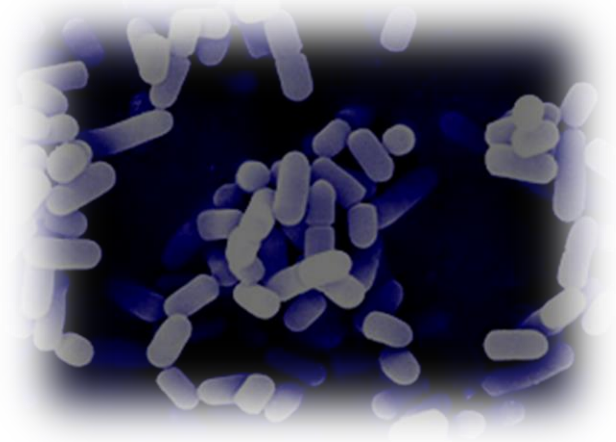


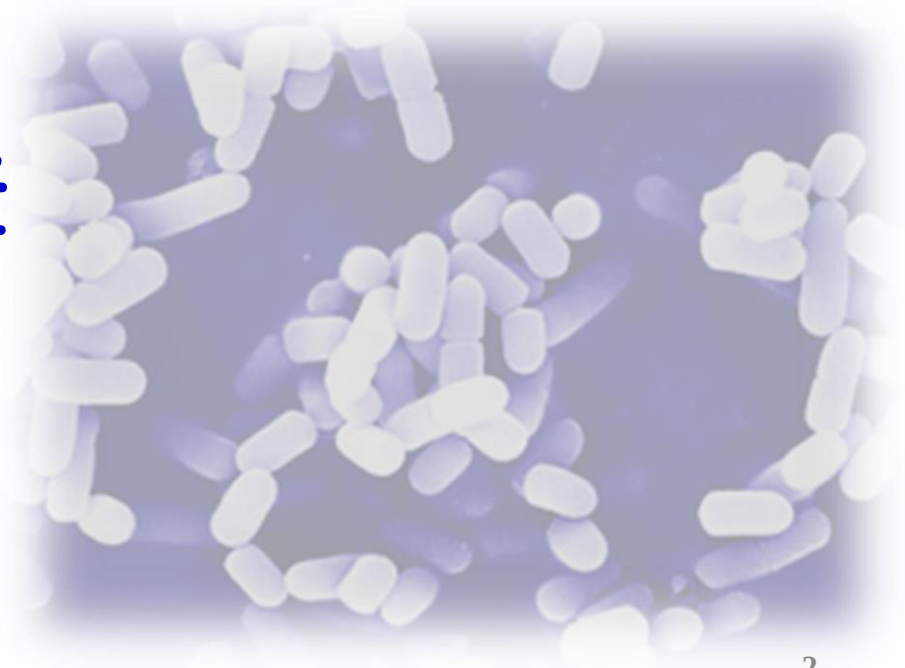
発酵と腐敗

東京家政大学・宮尾茂雄

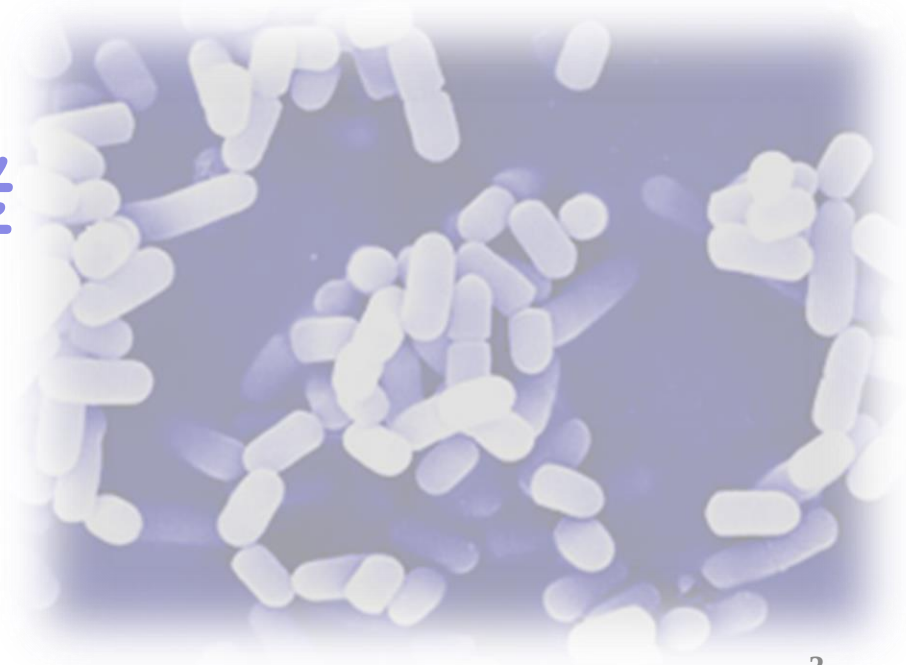
2015.11.19



1. 発酵と腐敗は同じ現象
2. 伝統的発酵と近代的発酵
3. 漬物と発酵



1. 発酵と腐敗は同じ現象
2. 伝統的発酵と近代的発酵
3. 漬物と発酵



初めて微生物を発見した人物



レーウェンフック(蘭) (1632- 1723)
「微生物学の父」と呼ばれる。

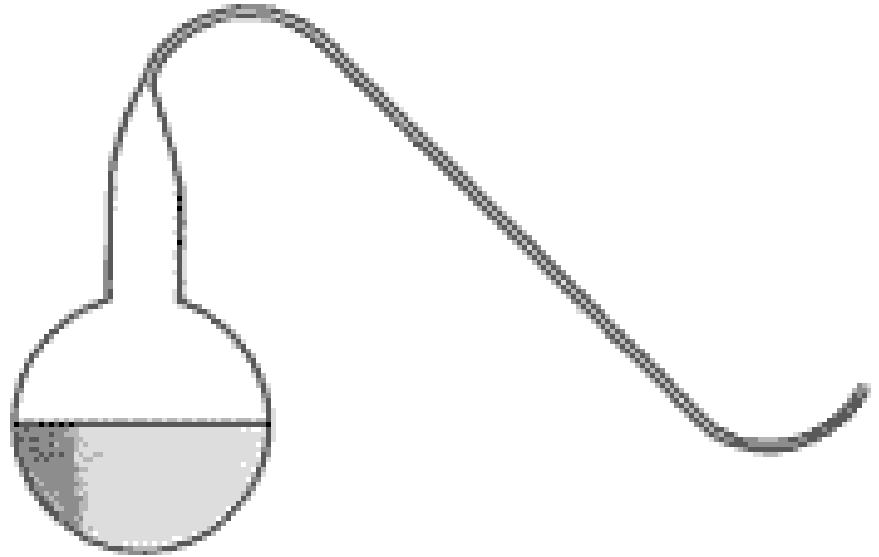


顕微鏡(×50～×300)の発明というよりも微生物の生態を多数観察し、記録したことの方が偉大である。

発酵・腐敗が微生物によることを証明



ルイ・パスツール(仏)(1822-1895)



白鳥の首フラスコ

- 自然発生説を否定し、**腐敗が微生物によって起こることを証明**
- **アルコール醗酵が酵母の働きによることを発見**
- 酢酸発酵が酵母以外の別種の微生物の働きによることを確認
- 葡萄酒が悪くなるのを防ぐために低温殺菌法を開発
(低温殺菌法(63℃、30分間):パスツースターリゼーション)

発酵と腐敗は同じ現象

発 酵

ある物質が、微生物の酵素の働きで、人間にとって良いもの(有益な物質や食欲を増進させる食品成分、風味、香りなど)に変わる現象

腐 敗

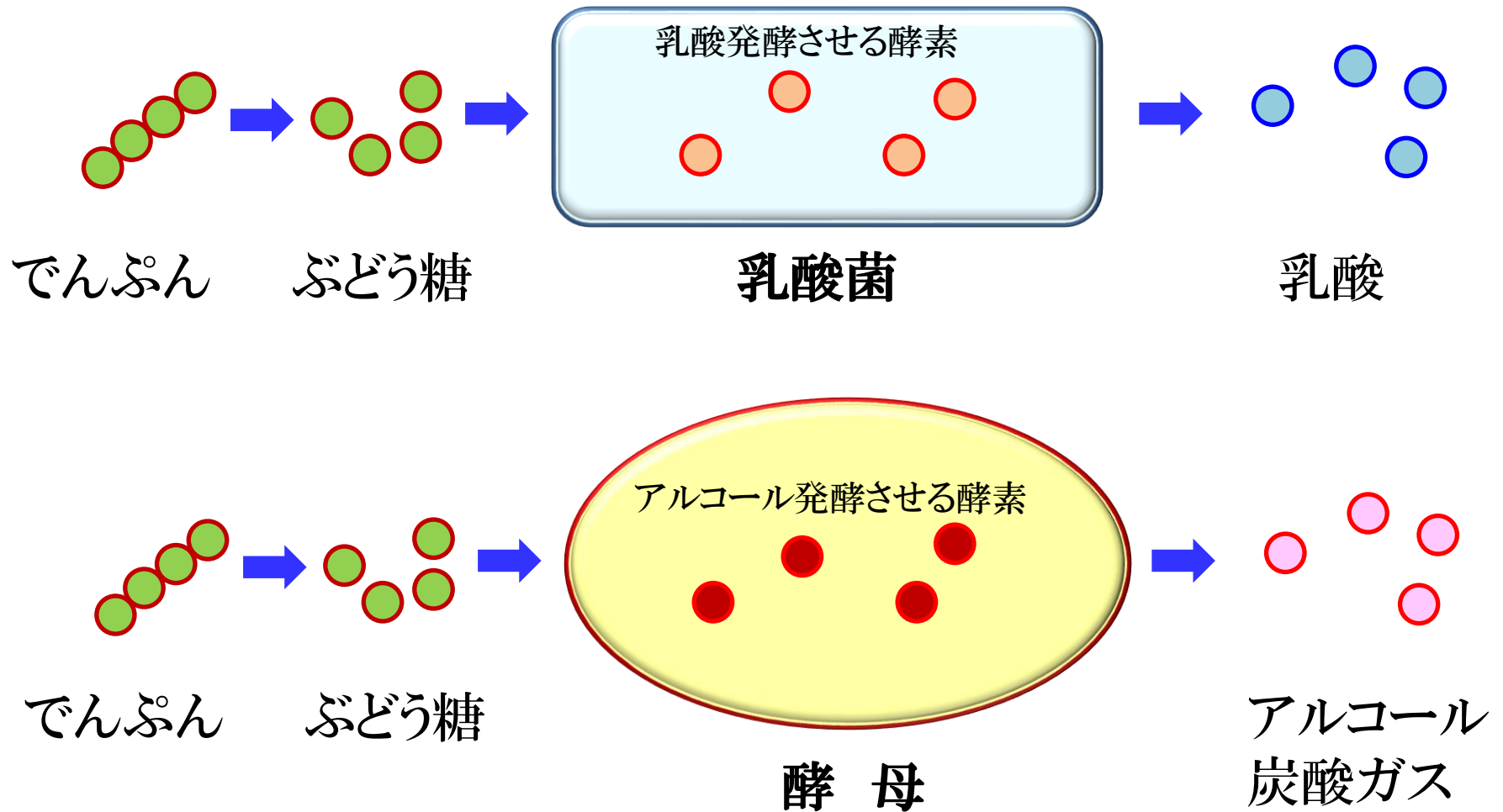
ある物質が、微生物の酵素の働きで、人間にとって悪いもの(有害な物質や下痢、食中毒を起こしたり、悪臭を放つなど、食欲を減退させる食品成分、風味、臭いなど)に変わる現象

国、地域、風土、食文化などによって、発酵になったり、腐敗になったりする。

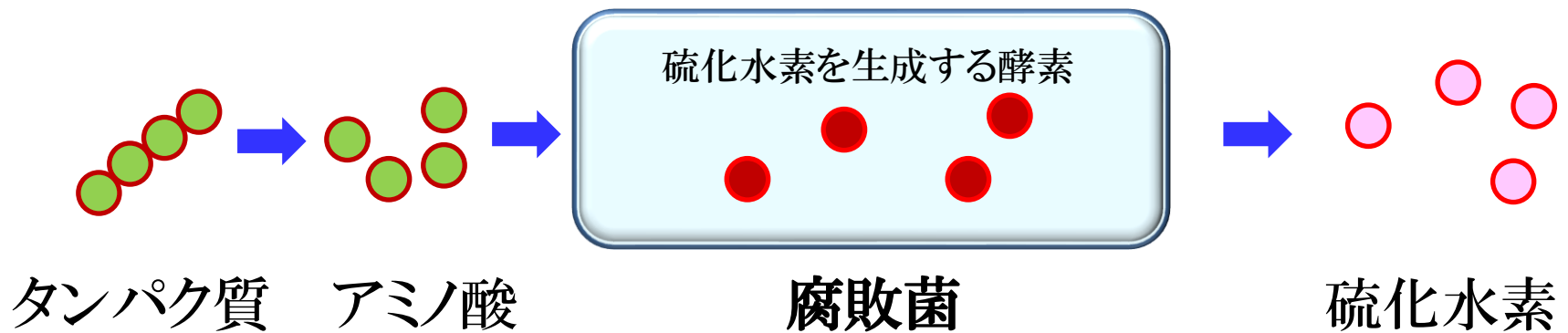
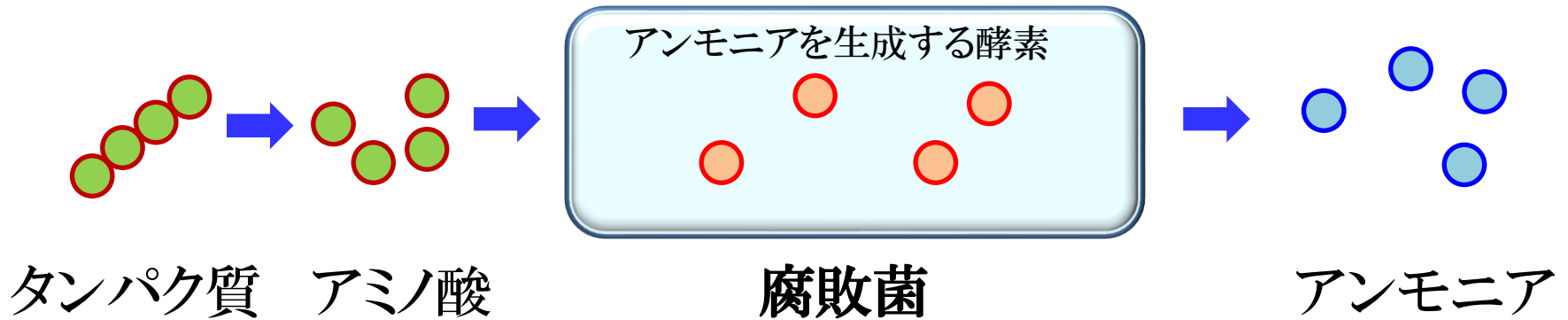
シュールストレミング (スウェーデン)



発酵のしくみ

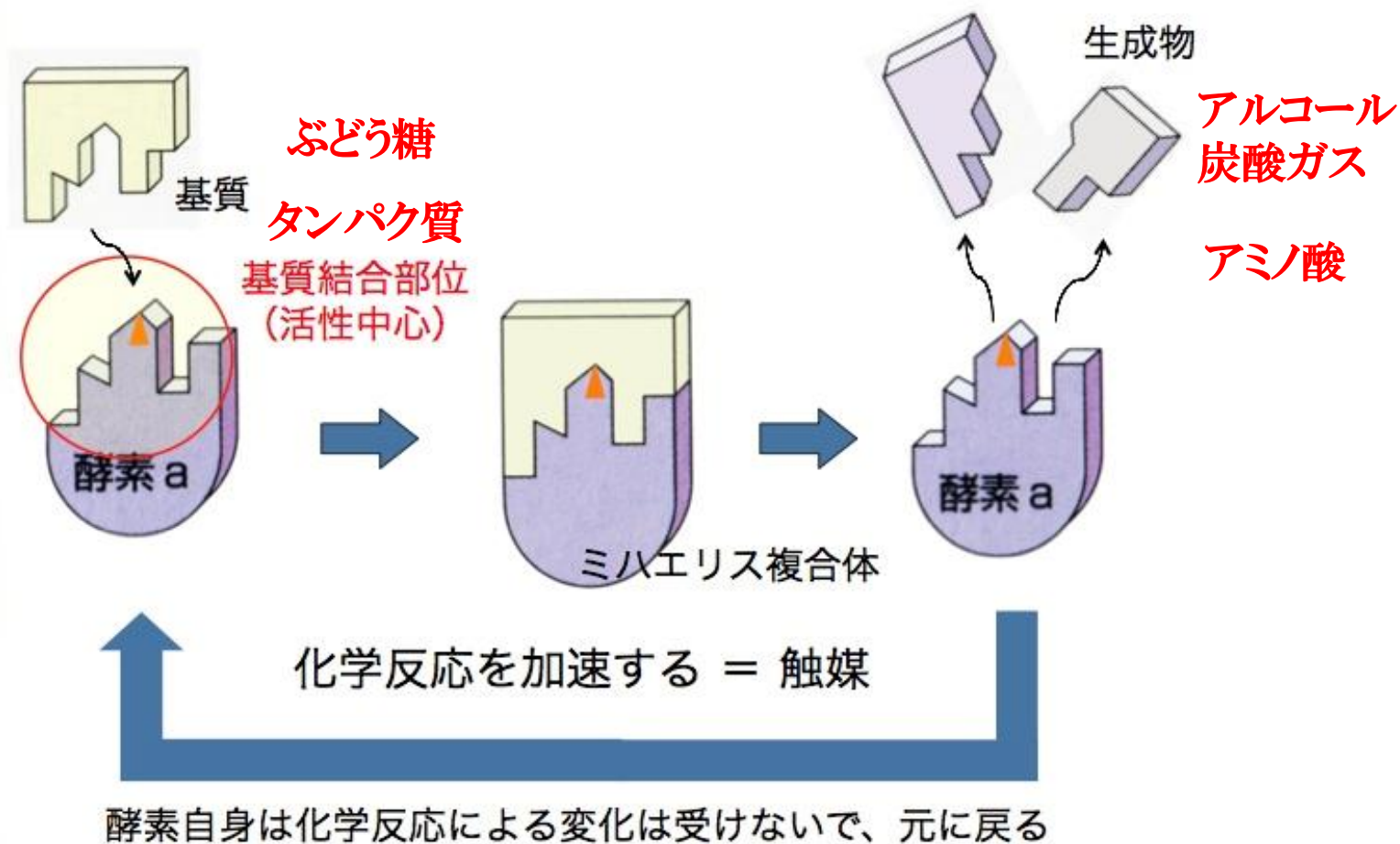


腐敗のしくみ



酵素の働き

酵素は物質に結合して化学反応を加速する



生物は酵素の活動によって生かされている

消化酵素の例

消化液

<唾液>
アミラーゼ

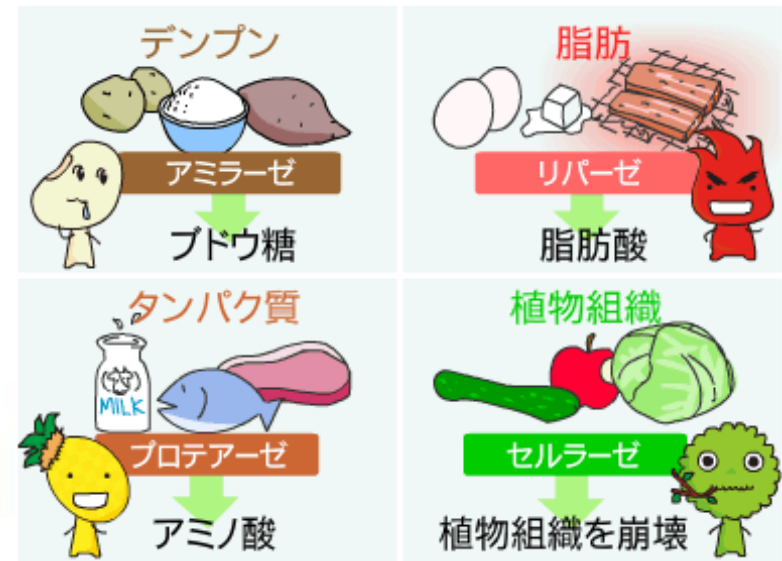
<胆汁>
胆汁酸

<胃液>
ペプシン

<膵液>
トリプシン
キモトリプシン
アミラーゼ
リパーゼ

<小腸>
マルターゼ
スクラーゼ
ラクターゼ
アミノペプチダーゼ
カルボキシペプチダーゼ
ジペプチダーゼ

ヒト



様々な酵素



微生物

シュールストレミング(スウェーデン)



薄い塩水漬けにしたニシンを缶のなかで発酵させたもので世界一臭い食品として知られている。

発酵が進むと固形物が液状化してくる。航空機での輸送は禁止されている。

殺菌していないので日本では缶詰としては認められていない。

人によっては、腐敗していると感じる。

ザワークラウト(ドイツ)



千切りにしたキャベツを塩漬けにしてから乳酸発酵をさせた漬物。
ソーセージや肉料理の付け合わせ。
大航海時代に船乗りの壊血病を防ぐことができたのはザワークラウトであった。
ビタミンCの補給に効果的。

インジェラ(エチオピア)



テフというイネ科の穀物を粉にし、水で溶いて3日間発酵させたエチオピアの主食。焼いて肉や野菜などを包んで食べる発酵が進むと酸味が強くなる。

メンマ(乾筍)(台湾)



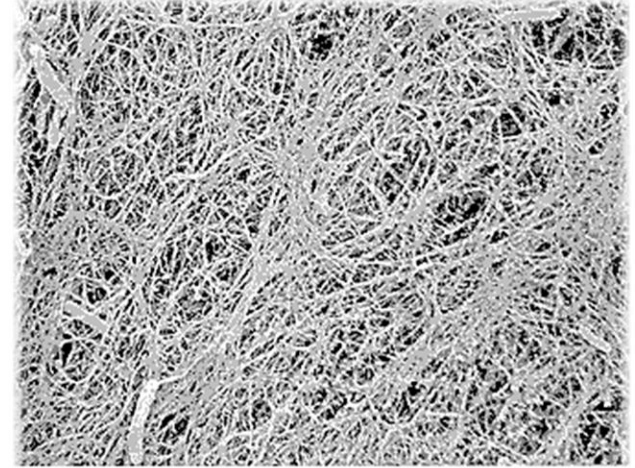
乾筍(カンスン)。
台湾嘉儀県の伝統食材。麻竹を塩漬けにし、乳酸発酵させたもの。
日本で支那竹として販売したところ、台湾政府より抗議を受け、麵麻(メンマ)と呼ぶようになった。

ホンオフエ(韓国)



エイの身を壺に入れて発酵させた生食用の魚の発酵食品。
強いアンモニア臭が特徴。全羅南道の伝統食品で結婚式に欠かせない。
スライスしてそのまま、豚肉やサラダ菜などに包んで食べる。

ナタデココ(フィリピン)



×5,000

ナタデココの断面



ココナッツの果汁に酢酸菌の一種であるアセトバクター・キシリナムを加えて発酵させたゲル状の食品で、賽の目に切って製品とする。
繊維状組織のため独特の食感を有する。

キビヤック(カナダ・イヌイット)



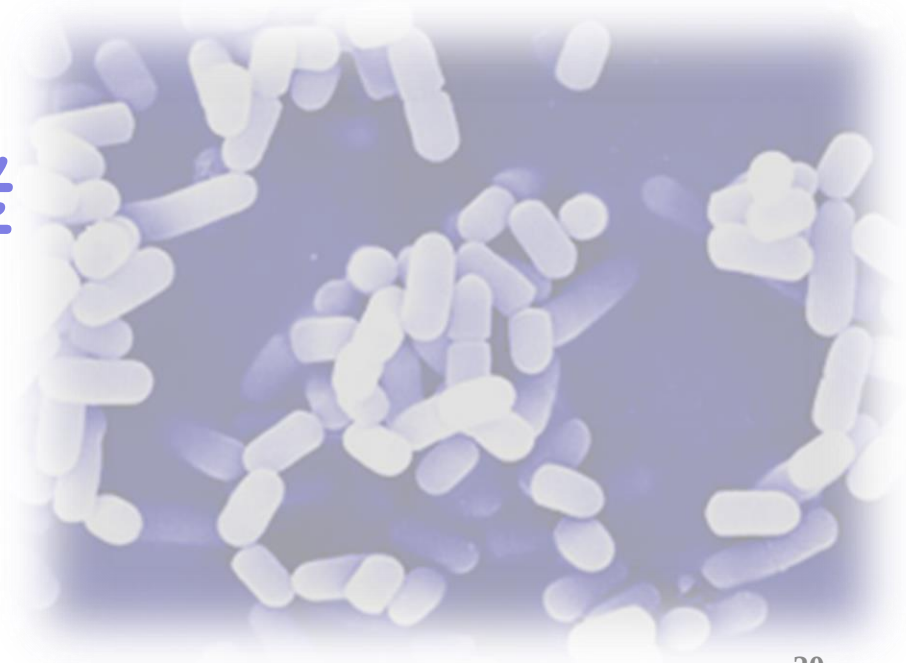
海鳥(ウミスズメ)をそのまま、アザラシ(内臓を全て除いたもの)の中に数十羽詰め込み、縫い合わせた後、地中で2～3年発酵させたもの。総排出口から内臓を吸い出し、肉も食べる。

臭豆腐(中国)



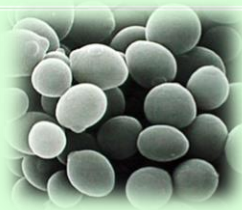
植物汁と石灰を混合し、バチルス細菌(納豆菌の仲間)と酪酸菌で発酵させた汁に豆腐を一晩浸漬したもの。油で揚げて豆板醤などにつけて食べる。

1. 発酵と腐敗は同じ現象
2. 伝統的発酵と近代的発酵
3. 漬物と発酵



主な伝統的発酵食品

食品名	原 料	主 な 微 生 物		
		か び	酵 母	細 菌
ワイン	ブドウ		アルコール酵母	乳酸菌(一部)
ビール	大麦、麦芽		アルコール酵母	
清酒	米、米こうじ	麹 菌	アルコール酵母	
焼酎	米、麦、そば、	麹 菌	アルコール酵母	
みりん	もち米、アルコール	麹 菌		
味噌	大豆、麦、こうじ	麹 菌	耐塩性酵母	耐塩性乳酸菌
醤油	大豆、小麦	麹 菌	耐塩性酵母	耐塩性乳酸菌
米酢	米	麹 菌	アルコール酵母	酢酸菌
かつお節	カツオ	かつお節かび		
納豆	大豆			納豆菌
チーズ	牛乳	青かび・白かび		乳酸菌
ヨーグルト	牛乳			乳酸菌
漬物	野菜			乳酸菌
パン	小麦		パン酵母	



酵母
サッカロマイセス セレビシエ

複数のアルコール生成酵素

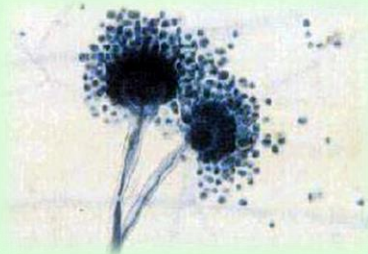
糖 類
(ぶどう糖)
(麦芽糖)

アルコール発酵



アルコール

麦 芽



麹かび
アスペルギルス オリゼー

アミラーゼ(糖化酵素)

でん粉

糖 化

糖 類
(ぶどう糖)
(麦芽糖)

ワイン(果実酒)の発酵



糖 類
(ぶどう糖)
(麦芽糖)

アルコール発酵

アルコール



酵 母
(サッカロマイセス セレビシエ)

単発酵

ビールの発酵



麦 芽(モルト)

↓
アミラーゼ(酵素)



糖 化

糖 類
(麦芽糖)

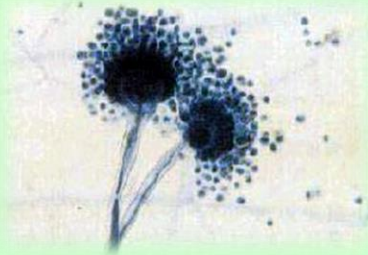
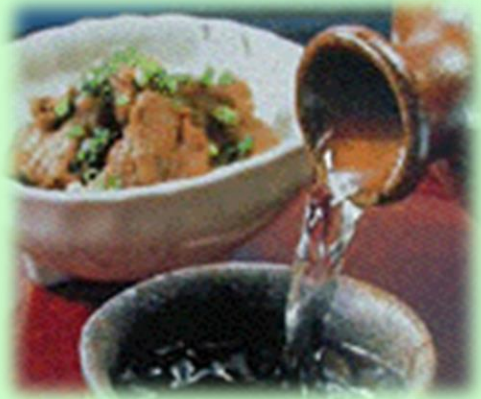


アルコール発酵

でん粉

単行複発酵

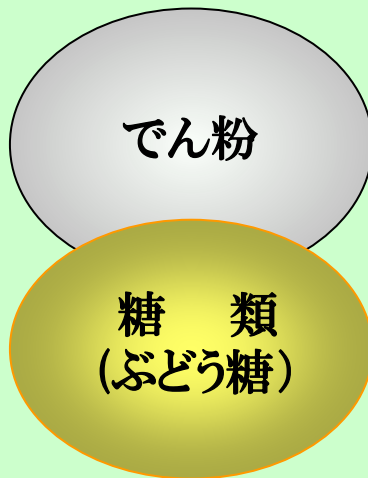
日本酒の発酵



麹かび
(アスペルギルス オリゼー)

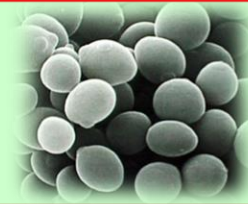


アミラーゼ(酵素)



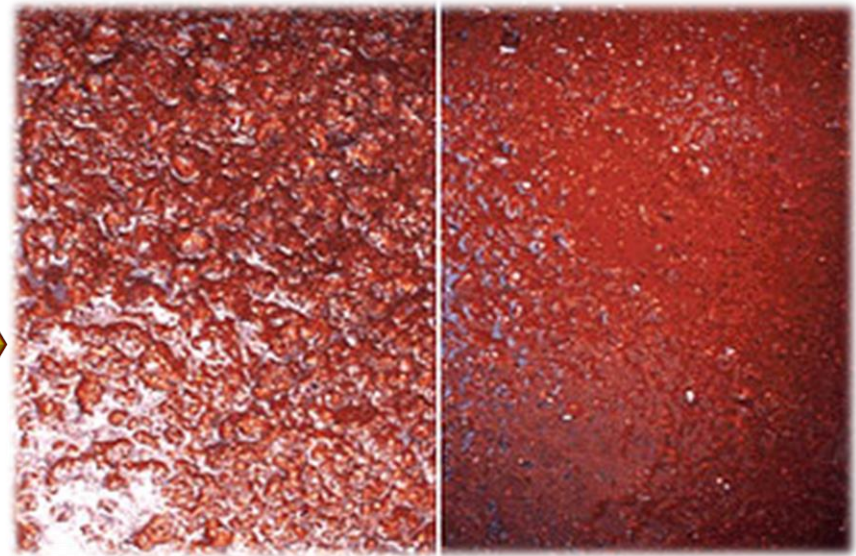
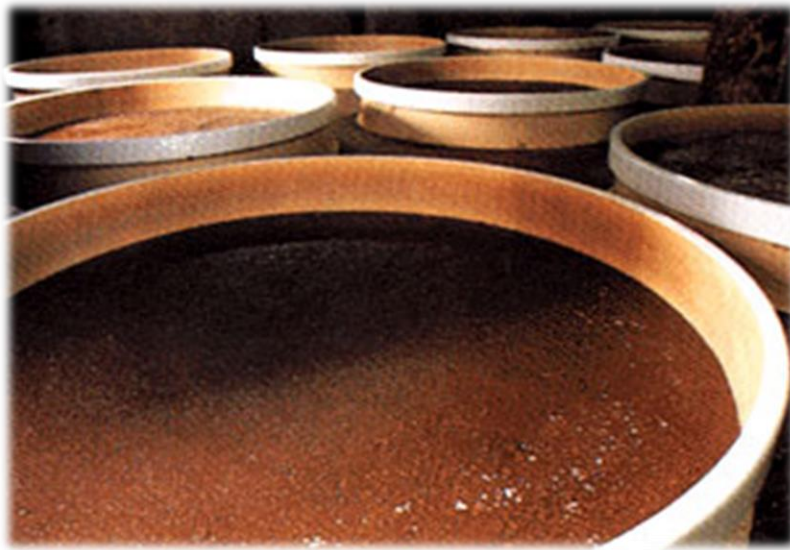
糖 化

アルコール発酵



並行複発酵

醤油醸造に關与する主な微生物

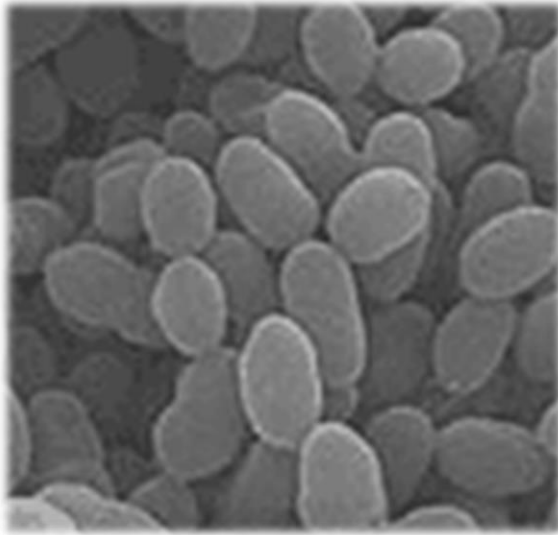


テトラゲノコッカス ハロフィルス(耐塩性乳酸菌)
乳酸

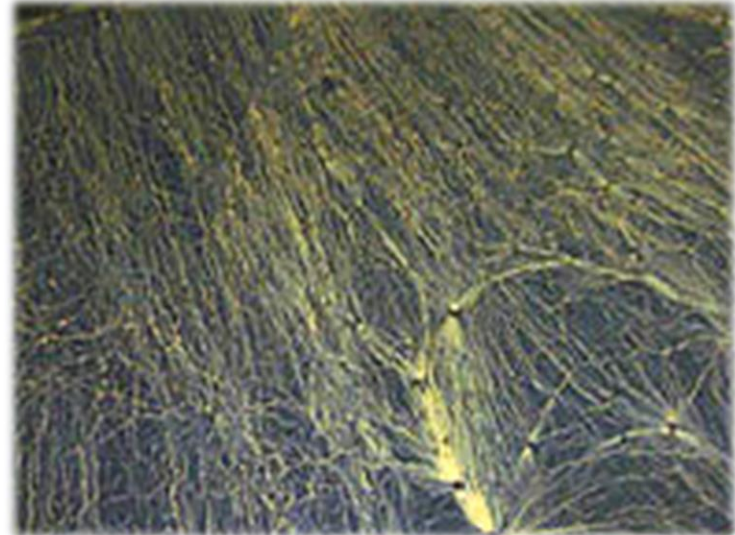
ザイゴサッカロマイセス ルキシシー(耐塩性酵母)
エタノール・高級アルコール・エステル

キャンディダ ベルサチリス(耐塩性酵母)
4-エチルグアヤコール(醤油香気成分)

醸造酢に関与する主な微生物



酢酸菌



酢酸菌の菌膜

アセトバクター アセチ

近代的発酵工業の進歩

BC6000

葡萄酒、パン

BC5000

醸造酢、

発酵乳、チーズ

BC3000

ビール、ウイスキー、バター

酒・醤(中国)

BC1000

酒坑(縄文時代)



650

味噌・醤油

700

日本酒

1670

レーウェンフック(蘭)「微生物学の父」

1860

ルイ・パスツール(仏)「発酵学の父」

1895

アミロ法によるアルコール生産 (糖化、アルコール発酵)

1914

酵母によるグリセリン生産 (軍需目的から発展)

アセトン・ブタノール発酵(酪酸菌、軍需目的から発展)

黒麹カビからクエン酸発酵

1956

グルタミン酸発酵、アミノ酸発酵が進展

1960

有用酵素が次々と微生物により生産される(凝乳酵素など)

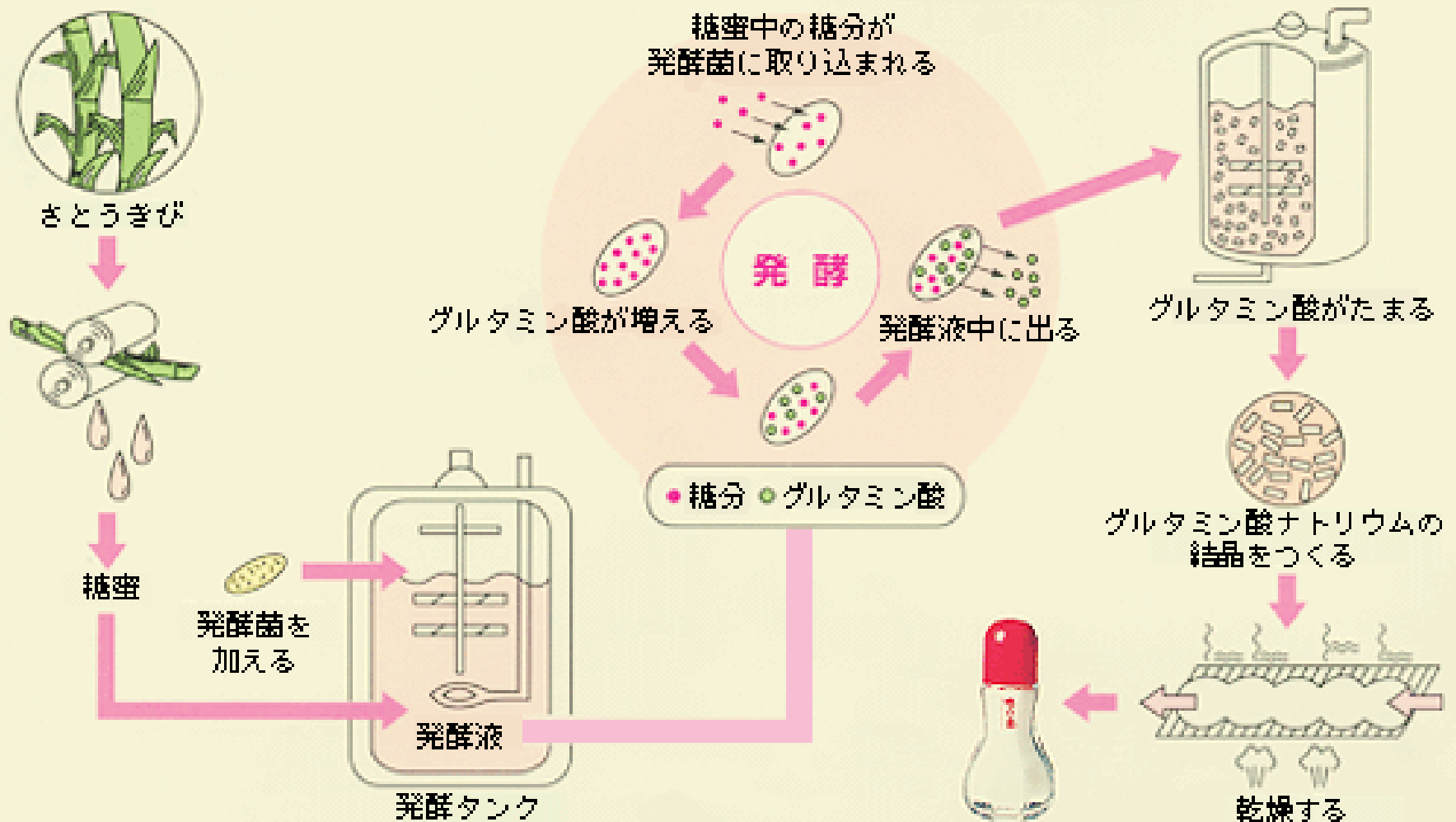
近年

バイオリアクター、細胞融合、遺伝子組み換え技術



発酵法によるグルタミン酸Naの製造

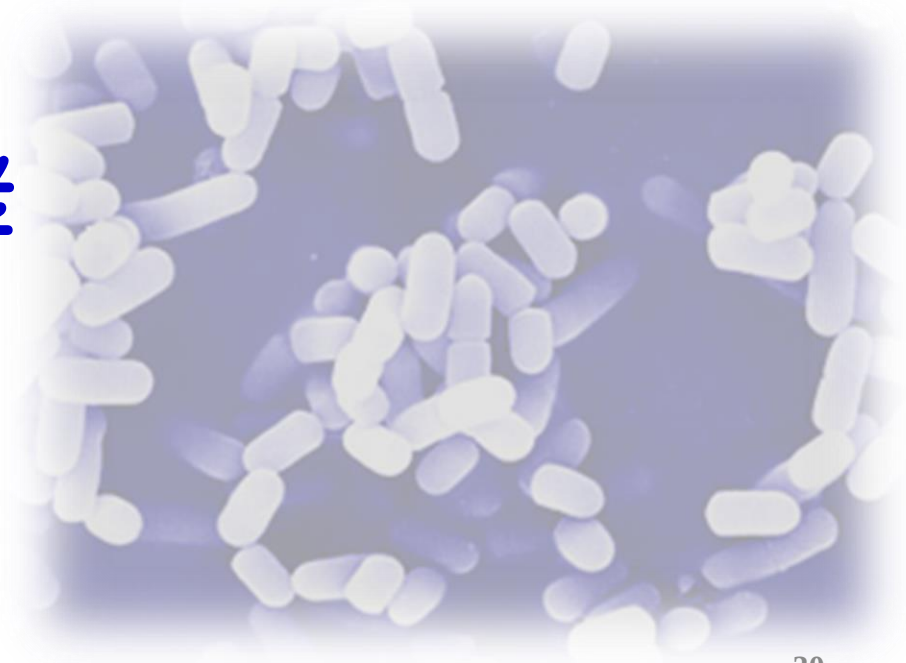
発酵法によるグルタミン酸ナトリウムの生産



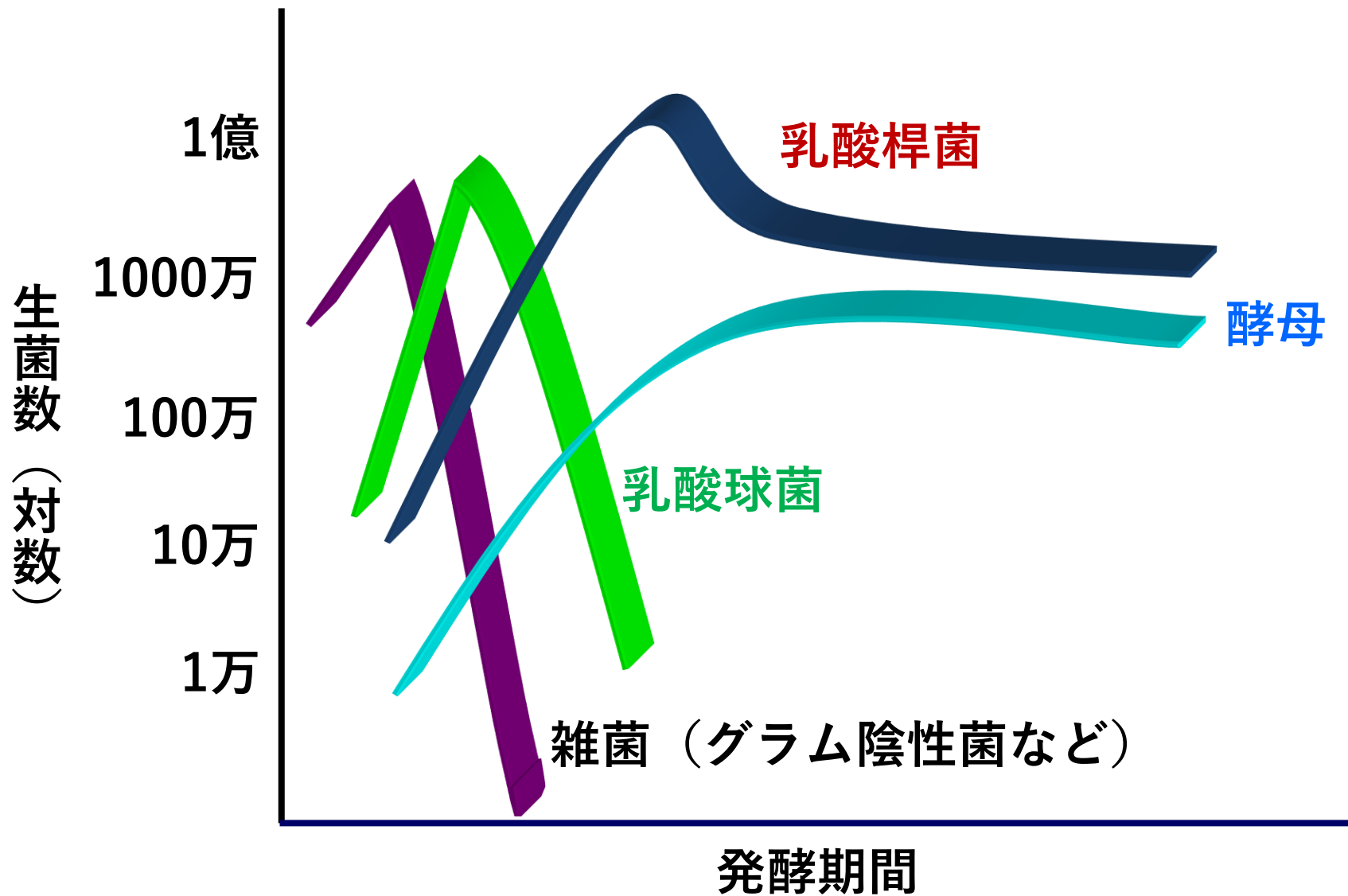
発酵菌: コリネバクテリウム グルタミクム

Ajinomoto資料より

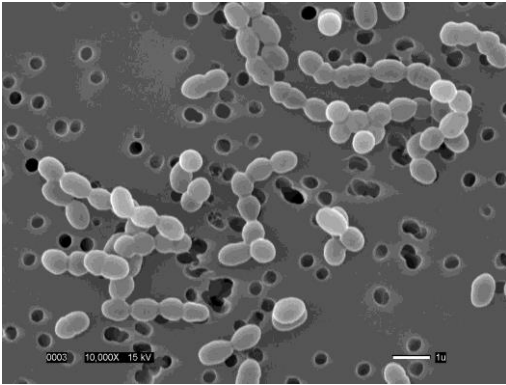
1. 発酵と腐敗は同じ現象
2. 伝統的発酵と近代的発酵
3. 漬物と発酵



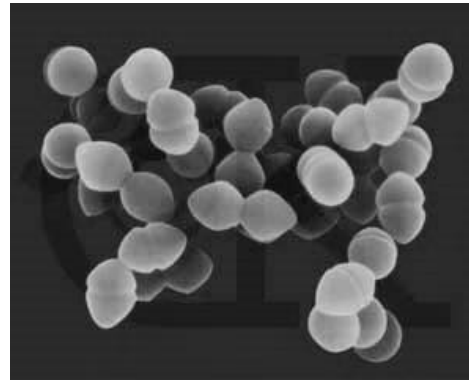
発酵漬物における微生物の変化



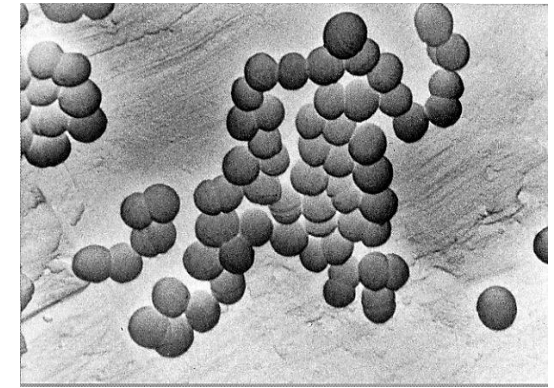
発酵漬物の主な乳酸菌



ロイコノストック メセンテロイデス
(低塩漬物に多い・発酵初期)



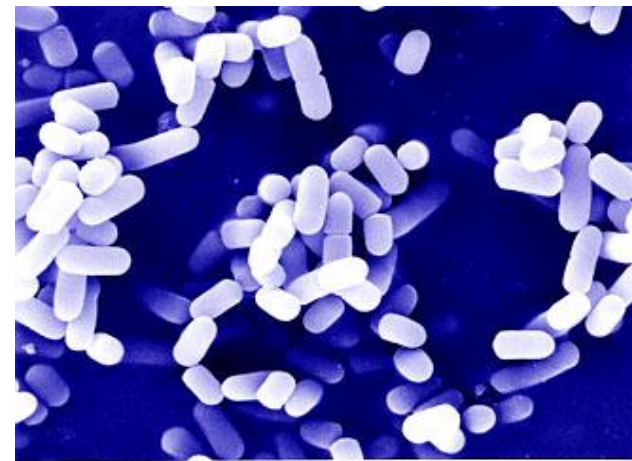
エンテロコッカス フェカリス
(低塩漬物に多い・発酵初期)



テトラゲノコッカス ハロフィルス
(高塩漬物に多い・耐塩性乳酸菌)



ラクトバチルス プランタルム
(発酵漬物の主要乳酸菌・中後期に多い)

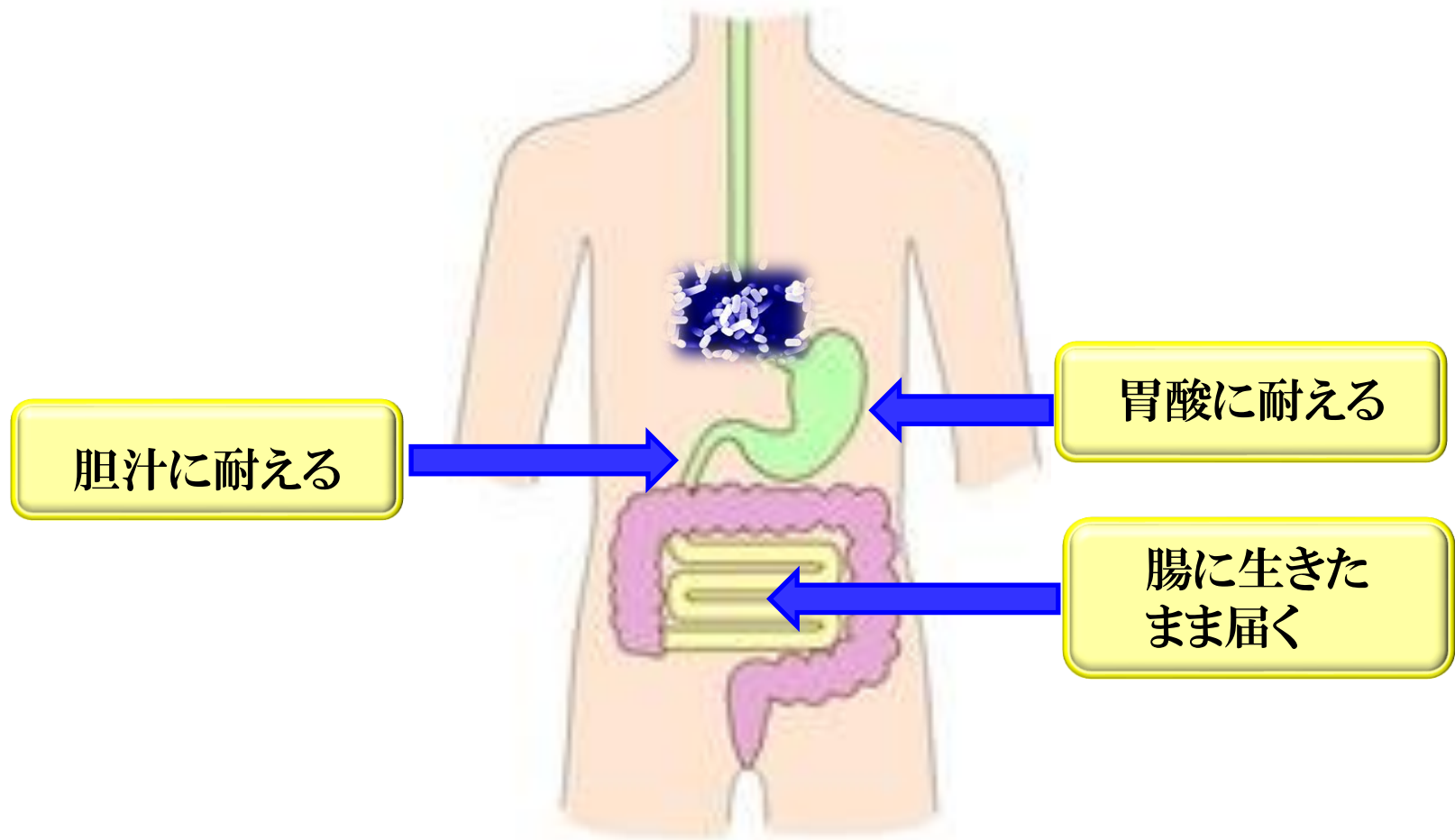


ラクトバチルス ブレビス
(発酵漬物の主要乳酸菌・中後期に多い)

植物性乳酸菌の特徴

項 目	植 物 性 乳 酸 菌	動 物 性 乳 酸 菌
発 酵 原 料	植物性原料 (野菜、穀類、豆類など)	動物性原料 (牛乳など)
利 用 糖	ブドウ糖、果糖、ショ糖、 麦芽糖など	主に乳糖
塩 分 抵 抗 性	強い	弱い
酸 抵 抗 性	強い	弱い
生 育 温 度	低温でも可能	低温に弱い
腸 内 生 残 率	高い	低い
発 酵 食 品	漬物、味噌、醤油など	ヨーグルト、チーズ、 乳酸菌飲料

植物性乳酸菌は胃酸、胆汁に耐え、腸まで届く



乳酸菌の健康機能

プロバイオティクスの健康効果

便秘改善作用

免疫調節作用

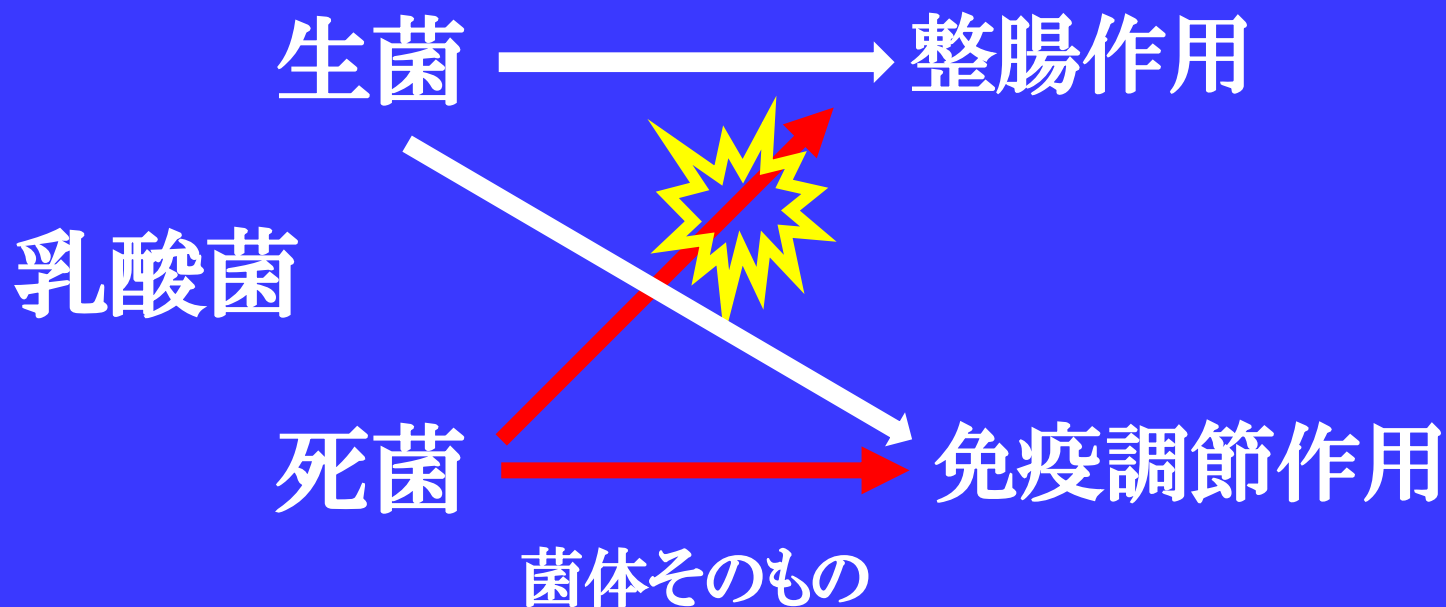
感染防御作用

腸内フローラの
バランス改善作用

腸内環境改善作用

発がんリスク
低減作用

死んだ乳酸菌でも免疫作用は残存



乳酸菌の健康維持機能に関する報告

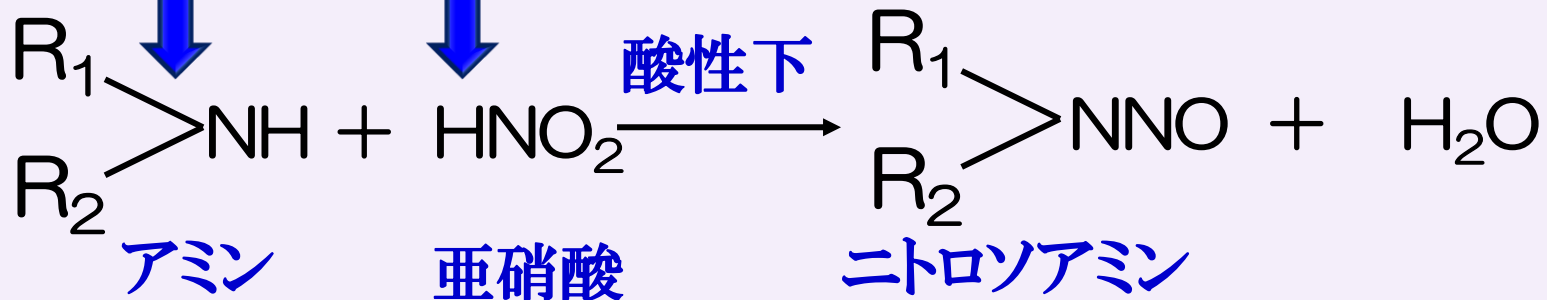
- 免疫賦活作用 好中球の増加・活性化(大橋ら・1992)
- 抗腫瘍作用 腫瘍の萎縮(大橋ら・1993)
- インターフェロン(interferon)産生能の増大(岸田・1993)
- 発がん物質の吸着 アフラトキシン(aflatoxin)の吸着(Hosono *et al*・1995)
- 感染症抑制効果(能味・1996、 Satonaka・1996)
- 血圧効果作用(嶋田・1997)
- 抗アレルギー(allergy)作用(嶋田・1997)
- 整腸作用 排便回数が有意に増加 便秘の改善(大橋ら・1998)
- 抗がん剤との併用効果 マイトマイシンC シクロフォスファミド
シスプラチンとの併用によるがん増殖抑制効果(山本ら、特許)
- C型肝炎に対する抑制効果(山本・2000)
- ヒロリ菌に対する抑制作用

発酵漬物は亜硝酸を減らし、 ニトロソアミンの生成を抑制する

蛋白質

野菜(硝酸態窒素)

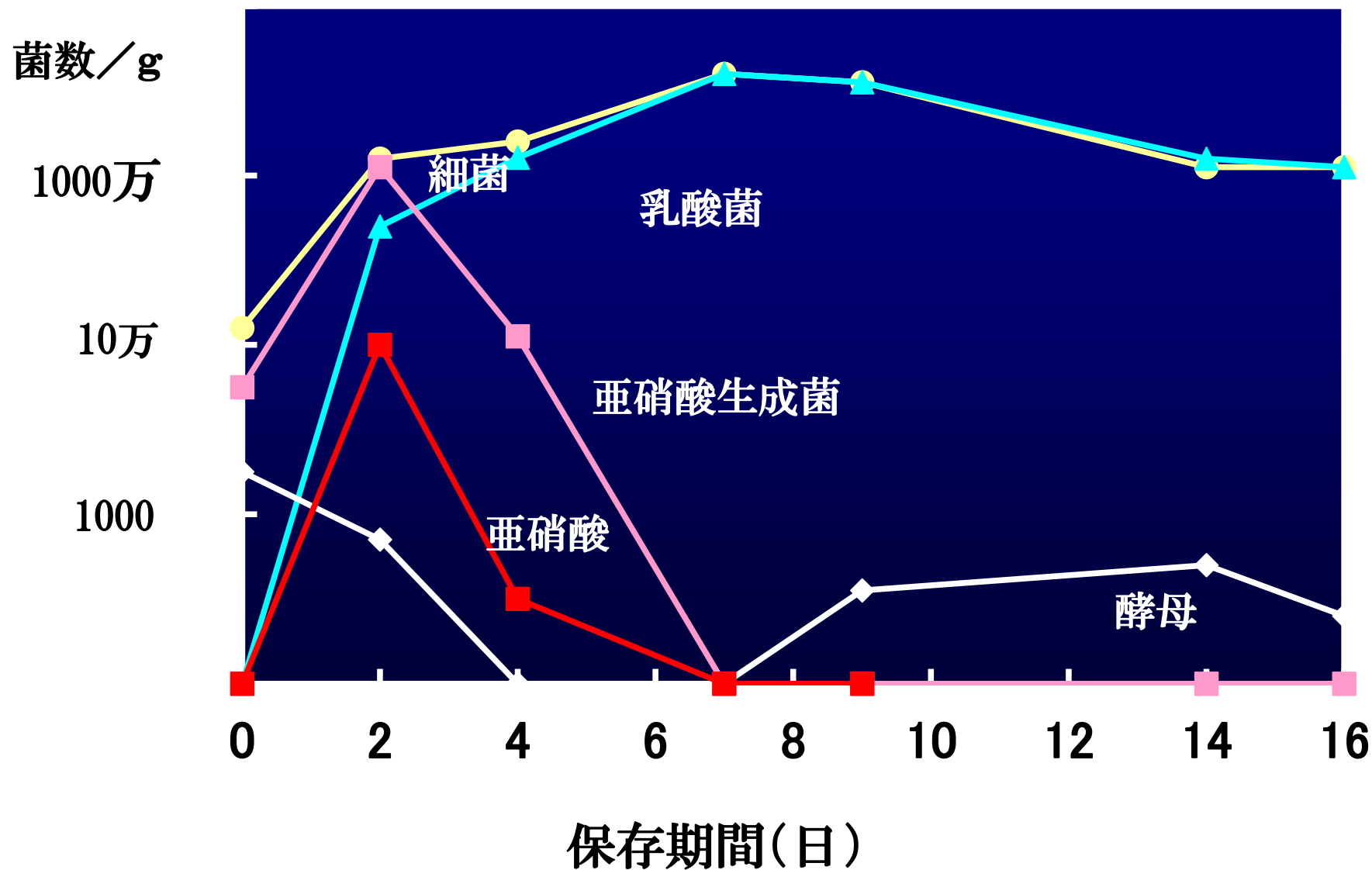
亜硝酸生成菌(大腸菌群・シュードモナス菌)



(R = CH₃ .
C₂H₅)

強力な発ガン物質

浅漬における亜硝酸の生成と微生物の挙動



発酵食品としての漬物の位置づけを図る

殺菌された「酒」、「しょう油」、「みそ」などは、発酵食品と認識されている。一方、漬物では、すぐき漬、しば漬など一部の漬物が発酵漬物としている場合が多い。

製造過程で乳酸菌や酵母が100万～1000万以上／g生育し、そのまま生残しているか、殺菌されたもので、発酵によって生成された乳酸等、発酵生産物が残存している漬物あるいはそれらを原料として製造された漬物

参考：乳等省令における発酵乳(ヨーグルト)、乳酸菌飲料の位置づけ

種類別 項目		※1 無脂乳固形分	※2 乳酸菌数または酵母数(1ml当たり)	大腸菌群
はっ酵乳		8.0%以上	1,000万以上	陰性
乳製品 乳酸菌飲料	生菌	3.0%以上	1,000万以上	陰性
	殺菌	3.0%以上	-	陰性
乳酸菌飲料		3.0%未満	100万以上	陰性

農産物漬物における発酵 ①（案）

用語の定義：「発酵」

農産物漬物において、発酵とは、製造過程において主に乳酸菌が100万／g (ml)以上に達した状態で、主に乳酸菌による乳酸等の生成によりpHが4.5以下となること。

こうじ(こうじ菌)や酵母により、糖分やエタノール等風味成分が増加することにより、風味が形成されること。

農産物漬物における発酵 ②（案）

用語の定義：「発酵漬物」

発酵により製造された農産物漬物で、無加熱殺菌または加熱殺菌されたものをいう。

用語の定義：「発酵野菜」

発酵により製造された野菜材料で、無加熱殺菌または加熱殺菌されたものをいい、原材料名に記載することができる。