

保存性を向上させる食品添加物の 作用機構と効果的な使用方法 ～おいしさと保存性を両立させるには？～



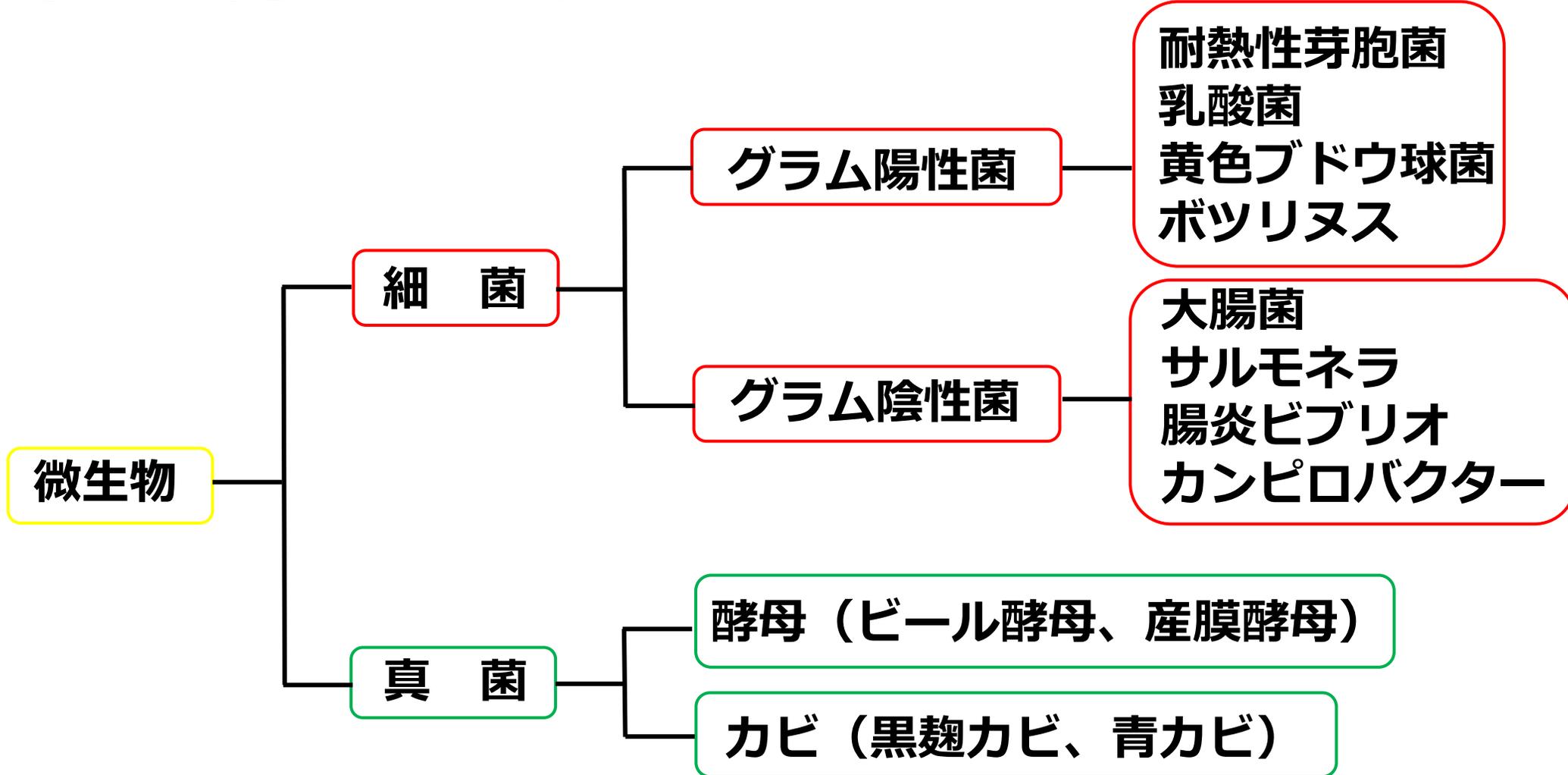
奥野製薬工業株式会社
東京食品営業部 東京食品技術課
近藤克紀

本日の内容

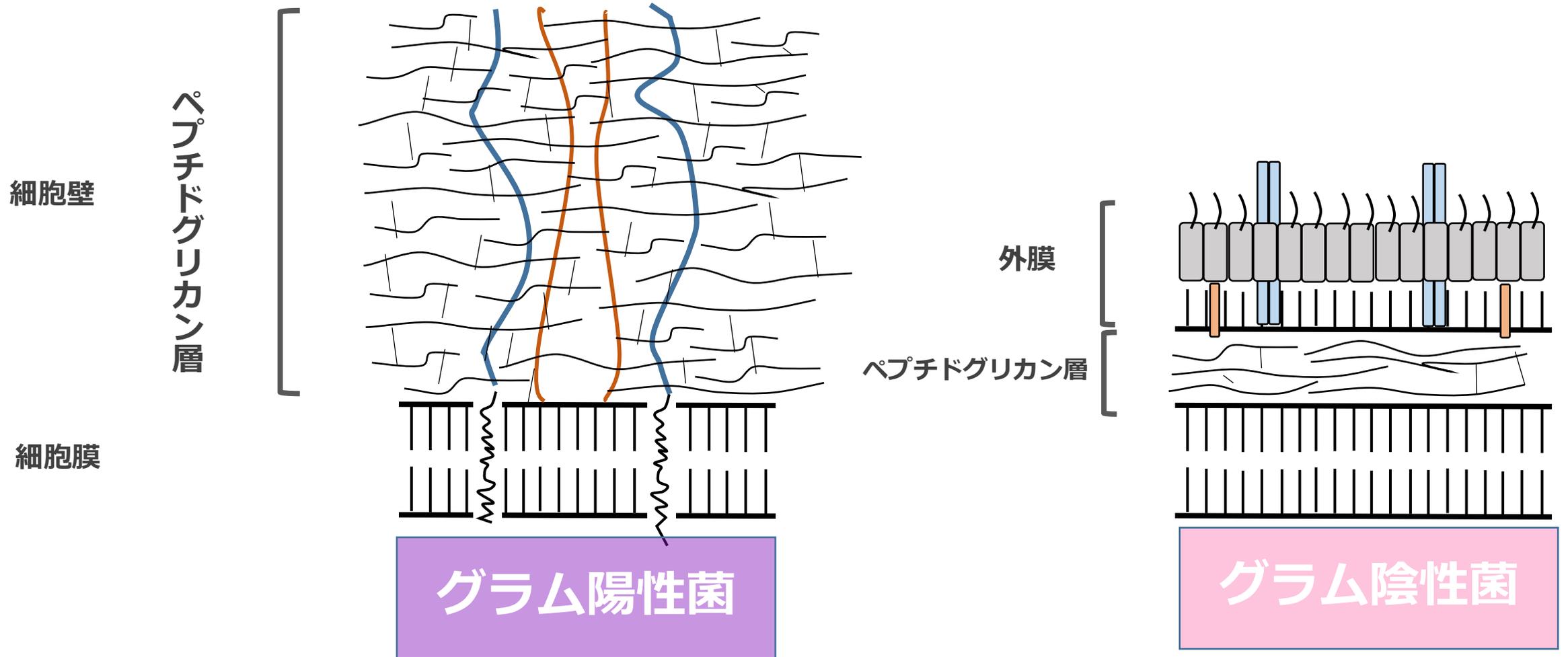
- 食品中で問題となる微生物とその特徴
- 制菌剤(保存料、日持向上剤)の種類と特性
- 食品物性、味質への影響を押さえた制菌剤の使い方

食品中で問題となる微生物とその特徴

微生物の分類



グラム陽性菌と陰性菌



グラム陰性菌は外膜を持つため、一般的に薬剤耐性が強いとされる。

食品で問題となる腐敗原因菌

耐熱性菌

- ・ グラム陽性菌
- ・ 芽胞を形成し、熱や化学物質への耐性が強い
- ・ 低温加熱では芽胞は残存するため、加工食品の腐敗の原因菌となることが多い
- ・ 中温で増殖する菌が多いが、低温菌や高温菌もいる
- ・ 食中毒菌であるセレウス菌は低温でも増殖可

乳酸菌

- ・ グラム陽性の桿菌または球菌
- ・ カタラーゼ陰性、無芽胞
- ・ 消費したグルコースの50%以上を乳酸に変換
- ・ pH4.0以下の酸性下でも増殖可能
- ・ 低温でも増殖可能であり、制御困難

大腸菌群

- ・ グラム陰性菌
- ・ 無芽胞で好気性 または 通性嫌気性、乳糖を分解して酸とガスを発生する菌の総称
- ・ 熱に弱い
- ・ 衛生指標菌の1つ
- ・ 加熱食品から検出された場合、加熱不足や二次汚染が疑われる

カビ・酵母

- ・ 細胞に核を持つ（真核生物）
- ・ 加熱には弱いですが、増殖力が強い
- ・ 低pH条件下でも増殖可能
- ・ 水分活性が低くても増殖する
- ・ 抗菌性物質が効きにくい

惣菜などの変敗様式およびその原因菌

食品名	変敗様式	主な変敗原因菌	食品名	変敗様式	主な変敗原因菌
ミートボール	酸敗	<i>Enterococcus faecium</i> *	卵豆腐	包装容器膨張	<i>Leuconostoc plantarum</i> *
はるさめサラダ	酸敗	<i>Enterococcus faecalis</i> *	ポテトサラダ	酸敗	<i>Enterococcus faecium</i> *
調理いも	異臭	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> *	ローストチキン	酸敗	<i>Enterococcus faecalis</i> *
サラダ	異臭・酸敗	<i>Pseudomonas pentosaceus</i> *	マカロニサラダ	酸敗	<i>Enterococcus faecalis</i> *
きんぴら	異臭・緑変	<i>Saccharomyces</i> spp.*	れんこん佃煮	白色斑点	<i>Torulopsis</i> spp.*
ちらし寿司	シナー臭	<i>Pichia anomala</i> *	かつ角煮	シナー臭	<i>Pichia anomala</i> *
冷蔵サラダ	異臭	<i>Candida</i> * <i>Rhodotorula</i> * <i>Cryptococcus</i> * <i>Tricosporon</i> *	冷蔵餃子	異臭	<i>Candida</i> * <i>Rhodotorula</i> * <i>Debaryomyces</i> *
めん	腐敗	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Bacillus licheniformis</i>	米飯	変敗	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus cereus</i>
			もち	穴あき、膨張	<i>Bacillus polymyxa</i>
豆腐	酸敗	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus cereus</i>	缶詰	フラットサワー	<i>Bacillus coagulans</i> <i>Bacillus</i> <i>stearothermophilus</i>
果汁飲料	薬品臭	<i>Alycyclobacillus</i> <i>acidoterrestris</i>	キムチ	ガス膨脹	<i>Saccharomyces</i> sp. * <i>Leuconostoc</i> sp. *

* 印のある菌種は、熱に弱い菌種であり、二次汚染による変敗と思われる。

蒲鉾類の変敗様式およびその原因菌

食品名	変敗様式	主な変敗原因菌	食品名	変敗様式	主な変敗原因菌
板蒲鉾	褐色斑点	<i>Bacillus megaterium</i> <i>Bacillus cereus</i>	揚げ蒲鉾	褐変	<i>Enterobacter cloacae</i> * <i>Bacillus pumilus</i>
	褐変	<i>Serratia marcescens</i> *		ネト	<i>Leuconostoc citreum</i> *
	黄色斑点	<i>Staphylococcus hominis</i> *		軟化	<i>Bacillus</i> 属
	黄色い補	<i>Micrococcus</i> 属 *		膨張、白濁	酵母 *
	黄変	<i>Micrococcus</i> * <i>Staphylococcus</i> * <i>Pseudomonas</i> *	竹輪	異臭	<i>Candida pelliculosa</i> * <i>Candida parapsilosis</i> *
	軟化	<i>Bacillus cereus</i> <i>Bacillus licheniformis</i> <i>Bacillus polymyxa</i> <i>Bacillus subtilis</i>		カビ	<i>Penicillium</i> 属 * <i>Mucor</i> 属 * <i>Absidia</i> 属 * <i>Aureobasidium</i> 属 *
	青色変色	<i>Pseudomonas</i> * 乳酸菌 *		ネト	<i>Bacillus subtilis</i>
	ネト	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Leuconostoc</i> *		笹かま	軟化
	カビ	<i>Cladosporium</i> 属 *(黒緑色) <i>Penicillium</i> 属 * <i>Trichosporon</i> 属 *(加`臭) <i>Aspergillus</i> 属 *(黒変)	か蒲鉾		ピンク色斑点
				ネト	<i>Bacillus subtilis</i>
			軟化	<i>Bacillus cereus</i>	

* 印のある菌種は、熱に弱い菌種であり、二次汚染による変敗と思われる。

菓子類の変敗様式およびその原因菌

食品名	変敗様式	主な変敗原因菌	食品名	変敗様式	主な変敗原因菌
チーズケーキ	酸敗	<i>Streptococcus faecalis</i> *	カステラ	シンナー臭	<i>Hansenula anomala</i> *
	ネト生成	<i>Bacillus cereus</i>		白斑点生成	<i>Saccharomyces rosei</i> *
ショートケーキ	酸敗	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> *	スポンジ ケーキ	白斑点生成	<i>Saccharomyces rosei</i> *
	シンナー臭	<i>Hansenula anomala</i> *		エタノール臭	<i>Saccharomyces cerevisea</i> *
シュークリーム	酸敗	<i>Streptococcus faecalis</i> *		シンナー臭	<i>Hansenula anomala</i> *
	異臭発生	<i>Kluyveromyces marxianus</i> *		ロープ現象	<i>Bacillus pumilus</i>
アップルパイ	シンナー臭	<i>Hansenula anomala</i> *	ドーナツ	黒斑点生成	<i>Cladosporium herbarum</i> *
	黒色斑点	<i>Cladosporium herbarum</i> *		酸敗	<i>Streptococcus faecalis</i> *
ロールケーキ	酸敗	<i>Streptococcus faecalis</i> *		異臭生成	<i>Bacillus subtilis</i>
	シンナー臭	<i>Hansenula anomala</i> *	マシュマロ	褐色化	<i>Wallemia sebi</i> *
カスタード プリン	ネト生成	<i>Bacillus cereus</i>		白斑点生成	<i>Saccharomyces rosei</i> *
	酸敗	<i>Streptococcus faecalis</i> *		緑斑点生成	<i>Penicillium cyclopium</i> *
ワッフル	酸敗	<i>Streptococcus faecalis</i> *	マロン グラッセ	白斑点生成	<i>Geotrichum candidum</i> *
	白斑点生成	<i>Geotrichum candidum</i> *		ロープ現象	<i>Bacillus megaterium</i>
ババロア	異臭生成	<i>Bacillus circulans</i>		黒斑点生成	<i>Cladosporium herbarum</i> *
	酸敗	<i>Streptococcus faecalis</i> *	ブッセ	褐色化	<i>Wallemia sebi</i> *
ゼリー	黒色化	<i>Aureobacidium pullulans</i> *		異臭生成	<i>Micrococcus sp.</i> *
	離水	<i>Bacillus cereus</i>		ロープ現象	<i>Bacillus subtilis</i>

* 印のある菌種は、熱に弱い菌種であり、二次汚染による変敗と思われる。

問題となる菌は何か？

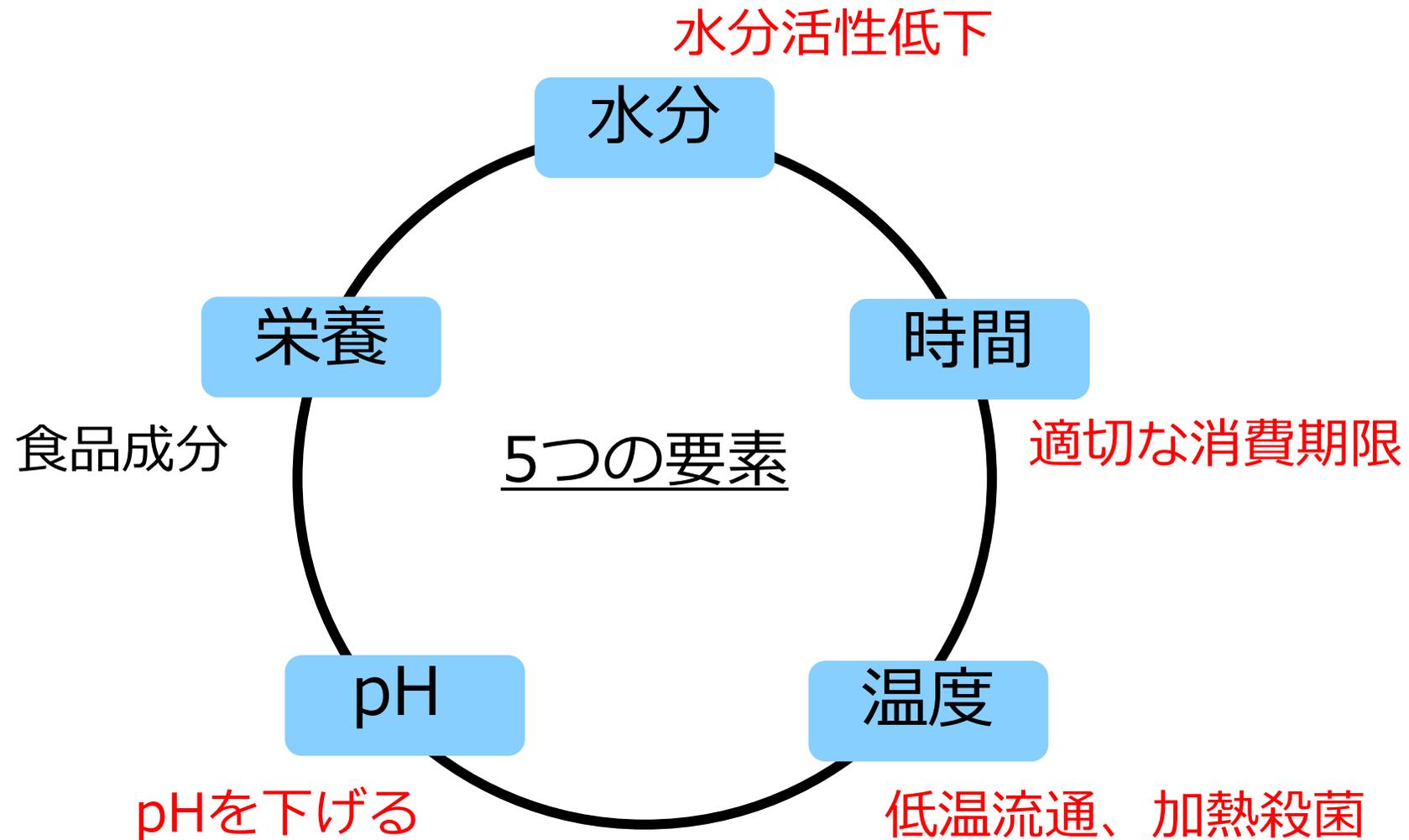
二次汚染？原料由来？

菌種、原因を特定し、微生物の増殖リスクを減らす

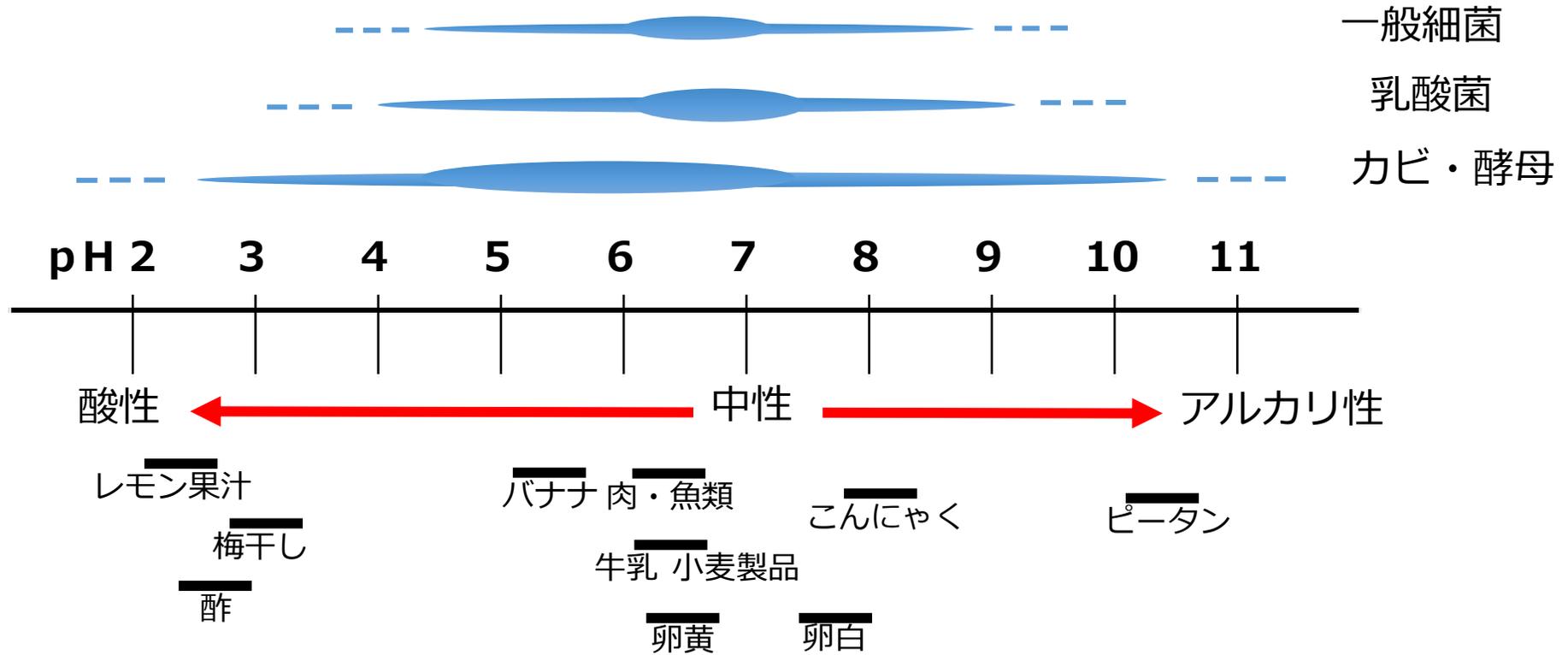
微生物制御の基本

つけない	原料の選定(菌数の少ないものを選ぶ) 工場衛生の改善等による二次汚染防止
増やさない	5つの増殖条件から制御 制菌剤の使用
殺す	加熱殺菌 次亜塩素酸Na等で初発菌数を下げる(除菌)

増殖に必要な条件と制御

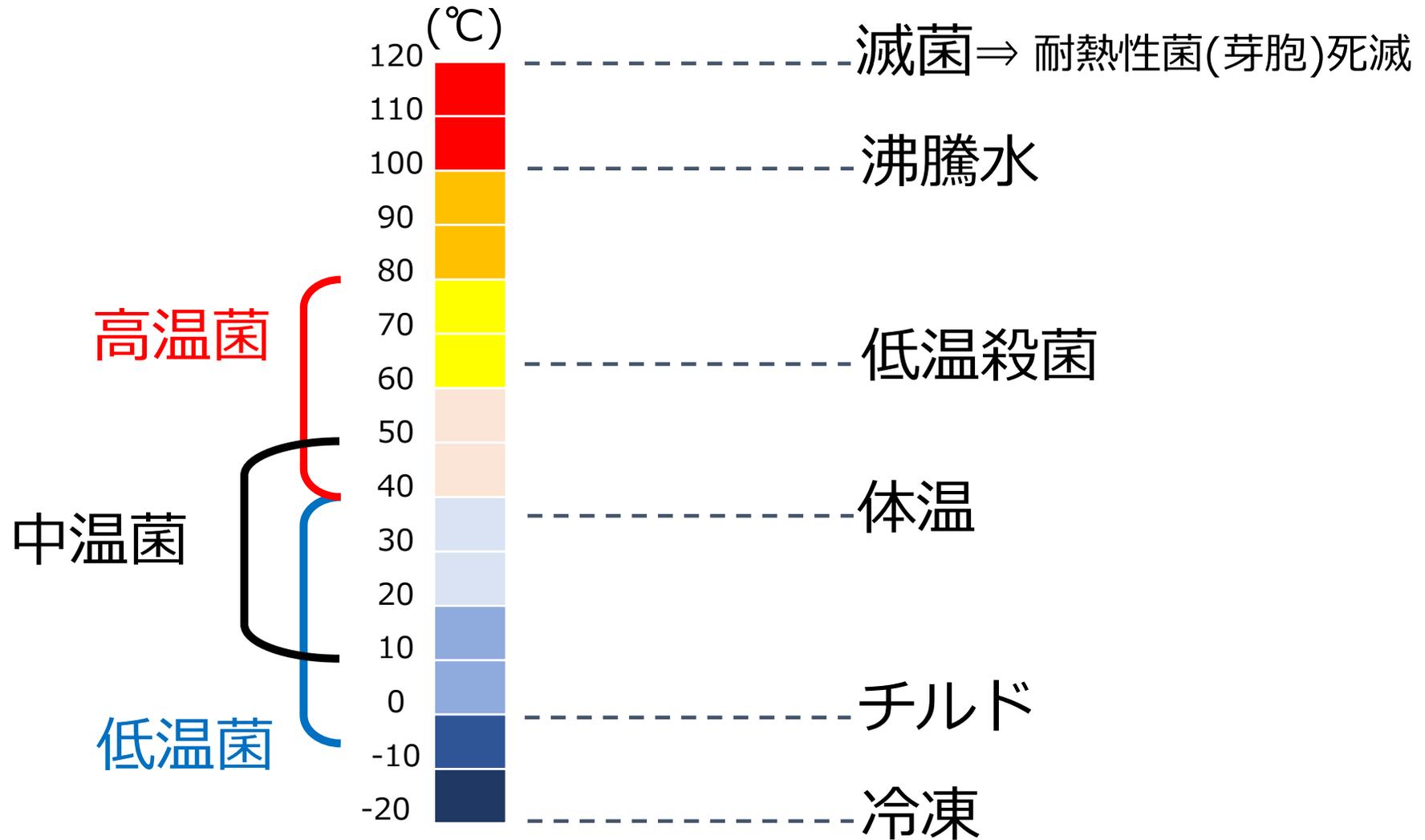


微生物の増殖とpH



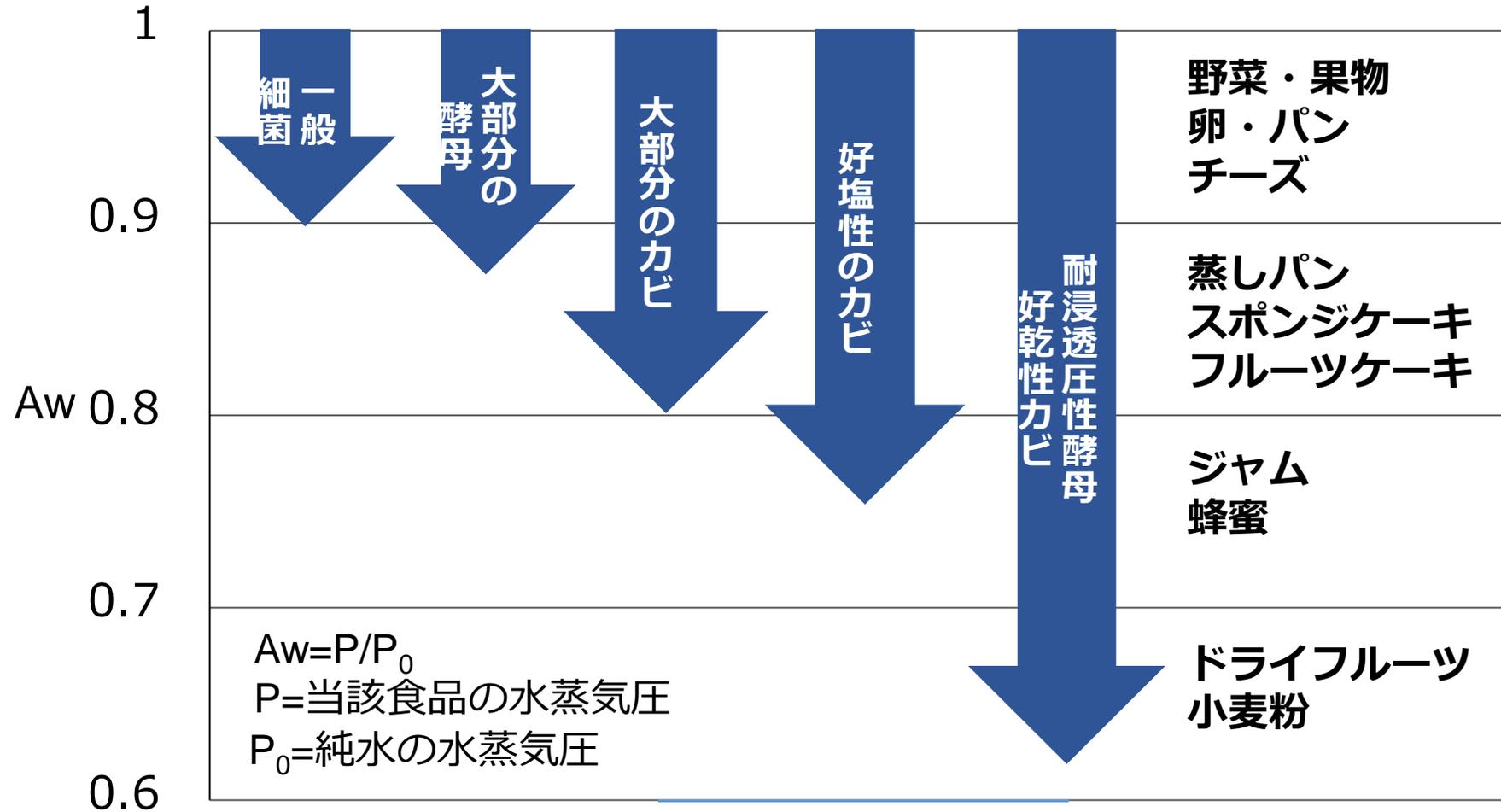
弱酸性～弱アルカリで微生物が増えやすい
pH4以下では、微生物は増殖しにくくなる

微生物の増殖温度



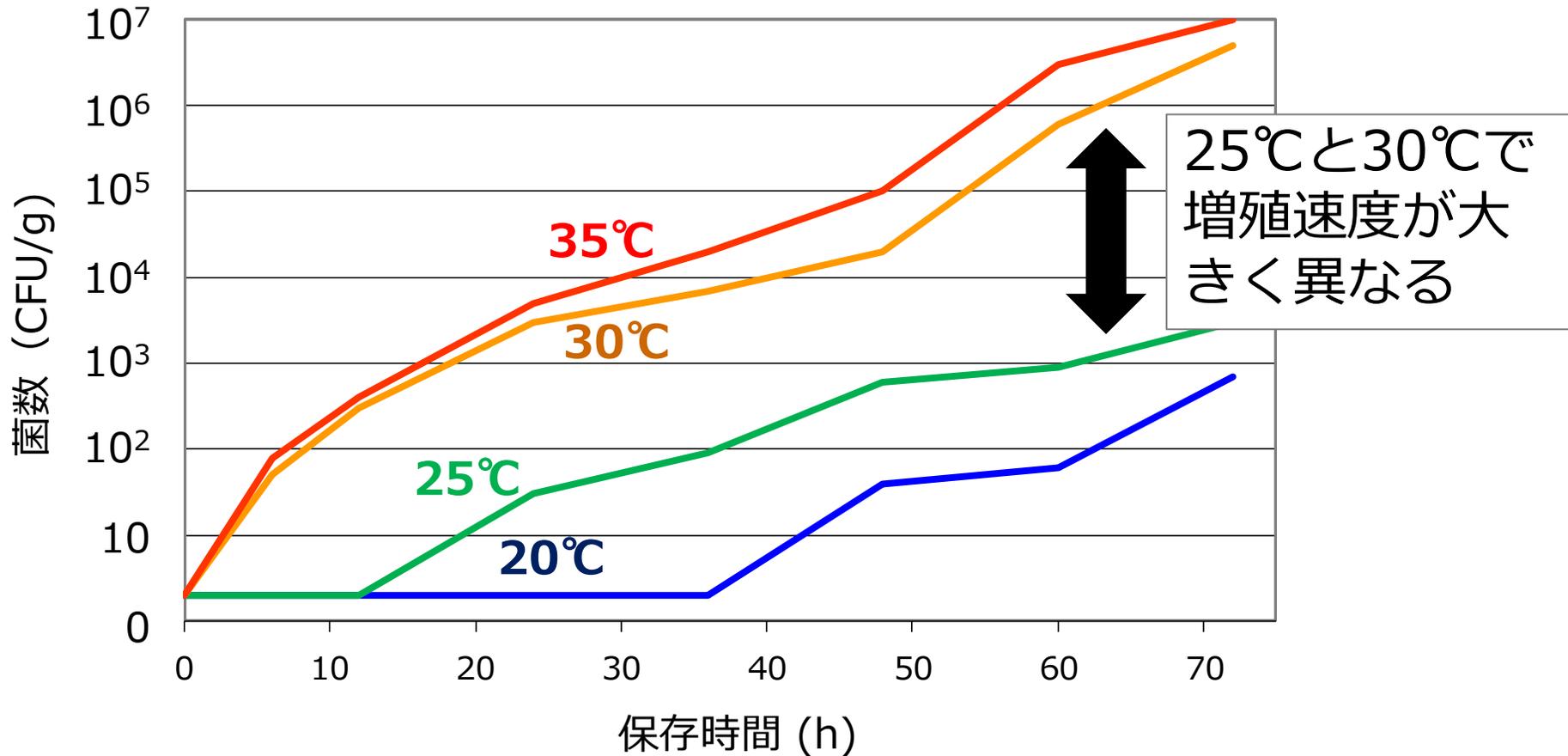
微生物と水分活性

水分活性(Aw)：食品の水分の中で微生物が利用できる自由水の割合



温度と増殖速度

鶏唐揚げにおける菌増殖の推移(*B. subtilis* 植菌)



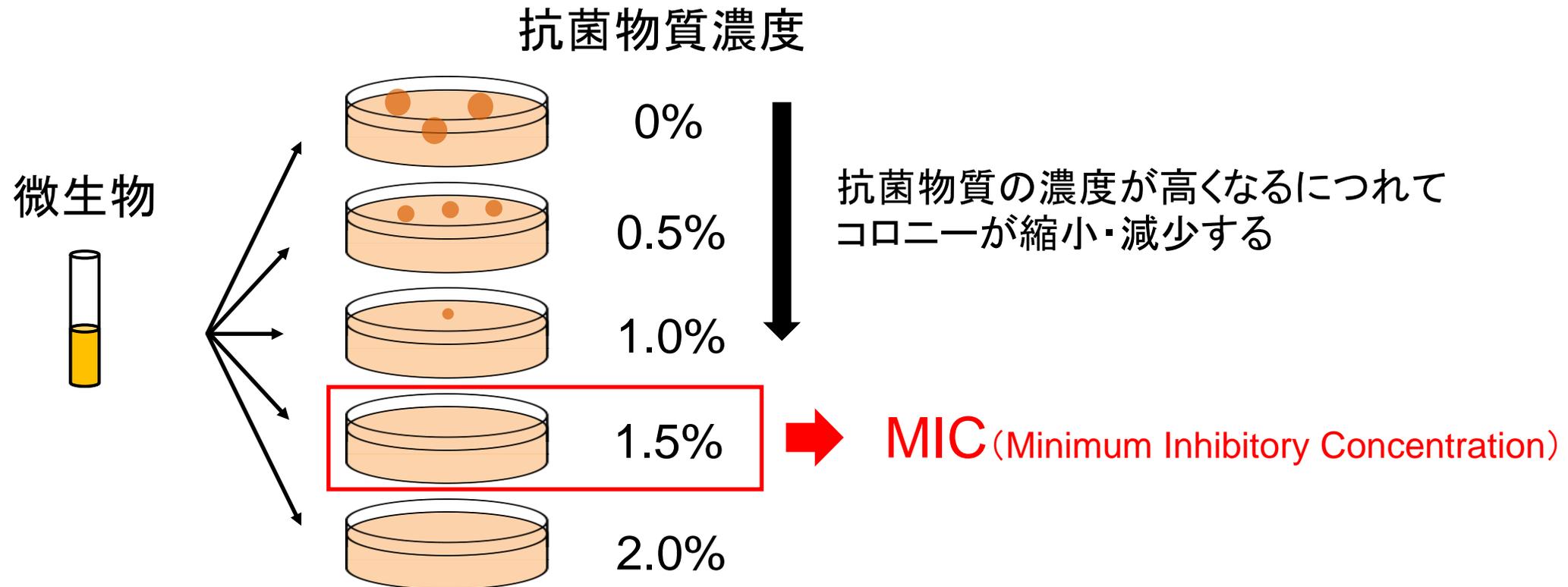
制菌剤(保存料、日持向上剤)の種類と特性

制菌剤を構成する成分

分類	役割	食品添加物例 (一部)	表示
保存料	腐敗・変敗抑制し保存性向上 抗菌効果(大)	ソルビン酸、プロピオン酸、安息香酸、ε-ポリリジン、しらこたん白	用途名併記 例：保存料(ポリリジン)
日持向上剤	短期間の腐敗・変敗抑制 抗菌効果(小)	酢酸ナトリウム、氷酢酸、グリシン、グリセリン脂肪酸エステル、チアミンラウリル硫酸塩(ビタミンB1)、リゾチーム	物質名表示 例：酢酸Na、グリシン
pH調整剤	pH調整 食品のpHを適正に調整。	有機酸類(クエン酸/乳酸/フマル酸ナトリウム等)、リン酸塩類、フィチン酸	一括名表示 pH調整剤

最小発育阻止濃度 (MIC)

抗菌物質に対する微生物の抵抗性を培地上で確かめる手法



MIC値が低いほど抗菌力が強い

保存料

(指定添加物)		(既存添加物)
安息香酸ナトリウム	プロピオン酸カルシウム	カワラヨモギ抽出物
ソルビン酸	プロピオン酸ナトリウム	酵素分解ハトムギ抽出物
ソルビン酸カリウム	亜硫酸ナトリウム	しらこたん白抽出物
デヒドロ酢酸ナトリウム	次亜硫酸ナトリウム	ツヤプリシン(抽出物)
パラオキシ安息香酸イソブチル	二酸化硫黄	ペクチン分解物
パラオキシ安息香酸イソプロピル	ピロ亜硫酸カリウム	ε-ポリリシン
パラオキシ安息香酸エチル	ピロ亜硫酸ナトリウム	等
パラオキシ安息香酸ブチル	等	
パラオキシ安息香酸プロピル		

日持向上剤

(指定添加物)	(既存添加物)		
氷酢酸 (酢酸)	オレガノ抽出物	ショウガ抽出物	フーロホルリス抽出物
酢酸ナトリウム	カラシ抽出物	セイウワサビ抽出物	ハーパー抽出物
グリシン	カンゾウ油性抽出物	セージ抽出物	ホコッシ抽出物
グリセリン脂肪酸エステル (中鎖脂肪酸に限る)	キトサン	チャ抽出物	モウソウチク乾留物
チアミンラウリル硫酸塩	クローブ抽出物	トウガラシ水性抽出物	モウソウチク抽出物
	クワ抽出物	ニンニク抽出物	ユッカフォーム抽出物
	酵素処理チャ抽出物	ピメント抽出物	リゾチーム
	酵素分解リンゴ抽出物	ブドウ果皮抽出物	ローズマリー抽出物
	シソ抽出物	ブドウ種子抽出物	ワサビ抽出物

pH調整剤（水素イオン濃度調整剤）

(指定添加物)		(既存添加物)
アジピン酸	炭酸ナトリウム	イタコン酸 フィチン酸
クエン酸	二酸化炭素	
クエン酸三ナトリウム	乳酸	
グルコノデルタラクトン	乳酸カリウム	
グルコン酸	乳酸ナトリウム	
グルコン酸カリウム	氷酢酸	
グルコン酸ナトリウム	ピロリン酸二水素二ナトリウム	
コハク酸	フマル酸	
コハク酸一ナトリウム	フマル酸一ナトリウム	
コハク酸二ナトリウム	DL-リンゴ酸	
酢酸ナトリウム	DL-リンゴ酸ナトリウム	
DL-酒石酸	リン酸	
L-酒石酸	リン酸水素二カリウム	
DL-酒石酸水素カリウム	リン酸二水素カリウム	
L-酒石酸水素カリウム	リン酸水素二ナトリウム	
DL-酒石酸ナトリウム	リン酸二水素ナトリウム	
炭酸水素ナトリウム		

酢酸ナトリウムは日持向上剤？ pH調整剤？

- 酢酸ナトリウムは、添加物の使用目的として以下の4つがあります。

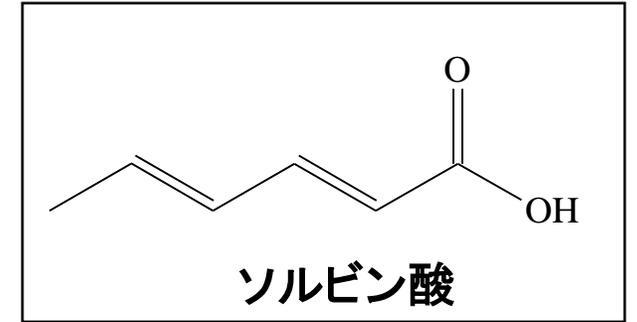
pH調整剤	表示はpH調整剤の一括表示
日持向上剤	表示は物質名
調味料	表示は調味料（有機酸）
酸味料	表示は酸味料

使用者の目的によって、どの表示をするかが決まります。

ソルビン酸、ソルビン酸カリウム

【特性】

- ・ 抗菌スペクトルが広い
- ・ 特にカビおよび酵母に対して効果的
- ・ 乳酸菌に対しては効果が弱い
- ・ 使用基準有り



【抗菌メカニズム】

非解離分子が菌体内に浸透し抗菌作用を発揮

脂肪酸の代謝過程における中間代謝物の異常蓄積という形で脱水素酵素系を阻害する。

酵素中のSH基と反応し、SH基を活性基とする酵素活性を広く阻害する。

ナナカマドの未成熟果実から発見。

ソルビン酸の最小発育阻止濃度

供試菌株	最小発育阻止濃度 (%)						
	pH7.0	pH6.5	pH6.0	pH5.5	pH5.0	pH4.5	pH4.0
乳酸菌							
<i>Lactobacillus casei</i>	4.0	3.5	2.79	1.78	0.87	0.4	0.210
<i>Lactobacillus brevis</i>	3.5	2.0	1.40	1.34	0.87	0.4	0.210
<i>Lactobacillus burgaricus</i>	3.0	1.5	0.47	0.22	0.11	0.1	NG
<i>Lactobacillus derbruekii</i>	3.0	2.0	1.40	0.89	0.44	0.2	0.105
<i>Streptococcus faecalis</i>	1.5	1.5	1.40	1.34	0.87	0.4	NG
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	2.5	2.0	1.86	1.34	0.87	0.4	0.105
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	3.5	3.0	2.33	2.33	0.31	0.8	0.420
一般細菌							
<i>Escherichia coli</i>	1.5	1.5	1.40	1.34	0.870	0.40	NG
<i>Bacillus subtiris</i>	1.5	1.5	1.40	1.34	0.870	0.40	NG
<i>Bacillus licheniformis</i>	1.5	0.5	0.47	0.22	0.110	NG	NG
<i>Bacillus cereus</i>	3.0	1.0	0.47	0.22	0.110	0.04	0.02
<i>Staphylococcus marcescens</i>	1.5	0.5	0.23	0.11	0.044	<0.04	<0.02
<i>Staphylococcus aureus</i>	1.5	1.0	1.40	0.89	0.440	0.10	NG
酵母とカビ							
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.50	0.500	0.470	0.220	0.110	0.04	0.02
<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	0.50	0.500	0.470	0.220	0.110	0.04	0.02
<i>Candida krusei</i>	0.50	0.250	0.046	0.045	0.044	0.04	0.02
<i>Rhodotorula rubra</i>	1.00	0.125	0.120	0.110	0.044	0.04	0.02
<i>Aspergillus oryzae</i>	0.50	0.125	0.120	0.110	0.110	0.04	0.02
<i>Penicillium oxalicum</i>	0.25	0.125	0.046	0.045	0.044	0.04	0.02

安息香酸・安息香酸ナトリウム

【特性】

- ・ 抗菌スペクトルがやや広い
- ・ カビおよび酵母に対しては比較的效果が弱い
- ・ 細菌類に対しては効果がやや高い
- ・ 使用基準有り

【抗菌メカニズム】

膜構造に結合し、その選択的透過性を変化させ、膜機能障害を起こさせる、酵素群の活性に阻害を与える、などが考えられている。

安息香酸の最小発育阻止濃度

供試菌株	最小発育阻止濃度 (%)		
	p H 5	p H 6	p H 7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.063	0.5	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.063	1	>1
<i>Salmonella enteritidis</i>	0.063	0.5	>1
<i>Micrococcus luteus</i>	0.063	>1	>1
<i>Bacillus subtilis</i>	0.016	0.5	>1
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	>1	>1	>1
<i>Debaryomyces hansenii</i>	>1	>1	>1
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	>1	>1	>1
<i>Aspergillus niger</i>	>1	>1	>1
<i>Penicillium citrinum</i>	>1	>1	>1

ナイシン

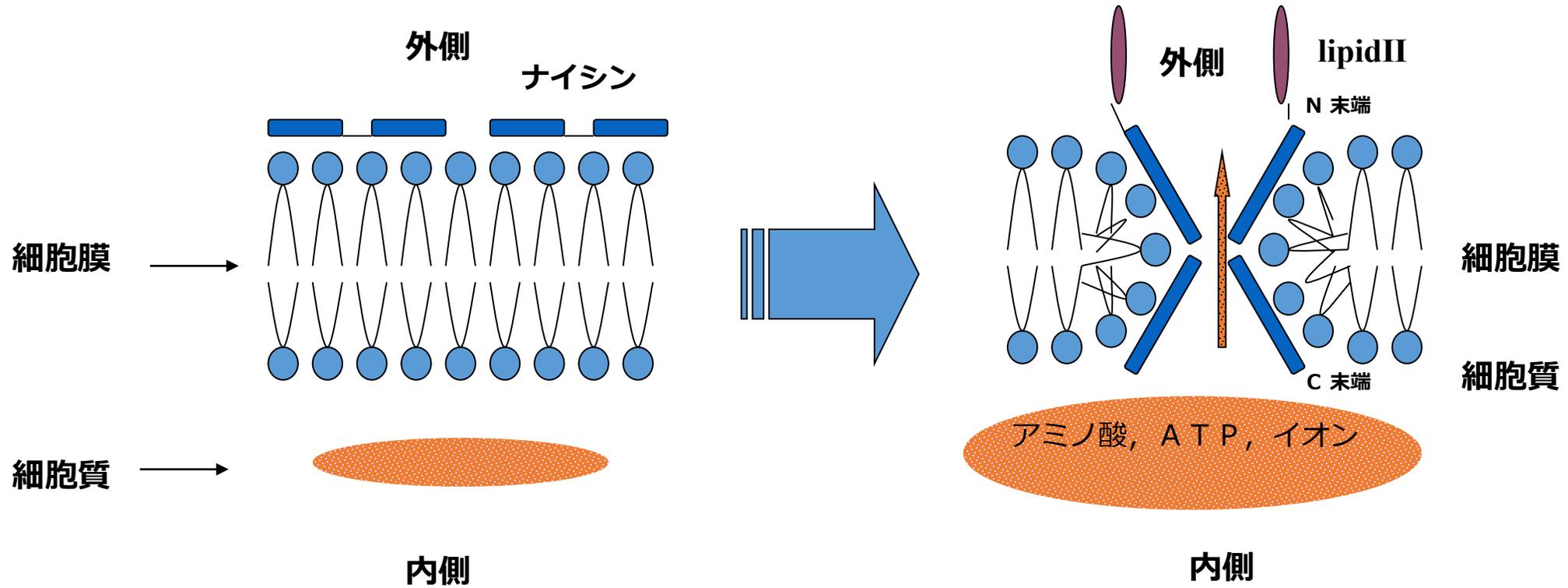
【特性】

- ・ グラム陽性菌に対して強い抗菌効果を示す
- ・ 陰性菌に対してはその効果は弱い
- ・ 中性～アルカリ域での抗菌性が弱い
- ・ 使用基準有り

【抗菌メカニズム】

細胞膜に孔を形成し、A T P、アミノ酸など低分子物質を漏洩させることによるものと推察

ナイシン抗菌作用イメージ



ナイシンの最小発育阻止濃度 (IU)

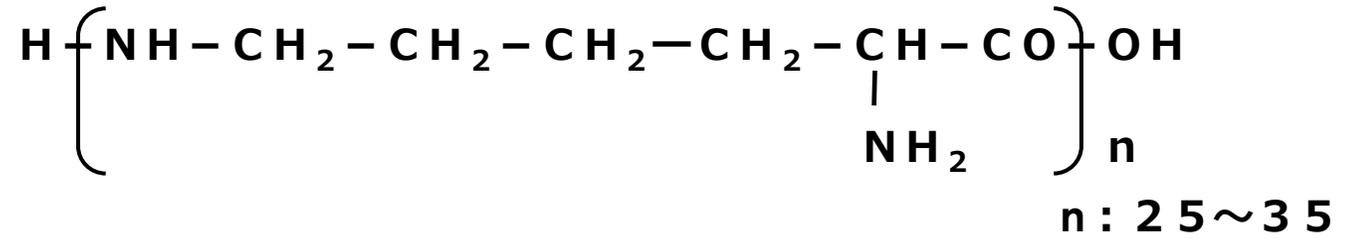
菌 種	好氣的	嫌氣的
乳酸菌		
<i>Lactobacillus brevis</i>	125	125
<i>Lactobacillus casei</i>	125	250
<i>Lactococcus lactis</i>	250	125
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	15	30
<i>Pediococcus acidilactici</i>	30	60
一般細菌		
<i>Bacillus cereus</i>	250	60
<i>Bacillus subtilis</i>	15	0
<i>Proteus vulgaris</i>	> 500	0
<i>Enterobacter cloacae</i>	> 500	> 500
<i>Salmonella</i> Typhimurium	> 500	> 500
<i>Escherichia coli</i>	> 500	> 500
<i>Staphylococcus aureus</i>	250	2

普通寒天培地、pH6.0、30℃、4日間培養 1mgナイシン/食品1kg (食品中1ppm) = 40 IU/食品g

ナイシンの食品への利用例

食品の種類	ナイシンの濃度 (IU)	対象微生物
プロセスチーズ	100~600	<i>Bacillus</i> spp., <i>Clostridium</i> spp.
乳及び乳製品	10~50	<i>Bacillus</i> spp. (<i>Bacillus stearothermophilus</i> を含む)
殺菌済み冷蔵乳製品デザート	75~200	
液卵	50~200	<i>Bacillus</i> spp., <i>Clostridium</i> spp.
低温殺菌スープ	100~250	<i>Bacillus</i> spp. (<i>Bacillus cereus</i> を含む)
果汁(低温殺菌, 常温保存)	30~60	<i>Bacillus</i> spp.
缶詰	100~200	<i>Alicyclobacillus acidterresteris</i> <i>Bacillus stearothermophilus</i> , <i>Clostridium</i>
ドレッシング、ソース	50~200	<i>thermosaccharolyticum</i> , <i>Clostridium botulinum</i>
マスカルポーネチーズ	<400	乳酸菌, <i>Brochothrix thermosphacta</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>
ボロニアソーセージ、フランクフルト等の肉製品	200~400	<i>Clostridium botulinum</i>
リコッタチーズ	100~200	乳酸菌, <i>Brochothrix thermosphacta</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>
ビール、ワイン、酒類		
ピチングイースト洗浄	1,000~1,500	<i>Listeria monocytogenes</i>
低温殺菌の緩和	10~50	
発酵中の調節	25~100	乳酸菌 (<i>Lactobacillus</i> , <i>Pediococcus</i>)
発酵後	10~50	

ポリリジン

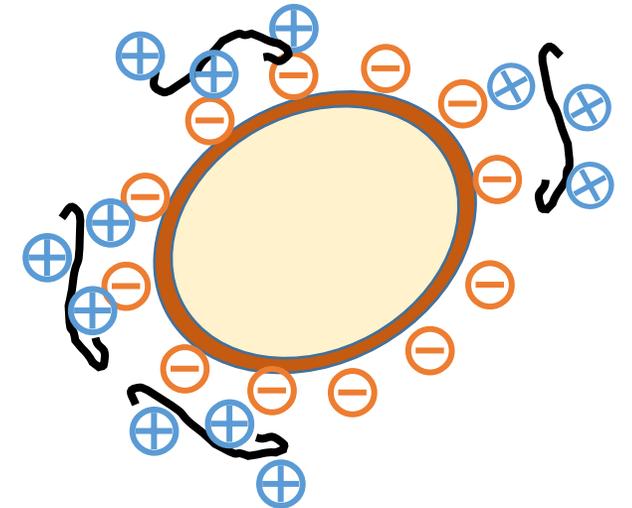


【特性】

- 広い範囲のpH領域で微生物の増殖を抑制
- 食品への風味の影響が少ない
- 広い範囲の微生物に対し増殖抑制効果を有する
- 熱安定性が高い
- ポリアニオンとの共存により、抗菌性が低下するおそれあり

【抗菌メカニズム】

微生物の細胞膜に吸着し、微生物を不活化するカチオン系界面活性剤として抗菌活性を発揮する。また、界面活性効果により併用した抗菌物質の細胞内への浸透性の向上により相乗効果が発揮される

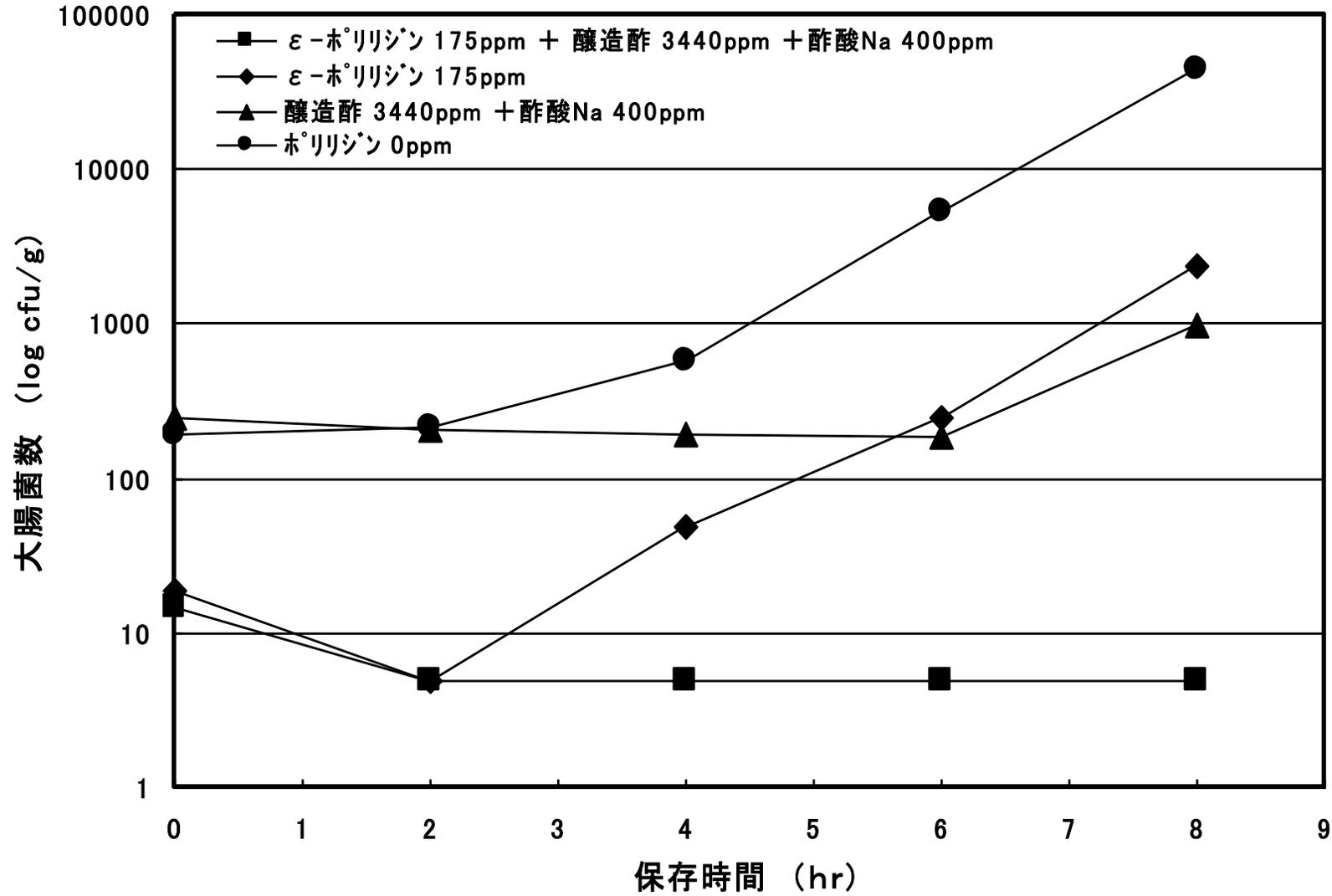


Streptomyces属の菌が産生

ポリリジンの最小発育阻止濃度

供試菌株	最小発育阻止濃度 (%)		
	p H 5	p H 6	p H 7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	NG	0.016	0.032
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.063	0.032	0.016
<i>Salmonella Enteritidis</i>	0.063	0.063	0.063
<i>Micrococcus luteus</i>	NG	0.032	0.016
<i>Bacillus subtilis</i>	0.016	0.016	0.016
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	0.016	0.016	0.016
<i>Debaryomyces hansenii</i>	0.016	0.032	0.032
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.032	0.063	0.063
<i>Aspergillus niger</i>	0.063	0.063	0.063
<i>Penicillium citrinum</i>	0.125	0.125	0.125

抗菌スペクトルが広く、かつpH依存性がない



白飯の保存試験 (大腸菌接種)

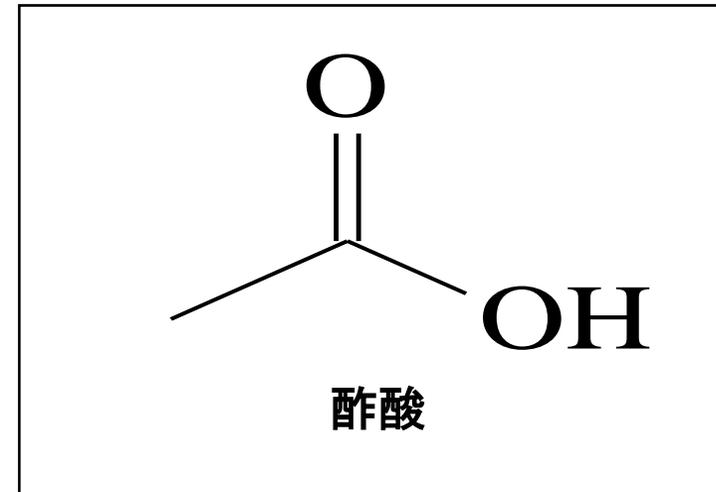
酢酸Na、酢酸Ca、酢酸

【特性】

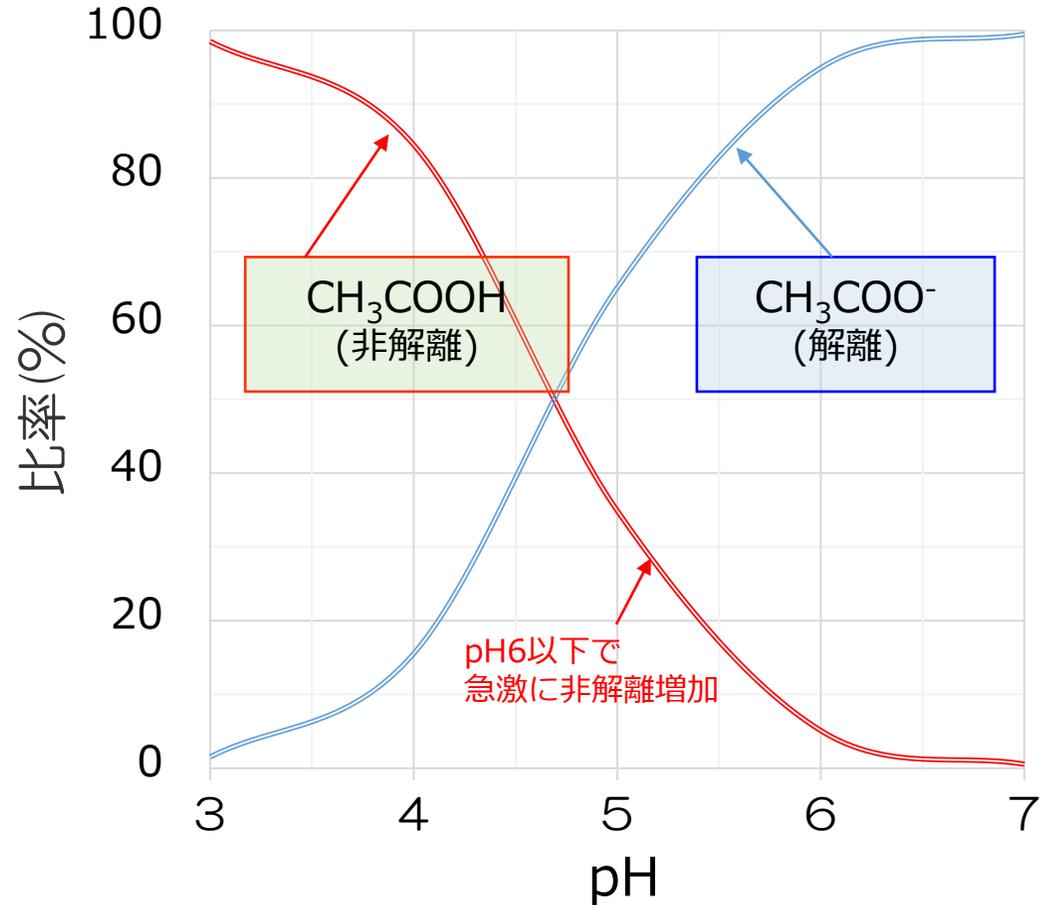
- ・ 比較的抗菌スペクトルが広い
- ・ 他の有機酸よりも抗菌性が強い
- ・ pHが低いほど抗菌性が強い
- ・ $pK_a=4.76$

【抗菌メカニズム】

酢酸そのものの抗菌力（菌体内蓄積による代謝異常）
pH低下による生育抑制
エネルギーの枯渇



酢酸ナトリウム（酢酸）の抗菌メカニズム



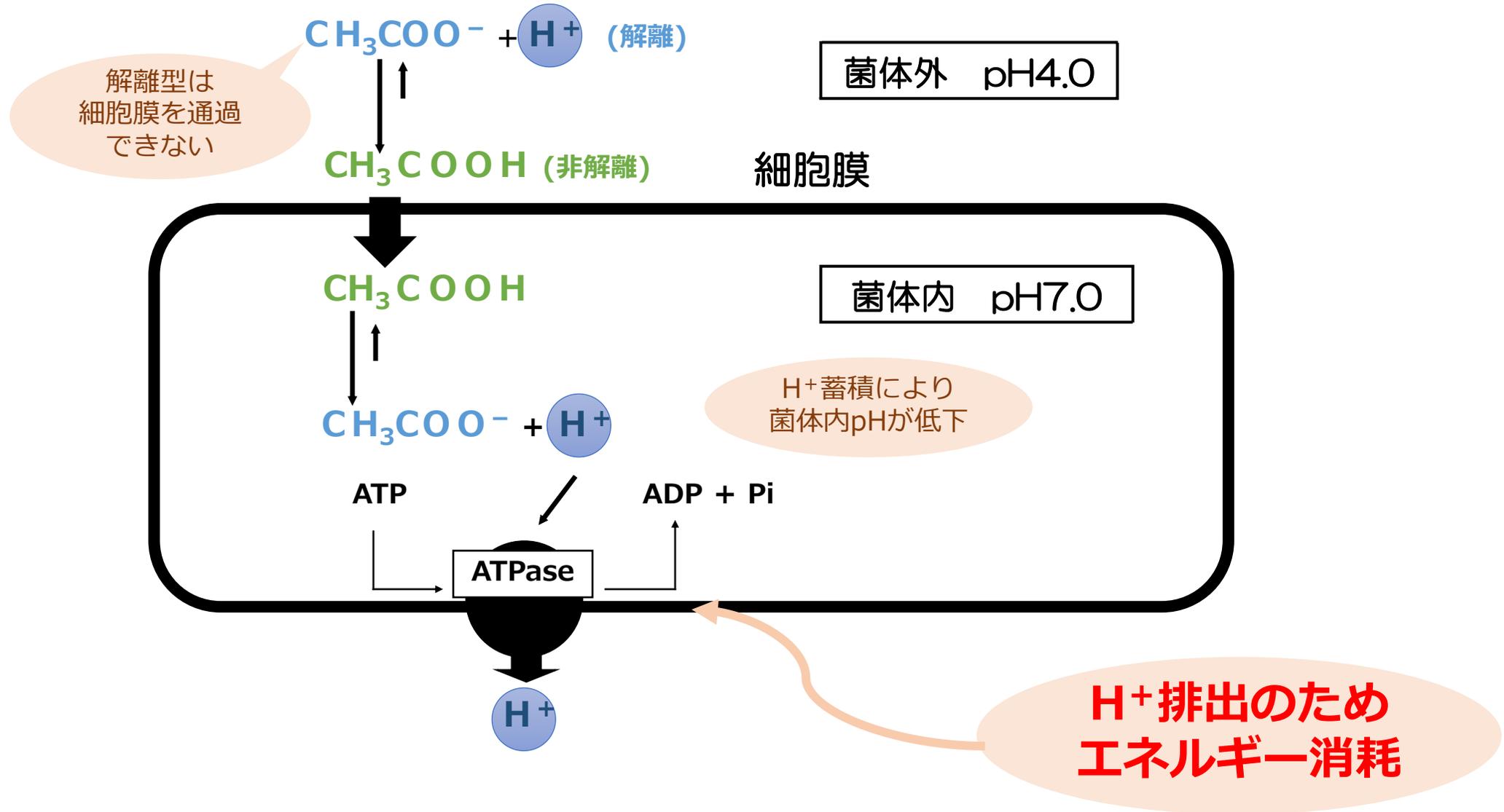
酢酸のpHによる解離・非解離分子の比率

非解離分子の存在が多いほど抗菌性が高い

||

低 pH で抗菌性が高い

酢酸ナトリウム（酢酸）の抗菌メカニズム



酢酸の最小発育阻止濃度

供試菌株	最小発育阻止濃度 (%)						
	pH7.0	pH6.5	pH6.0	pH5.5	pH5.0	pH4.5	pH4.0
乳酸菌							
<i>Lactobacillus casei</i>	> 5.0	> 5.0	> 5.0	3.5	2.00	0.5	0.5
<i>Lactobacillus brevis</i>	> 5.0	> 5.0	> 5.0	4.5	2.50	1.5	0.5
<i>Lactobacillus burgaricus</i>	4.5	3.5	3.5	0.25	0.13	NG	NG
<i>Lactobacillus derbruekii</i>	> 5.0	4.5	3.5	1.5	1.00	0.125	0.125
<i>Streptococcus faecalis</i>	> 5.0	4.0	3.5	1.5	1.50	0.5	NG
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	4.5	4.0	4.0	3.0	1.50	0.5	0.25
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	4.0	4.5	> 5.0	2.5	1.50	0.5	0.5
一般細菌							
<i>Escherichia coli</i>	3.5	3.5	3.5	2.5	1.50	0.500	0.500
<i>Bacillus subtilis</i>	3.5	3.5	3.5	2.5	1.00	0.500	NG
<i>Bacillus licheniformis</i>	2.0	0.5	0.5	0.25	0.05	NG	NG
<i>Bacillus cereus</i>	3.5	2.5	1.5	0.5	0.25	0.125	NG
<i>Staphylococcus marcescens</i>	> 5.0	4.5	3.0	1.5	0.50	0.125	0.125
<i>Staphylococcus aureus</i>	> 5.0	4.5	3.0	0.5	0.50	0.125	NG
酵母とカビ							
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	> 5.0	> 5.0	> 5.0	2.5	1.50	0.5	0.500
<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	> 5.0	4.5	3.5	1.5	1.00	0.5	0.250
<i>Candida krusei</i>	> 5.0	4.0	3.0	2.5	2.00	1.0	0.500
<i>Rhodotorula rubra</i>	> 5.0	3.5	2.5	2.0	1.00	0.5	0.125
<i>Aspergillus oryzae</i>	4.5	4.0	3.5	0.25	0.13	0.05	0.050
<i>Penicillium oxalicum</i>	> 5.0	4.5	4.5	0.5	0.50	0.25	0.125

各種のpHにおける有機酸の非解離分子の割合 [%]

有機酸の種類	pH				
	3	4	5	6	7
酢酸	98.5	84.5	34.9	5.1	0.54
乳酸	86.6	39.2	6.05	0.64	0.064
クエン酸	53.0	18.9	0.41	0.006	<0.001
プロピオン酸	98.5	87.6	41.7	6.67	0.71
ソルビン酸	97.4	82.0	30.0	4.1	0.48
安息香酸	93.5	59.3	12.8	1.44	0.144

各種有機酸の抗微生物力 (pH5.0, 最小発育阻止濃度 : %)

供試菌株	酢酸	アジピン酸	コハク酸	乳酸	リンゴ酸	クエン酸	酒石酸
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0.04	0.20	0.30	0.30	0.50	> 0.50	> 0.50
<i>Escherichia coli</i>	0.04	0.40	0.30	0.30	> 0.50	> 0.50	> 0.50
<i>Salmonella Typhimurium</i>	0.04	0.50	0.20	0.20	0.50	> 0.50	> 0.50
<i>Bacillus megaterium</i>	0.04	0.06	0.20	0.30	0.50	> 0.50	> 0.50
<i>Bacillus cereus</i>	0.08	0.12	0.40	0.50	> 0.50	> 0.50	> 0.50
<i>Micrococcus flavus</i>	0.02	0.02	0.10	0.20	0.50	> 0.50	> 0.50
<i>Micrococcus freudenreichii</i>	0.10	0.40	0.50	> 0.50	> 0.50	> 0.50	> 0.50
<i>Micrococcus roseus</i>	0.50	> 0.50	> 0.50	> 0.50	> 0.50	> 0.50	> 0.50
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.40	0.20	> 0.50	> 0.50	> 0.50	> 0.50	> 0.50

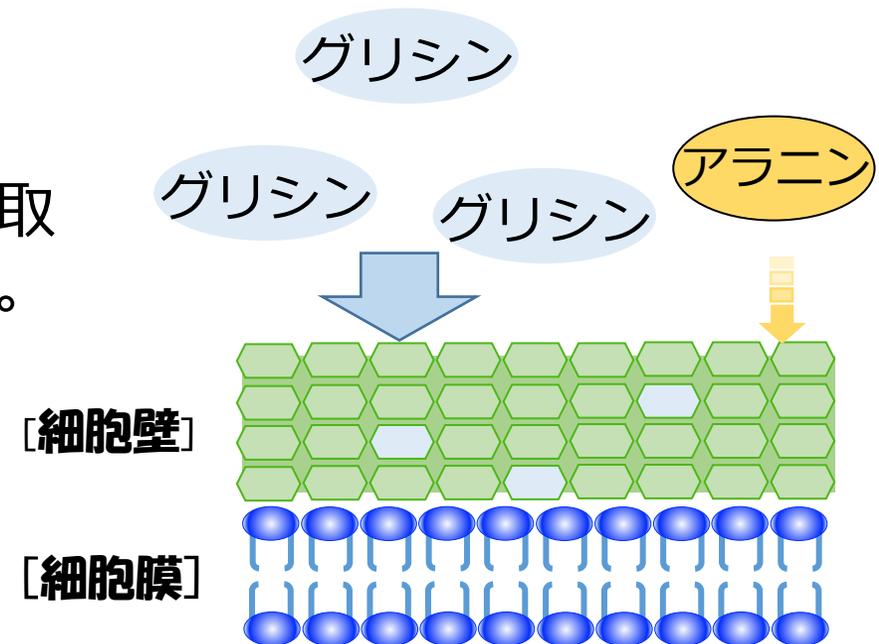
グリシン

【特性】

- ・ グラム陽性菌 特に、*Bacillus*属に有効
- ・ 真菌類（カビや酵母）に対しては効果が弱い
- ・ 甘味を呈する(砂糖の70%)
- ・ 食品中では、加熱により褐変する場合がある

【抗菌メカニズム】

細胞壁中の構成成分であるアラニンと競合し取り込まれることで、細胞壁の合成を阻害する。



グリシンの最小発育阻止濃度

供試菌株	最小発育阻止濃度 (%)				
	pH5.0	pH6.0	pH7.0	pH8.0	pH9.0
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	>3.0	2.0	1.5	1.0	1.0
<i>Staphylococcus aureus</i> 209 P	1.0	2.5	2.0	2.0	<0.2
<i>S.epidermidis</i> ATCC 12228	2.5	2.5	1.5	1.5	2.0
<i>Salmonella</i> Typhimurium ATCC14028	>3.0	2.5	1.5	1.0	1.0
<i>Serratia marcescens</i> IFO 3046	>3.0	>3.0	3.0	2.5	2.5
<i>Yersinia enterocolitica</i> IID 981	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5
<i>Lactobacillus brevis</i> IFO 3345	>3.0	>3.0	2.0	1.5	-
<i>Leuconostoc dextranicum</i> IFO 3345	>3.0	>3.0	>3.0	>3.0	-
<i>Leu.mesenteroides</i> IFO 3426	>3.0	>3.0	>3.0	>3.0	-
<i>Bacillus subtilis</i> IAM 1069	-	<0.2	0.3	0.3	-
<i>Bacillus cereus</i> IAM 1029	-	3.0	>3.0	>3.0	3.0
<i>Bacillus licheniformis</i> IFO 1220	-	1.5	1.5	1.5	1.0
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> IFO 0205	>3.0	>3.0	>3.0	>3.0	-
<i>Candida utilis</i> IFO 0396	>3.0	>3.0	>3.0	>3.0	>3.0
<i>Pichia anomala</i> IFO 6258	>3.0	>3.0	>3.0	>3.0	>3.0
<i>Rhodotorula rubra</i> IAM 4989	>3.0	>3.0	>3.0	>3.0	>3.0

その他 日持向上剤成分の特徴

卵白リゾチーム (日持向上剤)

- グラム陽性菌の細胞壁を分解 (溶解酵素)
- 加熱により失活する

ビタミンB₁(チアミンラウリル硫酸塩) (日持向上剤)

- 界面活性作用により抗菌性を発揮
- 加熱・pHの影響がない
- 独特のビタミン臭を呈する

グリセリン脂肪酸エステル (日持向上剤)

- モノグリセリド(中鎖脂肪酸C_{8~12})が抗菌効果を示す
- 界面活性作用と代謝異常誘引により抗菌性を発揮
- グラム陽性菌、カビ、酵母に対して効果が大きい

各抗菌成分の抗菌スペクトル

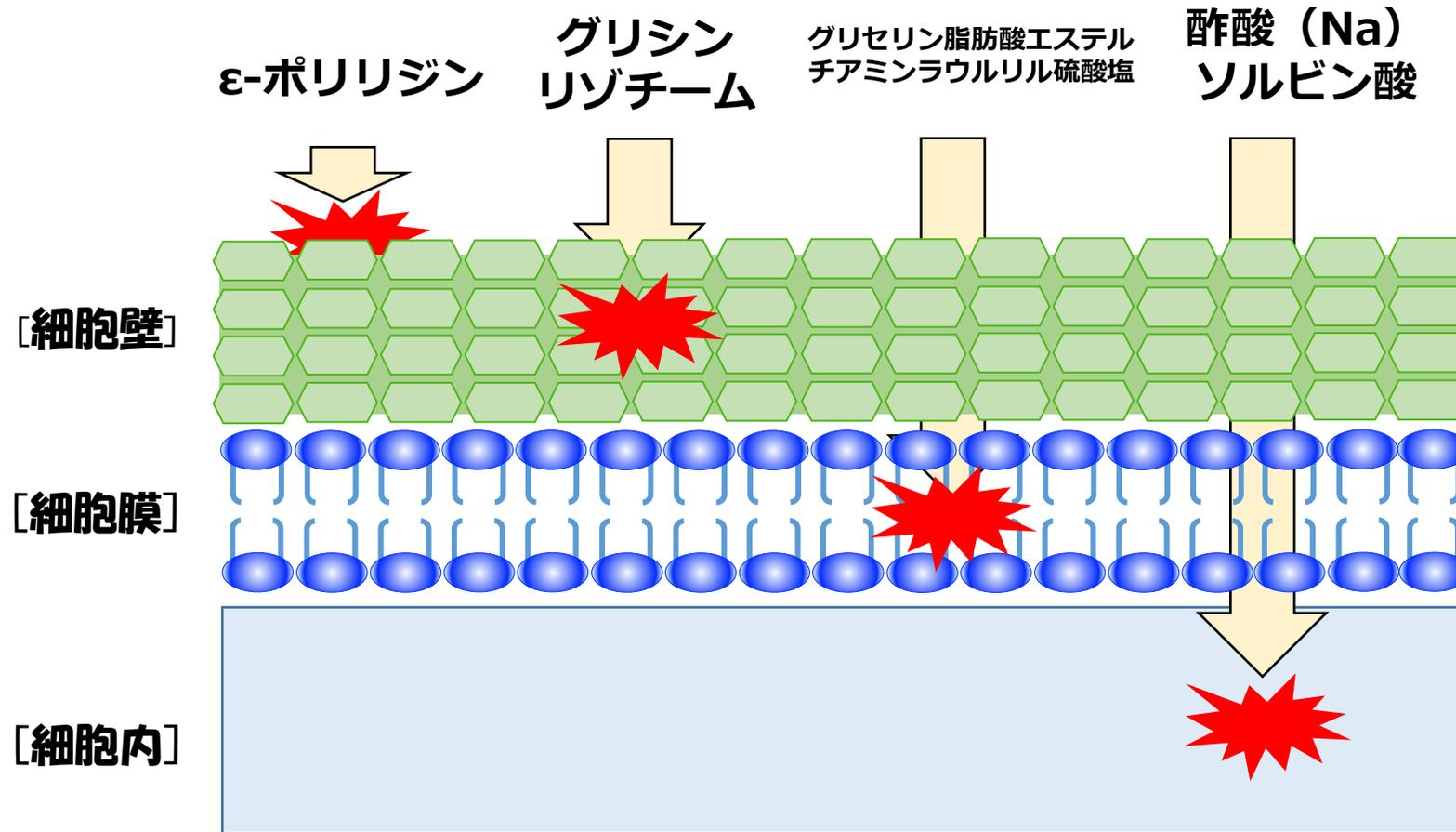
成分	グラム陰性菌	グラム陽性菌	乳酸菌	好気性芽胞菌	カビ	酵母	備考
グリシン	×	△	×	○	×	×	pHの影響少ない 加熱温度の高いものは着色
酢酸Na	○	○	○	○	△	○	酸性ほど有効、主剤としてよく用いる。食品成分との相互作用弱
グリセリン 脂肪酸エステル	△	◎	○	◎	◎	◎	食品中の成分により制菌効果が阻害されやすい
卵白リゾチーム	×	◎	○	○	×	×	グリシンとの相乗効果有り
ビタミンB ₁	○	◎	◎	◎	◎	◎	pHの影響少ない。 保存料と同等以上の制菌効果
ε-ポリリジン	◎	◎	◎	◎	△	◎	pHの影響少ない。抗菌スペクトルが広く、抗菌効果が高い。
ソルビン酸	△	△	△	△	◎	◎	酸性程有効。細菌には効果弱い

日持ち向上効果のある成分の各微生物に対する効果の概略

種類	香辛料抽出物	チャ抽出物	カンゾウ油性抽出物	プロポリス抽出物
グラム陰性菌	効きにくい： >4%	250～2000ppm	ほとんど無効	ほとんど無効
グラム陽性菌	効果的 0.05～4%	250～2000ppm	有効 125～1000ppm	有効 0.08～0.2%
芽胞菌	効果的 0.05～4%	250～2000ppm	有効 125～1000ppm	有効 0.08～0.2%
カビ	0.5～4%	ほとんど無効	ほとんど無効	ほとんど無効
酵母	0.5～4%	ほとんど無効	ほとんど無効	有効 0.08～0.2%
備考	香りと味の面で利用しにくい	限界添加濃度： 約100ppm	限界添加濃度： 約0.1%	限界添加濃度： 1～2%

種類	モウウチク抽出物	リゾチーム	トサン	1ツカフォーム抽出物
グラム陰性菌	>400ppm	作用しにくい	30～250ppm	≥1000ppm
グラム陽性菌	100～200ppm	作用し易い	30～250ppm	≥1000ppm
芽胞菌	100～200ppm	好気性菌に作用し易い 1～70ppm	30～250ppm	≥1000ppm
カビ	100～400ppm			15～> 1000ppm
酵母	100～400ppm			30～125ppm
備考	香りと味の面で利用しにくい	菌により効果はかなりばらつく。	限界添加濃度： 0.05～0.1%	

各抗菌成分の作用部位



作用部位の異なる成分を組み合わせることが有効

キレート剤の併用効果

- ・グリシンとクエン酸三ナトリウムによる併用効果

ソーセージにおける試験例 10°C保存

グリシン(%)	クエン酸三ナトリウム (%)	D+4	D+6	D+7	D+8	D+9	D+10	D+11	D+14	D+15	D+16
0	0	-	+	+	+	++	++	+++	+++	+++	+++
2.0	0	-	-	-	-	+	+	+	+	+	++
1.5	0.5	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
1.0	1.0	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
0.5	1.5	-	-	-	-	+	+	+	+	+	++
0	2.0	-	-	+	+	+	+	+	++	++	++

宮尾ら：食衛, **15**, 491 (1974)

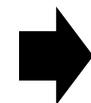
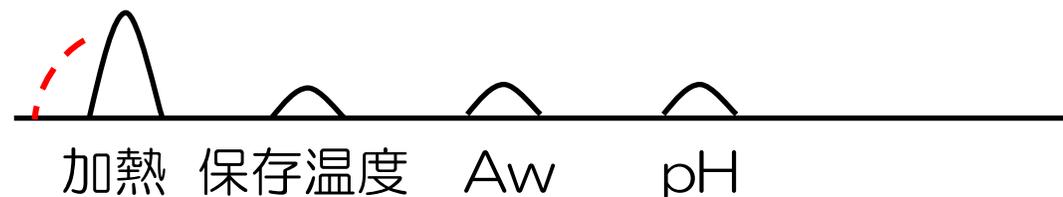
キレート剤の併用効果

- モノラウリンとキレート剤（クエン酸塩）の併用効果

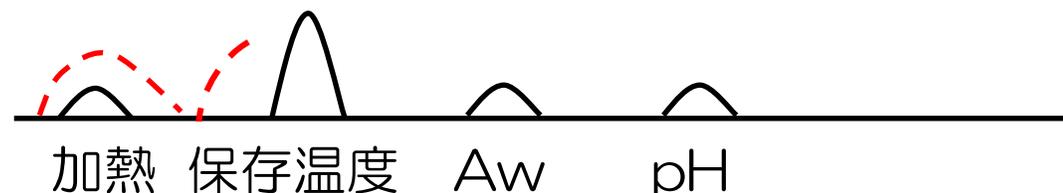
クエン酸三ナトリウム 濃度 (%)	誘導期延長時間 (h)
1.0	10.1
0.5	8.5
0.1	4.0

加藤ら：防菌防黴, **3**, 355 (1975)

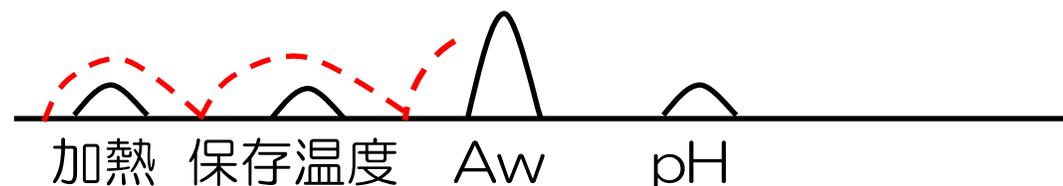
各ハードルの組み合わせ



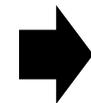
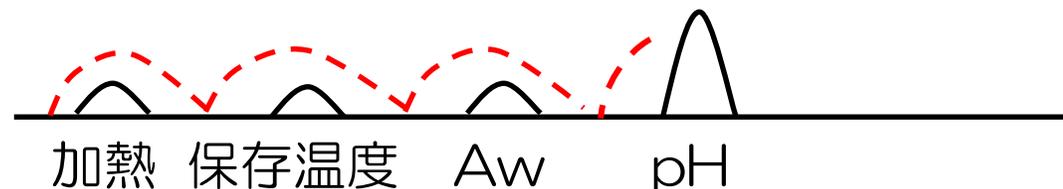
レトルト殺菌
121°C・4分



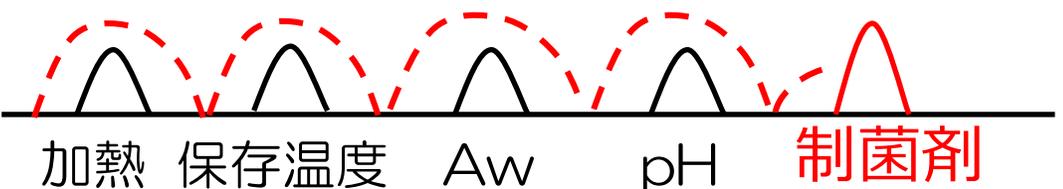
冷凍食品
-20°C



ジャム、はちみつ



お酢など



初発菌数を落とし、各ハードルをできるだけ高くしつつ、
制菌剤で微生物を抑制

食品成分による菌の増殖抑制

供試菌株	pH				食塩濃度 (%)		
	3	4	5	6	5	10	15
<i>Escherichia coli</i>		-	++	++	+	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>		-	++	++	++	+	-
<i>Bacillus natto</i>		-	++	++	++	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>		-	++	++	±	+	+
<i>Serratia marcescens</i>		++	++	++	++	-	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>		-	++	++	++	-	-
<i>Salmonella Typhimurium</i>		-	++	++	+	-	-
<i>Streptococcus faecalis</i>	-	-	+	+	+	-	-
<i>Lactobacillus plantarum</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>Lactobacillus sake</i>	-	±	++	++	-	-	-

供試菌株	糖濃度 (%)				アルコール濃度 (%)		
	10	20	30	40	4	8	12
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	+	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	++	++	++	-	+	-	-
<i>Bacillus natto</i>	++	++	-	-	+	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	-	-	-	+	+	-
<i>Serratia marcescens</i>	++	++	-	-	+	-	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	++	++	-	-	+	-	-
<i>Salmonella Typhimurium</i>	+	-	-	-	+	-	-
<i>Streptococcus faecalis</i>	+	+	-	-	+	+	+
<i>Lactobacillus plantarum</i>	+	+	-	-	+	+	-
<i>Lactobacillus sake</i>	+	+	+	-	+	+	+

食品成分による菌の増殖抑制

供試菌株	pH				食塩濃度 (%)		
	3	4	5	6	5	10	15
<i>Candida albicans</i>	+	+	+	+	+	+	-
<i>Saccharomyces carlsbergensis</i>	+	+	+	+	+	+	-
<i>Pichia membranaefaciens</i>	++	++	++	++	++	+	-
<i>Saccharomyces rouxii</i>	++	++	++	++	+	+	+
<i>Aspergillus awamori</i>	++	++	++	++	++	+	-
<i>Aspergillus niger</i>	+	+	+	+	++	++	+
<i>Penicillium chrysogenum</i>	+	+	+	+	-	-	-
<i>Rhizopus javanicus</i>	++	++	++	++	+	-	-
<i>Mucor plumbeus</i>	++	++	++	++	++	+	-
<i>Trichoderma viride</i>	++	++	++	++	+	-	-

供試菌株	糖濃度 (%)				アルコール濃度 (%)		
	10	20	30	40	4	8	12
<i>Candida albicans</i>	++	++	+	+	+	-	-
<i>Saccharomyces carlsbergensis</i>	+	+	+	+	+	+	-
<i>Pichia membranaefaciens</i>	++	++	++	+	+	-	-
<i>Saccharomyces rouxii</i>	++	++	++	+	+	+	-
<i>Aspergillus awamori</i>	++	++	++	++	+	-	-
<i>Aspergillus niger</i>	++	++	++	++	+	-	-
<i>Penicillium chrysogenum</i>	+	+	-	-	-	-	-
<i>Rhizopus javanicus</i>	++	++	+	+	+	-	-
<i>Mucor plumbeus</i>	++	++	++	++	±	-	-
<i>Trichoderma viride</i>	++	++	+	+	-	-	-

上段：酵母類
下段：カビ類

食品成分の影響

- 食品には、タンパク質、脂質、糖質、ミネラルなどの様々な成分で構成

➡界面活性作用をもつ成分、静電的な作用で抗菌活性をもつ物質は食品成分の影響を受け易い

微量な食品成分で保存性が変化する例

ソーセージにおける香辛料が制菌性に与える影響

15°C保管したソーセージ中の乳酸菌量の変化 (CFU/g)

黒胡椒添加	製剤添加	pH	D+3	D+5
無	添加無	6.49	2.0×10^4	3.0×10^6
	酢酸Na製剤 0.4%	6.52	2.8×10^3	8.1×10^4
有	添加無	6.51	$>10^7$	$>10^7$
	酢酸Na製剤 0.4%	6.52	4.0×10^5	$>10^7$

※植菌量は10 CFU/g

抗菌性成分の効果的使用方法

初発菌数の影響

- ・ 抗菌物質の抗菌力は、菌量の影響を受け、菌量が多いと抗菌力が低下する傾向がある。また、ソルビン酸やプロピオン酸は、低濃度の場合抗菌よりもむしろ代謝分解され、栄養源となる場合もある。

保存料	<i>Bacillus subtilis</i> (pH6.0)			<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (pH5.5)		
	10~100 CFU/ml	1,000~1万 CFU/ml	10万~100 万CFU/ml	10~100 CFU/ml	1,000~1万 CFU/ml	10万~100 万CFU/ml
安息香酸	8,000 (2,000)	4,000 (1,000)	250~500 (250~500)	1,000 (500)	500 (500)	500 (250)
ソルビン酸	4,000 (1,000)	1,000 (1,000)	250~500 (250~500)	4,000 (2,000)	2,000 (1,000)	1,000 (1,000)
デヒドロ酢酸	8,000 (2,000)	2,000 (1,000)	500 (500)	16,000 (4,000)	4,000 (4,000)	2,000 (2,000)
パラオキシ安息香酸ブチル	32,000 (8,000)	16,000 (8,000)	4,000 (4,000)	16,000 (16,000)	16,000 (8,000)	8,000 (4,000)

注) 倍数希釈法 : ぶどう糖ブイヨン 28℃、20時間。()内は72時間培養

食品物性、味質への影響を押さえた制菌剤の使い方

指標となる菌 × 味質への影響

有効な制菌成分は？



その成分の味質への影響は？



味質影響が少ない場合は、有効な成分を使用可。

一方、味質影響大の場合は・・・

- ・ 指標菌を排除できるか検討
- ・ 他の有用成分を検討 or 味質影響を抑制する方法の検討が必要

適切な制菌剤の選択

● 原材料表示の制限は？

酢酸ナトリウム、グリシン、pH調整剤など表示に制限は？

● 調理特性は？

加熱により焦げが生じる加工食品か？

➡制菌剤のグリシン配合量に注意する必要があります。

pHの影響は？（緑色野菜、畜肉加工品等）

➡pHの低い製剤は、緑色の退色、食感の低下など、物性を損ねます。

● 味の相性は？

使用する食材や味付けの傾向の違いにより、

酢酸ナトリウム主体が合うもの、グリシン主体が合うものがあります。

● ターゲット菌は？

制菌成分によって抗菌スペクトルや抗菌効果が異なります。

ターゲット菌に有効な制菌剤の選択が必要です。

目的に合った制菌剤の選定が必要

日持向上剤の選定例

	酢酸Na 製剤	酢酸Na・ グリシン 製剤	グリシン・ 酢酸Na 製剤	グリシン 製剤	備考
焼成パン(食パン・白パン)	◎	△	×	×	カビの抑制力が高い酢酸Na製剤が効果的。
焼菓子(ケーキ) 揚げ菓子(ドーナツ) 惣菜類(揚げ物・天ぷら・唐揚げ)	◎	○	△	×	耐熱性菌が問題になる。 グリシンにより焼色・揚色が濃くなる。
惣菜類 (お好み焼・たこ焼・惣菜全般)	◎	◎	×	×	耐熱性菌と二次汚染菌対策で 酢酸Na単品あるいは少量のグリシン を併用した制菌剤が最適。 グリシンにより焼色・揚色が濃くなる。
蒸しパン	○	○	◎	△	卵、砂糖を多く配合し水分量高めの蒸しパンは腐敗しやすい。 カビ対策も必要。
フィリング (カスタード・生クリーム)	×	△	◎	◎	加熱品：耐熱性菌が問題になる 未加熱品：乳酸菌が問題になる グリシンが主体の制菌剤の方が味の相性が良い。

日持向上剤の選定にあたり

レシピが先か？ 制菌剤選定が先か？

レシピ(配合、工程) + 日持向上剤

既存のレシピをもとに、賞味期限延長を狙って日持向上剤の使用を検討した場合

日持向上剤の味質影響により、既存のものと同等の味が得られない可能性有り

レシピ (配合、工程 + 日持向上剤)

日持向上剤を使う前提でレシピを組んだ場合

日持向上剤の味質影響を考慮した上でレシピを検討することで、
所望する味質が得られやすく、制菌性を担保できる。

日持向上剤の選定

保存料が使用できない（したくない）がいろいろな菌に対して制菌性は確保したい



酢酸（Na）が有効

- ・ 抗菌スペクトルが広く
- ・ 食品中の成分の影響を受けにくく
- ・ 物性への影響が比較的少ない（pH には注意）



味質への影響が課題

酢酸（Na）の味質への影響をどう抑えるか？

- 味の対比効果、抑制効果を利用
- 香気成分で酸臭・酸味を抑制

対比効果・抑制効果で酢酸Na製剤の酸味を抑制

- 対比効果

2つの味がある場合に、片方の味がもう一方の味を強めること

- 抑制効果

2つの味がある場合に、片方の味が一方の味を弱めること

- 相乗効果

異なる味があるときに、味の強度が数倍に高まること

対比効果・抑制効果で酢酸Na製剤の酸味を抑制

うま味の利用～対比効果・抑制効果～

うま味の添加 ➡ 酸味の抑制 (抑制効果)

酢酸NaのNa分 ➡ うま味の増強 (対比効果)

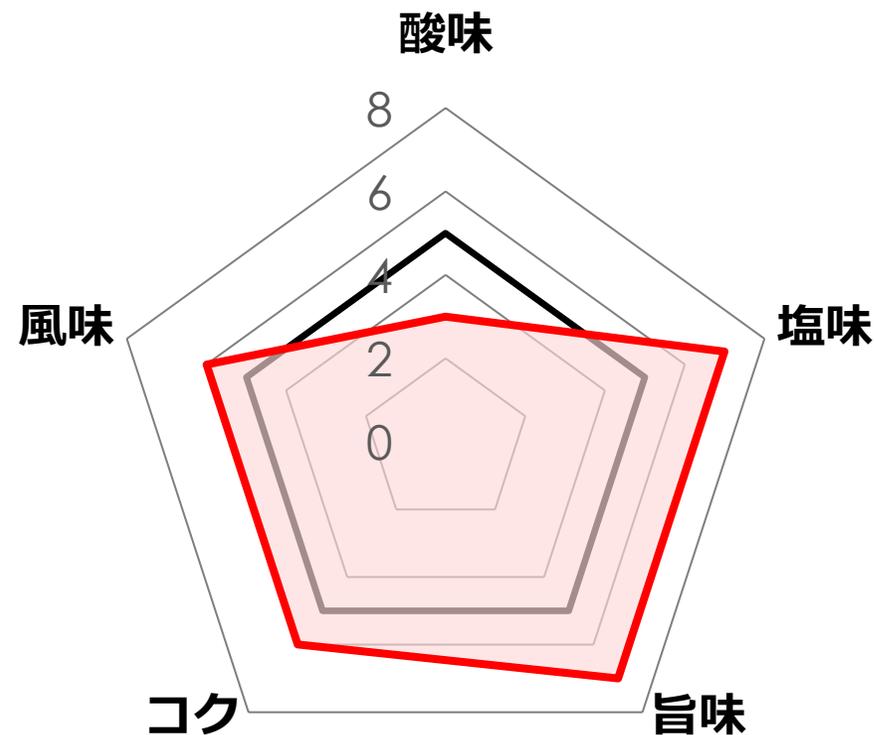
酸味の存在 ➡ うま味の増強? (対比効果)

《人参煮物における官能評価 (n=20) 》

	酢酸Na製剤	うま味付加 酢酸Na製剤
酸臭を感じない方は?	5	15*
酸味を感じない方は?	4	16**
風味が良い方は?	3	17**
総合的に良い方は?	4	16**

* : 危険率5%

** : 危険率1%



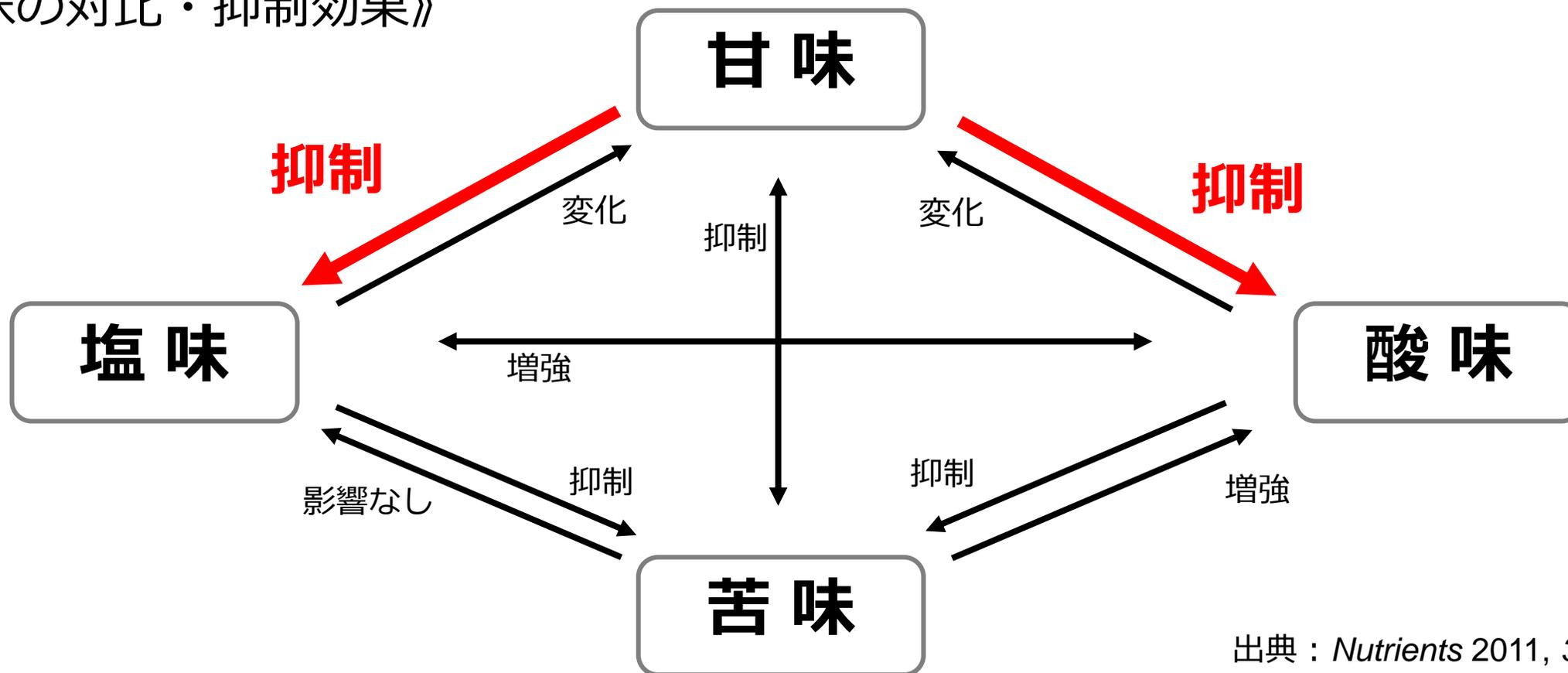
《味覚イメージ図》

— : 酢酸Na製剤

— : うま味付加酢酸Na製剤

抑制効果を利用した酸味・塩味抑制

《味の対比・抑制効果》



出典：Nutrients 2011, 3, 694-711.

「甘味」は「酸味」・「塩味」を抑制する

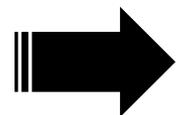
抑制効果を利用した酸味・塩味抑制

味の閾値・・・その味を感じることできる最小値（濃度）

四味の閾値

味覚	物質	閾値(%)
甘味	シヨ糖	0.2
塩味	食塩	0.06
酸味	クエン酸	0.03
苦味	キニーネ	0.0003

甘味の閾値は他の味よりも濃度が高い



閾値以下でも酸味・塩味を抑制できないか・・・？

抑制効果を利用した酸味・塩味抑制

pH5.4に調整した1%酢酸Na溶液に任意濃度のシヨ糖を添加し、酸味・塩味が低減されているか検証した。

シヨ糖濃度	甘味	酸味	塩味
0.05%	なし	↘	↘
0.1%	なし	↘	↘
0.15%	なし	↘	↘
0.2%	僅かに	↘	↘
0.25%	僅かに	↘	↘

閾値

閾値以下でも
酸味・塩味を抑制

甘味物質は、閾値以下でも酸味塩味を抑制 ➡ 味質に影響せず、酸味をマスキング

まとめ

- 制菌剤選定にあたり
求める賞味期限、保管温度、指標菌は何か？
 - 対象菌に対する有効成分は？
保存料の使用可否、日持向上剤の有効成分検討
対して、製剤使用に物性、味質影響はないか？
 - 味質影響がある場合、レシピ変更で日持向上剤の影響を緩和できるか？
- 

ご清聴ありがとうございました