



Food Microbiology

Fruit & Vegetable Products

Guo-Jane Tsai, Ph.D.

Fruit & Vegetable Products

§ Fresh & Frozen Vegetable

- 10^6 /g, less in fruits

-*Pseudomonas*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Alcaligenes*, Lactic acid bacteria

-Lactic acid cocci in raw & processed vegetable

40 ~ 75% in peas, snap beans & corn: *Leuconostoc*,
Streptococcus

-常含有 coagulase (+) 之 *Staphylococcus*，主來自操作者污染，然在乳酸菌存在下，生長受限而安全無顧慮

-*Clostridium botulinum* type A & B 孢子曾在真空冷凍菠菜中發現

-新鮮與冷凍蔬菜 M.O. 見表一 & 表二



§ Spoilage

蔬菜組成：88% H₂O, 8.6% (CH₂O)_n, 1.9% protein, 0.3% lipid, 0.84% ash

因H₂O%高，且多為free H₂O，pH低酸性，O/R高，腐敗菌以aerobe or facultative anaerobe為主

細菌性因子

1. Bacterial soft rot (細菌性軟腐)

主要由*Erwinia carotovora*和*Pseudomonas marginalis*造成，尤其前者。由於菌產生pectinase，可分解蔬菜中pectin，產生軟腐、爛泥狀，偶有臭味、浸水現象。

Reasons that vegetable spoilage is frequently caused by *Erwinia*

-雖然植物根部藉產生 H_2O_2 或 O_3 -殺菌，但*Erwinia* & *Pseudomonas*等可產生catalase及SOD (superoxide Dismutase) 分解此等殺菌劑而入侵植物。

-*Erwinia*屬腸內科細菌，不需有機氮即可生長，故在蛋白質含量少之蔬菜中生長良好。其可利用蔬菜中的sugar & alcohol，如rhamnose， cellobiose， arabinose等，且在冰箱中仍可生長 ($1^\circ C$)

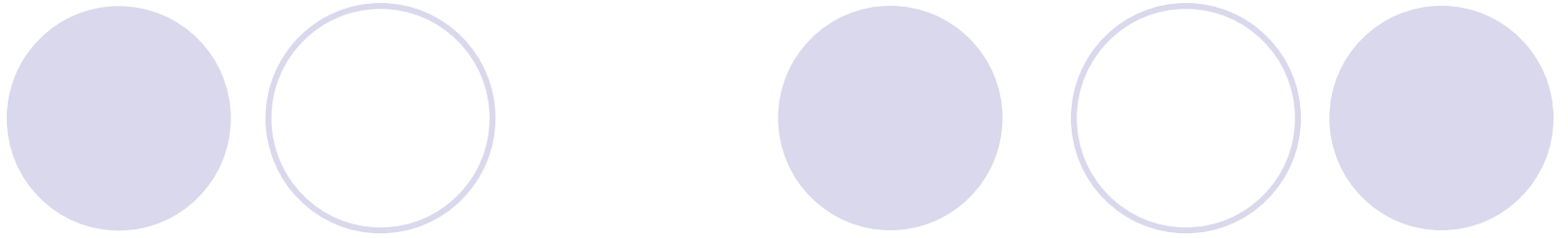
①*Erwinia*分泌pectinase，破壞barrier，使非pectinase

生產菌得以入侵，進行 $(CH_2O)_n$ 發酵產酸

②分解蛋白質者，將a.a.行decarboxylation，產生 amine，使pH↑

③最後，cellulose被分解，此主要由mold及其他具 cellulase活性之M.O

- 
- 造成馬鈴薯軟腐主要菌*Erwinia carotovora*含有 endopectate lyase，exopectate lyase，endopolygalacturonase (都屬於pectic enzyme)及 cellulase等酵素，此等酵素再加上phosphatidase C與 phospholipase A，造成軟腐現象。
 - 胡蘿蔔素若受*Agrobacterium tumefaciens*感染，會加速老化。



2. 其他腐敗狀況

-馬鈴薯Black leg（黑便），以*E. carotovora* pv. *astroseptica*為主，在溫帶地區常發生

-*Xanthomonas*造成腐敗

可產生xanthan而產生黏滑菌落

植物腐敗外觀及造成微生物，見Table 8.5



真菌因子

草莓 gray mold rot : *Botrytis*

Colletotrichum 侵襲香蕉表皮 → 炭疽 (anthracnose)

Gloeosporium 蘋果皮孔 → 皮孔腐敗 (lenticel rot)

- **Gray mold rot** : *Botrytis cinerea* 菌絲侵入植物組織，
生長，造成腐爛及產生灰色菌絲

- **Sour rot** : 酸腐，由 *Geotrichum candidum* 造成，由
受傷植物進入，造成腐爛

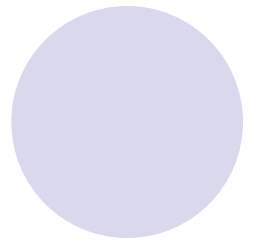
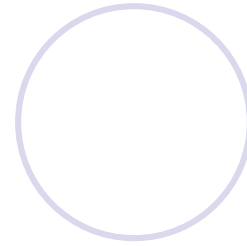
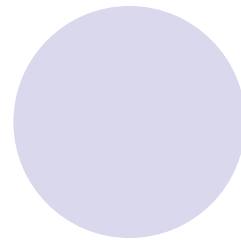
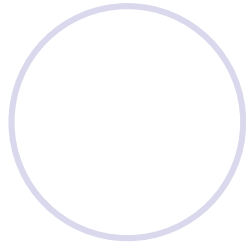
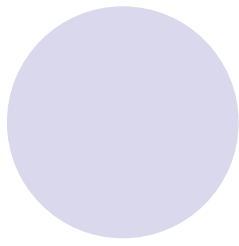


-***Rhizopus soft rot***：根黴軟腐

由*Rhizopus stolonifer*造成，棉絲狀菌絲及黑色孢子佈滿蔬菜，蔬菜變軟、爛泥狀。可藉果蠅傳播，果蠅產卵在蔬果裂縫，也可自行由裂縫傷口進入。

-***Phytophthora rot***：疫黴腐敗，由*Phytophthora*造成，主要在田間感染

-***Anthraco nose***：炭疽病，由*Colletotrichum coccodes*造成，導致葉面、果實斑點



§ Spoilage of fruits

組成：H₂O 85%，(CH₂O)_n 13% (> vegetable)

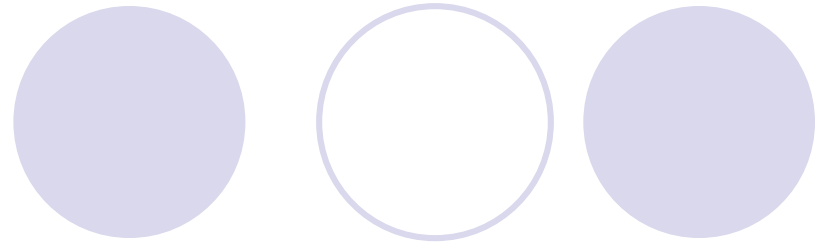
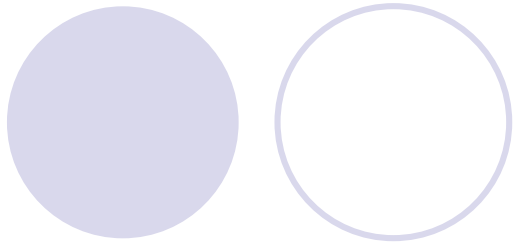
protein 0.9%，ash 0.5% (< vegetable)

lipid 0.53% (> vegetable)

pH < vegetable

腐敗菌以yeast & mold為主，但有例外，如pear，pH 3.8 ~ 4.6，腐敗以*Erwinia*為主，可能*Erwinia*腐敗多在水果表面，pH較高

yeast生長快於mold，水果於田間被感染後，發酵糖類產生CO₂ & 酒精，隨後，mold生長



§ Fermented Products

Breads

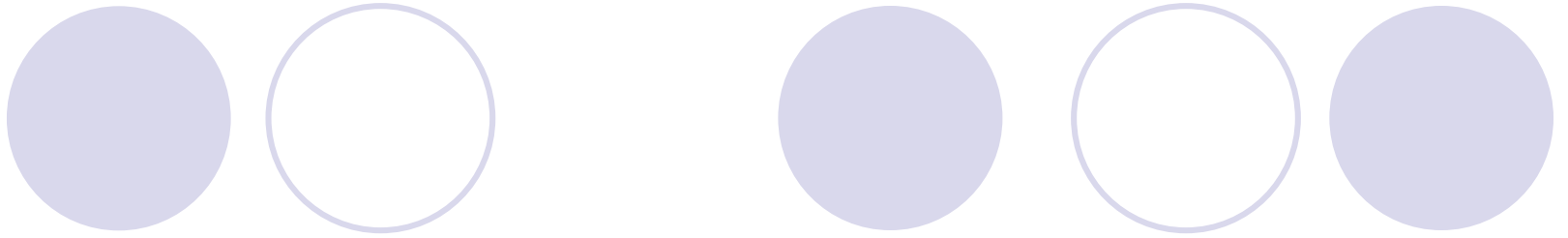
- Sourdough :

Starter 含 yeast & lactic bacteria

Yeast \rightarrow CO₂

Lactic bac. \rightarrow pH 3.8 ~ 4.5

接菌採 Backslopping



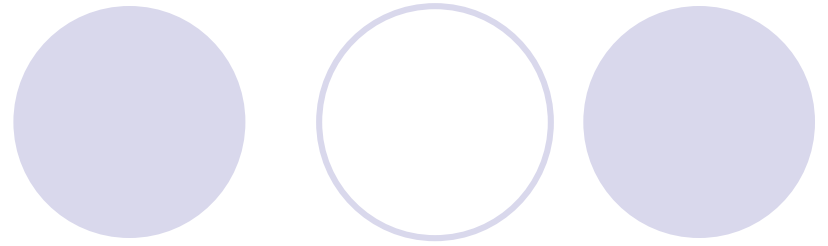
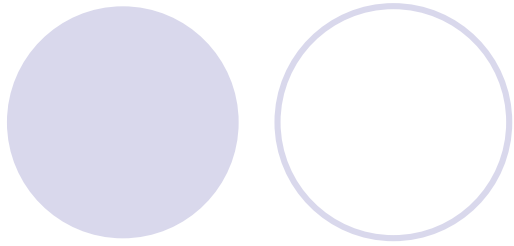
-Idli：印度南方麵包

米＋葛蘭豆（urd bean）浸3～10 h，磨碎，混合，
發酵，蒸熟

為天然發酵，來自urd bean之菌，主要為

Leuconstoc mesenteroides 先生長→CO₂

Enterococcus faecalis 20小時後生長



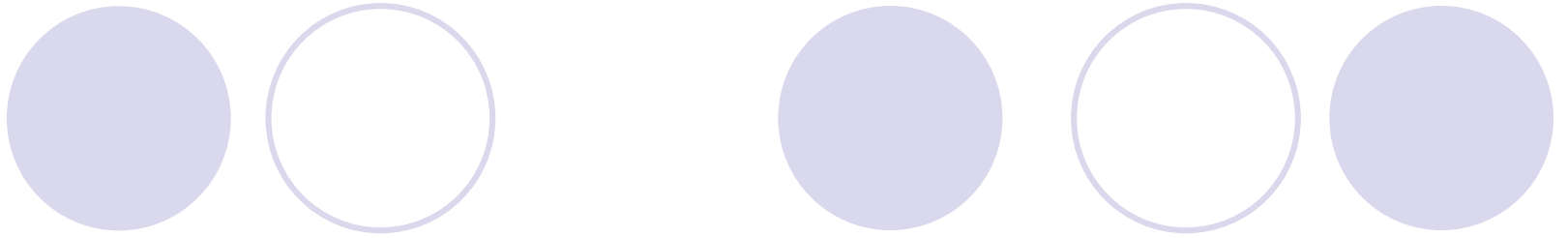
Fermented vegetables

-Olives

Olives + 1.6 ~ 2.0% 石灰，21 ~ 25°C，4 ~ 7 h，去除苦味，清洗石灰，置像木桶中，加鹽水（5-10%），接菌 *L. plantarum*，發酵6 ~ 10 mon.，pH 3.8 ~ 4.0

腐敗：

- ① Zapatera spoilage： *Propionibacterium* 感染，產生丙酸惡臭
- ② Softening： *Rhodotorula glutinis* 等感染，產生 polygalacturonase 及 pectin methylesterase 分解 pectin
- ③ Sloughing（腐爛型）：
Cellulomonas flavigena 產生 cellulase 分解 cellulose



-Pickle

鹽水以醋酸酸化→小黃瓜→接菌 *P. cerevisiae* ,
Lactobacillus plantarum , pH 4.0

腐敗：

- ①Blackening (黑變) : *Bacillus nigrificans* 產生黑色素所致
- ②Bloater : *Enterobacter* 及異型乳酸菌產生CO₂
- ③Softening : 產生pectinase之M.O. , 包括*Bacillus*及多種黴菌



-Sauerkraut

Cabbage切絲→灑鹽（2.25 ~ 2.5%）→入罐（厭氧）為自然發酵

① *Leuconostoc mesenteroides* 先生長，乳酸0.7 ~ 1.0% 止

② *Lactobacillus plantarum* 酸度1.6 ~ 1.8%

L. brevis pH 3.1 ~ 3.7

P. cerevisiae

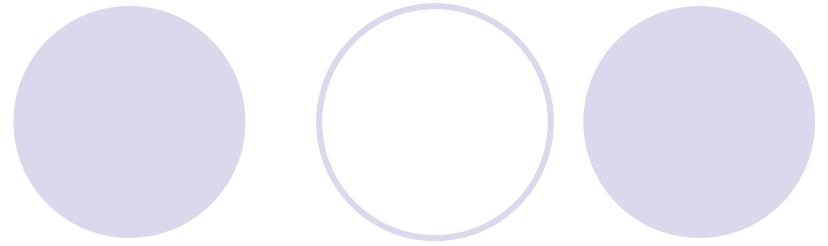
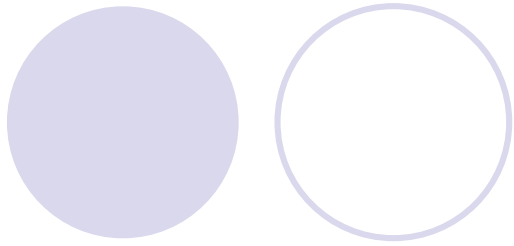
腐敗：

① Soft kraut：軟化，細菌生長，分解果膠

② Slimy kraut：發黏，*Lactobacillus cucumeris*，*L. plantarum* 發酵溫度過高所致

③ Rotted kraut：腐爛，yeast & mold 生長所致

④ Pink kraut：*Rhodotorula glutinis* 於表面生長所致



§ Alcohol fermentation

H₂O

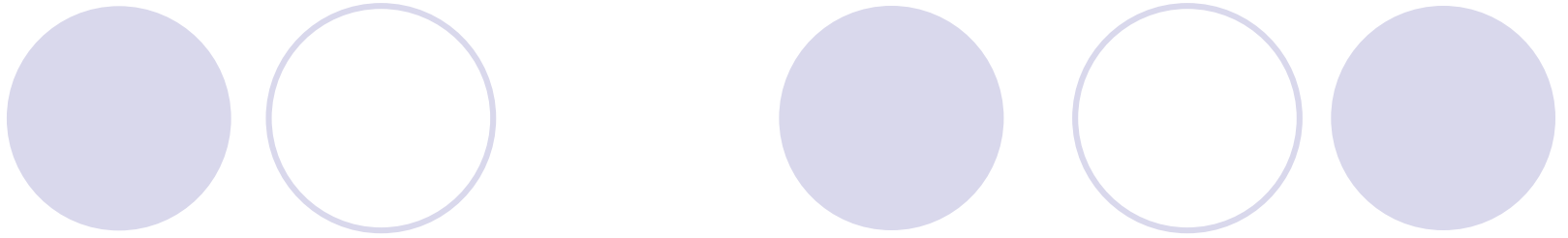
麥粒 → 麥芽 → 焙乾 → 粉碎 $\xrightarrow{\downarrow}$ 糖化

→ 麥汁 (wort) $\xrightarrow{\uparrow}$ 煮沸 $\xrightarrow{\uparrow}$ 發酵 → 後發酵

啤酒花

酵母菌

- 啤酒花：
- ① 沈澱麥汁不穩定蛋白質
 - ② 具靜菌作用
 - ③ 提供苦味



發酵：

Top fermentation : ale , *Saccharomyces cerevisiae*

Bottom fermentation : lager , *Saccharomyces uvarum*
(*S. carlsbergensis*)

腐敗：

1. Ropiness : *Acetobacter*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*

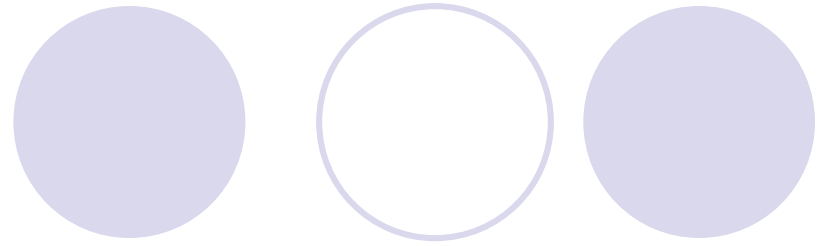
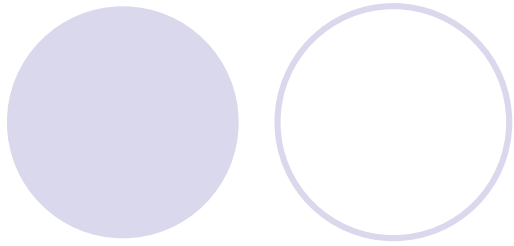
cerevisiae, *Gluconobacter oxydans* 產生多醣

2. Sarcinase sickness : *Pediococcus cerevisiae* 產生 diacetyl ,

造成啤酒產生類似蜂蜜味

3. Sourness : *Acetobacter* 將酒精轉化成醋酸

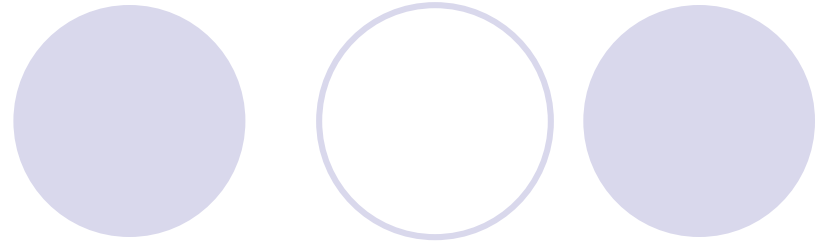
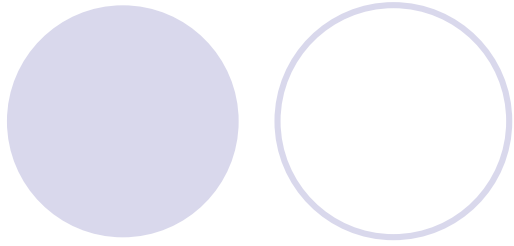
4. Turbidity : *Zymonas anaerobia* 產生之混濁及不良味



Cider

蘋果汁輕度自然發酵而得

蘋果清洗 → 打漿 → 榨汁 → juice 置桶中 12~36 h，
俟 ppt. 產生 (or 數天，if $\leq 40^{\circ}\text{F}$) → pasteurization
(170°F, 10 min)



Soy sauce

黃豆：小麥 1：1

① *Aspergillus oryzae* & *A. sojae* → koji

② 加鹽水，接菌 *Lactobacillus*

Zygosaccharomyces rouxii



Wine

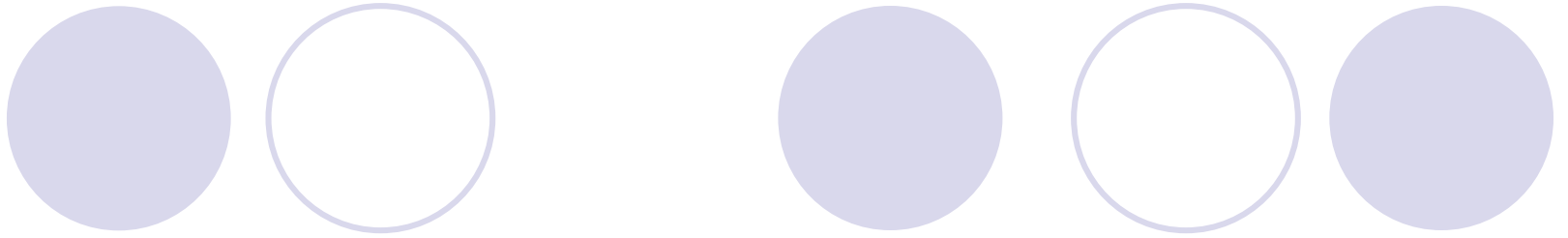
Grape $\xrightarrow{\text{壓榨}}$ 連皮渣 (must) 發酵 \rightarrow 熟成

└──────────┬──────────┘

 juice 發酵

腐敗：

1. Wine flower：*Acetobacter*於表面生長，形成一層膜之外觀
2. Tourne disease：厭氧、兼性厭氧菌生長（低酒精度），volatile acidity \uparrow ，silky type of cloudiness，”mousy” odor



3.malo-lactic fermentation：主要腐敗

malic acid \rightarrow lactic acid + CO₂

↓ acid content，affect flavor許多乳酸菌造成。

*Oenococcus oeni*可因此發酵而有利生長，*O.*

*oeni*為嗜酸性菌，pH 3.5 ~ 3.8生長，10%

EtOH亦可生長

tartaric \rightarrow lactic acid + acetic acid + CO₂

主要由*L. plantarum*造成