



Food Microbiology

Guo-Jane Tsai, Ph.D.

Fresh Meats & Poultry

**活的肌肉無菌

§新鮮畜禽肉污染源及途徑

1. 放血用刺刀
2. 動物皮
3. 胃腸消化道
4. 操作者手
5. 容器
6. 加工及貯存環境
7. 淋巴結



§肉體死後僵直之生化變化

1. 血液循環停止 → ATP↓ → actin + myosin ⇒ actomyosin
2. O₂↓ → R/O↓
3. Vit. & anti-oxid供應 ↓ ⇒ rancidity
4. Temp↓ ⇒ 脂肪固化
5. 呼吸停止 ⇒ ATP形成中止
6. glycolysis glycogen → glucose → lactic acid ⇒ pH↓
(pH 7.4 → pH 5.6) ⇒ cathepsin in lysosome
released ⇒ 僵直期結束，肌肉軟化
7. 無細胞網狀內皮系統（淋巴系統）之防禦 ⇒ 微生物作用
生長
8. 代謝物累積 ⇒ 蛋白變性

**此現象以牛肉而言，2~5°C貯存，24~36小時發生



§新鮮肉菌相

1. 以G(-)為主，G(+)為*Enterococcus*及*Lactococcus*，*Lactobacillus*，*Leuconostoc*。

**黴菌多源自環境污染

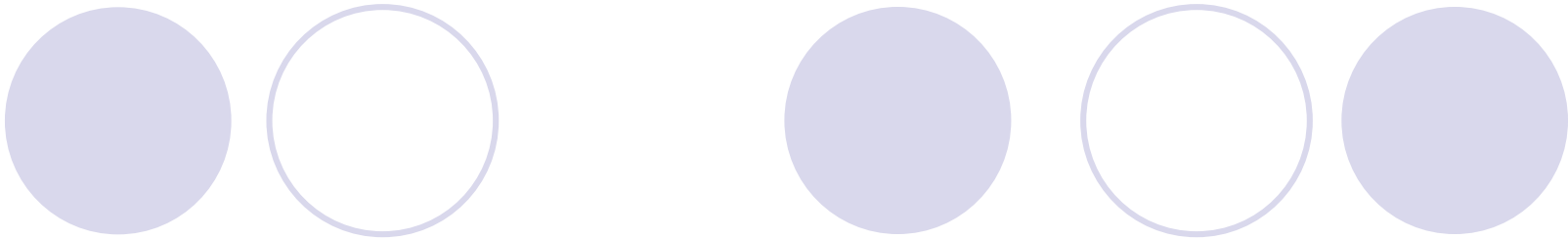
2. 絞肉菌數高於大塊肉之因

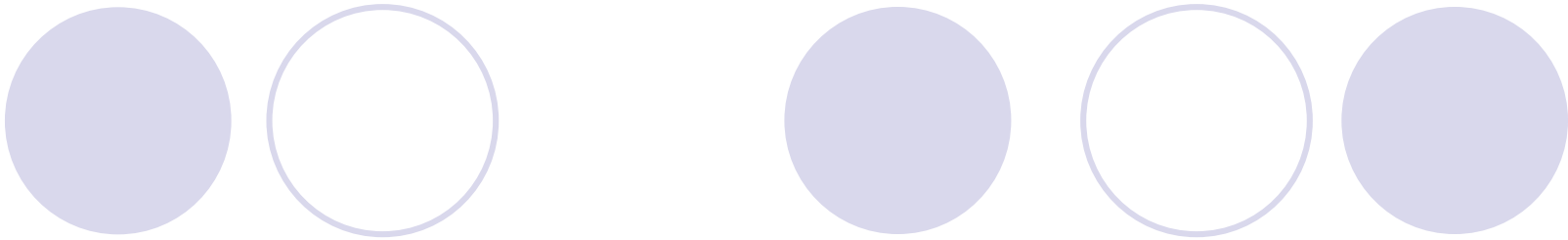
(1) 絞肉多由零碎肉而來，人為操作。

(2) 表面積大→好氧菌生長，其為低溫肉品主要腐敗菌。

(3) 絞碎機、刀、容器等的污染。

(4) 脂肪高者，因淋巴結包埋，絞碎時，污染大塊肉。

- 
3. 所有肉均含有bacilli及clostridia，病菌 *Erysipelothrix rhusiopathiae* 及 *Clostridium perfringens* 均可存在。另外Enterobacteriaceae（腸內菌科）亦常被發現。
 4. 添加大豆（10~30%）之絞肉菌數高於未加者，且隨添加量增加而增加，其原因未明。已知添加大豆者之pH值高於未加者0.3~0.4 u，或許因此MO生長較快。另外，大豆蛋白的添加，使混合物表面積增加，此或許有利好氧菌的生長。

- 
5. **機械去骨肉 (MDM)** 可能有骨碎屑存在肉中，故規定肉中骨粉含量（以Ca表示）不得超過0.75%（正常0.01%）。也因此，MDM pH值較高，其菌數有的比未去骨者高，但統計上無明顯差異，一般而言，MDM不含金黃葡萄球菌，顯示其較少經由人操作。
 6. 一般而言溫體肉（屠宰後，未冷藏即進行加工）之微生物品質與冷肉相近，然有研究顯示經貯存後（14天），或製成火腿產品，前者高於後者。若屠宰後3-9小時內將溫度降至21°C最理想



7. 牛肉屠宰後，可以電刺激以加速 肝醣→乳酸，使 pH↓，使加速渡過死後僵直，使肌肉軟化，此電刺激對肉體上存在之MO或有影響。體外試驗：（G(+)最敏感，其次為G(-)及產孢菌），但影響不顯著。
8. 內臟器官pH及肝醣高於骨骼肌肉。



§紅肉之微生物腐敗

**食物腐敗時，微生物以某些種為主，不若新鮮時菌相多，此乃影響MO之內在與外在因子。

內在因子：

1. pH值 ⇒ 均為MO可生長

2. 營養 ⇒ 蛋白質、脂肪

3. O/R：

表面高 ⇒ 好氧及兼性厭氧

大塊肉內O/R低 ⇒ 厭氧

外在因子：

1. 溫度

2. 氣體環境



§腐敗現象

1.肉塊主要腐敗現象為表面黏液。開始時，O/R值高，水份高，低溫，故以*Pseudomonas*為主。

當菌達 $10^7 \sim 10^{7.5}/\text{cm}^2$ ，異味產生

當菌達 $10^{7.5} \sim 10^{8.0}/\text{cm}^2$ ，黏液產生

肉 $A_w < 0.96$ 時，以黴菌為主。

表面鬍鬚狀物（whiskers） \Rightarrow 黴菌*Thamnidium*，*Mucor*，*Rhizopus*

表面有色斑點：各不同黴菌；

eg. *Cladosporium* \rightarrow 黑色，

Penicillium \rightarrow green，

Chrysosporium & *Sporotrichum* \rightarrow white

** 只有當肉塊表面太乾，or 有抗生素存在，黴菌才成為腐敗菌。

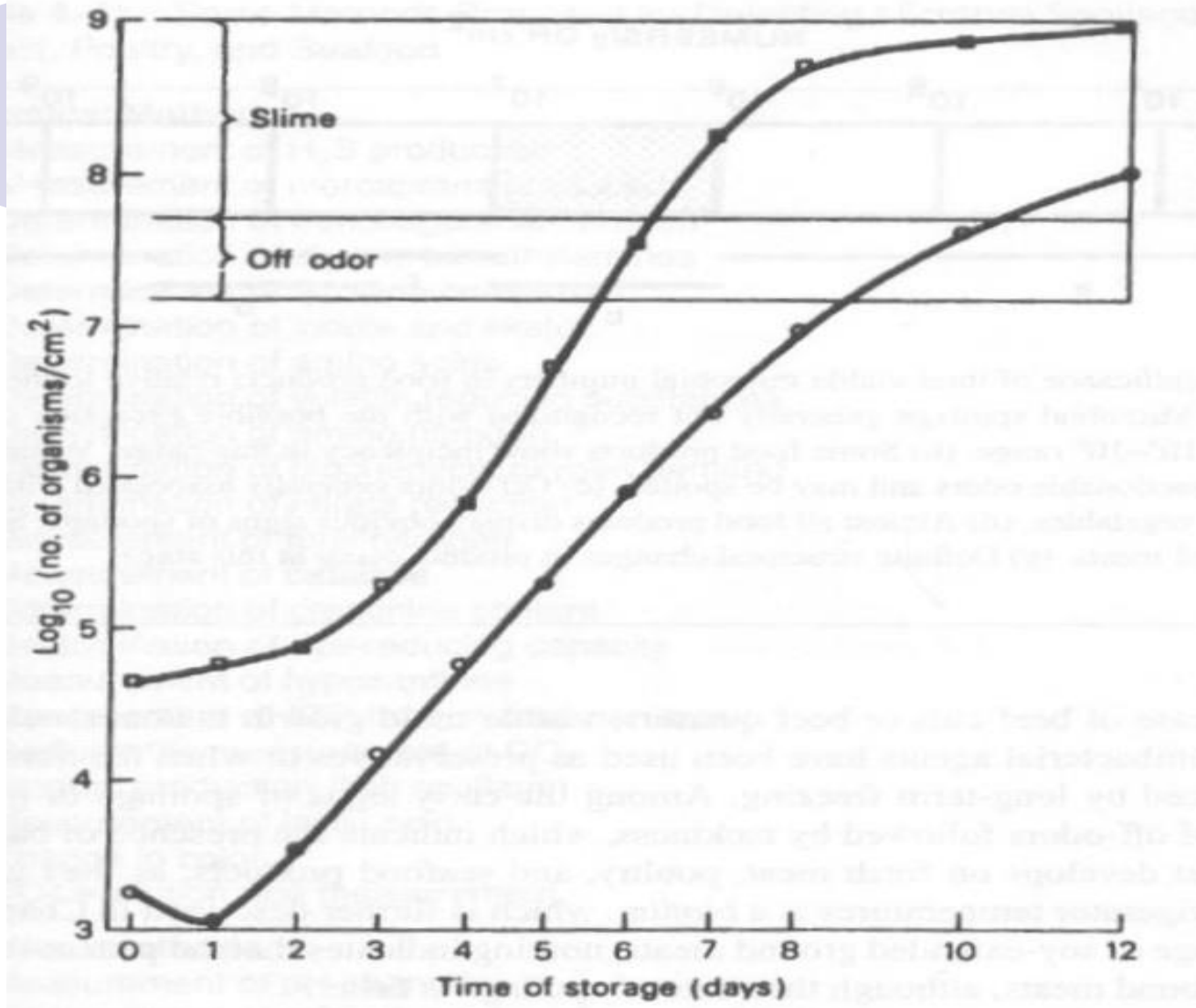


Fig. 4-1 The development of off-odor and slime on dressed chicken (squares) and packaged beef (circles) during storage at 5°C.



2. 絞肉，均以細菌為主；*Pseudomonas*，*Alcaligenes*，*Acinetobacter*，*Moraxella*，*Aeromonas*。絞肉較少有黴菌生長，腐敗現象首為異味，接著黏絲產生。（黏絲乃菌體及被分解蛋白質所致）

另外，肉之變綠，乃由於MO分解含硫胺基酸產生 H_2S ，在低氧含量下，其與Mb作用產生 sulfmyoglobin（green）。

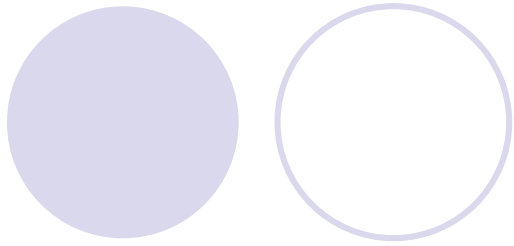


§肉腐敗機制

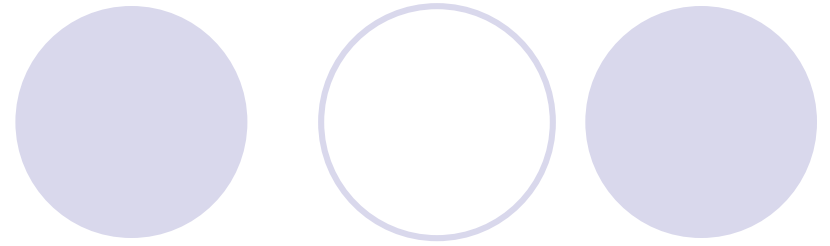
MO在肉中先使用glycogen

(glycogen → glucose → acid) ，再使用胺基酸，

amino acid $\xrightarrow{\text{Decarboxylation}}$ amine 產生異味，pH上升。牛肉一般低溫貯存12天，才有異味及黏液 ($4 \times 10^8/\text{cm}^2$) ，18天才有肌原纖維蛋白之變化。



Lysine → Cadaverine



$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$ 主要由腸內細菌產生

Ornithine → Putrescine $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$ 主要由 *Pseudomonas* 產生
agrinine

有人以上述二種雙胺化合物含量當作腐敗指示物，然而總菌數 $> 4 \times 10^7$ 時，此二種胺含量才產生明顯變化。

另有人以 ERV (extract-release volume) 表示新鮮度，牛肉均質液在固定時間內以濾紙過濾所得之濾液體積，新鮮者 ERV 大，反之 ERV \downarrow 。(Fig. 4.3)

Table 4-12 Development of microbial number and diamine concentrations on naturally contaminated minced beef stored at 5°C

<i>Sample^a</i>	<i>Storage Time (days)</i>	<i>Putrescine^b (μg/g)</i>	<i>Cadaverine^b (μg/g)</i>	<i>Enterobacteriaceae (log₁₀/g)</i>	<i>Aerobic Plate Count (log₁₀/g)</i>
E	0	1.2	0.1	3.81	6.29
	1	1.8	0.1	3.56	7.66
	2	4.2	0.5	4.57	8.49
	3	10.0	0.5	5.86	9.48
	4	26.1	0.6	7.54	9.97
F	0	2.3	1.3	6.18	7.49
	1	3.9	4.5	6.23	7.85
	2	12.4	17.9	6.69	8.73
	3	29.9	35.2	7.94	9.69
	4	59.2	40.8	9.00	9.91

^aSamples E and F were obtained from two different retail outlets.

^bDiamine values are the mean of two determinations.

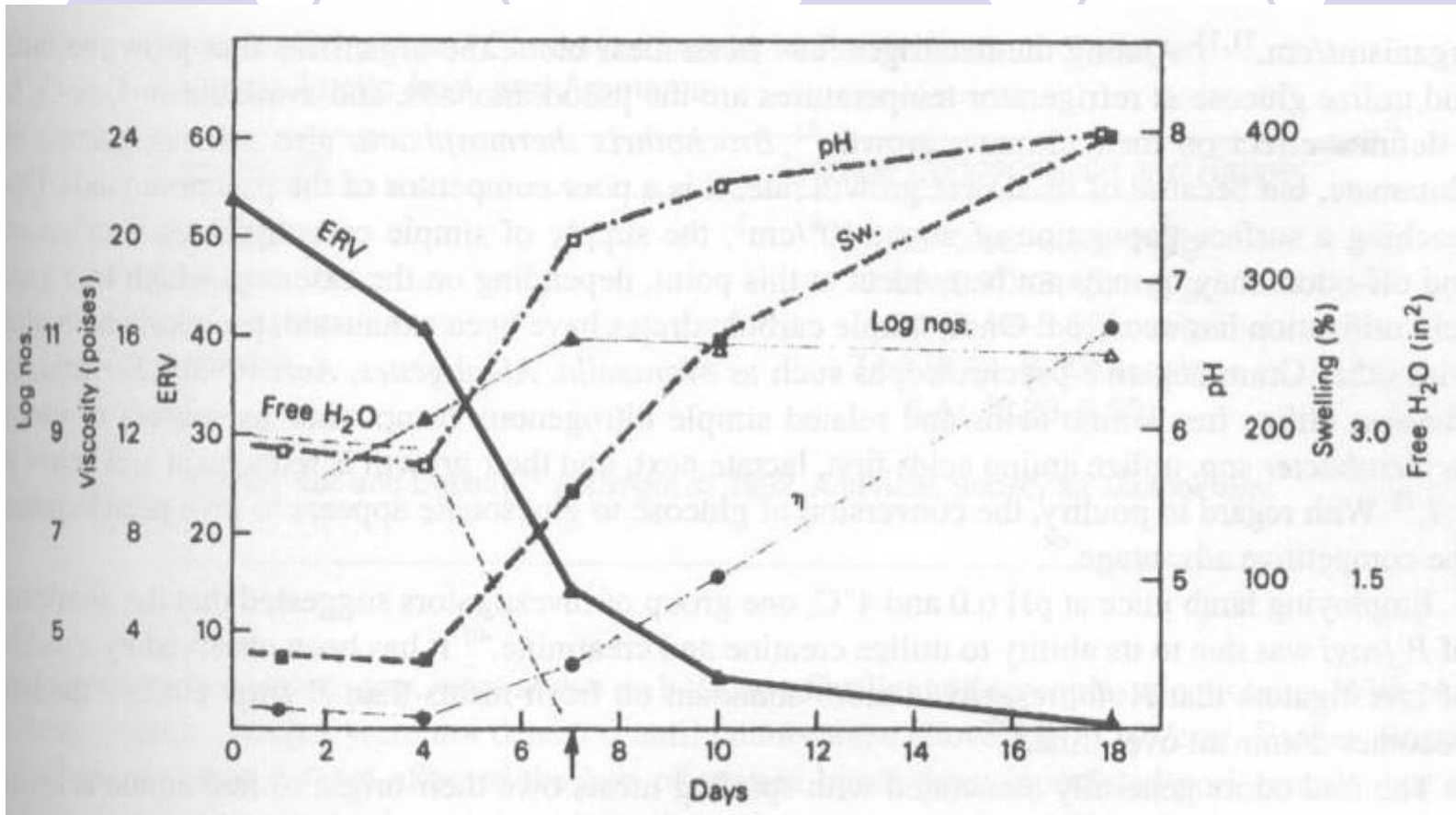


Fig. 4-3 The response of several physicochemical meat spoilage tests as fresh ground beef was held at 7°C until definite spoilage had occurred. The arrow indicates the first day off-odors were detected. ERV= extract-release volume; free H₂O=measurement of water- holding capacity (inversely related); Sw=meat swelling; η=viscosity; and log nos.=total aerobic bacteria/g.



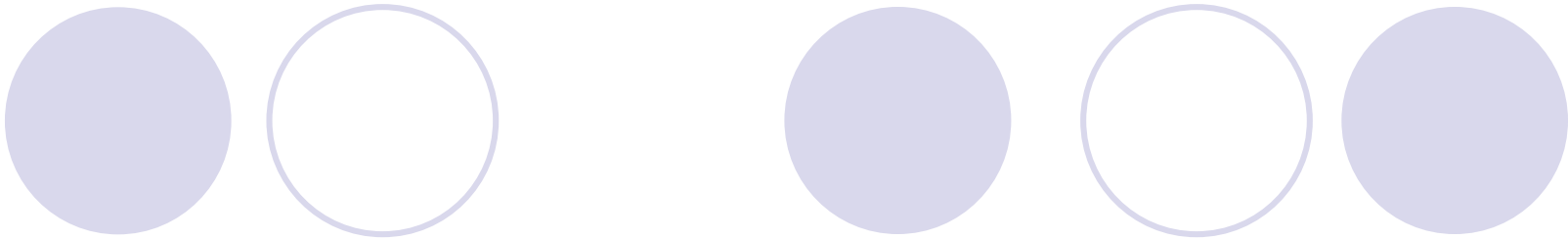
§肝臟之腐敗

由於肝臟碳水化合物高及pH高，腐敗以**發酵性腐敗為主**（pH由6.4 → pH 5.9），不若肉品為胺基酸之腐敗（pH↑）。完整肝臟腐敗，以 *Pseudomonas* 為主。但當 *Pseudomonas* 生長 Eh ↓，且 pH ↓，不利 *Pseudomonas* 生長，最後以乳酸菌生長為主。



§禽肉微生物

- 菌數表示，以單位面積菌數較適宜。
- 沙門氏桿菌為常感染之病原菌
常含有 coliforms, *E. coli*, *C. perfringens*, *S. aureus* 菌相以 G(-)，尤其 *Pseudomonas* 為主。
- 真菌之腐敗角色不重要
- “**visceral taint**” 未去除內臟之雞隻貯存時，因腸道 MO 繁殖，侵犯至腹腔內層組織造成腐敗（酸味），稱之（畜肉有 **bone taint**，因屠宰操作不當，牛後腿靠近坐骨處受污染，產生深層腐敗，稱為骨腐臭，主要由 *Clostridium* 及 *Enterococcus* 造成）。



--禽肉腐敗主要為表面及切口產生黏液，若保留內臟者，有內臟腐臭。在黏液產生前，通常有異味產生。

log 7.2~8.0異味

log 8.0黏液

--禽體表面可藉清洗、消毒以減少菌數，在去毛除內臟前，及除內臟後立刻清洗，可降低附著菌數