

アサマ
NEWS

パート

2013-3 NO. 153

食品微生物の制御

Sofos, J.N. の総説を振り返ってみよう

1993年に、コロラド州立大の Sofos, J.N. の総説が、Int. J. Food Microbiol に掲載されている¹⁾。20年前の論文を、ここで振り返るのは、最近多数の死者を出しているわが国の食中毒事件の理解と解決策を考える上で非常に役立つかもしれないと思えるためである。例えば最近の主な食中毒事件の中で、2007年に宮城県で発生した、食塩濃度が1.8%~2.2%のイカ塩辛の腸炎ピブリオを原因菌とする食中毒と、昨年札幌市で発生したキュウリの浅漬け（商品名はキュウリの切り漬け）を原因食とする大腸菌 O157 による大規模食中毒は、主原因としては報じられてはいないが、両中毒事件とも、極めて低い濃度の食塩処理が、間接的な原因となっていると理解できるためである。

例えば、浅漬け用の調味組成の食塩は、2%前後と極めて低いことが知られており^{2,3)}、また合成保存料も使用しないことから、最も微生物管理が難しいものであると報告されている²⁾。この事件では、多数の O157 感染者が報告され、札幌以外に江別、千歳、苫小牧でも発生し、さらに紋別でも発生が報告された。また患者の多くは高齢者施設で提供された白采切り漬けによって感染が起こり多数の死亡者（現在9名）が出ている⁴⁾。塩辛や漬物は、食塩を使うことにより保存性を高めた食品であることは消費者を含め、多くの人により常識的に受け止められる食品であり、そのため保存温度や、取り扱い方法は常温での取り扱いをされてしまう可能性がある。このことが、大規模な食中毒発生の原因となっていると解釈できる。

J.N.Sofos の論文はこれらの問題にも関するもので、特定の食品の製造上、経験的に、一旦は確立されている食品の処方、消費者の健康上や好み、あるいは、栄養上あるいは便利さの上から変更した場合に発生する安全性に対する懸念について論じている。それで、Sofos の論文を紹介し、実際に起こり得る食品保存安全上の懸念回避のために参考にすべきであろう。なお、彼の論文中には食中毒菌ではないが、腐敗細菌として問題となる幾つかの微生物も紹介されていて、食品保存の上からも特に参考になる部分が存在する。なお、この論文はかなり長いので、数回にわたって紹介することにしたい。

なお、食中毒の対策としてこの論文を理解するよりは、食品製造に当たり、特に微生物上の問題の対策として利用してほしいことが、第一の目的であり、もう一つはアメリカで実施されている、食品製造に当たっての微生物の対策が、非常に広範で専門的な研究がなされていることを参照して頂ければと思う。

“Mini-review”

“Current microbiological considerations in food preservation”

John N. Sofos

Int. J. Food Microbiol. 19, 87–108 (1993)

要約

ある食品の組成や品質を変更することは、健康上からの、栄養上からの、或は取り扱いの便利さへの消費者の要求に対応するためであるが、食物製品の開発と同時にその製品の微生物上の安全性について懸念が起こる。同様な懸念は、緊急な事態の発生や食品中の病原菌の重要性の認識や腐敗細菌の認識でも発生し、また、食品加工プロセスの変更、取り扱い、保存方法や調整方法の変更によっても起こる。これらの事実は関係する因子の継続的な再評価を必要とし、食品の保存と同時に品質と安全性を維持する上で微生物の生育を制御することに関連した因子の再評価を続けることが必要である。

緒言

微生物学上の食品保存方法には、微生物制御と汚染した微生物の滅殺方法が含まれ；低温保存（冷凍－冷蔵）高温処理（煮沸－低温殺菌－高温殺菌）；食品照射、水分制御及び水分活性の制御（脱水－湿潤剤）；pHの制御、化学的添加物（天然及び化学合成抗菌剤）；発酵及びバイオプリザベーション；包装およびガス置換包装；さらに、幾つかの因子の相互作用とか、微生物の生育に影響する幾つかのハードルの組み合わせも含まれる。これらの方法の大部分は、ある種の食品には効果的に利用され、また、他の食品にはそれほど効果的ではなく利用され、その他の食品には全く利用されない。これらの方法は、エラーアンドトライアルの様な観察を通じて最初は開発され、最終的には科学的なテストを通じて確立される。最近ではそれらの方法の多くはその効果を改良し、その間製品の品質に対する望ましくない作用を最小にするように、変更が進められている。

この論文の目的は食品保存における微生物的な懸念の重大さを持続させることを示すことである。その中で1980年代から1990年代初頭に明らかにした研究結果の例を使用した。私は、その中で、これが食品保存と全ての抗菌の報告された全ての方法の退屈な展望に終わるのではなく明らかにされることを願っている。例えば、*Listeria monocytogenes* は1980年代から1990年代初頭にかけて非常に精力的に研究されており、この微生物に対する各食品保存方法の効果を評価し、その中の幾つかを選び出して提供した。

微生物上の懸念される理由

食品保存適切な方法の選択に当たって主要な因子は、保存すべき食品の特徴と懸念される微生物の特徴を含んでいることが重要である。他の重要な因子は消費者の受け取り方と食品保存方法の受け入れ方と同時に世間与えるインパクトとコストである。

食品は消費者の生活スタイルや要求の変化により形態や組成が組み替えられ、また消費者の要求やライフスタイルはある時は正当な、また、ある時は正当ではない基本によって彼らの食事や、健康や便利さに基づいて変化されて選択される。他の食品は表面上や実際の消費者の要望にあわせて作られる。1980年代のある種の食品の安全性に関わる係争は、塩蔵や塩斥や亜硫酸処理や加熱の様な伝統的な方法でさえ再検討や再評価の必要性を示していた。これらの問題点は低ナトリウム/低塩食品に対する消費者の要求を含み、亜硝酸と亜硫酸に伴う健康上の懸念、エチレンやプロピレンオキシドなどの他の化学物質に依る懸念、天然あるいは低い加工度に対する懸念、食品の加熱や煮沸中に形成される発がん性物質に対する懸念、無菌的な加熱プロセスの利用と微粒子を含む低酸性の食品に対する包装技術；低脂肪、低カロリー、低コレステロール食；ある食品に対する新しい添加成分の使用；免疫不全者に対する安全な食品の開発；適切で安全で且つ良質な食品を増大する都市や全世界の人達に生産し分配するのに必要な全ての需要；(Sofos,1984,1986；Sofos and Busta,1980；Taylor and Bush,1986；Wagner and Moberg,1989)。

食品保存の伝統的な方法の再評価は、過去には重要性が分からなかったか、あまり重きを置かれなかったある種の微生物の重要性が取り上げられ、認められることが記述されることがある。これらは腐敗性菌の場合も病原菌の場合もある。このことは、衛生面の進歩は、伝統的な腐敗細菌を制御し、あまり優勢で無かった種が優勢になり、ある種の食品の腐敗細菌となる。最近では、文献には幾つかの腐敗細菌の例が報告されている。ある運動性のグラム陽性で、孢子形成性の、毒性は示さないが、嫌気性で低温性の最近報告され、肉から分離され、*Clostridium laramie* と名付けられている。このものは、真空包装の生肉あるいは加熱肉製品を -3°C の低温で腐敗を起こし、腐敗は大量の揮発油様のガスを蓄積し、バッグ中に液体を蓄積し、肉の弾力を失わせ、色を無くし、別の色で着色する。(Kalchayanand et al.,1989；Ray et al.,1989)。Dainty とも同様に異常な *Clostridium* sp. の冷蔵真空包装の未調理ビーフを腐敗させる種を発見報告している(1989)。Segner による最近の報告(1992)も同様に低温性で非毒素原性の *Clostridium* sp を報告し、*Cl. arcticum* に似ていてカニ肉の低温殺菌工程には生残しカニ肉を腐敗する。これらの生物は動物の希少な汚染生物ではあるが、施設や加工ラインに汚染し彼らの生存ラインを確立していると思われる。

Whitely と D'Souza (1989) により分離された他の微生物は、*Streptococcus faecium* subsp. *casseliflavus* と同定されたが、 71.1°C 、20分の低温殺菌には耐える。この微生物は 4°C で生育し、嫌気的及び好気的にも、調理肉をカロチノイド性の黄色に変色させる。

食品汚染に関わるその他の微生物には *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp., および Micro-aerophilic yeasts (Korkealaら1988) が含まれる。また、病原性菌ではないが、これらの微生物は、重大な品質の低下と経済的な損失を発生させ、制御することが望ましい。

腐敗細菌類の急な発生は食品の品質低下と経済的な損失を伴うが、加えた病原性微生物の発生は、過去15ないし20年間に発生が見られ、重要なものになってきており、食品保存上再評価されつつある。これらは、*L. monocytogenes*, ペロトキシン産生性の(腸管出血性の) *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni/coli*, *Aeromonas hydrophyla* および *Vibrio vulnificus* (Genigeorgis, 1986；Doyle, 1989, 1991；Zottola and Smith, 1990；Farber, 1991a；Farber and Peterkin, 1991；Beuchat, 1991；Johnson et al., 1990；Anderson et al., 1991；Jay, 1992；Padhye and Doyle, 1992) である。これ

らの病原性菌のあるものは、低温性で、好気嫌気通性で、古い通常の阻害剤には通常の細菌より抵抗性が強く、ある時には致死的事であること等から特に懸念を持たれている。この記述は勿論特に *L. monocytogenes* に当てはまるが、伝統的な(トラディショナル) *Salmonella* の様な中温性菌にも適用され、最近はより低い温度でも生育出来るのではないかと疑われている (D'Aoust, 1991)。

微生物を制御する保存技術

「衛生化 (Sanitation)」

いかなる食品保存の成功例でも、旧来の方法でも最新の方法でも、初期の汚染菌数が低いことに関わっていて、これが達成できるためには適切な清掃と衛生化、清浄化と衛生的な実践に関わっている。Super とか Hyper-sanitation とか動物屠体の滅菌 (decontamination) をある会社では、食品の日持ち向上を目的として実施し、輸出量を高めるためとか、幅広い範囲を拡大しようとしている (Dickson, 1988；Prasai et al., 1991；Dixon et al.; 1991；Dixon and Anderson, 1992；van der Marel et al., 1989；Smulders et al., 1986)。 *L. monocytogenes* を含む多くの細菌は通常の実験的な条件下では化学的な消毒剤には感受性である (El-Kest and Marth, 1988；Best et al., 1990；Mustapha and Liewen, 1989)。しかし、最近の報告された衛生化の試みは、バイオフィルムの形成を報じている。個々の生育している別々の細胞は、*L. monocytogenes* のような病原菌を含めて通常の化学的消毒剤と加熱水処理に異常な抵抗性を示さない。細胞が microcolony を形成しステンレススチールのような支持体に粘着すると、非常に強い抵抗性を消毒剤や熱に示すようになる (Dixon and Anderson, 1992；Frank and Koji, 1990；Krysiniski et al., 1992；Lee and Frank, 1991；Spurlock and Zottola, 1991)。それ故、*Listeria* の様な病原性菌も粘着性細胞やバイオフィルムを形成することは事実であるから、有効な化学薬剤とか病原性菌を不活性化するようなプロセスを開発すること急がれる。

「低温保存 (Low temperature storage)」

食品保存時の温度が腐敗菌や病原菌の生育を遅らせたりに生育を阻止したりする上で、微生物の種類に応じ、温度自体、微生物阻害剤の種類に応じ、主要な役割を果たす(表1)。

低温、あるいは凍結状態でさえ、微生物を除去することは出来ない (El-Kest and Marth, 1992；Palumbo and Williams, 1991)。知られているように、ある種の病原性微生物は、ゆっくりとではあるが、凍結温度で増殖出来る。*L. monocytogenes* は、例えば 0°C で増殖出来る (Gill and Reichel, 1989, Junttila et al., 1988)、生育は遅く基質や他の因子に左右されるが…。それ故、冷凍温度で保存は、そのみに依存して高水分の食品を保存することは出来ない。このことは、人人が最近の低加工度の冷蔵食品や、sous vide (スーヴアイデ) やデリカテッセンの急激な増加を試みようとしているなら、非常に意味を持って来ることである (Palumbo, 1986；Mossel and Struijk, 1991；Conner, 1989；Lechowich, 1988)。低温は、これらの食品保存の単なる一つのハードルであって、低温細菌は本質的にこのハードルを超えることが出来るので、もう一つのハードルを設置するか、原料段階でより厳しい制御を行うか、加工段階と輸送段階で HACCP による制御が必要である (Leistner and Roedel, 1976；Leistner, 1985, 1987；Mossel, 1983；Scott, 1989；Corlett, 1989；Adams, 1991；Bauman, 1990；Tompkin, 1990；Garret and Hudak-Roos, 1991)。

保温温度 (℃)	食塩 (%, W/V)	時間 (可視生育日)
10	0	1
	1	1
	5	3
	12	14
25	14	>28
	0	1
	1	1
	5	1
35	12	7
	14	>28
	0	1
	1	1
	5	1
	12	>28

Sorrel と Enigel の表から転載 (1980)

表1 pH6.5-7.0の trypticase soy broth 上での *Listeria monocytogenes* の生育に対する保温温度と食塩の相互関係

「水分制御 / 水分活性の低下」

微生物の代謝活性とか生育は利用できる自由水の存在に依っており、低下させた水分活性 (Aw) は、単独あるいは、保存料の様な他の要素との組み合わせによって、食品中の腐敗細菌や病原性菌の生育制御に著しく影響する。微生物が生育できる最低の Aw の知識と他の阻害因子との関連との知識は、安全で、自身安定な (self-stable) 食品製品を生産するための主要な要素であろう。生育を可能にする最低の Aw は、微生物の型と株により変化し pH、温度及び溶質の種類によって変わる (Tapia de Daza et al., 1991)。Aw の重要性は特に当事者が消費者は低い塩分と低い糖質の食品を求めていると考えた場合、また同様に低い脂肪、高い水分の食品を求めた場合重要で、例えば、高い溶質を大量の水中に溶解しなければならない。低糖で低塩の食品の開発は、例えば *L.monocytogenes* の様な病原体の食塩に対する抵抗性と同時に製品の Aw を食品の保存性をよく考慮して決定することが特に重要である (Leistner and Roedel, 1976; McClure et al., 1991; Shahamat et al., 1980)。

「pH 制御」

基質 (この場合は食品成分) の pH は微生物の生育出来る型を決め、生育速度を決め、その微生物を破壊するのに必要な加熱の程度を決める。食品中で *L. monocytogenes* の生育が可能な最低の pH は大体 5.0-5.5 であるが、培地中の生育可能な pH は 4.3 の低さと報告されている (Ahmad and Marth, 1989, 1990; Conner et al., 1990; Parish and Higgins, 1989; Sorrels and Enigl, 1990; Sorrels et al., 1989)。酸による微生物の阻害は菌株の違い、培養温度、酸の違い、濃度により影響される。同じ pH 値であれば、各種の酸による *L.monocytogenes* の阻害は通常、酢酸>乳酸>クエン酸>リンゴ酸>塩酸の順である。しかし、これには変動があり、保存温度の様な因子により変動する。等モルの濃度の酸の存在下では 10℃ では、順番はリンゴ酸>クエン酸>酢酸>乳酸>塩酸となり、25℃ と 35℃ では順序はクエン酸>リンゴ酸>乳酸>酢酸>塩酸となる。

pH4.6以下の食品中では、*C.botulinum* は生育しないし、毒素の生産もしないのであるが、酸性化剤の種類によって、あるいは多量の沈澱性蛋白質の量によって、病原性菌は生育し、pH4.6より高い状態でも毒素を生産する。この菌はまた、pH の食品中での微細な偏り、例えばカビの発育の様な因子によって、あるいは酸性を生じさせるような微生物の発育によって、毒素を生産する (Sugiyama and Sofos, 1988; Huhtanen, 1990a)。酸あるいは低酸性食品のある程度酸性化したものは、非常に小さい加熱処理で済ませることが可能で、低い pH は、生残している細菌胞子の熱に対する抵抗性を低下させ、生育を阻害するためである。Okeroke (1990) らによって報告された酸漂白 (acid blanching) と金属キレートプロセスは、酸性の

溶液中でのマッシュルームの漂白に関しており、酸溶液に CaNa₂·EDTA を缶ブライン溶液に添加して菌汚染を防ぎ、缶製品中の毒素産生を防いでいる。この処理の効果をテストするために、*C. botulinum* type A 及び B の胞子を接種し、酸性化して 7 分間煮沸漂白中に pH3.5 にクエン酸で酸性化し、漂白後、マッシュルームは異なった F0 値のもとに缶詰めにされ、標準の缶と試験缶と比較した。酸性漂白基レーション処理は加熱処理での著しい低下があり、この比較を表 2 に示した。(表 2)

先に示唆した様に伝統的な食品保存方法の再考は、Glass と Doyle が研究報告した (1981) 様に、低カロリーでコレステロールフリーのマヨネーズの開発には必要であった、この製品は、初期 pH が 3.9-4.3 で異なったレベルの酢酸レベルの組成であった。保存性は *Salmonella* と *L.monocytogenes* に対し 23.9℃ で 2 週間まで保存することで評価された。*L.monocytogenes* は *Salmonella* より同じ組成の製品中で長く生存した。水層中の 0.7% の酢酸、これは低カロリーマヨネーズとしては商業的には普通に使われているレベルであるが、>10⁷細胞の *Salmonella*/gram、あるいは >10⁴細胞の *L.monocytogenes*/gram を 72 時間の保持時間内に殺菌するが、無殺菌の卵から作られた普通のマヨネーズに必要とされる保持時間内である。それ故適切な pH に酸性化された低カロリーマヨネーズで水層に酢酸 0.7% を含む物は微生物的に安全な製品といえる。

(以下次号に続く)

加熱 プロセス (F0=min)	腐敗状態 (%)		毒素生産 (%)	
	SCM	ABC	SCM	ABC
0	100	100	100	63
0.5	44	32	0	0
2.0	16	0	0	0
4.0	0	0	0	0

Okeroke らの報告より転載 (1990)

表 2 マッシュルームの標準商業プロセス (SCM) と酸性漂白及びキレート処理 (ABC) の 2 種の熱処理を実施後の *Clostridium botulinum* の生育の進みと毒素産生

引用文献

- 1) J.N.Sofos Current microbiological considerations in food preservation, Int. J. Food Microbiology, 19 87-108 (1993)
- 2) 森地敏樹、食品保存における乳酸菌の利用、食工、49、207-214 (2002)
- 3) 宮尾茂雄、5.5 浅漬類、森地敏樹、松田敏生編著バイオプレザベーション pp103-117、1999 幸書房
- 4) 2012年 8月15日読売新聞、2012年 8月15日朝日新聞

(松田敏生 フードスタッフ研究所)

食品加工と微生物

グルコン酸の食品への利用

グルコン酸はハチミツ、ローヤルゼリー、醸造酒、醸造酢、ワインなどに含まれている有機酸の一種で、工業的にはトウモロコシ澱粉を原料とし、微生物を用いた発酵法により製造されている。特に、ローヤルゼリーには 1.9%、ワイン酢には 0.3% 含まれている。グルコン酸は別名「ハチミツ酸」とも呼ばれることがあるが、これは表 1 で示すように、ハチミツに含まれている有機酸の中ではグルコン酸が約 70% 含有していることによる。また、表 2 にクエン酸の酸味度を 100 とした場合の各有機酸の酸味度を示した。表からも明らかなようにグルコン酸はクエン酸の約 3 分の 1、酢酸の約 4 分の 1 と低い。また、グルコン酸は、あっさりともろやかな味覚を持った有機酸である。したがって、グルコン酸を用いることにより、酸味をあまり感じさせることなく pH 調整が可能となる。

プレバイオティクスとしてのグルコン酸

グルコン酸は、酸味料以外に多くの機能を有しているが、最も知られているのがビフィズス菌増殖作用である。ビフィズス菌が病原菌の腸内感染防止や腸の動きを活発にして便秘を防ぐ役割などの他にガンや老化の防止、免疫賦活作用などを有することが明らかにされている。表3で示すようにグルコン酸は有機酸の中では唯一のビフィズス菌増殖活性を有することが明らかとなり、現在では特定保健用食品素材として広く利用されている。また、グルコン酸がビフィズス菌や乳酸菌により選択的にゆっくりと利用されることで短鎖脂肪酸が増加し、大腸の健全化に役立つことや大腸炎の発生予防効果のあることも明らかになっている。

食品の品質改善剤としてのグルコン酸

もともとグルコン酸はグルコノデルタラクトンの形で豆腐の凝固剤として以前から多く利用されてきた。

グルコノデルタラクトンは、グルコン酸から1分子の水が脱水された分子内エステルである。水に溶解すると徐々にグルコン酸に変化することによって豆乳のpHをゆっくりと下げるので、むらなく均一に凝固させることができる。ニガリに比較して豆腐の出来上がりにムラが無いことや煮込んでもスが入りにくいことが特徴である。また、他の利用法としてパンやクッキーなどの焼き上げ工程において膨張剤の重曹と少しずつ反応することにより、均一な気泡を形成させることができる。グルコン酸の塩類であるグルコン酸ナトリウムやグルコン酸カリウムは食塩の代替としての効果を有していることから、パン、味噌、梅干、ハムなどの加工品に利用することにより減塩化をはかることが期待できる。パンの製造には食塩は欠かせないが、全てをグルコン酸に置き換えてもパンを作ることができることが知られている。味噌の場合も食塩の大部分をグルコン酸ナトリウムに置き換えても製造できることが知られている。これは、グルコン酸ナトリウムが水分活性を低下させる効果があることや発酵調整作用を有することのほかに、グルコン酸ナトリウムの味覚が食塩に類似していることによる。

さらに興味深いことは、グルコン酸ナトリウムは、臭いに対するマスキング効果を有していることである。魚醤油の食塩の一部をグルコン酸ナトリウムに置き換えたところ、代替率が高いほど、臭いが軽減されたことが報告されている。同様に、ビタミンB1特有の臭いがグルコン酸ナトリウムを添加することによって減少させることができたことも報告されている。そのほかには、酸味料やpH調整剤としての利用法がある。具体例としては、漬物、ハム・ソーセージ、魚肉練製品、米飯、麺類のpH調整や保存性向上にグルコン酸が使用されている。

pH調整剤としての利用

浅漬などの調味液において、ある一定の酸味度を得るためには、グルコン酸を通常の酸よりも多く使う必要がある。これは、言い換えれば酸味を強く感じさせることなく、機能性を有するグルコン酸を多く加えることができるということになる。

浅漬などの非加熱製品の保存性を向上させる目的からグリシン、酢酸ナトリウム、香辛料抽出物やキトサンなどが利用されている。これらを効果的に使用するためには、原料野菜の清浄に合わせたpH調整が必要となる。ま

た、このような保存性向上物質を利用することが無くても、pH調整は有力な微生物対策であり、その目的を達成するのに醸造酢、酢酸、乳酸、アジピン酸、リンゴ酸などが利用されている。

浅漬に使われる原料野菜の種類にもよるが、一般的にpH調整は4.5～5.0の範囲内で行われている。実際にグルコン酸、酢酸、乳酸、クエン酸を用いてpHが4.5になるようpH調整したものととの比較を行ったものを表4に示した。無処理のものは2日目には 10^7 /ml以上に達していたが、グルコン酸でpH調整したものは 10^6 /mlにとどまっておき、酢酸とほぼ同程度の保存性向上効果を示した。ここで、注意することは、pHは同程度であるが、濃度は異なっており、グルコン酸は酢酸の倍以上の使用量になっていることである。これは、言い換えれば同じpHに調整することによって、浅漬の保存性は同様に向上するが、グルコン酸の場合は、それを用いることによって、プレバイオティクスとしての機能を付与することができることである。

有機酸酸味料のなかで唯一ビフィズス菌増殖活性を有するグルコン酸の利用法については、浅漬にとどまらず多くの漬物に応用が可能である。例えば、ラッキョウ漬などの酢漬類において酸味料の一部をグルコン酸に置き換えることによって、穏やかな酸味と機能性を加え、付加価値を高めた製品開発を行うことも可能と思われる。これは、漬物だけでなく、ソース類、タレ類、ドレッシング類などにも応用可能と思われる。

有機酸の種類	含有率	有機酸の種類	含有率
グルコン酸	68.9	クエン酸	3.9
酒石酸	0.9	マロン酸	0.6
コハク酸	0.5	その他フマル酸など	

表1 ハチミツ中の各有機酸と含有比率(%)

有機酸	酸味度	クエン酸対応量
グルコン酸	29～35	282～341
クエン酸	100	100
酒石酸	140～147	68～71
乳酸	91～96	104～110
フマル酸	178～185	54～56
リンゴ酸	128～137	73～78
コハク酸	112～116	86～89
アスコルビン酸	46～48	208
酢酸	115～139	282～341

(クエン酸の酸味度を100)とする

表2 各有機酸の酸味度

有機酸	ビフィズス菌	ウェルシュ菌
グルコン酸類 グルコン酸カルシウム グルコノデルタラクトン (グルコン酸)	++	—
クエン酸	—	—
乳酸	—	—
酢酸	—	—
リンゴ酸	—	—

+ : 増殖を促進する - : 影響しない

表3 有機酸によるビフィズス菌およびウェルシュ菌に対する増殖促進効果

有機酸の種類	0日目	2日目	4日目
グルコン酸	1.2×10^5	2.0×10^6	5.4×10^7
酢酸	1.1×10^5	1.0×10^6	3.1×10^7
乳酸	1.0×10^5	2.2×10^7	1.0×10^8
無処理	1.1×10^5	3.2×10^7	2.4×10^8

(食塩: 2.0% グルタミン酸Na: 0.1% 10°C)

表4 各有機酸でpH調整(pH4.5)を行った浅漬キュウリの生菌数(cfu/ml)

(宮尾茂雄 東京家政大学教授)

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 名古屋市中央区東宿町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