



Food Microbiology

Processed Meats

Guo-Jane Tsai, Ph.D.

Processed Meats

§Curing

- agent : **NaCl + nitrite or nitrate + sugar** 另外，可含phosphate，Na-ascorbate，erythorbate，K-sorbate，MSG等。分dry curing，各成份直接加在肉上or，先配成鹽水溶液（brine）再醃。Na-ascorbate or erythorbate可減少Nitrite/nitrate用量。Phosphate---H2O-binding。
- Sausages為主要products，有多種類型
- Bacon
- Ham
- 所用agent可能含有MO
- 除了agent外，其他添加之spices，調味料、腸衣均可能為污染源，腸衣甚至可能成為最主要污染源

§Smoking

- 常伴隨在curing之後，目的為(1)aroma & flavor (2)preservation (3)creation of new products (4)color development (5)formation of protective skin (6)protection from oxidation
- 產生之heat及Smoking agent中成份(carbonyl compounds)，具抗菌作用
- Frankfurter (cooked smoked sausage)
- 微生物相主要為G(+)：micrococci, bacilli, lactobacilli, microbacteria, streptococci, yeast. 亦會發現C. botulinum toxin
- 一雜穢 (內臟、如、掌、腳) 等產品，一般菌數高

§Spoilage

3 types : (1) Sliminess ; (2) Souring ; (3) Greening ;

Sliminess : 出現在外表，首先為局部菌落，後蔓延成一層灰黏液。所含菌有 yeast & lactic bacteria。表面潮溼者，較易形成。

Souring : 常從內部開始，MO來源常為添加之乳固形物，MO利用 lactose 及其他 sugar 產酸所致。Sausage 因所添加調味成份多，常有不同 MO，一般而言 *Brothothrix thermosphacta* 為主要腐敗菌。

一般 mold 不會成為腐敗菌，然而若表面太乾 or 其他環境不利細菌生，則然。



Greening : caused by H_2O_2 or H_2S

\triangle cured and VP meat , 常因 H_2O_2 。 H_2O_2 產生之因 :

–anaerobically stored meat \rightarrow exposure to air $\rightarrow H_2O_2$ formation

nitrosoheme \rightarrow oxidized porphyrin

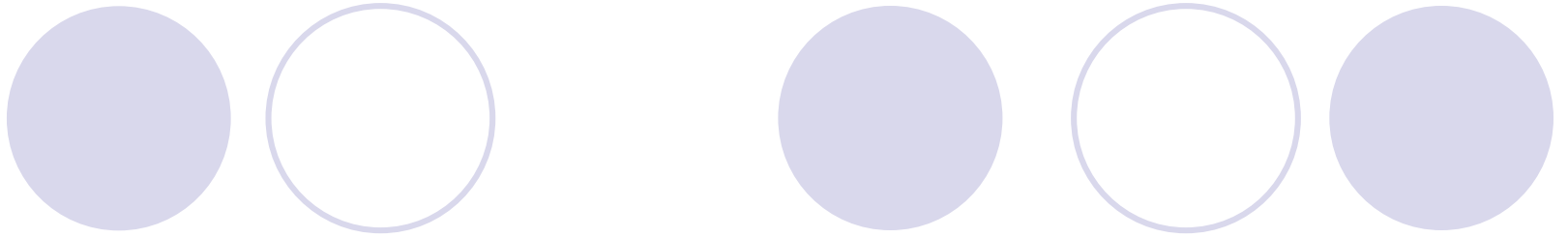
–heating destroy catalase $\rightarrow H_2O_2$ accumulate Mb
choleoglobin (green)

–部份MO在低O/R下生長，產生 H_2O_2 所致。

Weissella viridescens 為最有名者 (耐 > 200 ppm $NaNO_2$)

Lactobacillus fructivorans (耐 2 ~ 4 % $NaCl$) ,

L. jensenii 亦產生 H_2O_2 。



△ VP or gas-impermeable packaged fresh meat，常因H₂S造成。



， not occur for meat pH < 6

Responsible MO: *Pseu. mephitica*， *S. putrefaciens* (but not occur when pH lower than 6.0)。

但H₂S-producing lactobacilli可在5.4 ~ 6.5產生，使cys → H₂S，使肉微綠，如*L. sake*，產綠不如*S. putrefaciens*，且在0°C貯存6 weeks後才發生。

Yellow discoloration of VP luncheon-style meat by *Enterococcus casseliflavus*.



§Bacon & cured hams


- 經smoking & brining，較不易被細菌腐敗，主要為mold，尤其在Aw低，fat高時更有利。
- VP bacon之酸敗主要由micrococci及lactobacilli低鹽度之VP bacon，則可能有staphylococci。
- hams因將含糖之curing solution灌入肉中，所含之sugar可被存在solution中MO發酵產酸，而產生特有不同酸味，致因菌有*Acinetobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Clostridium*等，後者常可產氣。



§Fermented meat

- **dry product : 30 ~ 40 % H₂O, not smoked or heat processed, eat without cooking.**
- **Curing agent + spice + ground meat → casing → incubated 80 ~ 95°F → drying room**
- **有時人為添加micrococci，使NO⁻³ → NO⁻²**
- **dry sausage : pH 4.5 ~ 5.2**
- **semi-dry product : 50 % H₂O，with smoking (60 ~68°C or 140 ~ 154°F，internal) summer sausage即屬此。可加 *Pediococcus cerevisiae* 為starter，也有不加starter。**

- eat raw summer sausage \Rightarrow trichinosis (由於smoking溫度未達140°F) *Lact. gasserii*添加可抑制*S. aureus*產毒素。
- 另在歐洲，常添加*Micrococcus aurantiacus*或*Staphylococcus carnosus*於lactic starter中，以利lactic bact.生長，因此等菌可使 $\text{NO}^{-3} \rightarrow \text{NO}^{-2}$ ，及產生catalase。
- 不加starter者，常含有大量lactobacilli，如*L. plantarum* pH一般為4.6 ~ 5.0，若加*P. cerevisiae* starter，pH可達4.0 ~ 4.5，產品品質更好（品質較均一，時間縮短）



-所添加sugar種類，會影響產品最終pH值（Fig. 5.1）

-一些European-type sausage，如Italian salami，mold與風味有關，*Penicillium*及*Aspergillus*為主要菌。

-美國南方Country-cured ham，其curing & ripening時間達6 months ~2 years，表面有大量mold生長。mold存在，可免於腐敗細菌及病菌生長，出現mold亦以aspergilli與penicilli為主。



§Safety

一般此類發酵肉品加工，要達到降低病原菌數
5 log程度

–1994 加州發生因dry-crued salami而至*E. coli*
O157:H7中毒事件。

人們探討利用不加熱製程，只能降低2 log，需
進行後加熱，使中心溫度達63°C，or 53°C
60 min。



Seafoods

- 魚類微生物存在之處：外層黏液、鰓、腸道
- 淡水or溫帶水域魚：G(+)，
寒帶水域魚：G(-)

§新鮮與冷凍水產品之微生物品質

- 受生長水域之衛生狀況影響，加工操作如去皮、剝殼、去內臟、裏屑等均影響。
- 常見細菌：Pseudomonas，Shewanella，Vibrio等（Table6.1）
- 蚌蛤尤其受生長水域MO影響，常有病原菌存在，如Salmonella。
- 新鮮者，菌數 $10^4 \sim 10^8/g$ ，冷凍者，較低，約 $10^4 \sim 10^5/g$ （3.54 ~ 4.79 log）。coliforms，*E. coli*，*S. aureus*，*C. perfringens*均可能存在。

Table 5-6 Genera of bacteria, yeasts, and molds, most often found on fresh and spoiled fish and other seafoods.

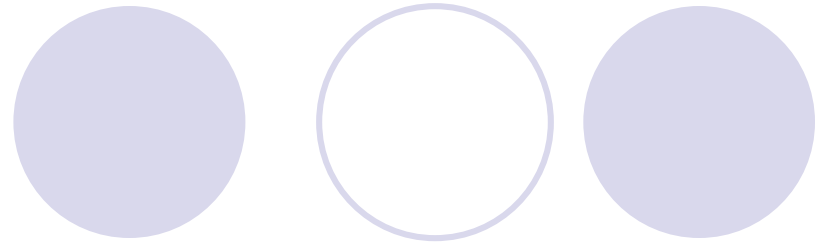
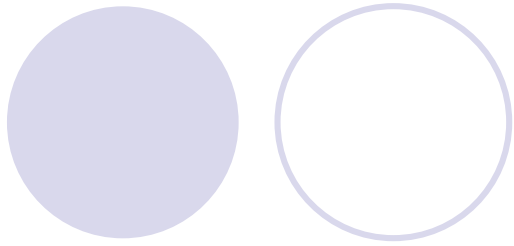
<i>Products</i>	<i>Number of Samples</i>	<i>Microbial Group/Target</i>	<i>% Samples Meeting Target</i>	<i>Reference</i>
Frozen catfish fillet	41	APC 32°C: 10 ⁵ /g or less	100	32
	41	MPN coliforms: <3/g	100	32
	41	MPN <i>S. aureus</i> : <3/g	100	32
Frozen salmon steaks	43	APC 32°C: 10 ⁵ /g or less	98	32
	43	MPN coliforms: <3/g	93	32
	43	MPN <i>S. aureus</i> : <3/g	98	32
Fresh clams	53	APC 32°C: 10 ⁵ /g or less	53	32
	53	MPN coliforms: <3/g	51	32
	53	MPN <i>S. aureus</i> : <3/g	91	32
Fresh oysters	59	APC 32°C: 10 ⁷ /g or less	49	32
	59	MPN coliforms: 1,100 or less/g	22	32
	59	MPN <i>S. aureus</i> : <3/g	90	32
Shucked oysters (retail)	1,337	APC 30°C: 10 ⁶ /g or less	51	100
	1,337	MPN coliforms: 460 or less/g	94	100
	1,337	MPN fecal coliforms: 460 or less/g	96	100
Blue crabmeat (retail)	896	APC 30°C: 10 ⁶ /g or less	61	100
	896	MPN coliforms: 1,100/g or less	93	100
	896	MPN <i>E. coli</i> : <3/g	97	100
	896	MPN <i>S. aureus</i> : 1,100/g or less	94	100
Hard-shell clams (wholesale)	1,124	APC 30°C: 10 ⁶ /g or less	99.8	100
	1,130	MPN coliforms: 460/g or less	96	100
	161	MPN fecal coliforms: <3/g	91	100
Soft-shell clams (wholesale)	351	APC 30°C: 10 ⁶ /g or less	96	100
	363	MPN coliforms: 460/g or less	98	100
	75	MPN fecal coliforms: <3/g	72	100

Table 5-6 Genera of bacteria, yeasts, and molds, most often found on fresh and spoiled fish and other seafoods.

Peeled shrimp (raw)	1,468	APC 30°C: 10 ⁷ /g or less	94	89
	1,468	MPN coliforms: 64/g or less	97	89
	1,468	MPN <i>E. coli</i> : <3/g	97	89
	1,468	MPN <i>S. aureus</i> : 64/g or less	97	89
Peeled shrimp (cooked)	1,464	APC 30°C: 10 ⁵ /g or less	81	89
	1,464	MPN coliforms: <3/g	86	89
	1,464	MPN <i>S. aureus</i> : <3/g	99	89
	1,464	MPN <i>S. aureus</i> : <3/g	99	89
Lobster tail (frozen, raw)	1,315	APC 30°C: 10 ⁶ /g or less	74	89
	1,315	MPN coliforms: 64/g or less/g	91	89
	1,315	MPN <i>E. coli</i> : <3/g	95	89
	1,315	MPN <i>S. aureus</i> : <3/g	76	89
Retail frozen, breaded, raw shrimp	27	APC: 6.00 or less/g	52	95
	27	Coliforms: 3.00 or less/g	100	95
	27	Presence of <i>E. coli</i>	4	95
	27	Presence of <i>S. aureus</i>	59	95
Fresh channel catfish	335	APC: ≤7.00/g	93	4
	335	Fecal coliforms: 2.60/g	70.7	4
	335	Presence of salmonellae	4.5	4
Frozen channel catfish	342	APC: ≤7.00/g	94.5	4
	342	Fecal coliforms: 2.60/g	92.4	4
	342	Presence of salmonellae	1.5	4
Frozen, cooked, peeled shrimp	204	APC: <4.70/g	52	62
	204	APC: 5.30 or less/g	71	62
	204	Coliforms: none or <0.3/g	52.4	62
	204	Coliforms: <3/g	75.2	62
Fresh rainbow trout ^a	74	APC range: log ₁₀ 2.4–8.6; mean APC log ₁₀ 6.2 cfu/g	–	25
Seafoods, various	82	2.4% pos. for salmonellae	–	72

Note: APC = aerobic plate count; MPN = most probable number.

^a51% contained *L. monocytogenes*.



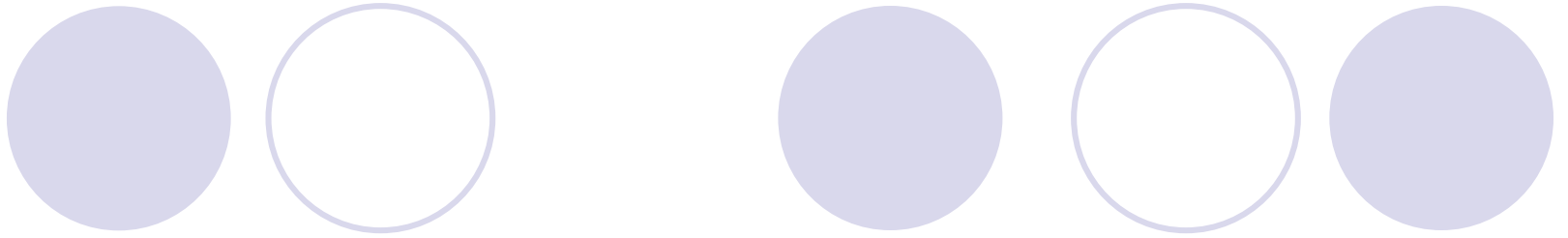
§發酵魚產品

- fish sauce : fish : salt = 3 : 1 , 放入甕中 , 經6 months魚
液化 , 液體部份 , 過濾 , 置容器內 , 晒1 ~ 3 months 。 pH由
6.2至6.6 , 細菌主為halophilic aerobic sporeformer , 另加少量
G(+) , 如*Streptococcus* , *Micrococcus* , *staphylococcus* ,
Bacillus , 一般產品安全無慮 。 (高鹽 , 病菌無法生長)
- fish pastes : MO角色不重要。

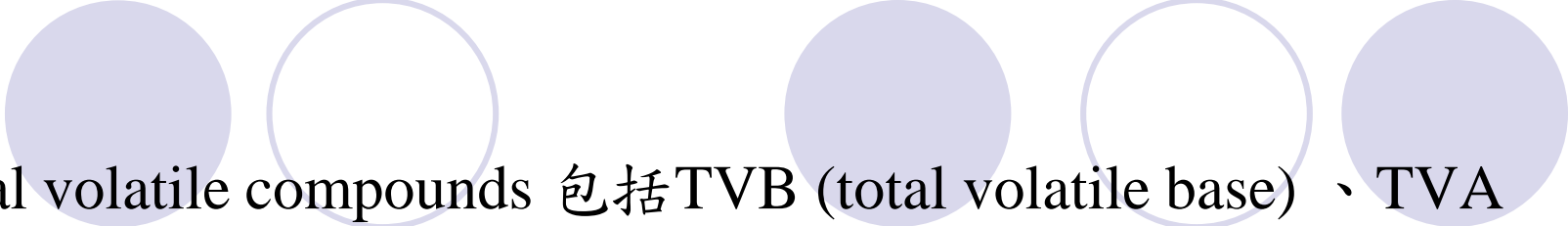
§魚及蝦蟹貝之腐敗

△Fish

- 淡、海水魚腐敗現象同。菌先利用簡單氮化合物，產生揮發性臭，故氧化三甲基胺、creatine、taurine等漸減，產生三甲基胺、氨、組織胺、硫化氫、indole等。腐敗菌無法分解gelatin及egg albumin，顯示其無法將蛋白質完全分解。營養：蛋白質及含氮化合物（free amino acid、氨、氧化三甲基胺、creatine、taurine、betaine、anserine、carnosine、histamine）
- 腐敗菌：新鮮魚為細菌，鹽醃魚&乾製魚→真菌。細菌G(-)，*Pseudomonas*，*Acinetobacter*，*Moraxella*。Shewanella為H₂S生產菌，亦可將氧化三甲基胺（TMAO）還原成三甲基胺（TMA），被認為是腐敗現象之最主要菌。



- 脂肪量高之魚，其脂肪之rancidity發生比微生物腐敗早。
- 100 % CO₂貯存or 80 % CO₂+ 20 % air貯存之魚腐敗菌以乳桿菌為主。
- TMAO → TMA，一般認為與MO有關，有人將之做為腐敗指標。
- histidine → histamine與scombroid poisoning（鯖科魚中毒）有關。
- 亦有人以diamine之cadaverine & putrescine當作腐敗指標。



-total volatile compounds 包括TVB (total volatile base) 、TVA (total volatile acids) 、TVS (total volatile substance)及TVN (total volatile nitrogen)

TVB:包括NH₃，二甲基胺、三甲基胺

TVN(TVB-N):包括TVB及其它蒸餾而得物

TVA:醋酸 丙酸及揮發性有機酸

TVS: 可使鹼性過錳酸鹽溶液還原之化合物

澳洲、日本將TVN作為蝦品質指標， $\leq 30 \text{ mg TVN}/100\text{g}$ ，
 $\text{TMA} \leq 5 \text{ mg}/100\text{g}$

-此等化合物指標，均無法偵測腐敗初期階段。

CNS3732 (中國國家標準)魚類鮮度之標準

總揮發性氮(TVB) $25 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 以下；三甲基胺 $3 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 以下
生食魚：揮發性鹽基氮(TVB-N) $15 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 以下(食品衛生法規)



△ Shellfish

甲殼類：

—蝦、龍蝦、蟹等，含0.5 % $(\text{CH}_2\text{O})_n$ （此與魚不同）。蝦之 free A.A. 含量高於fish，cathepsin-like enzyme 也高，肉易軟化。

—新鮮者細菌相與fish相同

0°C 貯存

Pseudomonas 主要腐敗菌

5.6 ~ 11.1°C

Moraxella 主要腐敗菌

16.7 ~ 22.2°C

Proteus 主要腐敗菌

—腐敗現象與魚相似。由外面開始，由於N含量300 mg N/100g，大於fish，易被分解。

—腐敗時，TMA ↑，TVB-N ↑



§軟體動物 (Mollusk)

–包括牡蠣、蚌蛤、魷魚、干貝等，含高量 $(\text{CH}_2\text{O})_n$ ，氮含量低，腐敗以醱發酵型為主，初期以 *Pseudomonas*、*Acinetobacter*、*Moraxella* 為主，末期以 enterococci、lactobacilli 及 yeast 為主

–oyster 可由 pH 下降程度得知其腐敗程度

pH 6.2 ~ 5.9 Good

pH 5.8 Off

pH 5.7 ~ 5.5 Musty (霉臭味)

pH \leq 5.2 sour

–花枝或魷魚腐敗與 shellfish 相同，隨腐敗進行 TVB-N \uparrow 。