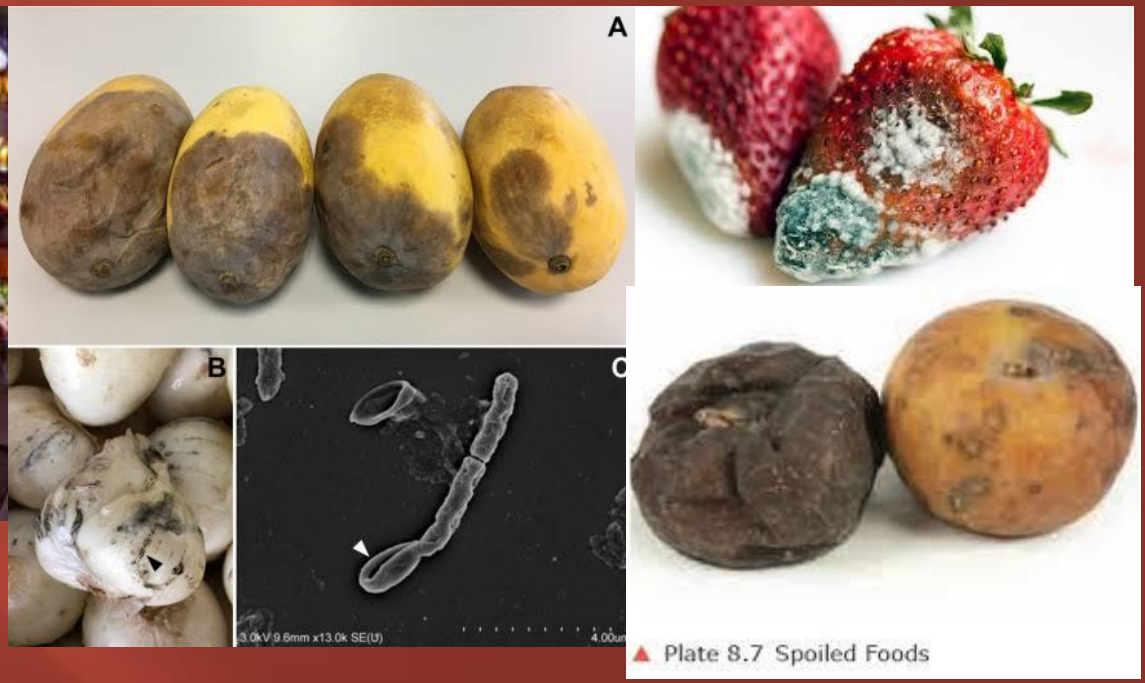
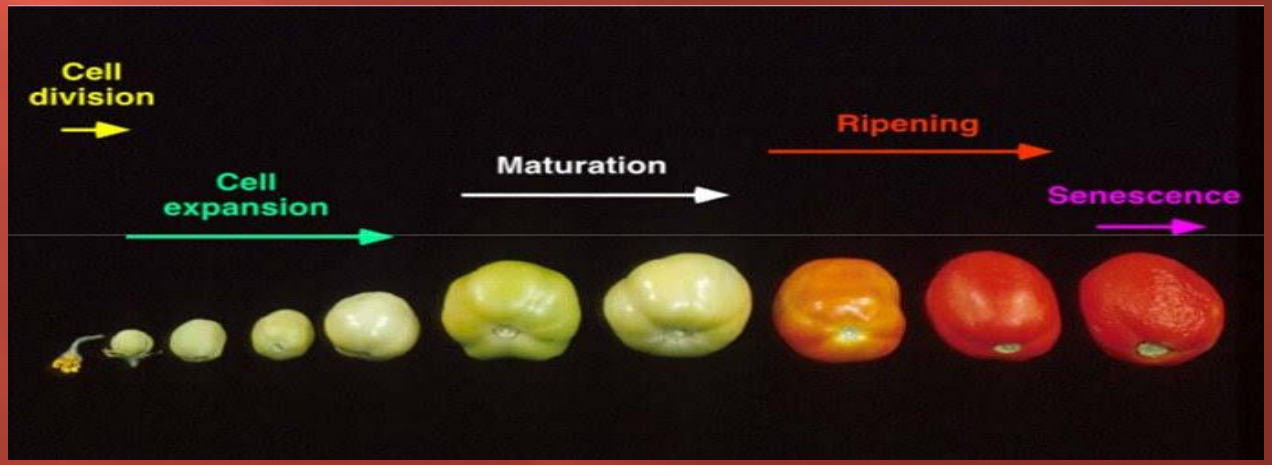
บทที่ 7
การปนเปื้อน การถนอม และการเสียของผักและผลไม้
(CONTAMINATION, PRESERVATION, AND SPOILAGE OF VEGETABLES AND FRUITS)



- ผักและผลไม้สด มักจะเกิดการเสียหลังการเก็บเกี่ยว ในระหว่างการขนส่งจากแหล่งผลิตสู่ตลาด การจำหน่าย และการรอเข้าโรงงานเพื่อการแปรรูป ผักและผลไม้มีความแตกต่างจากอาหาร อื่น ๆ คือ
- เมื่อถูกเก็บเกี่ยวแล้วก็จะยังคงมีชีวิตอยู่ เนื่องจากเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของผักและผลไม้ยังคงทำงานอยู่ตลอดเวลา มีการหายใจเอาออกซิเจนไปสันดาปกับสารอินทรีย์ภายใน โดยมีเอนไซม์เป็นตัวกระตุ้น ได้พลังงานมาเสริมสร้างและเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ภายในเซล
- การหายใจของผักและผลไม้จะมีการสูญเสียน้ำซึ่งจะทำให้น้ำหนักของผลไม้สดและผักสดลดน้อยลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ซึ่งเป็นสาเหตุให้อ่อนแอต่อการทำลายของจุลินทรีย์เกิดการเน่าเสียได้
- สภาพการเก็บผักและผลไม้มีความสำคัญต่อความแข็งแรงของผักและผลไม้สด



- ผักและผลไม้ นอกจากจะนำมาบริโภคสดในฤดูกาลแล้ว ยังมีการเก็บรักษาและแปรรูปเป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดต่าง ๆ เพื่อเก็บไว้บริโภคนอกฤดูกาลด้วย เช่น การผลิตเป็นผักหรือผลไม้กระป๋อง การหมักดอง การทำแห้ง เป็นต้น

การปนเปื้อนของผักและผลไม้

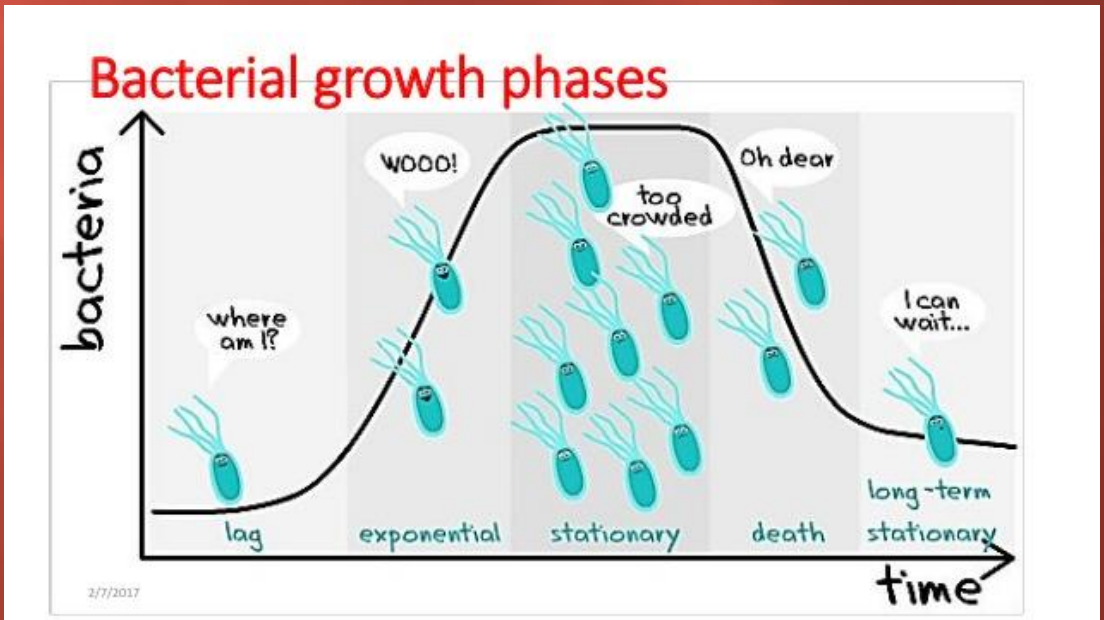
- ผักและผลไม้จะมีการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ยังอยู่ในแปลงหรือในสวนและทันทีที่ผักและผลไม้ถูกเก็บเกี่ยวเพื่อนำไปจำหน่าย อาจมีการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นจากผู้ที่เกี่ยวข้องจากภาชนะบรรจุ และจากผักหรือผลไม้ด้วยกันเอง เนื่องจากการเก็บเกี่ยวมักจะนำผักและผลไม้มาใส่รวมกันในภาชนะบรรจุจนเต็ม ผักบางต้นหรือผลไม้บางผลอาจเกิดการเน่าเสีย และผู้เก็บเกี่ยวมิได้คัดออกไป จึงเกิดการปนเปื้อนไปยังผักและผลไม้ที่มีสภาพดีด้วย การบรรจุผักและผลไม้ในภาชนะบรรจุแน่นเกินไป การโยนภาชนะบรรจุ และการทับถมกันมาก ๆ ของภาชนะบรรจุในขณะขนส่งอาจทำให้ผักและผลไม้ช้ำและอ่อนแอต่อการทำลายของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมา

- การล้างหรือการพรมน้ำผักและผลไม้ให้สดนั้น อาจทำโดยการนำผักและผลไม้ไปจุ่มแกว่งน้ำหรือใช้วิธีสเปรย์ซึ่งอาจเป็นการแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์จากส่วนที่เสียไปยังส่วนที่ดีได้อีกทั้งเป็นการเพิ่มความชื้นให้กับอาหารซึ่งช่วยให้จุลินทรีย์เจริญได้ดีขึ้น การทำความสะอาดผักและผลไม้ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ อาจเป็นการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ติดมาได้

การปนเปื้อนของผักและผลไม้

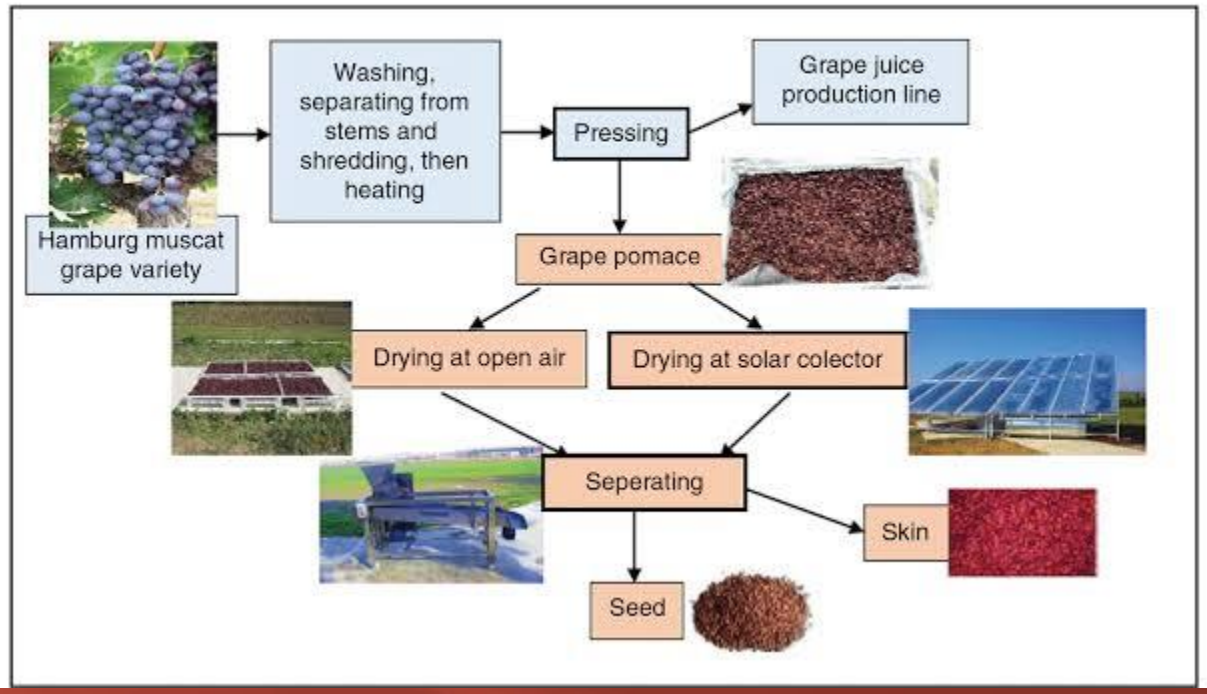
- สำหรับผักหรือผลไม้ที่นำไปแปรรูป อาจเกิดการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นหรือจุลินทรีย์อาจถูกขจัดออกไปเมื่อผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ ในกระบวนการแปรรูป เช่น การทำความสะอาด การลวกด้วยน้ำร้อน หรือการแช่ในน้ำด่าง ซึ่งจะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ การบ่มผลไม้ให้สุกอาจมีการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ได้ การตัดแต่งผลผลิตอาจเกิดการปนเปื้อนจากเครื่องมือเครื่องใช้ที่เกี่ยวข้องได้ถ้าไม่ระมัดระวังในเรื่องความสะอาด เครื่องมือต่าง ๆ ที่ทำด้วยโลหะ ผิวจะเรียบซึ่งจะทำความสะอาดได้ง่ายกว่าชนิดที่ทำด้วยไม้ การลวกผักด้วยน้ำร้อนแม้ว่าจะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ลง แต่ก็อาจเป็นสาเหตุให้เทอร์โมฟายล์สร้างสปอร์เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นปัญหาในการผลิตอาหารกระป๋องได้

- การเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์บนเครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นได้ถ้ามีเศษเหลือของผักและผลไม้ติดอยู่กับเครื่องมือ โดยจุลินทรีย์จะใช้เศษเหลือของผักและผลไม้เป็นอาหารซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในการถนอมอาหารขึ้นเพราะจะเป็นแหล่งใหญ่ของการปนเปื้อน และจุลินทรีย์ที่ได้จากแหล่งนี้จะอยู่ในระยะ Logarithmic phase ซึ่งจะมีการเพิ่มจำนวนต่อไปในอาหารอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันนี้เป็นปัญหาต่อผักหรือผลไม้ที่ผ่านการลวกมาแล้วมาก คือ ถึงแม้ว่าการลวกผักจะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้ก็ตาม แต่เมื่อมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาจากเครื่องมือต่าง ๆ ในภายหลัง จุลินทรีย์เหล่านี้จะเจริญเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วจนอาจทำให้ผักและผลไม้เกิดการเน่าเสียก่อนที่จะนำไปผ่านกรรมวิธีอื่นต่อไป

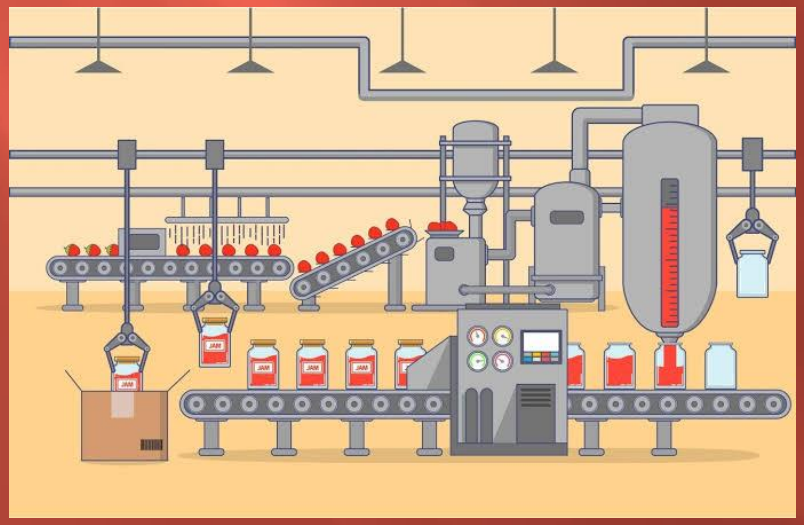


- การไม่ตัดส่วนที่เสียของผลไม้ออกก่อนการคั้นน้ำผลไม้ จะทำให้น้ำผลไม้มีจุลินทรีย์ติดไปมาก การลวกองุ่นก่อนนำไปคั้นน้ำจะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มาก แต่ถ้าเครื่องคั้นไม่สะอาดก็อาจมีการปนเปื้อนใหม่ได้

FIGURE 1. Grape processing, drying methods of grape by-products and the separation of grape seeds. DOI: 10.3989/gya.0341181

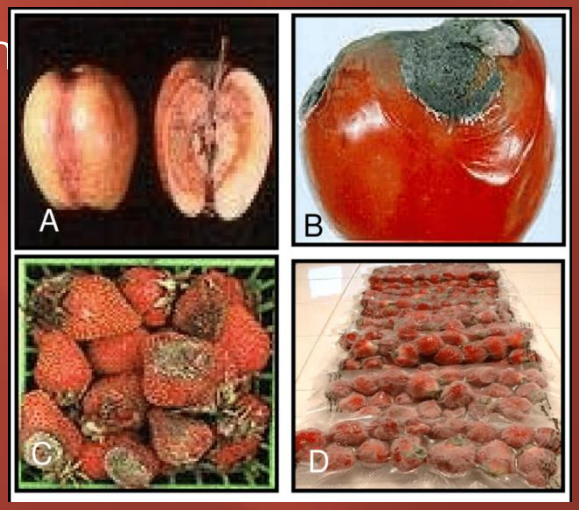


- ชนิดของจุลินทรีย์ที่เจริญบนเครื่องมือต่าง ๆ นั้น จะเป็นชนิดใดขึ้นอยู่กับผลผลิตที่นำไปผ่านเครื่องมือนั้น คือ จุลินทรีย์จะต้องเป็นชนิดที่สามารถใช้ผลผลิตนั้นเป็นอาหารได้ เช่น ถ้าผลผลิตเป็นถั่วก็จะเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่เจริญในถั่วได้ ถ้าเป็นมะเขือเทศก็จะเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่เจริญในน้ำมะเขือเทศได้ เป็นต้น ในขณะที่เครื่องมือต่าง ๆ ทำงานอยู่จุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนไปด้วย เมื่อหมดเวลาทำงานแล้วตามปกติจะมีการทำความสะอาดเครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นผลให้จำนวนของจุลินทรีย์ลดลงด้วย และถ้าการทำความสะอาดทำด้วยความระมัดระวังจุลินทรีย์จะหลงเหลืออยู่เฉพาะพวกที่ทนต่อการทำลายได้ดีเท่านั้น เช่น สปอร์ของแบคทีเรีย เป็นต้น และถ้าสิ่งแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญในขณะที่เครื่องมือไม่ได้ทำงาน จุลินทรีย์ก็จะเริ่มเจริญเพิ่มจำนวนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่ทำความสะอาดไม่ทั่วถึง เทอร์โมฟายที่สร้างสปอร์จะเป็นปัญหาสำคัญในการผลิตผักกระป๋องทำให้ต้องใช้ความร้อนในกระบวนการสูงขึ้น จุลินทรีย์ที่อยู่บนเครื่องมือต่าง ๆ ที่ไม่สะอาดอาจมีจำนวนสูงมากเมื่อเครื่องมือเริ่มทำงานและจะค่อย ๆ ลดลงในระหว่างทำงาน โดยปนเปื้อนไปกับผักหรือผลไม้ที่ผ่านเครื่องมือเหล่านั้น และจะสูงขึ้นใหม่เมื่อเลิกทำงานหมุนเวียนอย่านี้เรื่อย ๆ ไป นอกจากนี้การเติมสารบางอย่างลงในอาหาร เช่น น้ำตาล หรือแป้งอาจเป็นสาเหตุให้อาหารมีจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งสปอร์ของพวกเทอร์โมฟายล์



การถนอมผักและผลไม้

- จุลินทรีย์บนผิวของผักและผลไม้นั้น นอกจากจะเป็นพวกที่อยู่ตามธรรมชาติแล้ว ยังมีพวกที่ติดมาจากดินและน้ำ ในบางครั้งจะมีพวกที่เป็นสาเหตุของโรคพืชด้วย แบคทีเรียที่พบมักอยู่ในสกุล *Pseudomonas, Alcaligenes, Bacillus, Chromobacterium, Enterobacter, Flavobacterium, Lactobacillus, Leuconostoc, Micrococcus, Sarcina, Serratia, Staphylococcus, Streptococcus* และพวกที่เป็นสาเหตุของโรคพืช เช่น *Erwinia* และ Xanthomonas นอกจากนี้อาจพบราชนิดใดชนิดหนึ่งและยีสต์บางชนิดรวมอยู่ด้วย ถ้าผิวของผักและผลไม้มีความชื้นมากหรือเกิดการเสียหายจะทำให้มีการเจริญของจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บเกี่ยว กระบวนการผลิตและการบริโภค การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะสามารถลดการเจริญของจุลินทรีย์ได้มาก



การปนเปื้อนของแบคทีเรีย *Erwinia* ในผัก

Microbial spoilage of fruit & vegetable

1. **Bacterial soft rot**

- Caused by *Erwinia caratovora,* these are fermenters of pectins.
- *Pseudomonas, Clostridium, Bacillus sps have also been isolated from these rots.*
- It results in a water soaked appearance, a soft mushy consistency and often a bad odor.

การรักษาผักและผลไม้ให้ปลอดจากเชื้อ

- 1. ผู้ที่เข้าไปเก็บเกี่ยวผลไม้ควรนำภาชนะบรรจุที่อ่อนนุ่มขนาดกลาง เช่น ถุง หรือย่ามติดตัวไปสำหรับใส่ผลไม้ด้วย เมื่อบรรจุผลไม้เต็มแล้วจึงนำมาถ่ายใส่ในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม เช่น เข่ง ถัง หรือตะกร้า สำหรับผักให้สลัดดินออกให้หมดก่อน จึงนำมาใส่ในภาชนะบรรจุ
- 2. รักษาภาชนะบรรจุให้สะอาดอยู่เสมอ
- 3. เก็บเกี่ยวผักและผลไม้ด้วยความระมัดระวังไม่ทำให้ซ้ำ เกิดแผลรอยแตกหรือหักและเป็นตำหนิ
- 4. อย่าวางผักหรือผลไม้ที่เก็บมาไว้บนพื้นดิน
- 5. ไม่ควรใช้ภาชนะบรรจุที่มีขนาดใหญ่เกินไป เพราะจะทำให้ผักหรือผลไม้ที่ถูกทับอยู่ข้างล่างแตกหรือซ้ำได้ง่าย

การรักษาผักและผลไม้ให้ปลอดจากเชื้อ

- 6. ควรมีเศษผ้าหรือเศษกระดาษที่สะอาดปูรองรับผักหรือผลไม้ที่ก้นและรอบด้านของภาชนะบรรจุ เพื่อป้องกันการกระแทกและการเสียดสีของผักและผลไม้ซึ่งอาจทำให้แตกซ้ำได้
- 7. หยิบและวางผักและผลไม้ด้วยความระมัดระวัง
- 8. ขนย้ายภาชนะบรรจุด้วยความระมัดระวังไม่ควรโยนหรือกระแทก
- 9. ระหว่างการขนย้ายอย่าวางภาชนะบรรจุซ้อนกันโดยตรง ควรทำขั้นสำหรับวางไว้ เพื่อป้องกันการแตกซ้ำของผลไม้ที่อยู่ข้างล่างในกรณีที่ภาชนะบรรจุไม่แข็งแรงนัก
- 10. ไม่ควรตั้งภาชนะบรรจุไว้นานหรือทิ้งไว้ให้ถูกแดด ควรนำผักและผลไม้ออกจากภาชนะบรรจุโดยเร็ว เพราะความร้อนที่ผักและผลไม้คายออกมาอาจจะสะสมอยู่ ทำให้คุณภาพของผักและผลไม้เสื่อมลงได้
- เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปจะต้องระมัดระวังให้มีความสะอาดอยู่เสมอ การทำความสะอาดด้วยความระมัดระวังจะช่วยป้องกันการปนเปื้อนจากเครื่องมือต่าง ๆ ได้มาก และจะสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ทนความร้อน เช่น สปอร์ของแฟลตซาวร์ แบคทีเรีย หรือ *Clostridium themosaccharolyticum* ได้

Thermophilic Spore Forming Bacteria

1. Flat Sour Spoilage

จุลินทรีย์ที่มักก่อปัญหา

Bacillus sterothermophilus
Bacillus pepo
Bacillus coagulans
(Bacillus thermoacidurans)

แหล่งที่มาของจุลินทรีย์

- เครื่องมือในโรงงาน
- วัตถุดิบ : แป้ง , น้ำตาล
- ดิน , ฝุ่น , ผง

ฯลฯ

ปัจจัยทำให้เสื่อมเสีย

- จำนวนสปอร์เริ่มต้นสูง
- มี O2 เหลือในกระป๋อง
- pH ของอาหารไม่ต่ำพอ ทำให้

ความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้กับอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อผิดพลาด จึงทำลายสปอร์ของเชื้อไม่หมด

การขจัดจุลินทรีย์ออกไปจากผักและผลไม้

- **การใช้ความร้อน**
- ผักที่ต้องการทำแห้ง เยือกแข็ง และบรรจุกระป๋องนั้นจะต้องนำไปลวกเสียก่อนด้วยน้ำเดือดเพื่อหยุดชะงักการทำงานของเอนไซม์ในผัก และในขณะเดียวกันจุลินทรีย์จะถูกทำลายลดจำนวนลงไปด้วย
- **การใช้ความเย็น**
- ผักและผลไม้อาจเก็บรักษาไว้ได้ระยะเวลาหนึ่ง ถ้าเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำ การทำให้ผักและผลไม้เย็นนั้นอาจทำได้การแช่ผักและผลไม้ในน้ำเย็นอุณหภูมิ $1-3^0$ ซ ซึ่งได้จากการละลายของน้ำแข็งหรือผ่านน้ำไปยังเครื่องทำความเย็นก็ได้แต่น้ำที่ใช้นี้จะต้องเป็นน้ำสะอาดหรืออาจใช้น้ำเย็นอุณหภูมิ $1-3^0$ ซ พ่นเป็นฝอยให้กับผักและผลไม้ที่เรียงอยู่บนสายพานเพื่อเป็นการลดความร้อนสะสมที่ผักและผลไม้คายออกมา

Chill Storage

-Chilled foods are those foods stored at temperatures near, but above their freezing point, typically 0–5 C°.

Freezing

-Freezing is the most successful technique for long-term preservation of food since nutrient content is largely retained and the product resembles the fresh material more closely than in appertized foods.

- Foods begin to freeze somewhere in the range 0.5 to 3 C°.

การเก็บผักและผลไม้ไว้ในตู้เย็นหรือห้องเย็นจะทำให้ผักและผลไม้สดเก็บได้นานขึ้น ทั้งนี้จะต้องควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเก็บให้มีอุณหภูมิต่ำกว่า 100 ซ แต่ไม่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของผักและผลไม้ และมีข้อยกเว้นสำหรับกล้วย มะเขือเทศ ซึ่งถ้าเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 50 ซ จะทำให้คุณลักษณะบางประการเปลี่ยนแปลงไป เช่น ทำให้เปลือกกล้วยเป็นสีดำ

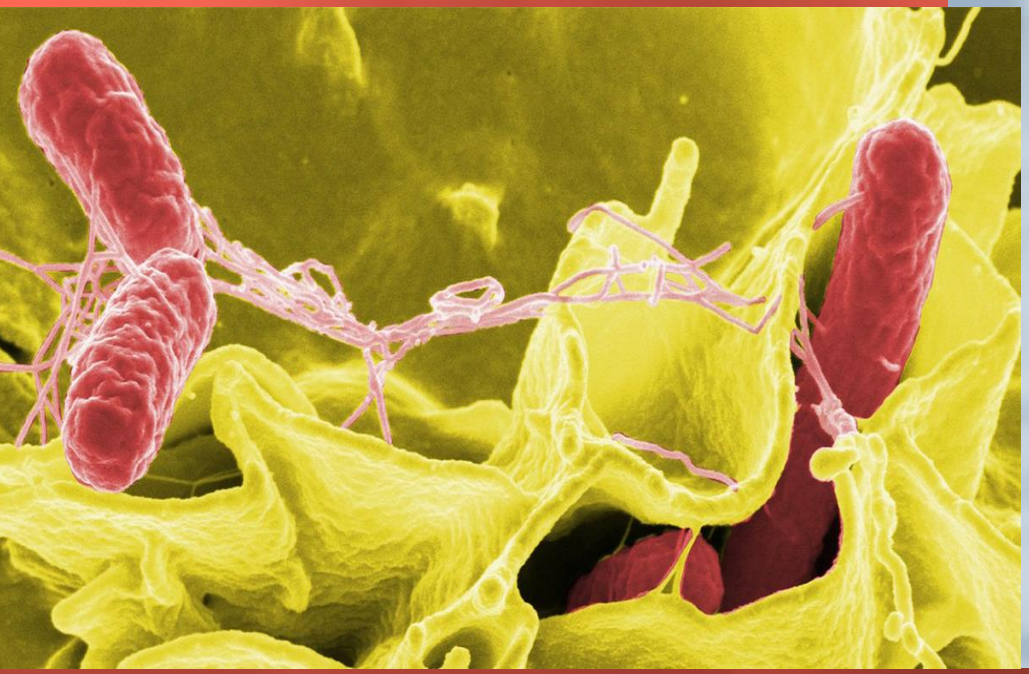
- การเยือกแข็งผักและผลไม้ก่อนที่จะนำไปเยือกแข็งจะต้องทำความสะอาดเสียก่อน เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ให้มากที่สุด การลวกผักจะช่วยขจัดจุลินทรีย์ได้ถึงร้อยละ 90 – 99 แต่ในขณะที่รอให้เย็นก่อนนำไปเยือกแข็งอาจเกิดการปนเปื้อนใหม่จากเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ได้ การเยือกแข็งจะลดจำนวนจุลินทรีย์ได้เท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมา แต่เฉลี่ยแล้วจะสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้ถึงครึ่งหนึ่งของทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ในขณะเก็บแบบเยือกแข็งก็ยังมีจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่บ้าง ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะเจริญได้ในช่วงที่ปล่อยให้ผักละลาย แบคทีเรียที่พบได้มากที่สุดในข้าวโพดหวานและถั่วที่ปล่อยให้ละลาย คือ *Micrococcus spp.* รองลงมาคือ *Achromobacter, Enterobacter,* และถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะมีการเจริญของ *Flavobacterium*

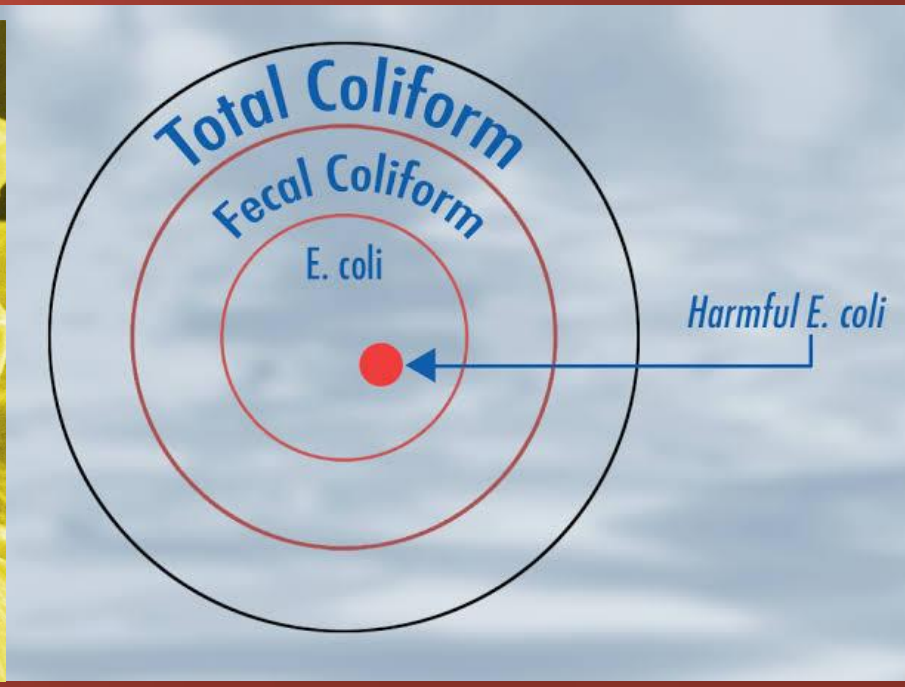
Quick Tips: How to Freeze Fruits and Vegetables

- Choose produce that's ripe and unblemished.
- Before freezing vegetables, blanch and shock vegetables by boiling them briefly, drain, then plunge into ice water. Dry thoroughly.
- Freeze fruits and vegetables quickly by spreading them in a single layer on a rimmed sheet pan.
- Store in air-tight containers or freezer bags. Be sure to date the packages.
- Fill containers to the top and remove as much air as possible from freezer bags.
- Vegetables that hold up well to cooking (corn, peas) generally freeze well.
- For better texture, use frozen fruit in recipes before it's completely thawed.
- Fruits and veggies freeze best at 0-degrees F or colder.
- Store frozen fruits for about a year; vegetables, about 18 months. (Storing longer is fine, but the quality may decline.)

- การทิ้งผักที่ละลายแล้วในอุณหภูมิห้องนาน ๆ จะเปิดโอกาสให้จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเป็นพิษ เช่น *Staphylococcus aureus* และ *Clostridium botulinum* เจริญและสร้างสารพิษได้ ดังนั้น ผักที่ละลายแล้วจึงควรนำไปประกอบอาหารรับประทานทันที
- การเยือกแข็งผลไม้ก็สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงไปได้มากเช่นเดียวกับในผัก แต่การเยือกแข็งมักทำให้เนื้อเยื่อของผลไม้เกิดความเสียหาย และการเก็บอาจทำให้ลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปได้ ผลไม้เยือกแข็งมักตรวจพบว่ายีสต์ (*Saccharomyces, Cryptococcus*) และราต่าง ๆ (*Aspergillus, Penicillium, Mucor, Rhizopus, Botrytis, Fusarium, Altermaria* และอื่น ๆ) อยู่ด้วย นอกจากนี้ยังพบ *Bacillus, Pseudomonas, Achromobacter* หลงอยู่ด้วย ยีสต์มักเจริญได้ดีที่สุดในขณะที่ปล่อยให้ผลไม้ละลาย

- เนื่องจาก *Enterobacter aerogenes* เป็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่พบได้เสมอในผลไม้ทั้งผลไม้สดและน้ำผลไม้เยือกแข็ง ยิ่งถ้าใช้ผลไม้ที่เสียมาคั้นน้ำผลไม้ด้วยแล้วก็ยิ่งมีจุลินทรีย์ชนิดนี้เพิ่มขึ้น แต่จุลินทรีย์นี้มักจะถูกทำลายไปในขณะเก็บรักษาดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว การตรวจคุณภาพของน้ำผลไม้จึงไม่ใช่ *Enterobacter aerogenes* เป็นตัวบ่งชี้ถึงความสะอาด แต่จะใช้ *E. coli* หรือ *Strepococcus faecalis*





- **การทำแห้ง**
- จำนวนจุลินทรีย์ในผลไม้แห้งจะมีน้อยและส่วนใหญ่มักจะเป็นสปอร์ของแบคทีเรียและรา ในบางครั้งอาจพบว่าในตัวอย่างผลไม้แห้งอาจมีจุลินทรีย์จำนวนมาก อาจเป็นเพราะว่าจุลินทรีย์มีการเจริญเพิ่มจำนวนในขณะก่อนหรือหลังการทำแห้งก็ได้ การแช่ผลไม้ในด่าง การรมควันกำมะถัน การลวกและการพาสเจอไรซ์จะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้มาก

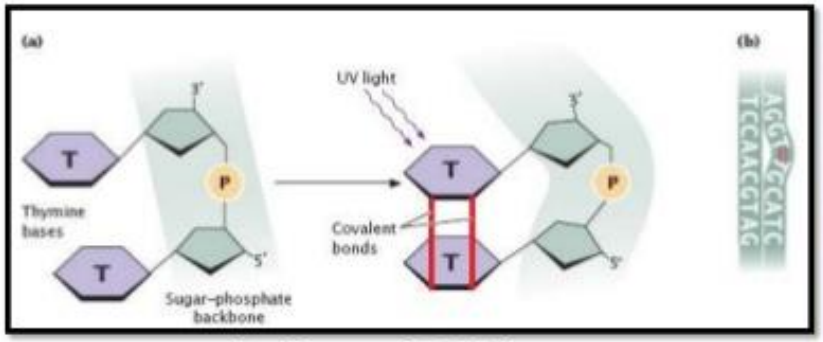
- **การใช้สารเคมี**
- การใช้สารเคมีกับผลไม้มักจะใช้วิธีการชุบ การสเปรย์ หรือเคลือบกระดาษที่ใช้ห่อผลไม้ สารที่ใช้เคลือบผิวของผลไม้ ได้แก่ ไข, ไฮโปคลอไรต์, ไบเฟนิล (biphenyl) และด่าง sodium o – phenylphenate วัสดุที่ใช้ห่อผลไม้อาจจะเคลือบด้วยสารเคมีต่าง ๆ เช่น ไอโอดีน, ซัลไฟต์, ไบเฟนิล และอื่น ๆ ก๊าซที่ใช้ในการเก็บรักษาผลไม้ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน และเอธิลีนผสมกับสารไฮโดรคาร์บอนที่มีคลอรีนปนอยู่ ส่วนสารเคมีพวกซัลเฟอร์ไดออกไซด์และโซเดียมเบนโซเอตจะใช้ใส่ในผลไม้และผลิตภัณฑ์โดยตรงโดยใช้ในปริมาณที่กฎหมายกำหนด

- การใช้รังสี
- ขณะนี้ในประเทศไทยได้มีการทดลองใช้รังสีในการถนอมผลไม้และผักบางชนิด เช่น มะม่วง หัวหอม เป็นต้น แต่ยังไม่นิยมใช้กันโดยทั่วไป

UV Radiation

- It a strong absorption by nucleic acid bases.

-The pyrimidine bases appear sensitive, and UV light form covalently linked dimers between adjacent thymine bases in DNA. it prevent correct transcription of DNA.



-The resistance of microorganisms to UV is largely determined by their ability to repair such damage.

- Some organisms (micrococci) has protective pigments.

		Dehydrate	Can	Vacuum Seal	Freeze	Smoke
Meat						
Vegetable						
Fruit						

ลักษณะการเสียแบบต่าง ๆ ของผักและผลไม้เนื่องจากจุลินทรีย์

- ลักษณะการเสียของผักและผลไม้แบบที่พบได้ทั่วไปจะผันแปรไปตามชนิดของผลไม้หรือผัก การเสียเนื่องจากจุลินทรีย์อาจเกี่ยวข้องกับ (1) การกระทำของเชื้อโรคพืชต่อต้น ใบ ดอก หรือรากของพืช ต่อผลหรือส่วนใดส่วนหนึ่งที่ใช้เป็นอาหาร (2) พวกแซบโพรไฟต์ซึ่งอาจเป็นตัวทำลายตัวที่ 2 ต่อจากการทำลายของเชื้อโรคพืช หรือเข้าไปในพืชขณะที่เกิดการเน่า หรือเจริญอยู่ที่ผิวของพืช และจะทำให้เกิดการเสียได้ เช่น โคลิฟอร์มแบคทีเรียอาจเจริญเป็นตัวทำลายตัวที่ 2 และมีจำนวนมากในน้ำผลไม้และน้ำคั้นจากผักที่ไม่มีการคัดเอาส่วนที่เสียของผักและผลไม้ออกไปก่อนการคั้นน้ำ

ลักษณะการเสียแบบที่พบได้ทั่วไปและพบบ่อยกว่าแบบอื่น ๆ ในผักและผลไม้ได้แก่

- 1. แบบเน่าและเนื่องจากแบคทีเรีย (bacterial soft rot) มีสาเหตุจากเชื้อ *Erwinia carotovora* และสปีชีส์ใกล้เคียงซึ่งย่อยเพกทินทำให้เกิดการเน่าและมักให้กลิ่นเหม็นรุนแรง
- 2. แบบเน่าเนื่องจากราสีเทา (gray mold rot) มีสาเหตุจาก *Botrytis* spp. เช่น *B. cinerea* ซึ่งมีไมซีเลียมสีเทา เจริญได้ดีในที่มีอากาศอบอุ่นและมีความชื้นสัมพัทธ์สูง
- 3. แบบเน่าและเนื่องจากราขนมปัง (rhizopus soft rot) มีสาเหตุจาก *Rhizopus spp.* เช่น *R. nigricans* ทำให้เกิดการเน่าเละและมีไมซีเลียมคล้ายปุยฝ้ายพร้อมจุดสีดำของสปอร์แรงเจียมคลุมบนผิวของอาหาร
- 4. แบบแอนแทร็คโนส (anthracnose) มักมีสาเหตุจาก *Colletotrichum lindemuthianum* ทำให้เกิดจุดสีน้ำตาลที่ใบและผลของพืช

- 5. แบบเน่าเนื่องจาก *Alternaria* (Alternaria rot) มี *Alternaria spp.* เป็นสาเหตุ บริเวณที่เชื้อเจริญจะเริ่มมีสีน้ำตาลแกมเขียว แล้วค่อย ๆ กลายเป็นสีน้ำตาลหรือดำในที่สุด
- 6. แบบเน่าเนื่องจากราสีน้ำเงิน (blue mold rot) มีสาเหตุจาก *Penicillium spp.* สีน้ำเงินออกเขียวที่เกิดในบริเวณที่เน่าจะเป็นสีของสปอร์ของเรา
- 7. แบบราน้ำค้าง (Downy mildew) มีสาเหตุจากสปีชีส์ต่าง ๆ ของ *Phytophthora, Bremia, Peronospora, Plasmopara* เป็นต้น ราที่เจริญมีลักษณะเริ่มแรกเป็นจุดสีเหลืองปนเขียวเล็ก ๆ ทางด้านบนใบ เมื่อแผลโตขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ขณะเดียวกันที่ด้านล่างของใบจะเห็นเชื้อราสีขาวถ้าเป็นมากใบจะแห้งเป็นสีน้ำตาล

- 8. แบบเน่าและเป็นน้ำ (watery soft rot) มีสาเหตุจาก *Solerotinia sclerotiorum* ซึ่งพบเสมอในผัก
- 9. แบบโคนต้นเน่า (stem end rot) มีสาเหตุจากรา ชนิดต่าง ๆ เช่น *Diplodia, Phomopsis, Fusarum* เป็นต้น
- 10. แบบเน่าเนื่องจากราสีดำ มีสาเหตุจาก *Aspergillus niger* ซึ่งให้สปอร์สีน้ำตาลเข้มกับสีดำ
- 11. แบบเน่าดำ (black rot) มักมีสาเหตุจากสปีชีส์ต่าง ๆ ของ *Alternaria* แต่บางครั้งก็มีสาเหตุจาก *Ceratostomella, Physalospora* และสกุลอื่น ๆ
- 12. แบบเน่าเนื่องจากราสีชมพู มีสาเหตุจาก *Trichothecium roseum*

- 13. แบบเน่าเนื่องจาก *Fusarium* (Fusarium rot) มีสาเหตุจาก *Fusarium spp.*
- 14. แบบเน่าเนื่องจากราสีเขียว (green mold rot) มีสาเหตุจาก *Cladosporium spp.* แต่บางครั้งก็เกิดจากราที่ให้สปอร์สีเขียว เช่น *Trichoderma*
- 15. แบบเน่าสีน้ำตาล (brown rot) มักมีสาเหตุจาก *Sclerotinia spp.*
- 16. แบบเป็นเมือกหรือมีรสเปรี้ยว (sliminess or souring) มักมีสาเหตุจากแบคทีเรียพวกที่เป็นแซบโพรไฟต์ ซึ่งเจริญในกองผักที่เปียกชื้นและมีความร้อนสะสม

การเน่าของผลไม้แบบเน่าเนื่องจากราสีเทา (gray mold rot)

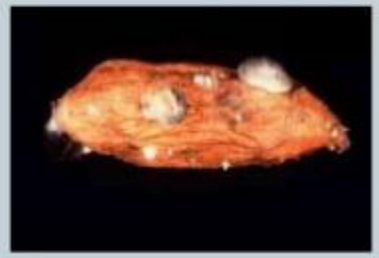
2. Gray mold rot

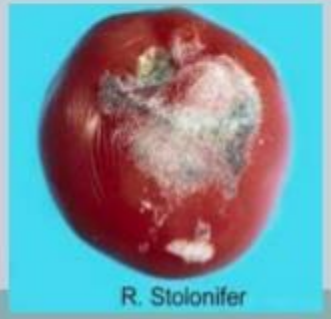
- *Caused by Botrytis.*
- It is favored by high humidity and a warm temperature

การเน่าของผลไม้แบบเน่าและเนื่องจากราขนมปัง (rhizopus soft rot)

3. Rhizopus soft rot

- It is caused by sps of *Rhizopus Ex: Rhizopus stolonifer*.
- *This rot is often* soft and mushy.
- The cottony growth of the mold with small, black dots of sporangia often covers masses of the foods.





การเน่าของผลไม้แบบแอนแทร็คโนส (anthracnose)

4. Anthrachose

- Usually caused by *Collectotrichum lindemuthianum, Collectotrichum coccodes, defect is spotting of leaves and fruits or seed pods.*

การเน่าของผลไม้แบบเน่าเนื่องจาก *Alternaria* (Alternaria rot)

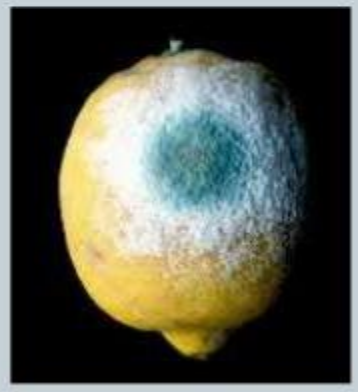
5. Alternaria Rot

- Caused by *Alternaria tenuis*.
- Areas become greenish brown early in the growth of the mold and later turn to brown or black spots.

การเน่าของผลไม้แบบเน่าเนื่องจากราสีน้ำเงิน (blue mold rot)

6. Blue mold rot

- Caused by *Penicillium digitatum*.
- Bluish green color spores are produced.



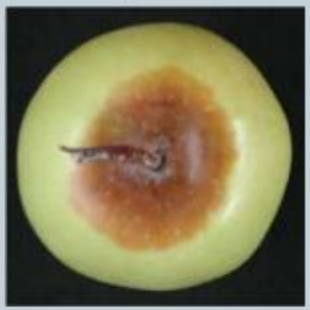
การเน่าของผลไม้แบบราน้ำค้าง (Downy mildew) แบบเน่าและเป็นน้ำ (watery soft rot)

7. Downey mildew- Caused by *Phytopthora bremia*

8. Watery soft rot- Caused chiefly by *Sclerotinia sclerotiorum. Found in mostly vegetables*

การเน่าของผลไม้แบบโคนต้นเน่า (stem end rot) และแบบราดำ

9. Stem end rots- Caused by *Diplodia, Alternaria, Phomopsis, Fusarium.*



10. Black mold rot-

- Caused by *Aspergillus niger*.
- Dark brown to black masses of spores of the mold termed “Smut”.

การเน่าของผลไม้แบบเน่าดำ (black rot) และราสีชมพู

11. Black rot: Caused by *Alternaria, Ceratostomella, Physalospora.*

12. Pink mold rot: Caused by pink spored *Trichothecium roseum.*

การเน่าของผลไม้แบบเน่าเนื่องจาก *Fusarium* และราสีเขียว

13. Fusarium rots: Caused by *Fusarium sps.*

14. Green mold rot: Caused by *Cladosporium, Trichoderma.*

- การเสียของผักเนื่องจากรามักจะเป็นแบบเน่าและเป็นน้ำ ในขณะที่การเสียของผลไม้สดเนื่องจากรามักจะเกิดสีน้ำตาลหรือครีมในบริเวณที่มีราเจริญอยู่ใต้ผิวของผลไม้ ซึ่งไฮพีและสปอร์จะปรากฏให้เห็นทีหลัง การเสียเนื่องจากราบางแบบจะมีลักษณะแห้ง แข็ง และมีสีเปลี่ยนไป การเน่าของผลไม้ที่มีน้ำมากมักจะทำให้ผลไม้แตก

การเสียของน้ำผลไม้และน้ำผัก

- ผลไม้และน้ำผักบางชนิดจะเป็นน้ำผักหรือน้ำผลไม้แท้ แต่บางชนิดจะต้องมีการเติมน้ำลงไปก่อนจึงจะคั้นน้ำออกมาได้ เช่น มะยม น้ำผลไม้และน้ำผักเหล่านี้อาจนำไปใช้ประโยชน์ทันทีหรือนำไปทำให้เข้มข้นโดยการระเหยน้ำหรือเยือกแข็ง และอาจนำไปบรรจุกระป๋องหรือทำแห้งเป็นผงก็ได้
- น้ำผลไม้จะมีความเป็นกรดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับผลไม้ เช่น น้ำมะนาวมีพีเอช 2.4 น้ำมะเขือเทศมีพีเอช 4.2 เป็นต้น และน้ำผลไม้ต่างก็จะมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย ซึ่งจะมีมากน้อยก็แล้วแต่ชนิดของผลไม้ เช่น น้ำมะนาวมีร้อยละ 2 น้ำองุ่นมีร้อยละ 17

- ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของน้ำผลไม้ที่อุณหภูมิห้องจึงมักคาดว่าจะเกิดกระบวนการหมักแบบให้แอลกอฮอล์โดยการกระทำของยีสต์ ตามด้วยการออกซิไดซ์ของแอลกอฮอล์และกรดของผลไม้ โดยพวกฟิล์มยีสต์หรือราที่เจริญอยู่ที่ผิวหน้าถ้าไม่ได้ปิดภาชนะหรือถ้ามีแบคทีเรียพวกสร้างกรดอะซิทิกอยู่ด้วยก็จะออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ไปเป็นกรดอะซิทิก ชนิดของยีสต์ที่เจริญจะต้องเป็นชนิดที่เจริญได้ดีในน้ำผลไม้และยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย ซึ่งชนิดของยีสต์ที่เจริญเป็นพวกแรกมักจะเป็นพวกยีสต์ที่มีความสามารถในการผลิตแอลกอฮอล์ได้ในปริมาณปานกลางและกรดที่ระเหยได้พอสมควรที่อุณหภูมิสูงกว่า 35^0 ซ จะมี *Lactobacilli* เจริญและผลิตกรดแล็กทิกกับกรดระเหยได้บางชนิด ทั้งนี้เพราะยีสต์ส่วนใหญ่จะไม่สามารถเจริญได้ทีอุณหภูมิต่ำกว่า 15.6^0 ซ ยีสต์บางชนิดอาจชนิดได้ แต่ถ้าอุณหภูมิยิ่งต่ำลงจนเกือบถึงจุดเยือกแข็งก็จะยิ่งมีการเจริญของแบคทีเรียและรามากกว่ายีสต์ ความเป็นกรดอาจจะลดลงโดยการกระทำของพวกฟิล์มยีสต์และราที่เจริญอยู่ที่ผิวหน้าของน้ำผลไม้

	Approximate pH ranges	Risk organisms
Fruits		
Apples	2.9–3.91	Yeasts
Grapes	3.20–4.51	Yeasts
Oranges	3.20–4.3	Yeasts
Raspberries	3.12	Yeasts
Blackcurrants	2.48–3.60	Yeasts
Pineapples	3.3–3.7	Yeasts and bacteria
Mangoes	3.95–4.50	Yeasts and bacteria
Tomatoes	3.80–4.80	Yeasts, bacteria and moulds/bacteria
Vegetables		
Carrot	4.90–6.44	Bacteria
Celery	5.7–6.1	Bacteria
Cabbage	5.4–6.0	Bacteria
Pea	6.65–6.77	Bacteria

- นอกจากจะเกิดกระบวนการหมักได้แอลกอฮอล์ตามปกติแล้ว น้ำผลไม้ยังอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางอื่นได้ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ได้แก่ (1) กระบวนการหมักน้ำตาลได้กรดแล็กทิกในน้ำแอปเปิลโดยกิจกรรมของแล็กทิกแอสิดแบคทีเรีย เช่น *Lactobacillus pastorianus, L. brevis, L. arabinosus, L. leichmanii, Leuconostoc mesenteroides* และ *Microbacterium* (2) กระบวนการหมักกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำผลไม้โดยกิจกรรมของพวกแล็กทิกแอสิดแบคทีเรีย เช่น *Lactobacillus pastorianus* กรดมาลิกจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดแล็กทิกและกรดซักซินิก, กรดควินิก (quinic acid) จะเปลี่ยนเป็นกรดดีไฮโดรซิไคมิก (dehydroshikimic acid) และกรดซิทริกจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดแล็กทิกและกรดอะซิทิก (3) การเกิดเมือกในน้ำแอปเปิ้ลโดยกิจกรรมของ *Leuconostoc mesenteroides, Lactobacillus brevis* และ *L. plantarum* และในน้ำองุ่นโดยกิจกรรมของ *L. plantarum* และ *Streptococci*

การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในน้ำผลไม้

Type of fruit juices	Pathogens	Year	Country	Venue	Number of cases (deaths)	Reference
Unpasteurized apple juice	*Escherichia coli* O157:H7	1991	USA	Small cider mill	23 (0)	[91]
Unpasteurized orange juice	*Enterotoxigenic E. coli*	1992	India	Roadside vendor	6 (0)	[92]
Unpasteurized apple juice	*Cryptosporidium*	1993	USA	School	213 (0)	[93]
Carrot homemade juice	*Clostridium botulinum*	1993	USA	Home	1 (0)	[94]
Unpasteurized orange juice	*Salmonella gaminara*, *S. hartford*, and *S. rubislaw*	1995	USA	Retail	63 (0)	[95–97]
Unpasteurized orange juice	*Shigella flexneri*	1995	South Africa	Restaurant	14 (0)	[98]
Unpasteurized apple juice	*C. parvum*	1996	USA	Small cider mill	31 (0)	[68]
Unpasteurized apple juice	*E. coli* O157:H7	1996	USA	Small cider mill	14 (0)	[68]
Unpasteurized apple juice	*E. coli* O157:H7	1996	USA	Small cider mill	6 (0)	[70]
Unpasteurized apple juice	*E. coli* O157:H7	1996	Canada, USA	Retail	70 (1)	[69, 99]
Unpasteurized apple juice	*E. coli* O157:H7	1998	Canada	Farm/home	14 (0)	[100]
Unpasteurized apple juice	*E. coli* O157:H7	1999	USA	Not reported	25 (0)	[67]
Unpasteurized orange juice	*S. muenchen*	1999	Canada, USA	Restaurant	423 (1)	[65]
Unpasteurized orange juice	*S. anatum*	1999	USA	Roadside stand	6 (0)	[66]
Unpasteurized orange juice	*S. typhimurium*	1999	Australia	Retail	405 (0)	[59]
Unpasteurized sugar cane juice	*Vibrio cholerae*	1999	India	Not reported	—	[59]
Unpasteurized orange juice	*S. enteritidis*	2000	USA	Retail and food service	88 (0)	[101]
Unpasteurized apple juice	*C. parvum*	2003	USA	Farm/retail	144 (0)	[102]
Unpasteurized apple juice	*E. coli* O111 and *C. parvum*	2004	USA	Farm/home	212 (0)	[102]
Unpasteurized orange juice	*S. typhimurium* and *S. saintpaul*	2005	USA	Retail and food service	152 (0)	[103]
Unpasteurized sugar cane juice	*Trypanosoma cruzi*	2005	Brazil	Roadside kiosk	25 (3)	[104]
Pasteurized carrot juice	*C. botulinum*	2006	USA	Retail	4 (0)	[105]
Unpasteurized apple juice	*E. coli* O157:H7	2007	USA	Not reported	9 (0)	[67]
Unpasteurized apple juice	*E. coli* O157:H7	2008	USA	Retail	7	[67]
Unpasteurized orange juice	*S. panama*	2008	Netherlands	Not reported	33 (0)	[7]
Unpasteurized apple juice	*E. coli* O157:H7	2010	USA	Fair	7 (0)	[106]

- น้ำผักจะมีน้ำตาลอยู่เช่นเดียวกับน้ำผลไม้แต่จะมีความเป็นกรดน้อยกว่า คือ มีพีเอชในช่วง 5.0 – 5.8 น้ำผักมีสารช่วยการเจริญเพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ดังนั้น พวกแล็กทิกแอสิดแบคทีเรียจึงเจริญได้ดี กระบวนการหมักแล้วให้กรดในน้ำผักจะเกิดขึ้นโดยกิจกรรมของแบคทีเรียพวกนี้และแบคทีเรียที่ให้กรดพวกอื่น ๆ ซึ่งจะเป็นสาเหตุของการเสีย แม้ว่ายีสต์และราจะสามารถเจริญได้ก็ตาม
- น้ำผลไม้และน้ำผักที่มีความเข้มข้น เนื่องจากมีความเป็นกรดสูงและมีน้ำตาลเข้มข้น จึงทำให้ยีสต์และพวกแบคทีเรีย *Leuconostoc* และ *Lactobacillus* ชนิดที่ทนน้ำตาลและกรดได้เจริญได้ดี น้ำผลไม้และน้ำผักที่มีความเข้มข้นมักจะเก็บรักษาโดยวิธีบรรจุกระป๋องแล้วให้ความร้อนหรือเยือกแข็ง การให้ความร้อนจะทำลายจุลินทรีย์สำคัญที่เป็นสาเหตุของการเสียได้ และการเยือกแข็งจะป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารได้

Product	Country	Microorganism	Raw material
Sauerkraut	international	*Leuconostoc mesenteroides* *Lactobacillus brevis* *Lactobacillus plantarum* *Lactobacillus curvatus* *Lactobacillus sake*	cabbage
Pickle	international	*Pediococcus cerevisiae* *Lactobacillus plantarum*	cucumber
Olive	mediterranean countries	*Leuconostoc mesenteroides* *Lactobacillus plantarum*	olive

THE END