Food Microbiology

Fruit & Vegetable Products

Guo-Jane Tsai, Ph.D.

Fruit & Vegetable Products

§ Fresh & Frozen Vegetable

-10^6/g, less in fruits

-*Pseudomonas*, *Erwinia*, *Xanothomonas*, *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*Staphlococcus*，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% H_2O, 8.6% $(CH_2O)n$, 1.9% protein, 0.3% lipid, 0.84% ash

因H_2O%高，且多為free H_2O，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H2O2或O3-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°C）

①*Erwinia*分泌pectinase，破壞barrier，使非pectinase生產菌得以入侵，進行（CH2O）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→碳疽（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 stolonifier*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。

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

-Anthracnose：炭疽病，由*Colletotrichum coccodes*造成，導致葉面、果實班點

§ Spoilage of fruits

組成：H_2O 85%, $(CH_2O)_n$ 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CO_2 &酒精，隨後，mold生長

§ Fermented Products

Breads

- Sourdough：

Starter含yeast & lactic bacteria

Yeast → CO_2

Lactic bac. → 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→CO_2

Enterococcus faecalis 20小時後生長

Fermented vegetables

-Olives

Olives＋1.6 ~2.0% 石灰，21 ~ 25℃，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：*Propionibacterum*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

-Sauerkrant

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：

①Soft kraut：軟化，細菌生長，分解果膠

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

③Rotted kraut：腐爛，yeast & mold生長所致

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

§ Alcohol fermentation

H_2O

麥粒 → 麥芽 → 焙乾 → 粉碎 → 糖化

→ 麥汁（wort） → 煮沸 → 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 cervisiae*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 ≦40°F） → pasteurization（170°F，10 min）

Soy sauce

黄豆：小麥　1：1

①Aspergillus oryzae & A. sojae → koji

②加鹽水，接菌*Lactobacillus*

Zygosaccharomyces rouxii

Wine

Grape →(壓榨) 連皮渣（must）發酵 → 熟成

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 ↑，silky type of cloudiness，” mousy” odor

3.malo-lactic fermentation：主要腐敗

malic acid → lactic acid + CO_2

↓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 → lactic acid + acetic acid + CO_2

主要由*L. plantarum*造成