

รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของอุณหภูมิ ต่อปริมาณแบคทีเรีย และระยะเวลา

ในการเก็บรักษาผักสลัดหลังการเก็บเกี่ยว

Influence of temperature on total bacteria and storage time of postharvest

lettuce



ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2554

หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ผลของอุณหภูมิ ต่อปริมาณแบคทีเรีย และระยะเวลาในการเก็บรักษาผัก
สลัดหลังการเก็บเกี่ยว

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) Influence of temperature on total bacteria and storage time of postharvest
lettuce

แหล่งเงิน เงินรายได้หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

ประจำปีงบประมาณ 2554 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 30,000 บาท
(สามหมื่นบาทถ้วน)

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2554

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัดและ อีเมลล์

นายพรหมมาศ กุหากาญจน์

สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

e-mail: kkpomma@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

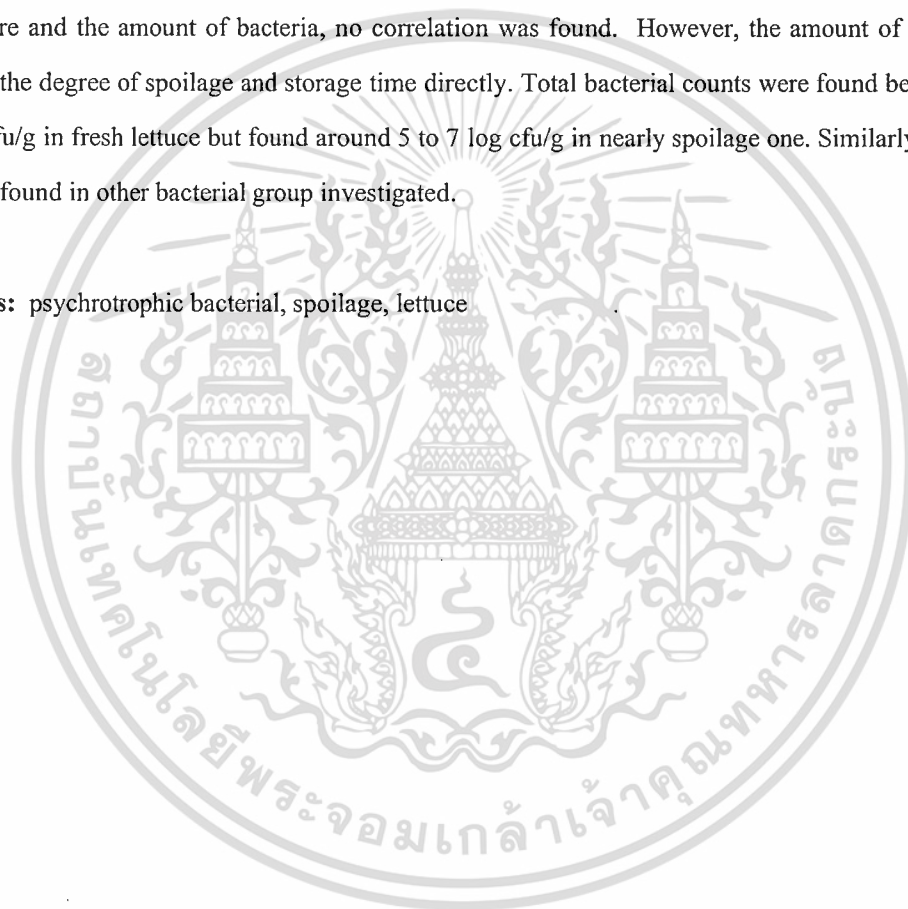
การศึกษาผลของอุณหภูมิ ต่อปริมาณแบคทีเรีย และระยะเวลาในการเก็บรักษาผักสลัดหลังการเก็บเกี่ยวในผักสลัด 2 ชนิดคือสลัดกรีน โอ๊ค และเรดโอ๊ค ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 5, 10, 15, 20 °C และอุณหภูมิห้อง (25-30 °C) จากนั้นตรวจนับปริมาณแบคทีเรียโดยใช้อาหาร 3 ชนิดคือ Plate count agar, King's medium B และ Endo agar ซึ่งจะเป็นการบ่งบอกถึงปริมาณแบคทีเรียรวม กลุ่ม Pseudomonads และ *Erwinia* spp. อย่างคร่าวๆ ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษา มีความสัมพันธ์กัน โดยที่อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้สามารถเก็บรักษาผักไว้ได้นานขึ้น แต่อุณหภูมิต่ำกับปริมาณแบคทีเรียนั้นไม่เห็นความสัมพันธ์อย่างเด่นชัด เนื่องจากพบได้ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจพบนั้นค่อนข้างมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อระดับการเน่าเสีย และระยะเวลาในการเก็บรักษาผัก โดยพบว่าผักที่อยู่ในสภาพสดอยู่จะมีปริมาณแบคทีเรียรวมอยู่ในช่วง 4-5 log cfu/g แต่เมื่อเริ่มเน่าเสียปริมาณแบคทีเรียจะพบเพิ่มขึ้นอยู่ระดับประมาณ 5-7 log cfu/g ในแบคทีเรียกลุ่มอื่นๆ ที่ทำการตรวจสอบ ผลก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน

คำสำคัญ: แบคทีเรียที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ การเน่าเสีย ผักสลัด

Abstract

Effects of temperature on the amount of bacterial and storage time of postharvest lettuce were studied. The experiment was employed in green-oak and red-oak lettuce that kept in various temperatures; 5, 10, 15, 20 °C and room temperature (25-30 °C). The bacteria were enumerated by Plate count agar, King's medium B and Endo agar which referred to total bacterial counts, Pseudomonads group and *Erwinia* spp. in approximately. The results showed that temperature influenced to storage time; the lower temperature the longer storage time obtained. In case of temperature and the amount of bacteria, no correlation was found. However, the amount of bacteria related to the degree of spoilage and storage time directly. Total bacterial counts were found between 4 to 5 log cfu/g in fresh lettuce but found around 5 to 7 log cfu/g in nearly spoilage one. Similarly results were also found in other bacterial group investigated.

Keywords: psychrotrophic bacterial, spoilage, lettuce



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
Abstract	ii
สารบัญ	iii
สารบัญตาราง	iv
สารบัญภาพ	vii
บทนำ	1
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
วิธีดำเนินการวิจัย	6
ผลการวิจัย	7
วิจารณ์และสรุปผล	28
บรรณานุกรม	30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงระยะเวลาในการเก็บรักษาผักที่สภาพอุณหภูมิต่างๆ	7
2	แสดงผลอุณหภูมิต่อระยะเวลาในการเก็บรักษาในผักสลัดกรีนโอ๊ค	9
3	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ	11
4	แสดงปริมาณแบคทีเรียทั่วไปที่ตรวจพบในผักสลัดกรีนโอ๊ค	11
5	แสดงปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม <i>Pseudomonads</i> ที่ตรวจพบในผักสลัดกรีนโอ๊ค	12
6	แสดงปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม <i>Erwinia</i> ที่ตรวจพบในผักสลัดกรีนโอ๊ค	13
7	แสดงผลอุณหภูมิต่อระยะเวลาในการเก็บรักษาในผักสลัดเรดโอ๊ค	13
8	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ	15
9	แสดงปริมาณแบคทีเรียทั่วไปที่ตรวจพบในผักสลัดเรดโอ๊ค	15
10	แสดงปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม <i>Pseudomonads</i> ที่ตรวจพบในผักสลัดเรดโอ๊ค	16
11	แสดงปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม <i>Erwinia</i> ที่ตรวจพบในผักสลัดเรดโอ๊ค	17

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ค่าดัชนีการนำเสียในผักสลัด เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการทดสอบ	8
2	ผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ	10
3	ผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ	14
4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5° C เป็นระยะเวลาต่างๆ	18
5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10° C เป็นระยะเวลาต่างๆ	19
6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15° C เป็นระยะเวลาต่างๆ	20
7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20° C เป็นระยะเวลาต่างๆ	21
8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30° C) เป็นระยะเวลาต่างๆ	22
9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5° C เป็นระยะเวลาต่างๆ	23
10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10° C เป็นระยะเวลาต่างๆ	24
11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15° C เป็นระยะเวลาต่างๆ	25
12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20° C เป็นระยะเวลาต่างๆ	26
13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการนำเสียของผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30° C) เป็นระยะเวลาต่างๆ	27

บทนำ

ผักและผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่นำเสียบได้ง่าย การผลิตในระดับอุตสาหกรรมจึงต้องมีการจัดการและควบคุมคุณภาพที่ดี โดยเริ่มตั้งแต่แหล่งเพาะปลูกจนกระทั่งผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย นอกจากนี้ในปัจจุบันมีความต้องการในการบริโภคผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคสูงขึ้น เช่น ผักสลัด ผลไม้บรรจุสุญญากาศพร้อมรับประทาน ดังนั้นกระบวนการผลิตจึงต้องผ่านวิธีการที่ทำให้มั่นใจว่าผักและผลไม้เหล่านั้นสะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค จากรายงานการเกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจากการบริโภคผักผลไม้ พบว่ามีสาเหตุมาจากผักเป็นส่วนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักสลัด ซึ่งมักเป็นผักสดที่ต้องผ่านการจับต้องจากผู้ประกอบการอาหาร ดังนั้น ผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องจึงต้องระมัดระวังเรื่องสุขอนามัยเป็นอย่างดี หลังจากกระบวนการผลิตแล้วขั้นตอนต่อไปก็คือกระบวนการเก็บรักษา โดยทั่วไปแล้วเราจะเก็บรักษาผักผลไม้ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อลดขบวนการ metabolism ของเซลล์และการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย อย่างไรก็ตามมีจุลินทรีย์บางชนิดที่ชอบสภาพอุณหภูมิต่ำ เรียกจุลินทรีย์กลุ่มนี้ว่าไซโครไฟล์ (psychrophile) นอกจากนี้ยังมีพวกไซโครโทรฟ (psychrotroph) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำสุดได้ระดับเดียวกับไซโครไฟล์ จุลินทรีย์พวกนี้จะสร้างโคโลนีให้เห็นได้บนอาหารแข็ง หรือทำให้เกิดความขุ่นในอาหารเหลวภายใน 7-10 วัน ดังนั้นจึงสามารถตรวจสอบได้ในสภาพห้องปฏิบัติการ ไซโครโทรฟที่พบบ่อยในอาหารได้แก่ *Pseudomonas* และ *Enterococcus* จุลินทรีย์เหล่านี้เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำเย็นจึงทำให้เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก ไข่ ผักผลไม้ และอาหารอื่นๆ ที่เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำ 0-5 องศาเซลเซียส เน่าเสีย ในกรณีของ *Pseudomonas* เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคเน่าในผักผลไม้ที่เกิดจากแบคทีเรีย (bacterial rot) เป็นผลทำให้ผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเกิดการสูญเสีย เหตุผลดังกล่าวจึงได้ทำการตรวจสอบแบคทีเรียในกลุ่มนี้ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษา ต่อปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสีย เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาวิธีการในการยืดอายุการเก็บรักษาผักให้ยาวนานขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ทราบผลของอุณหภูมิต่อระยะเวลาการเน่าเสียของผักสลัด
2. ทราบปริมาณแบคทีเรียในผักหลังการเก็บเกี่ยว และที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ
3. ทราบความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ระยะเวลา และปริมาณจุลินทรีย์ ที่มีต่อการเน่าเสียในผักสลัดหลังการเก็บเกี่ยว

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ทำการศึกษาวิจัยในผักสลัดกลุ่ม oak leaf เช่น green oak หรือ red oak เป็นต้น โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการศึกษามี 5 ระดับได้แก่ 5, 10, 15, 20 และอุณหภูมิห้อง จุลินทรีย์ที่ตรวจสอบได้แก่ total bacteria, *Pseudomonas* spp. และ *Erwinia* spp

กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การเก็บรักษาผักสดเพื่อการบริโภคมักจะเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น หรือตู้แช่ ทั้งนี้เพื่อชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสีย อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์บางชนิดยังสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพอุณหภูมิต่ำและทำให้เกิดการเน่าเสียตามมาในที่สุด นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดยังเป็นสาเหตุของโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารด้วย ดังนั้นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้ผักเกิดการเน่าเสีย และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค คือปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในผัก ส่วนอุณหภูมินั้นถือว่าเป็นปัจจัย ดังนั้นการทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุ และปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียในผัก จะเป็นข้อมูลที่สำคัญทางในการพัฒนาวิธีการในการยืดอายุการเก็บรักษาผักให้นานขึ้น โดยที่ยังมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคอยู่

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กลุ่มจุลินทรีย์ไซโครโทรฟ (psychrotroph) หรือจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ ในปี ค.ศ.1960 มีผู้แนะนำให้ใช้คำนี้เรียก กลุ่มของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วกันว่า ไซโครโทรฟเป็นจุลินทรีย์ที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำ 5°C ถึง 7°C ซึ่งจะสร้างโคโลนีให้เห็นได้บนอาหารแข็ง หรือทำให้เกิดความขุ่นในอาหารเหลวภายใน 7-10 วัน ไซโครโทรฟมีอุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญระดับเดียวกับไซโครฟายล์ (psychrophile) แต่มีอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสมต่อการเจริญที่ 25°C ถึง 30°C และอุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญที่ 30°C ถึง 35°C ไซโครโทรฟที่พบบ่อยในอาหารได้แก่ *Pseudomonas* และ *Enterococcus* จุลินทรีย์เหล่านี้เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำเย็นจึงทำให้เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก ไข่ ผักผลไม้ และอาหารอื่นๆ ที่เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำ 0°C ถึง 5°C น่าเสีย (Cusin et al., 1992 ; สุริย์, 2549) ในกรณีของ *Pseudomonas* เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคนำในผักผลไม้ที่เกิดจากแบคทีเรีย (bacterial rot) เป็นผลทำให้ผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเกิดการสูญเสีย ทั้งในขั้นตอนกระบวนการขนส่ง จนถึงการวางขายในท้องตลาด ตลอดจนผักพร้อมบริโภคสดที่เก็บรักษาไว้ในตู้เย็น โดยการเน่าเสียของอาหารมักจะสังเกตเห็นได้เมื่อมีจำนวนจุลินทรีย์ประมาณ $10^7 - 10^8$ เซลล์ต่อกรัมของอาหาร ซึ่งการลดปริมาณของเชื้อดังกล่าว อาจส่งผลให้ช่วยยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวได้ สำหรับไซโครโทรฟชนิดอื่นเช่น *Alteromonas*, *Photobacterium* และ *Vibrio* นั้นมีความสำคัญต่อการเน่าเสียของปลา ส่วนเชื้อ *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* และ *Yersinia* ทำให้ผักแช่เย็นเน่าเสีย นอกจากนี้ไซโครโทรฟบางชนิดยังเป็นสาเหตุของโรคที่เกิดในอาหาร (food borne disease) โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร สามารถแบ่งตามความรุนแรงออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. อันตรายขั้นรุนแรง มีผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงกับสุขภาพ (severe, direct health hazards) เช่น *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157 : H7, *Clostridium botulinum*, *Salmonella typhi* และ *S. paratyphi* A and B
2. อันตรายปานกลาง แต่อาจแพร่กระจายได้ (moderate hazards with potentially extensive spread) เช่น *Salmonella* spp. pathogenic *E. coli* (e.g., enterotoxigenic), *Streptococcus pyogenes* และ *Shigella* spp.
3. อันตรายปานกลาง สามารถควบคุมได้ (moderate hazards with limited spread) เช่น *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Campylobacter jejuni* และ *Yersinia enterocolitica* (ICMSF, 1986)

ผักและผลไม้เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่มีการเสื่อมเสียได้ง่าย การผลิตในระดับอุตสาหกรรมจึงต้องมีการควบคุมที่ดี โดยเริ่มตั้งแต่แหล่งเพาะปลูกจนกระทั่งผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย นอกจากนี้ในปัจจุบันมีความต้องการในการบริโภคผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคสูงขึ้น เช่น ผักสลัด

ผลไม้บรรจุสดพร้อมรับประทาน ดังนั้นกระบวนการผลิตจึงต้องผ่านวิธีการที่ทำให้มั่นใจว่าผักและผลไม้ นั้นสะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค จากรายงานการเกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจากการ บริโภคผักผลไม้ พบว่ามีสาเหตุมาจากผักเป็นส่วนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักสลัด ซึ่งมักเป็นผักสดที่ ต้องผ่านการจับต้องจากผู้ประกอบการอาหาร ดังนั้น ผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องจึงต้องระมัดระวังเรื่อง สุขอนามัยเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้แบคทีเรียที่พบในอาหารประเภทผักและผลไม้ได้แก่ เชื้อ *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Erwinia sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp.* และ *Shigella sp.* เป็นต้น (Tambekar, 2006) ซึ่งบางชนิดเป็นสาเหตุของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ เช่น *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Shigella*, *Salmonella* และไวรัสตับอักเสบบี (Singh et al., 2002)

Erwinia carotovora เป็นแบคทีเรียรูปท่อน ติดสีแกรมลบ เติบโตได้ทั้งในที่ที่มีอากาศและไม่มี อากาศ สร้างเอนไซม์คละเคลสได้ ส่วนใหญ่พบในพืช มักทำให้เกิดโรคน้ำเละ (Bacterial soft rot) ใน ผัก ลักษณะของโคโลนีในอาหาร Endo Agar จะเป็นสีเหลืองสะท้อนแสง (ศักดิ์, 2530)

Pseudomonas fluorescens เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน สามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้ แฟกเจลลิตาที่ขั้วเซลล์ ต้องการออกซิเจนในการเติบโต เชื้อสามารถเติบโตได้ในอุณหภูมิระหว่าง 4-43 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโตคือ 30 องศาเซลเซียส พบในดิน น้ำ และอาหารสด เช่น ผัก เนื้อสัตว์ ลักษณะของโคโลนีในอาหาร King's B medium จะเป็นสีเขียวสะท้อนแสง (บุษกร, 2547)

ในกรณีของ *E. coli* และ *Salmonella* spp. พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้เป็นสาเหตุของ การทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหารที่สำคัญ โดยเชื้ออีโคไล จัดเป็นแบคทีเรียแกรมลบ โคโลนีกลม ขอบเรียบ สีครีมหรือขาวขุ่น ปกติจะเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นที่พบมากในลำไส้ของคนและสัตว์ แต่จะมี บาง serotype ที่ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วงได้ โดยการปนเปื้อนเชื้อในอาหารและเครื่องดื่ม เช่น *E. coli* O157:H7, O26:H11, O26:H- และ O111:H- ในการเกิดโรคนั้น เชื้อจะเกาะติดกับเซลล์เยื่อบุผนังลำไส้ และสร้างสารพิษที่เรียกว่า shiga toxin1 และ shiga toxin2 ทำให้ผู้ป่วยเกิดโรคลำไส้ใหญ่อักเสบมี เลือดออก ผู้ติดเชื้อจะมีอาการตั้งแต่อุจจาระร่วงไม่รุนแรง ไม่มีเลือดออกไปจนถึงอุจจาระร่วงเป็นเลือด แต่ไม่พบเม็ดเลือดขาว ในผู้ป่วยบางรายโดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุจะเกิดกลุ่มอาการเม็ดเลือดแดงแตก และไตถูกทำลาย เป็นผื่นจ้ำเลือดจากเกร็ดเลือดน้อยเพราะไขกระดูกน้อยจากการทำลายของสารพิษทั้ง สองตัว บางรายอาจมีอาการทางประสาท โคม่าและเสียชีวิตได้ในที่สุด โดยมีระยะเวลาในการฟักตัว ประมาณ 3-9 วัน สำหรับการแพร่กระจายของเชื้อมีสัตว์กบ เช่น วัว ควาย แพะ และแกะ ซึ่งเป็นแหล่ง กักเก็บเชื้อตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบในหมูและไก่ฟักอีกด้วย ทั้งยังสามารถตรวจพบเชื้อในสัตว์ที่มี สุขภาพแข็งแรงและสัตว์ที่มีอาการอุจจาระร่วงได้เช่นกัน โดยปกติแล้วการติดเชื้อมาสู่คนมักเกิดจากการ รับประทานอาหารที่ประกอบ มาจากสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ และปรุงสุกๆ ดิบๆ หรือรับประทานดิบ รวมทั้งเชื้อนี้สามารถแพร่กระจายจากผู้ป่วยไปยังคนอื่นได้โดยตรงอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เราสามารถป้องกันการ ติดเชื้ออีโคไลได้หลายวิธี ตั้งแต่การป้องกันการปนเปื้อนในโรงฆ่า การปรุงอาหารให้สุก รวมทั้งผัก

ผลไม้ และน้ำดื่ม ต้องเตรียมให้สะอาด ถูกสุขอนามัย และผู้ป่วยต้องล้างมือให้สะอาด เพื่อลดการกระจายของเชื้อและลดการติดต่อจากคนสู่คน

ส่วนเชื้อซัลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่พบได้ทั่วไปทั้งสัตว์ปีก สัตว์เลี้ยงคณาน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (รวมมนุษย์ด้วย) ลักษณะของเชื้อมีรูปร่างเป็นท่อน ไม่สร้างสปอร์ ขนาดประมาณ 0.7-1.5 ไมโครเมตร ยาว 2.0-5.0 ไมโครเมตร เจริญได้ดีทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน สำหรับโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อมีขอบเรียบ ผิวมัน ไม่มีสี เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-4 มิลลิเมตร เจริญได้ดีในอุณหภูมิประมาณ 37-45 องศาเซลเซียส ไม่ทนทานต่อความร้อน จะถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง หรือ 60 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที หรือที่ 62 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที ในขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแต่ไม่สามารถทำลายเชื้อได้ ผู้ที่ได้รับเชื้อเข้าไปในปริมาณมากจึงจะทำให้เกิดโรค โดยจะเกิดอาการภายใน 12-36 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง เป็นไข้ และเป็นนานถึง 1-8 วัน แล้วแต่กรณี ในรายที่รุนแรงอาจติดเชื้อเข้าไปในกระแสเลือด (อังคณา, 2549)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการวิจัย

1. การทดสอบการนำเสียของผักในสภาพปกติ

นำตัวอย่างผักสลัดที่ได้จากแปลงปลูกพืชในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 2 ชนิด ได้แก่ กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊คมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ 5 ระดับ ได้แก่ 5, 10, 15, 20 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง โดยไม่ต้องล้างทำความสะอาดก่อนการเก็บรักษา จากนั้นนำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติก และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วถ่ายภาพผักแต่ละชุด ทุกๆ วัน จนกระทั่งผักนำเสีย บันทึกจำนวนวัน จากนั้นนำภาพมาจัดเรียง และแบ่งเป็นระดับตามการนำเสีย เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินระดับการนำเสียสำหรับการทดลอง

2. ผลของอุณหภูมิต่อระยะเวลาในการเก็บรักษา และปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ

2.1 ปริมาณแบคทีเรียรวม (Total bacterial count)

วางแผนการทดลองแบบ CRD กรรมวิธีได้แก่อุณหภูมิ 5 ระดับ ได้แก่ 5, 10, 15, 20 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง แต่ละกรรมวิธีมี 3 ซ้ำ นำตัวอย่างผักสลัดมาล้างทำความสะอาด และสะบัดแห้ง จากนั้นบรรจุใส่ถุงและเก็บรักษาไว้ในตู้บ่มเชื้อตามระดับอุณหภูมิที่ต้องการศึกษา นำตัวอย่างผักของวันที่ 0, 5, 10, 15, 20, 25 หลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ มาประเมินระดับการนำเสียตามเกณฑ์ที่ได้จากข้อ 2 จากนั้นนำมาถ่ายภาพ และตรวจหาปริมาณแบคทีเรียรวม โดยวิธี pour plate technique โดยนำมาเตรียมเป็น suspension โดยใช้ตัวอย่างผัก 25 กรัม ต่อ 1 ซ้ำ มาเจือจางด้วยสารละลายเปปโตเนอความเข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร แล้วนำไปตีปั่นเป็นเวลา 2 นาที แล้วเจือจางตามลำดับส่วน จากนั้นนำ suspension ที่มี ความเข้มข้นที่เหมาะสมเติมลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว แล้วเทอาหารที่ใช้ตรวจสอบจุลินทรีย์รวม (Plate count agar ; PCA) ในจานเพาะเชื้อ (โดยใช้ อุณหภูมิของอาหารประมาณ 48-50 องศาเซลเซียส) ผสมอาหารและเชื้อให้เข้ากันกระจายอย่างสม่ำเสมอด้วยการหมุนจานเพาะเชื้อไปทางซ้ายและทางขวา แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงทำการตรวจนับ โคโลนีที่เกิดขึ้น และคำนวณเป็น cfu/ml จากความเข้มข้นที่สามารถตรวจนับได้ในช่วง 30-300 โคโลนี

2.2 ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Pseudomonas* ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2.1 แต่เปลี่ยนมาเป็นอาหาร King's medium B แทน

2.4 ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Erwinia* ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2.1 แต่เปลี่ยนมาเป็นอาหาร Endo Agar แทน

3. ทำการทดลองซ้ำในผักสลัดชนิดที่ 2 ตามวิธีการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ผลการวิจัย

1. การทดสอบการเน่าเสียของผักในสภาพปกติ












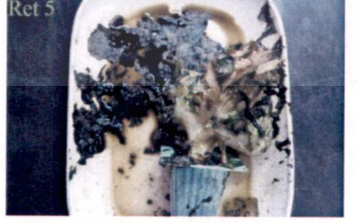
นำผักสลัด 2 ชนิด ได้แก่ ผักสลัดกรีนโอ๊ค และสลัดเรดโอ๊ค ไปเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่อุณหภูมิ 5, 10, 15, 20 °C และอุณหภูมิห้อง (25-30 °C) เพื่อดูว่าในสภาพอุณหภูมิต่างๆ จะสามารถเก็บรักษาผักไว้ได้ประมาณกี่วัน ผลการทดลองพบว่าในสภาพอุณหภูมิห้องผักจะเน่าเสียทั้งหมดภายในเวลา 1-5 วัน การเก็บผักไว้ในที่อุณหภูมิต่ำลงจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น โดยที่ ที่อุณหภูมิ 10 °C สามารถคงความสดไว้ได้ประมาณ 5 วัน ที่อุณหภูมิ 5 °C สามารถคงความสดไว้ได้ประมาณ 10 วัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาในการเก็บรักษาผักที่สภาพอุณหภูมิต่างๆ

ชนิดของผัก	อุณหภูมิ	สภาพของผักที่เก็บไว้ที่ระยะเวลาต่าง (วัน)				
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
เรดโอ๊ค	5°C	ปกติ ¹	ปกติ	เริ่มเหี่ยว	เหี่ยว	เรดโอ๊ค
	10°C	ปกติ	เริ่มเหี่ยว	เหี่ยว-เริ่มเน่า	เริ่มเน่า	เริ่มเน่า
	15°C	เหี่ยว	เหี่ยว-เน่า	เน่ามาก	เน่าหมด	เน่ามาก
	20°C	เหี่ยว-เน่า	เน่ามาก	เน่าหมด		
	ห้อง (25-30 °C)	เน่าหมด				
กรีนโอ๊ค	5°C	ปกติ	ปกติ	เริ่มเน่า	เน่า	เน่ามาก
	10°C	ปกติ	เริ่มเน่า	เน่า	เน่ามาก	เน่าหมด
	15°C	เริ่มเน่า	เน่ามาก	เน่าหมด		
	20°C	เน่ามาก	เน่าหมด			
	ห้อง (25-30 °C)	เน่าหมด				

¹ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 5 ซ้ำ

และเมื่อนำผลที่ได้มาจัดระดับการเน่าเสีย ตามความรุนแรง สามารถจัดได้เป็น 5 ระดับ (1-5) คือ ระดับ 0 = ผักสดปกติ (สด), ระดับ 1 = ใบส่วนล่างเริ่มเหี่ยว (เริ่มเหี่ยว), ระดับ 2 = ใบเริ่มเหี่ยวไปทั้งแถบเริ่มมีน้ำออก (เริ่มเน่า), ระดับ 3 = ใบเหี่ยวมีน้ำเยิ้ม ใบเริ่มหลุดร่วง 1-2 ใบ (เน่า), ระดับ 4 = ใบเหี่ยวและหลุดร่วงมีน้ำเยิ้มรอบต้น (เน่ามาก), ระดับ 5 = ใบเน่าและหลุดร่วงทั่วทั้งต้น (เน่าหมด) ดังภาพที่ 1

ระดับการเน่าเสีย	ชนิดผัก	
	ผักสลัดเรดโอ๊ค	ผักสลัดกรีนโอ๊ค
0 สด		
1 เหี่ยว		
2 เริ่มเน่า		
3 เน่า		
4 เน่ามาก		
5 เน่าหมด		

ภาพที่ 1 คำดัชนีการเน่าเสียในผักสลัด เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการทดสอบ

2. ผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา ต่อคุณภาพของผัก และปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผักสด หลังการเก็บเกี่ยว (Total bacterial count, Pseudomonads and *Erwinia* spp.)

ทดลองในผักสด 2 ชนิดคือ กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ที่เก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ของเกษตรกร จากนั้นนำมาแยกบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด LDPE จำนวน 1 ต้น/ถุง แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ ต่างๆ ทำการประเมินระดับการเน่าเสียทุก 5 วันพร้อมชั่งน้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการเก็บรักษา ก่อนที่จะนำไปตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียรวมที่นับได้ (Total bacterial count) แบคทีเรียชูดิโมแนส (*Pseudomonas* spp.) และแบคทีเรียเออร์วินีเย (*Erwinia* spp.) ได้ผลการ ทดลองดังนี้

2.1 ผักสดกรีนโอ๊ค

2.1.1 ระดับการเน่าเสีย ตามจำนวนวันเก็บรักษาผัก

พบว่าระดับการเน่าเสีย จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาผัก ทั้งนี้ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถ การเน่าเสียของผักได้มากกว่าที่อุณหภูมิสูง โดยพบว่าผักที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C จะสามารถคงความสดไว้ ได้นานประมาณ 5 วัน จากนั้นระดับการเน่าเสียจะเพิ่มขึ้นเรื่อย จนถึงระดับสูงสุด (ระดับ 5) ภายในเวลา 25 วัน ในขณะที่อุณหภูมิ 10°C สามารถคงความสดไว้ได้นานประมาณ 10 วัน จากนั้นระดับการเน่าเสียจะ เพิ่มขึ้นเรื่อย จนถึงระดับ 3.7 ภายในเวลา 25 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ 15 และ 20°C นั้นไม่สามารถเก็บรักษา ผักให้คงสภาพความสดได้เกิน 5 วัน และที่อุณหภูมิห้องนั้นพบว่าผักจะเน่าเสียทั้งหมดภายในเวลา 5 วัน (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

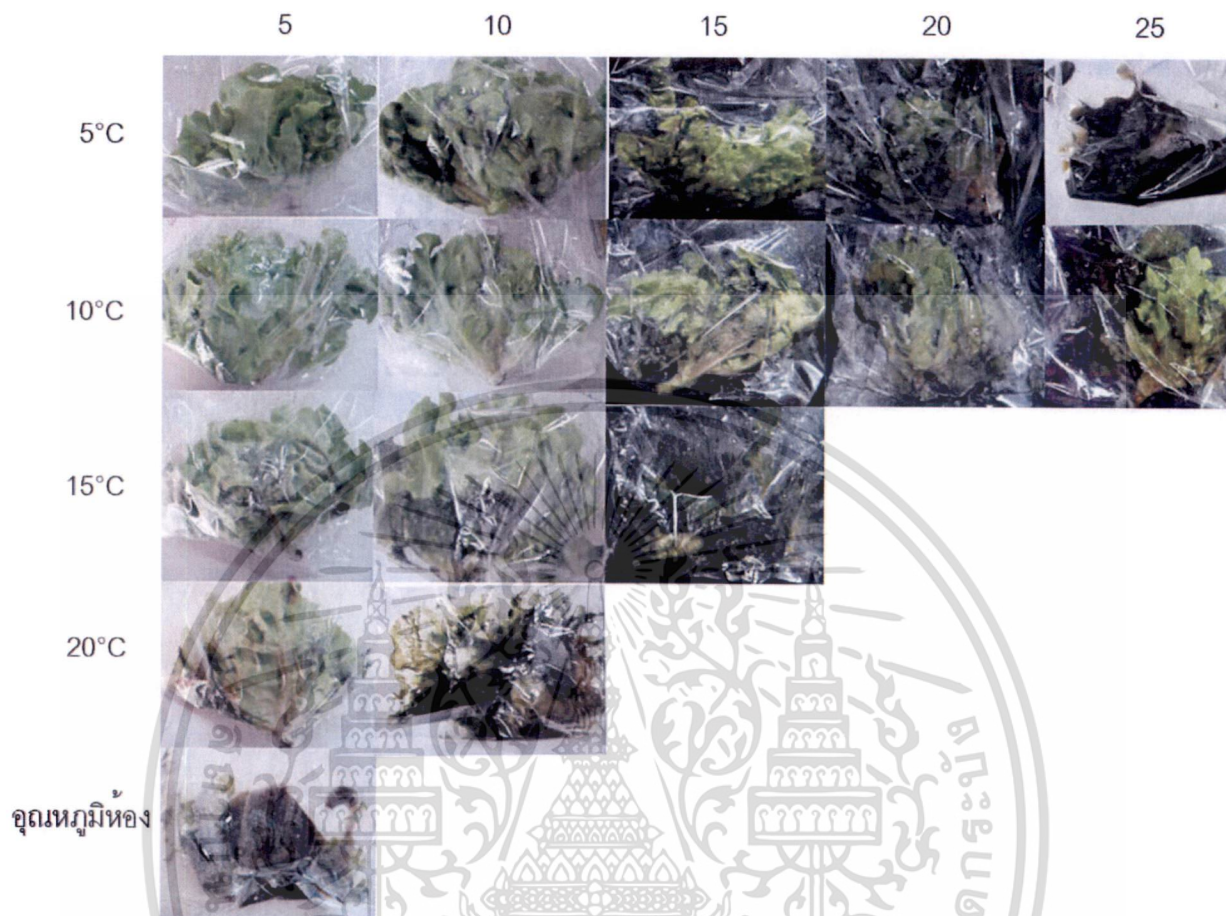
ตารางที่ 2 แสดงผลอุณหภูมิต่อระยะเวลาในการเก็บรักษาในผักสดกรีนโอ๊ค

ชนิดของผัก	อุณหภูมิ	ค่าดัชนีการเน่าที่ระยะเวลาต่างๆ				
		5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
กรีนโอ๊ค	5°C	0.0 ¹ ± 0.0	1.7 ± 0.3	3.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0
	10°C	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.7 ± 0.3	3.0 ± 0.0	3.7 ± 0.7
	15°C	1.0 ± 0.0	4.0 ± 0.6	5.0 ± 0.0		
	20°C	2.3 ± 0.3	5.0 ± 0.0			
	อุณหภูมิห้อง	5.0 ± 0.0				

¹ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ ± Standard Error

ดัชนีการเน่าเสีย (1-5) ระดับ 0 = ผักสดปกติ (สด), ระดับ 1 = ใบส่วนล่างเริ่มเหี่ยว (เริ่มเหี่ยว), ระดับ 2 = ใบเริ่มเหี่ยวไปทั้งแถบเริ่มมีน้ำ ออก (เริ่มเน่า), ระดับ 3 = ใบเหี่ยวมีน้ำซึม ใบเริ่มหลุดร่วง 1-2 ใบ (เน่า), ระดับ 4 = ใบที่เหี่ยวและหลุดร่วงมีน้ำซึมรอบคัน (เน่า มาก), ระดับ 5 = ใบเน่าและหลุดร่วงทั่วทั้งต้น (เน่าหมด)

ระยะเวลาในการเก็บรักษา(วัน)



ภาพที่ 2 ผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ

2.1.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผัก

พบว่าผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 5 วัน จะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ผักที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 5 วัน จะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ที่เก็บไว้เป็นเวลา 10 วันจะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 6.4 เปอร์เซ็นต์ ผักที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15°C เป็นเวลา 5 วัน จะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1.4 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้มีแนวโน้มว่า ผักจะมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นก่อนที่จะเน่าเสีย (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผักสลัดกรีน โอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ	การสูญเสียน้ำหนักที่เก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ (%)				
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
5°C	4.5 ^{1/}	[2.4]	[5.2]	[7.7]	
10°C	1.6	6.4	[2.6]	[4.0]	[7.4]
15°C	1.4	[3.8]	[3.1]		
20°C	[2.3]	[5.8]			
อุณหภูมิห้อง	[18.1]				

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ; ตัวเลขในวงเล็บ [] ผักเริ่มมีการเน่าเสียแล้ว (ค่าดัชนีการเน่าเสียมากกว่า ระดับ 1)

2.1.3 ปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจพบ

1) บนอาหาร plate count agar

ปริมาณแบคทีเรียทั่วไป พบว่าผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 5 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไป 5.6 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 10°C เก็บรักษาผักไว้เป็นระยะเวลา 5-10 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไป 5.6-6.5 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 15°C เก็บรักษาผักไว้เป็นระยะเวลา 5 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไป 6.5 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 20°C เก็บรักษาผักไว้เป็นเวลาไม่เกิน 5 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไป 6.3 log cfu/g ที่อุณหภูมิห้อง เก็บไว้เป็นเวลาไม่เกิน 5 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไป 6.6 log cfu/g ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียเริ่มต้นจากการตรวจนับในผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลา 0 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไปที่ 4.7 log cfu/g จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเป็น 6.6 log cfu/g ในระยะเวลาที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณแบคทีเรียทั่วไปที่ตรวจพบในผักสลัดกรีน โอ๊ค

อุณหภูมิ	ปริมาณแบคทีเรียทั่วไป (log cfu/g ± SE) ที่พบในผักที่เก็บที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ กัน					
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
5°C		5.6±0.1	[6.6±0.2]	[7.0±0.1]	[7.2±0.1]	
10°C		5.6±0.1	6.5±0.1	[6.7±0.2]	[7.3±0.0]	[7.2±0.1]
15°C		6.5±0.1	[6.4±0.0]	[6.7±0.1]		
20°C		[6.3±0.1]	[6.6±0.0]			
อุณหภูมิห้อง	4.7±0.0	[6.6±0.4]				

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ; ตัวเลขในวงเล็บ [] ผักเริ่มมีการเน่าเสียแล้ว (ค่าดัชนีการเน่าเสียมากกว่า ระดับ 1)

2) บนอาหาร King's medium B

ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Pseudomonads* จากการตรวจนับบนอาหาร King's medium B พบว่า ผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 5 วัน พบปริมาณแบคทีเรีย 6.4 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 10°C เก็บรักษาผักไว้เป็นระยะเวลา 5-10 วัน พบปริมาณแบคทีเรีย 7.0-7.1 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 15°C เก็บรักษาผักไว้เป็นระยะเวลา 5 วัน พบปริมาณแบคทีเรีย 6.2 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 20°C เก็บรักษาผักไว้เป็นเวลาไม่เกิน 5 วัน พบปริมาณแบคทีเรีย 6.3 log cfu/g ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียเริ่มต้นจากการตรวจนับในผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลา 0 วัน พบปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มนี้ในปริมาณ 5.3 log cfu/g จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเป็น 6.6 log cfu/g ในระยะเวลาที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Pseudomonads* ที่ตรวจพบในผักสลัดกรีนโอ๊ค

อุณหภูมิ	ปริมาณแบคทีเรีย (log cfu/g ± SE)					
	ที่พบในผักที่เก็บที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ กัน					
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
5°C		6.4±0.1	[6.7±0.1]	[6.9±0.1]	[6.7±0.1]	
10°C		7.0±0.1	7.1±0.1	[6.7±0.1]	[6.6±0.1]	[7.0±0.1]
15°C		6.2±0.1	[6.0±0.2]	[6.7±0.1]		
20°C		[6.3±0.1]	[6.4±0.1]			
อุณหภูมิห้อง	5.3±0.1	[6.6±0.2]				

^y ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ; ตัวเลขในวงเล็บ [] ผักเริ่มมีการเน่าเสียแล้ว (ค่าดัชนีการเน่าเสียมากกว่า ระดับ 1)

3) บนอาหาร Endo Agar

ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Erwinia* ผลการตรวจนับบนอาหาร Endo Agar พบว่าผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10°C เป็นเวลา 5-10 วัน จะยังไม่พบปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าว แต่หลังจากนั้นจะสามารถตรวจพบได้ในปริมาณ 3.1-4.3 log cfu/g เช่นเดียวกับผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 และ 20°C ในช่วงเวลา 5 วันแรกยังไม่พบแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าว แต่หลังจากนั้นจะสามารถตรวจพบได้ในปริมาณ 3.1-4.0 log cfu/g ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียเริ่มต้นจากการตรวจนับในผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลา 0 วัน ยังไม่พบปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มนี้ จากนั้นจะสามารถตรวจพบได้ในปริมาณ 4.1 log cfu/g เมื่อทำการเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Erwinia* ที่ตรวจพบในผักสลัดกรีน โอ๊ค

อุณหภูมิ	ปริมาณแบคทีเรีย (log cfu/g ± SE)					
	ที่พบในผักที่เก็บที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ กัน					
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
5°C		ไม่พบ	[ไม่พบ]	[4.1±0.1]	[4.3±0.0]	
10°C		ไม่พบ	ไม่พบ	[3.1±0.4]	[3.8±0.0]	[4.1±0.0]
15°C		ไม่พบ	[3.1±0.4]	[4.0±0.0]		
20°C		[ไม่พบ]	[4.0±0.1]			
อุณหภูมิห้อง	ไม่พบ	[4.1±0.1]				

^y ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ; ตัวเลขในวงเล็บ [] ผักเริ่มมีการเน่าเสียแล้ว (ค่าดัชนีการเน่าเสียมากกว่า ระดับ 1);

เนื่องจากจำนวนโคโลนีที่ตรวจนับได้บนอาหาร Endo Agar มีค่าไม่อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี จึงอาจทำให้ค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าประมาณการ

2.2 ผักสลัดเรดโอ๊ค

2.2.1 ระดับการเน่าเสีย ตามจำนวนวันเก็บรักษาผัก

ในผักสลัดเรดโอ๊คพบว่า ที่อุณหภูมิ 5°C จะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานประมาณ 15 วัน จากนั้นระดับการเน่าเสียจะเพิ่มขึ้นเรื่อย จนถึงระดับสูงสุด (ระดับ 3) ภายในเวลา 25 วัน ในที่อุณหภูมิ 10 °C สามารถคงความสดไว้ได้นานประมาณ 10 วันจากนั้นระดับการเน่าเสียจะเพิ่มขึ้นเรื่อย จนถึงระดับ 3.7 ภายในเวลา 25 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ 15 และ 20°C สามารถเก็บรักษาผักไว้ได้ประมาณ 5 วัน และที่อุณหภูมิห้องนั้นพบว่าผักจะเน่าเสียในเวลา 5 วัน (ตารางที่ 7, ภาพที่ 3)

ตารางที่ 7 แสดงผลอุณหภูมิต่อระยะเวลาในการเก็บรักษาในผักสลัดเรดโอ๊ค

ชนิดของผัก	อุณหภูมิ	ค่าดัชนีการเน่าที่ระยะเวลาต่างๆ				
		5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
เรดโอ๊ค	5°C	0.0 ^y ±0.0	0.3±0.3	1.0±0.0	1.7±0.3	3.0±0.0
	10°C	0.0±0.0	0.0±0.0	1.3±0.3	3.0±0.0	3.7±0.3
	15°C	0.0±0.0	1.7±0.3	3.0±0.0		
	20°C	0.0±0.3	2.7±0.3			
	อุณหภูมิห้อง	2.0±0.0				

^y ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ ± Standard Error

ดัชนีการเน่าเสีย (1-5) ระดับ 0 = ผักสดปกติ (สด), ระดับ 1 = ใบส่วนล่างเริ่มเหี่ยว (เริ่มเหี่ยว), ระดับ 2 = ใบเริ่มเหี่ยวไปทั้งแถบเริ่มมีน้ำออก (เริ่มเน่า), ระดับ 3 = ใบเหี่ยวมีน้ำซึม ใบเริ่มหลุดร่วง 1-2 ใบ (เน่า), ระดับ 4 = ใบเหี่ยวและหลุดร่วงมีน้ำซึมรอบต้น (เน่ามาก), ระดับ 5 = ใบเน่าและหลุดร่วงทั่วทั้งต้น (เน่าหมด)

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)



ภาพที่ 3 ผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ

2.1.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผัก

พบว่าผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 5-15 วัน จะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 2.7-4.8 เปอร์เซ็นต์ ผักที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 5-10 วัน จะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 1.6-3.0 เปอร์เซ็นต์ ผักที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15-20°C เป็นเวลา 5 วัน จะมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 3.2-4.4 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้มีแนวโน้มว่า ผักจะมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นก่อนที่จะเน่าเสีย (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผักสลัดกรีน โอ๊คที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ	การสูญเสียน้ำหนักที่เก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ (%)				
	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
5°C	3.0 ^{1/}	2.7	4.8	[4.3]	[9.3]
10°C	1.6	3.0	[9.1]	[10.4]	[7.4]
15°C	4.4	[4.3]	[12.0]		
20°C	3.2	[10.6]			
อุณหภูมิห้อง	[7.7]				

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ; ตัวเลขในวงเล็บ [] ผักเริ่มมีการเน่าเสียแล้ว (ค่าดัชนีการเน่าเสียมากกว่า ระดับ 1)

2.2.3 ปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจพบ

1) บนอาหาร plate count agar

ปริมาณแบคทีเรียทั่วไป พบว่าผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 5-15 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไป 3.9-5.4 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 10°C เก็บรักษาผักไว้เป็นระยะเวลา 5-10 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไป 4.1-4.7 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 15 และ 20°C เก็บรักษาผักไว้เป็นระยะเวลา 5 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไป 4.5 และ 5.3 log cfu/g ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียเริ่มต้นจากการตรวจนับในผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลา 0 วัน พบปริมาณแบคทีเรียทั่วไปที่ 4.6 log cfu/g จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเป็น 6.4 log cfu/g ในระยะเวลาที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน ทั้งนี้พบว่าปริมาณแบคทีเรียจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันที่เก็บ และการเน่าเสีย (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณแบคทีเรียทั่วไปที่ตรวจพบในผักสลัดเรดโอ๊ค

อุณหภูมิ	ปริมาณแบคทีเรียทั่วไป (log cfu/g ± SE)					
	ที่พบในผักที่เก็บที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ กัน					
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
5°C		3.9±0.0	4.1±0.0	5.4±0.1	[6.1±0.1]	[6.7±0.1]
10°C		4.1±0.0	4.7±0.0	[5.4±0.1]	[6.0±0.1]	[6.9±0.0]
15°C		4.5±0.1	[4.8±0.0]	[6.2±0.1]		
20°C		5.3±0.0	[6.3±0.0]			
อุณหภูมิห้อง	4.6±0.0	[6.4±0.0]				

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ; ตัวเลขในวงเล็บ [] ผักเริ่มมีการเน่าเสียแล้ว (ค่าดัชนีการเน่าเสียมากกว่า ระดับ 1)

2) บนอาหาร King's medium B

ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Pseudomonads* จากการตรวจนับบนอาหาร King's medium B พบว่า ผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 5-15 วัน พบปริมาณแบคทีเรีย 3.9-5.0 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 10°C เก็บรักษาผักไว้เป็นระยะเวลา 5-10 วัน พบปริมาณแบคทีเรีย 4.6-5.4 log cfu/g ที่อุณหภูมิ 15 และ 20°C เก็บรักษาผักไว้เป็นระยะเวลา 5 วัน พบปริมาณแบคทีเรีย 5.7 และ 5.8 log cfu/g ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียเริ่มต้นจากการตรวจนับในผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลา 0 วัน พบปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มนี้ในปริมาณ 4.8 log cfu/g จากนั้นจะเพิ่มขึ้นเป็น 6.0 log cfu/g ในระยะเวลาที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 วัน (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Pseudomonads* ที่ตรวจพบในผักสดลดโรค

อุณหภูมิ	ปริมาณแบคทีเรีย (log cfu/g ± SE) ที่พบในผักที่เก็บที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ กัน					
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
5°C		3.9±0.0	4.2±0.0	5.0±0.1	[6.0±0.1]	[6.5±0.1]
10°C		4.6±0.0	5.4±0.1	[6.0±0.1]	[6.6±0.0]	[6.9±0.0]
15°C		5.7±0.1	[6.3±0.1]	[6.6±0.1]		
20°C		5.8±0.0	[6.3±0.1]			
อุณหภูมิห้อง	4.8±0.0	[6.0±0.1]				

^y ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ; ตัวเลขในวงเล็บ [] ผักเริ่มมีการเน่าเสียแล้ว (ค่าดัชนีการเน่าเสียมากกว่า ระดับ 1)

3) บนอาหาร Endo Agar

ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Erwinia* ผลการตรวจนับบนอาหาร Endo Agar พบว่าผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10°C เป็นเวลา 5-10 วัน จะยังไม่พบปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าว แต่หลังจากนั้นจะสามารถตรวจพบได้ในปริมาณ 3.4-4.2 log cfu/g เช่นเดียวกับผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 และ 20°C ในช่วงเวลา 5-10 วัน ก็ยังไม่พบแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าว แต่หลังจากนั้นจะสามารถตรวจพบได้ในปริมาณ 3.7 log cfu/g (ตารางที่ 11)

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม *Erwinia* ที่ตรวจพบในผักสลัดเกรดไฮค

อุณหภูมิ	ปริมาณแบคทีเรีย (log cfu/g ± SE)					
	ที่พบในผักที่เก็บที่อุณหภูมิ และระยะเวลาต่างๆ กัน					
	0 วัน	5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน	25 วัน
5°C		ไม่พบ	ไม่พบ	3.4±0.1	[4.4±0.0]	[4.2±0.0]
10°C		ไม่พบ	ไม่พบ	[3.3±0.1]	[3.6±0.1]	[3.9±0.0]
15°C		ไม่พบ	[ไม่พบ]	[3.7±0.1]		
20°C		ไม่พบ	[ไม่พบ]			
อุณหภูมิห้อง	ไม่พบ	[ไม่พบ]				

^y ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ; ตัวเลขในวงเล็บ [] ผักเริ่มมีการเน่าเสียแล้ว (ค่าดัชนีการเน่าเสียมากกว่า ระดับ 1);

เนื่องจากจำนวนโคโลนีที่ตรวจนับได้บนอาหาร Endo Agar มีค่าไม่อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี จึงอาจทำให้ค่าที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าประมาณการ



120349

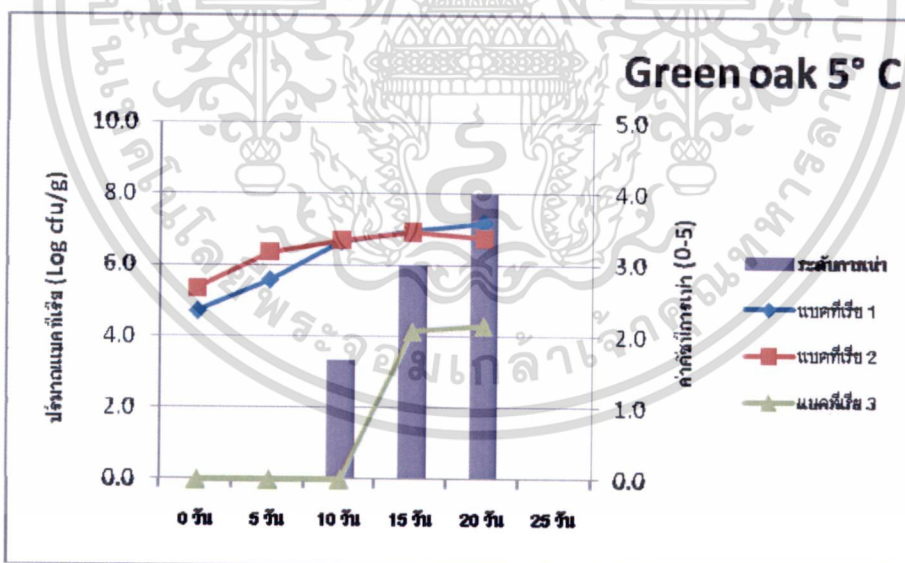
3. ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ระยะเวลา และปริมาณจุลินทรีย์ ที่มีต่อการเน่าเสียในผักสลัดหลังการเก็บเกี่ยว

จากการศึกษาในครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ระยะเวลา และปริมาณจุลินทรีย์ ที่มีต่อการเน่าเสียในผักสลัดหลังการเก็บเกี่ยว ดังนี้

3.1 การทดลองในผักสลัดกรีนโอ๊ค

ในด้านของอุณหภูมิ ต่อระยะเวลาในการเน่าเสีย ในการทดลองนี้พบว่า การเก็บรักษาผักไว้ที่อุณหภูมิ 5 หรือ 10 °C สามารถเก็บรักษาผักสลัดกรีนโอ๊คให้มีความสดอยู่ได้นานประมาณ 5-10 วัน (ภาพที่ 4 และ 5) ในขณะที่หากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิที่สูงกว่านี้ เช่นที่ 15 °C, 20 °C หรือที่อุณหภูมิห้อง ในระยะเวลาที่เท่ากัน ผักจะมีการเน่าเสีย ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นผักก็จะมีการเน่าเสียได้เร็วขึ้น (ภาพที่ 6, 7 และ 8)

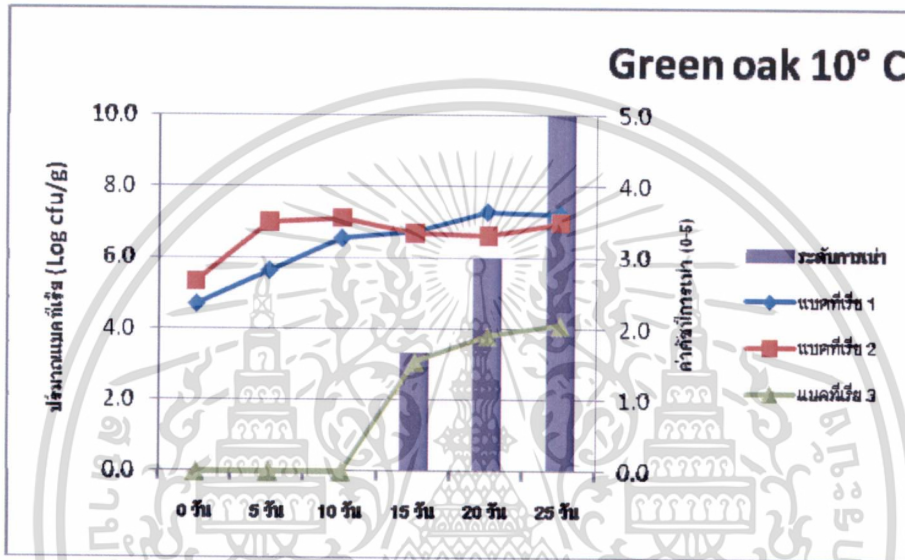
ในด้านของปริมาณแบคทีเรียต่อการเน่าเสีย จากการทดลองเก็บรักษาผักสลัดกรีนโอ๊คไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลาต่างๆ กันพบว่าผักจะเริ่มมีการเน่าเสียในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา โดยพบปริมาณแบคทีเรียสูงขึ้นกว่าปกติ กล่าวคือสามารถตรวจพบได้ในปริมาณที่มากกว่า 6 log cfu/g (แบคทีเรียกลุ่มที่ 1 และ 2) ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มที่ 3 นั้นในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ยังไม่สามารถตรวจพบได้ แต่หลังจากนั้นจะสามารถตรวจพบได้ในปริมาณที่แปรผันตามระดับการเน่าเสียของผัก (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5° C เป็นระยะเวลาต่างๆ

[แบคทีเรีย 1 ตรวจสอบบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย 2 ตรวจสอบบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย 3 ตรวจสอบบนอาหาร Endo Agar]

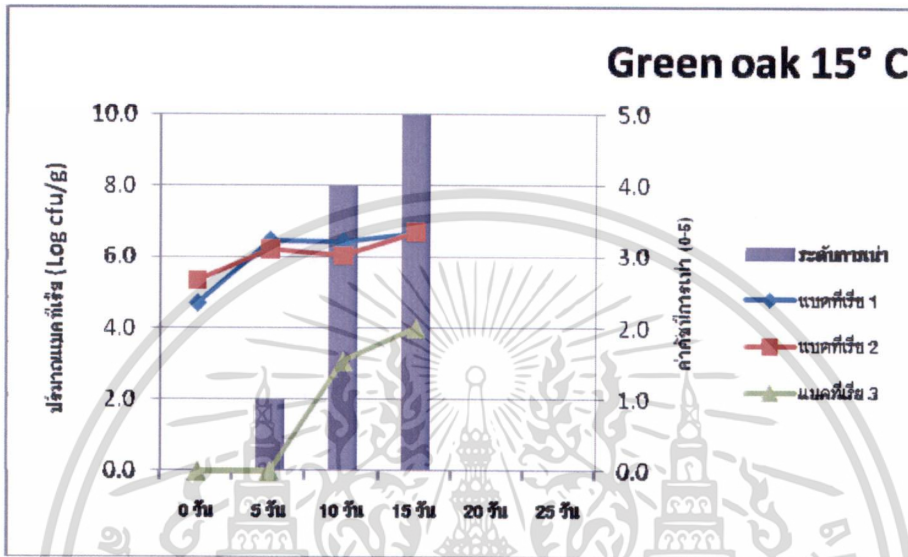
สำหรับการเก็บรักษาผักสลัดกรีนโอ๊คไว้ที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นระยะเวลาต่างๆ กันพบว่าผักจะเริ่มมีการเน่าเสียในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา โดยพบปริมาณแบคทีเรียในปริมาณที่มากกว่า 6 log cfu/g และสูงสุดที่ประมาณ 7 log cfu/g ในวันที่มีระดับการเน่าเสียสูงสุด (แบคทีเรียในกลุ่มที่ 1 และ 2) ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มที่ 3 ก็สามารถตรวจพบได้ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาในปริมาณ 3 log cfu/g จากนั้นจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับการเน่าเสียจนถึงปริมาณ 4 log cfu/g ที่ระดับการเน่าเสียสูงสุดในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10° C เป็นระยะเวลาต่างๆ

[แบคทีเรีย 1 ตรวจนับบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย 2 ตรวจนับบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย 3 ตรวจนับบนอาหาร Endo Agar]

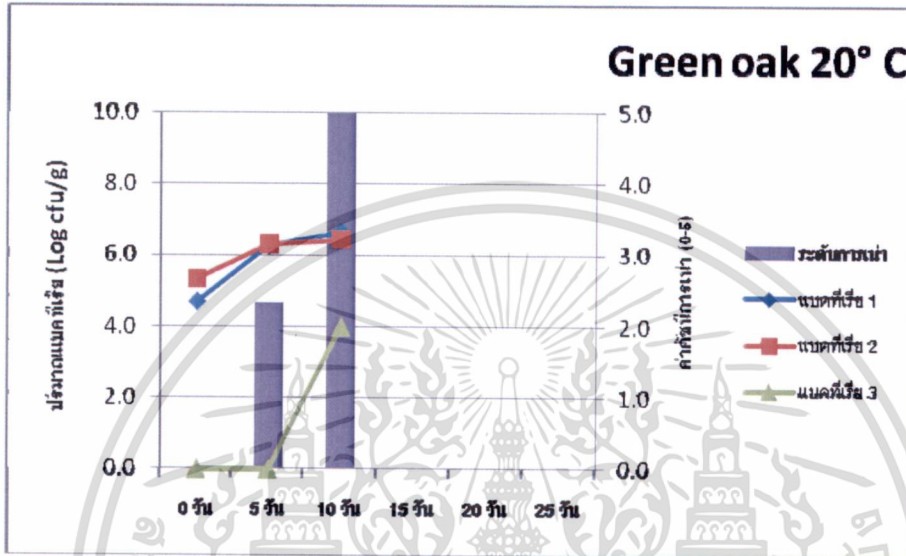
ในการเก็บรักษาผักสลัดกรีนโอ๊คไว้ที่อุณหภูมิ 15 °C เป็นระยะเวลาต่างๆ พบว่าผักจะเริ่มมีการเน่าเสียในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา โดยพบปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มที่ 1 และ 2 ในปริมาณที่มากกว่า 6 log cfu/g เช่นกัน ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มที่ 3 ก็สามารถตรวจพบได้ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาโดยมีปริมาณที่สอดคล้องกับระดับการเน่าเสียของผัก (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15 °C เป็นระยะเวลาต่างๆ

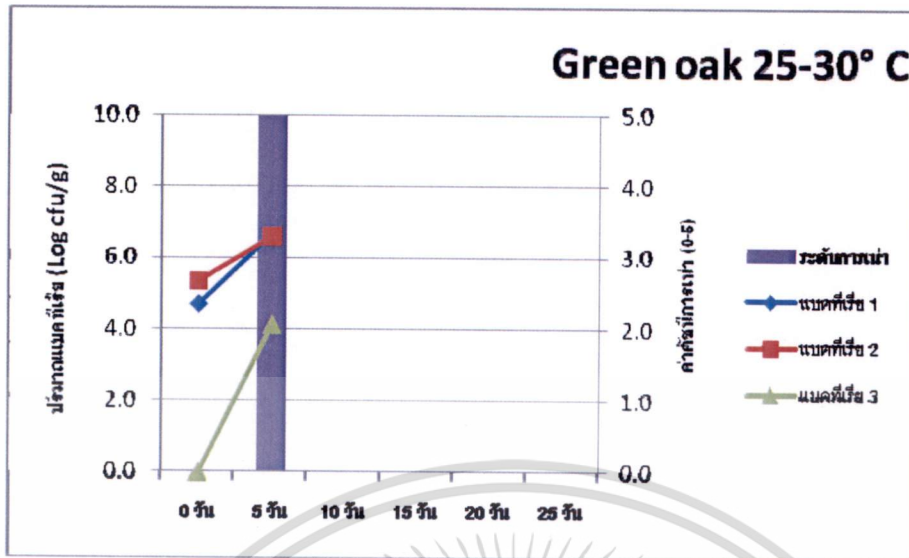
[แบคทีเรีย 1 ตรวจสอบบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย 2 ตรวจสอบบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย 3 ตรวจสอบบนอาหาร Endo Agar]

การเก็บรักษาผักสลัดกรีนโอ๊คไว้ที่อุณหภูมิ 20 °C และที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °C) พบว่าไม่สามารถเก็บผักไว้ได้เกิน 5 วัน ทั้งนี้ผักจะเน่าเสียทั้งหมดภายในเวลา 10 วัน และ 5 วันตามลำดับ สำหรับปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 กลุ่มก็มีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นสอดคล้องกับระดับการเน่าเสียของผัก (ภาพที่ 7 และ 8)



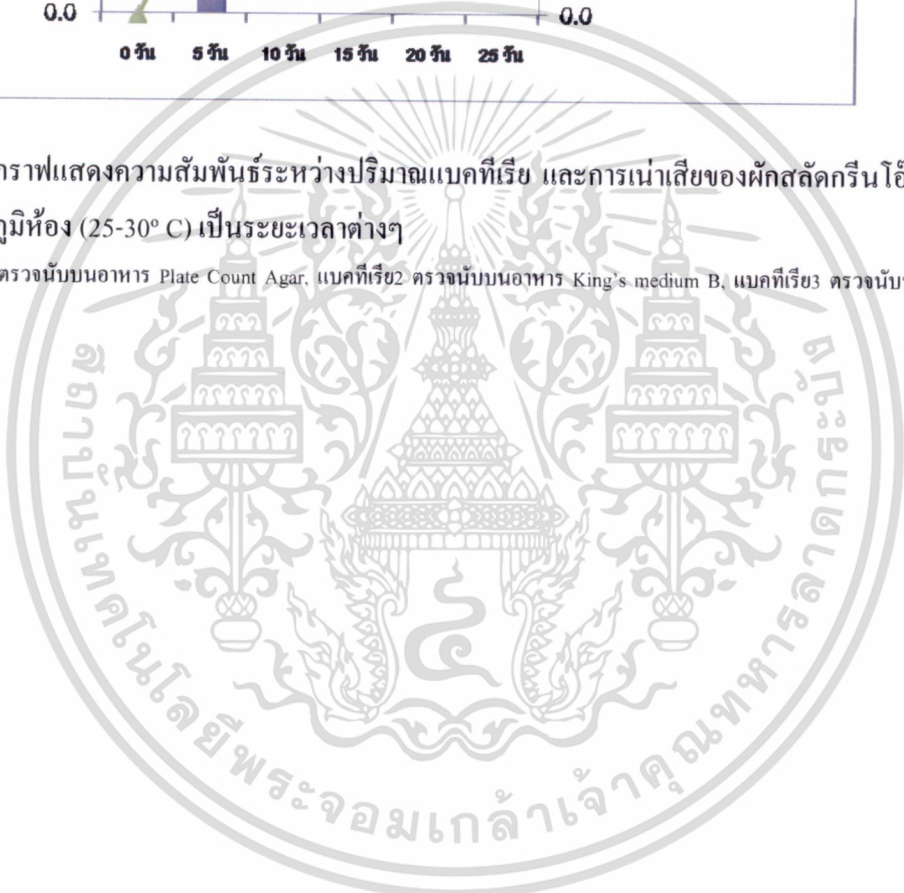
ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20° C เป็นระยะเวลาต่างๆ

[แบคทีเรีย 1 ตรวจจับบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย 2 ตรวจจับบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย 3 ตรวจจับบนอาหาร Endo Agar]



ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30° C) เป็นระยะเวลาต่างๆ

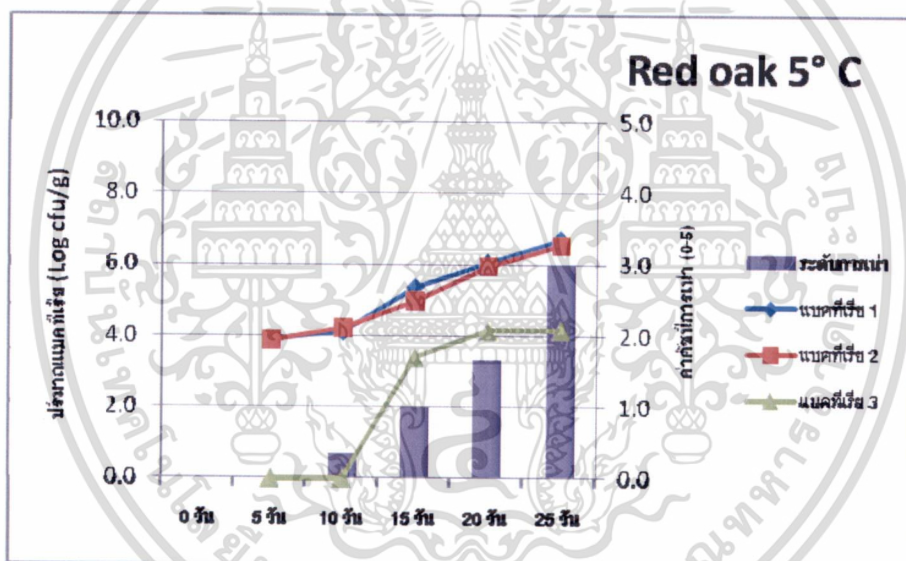
[แบคทีเรีย 1 ตรวจนับบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย 2 ตรวจนับบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย 3 ตรวจนับบนอาหาร Endo Agar]



3.2 การทดลองในผักสลัดเรดโอ๊ค

ในด้านของอุณหภูมิ ต่อระยะเวลาในการเน่าเสีย ในการทดลองนี้พบว่า การเก็บรักษาผักไว้ที่อุณหภูมิ 5 หรือ 10 °C สามารถเก็บรักษาผักสลัดเรดโอ๊คให้มีความสดอยู่ได้นานประมาณ 5-15 วัน (ภาพที่ 9 และ 10) ในขณะที่หากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิที่สูงกว่านี้ เช่นที่ 15 °C, 20 °C หรือที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลาในการเก็บรักษา จะสั้นลง (ภาพที่ 11, 12 และ 13)

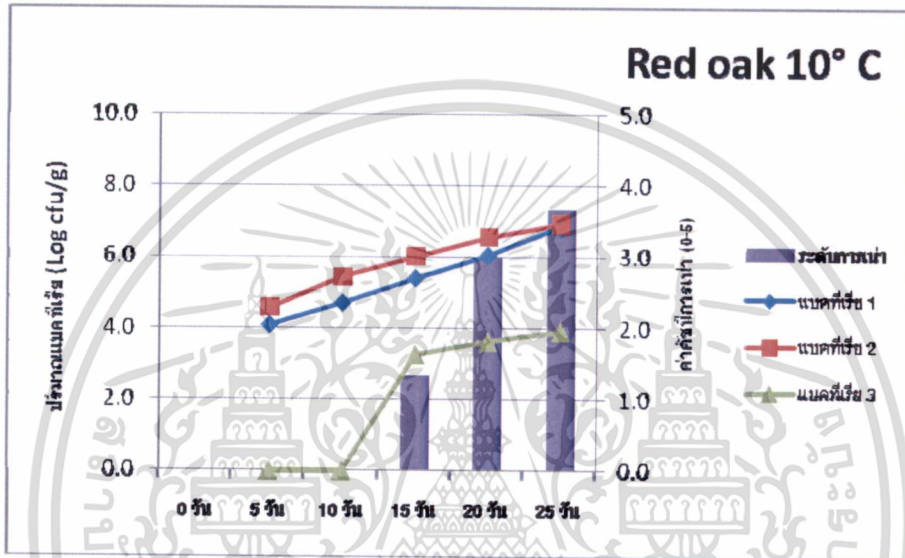
ในด้านของปริมาณแบคทีเรียต่อการเน่าเสีย จากการทดลองเก็บรักษาผักสลัดเรดโอ๊คไว้ที่อุณหภูมิ 5 °C เป็นระยะเวลาต่างๆ กันพบว่าผักจะเริ่มมีการเน่าเสียเกินกว่าระดับ 1 ในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา โดยพบปริมาณแบคทีเรียสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามระดับการเน่า กล่าวคือสามารถตรวจพบได้ในปริมาณ 6 log cfu/g (แบคทีเรียกลุ่มที่ 1 และ 2) และ 4 log cfu/g (แบคทีเรียในกลุ่มที่ 3) และเมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และระดับการเน่าเสีย ก็พบว่ามีการเพิ่มขึ้นในทิศทางที่สอดคล้องกัน (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5° C เป็นระยะเวลาต่างๆ

[แบคทีเรีย 1 ตรวจนับบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย 2 ตรวจนับบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย 3 ตรวจนับบนอาหาร Endo Agar]

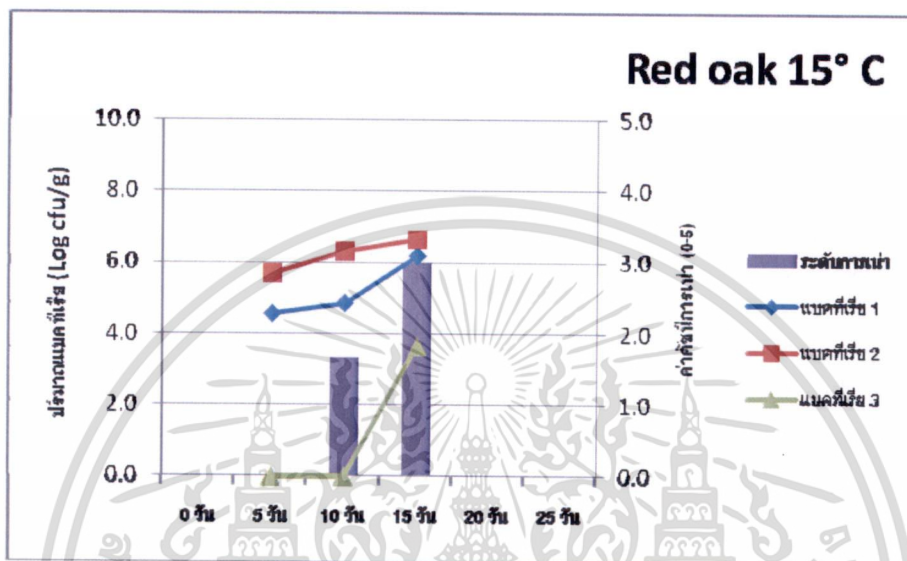
สำหรับการเก็บรักษาผักสลัดเรดโอ๊คไว้ที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นระยะเวลาต่างๆ กันพบว่าผักจะเริ่มมีการเน่าเสียในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา โดยพบปริมาณแบคทีเรียในปริมาณที่มากกว่า 5 log cfu/g และสูงสุดที่ประมาณ 7 log cfu/g ในวันที่มีระดับการเน่าเสียสูงสุด (แบคทีเรียกลุ่มที่ 1 และ 2) ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มที่ 3 ก็สามารถตรวจพบได้ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาในปริมาณ 3 log cfu/g จากนั้นจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับการเน่าเสียจนถึงประมาณ 4 log cfu/g ที่ระดับการเน่าเสียสูงสุดในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นระยะเวลาต่างๆ

[แบคทีเรีย 1 ตรวจสอบบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย 2 ตรวจสอบบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย 3 ตรวจสอบบนอาหาร Endo Agar]

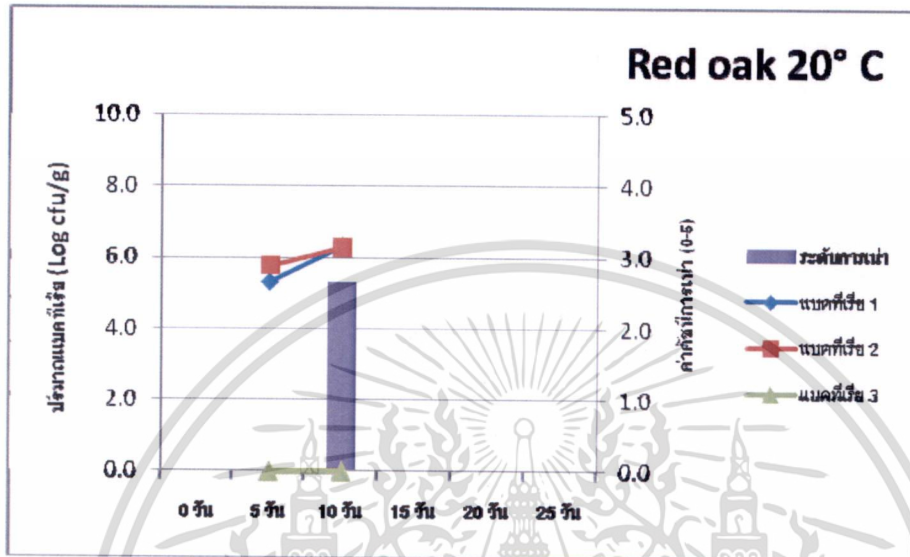
ในการเก็บรักษาผักสดเรดโอ๊คไว้ที่อุณหภูมิ 15 °C เป็นระยะเวลาต่างๆ พบว่าผักจะเริ่มมีการเน่าเสียในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา โดยพบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มที่ 1 และ 2 ในปริมาณที่มากกว่า 5 และ 6 log cfu/g ตามลำดับ ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มที่ 3 สามารถตรวจพบได้ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ในระดับประมาณ 4 log cfu/g โดยมีปริมาณที่สอดคล้องกับระดับการเน่าเสียของผัก (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15° C เป็นระยะเวลาต่างๆ

[แบคทีเรีย 1 ตรวจนับบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย 2 ตรวจนับบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย 3 ตรวจนับบนอาหาร Endo Agar]

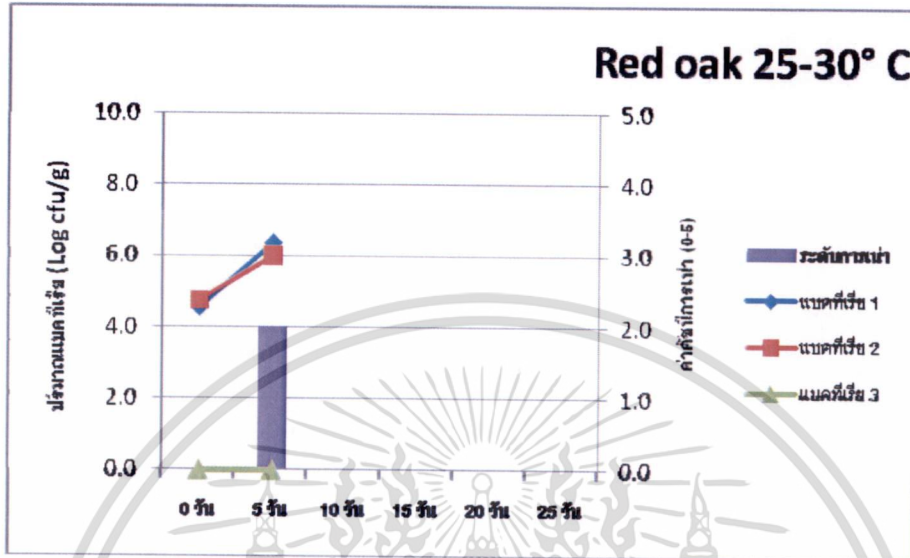
การเก็บรักษาผักสลัดเรดโอ๊คไว้ที่อุณหภูมิ 20 °C พบว่าสามารถเก็บผักไว้ได้ประมาณ 5 วัน จากนั้นผักจะเน่าเสียทั้งหมดภายใน 10 วัน และ 5 วันตามลำดับ โดยตรวจพบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มที่ 1 และ 2 ในระดับประมาณ 6 log cfu/g (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20° C เป็นระยะเวลาต่างๆ

[แบคทีเรีย 1 ตรวจนับบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย 2 ตรวจนับบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย 3 ตรวจนับบนอาหาร Endo Agar]

การเก็บรักษาผักสลัดเรดโอ๊คไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °C) พบว่าผักจะเน่าเสียทั้งหมดภายใน 5 วัน โดยตรวจพบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มที่ 1 และ 2 ในระดับประมาณ 6 log cfu/g (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียของผักสลัดเรดโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30° C) เป็นระยะเวลาต่างๆ

[แบคทีเรีย 1 ตรวจสอบบนอาหาร Plate Count Agar, แบคทีเรีย2 ตรวจสอบบนอาหาร King's medium B, แบคทีเรีย3 ตรวจสอบบนอาหาร Endo Agar]

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

การศึกษาถึงผลของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษาผัก พบว่ามีความสัมพันธ์กันโดยที่ อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้สามารถเก็บรักษาผักไว้ได้นานขึ้น ผลการศึกษาในผักสลัดกรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ที่ได้จากแปลงปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยไม่ได้ผ่านการล้างทำความสะอาดหรือตัดแต่ง ตลอดจนเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวใดๆ พบว่าผักสลัดกรีนโอ๊คที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-10°C สามารถคงสภาพ ความสดไว้ได้นานประมาณ 10 วัน ส่วนในผักสลัดเรดโอ๊คสามารถคงสภาพความสดไว้ได้นาน ประมาณ 15 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับสลัดพร้อมบริโภค (ready-to-eat salad) ที่มีอายุการเก็บรักษาประมาณ 7-14 วัน (Gacia-Gimeno and Zurera-Cosano, 1997) จากนั้นผักจะเริ่มเหี่ยว สูญเสียน้ำหนัก และเน่าเสีย การเก็บผักไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่านี้การเน่าเสียจะเร็วขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยทางสรีระวิทยา โดย อุณหภูมิที่ต่ำจะทำให้การหายใจช้าลง มีผลให้อัตราเสื่อมสลายของเซลล์จะช้าลงจึงทำให้สามารถยืดอายุ การเก็บรักษาได้นานขึ้น (คณัย และ นิธิยา, 2548) การศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่าลักษณะทางกายภาพของพืช แต่ละชนิดยังมีผลทำให้ระยะเวลาการเน่าเสียแตกต่างกันด้วย ในสลัดกรีนโอ๊คจะพบการเน่าเสียเร็วกว่า สลัดเรดโอ๊ค ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากใบของกรีนโอ๊คมีลักษณะที่อ่อนนุ่มกว่าใบของสลัดเรดโอ๊ค ทำให้เกิดการบอบช้ำได้ง่ายกว่าทั้งในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา หรืออาจจะเป็นเพราะว่าสีของใบมี ลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งในผักสลัดเรดโอ๊คอาจมีการเน่าเหมือนกันแต่เนื่องจากสีของใบมีลักษณะเป็นสี ทึบทำให้สังเกตเห็นได้ยากกว่าก็เป็นได้

ในด้านของอุณหภูมิต่อปริมาณแบคทีเรีย การศึกษาในครั้งนี้พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่าง เด่นชัด กล่าวคือไม่ว่าอุณหภูมิสูงหรือต่ำก็สามารถพบแบคทีเรียได้ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้ เพราะแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียนั้นมีความหลากหลาย โดยมีทั้งกลุ่มที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิปาน กลาง (mesophile) และกลุ่มที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophs) สำหรับพวก psychrotrophs ที่ตรวจพบได้เป็นประจำในผักได้แก่ *Pseudomonas* และ *Erwinia* spp. โดยมีปริมาณเริ่มต้นอยู่ในราว 10^5 cfu/g ($5 \log$ cfu/g) (Ahvenainen, 1996) จากนั้นจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นหลังจากการเก็บรักษาไว้ ซึ่งในการทดลองนี้ก็ได้ทำการตรวจสอบแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าวด้วย ผลปรากฏว่าปริมาณแบคทีเรีย และการเน่าเสียมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน กล่าวคือในผักสลัดกรีนโอ๊ค พบว่าผักที่อยู่ใน สภาพสดจะมีปริมาณแบคทีเรียทั่วไปที่ตรวจนับในอาหาร PCA อยู่ในระดับ 4.7-5.6 \log cfu/g แต่เมื่อ เริ่มเน่าเสียปริมาณแบคทีเรียจะพบเพิ่มขึ้นอยู่ระดับประมาณ 6.0-7.0 \log cfu/g ในแบคทีเรียกลุ่มอื่นๆ ผล ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน เช่นผลการตรวจนับในอาหาร King's medium B ซึ่งอาจบ่งชี้ถึงปริมาณ แบคทีเรียในกลุ่ม Pseudomonads ได้ พบปริมาณเริ่มต้นอยู่ที่ 5.3 \log cfu/g ในผักที่เน่าเสียพบปริมาณ 6.0-7.0 \log cfu/g ส่วนการตรวจนับในอาหาร Endo Agar ซึ่งอาจบ่งชี้ถึงปริมาณ *Erwinia* spp. ได้ พบว่า ในผักที่อยู่ในสภาพสดจะไม่สามารถตรวจพบแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าวได้ (ที่ค่า minimal detectable population = 3 \log cfu/g) แต่ในผักที่เน่าเสียจะพบได้ในปริมาณ 3.0-4.0 \log cfu/g การศึกษาในผัก

สลัดเรดโอ๊คผลก็เข้าไปในทำนองเดียวกัน โดยพบว่าผักสลัดเรดโอ๊คที่อยู่ในสภาพที่สดอยู่จะมี ปริมาณแบคทีเรียทั่วไปที่ตรวจนับในอาหาร PCA อยู่ในระดับ 4.6-5.3 log cfu/g แต่เมื่อเริ่มนำเสียบ ปริมาณแบคทีเรียจะพบเพิ่มขึ้นอยู่ระดับประมาณ 5.0-7.0 log cfu/g ในอาหาร King's medium B พบ ปริมาณเริ่มต้นอยู่ที่ 4.8 log cfu/g ในผักที่นำเสียบพบปริมาณ 6-7 log cfu/g ส่วนการตรวจนับในอาหาร Endo Agar พบว่าในผักสลัดเรดโอ๊คที่อยู่ในสภาพสดจะไม่สามารถตรวจพบแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าว ได้ แต่ในผักที่นำเสียบจะพบได้ในปริมาณ 3-4 log cfu/g ผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มี ความใกล้เคียงกับงานของ Babic et. al. (1996) ที่ได้ทำการศึกษานับจำนวนประชากรของแบคทีเรียแต่ละ กลุ่มในผักขมสดตัดแต่ง (fresh cut spinach) ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 12 วัน พบว่า แบคทีเรียในกลุ่ม mesophile, psychrotrophs และ Pseudomonadaceae จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 10⁷, 10⁶ และ 10⁶ cfu/g ตามลำดับเป็น 10¹⁰ cfu/g ส่วนพวก Enterobacteriaceae เพิ่มขึ้นจาก 10⁴ cfu/g เป็น 10⁷ cfu/g และจากการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะพบว่า พวกแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวนี้มัก พบอยู่ตามบริเวณพื้นผิว ที่เกิดการฉีกขาดหรือนำเสียบ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีขบวนการแปรรูปผักให้มี ขึ้นตอนน้อยที่สุดที่เรียกว่า minimally processed vegetables อย่างไรก็ตามก็ยังพบแบคทีเรียอยู่ในผัก ดังกล่าวอยู่ดี ในปริมาณอยู่ในช่วง 3-6 log cfu/g โดยส่วนใหญ่เป็นพวก Pseudomonadaceae โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Pseudomonas fluorescens* และพวก Enterobacteriaceae เช่น *Erwinia* sp. เป็นต้น ในเรื่องของ การนำเสียบในผักแปรรูป (minimally processed vegetable) นั้น Ragaert et. al. (2007) ได้รวบรวมไว้ว่า สาเหตุเป็นไปได้ทั้งกิจกรรมทางด้านจุลินทรีย์ และทางสรีระ (microbiological and physiological activity) ในเรื่องของ การนำเสียบอันเนื่องมาจากสาเหตุทางด้านจุลินทรีย์ มีรายงานว่าปริมาณแบคทีเรียในกลุ่ม psychrotrophs ก่อนข้างมีผลโดยตรงต่อการนำเสียบของผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ดังงานทดลองของ Nguyen-the and Prunier (1989) ได้ทดลองจุ่มใบพืช (cut chicory leaves) ลงในสารแขวนลอยแบคทีเรีย fluorescent Pseudomonads ความเข้มข้น 7-9 log cfu/ml และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°C พบว่าผักจะ นำเสียบภายใน 4 วัน แต่ถ้าจุ่มลงในความเข้มข้นต่ำกว่า 7 log cfu/ml และเก็บไว้ที่อุณหภูมิเดียวกันจะยังไม่พบการนำเสียบเลยเป็นระยะเวลา 10 วัน งานทดลองในทำนองนี้ได้มีการทดสอบยืนยันจากนักวิจัย หลาย ๆ ท่าน อาทิ King et. al. (1991); Li et. al. (2001) และ Gimenez et.al. (2003) ซึ่งผลที่ได้ก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน การศึกษาในครั้งนี้จึงชี้ให้เห็นว่า ปริมาณแบคทีเรียเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญต่อการนำ เสียบของผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำซึ่งเป็นกระบวนการนำเสียบที่เกิดจากจุลินทรีย์ (microbiological spoilage mechanisms) ดังนั้นการหาวิธีการลด หรือชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวลง ย่อมมีผลโดยตรงในการชะลอการนำเสียบ และเพิ่มอายุการเก็บรักษาผักไว้ให้ยาวนานขึ้นได้

บรรณานุกรม

- คณัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, พิมพ์ครั้งที่ 5. โอเดียนสโตร์.ม., กรุงเทพฯ. 154 หน้า.
- สุรีย์ นานาสมบัติ. 2549. ปฏิบัติการจุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.
- อังคณา สุวรรณภูมิ. 2549. แลหลังปี 48 อาหารปลอดภัย. ผลิตในปีที่ 8 ฉบับที่ 11 available online: <http://www.doa.go.th/ShowArticles.aspx?id=2064>
- บุษกร อุตริชาติ. 2547. จุลชีววิทยาทางอาหาร. มหาวิทยาลัยทักษิณ. 451 หน้า.
- ศักดิ์ สุนทรสิงห์. 2530. โรคของผักและการป้องกันกำจัด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 388 หน้า.
- Ahvenainen R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Trends I Food Science & Technology 7: 179-187.
- Babic I, Roy S. Watada A.E. and Wergin W.P. 1996. Change in microbial population on fresh cut spinach. Food Microbiology 31: 107-119
- Cousin M.A., Jay J.M. and Vasavada P.C. 1992. Psychrotrophic microorganisms. In : Vanderzantc. And Splittstoesser D.F. (eds.) 3rd ed. American Public Helth Mssociation, Washington D.C. pp153-168.
- Garcia-Gimeno R.M. and Zurera-Cosano G. 1997. Determination of ready-to-eat vegetable salad shelf life. International Journal of Food Microbiology 36: 31-38
- Gimenez M., Olarte C., Sanz S., Lomas C., Echavarri J.F. and Ayala F. 2003. Relationship between spoilage and microbiological quality in minimally processed artichoke package with difference films. Food Microbiology 20: 231-242.
- ICMSF. 1986. Microorganisms in Food2. The International Commission on Microbiological Specification for Food (ICMSF). Univ. of Toronto Press, Cannada.
- King A.D., Magnuson J.A., Talok T. and Goodman N. 1991. Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce. Journal of Food Science 56: 459-461.
- Li Y., Brackett R.E., Shewfelt R.I. and Beuchat L.R. 2001. Change in appearance and neutral microflora on iceberg lettuce treated in warm, chlorinated water and then stored at refrigeration temperature. Food Microbiology 18: 299-308.

- Nguyen-the C. and Prunier J.P. 1989. Involvement of Pseudomonads in deterioration of ready-to-use salads. *International Journal of Food Science Technology* 24: 47-58
- Ragaert P., Devlieghere F. and Debevere J. 2007. Role of microbiological and physiological spoilage mechanisms during storage of minimally processed vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 44: 185-194.
- Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A.K. and Strohshine, R.L. 2002. Effect of inoculation and washing methods on the efficacy of different sanitizers against *Escherichia coli* O157 : H7. *Food Microbiology* 19 : 183-193.

