

アサマNEWS

パートナ

2004-11 No.103

食品衛生講座

食品加工と微生物 その26

pH調整による微生物制御

酢漬けは優れた貯蔵法

「ままかりの酢漬け」は岡山の特産品で、瀬戸内海でとれたサッパという魚を酢漬けにしたものである。この製品はあまりに味がよいのでついまま（ご飯）を借りてまで食べるというところからの呼び名といわれる。高知のカツオ内臓の塩辛が酒盗と呼ばれるのと似たネーミングである。ままかりの酢漬けは一般の腐敗菌が低いpH（酸性）では増殖できないことを利用して、魚を貯蔵する目的で生まれたもので、酢の風味も魚に合うので重宝されてきたのであろう。

酢の殺菌効果は経験的にもよく知られているが、具体的な実験例を示すと、図1は学生実験で氷蔵や酢漬け、塩水漬け、真空包装の効果を調べたときのデータである。そのままあるいは真空包装して貯蔵した場合に比べ、とくに酢漬けでは殺菌効果が著しく、このpH（3.1）では腐敗細菌は増殖できないため長期の貯蔵が可能となる。

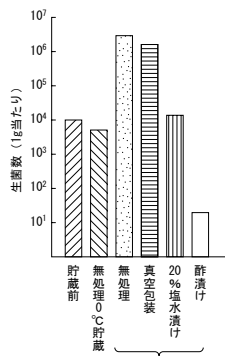


図1 イワシ肉をいくつかの方法で2日間貯蔵した際の生菌数の変化

食品のpH

食品や飲料などがどの程度酸性、アルカリ性かを表すために、pH（ペーハーまたはピーエッチと読む）という単位がよく使われる。pHが中性で、数字が小さいほど酸性が強くなり、味はすっぱみを増す。

食品のpHはどれくらいであろうか。生きている魚のpHはほぼ中性であるが、死ぬと乳酸が蓄積するのでpHは6.2～6.6程度にまで低下する。魚のようなタンパク性の食品に微生物が増殖するとアンモニアやアミンのようなアルカリ性の物質が増えるので、腐敗するとpHが8近くまで上昇することが多い。逆にデンプンの多い食品に酵母や乳酸菌などが増殖すると、有機酸が増えpHが酸性となる。新鮮な牛乳のpHは中性であるが、これを乳酸菌で発酵させたヨーグルトでは乳酸ができるのでpHは4くらいになる。味噌、醤油の醸造にも乳酸菌が関係するのでpHは4.7～4.8になる。日本酒のpHは4.5、ワインのpHは3.0～3.7、酢は約2.7である。食品のpHは一般に酸性のものが多く、アルカリ性のものは少ない。

微生物の増殖pH範囲

微生物の中にはpHが1以下の硫黄泉や10以上の環境でも生えるものもいるが、食品に関係する微生物の増殖pH範囲はそれほど極端ではなく、図2のように、一般の細菌は中性からややアルカリ性でよく生え、pHが4～5以下になると生えないものが多い。一般に乳酸菌や酵母、かび

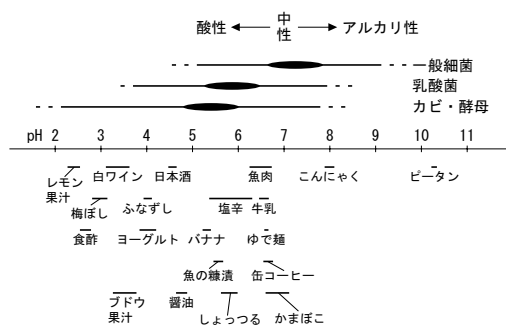


図2 食品pHと微生物の増殖pH域

は比較的酸に強く、乳酸菌ではpH 3.3～4付近まで、酵母やカビではさらに低くpH 2～3付近まで生えるので酸性食品の腐敗原因菌となりやすい。図2にはいくつかの食品のpHも一緒に示しておく。また食中毒細菌の増殖pH域を表1に示す。多くの食中毒細菌はpH 4～5以下では増殖できないことがわかる。

缶・瓶詰め（容器詰）食品では加熱殺菌が行われるが、この際必ずしもすべての微生物を殺す必要はなく、生き残っても増殖しなければよいわけであるので、殺菌条件は中に入れる食品のpHを考慮して決められている。一般的に、加熱食品では熱に弱い乳酸菌やカビはいち早く死滅してしまうので、変敗原因菌となるのは耐熱性の有孢子（芽胞）細菌ということになるが、強い加熱を行わない高酸性食品では乳酸菌やカビも生き残り問題となることがある。

表2は缶・瓶詰食品をpHによって分類し、そこでの主な変敗微生物と一般的な殺菌温度を示したものである。pH 3.7未満の高酸性食品中では一般の有孢子細菌は生き残っても増殖できないので、比較的低い温度での殺菌が行

細菌	増殖pH域	
	A	B
腸炎ビブリオ	4.8～11	4.8～11
黄色ブドウ球菌	4.0～9.8	4～10
サルモネラ	4.5～8.0	3.7～9.5
カンピロバクター	5.5～8.0	4.9～9.5
病原大腸菌	4.4～9.0	4～9
ウェルシュ菌	5.0～9.0	5～9
ボツリヌス菌	4.6～8.5	4.6～9
タンパク分解菌	5.0～8.5	5～9
タンパク非分解菌	4.9～9.3	4.3～9.3
セレウス菌	4.5～9.5	4.4～9.4
リステリア	4.5～9.5	4.4～9.4

(A: 厚生省資料, B: FDA資料)

表1 主な食中毒細菌の増殖pH域

食品の種類 (pH)	低酸性食品 (>5.0)	中酸性食品 (4.5～5.0)	酸性食品 (3.7～4.5)	高酸性食品 (<3.7)
食品の例	食肉、魚介類、しるこ、ココア	ミートソース	フルーツみず豆	ビナレット、果汁、ミカン、トマト製品、ミカンシロップ漬け
<i>Bacillus subtilis</i> (枯草菌)	+	+	±	—
<i>B. licheniformis</i>	+	+	±	—
<i>B. stearothermophilus</i>	+	—	—	—
<i>Clostridium thermoaceticum</i>	+	—	—	—
<i>C. pasteurianum</i>	+	+	+	—
<i>C. botulinum</i> (ボツリヌスA, B型)	+	+	—	—
無孢子細菌	+	+	+	+
カビ・酵母	+	+	+	+
一般に採用される殺菌温度(℃)	>110	100～110	50～100	75～85

—: 増殖, +: 増殖せず。

表2 容器詰食品のpHによる分類と主な変敗原因菌

われており、このような食品では、加熱不足の場合には、乳酸菌などの無孢子細菌とカビ、酵母が主な変敗原因菌となる。これに対してpH 3.7～4.5の食品中では有孢子細菌

有害食品微生物制御のための最新動向

その5 バクテリオシン (2)

4. 真菌に作用するバクテリオシン

乳酸菌は広範囲の食材の発酵に利用されてその保存、健康効果のあることが知られているが、かびに対する影響については必ずしも十分の検討がなされてきたとはいえない。かびによって起る変敗、かびの生産する毒素の問題などに対して乳酸菌の影響が検討されねばならない。Gourama及びBullerman (1995)³⁷⁾は乳酸菌の抗真菌性と抗真菌毒素作用についての総説を発表している。それによれば過去に検討された乳酸菌とかびの組み合わせは次のごとくである。即ち

A.parasiticus ~ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*; *A.parasiticus*, *A.flavus* ~ *Lactobacillus casei*; *A.parasiticus*, *A.fumigatus*, *Rhizopus stolonifer*, *Rhizopus sp.* ~ *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus*; *A.parasiticus*, *A.fumigatus* ~ *S.lactis* subsp. *lactis*; *A.fumigatus* ~ *Lactobacillus acidophilus*, *Candida albicans*, 其の他の変敗乃至病原性酵母 ~ *L.acidophilus* などがあげられる。

*A.flavus*の菌糸やアフラトキシンの影響をうけて乳酸菌の細胞の膨張や長鎖の形成することが見出されているし、乳酸菌によってアフラトキシンの生産が阻害されたり、逆に生産が促進されたとする結果も得られている。このような乳酸菌の真菌に対する影響については、低pH、栄養素の欠乏、拮抗、代謝産物に起因する影響が考えられているが、未だ必ずしもその効果の本態は究明されていない。

著者は既に興味ある乳酸菌のかびに対する効果の研究を紹介している¹⁾。次に興味ある研究結果を紹介する。*Strept.lactis*と*A.flavus*との混合培養において、*A.flavus*の単独培養では通常5~7日でアフラトキシンの生産が最高となりその後急速に低下するのが通例であるが、乳酸菌との混合培養ではかびの増殖の阻害はなく、アフラトキシンは殆ど蓄積が認められなかった(図4参照)。図5では*Strept.lactis*の16h培養の細胞 10^7 CFU/mlを*A.flavus*の3日又は4日培養液に添加すると1~2日後にアフラトキシンは著しく低下する結果となっている(図5)。この場合アフラ

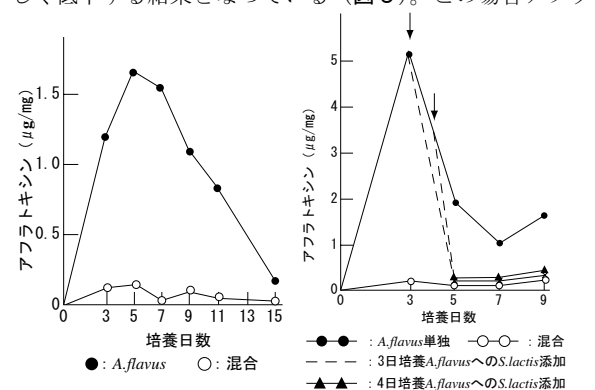


図4 *A.flavus*と*S.lactis*の混合培養におけるアフラトキシンの生産(28℃)

図5 生成アフラトキシニンに対する*S.lactis*(10^7 CFU/ml)添加の影響

トキシシン生成を阻害したり分解する物質として熱耐性の低分子物質が推定されている。これに対して逆に*A.parasiticus*に対して乳酸がその増殖は阻害せずアフラトキシニンB₁の生産の上昇、G₁の低下のあることが認められている。また*Lactococcus lactis*との混合培養でアフラトキシシン生産が上昇するという結果も得られている。また*A.flavus* subsp. *parasiticus*に対する*L.acidophilus*, *L.bulgaricus*, *L.plantarum*、市販のサイレージ添加剤の影響について、かびの発育も毒素生産も阻害されたという報告がある。*A.parasiticus*に対する*Pediococcus*, *Lactobacillus*の混合培養における毒素生産の阻害について、その原因は毒素生産阻害物質によるのではなく、栄養素に対する拮抗によると推論されている。

Lyon及びGlatz (1991)³⁸⁾は*Propionibacterium thoenii*の生産するpropionin PLG-1について表6に示したように広い抗菌スペクトルを示し、グラム陽性、陰性細菌をはじめ、かび、酵母に対しても阻害作用を示す結果を得ている。このものは熱に弱く、数種の蛋白分解酵素に感受性であるが、pH3~9では安定であった。固体培養よりこのバクテリオシンが分離され、硫酸安沈澱、ゲル濾過により精製されて、2種類の蛋白会合体として存在することを

菌も増殖するので、これを殺菌するためには比較的強い加熱処理が必要となる。pH4.6以上ではボツリヌス菌も増殖しうするため厳重な殺菌が必要となる。

従来、缶詰のpHが3.7以下であれば有胞子細菌による変敗の心配はまずなかった。しかし最近では、輸入原料とともに新しい菌も持ち込まれるようで、野菜ジュース缶詰などの新しい変敗菌としてpH2~4(最適pH3付近)の範囲でよく増殖する耐熱性細菌(*Alicyclobacillus acidoterrestris*)が報告されているので注意が必要である。

酸による腐敗防止

酸を用いた腐敗防止の例として、茹で麺とサラダ、しよつつの場合を挙げておきたい。

茹で麺のpHはふつう約6.5であり、そのままでは腐敗しやすいので流通期間を延ばすため、乳酸やリンゴ酸、クエン酸などの溶液(0.2%程度)に短時間浸漬してpHを5.0~5.5に下げることがとられている。

図3はサラダにマヨネーズを10~40%加えてpHを4.5~5.5に調整して、30℃に貯蔵した際の生菌数変化を調べた結果である。10%添加のpH5.5ではあまり腐敗防止効果はないが、pH5以下になると防腐効果の大きいことがよく分かる。海外のサラダ類は、10℃で3週間保存後も品質に変化が見られないそうであるが、これには有機酸が加えられ、pHが5.0以下になっているものが多いという。

図4はしよつつのpHを酢酸で4.5~7.5に調整して30℃に貯蔵した際の菌数をみたものである。pH5以下で腐敗が顕著に抑制されることがわかる。

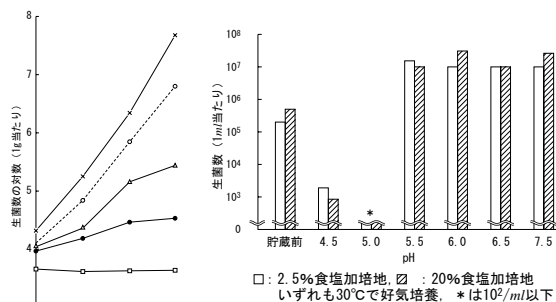


図3 マヨネーズを加えてpH調整をしたサラダの生菌数変化(30℃)

図4 しよつつ貯蔵中の細菌の増殖に及ぼすpHの影響(30℃,1ヶ月間)

酸の種類で異なる増殖pH域

pHの低い食品が腐りにくいことは古くから知られており、上の例のように有機酸を添加して食品のpHを下げて貯蔵性を向上することが行われている。この際注意しなければならないことは、用いる酸の種類によって、同じpHでも微生物の増殖に及ぼす効果が異なるということである。表3は種々の酸でpHを下げた培地に3種のサルモネラを接種して、増殖の下限pHを調べた結果であるが、塩酸やクエン酸を用いた場合と、酢酸やプロピオン酸を用いた場合とは、増殖の下限pHに1.4近くの違いがあり、酢酸やプロピオン酸ではpHを5.5付近まで下げればサルモネラの増殖は防げるのに対し、塩酸やクエン酸ではpH4にまで下げなければならないことが分かる。

有機酸の抗菌力は、酢酸>アジピン酸>コハク酸>乳酸>リンゴ酸>クエン酸>酒石酸>塩酸の順で大きい。またいずれの有機酸もpHが低下するほど非解離型分子の割合が増えるので低pHほど抗菌力は強くなる。

表3 最適条件下でサルモネラが増殖を始めるための最低のpH

酸の種類	pH
塩酸	4.05
クエン酸	4.05
酒石酸	4.10
グルコン酸	4.20
フマル酸	4.30
リンゴ酸	4.40
乳酸	4.40
コハク酸	4.60
グルタル酸	4.70
アジピン酸	5.10
ピメリン酸	5.10
酢酸	5.40
プロピオン酸	5.50

試験菌株: *Salmonella anatum*, *S. senftenberg* および *S. senftenberg* のうち1血清型またはそれ以上が増殖したpHを表に示した

表6 Propionicin PLG-1の抗菌スペクトル

微生物	発育条件	阻止円径
Gram positive		
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> AR2	MRS, 37°C	+2
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> IT6	MRS, 37°C	+1
<i>Lactobacillus casei</i>	MRS, 37°C	+2
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	MRS, 32°C	+2
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	APT, 37°C	+2
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> DRC-1	APT, 37°C	+2
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> C2	APT, 37°C	+3
Gram negative		
<i>Campylobacter jejuni</i>	Thioglycolate, 37°C	+2
<i>Escherichia coli</i> JM109	TSB, 37°C	+1
<i>Escherichia coli</i> V517	TSB, 37°C	+1
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	BHI, 37°C	+4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	BHI, 37°C	+4
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	BHI, 32°C	+3

^a -, No inhibition; +1, ≤10 mm; +2, 11 to 14 mm; +3, 15 to 17 mm; +4, ≥18mm

^b TSB, Tryptic soy broth

微生物	発育条件	阻止円径
<i>Aspergillus wentii</i> ATCC 1778	Czapek Dox	+2
<i>Apiotrichum curvatum</i>	Czapek Dox	+1
<i>Candida utilis</i>	Czapek Dox	+3
<i>Candida lipolytica</i>	Czapek Dox	+1 ^a
<i>Fusarium tricinatum</i>	Czapek Dox	+1
<i>Phialophora gregata</i>	Czapek Dox	+3
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATCC 24702	TSB ^b	+1 ^a
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	TSB	+1 ^a
<i>Saccharomycopsis fibuligera</i>	Czapek Dox	+3
<i>Scopulariopsis</i> sp.	Czapek Dox	+3
<i>Trichoderma reesei</i>	Czapek Dox	+3

^a すべての培地は32°Cに保つ

認め、夫々分子量は150,000以上、約10,000であった。更にこの試料をsodium dodecylsulfate-polyacrylamide gel電気泳動によってこの2つの蛋白会合体を再溶解した結果、10,000の分子量をもつ蛋白質の存在を確認した。その後Hsiehら (1996)³⁹⁾ はpropionicin PLG-1の検定法並びに生産条件を検討した。その結果、次に示す7種の培地について生産性を比較して、最高の生産はビート糖蜜：コーンステープリカー (3:1) で得られ、乳酸ナトリウムブローに比べて5倍の生産量が得られている。

併しながらこのバクテリオシンの生産性は、lactococcin 140~15400 AU/ml, Pediocin AcH 36000 AU/mlに比べて甚だ低い収量 (14日培養で約3 AU/ml) であった。

Lavermicocraら (2000)⁴⁰⁾ は*Lactobacillus plantarum* 21Bを小麦粉加水分解液を用いて培養し、その濾液の10倍濃縮液を用いて、*Eurotium repens*, *E. rubrum*, *P. corylophilum*, *P. roqueforti*, *P. expansum*, *Endomyces*, *Aspergillus*, *Monilia*, *Fusarium*に対する阻害活性を検討した。その結果をプロピオン酸カルシウム、安息香酸ナトリウム3 mg/mlと比較して表7に示している。すべてのかびに対するMICは50 mg/mlであったが、*P. roqueforti*, *P. corylophilum*に対しては166 mg/mlであった。この濾液の活性本態はphenyl lactic acid, 4-hydroxy phenyl lactic acidと同定している。

表7 *Lactobacillus* sp. の抗かび活性

菌種	阻害%				
	1	2	<i>Lact. plantarum</i> 20B	<i>Lact. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> 21B	<i>L. citreum</i>
<i>A. niger</i>	6	100	69	98.5	31
<i>A. flavus</i>	15	100	55	86.5	18
<i>E. rubrum</i>	0	70	99.5	99.7	97
<i>E. repens</i>	22.6	75	100	100	15.9
<i>Endomyces fibriga</i>	13.2	37	100	100	26.8
<i>P. corylophilum</i>	15.6	68	100	100	20
<i>P. roqueforti</i>	0	99	80	86	0
<i>Monilia sitophila</i>	23.5	100	100	100	87

1: プロピオン酸カルシウム 3m/p

2: 安息香酸ナトリウム 3m/p

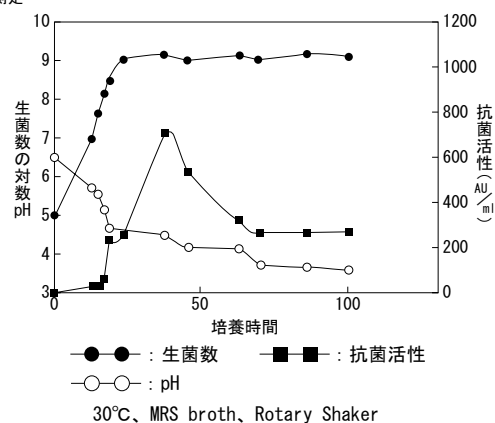
* 培養濾液

Magnusson及びSchnurer (2001)⁴¹⁾ は*Lactobacillus coryniformis* subsp. *coryniformis* S13が抗真菌性蛋白様物質を生産することを認めた。このものは表8に示したように*A. fumigatus*, *A. nidulans*, *P. roqueforti*, *Mucor hiemalis*, *Talaromyces flavus*, *Fusarium poae*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichoides*に対して強く作用したが、*Debaryomyces hansenii*, *Kluyveromyces marxianus*, *Sacch. cerevisiae*に対しての作用は弱かった。液体培養では図6に示したように抗かび活性は増殖と併行して生成し、定常期で最高に達したが48h後には急速に低下した。しかし

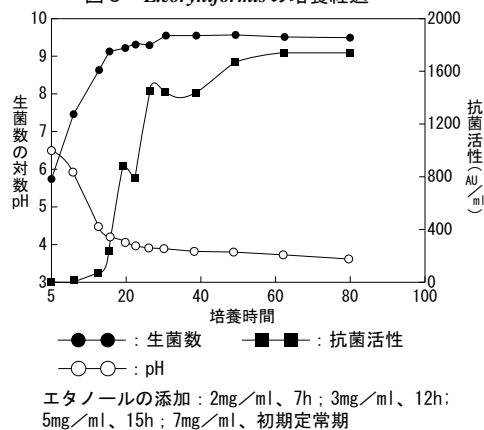
表8 *L. coryniformis* subsp. *coryniformis* S13の抗菌スペクトル

菌 株	抗菌活性	
	25°C	30°C
Molds		
<i>Aspergillus fumigatus</i> J9	+++	+++
<i>Aspergillus nidulans</i> J10	+++	++
<i>Penicillium commune</i> J238	++	++
<i>Penicillium roqueforti</i> J229	+	+
<i>Mucor hiemalis</i> J42	-	++
<i>Talaromyces flavus</i> J37	+++	++
<i>Fusarium poae</i> J24	+++	+++
<i>Fusarium graminearum</i> J114	+++	+++
<i>Fusarium culmorum</i> J300	+++	+++
<i>Fusarium sporotrichoides</i> J319	+++	+++
Yeasts		
<i>Rhodotorula glutinis</i> J195	-	ND
<i>Sporobolomyces roseus</i> J104	-	ND
<i>Pichia anomala</i> J121	-	-
<i>Debaryomyces hansenii</i> var. <i>hansenii</i> J136	++	+
<i>Debaryomyces hansenii</i> var. <i>hansenii</i> J187	+	+
<i>Zygosaccharomyces rouxii</i> J107	-	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> J122	-	+
<i>Kluyveromyces marxianus</i> var. <i>marxianus</i> J186	+	+

ND: 未測定



30°C, MRS broth, Rotary Shaker

図6 *L. coryniformis*の培養経過

エタノールの添加: 2mg/ml, 7h; 3mg/ml, 12h; 5mg/ml, 15h; 7mg/ml, 初期定常期

図7 エタノール添加効果

図7に示したようにエタノールの添加によりこの低下は抑制され更に活性は上昇した。この抗真菌活性は121°C、15分の加熱に耐え、最大活性はpH 3~4.5で認められたが、pH 4.5以上になると速やかに低下し、proteinase K, trypsin, pepsinにより不活性化された。培養液はイオン交換クロマトグラフィー、硫酸沈澱、ゲル濾過クロマトグラフィーにより精製された。活性物質の分子量は約3kDaであった。

Okkerら (1999)⁴²⁾ は*Lactobacillus pentosus*より*Candida albicans*に活性を示すペプチドを分離している。

Stromら (2002)⁴³⁾ は*Lactobacillus plantarum* M. LAB393が抗真菌性の2種のCyclopeptideと3-phenyl lactic acidを生産することを見出している。培養濾液の抗菌スペクトルを表9に示したが、*Aspergillus*, *Penicillium*, *Candida*などの酵母の発育を阻害した。*P. roqueforti*, *A. fumigatus*に対するMICは、Cyclo (L-Phe-L-Pro) で20mg/ml, phenyl lactic acidで7.5mg/mlであった。この二者の併用による相乗効果は少なかった。かびは*F. sporotrichoides*, *A. fumigatus*、酵

表9 MiLAB393株の抗真菌作用

微生物	抗菌活性
Molds	
<i>A.fumigatus</i>	++
<i>A.nidulans</i>	++
<i>F.sporotrichioides</i>	++
<i>P.commune</i>	++
<i>P.roqueforti</i>	—
Yeasts	
<i>C.albicans</i>	++
<i>D.hansenii</i>	++
<i>K.marxianus</i>	++
<i>P.anomala</i>	(+)
<i>R.mucilaginosa</i>	++
<i>S.cerevisiae</i>	(+)
<i>Z.bailii</i>	—

母では*K.marxianus*が感受性が最も大きく、*P.roqueforti*, *Zygo. bailii*に対しては無効であった。この活性物質の化学構造は図8に示したようにCyclo (L-phe-L-pro)、Cyclo (L-phe-trans-4-OH-L-pro) の環状ペプチドと同定されている。

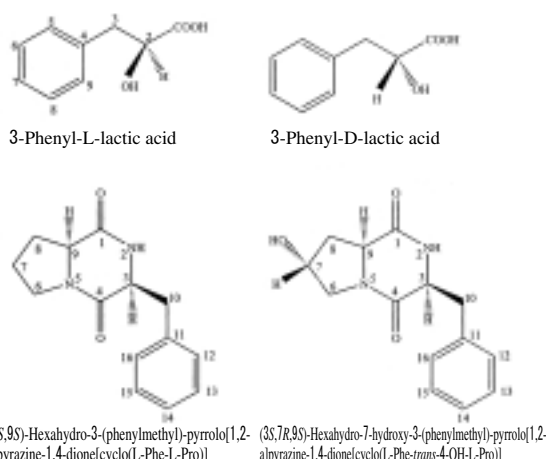
図8 *L.plantarum* MiLAB393生産抗菌物質

表10 バクテリオシン又は生産菌の食品への利用

バクテリオシン生産菌	対象食品	著者
Pediocin A生産菌	チーズ	Ennaharら(1998) ⁴⁵⁾
Pemioicin 生産菌	チーズ	Buyongら(1998) ⁴⁶⁾
バクテリオシン生産菌	噴霧乾燥粉末 スターター	Maurielleら(1999) ⁴⁷⁾
Lacticin3147	中性附近の食品 infant milk	Morganら(1999) ⁴⁸⁾
Pisciocin. Divercin V41 Enterocin A,B	スモークサーモン 食肉製品(ハム,豚肉,) 骨抜きチキン,ソーセージ	Duffesら(1999) ⁴⁹⁾ Aymereichら(2000) ⁵⁰⁾
Lacticin 3147 Lacticin 3147 misin A,Z, Lacticin481 Enterocin SA-48 Plantaricin Lacticin 3147	ソーセージ 商業用スターター チーズ	Scannellら(2000) ⁵¹⁾ Oumerら(2001) ⁵²⁾
<i>Strept. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> B <i>Ped.acidilactici</i> , <i>L.casei</i> <i>L.paracasei</i> , ready-to-eat meat <i>Camobact. piscicola</i> Lacticin 3147,481 Bacteriocin lytic bacteriophage Curvacin Aミートスターター Pediocin生産性 <i>L.plantarum</i>	チーズ ヨーグルト フランクフルター,ハム サーモンなど冷凍食品 スターター Fresh cut product (fruit) 発酵ソーセージ チーズ	Ryanら(2001) ⁵⁴⁾ Benkerroumら(2002) ⁵³⁾ Amezquita及び Brashears (2002) ⁵⁵⁾ Yamazakiら(2003) ⁵⁶⁾ O'Sullivanら(2003) ⁵⁷⁾ Leverentzら(2003) ⁵⁸⁾ Verluyten (2003) ⁵⁹⁾ Loessnerら(2003) ⁶⁰⁾

Lowes (2000)⁴⁴⁾ は酵母mycocin HMKによる食品、飼料の酵母汚染の防止について報告している。*Williopsis mrokie*はMycocin又は酵母キラー毒素(HMK)を生産する。この毒素は耐熱性、pH耐性で、他の酵母に対して広く活

性を示す。Mycocin HMKは酵母によるサイレージ変敗やヨーグルト変敗酵母の制御に利用の可能性があるとされている。

5. バクテリオシンの食品加工への利用

バクテリオシンそのもの或はその生産菌を利用して食品の保存、品質向上、安全性の目的に利用する試みについて多くの発表を見出すことができる。試みられた食品としては、チーズ、スモークサーモン、ソーセージ、ヨーグルト、種々の食肉製品、一般冷凍食品などがあげられる。この場合対象とされる有害細菌の大部分はリステリア菌に絞られている。これは何れのバクテリオシンもリステリア菌に対して特に強力に作用するからである。表10には1998年以後の発表をまとめた。最近富士ら(2004)⁶¹⁾ は乳酸菌バクテリオシンとその利用について総説しているが、内容の焦点は本稿とは著しく相違していることを断っておく。

引用文献 (著者が多数の場合が多いので省略した)

- 1) 芝崎：防菌防微,24,601 (1996)
- 2) M.K.Janes et al : J.Food Prot.,62 (8),899 (1999)
- 3) J-W Hur et al : J.Food Prot.,63 (12),1707 (2000)
- 4) C.Corbier et al : Appl. Environ. Microbiol. (AEM),67 (4),1418 (2001)
- 5) S.Garneau et al : AEM.,69 (3),1352 (2003)
- 6) P.Bhugalo-Vial et al : AEM.,65 (7),2895 (1999)
- 7) F.Duffes et al : J.Food Prot.,62 (12),1394 (1999)
- 8) L.Simon et al : AEM.,68 (12),6416 (2002)
- 9) F.Leroy and L.Deruyt : AEM.,65 (3),974 (1999)
- 10) R.Callewaert and L.D.Vuyst : AEM.,66 (2),606 (2000)
- 11) T.Nilsen et al : AEM.,69 (5),2975 (2003)
- 12) S.Kawamoto et al : AEM.,68 (8),3830 (2002)
- 13) B.Floriano et al : AEM.,64 (12),4883 (1998)
- 14) Z.Yildirim and M.G.Johnson : J.Food Prot.,61 (1),47 (1998)
- 15) T.Faye et al : AEM.,66 (10),4230 (2000)
- 16) C.L.Marrec et al : AEM.,66 (12),5213 (2000)
- 17) M.D.Georgalaki et al : AEM.,68 (12),5891 (2002)
- 18) M.F.Whitford et al : AEM.,67 (2),569 (2001)
- 19) M.C.Carnio et al : AEM.,66 (6),2378 (2000)
- 20) M.A.Navarata et al : AEM.,64 (12),4803 (1998)
- 21) C.Heidrich et al : AEM.,64 (9),3140 (1998)
- 22) E.Strauch et al : AEM.,67 (12),5634 (2001)
- 23) J.K.McCormic et al : AEM.,64 (12),4757 (1998)
- 24) C.Boucabeille et al : AEM.,64 (9),3416 (1998)
- 25) J.Dabard et al : AEM.,67 (9),4111 (2001)
- 26) R.Kemperman et al : AEM.,69 (3),1589 (2003)
- 27) V.G.H.Eijsink et al : AEM.,64 (9),3375 (1998)
- 28) S.Rodgers et al : J.Food Prot.,66 (4),674 (2002)
- 29) O.McAuliffe et al : AEM.,64 (1),439 (1998)
- 30) T.Katla et al : AEM.,69 (1),443 (2003)
- 31) M.C.Audisio et al : J.Food Prot.,62 (7),751 (1999)
- 32) M-H.Cococonier et al : AEM.,64 (11),4573 (1998)
- 33) T-S Kim et al : J.Food Prot.,66 (1),3 (2003)
- 34) D.Sgouras et al : AEM.,70 (1),518 (2004)
- 35) E.Strauch et al : AEM.,67 (12),5634 (2001)
- 36) S.Sable et al : AEM.,66 (10),4595 (2000)
- 37) H.Gourama and L.B.Bullerman : J.Food Prot.,58 (11),249 (1995)
- 38) W.J.Lyon and B.A.Glatz : AEM.,57 (3),701 (1995)
- 39) H-Y.Hsieh et al : J.Food Prot.,59 (7),734 (1996)
- 40) P.Lavermicocca et al : AEM.,66 (10),4048 (2000)
- 41) J.Magnusson and J.Schnurer : AEM.,67 (1),1 (2001)
- 42) D.J.Okker et al : J.Appl.Microbiol.,87,726 (1999)
- 43) K.Strim et al : AEM.,68 (9),4322 (2002)
- 44) K.F.Lowes et al : AEM.,66,1066 (2000)
- 45) S.E.Ennahar et al : J.Food Prot.,61 (2),186 (1998)
- 46) N.Buyong et al : AEM.,64 (12),4842 (1998)
- 47) G.Maurielle et al : J.Food Prot.,62 (7),773 (1999)
- 48) S.M.Morgan et al : J.Food Prot.,62 (9),1011 (1999)
- 49) F.Duffes et al : J.Food Prot.,62 (12),1394 (1999)
- 50) T.Aymereich et al : J.Food Prot.,63 (6),721 (2000)
- 51) A.G.M.Scannell et al : J.Food Prot.,63 (3),370 (2000)
- 52) A.Oumer et al : J.Food Prot.,64 (1),8 (2001)
- 53) N.Benkerroum et al : J.Food Prot.,65 (5),799 (2002)
- 54) M.R.Ryan et al : AEM.,67 (6),2699 (2001)
- 55) A.Amezquita and M.N.Brashears : J.Food Prot.,65 (2),316 (2002)
- 56) K.Yamazaki et al : J.Food Prot.,66 (8),1420 (2003)
- 57) L.O'Sullivan et al : AEM.,69 (6),3681 (2003)
- 58) B.Leverentz et al : AEM.,69 (8),4515 (2003)
- 59) J.Verluyten et al : AEM.,69 (6),3833 (2003)
- 60) M.Loessner et al : AEM.,69 (3),1854 (2003)
- 61) 富士ら：防菌防微,32 (3),127 (2004)
- 62) J.Verellen et al : J.Biosci Bioeng.,86 (2),147 (1998)
- 63) H-J.Lee et al : J.Biosci Bioeng.,88 (2),153 (1999)
- 64) S.Ennahar et al : J.Biosci Bioeng.,87 (6),705 (1999)
- 65) C.Losteimkit et al : J.Biosci Bioeng.,91 (4),390 (2001)
- 66) P-R Lo et al : J.Biosci Bioeng.,94 (2),148 (2002)

(大阪大学名誉教授 芝崎 勲)

アサマ化成株式会社

・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

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