細菌の増殖抑制に利用可能である。

唐辛子抽出物⁴⁰⁾

唐辛子果実を含水エタノールで抽出したもので、蛋白質、ペプチド、糖分などを含み、辛みはほとんどない。特に酵母に対して有効に作用し、主成分はギトゲン配糖体である⁴¹⁾⁴²⁾。有機酸と組み合わせた製剤が惣菜、漬物、佃煮あるいは食肉加工品の日持ち向上剤として利用されている。

リゾチーム

リゾチームは菌の細胞壁を構成するムコ多糖を加水分解することで、その増殖を抑制する酵素である。耐熱性菌を含むグラム陽性菌に対して強い溶菌作用を示すが、グラム陰性菌やカビ、酵母に対しては、単独では効果が弱い。50℃で最大活性を示すため、加熱食品にも使用できる。総菜類や和洋菓子、水産練り製品に使用される。リゾチームは失活していても「原材料の一部に卵を含む」というアレルギー表示が必要である。

バクテリオシン

一部の乳酸菌は「バクテリオシン」と呼ばれるペプチド性抗菌物質を生産する⁴³⁾⁴⁴⁾。その抗菌力は漬物という形で昔から使用されてきた。漬物、とりわけ多様な微生物を含む低塩漬物は、抗菌物質生産能を持つ微生物の潜在的な資源である。例えばナイシン生産性 *Lactococcus lactis* は韓国キムチ^{45)~48)}、ザワークラウトなどの漬物⁴⁹⁾⁵⁰⁾ から分離されている。また漬物からは *Lactococcus lactis* 以外に、*Lactobacillus* などに属するバクテリオシン生産菌も分離される^{51)~53)}。バクテリオシン生産性微生物は漬物のみならず、乳製品や畜肉加工製品のバイオプリザベーション目的に利用することが可能である⁵⁴⁾⁵⁵⁾。

バクテリオシンの中でも特に、*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* の一部が生産するナイシンは広範囲のグラム陽性菌に対して効果的である^{56)~59)}。発酵食品の微生物制御にナイシンを使用した研究も行われている⁴⁵⁾。ナイシンは米国や EU を含む 50 ケ国以上で食品添加物として使用が許可されているが⁴⁴⁾、日本では食品添加物名簿に記載されていないために使用することができない。2003 年 10 月から食品安全委員会にてリスク評価が行われているが、議論は中断している模様である。乳酸菌あるいはその発酵物等は既存添加物名簿には記載されていないが、一般食品添加物および天然香料の基源物質として乳酸菌培養液が記載されている。そのような事情から、未精製の乳酸菌培養液の形であれば、ナイシンは食品添加物として利用できないこともないと考えられていた節がある。ところが 2005 年に大手

コンビニエンスストア販売の弁当等から「ナイシン Z」が検出される事件が発生し、これは乳酸発酵調味料「ラクティスエイド」に由来するものであることが判明した。当該事件の調査を行った福岡市保健福祉局からの照会に対し、厚生労働省がこれを「未承認添加物」と認める回答（食安基発第 0603001 号 平成 17 年 6 月 3 日）を出した。以上の経緯より、2007 年 4 月現在、抗菌性物質を含む乳酸菌培養液あるいはそれを含む製剤を食品に直接添加して使用することは、食品衛生法 10 条違反行為に該当するものと考えられる。

Streptomyces natalensis が生産するポリエンマクロライド系抗生物質であるナタマイシンは、50 カ国以上でチーズ等への使用が認められている。厚生労働省は 2002 年 7 月の薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会での了承事項に従い、「FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議 (JECFA) の安全性審査が終了しており、米国および EU 諸国等で広く使用が認められる添加物 46 品目については、国際的なハーモニゼーションの見地から、企業からの指定要請を待つことなく、検討を行う」とする方針を打ち出した。ナタマイシンもこの特例措置の対象とされ、2006 年 11 月 28 日付けで食品添加物として新規指定された。ただし、使用はナチュラルチーズの表面部分に限定され、食品 1 kg あたり 0.02 g 未満の残留しか許されない。

4. ハードルテクノロジー

法的規制や官能上あるいは化学的理由により、食品に直接添加して使用できる食品添加物の種類および量は、おのずから限定を受ける。化学的殺菌・静菌手段と物理的手段を併用する、あるいは複数の化学的手段・物理的手段を併用することで、各々の添加物の使用量を低く抑えつつ、相乗的な殺菌・静菌効果を得ることが可能な場合もある。元ドイツ食肉研究所のライスナーは「ハードルテクノロジー」という言葉でこれを表現している。すなわち、「温度・pH・水分活性・酸化還元電位・圧力」といった環境要因をコントロールする物理的手法や、化学物質を用いた微生物制御手法を複数組み合わせると、一つひとつのハードルの抗菌力を弱く設定しても、全体としては十分な効果を得ることができるというわけである。これは特に、強い殺菌手法が使用しにくい非加熱食品の微生物制御において重要な考え方である。

一般によく使用される組み合わせは、比較的弱い加熱と化学物質の組み合わせである。たとえばナイシンは細菌芽胞の熱抵抗性を低下させることから、野菜・果実類缶詰の殺菌条件の緩和に利用することができる⁶⁰⁾。この他にガス置換包装・高圧処理あるいは高電圧パルス処理とナイシンの組み合わせなどについても研究が行われている。複数の化学物質を組み合わせることで、相乗的な効果が得られることも多い。たとえば、グリシンを酢酸と併用すると抗菌

効果が高まることはよく知られている⁶¹⁾。乳酸ナトリウムやリゾチームとナイシンを組み合わせると、畜肉製品中の微生物を効果的に制御できる⁶²⁾⁶³⁾。ナイシンをフィチン酸やEDTAのようなキレーターと併用したもので洗浄を行うと、カット野菜に付着した病原菌を有効に減少させることができる⁶⁴⁾。浅漬けの保存において、キトサンとAIT製剤を組み合わせると相乗効果を発揮する⁶⁵⁾。カスタードクリームの日持ち向上には、リゾチームとポリリジンの組み合わせが有効である⁶⁶⁾。この他、理由は明らかではないが、乳酸と酢酸⁶⁷⁾⁶⁸⁾や、フマル酸と他の有機酸⁶⁹⁾⁷⁰⁾のように、複数の有機酸を組み合わせると相乗効果が生じることもあ

る。ただし、全ての組み合わせで相乗的に効果が高まるわけでもない点には注意が必要である。たとえば有機酸と焼成貝殻カルシウムの併用は、互いの抗菌効果を阻害し、またフィチン酸とキトサンは錯体を形成して沈殿を生じる。以上の知見に基づき、種々のメーカーより複数の天然抗菌性物質を組み合わせで作られた抗菌剤あるいは日持ち向上剤が市販されている。その代表的なものにつき表1に示した。なお、ここに示されている対象食品や使用濃度は一つの目安に過ぎず、実際の食品製造にあたっては、必ず試作試験や保存試験を行い、その効果および品質に対する影響を確認しておく必要がある。

表 1 市販天然抗菌剤・日持ち向上剤の特徴

1) アサマ化成		http://www.asama-chemical.co.jp/		
商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
インパクター A	水産練製品、畜産練製品、生洋菓子、惣菜、米飯等の保存	pH 6.0-8.0 で最も強い効果を発揮する保存料。特に耐熱性芽胞菌、大腸菌、乳酸菌に有効。食品の風味を改良。	0.3~0.8	グリシン、酢酸 Na、サケしらこ蛋白
インパクター E	惣菜類、米飯、麺類、生洋菓子、水産練製品等の保存	pH 6.0-8.0 で最も強い効果を発揮する保存料。特に耐熱性芽胞菌、乳酸菌に有効。食品の風味を改良。	0.3~0.8	グリシン、サケしらこ蛋白、リゾチーム
インパクター N	水産練製品、畜産練製品、生洋菓子、惣菜、米飯等の保存	pH 6.0-8.0 で最も強い効果を発揮する保存料。特に耐熱性芽胞菌、大腸菌、乳酸菌に有効。食品の物性および風味を改良。	0.3~1.0	サケしらこ蛋白
アジナンバー 201	漬物、佃煮、生珍味、麺つゆ、惣菜等の保存	細菌、カビ、酵母（特に酵母、乳酸菌）に有効な日持ち向上剤	0.2~0.5	酢酸 Na、アジピン酸、唐辛子抽出物、フマル酸
スパニッシュ L	ご飯類の日持ち向上	米飯の主要腐敗菌（バチルス、乳酸菌、酵母）、ブドウ球菌、セレウス菌に有効な日持ち向上剤。酸味はまろやかで、刺激臭も少ない。	0.8	酢酸 Na、グリシン、唐辛子抽出物
スパニッシュ S	惣菜、フライ食のバター、畜肉製品、その他、加工食品全般の日持ち向上	細菌、酵母（特に酵母）に有効な日持ち向上剤。強い緩衝能あり。	0.5~1.0	酢酸 Na、フマル酸、唐辛子抽出物
ノイペクチン-L	麺つゆ、タレ、ソース、漬物、生珍味等の保存及び調味	細菌（特に大腸菌、乳酸菌）と酵母に有効。塩かどが取れ、食品の風味が向上。	0.3~1.0	ベクチン分解物、乳酸
ラクション-L	漬物、麺つゆ、タレ、ソース、生珍味、そうざい等の日持ち向上	細菌、特に乳酸菌の発育を抑制。熱に安定。		ホップ抽出物、有機酸
アサコール 65P	生麺類、液体調味料等の保存	特に耐熱性芽胞菌、乳酸菌、酵母、カビに有効。食品の異臭を軽減。		ホップ抽出物
アサコール 65S	惣菜、菓子、パン、液体調味料等の保存	特に耐熱性芽胞菌、乳酸菌、酵母、カビに有効。食品の異臭を軽減。		ホップ抽出物
タマテクト	卵焼き、オムレツ等卵加工品の保存	卵加工品に強い保存効果を発揮。食品の風味を改良。		ホップ抽出物、有機酸
アサマ A-1	生和菓子、生洋菓子、佃煮、生珍味、ソース、マーガリン等の保存	細菌、カビ、酵母の発育を抑制。熱に安定。		メラノイジン
アサマ A-7-L	醤油、麺つゆ等の保存	少量の添加で産膜酵母の発生を抑制。pH およびエステラーゼの影響を受けない。		メラノイジン

2) エーザイ・フードケミカル

<http://www.eisai-fc.co.jp/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
アミカノン	生クリーム, 生珍味, 生めん (未加熱食品用)	腐敗細菌に広く作用し, 食品の保存性を向上させる。食品素材に対して親和性が高く, 水分散性が良好。	0.5~1.0	リゾチーム, グリシン
アミカノン-S	菓子 (カスタードクリーム, 和菓子等) (加熱食品用)	アミノカノンの耐熱性を高めた製品。	0.5~1.0	リゾチーム, グリシン
アミカノン-C	菓子 (カスタードクリーム等), 卵焼き (加熱食品用)		0.5~1.0	リゾチーム, グリシン
アミカノン-U	日本そば, うどん, 惣菜		0.5~1.0	リゾチーム, グリシン, 酢酸 Na, リンゴ酸
アミカノン-H	食肉惣菜, 煮物, 魚のフライ		0.4~0.6	リゾチーム, グリシン, 酢酸 Na, フマル酸, アジピン酸
アミカノン-うす味用	食肉惣菜, 煮物, 中華惣菜	酸味が少なく, 食品の pH を比較的下げない。	0.4~0.7	リゾチーム, グリシン, 酢酸 Na, アジピン酸
アミカノン-セブン	スープ類, 食肉惣菜, 水産ねり製品	食品の味・テクスチャーへの影響がほとんどない。	0.4~0.8	リゾチーム, グリシン, 酢酸 Na
アミカノン-マイルド	食肉惣菜, 卵焼き, コロッケ, 魚のフライ	食品の色・味への影響がほとんどない。	0.4~0.7	リゾチーム, 酢酸 Na, アジピン酸, フマル酸 Na

3) 奥野製薬工業

<http://www.okuno.co.jp/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
サラダキープ 80	惣菜全般用			酢酸 Na, グリシン
おかずの郷	惣菜全般用	味覚への影響が少ない		酢酸 Na, グリシン
サラダキープ EX-21	焼鳥, 焼魚, 焼肉などの火通りの悪い食品			ポリリジン, 酢酸 Na
ランドキープ J-100	卵製品 (卵焼き等)			ポリリジン, 酢酸 Na, グリシン
サラダキープ衣用	フライ食品の日持ち向上			酢酸 Na
サラダキープ天ぷら用	天ぷら類の日持ち向上			酢酸 Na
サラダキープ浸漬用	魚介, 畜肉, 野菜等の前処理用			グリシン, 酢酸 Na, リゾチーム
トップキープ GR	緑色ボイル野菜の保存性向上と色調保持			ポリリジン, 酢酸 Na
トップキープ FG	フレッシュ野菜の日持ち向上			酢酸 Na
サラダキープ T-L	調味液, 飲料等の液体系, 米飯用			ポリリジン
トップキープ 307	味飯の保存性向上			ポリリジン, 酢酸
赤飯の郷	赤飯の保存性向上			グリシン, 酢酸 Na, リゾチーム
ウォッシュ R	野菜, 魚介類の除菌洗浄			酢酸 Na, ショ糖脂肪酸エステル
キトチカラ	漬物の日持ち向上			キトサン
サラダキープ蒲鉾用 NT	蒲鉾の日持ち向上			酢酸 Na, グリシン

4) 甲陽化学工業

<http://www.koyo-chemical.com/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
センミホープ GN	唐揚げ, 焼き魚, うなぎ, 珍味	静菌効果大. 大腸菌群, カビ, 酵母に特に有効な日持ち向上剤		酢酸 Na, グリセリン脂肪酸エステル, フマル酸 Na
センミホープ PN	煮込み, タレ類	センミホープ GN と NSK-12N の中間に値する日持ち向上剤		酢酸 Na, グリセリン脂肪酸エステル, フマル酸 Na
センミホープ MGN	ハンバーグ, コロッケなど	酸味を抑え, 日持ちさせたいという要望に応えた日持ち向上剤		酢酸 Na, 酢酸, グリセリン脂肪酸エステル, フマル酸 Na
NSK60-N	シューマイ, 白身魚フライ, 魚卵	中性付近でも効果が持続する日持ち向上剤		酢酸 Na, クエン酸 Na, グリセリン脂肪酸エステル
NSK-12N	トンカツ, ハム, ソーセージ, かまぼこ, グラタン	中性付近でも効果が持続する日持ち向上剤. 薄味惣菜向け.		酢酸 Na, クエン酸 Na, グリセリン脂肪酸エステル
センドナイス M	トンカツ, ハンバーグ	レンジアップ時の酸臭を防ぐのに適した日持ち向上剤		酢酸 Na, フマル酸 Na, グリセリン脂肪酸エステル
センドナイス W	炊き込み御飯, 混ぜ御飯	炊き込みご飯用に開発された日持ち向上剤 (液体製剤).		酢酸 Na, クエン酸 Na, エタノール, グリセリン脂肪酸エステル
センドナイス青物用	ボイル野菜	青物野菜の日持と色目保持効果のある日持ち向上剤		酢酸 Na, フマル酸 Na, グリセリン脂肪酸エステル

5) 三栄源エフ・エフ・アイ

<http://www.saneigenffi.co.jp/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
サンキーパー NO. 551	あん, 炊き込みご飯など	耐熱菌, 大腸菌, 乳酸菌の他, カビ, 酵母など幅広い菌に作用する保存料製剤	0.5~1.0	グリセリンエステル, クエン酸 Na, ポリリジン
サンキーパー NO. 420	麺類, 卵サラダなど惣菜全般	中性タイプの保存料製剤	0.5~4.0	酢酸 Na, グリシン, ポリリジン
サンフレッシュ BW724	ハンバーグ, ポテトサラダなど惣菜全般	弱酸性タイプの保存料製剤	0.2~2.0	ポリリジン, 酢酸 Na
サンキーパー NO. 620	ハンバーグ, ポテトサラダなど惣菜全般	中性タイプの保存料製剤	0.6~1.5	グリシン, 酢酸 Na, ポリリジン
サンキーパー NO. 137	蒲鉾, ちくわなど水産練製品用	保水性, 結着性, 弾力性を損うことなく, 風味に悪影響を及ぼさない日持向上剤	0.5~1.0	グリシン, 酢酸 Na, グリセリンエステル
サンキーパー S-1	惣菜, コロッケ, 焼きそばなど惣菜全般, 加熱食品	弱酸性タイプの日持向上剤で, 耐熱菌に有効	0.5~2.0	グリシン, 酢酸 Na, リゾチーム
サンキーパー S-3	つゆ, タレ, スープなど	水溶液は透明に溶解し, 味が非常によい日持向上剤	0.4~2.0	グリシン, 酢酸 Na, グルタミン酸
サンキーパー S-30	ギョウザ, 焼きそばなど惣菜全般	リン酸塩で pH 調整したオーソドックスな日持向上剤	0.7~1.4	酢酸 Na, グリシン
アートフレッシュ 50/50	フラワーペースト, 蒸しパンなど製菓全般及び煮物など惣菜全般	耐熱性が強く, 他の抗菌剤との併用で, 特に効果を発揮する日持向上剤	0.01~0.1	ショ糖脂肪酸エステル, リゾチーム
サンキーパー NO. 283	フラワーペースト, 蒸しパンなど製菓全般	酸臭が無く, 菓子類に適した日持向上剤	0.5~1.5	グリシン, リゾチーム
サンキーパー NO. 410	タレ, ソース, ドレッシング類	酸性タイプの日持向上剤	0.6~1.5	酢酸 Na, アジピン酸
アートフレッシュ NO. 101	弁当具材, 漬け物など惣菜全般	耐菌効力が強く, 添加量が少ない日持向上剤	0.2~0.6	酢酸 Na, グリシン, リゾチーム, ショ糖脂肪酸エステル

6) チッソ

<http://www.chisso.co.jp/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
ガードエース GA-22	米飯		1.0	エタノール, 酢酸
ガードエース GA-30	米飯, 麺, 惣菜	酸味, 酸臭が少なく, 食品の風味を損なわない保存料.	0.5~1.0	酢酸, ポリリジン
ガードロング GL-110G	菓子類, 惣菜類	食品の風味への影響の少ない保存料.	0.1~0.5	ポリリジン, グリシン
ガードロング GL-216G	菓子類, 惣菜類	pH 調整効果があり, 食品の風味, 物性を損なわない保存料. 耐熱菌にも有効.	0.2~0.5	ポリリジン, グリシン
ガードロング GL-501G	菓子類	酸味成分を含まず, 食品の風味を損なわない保存料. 耐熱性芽胞菌の他, カビに対しても優れた効果.	0.1~1.0	ポリリジン, グリシン, グリセリン脂肪酸エステル
GL-ライト	総菜類	食品への酸味, 酸臭の影響を抑えた保存料	0.5-1.5	ポリリジン, 酢酸 Na
ガードパワーアップ 733C	めんつゆ, 寿司ネタ	アルコールに比べ, 少ない添加量で高い日持ち効果	1.0-2.0	エタノール, ポリリジン

7) 日本製薬

<http://foods.nippon-shinyaku.co.jp/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
プロキープ PL-103	米飯類, スープ類, 煮物類, サラダ類, 麺, サラダ類, 餃子皮など	酸性から微アルカリ性までの広い pH 範囲で静菌作用を示す保存料. 乳酸菌, 大腸菌, 酵母に対しても有効.	0.3~1.5	ポリリジン
プロキープ GS-56	和洋菓子, 食肉製品, フライ食品	幅広い菌種に対し, 酸性から微アルカリ性までの広い pH 領域で増殖抑制効果を示す保存料.	0.3~1.0	ポリリジン, グリシン, 酢酸 Na
プロキープ M-78	総菜類, 食肉製品, フライ食品	種々の変敗原因菌に対し, 酸性から微アルカリ性までの広い pH 領域で, 増殖抑制効果を示す保存料.	0.3~1.0	ポリリジン
プロキープ R99	和洋菓子, 惣菜類, フライ食品	酸性から微アルカリ性までの広い pH 範囲で静菌作用を示す保存料.	0.3~1.0	ポリリジン
K-101	真空包装一般惣菜, リテーナー包装かまぼこ, 魚肉・食肉ソーセージ, 真空包装ハンバーグ, 真空包装魚肉練り製品などの食品一般.	保存料や, 殺菌料の使用が認められていない惣菜類にも使用できる日持ち向上剤.	0.5~2.0	グリシン, 酢酸 Na, グリセリン脂肪酸エステル
K-200	各種包装食品, カスタードクリーム, 新粉餅, 搗き餅, あんまん, 肉まん, 中華まん, 洋菓子, あん類など	保存料や, 殺菌料の使用が認められていない惣菜類にも使用できる日持ち向上剤. 加熱後に残存する耐熱性芽胞菌や酵母その他に対する静菌効果. 食品の pH を殆ど変化させないので, 食品の味や組織の劣化を起こさない.	1.0~1.5	グリシン, 酢酸 Na, グリセリン脂肪酸エステル
N2	和生菓子, 洋生菓子, つくだに, 一般惣菜全般	保存料や, 殺菌料の使用が認められていない惣菜類にも使用できる日持ち向上剤. 耐熱性芽胞菌などの食品変敗菌の増殖を抑制. 食品の味やテクスチャーの劣化を起こさない.	0.5~2.0	グリシン
N-80C	厚焼き卵, 五目卵, 卵豆腐などの卵製品全般	保存料や, 殺菌料の使用が認められていない惣菜類にも使用できる日持ち向上剤. 特に, 卵製品に適する. 耐熱性芽胞菌や黄色ブドウ球菌などにも有効.	0.5~1.3	グリシン
SW-113	食肉加工品, 惣菜, フライ食品	食品中の加熱残存菌や二次汚染菌などの幅広い菌種に対して, 強い発育抑制効果を発揮する日持ち向上剤. 特に, 乳酸菌に効果的.	0.5~1.0	リゾチーム, 酢酸 Na
SW-227	食肉加工品, 惣菜, フライ食品	食品中の加熱残存菌や二次汚染菌などの幅広い菌種に対して, 強い発育抑制効果を発揮する日持ち向上剤. 特に, 乳酸菌に効果的.	0.5~1.0	リゾチーム, 酢酸 Na
BP-60	食肉加工品, 惣菜, フライ食品	耐熱性芽胞菌や乳酸菌に対して, 強い制菌効果を発揮する日持ち向上剤. ヘテロ型乳酸菌や耐熱性嫌気性菌にも有効.	0.5~1.0	酢酸 Na
シェフリード KA	カスタードクリーム, その他卵製品	耐熱性芽胞菌の増殖抑制に有効な日持ち向上剤.	0.5~1.0	リゾチーム, 酢酸 Na, リゾチーム

8) 丸善製菓

<http://www.maruzenpcy.co.jp/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
サラキープ ALS・DS50	漬け物類, 菓子類, 総菜類, 米飯類, 飲料	カビ・酵母に対して強い抗菌効果を示す日持ち向上剤. 食品の味, 匂い, 色に影響を与えない.	0.1~0.3	ユッカ抽出物
サラキープ PE・P2	漬け物類, 菓子類, 総菜類, 米飯類, 飲料	サラキープ ALS・DS50 と同様の粉末製材	0.1~0.3	ユッカ抽出物
つゆキープ	各種つゆ類, 炊き込みご飯, マッシュポテト, ポテトサラダ	グラム陽性細菌, 特に芽胞形成菌に対して強い抗菌作用を示す. 食塩を含む食品中でも透明に溶解する.	0.1~0.3	甘草抽出物
キトフレッシュ	ご飯類, 総菜	乳酸菌・酵母を含む, 広い範囲の微生物に対して抗菌性を示す日持ち向上剤. 高濃度の食塩あるいは蛋白質存在下で凝集する.	1.0~2.0	キトサン
キトフレッシュ L	ご飯類, 総菜, カット野菜	特に酸性食品に向く, 弱酸性のキトフレッシュ製剤.	1.0~2.0	キトサン, 酢酸
キトフレッシュ L-20	ご飯類, 総菜, カット野菜	緩衝能が強いキトフレッシュ製剤.	0.5~2.0	キトサン, 酢酸, 酢酸 Na
キトフレッシュ L・L	ご飯類, 総菜, カット野菜	食品の色・匂いに影響を与えないキトフレッシュ製剤.	1.0~2.0	キトサン, 乳酸, 乳酸 Na

9) 三菱化学フーズ

<http://www.mfc.co.jp/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
ワサオーロ	弁当, 和菓子, 海産物, 漬物等	特にグラム陰性菌, カビ・酵母に対して強い効果を示す日持ち向上剤. カット野菜等の褐変防止効果もあり.		アリルイソチオシアネート (AIT)
ホップレックス	米飯類, 麺類 (生麺, 餃子の皮等), 麺つゆ, たれ等, 惣菜類, 漬物), 水産加工品	乳酸菌と芽胞菌に強い抗菌効果を発揮する日持ち向上剤. 耐熱性に優れているため, 加熱食品にも適用が可能.	0.01~0.15	ホップ抽出物 (β -酸)
ワサオーロ EX	漬物, 麺類	「カラシ抽出物」と「ホップ抽出物」を配合した水溶性製剤.		AIT, β -酸

10) 武蔵野化学研究所

<http://www.musashino.com/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
フレッシュエイド FA-03	ソーセージ, ハム, ハンバーグ, カツ, ナゲット, 骨付きチキンなど畜肉製品, シチュー, カレー等その他 そうざい類	有機酸による pH 調整効果等により, 食品の風味, 物性をほとんど変えることなく, 特に弱酸性領域での微生物増殖を効果的に抑える日持ち向上剤.		酢酸 Na, グリシン

11) メートケミカル

<http://www.metoku.com/>

商標名	用途	特徴	使用量(%)	主成分
トップサラダビタン B1S	煮物・焼き物・揚げ物など総菜類	乳酸菌・カビ・酵母を含む, 広い範囲の微生物に対して抗菌性を示す日持ち向上剤. 低臭気性.	0.8~1.0	酢酸 Na, ビタミン B1
トップサラダビタン B1G・B1EG	卵焼き, カスタードクリーム, 蒸しパン, 珍味, 液体製品	溶解性の高いビタミン B1 製剤.	0.8~1.0	グリシン・ビタミン B1・リゾチーム
トップサラダビタン B1Z	梅干, 佃煮, タレなど	分散性の高いビタミン B1 液体製剤	0.04~0.06	ビタミン B1

本総説の作成にあたり、製品関連資料をご提供いただきました、食品添加物メーカーの皆様方に感謝いたします。

文 献

- 1) 食品安全委員会, 「食の安全性に関する意識」についての食品安全モニター調査結果と国政モニター調査結果の比較について (2003).
- 2) 食品安全委員会, 食品安全モニターアンケート「食の安全性に関する意識調査」(2004).
- 3) 金山龍男, 食品保存料・殺菌料, 防菌防黴, **24**, 73-80 (1996).
- 4) 松田敏生, 「食品微生物制御の化学」, 幸書房 (1998).
- 5) 高野光男, 横山理雄, 「食品の殺菌—その科学と技術—」, 幸書房 (1998).
- 6) 一色賢司, 松田敏生, 「食品の非加熱殺菌応用ハンドブック」, サイエンスフォーラム (2001).
- 7) 庵原啓司, 根本えりか, しらくたん白(プロタミン)の食品への利用, 月刊フードケミカル, 2006-4, 24-39 (2006).
- 8) 小塚 博, 微生物管理における食品添加物の有効利用, 月刊フードケミカル, 2006-11, 35-39 (2006).
- 9) 野崎一彦, プロタミンの抗菌性とその利用, 防菌防黴, **23**, 635-642 (1995).
- 10) 駒形和男, 小川博望, 福島 清, 伊藤 武, グリシンによる微生物の成育阻害, 食衛誌, **9**, 289-294 (1968).
- 11) Heaton, M.P., Johnston, R.B. and Thompson, T.L., Controlled lysis of bacterial cells utilizing mutants with defective synthesis of D-alanine. *Can J Microbiol.* **34**, 256-61 (1988).
- 12) 松田敏生, 有機酸の抗菌効果, 日本食品保蔵研究報, **9**, 12-16 (2003).
- 13) Nakayama, A., Sonobe, J. and Sinya, R., Effects of Sucrose Esters of Fatty Acids on Flat Sour Spoilage by Obligate Anaerobes: A New Type of Flat Sour Spoilage. VI, *J. Food Hyg. Soc. Jap.*, **23**, 25-32 (1982).
- 14) 山本正次, キトサン抗菌剤の開発と食品への応用, 食品工業, 2002-2.28, 35-41 (2002).
- 15) Wang, G.H., Inhibition and inactivation of five species of foodborne pathogens by chitosan, *J. Food Prot.*, **55**, 916-919 (1992).
- 16) No, H.K., Park, N.Y., Lee, S.H. and Meyers, S.P., Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weight. *Int. J. Food Microbiol.*, **74**, 65-72 (2002).
- 17) Matsubashi, S. and Kume, T., Enhancement of antimicrobial activity of chitosan by irradiation, *J. Sci. Food Agric.*, **73**, 237-241 (1997).
- 18) 宮口右二, 鈴木友洋, 堤 将和, 大腸菌の増殖抑制に及ぼすキトサンと酢酸カリウムの併用効果, 食科工, **48**, 8-925 (2001).
- 19) No, H.K., Park, N.Y., Lee, S.H. and Meyers, S.P., Antibacterial activity of chitosans and chitosan oligomers with different molecular weight. *Int. J. Food Microbiol.*, **74**, 65-72 (2002).
- 20) Tsai, G.J., Zhang, S.L. and Shieh, P.L., Antimicrobial activity of a low-molecular-weight chitosan obtained from cellulase digestion of chitosan, *J. Food Prot.*, **67**, 396-398 (2004).
- 21) Young, D.H. and Kauss, H., Release of calcium from suspension-cultured *Glycine max* cells by chitosan, other polycations, and polyamines in relation to effects on membrane permeability, *Plant Physiol.*, **73**, 698-702 (1983).
- 22) Helander, I.M., Nurmiho-Lassila, E.L., Ahvenainen, R., Rhoades, J. and Roller, S., Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of gram-negative bacteria. *Int. J. Food Microbiol.*, **71**, 235-244 (2001).
- 23) Savard, T., Beaulieu, C., Boucher, I. and Champagne, C. P., Antimicrobial action of hydrolyzed chitosan against spoilage yeasts and lactic acid bacteria of fermented vegetables, *J. Food Prot.*, **65**, 828-833 (2002).
- 24) Devlieghere, F., Vermeulen, A. and Debevere, J., Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables, *Food Microbiol.*, **21**, 703-714 (2004).
- 25) 関山泰司, 化学的微生物制御技術 (2) 天然系抗菌剤: カラシ抽出物製剤, 防菌防黴, **35**, 233-242 (2007).
- 26) Isshiki, K., Tokuoka, K., Mori, R. and Chiba, S., Preliminary examination of allyl isothiocyanate vapor for food preservation, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **56**, 1476-1477 (1992).
- 27) Lin, C.M., Kim, J., Du, W.X. and Wei, C.I., Bactericidal activity of isothiocyanate against pathogens on fresh produce, *J. Food Prot.*, **63**, 25-30 (2000).
- 28) Park, C.M., Taormina, P.J. and Beuchat L.R., Efficacy of allyl isothiocyanate in killing enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157: H7 on alfalfa seeds. *Int J. Food Microbiol.*, **56**, 13-20 (2000).
- 29) Weissinger, W.R., McWatters, K.H. and Beuchat, L.R., Evaluation of volatile chemical treatments for lethality to *Salmonella* on alfalfa seed and sprouts, *J. Food Prot.*, **64**, 442-450 (2001).
- 30) Rhee, M.S., Lee, S.Y., Dougherty, R.H. and Kang, D.H., Antimicrobial effects of mustard flour and acetic acid against *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, *Appl. Env. Microbiol.*, **69**, 2959-2963 (2003).
- 31) Wedding, R.T. and Kendrick, J.B., Toxicity of N-methyl dithiocarbamate and methyl isothiocyanate to *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology.*, **49**, 557-561 (1959).
- 32) Habrekke, J.I. and Goksoyr, J., The role of ethylene diisothiocyanate (EDI) in the antifungal action of disodium ethylene bisdithiocarbamate (Nabam), *Physiologia Plantarum.*, **23**, 517-529 (1970).
- 33) 松岡寛樹, 滝田 潤, 川上佐知子, 宇田 靖, 高橋朝歌, 小澤好夫, ω -アルケニル及び ω -メチルチオアルキルイソチオシアナートの抗菌作用, 防菌防黴, **27**, 81-87 (1999).
- 34) 宮尾茂雄, 醜酵漬物における微生物制御, 食科工, **44**, 1-9 (1997).
- 35) Larson, A.E., Yu, R.R., Lee, O.A., Price, S., Haas, G.J. and Johnson, E.A., Antimicrobial activity of hop extracts against *Listeria monocytogenes* in media and in food. *Int. J. Food Microbiol.*, **33**, 195-207 (1996).
- 36) Simpson, W.J. and Smith, A.R.W., Factors affecting antibacterial activity of hop compounds and their derivatives, *J. Appl. Bacteriol.*, **72**, 327-334 (1992).
- 37) Sakamoto, K. and Konings, W.N., Beer spoilage bacteria and hop resistance. *Int. J. Food Microbiol.*, **89**, 105-124 (2003).
- 38) 乙黒親男, 田村幸吉, 横塚弘毅, 後藤昭二, 梅漬けから分離した産膜酵母に対するユッカ抽出物の抗菌活性, 日本食品保蔵研究報, **24**, 3-10 (1998).
- 39) 築山良一, 桂 晴美, 古林万木夫, カンゾウ油性抽出物に含まれるリコカルコン A の抗菌活性と日持ち向上剤への利用, 食品と開発, **37**, 59-61 (2002).
- 40) 野崎一彦, 唐辛子抽出物を用いた日持ち向上剤, 日本食品保

- 蔵研究報, **9**, 28-31 (2003).
- 41) Yajima, M., Takayanagi, T., Nozaki, K. and Yokotsuka, K., Inhibitory effect of paprika seed extract on the growth of yeast, *Food Sci. Technol. Int.*, **2**, 234-238 (1996).
- 42) Yajima, M., Takayanagi, T., Matsuo, I. and Yokotsuka, K., Isolation and structure of antimicrobial substances from paprika seeds, *Food Sci. Technol. Res.*, **6**, 99-101 (2000).
- 43) Sahl, H.G. and Bierbaum, G., Lantibiotics : biosynthesis and biological activity of uniquely modified peptides from Gram-positive bacteria, *Ann. Rev. Microbiol.*, **52**, 41-79 (1998).
- 44) Kawamoto, S. and Shima, J., Bacteriocins of lactic acid bacteria and their application, *FFIJ*, **209**, 758-767 (2004).
- 45) Choi, H.J., Cheigh, C.I., Kim, S.B. and Pyun, Y.R., Production of nisin-like bacteriocin by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* A164 isolated from kimchi, *J. Appl. Microbiol.*, **88**, 563-571 (2000).
- 46) Ko, S.H. and Ahn, C., Bacteriocin production by *Lactococcus lactis* KCA2386 isolated from white kimchi, *Food Sci. Biotechnol.*, **9**, 236-269 (2000).
- 47) Hur, J.W., Hyun, T.H., Pyun, Y.R., Kim, T.S., Yeo, I.H. and Paik, H.D., Identification and partial characterization of lacticin BH5, a bacteriocin produced by *Lactococcus lactis* H5 isolated from kimchi, *J. Food Prot.*, **63**, 1707-1712 (2000).
- 48) Park, S.H. and Itoh, K., Screening of bacteriocin-producing bacteria from various sources, *Biosci. Microflora*, **22**, 57-60 (2003).
- 49) Harris, L.J., Fleming, H.P. and Klaenhammer, T.R., Characterization of two nisin-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* isolated from commercial sauerkraut fermentation, *Appl. Env. Microbiol.*, **58**, 1477-1483 (1992).
- 50) Inatsu, Y., Bari, M.L., Kawasaki, S. and Kawamoto, S. : Bacteria in traditional fermented vegetables produced in northern part of Vietnam. *Jpn., J. Food Microbiol.*, **22**, 103-111 (2005).
- 51) Coventry, M.J., Gordon, J.B., Wilcock, A., Harmark, K., Davidson, B.E., Hickey, M.W., Hillier, A.J. and Wan, J., Detection of bacteriocins of lactic acid bacteria isolated from foods and comparison with pediocin and nisin, *J Appl Microbiol.*, **83**, 248-258 (1997).
- 52) Park, S.H. and Itoh, K., Screening of bacteriocin-producing bacteria from various sources, *Biosci. Microflora*, **22**, 57-60 (2003).
- 53) Jamuna, M. and Jeevaratnam, K., Isolation and characterization of lactobacilli from some traditional fermented foods and evaluation of the bacteriocins, *J. Gen. Appl. Microbiol.*, **50**, 79-90 (2004).
- 54) Vogel, R.F., Lohmann, M., Nguyen, M., Weller, A.N. and Hammes, W.P., Molecular characterization of *Lactobacillus curvatus* and *Lact. sake* isolated from sauerkraut and their application in sausage, *J. Appl. Bacteriol.*, **74**, 295-300 (1993).
- 55) Abee, T., Krockel, L. and Hill, C., Bacteriocins : modes of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. *Int. J. Food Microbiol.* **28**, 169-185 (1995).
- 56) Uhlman, L., Schillinger, U., Rupnow, J.R. and Holzapfel, W.H., Identification and characterization of two bacteriocin-producing strains of *Lactococcus lactis* isolated from vegetables. *Int. J. Food Microbiol.* **16**, 141-151 (1992).
- 57) Cai, Y., Ng, L.K. and Farber, J.M., Isolation and characterization of nisin-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* from bean-sprouts, *J Appl Microbiol.*, **83**, 499-507 (1997).
- 58) Franz, C.M., Du Toit M, von Holy A, Schillinger, U. and Holzapfel W.H., Production of nisin-like bacteriocins by *Lactococcus lactis* strains isolated from vegetables, *J. Basic Microbiol.*, **37**, 187-96 (1997).
- 59) Kelly, W.J., Davey, G.P. and Ward, L.J., Characterization of lactococci isolated from minimally processed fresh fruit and vegetables. *Int., J. Food Microbiol.*, **45**, 85-92 (1998).
- 60) Delves-Broughton J., Nisin and its uses as a food preservative, *J. Food Technol.*, **44**, 100-117 (1990).
- 61) 佐藤友太郎, 品質保持剤の現状と問題点, *New Food Industry*, **23**, 41-45 (1981).
- 62) Scannell, A.G., Hill, C., Buckley, D.J. and Arendt, E.K., Determination of the influence of organic acids and nisin on shelf — life and microbiological safety aspects of fresh pork sausage, *J. Appl. Microbiol.*, **83**, 407-412 (1997).
- 63) Chun, W. and Hancock, R.E., Action of lysozyme and nisin mixtures against lactic acid bacteria. *Int., J. Food Microbiol.*, **60**, 25-32 (2000).
- 64) Bari, M.L., Ukuku, D.O., Kawasaki, T., Inatsu, Y., Isshiki, K. and Kawamoto, S., Combined efficacy of nisin and pediocin with sodium lactate, citric acid, phytic acid, potassium sorbate and EDTA in reducing *Listeria monocytogenes* population of inoculated fresh-cut produce, *J. Food Prot.*, **68**, 1381-1387 (2005).
- 65) Inatsu, Y., Bari, M.L., Kawasaki, S. and Kawamoto, S., Effectiveness of several natural antimicrobial compounds in controlling pathogen or spoilage bacteria in lightly fermented Chinese cabbage, *J. Food Sci.*, **70**, 393-397 (2005).
- 66) 勝股理恵, 高橋沙織, 古川かおる, 木内 幹, 古部健太郎, 吉武繁広, *Streptococci* に対する天然日持ち向上剤の生育阻止効果, *防菌防黴*, **32**, 53-61 (2004).
- 67) Rubin, H.E., Toxicological model for a two-acid system, *Appl. Environ. Microbiol.*, **36**, 623-624 (1978).
- 68) Bedie, G.K., Samelis, J., Sofos, J.N., Belk, K.E., Scanga, J. A. and Smith, G.C., 2001. Antimicrobials in the formulation to control *Listeria monocytogenes* postprocessing contamination on frankfurters stored at 4 degrees C in vacuum packages, *J. Food Prot.*, **64**, 1949-1955 (2001).
- 69) 清水ほか, 食品添加物として使用される数種の有機酸の抗菌効果, *食衛誌*, **36**, 50-54 (1995).
- 70) Comes, J.E. and Beelman, R.B., Addition of fumaric acid and sodium benzoate as an alternative method to achieve a 5-log reduction of *Escherichia coli* O157 : H7 populations in apple cider, *J. Food Prot.*, **65**, 476-83 (2002).

(平成 19 年 8 月 14 日受理)