ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของอุณหภูมิและชนิดพลาสติกสำหรับการเก็บรักษาผักไฮโดรโปนิค

(Effect of temperature and plastic type on Hydroponic vegetable storage)

จัดทำโดย

นางสาวกัญญรัตน์ สำเร็จ
นางสาวลลิตา บุรีรักษ์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.... 28 / มี.ค. / 49

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(รุจิรา ตาปราบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21057

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของอุณหภูมิและชนิดพลาสติกสำหรับการเก็บรักษาผักไฮโดรโปนิค

(Effect of temperature and plastic type on Hydroponic vegetable storage)

T096538

จัดทำโดย

นางสาวกัญญรัตน์ สำเร็จ รหัสนักศึกษา 45040178

นางสาวลลิตา บุรีรักษ์ รหัสนักศึกษา 45040871

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

ปพ.
ก533ผ
2548

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....S538

วัน.เดือน.ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวกัญญรัตน์ สำเร็จ และนางสาวลลิตา บุรีรักษ์ 2548 : ผลของอุณหภูมิและชนิดพลาสติกสำหรับการเก็บรักษาผักไฮโดรโปนิค (Effect of temperature and plastic type on Hydroponic vegetable storage)
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. รุจิรา ตาปราบ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอุณหภูมิและชนิดพลาสติกสำหรับการเก็บรักษาผักไฮโดรโปนิค โดยทำการทดลองเก็บผัก 2 ชนิด คือ ผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว , ผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง และผักโหระพา จากท้องตลาดนำมาบรรจุในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ กัน คือ ถุงร้อน (3.5μm) , ถุงเย็นบาง (3.5μm) และถุงเย็นหนา (8.5μm) แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ทำความเย็น (Incubator) ที่อุณหภูมิ 4^{0}C , 10^{0}C ,15^{0}C และอุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบอัตราการใช้ออกซิเจน , การเปลี่ยนแปลงด้านสีและความสดของผัก และค่าการสูญเสียน้ำหนักของผักที่เก็บไว้ในอุณหภูมิและชนิดพลาสติกต่างกัน พบว่า

ที่อุณหภูมิ 4^{0}C จะเหมาะสมต่อการเก็บรักษา ผักกาดและผักคะน้ามากที่สุด เพราะมีอัตราการใช้ออกซิเจนและการเปลี่ยนแปลงทางด้านสี ความสดของผักไปอย่างช้าๆ ทำให้เก็บรักษาผักได้นาน รวมทั้งเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผักมีค่าต่ำที่สุด สำหรับผักโหระพาซึ่งเป็นผักใบเล็กและช้ำง่ายจะเหมาะกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10^{0}C มากกว่า เพราะการเก็บรักษาผักที่อุณหภูมิ 4^{0}C เป็นอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปสำหรับการเก็บรักษาผักโหระพา ทำให้เกิดจุดเล็กๆ สีน้ำตาลขึ้นที่ใบ (Chilling Injury)

สำหรับชนิดถุงพลาสติกพบว่า ที่แต่ละอุณหภูมิถุงเย็นหนาจะเหมาะสมต่อการเก็บรักษาผักทุกชนิดเนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนในอัตราที่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อการหายใจของผัก และทำให้ผักมีความสดอยู่ได้นาน ยกเว้นที่อุณหภูมิ 4^{0}C การเก็บรักษาผักในถุงพลาสติกทั้งสามชนิดนี้ให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน

กัญญ์รัตน์ / ลลิตา	[signature]	28 / มี.ค. / 49
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในเรื่อง "ผลของอุณหภูมิและชนิดพลาสติกสำหรับการเก็บรักษาผักไฮโดรโปนิค" (Effect of temperature and plastic type on Hydroponic vegetable storage) ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยเนื่องจากได้รับความกรุณาจากผศ.ดร.รุจิรา ตาปราบ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขเพื่อให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงต้องขอกราบขอบพระคุณอาจารย์มา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณอาจารย์และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตรที่ให้ความรู้ คำแนะนำต่างๆ เกี่ยวกับผักไฮโดรโปนิค และให้ผักไฮโดรโปนิคที่ปลูกในแปลงเกษตรมาทำการทดลอง

ขอขอบคุณคณาจารย์ ในคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและ ให้ความรู้แนะนำในเรื่องต่างๆ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจมาตลอด

คณะผู้จัดทำ

21 มีนาคม 2549

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตารางภาคผนวก	ช
สารบัญภาพภาคผนวก	ซ
บทที่	
1.บทนำ	1
2.วารสารปริทัศน์	2
2.1 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินหรือการปลูกแบบไฮโดรโปนิค (hydroponics)	2
2.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช	3
2.3 การเน่าเสียของผักและผลไม้สด	7
2.4 การใช้พลาสติกในการบรรจุผักและผลไม้	8
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
3.1 วัตถุดิบ	12
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	12
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	12
4. ผลการทดลองและการวิจารณ์ผลการทดลอง	14
4.1 ผลการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนในถุงพลาสติก	14
4.2 ผลการทดลองของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว	15
4.3 ผลการทดลองของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง	19
4.4 ผลการทดลองของผักโหระพา	23
5. สรุปผลการทดลอง	27
6. เอกสารอ้างอิง	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	29
ภาคผนวก ก	29
ภาคผนวก ข	30
ภาคผนวก ค	33
ภาคผนวก ง	34
ประวัติผู้เขียน	42

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 2

2.2 แสดงคุณสมบัติต่างๆของพลาสติก 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนในถุงพลาสติกสามชนิดกับระยะเวลาการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 °C, 10 °C ,15 °C และอุณหภูมิห้อง	14
4.2	กราฟแสดงผลของชนิดพลาสติกที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักกาดพันธุ์ไดโตเกียว	15
4.3	กราฟแสดงผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักกาดพันธุ์ไดโตเกียว	16
4.4	กราฟการให้คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านสีและความสดของผักกาดพันธุ์ไดโตเกียว ที่ระดับคะแนนต่างๆ	17
4.5	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียน้ำหนักของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว	18
4.6	กราฟแสดงผลของชนิดพลาสติกที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของคะน้าพันธุ์ฮ่องกง	19
4.7	กราฟแสดงผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักคะน้าพันธุ์ฮ่องกง	20
4.8	กราฟการให้คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านสี และความสดของผักคะน้าพันธุ์ฮ่องกง ที่ระดับคะแนนต่างๆ	21
4.9	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียน้ำหนักของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง	22
4.10	กราฟแสดงผลของชนิดพลาสติกที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักโหระพา	23
4.11	กราฟแสดงผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักโหระพา	24
4.12	กราฟการให้คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านสีและความสดของผักโหระพาที่ระดับคะแนนต่างๆ	25
4.13	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียน้ำหนักของผักโหระพา	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่		หน้า
1	แสดงปริมาณการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนเป็นเปอร์เซ็นต์	34
2.	แสดงเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ของผักกาดพันธุ์ ไดโตเกียว	35
3.	แสดงเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ของผักคะน้าพันธุ์ ฮ่องกง	37
4	แสดงเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ของผักโหระพา	38
5.	แสดงการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสีและความสดของผักกาดพันธุ์ไดโตเกียว	39
6.	แสดงการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสีและความสดของผักคะน้าพันธุ์ ฮ่องกง	39
7.	แสดงการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสีและความสดของผักโหระพา	39
8.	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผักกาดพันธุ์ไดโตเกียว	40
9.	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผักคะน้าพันธุ์ ฮ่องกง	41
10.	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผักโหระพา	41

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

หน้า

ภาพที่

ข.1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักกาดพันธุ์ไดโตเกียว 30

ข.2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักคะน้าพันธุ์ฮ่องกง 31

ข.3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักโหระพา 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ผักเป็นผลผลิตทางเกษตรกรรม ซึ่งหลายชนิดสามารถนำส่วนต่างๆ ของผัก เช่น ใบ ลำต้น ราก มาใช้บริโภคเป็นอาหารได้โดยส่วนของพืชนั้นจะต้องมีลักษณะอวบน้ำ ไม่แข็ง ไม่เหี่ยว มีรสค่อนข้างหวาน และที่สำคัญต้องไม่เป็นพิษต่อร่างกาย แต่ผักสดมีข้อจำกัดคือ มีอายุการเก็บรักษา ที่สั้น เนื่องจากหลังการเก็บเกี่ยว ผักยังมีการหายใจและมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระอยู่ตลอดเวลา

ในปัจจุบันมีการนำผักมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบ เช่น ผักบรรจุกระป๋อง ผักดอง น้ำผัก ฯลฯ แต่ความต้องการบริโภคผักสด หรือการนำผักสดไปปรุงเป็นอาหารยังมีปริมาณสูง จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะมีการศึกษาถึงวิธีการที่จะทำให้ผักที่ถูกเก็บเกี่ยวมามีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น และคงสภาพความสดไว้ได้นานที่สุด โดยอาศัยเทคนิคการบรรจุในถุงพลาสติกชนิดต่างๆ เข้ามาช่วยในการเก็บรักษา พร้อมกับอาศัยการควบคุมอุณหภูมิโดยการแช่เย็น ซึ่งผู้ศึกษาได้นำมาใช้เป็นวิธีในการยืดอายุการเก็บรักษาผักสด โดยการเก็บรักษาผักจะต้องเก็บในถุงพลาสติกและอุณหภูมิที่เหมาะสมกับสภาพของผักชนิดนั้นๆ เพื่อให้ผักที่ต้องการเก็บรักษาสามารถคงสภาพความสดไว้ได้นานที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ เช่น ทางด้านสีและน้ำหนักน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผัก
2. เพื่อศึกษาชนิดของพลาสติกที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผัก
3. เพื่อศึกษาการใช้ปริมาณของก๊าซออกซิเจน และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของผักแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินหรือการปลูกแบบไฮโดรโปนิค (hydroponics)

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หรือที่เรียกในปัจจุบันว่า " ไฮโดรโปนิค " (hydroponics) หรือ "ซอยเลสคัลเจอร์" (soilless culture) หมายถึงการปลูกพืชโดยใช้วัสดุใด ๆ ที่ไม่ใช้ดิน และพืชจะได้รับจากธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ต้องการจาก สารละลายธาตุอาหารที่ให้กับพืชเท่านั้น โดยให้รากพืชสัมผัสกับสารอาหารโดยตรง ดินในที่นี้หมายรวมถึงวัสดุใดก็ตามที่มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืช ได้แก่ ดินชนิดต่าง ๆ ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยคอก พีทมอส เป็นต้น ส่วนวัสดุที่ไม่ใช่ดินก็คือวัสดุอื่นใดที่ไม่มีธาตุอาหารให้แก่พืช อาทิเช่น ทราย กรวด น้ำ ขุยมะพร้าว แกลบ ใยหิน เป็นต้น ดังนั้นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงเป็นการปลูกพืช ในลักษณะที่เราไม่เปิดโอกาสให้พืชได้อาหารจากแหล่งอื่นเลย นอกจากได้จากสารละลายธาตุอาหารที่เราให้แก่พืชเท่านั้น ทำให้เราสามารถควบคุมปริมาณธาตุอาหารให้กับพืชได้อย่างสม่ำเสมอนั่นเอง

ตารางที่ 2.1 **แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**

ข้อดี	ข้อเสีย
1.ให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกสูงกว่า และสามารถทำการผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง 2.ใช้น้ำและธาตุอาหารได้อย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้น้ำลดลงถึง 10 เท่าตัวของการปลูกแบบธรรมดา 3.ประหยัดเวลา และแรงงานในการเตรียมดิน และกำจัดวัชพืช 4.ผลผลิตมีคุณภาพ และไม่มีสารตกค้างและไม่มีปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืชที่เกิดจากดิน 5.ผลผลิต คุณภาพ และราคา ดีกว่าการปลูกบนดินมาก เพราะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างถูกต้องแน่นอนและรวดเร็ว	1.การลงทุนขั้นต้นสูงกว่าการปลูกบนดิน 2.ผู้ปลูกต้องมีความรู้ความเข้าใจในเทคนิคการปลูกพืชแบบไร้ดินเป็นอย่างดี และมีประสบการณ์มากพอในการควบคุมดูแล 3.ต้องการการควบคุมดูแลอย่างสม่ำเสมอ 4.เป็นสิ่งใหม่สำหรับเกษตรกรที่ต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

1. **<u>การหายใจ</u>** (Respiration) การดำรงชีวิตของพืชจำเป็นต้องใช้พลังงาน ซึ่งพลังงานนี้จะมาจากกระบวนการหายใจ การหายใจเป็นกระบวนการสลายสารอินทรีย์ซึ่งสะสมพลังงานศักย์ไว้มาก ให้เป็นสารอินทรีย์ที่มีพลังงานสะสมต่ำกว่าพร้อมกับพลังงานซึ่งพืชสามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ การหายใจแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การหายใจแบบใช้ออกซิเจน (aerobic) จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในสภาวะที่มีออกซิเจน จนได้ผลิตภัณฑ์คือน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์พร้อมกับพลังงาน การหายใจแบบนี้ถือว่ามีความสำคัญซึ่งเกิดในผักผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว

2) การหายใจในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic) ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดโมเลกุลปานกลาง เช่น เอทานอล การหายใจแบบนี้จะได้พลังงานน้อย และเกิดขึ้นบางสภาวะเท่านั้น เช่น เนื้อเยื่อซึ่งอยู่ในระยะร่วงโรยที่โครงสร้างบางส่วนถูกทำลายไป ทำให้การผ่านของออกซิเจนเข้าไปภายในเนื้อเยื่อเกิดขึ้นได้น้อยลง

<u>ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจ (factors effecting on respiration) ของผลผลิต</u>

ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจของผลผลิตนั้นแบ่งออกเป็น 2 ปัจจัยใหญ่ๆ คือ

1. ปัจจัยภายใน จะเกี่ยวข้องกับลักษณะของพืชโดยตรง คือ

1.1 อายุการเจริญเติบโต ผลไม้ขณะมีอายุน้อยจะมีอัตราการหายใจสูง แต่เมื่ออายุมากขึ้นจะมีอัตราการหายใจลดลง ในพวกไคลแมกเทอริก (climacteric) มีอัตราการหายใจต่ำสุดขณะที่ผลกำลังแก่ และมีอัตราการหายใจค่อนข้างคงที่อยู่ระยะหนึ่งหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อผลไม้เริ่มสุกจะมีอัตราการหายใจสูงขึ้นจนถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยๆลดลง ส่วนผลไม้ประเภทนอนไคลแมกเทอริก (Non-climacteric) หลังการเก็บเกี่ยวแล้ว อัตราการหายใจจะลดลงเล็กน้อยหรือคงที่ตลอดเวลาจนถึงระยะเสื่อมสลาย

1.2 สารธรรมชาติที่เคลือบผิว ผักและผลไม้ที่ที่เคลือบผิวด้วยไขเป็นอย่างดีและมีระเบียบเป็นตัวจำกัดในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้มีอัตราการหายใจน้อย

1.3 ชนิดของพืช พืชแต่ละชนิดจะมีอัตราการหายใจไม่เท่ากัน เช่น อโวกาโด ซึ่งเป็นพืชสะสมไขมันจะมีอัตราการหายใจสูงกว่ากล้วย ซึ่งเป็นพืชสะสมแป้ง

1.4 ขนาดของพืช หัวมันฝรั่งขนาดเล็กมีอัตราการหายใจน้อยกว่าหัวมันฝรั่งขนาดใหญ่ เพราะหัวมันฝรั่งขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสออกซิเจนน้อยกว่าหัวมันฝรั่งขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ปัจจัยภายนอก ได้แก่

2.1 อุณหภูมิ ในสภาพอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจของผักและผลไม้จะเป็นไปตามปกติ เมื่ออุณหภูมิลดลง อัตราการหายใจของพืชก็จะลดลง ดังนั้นการเก็บรักษาผัก และผลไม้สดในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จึงช่วยคงสภาพความสดของผักผลไม้ได้นานกว่าที่เป็นไปตามธรรมชาติ

2.2 ก๊าซเอทธิลีน การใช้ก๊าซเอทธิลีนกับผลไม้จะมีช่วงระยะเวลาที่มีอัตราการหายใจสูงสุด (Climacteric peak) ก๊าซเอทธิลีนจะย่นระยะเวลาของการเกิดอัตราการหายใจสูงสุดในผลไม้ประเภทไคลแมกเทอริก (climacteric) ให้เกิดเร็วขึ้น แต่ไม่ได้เปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ ก๊าซเอทธิลีนสามารถกระตุ้นให้ผลไม้ประเภทนอนไคลแมกเทอริก (Non-climacteric) เกิดการหายใจเพิ่มขึ้นเมื่อ เดก็ได้ หลังจากได้รับก๊าซเอทธิลีนอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้นตามปริมาตรของก๊าซเอทธิลีนที่ได้รับ การใช้ก๊าซเอทธิลีนกับผลไม้ไคลแมกเทอริก จะได้ผลดีในระยะที่ผลไม้อยู่ในช่วง Preclimacteric และที่อุณหภูมิสูงขึ้น

2.3 ก๊าซออกซิเจน โดยปกติถ้าก๊าซมีออกซิเจนเพิ่มขึ้นหรือลดจาก 21% จะทำให้อัตราการหายใจของพืชเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียงเล็กน้อย ผลไม้ประเภทไคลแมกเทอริก (climacteric) มี Climacteric Peak เกิดขึ้นช้าหรือไม่เกิดขึ้น ถ้าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำมากๆใกล้ศูนย์

2.4 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 0.03% จะทำให้อัตราการหายใจของพืชลดน้อยลง ต้องระวังอย่าให้สูงกว่า 1% จะทำให้เกิดอันตรายต่อพืชได้

2.5 สารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดสามารถกระตุ้น หรือยับยั้งการหายใจได้

2.6 การเกิดบาดแผล เนื้อเยื่อส่วนต่างๆของพืชที่เกิดบาดแผลไม่ว่าจะเกิดจากสาเหตุอะไรก็ตามจะทำให้มีการหายใจเพิ่มขึ้น อัตราการหายใจจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและความรุนแรงของบาดแผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคายน้ำ (Transpiration)

เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นที่ผิวของผักผลไม้ อัตราการคายน้ำหรือสูญเสียน้ำจะขึ้นกับพื้นที่ผิวและลักษณะโครงสร้างของผิว ผักที่มีใบมากจะมีอัตราการสูญเสียน้ำรวดเร็วและมีค่าสูงเนื่องจากมีพื้นที่ผิวสูง และโครงสร้างของใบที่มีช่องเปิดทำให้สูญเสียนำได้ง่ายอัตราการสูญเสียน้ำจากเนื้อเยื่อจะขึ้นกับความดันไอระหว่างภายนอกและภายในเนื้อเยื่อ ถ้าแตกต่างกันมาก ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสูญเสียน้ำคือ ความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ

อุณหภูมิของระบบก็มีผลต่ออัตราการสูญเสียน้ำ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ความดันไอของน้ำในเนื้อเยื่อสูงขึ้น เมื่อนำผักผลไม้ที่มีอุณหภูมิสูงมาเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ ในช่วงแรกจะมีอัตราการสูญเสียน้ำสูง แม้ว่าความชื้นของบรรยากาศที่เก็บจะอิ่มตัว ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างระหว่างความดันไอของน้ำที่อุณหภูมิเริ่มต้นของผักผลไม้และอุณหภูมิของอากาศอัตราการสูญเสียน้ำจะค่อยๆลดลงเมื่ออุณหภูมิของผักผลไม้ลดลงเข้าสู่อุณหภูมิของสภาวะการเก็บ

3. การเปลี่ยนสี

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลต่างๆ มักมีการเปลี่ยนสีเกิดขึ้นโดยเฉพาะสีเขียวจะหายไปมักปรากฏสีเหลืองหรือสีแดงขึ้นแทน สีต่างๆของผลิตผลที่เห็นนี้เกิดจากเม็ดสี (Pigment) หรือสารสีต่างๆที่มีอยู่ภายในเซลล์แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ พวกที่ละลายในน้ำพบในแวคคิวโอล (Vacuole) ได้แก่ แทนโทไซยานิน (Anthocyanin) อีกพวกจะละลายได้ในไขมัน พบในพลาสติด (Plastid) มีหลายชนิดด้วยกันคือคลอโรฟิลล์ (Chlorophylls) สารสีเหลืองแคโรทีน (Carotene) และสารสีแดง (Lycopene) สารสีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้สีของผลิตผลเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบของการเปลี่ยนสีเหล่านี้

การป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ทำได้โดยการลดอุณหภูมิให้ต่ำลง และเก็บภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ เพราะว่าคลอโรฟิลล์จะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจน ส่วนในพืชผักกินใบแสงสว่างจะช่วยชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์เพราะมีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์อยู่ และยังพบว่าผลิตผลส่วนที่มีสีเขียวจะมีการเก็บรักษานานกว่าส่วนที่มีสีขาวหรือไม่มีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเหี่ยว

ผลิตผลขณะที่ยังอยู่บนต้นเดิมมักจะไม่ค่อยแสดงอาการเหี่ยวให้เห็น เพราะขณะที่อยู่บนต้นนั้นจะได้รับน้ำจากดิน โดยการดูดของรากแล้วส่งผ่านลำต้น เพื่อทดแทนน้ำส่วนที่สูญเสียไปเนื่องจากการคายน้ำ แต่หลังจากที่ผลิตผลถูกตัดจากต้นจะถูกตัดจากแหล่งน้ำในดินด้วยทำให้ผลิตผลเกิดการเหี่ยวถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อุณหภูมิสูง

ปัจจัยที่ควบคุมการเหี่ยวของผลิตผล

1) อัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตร ผลิตผลที่มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงจะมีการคายน้ำสูงด้วยผักประเภทใบจะมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงกว่าผักประเภทหัว

2) สารเคลือบผิวตามธรรมชาติ พืชแต่ละชนิดจะมีสารประเภทไข (wax) เคลือบผิวตามธรรมชาติหนาบางไม่เท่ากันและชนิดของไขไม่เหมือนกันโครงสร้างของสารเคมีเคลือบผิวจะมีบทบาทมากกว่าความหนา สารที่เคลือบผิวประกอบด้วยสารหลายชนิดและมีการเรียงตัวแตกต่างกัน พบว่าสารเคลือบผิวที่มีการเรียงตัวซ้อนกันอย่างมีระเบียบจะทำให้อัตราการสูญเสียน้ำน้อยกว่าสารเคลือบผิวที่หนากว่าแต่มีโครงสร้างที่ไม่เป็นระเบียบ

3) บาดแผล การเกิดบาดแผลไม่ว่ามากหรือน้อยจะมีผลไปกระตุ้นให้พืชสูญเสียน้ำมากขึ้น

4) อุณหภูมิและความชื้น พืชจะมีการสูญเสียน้ำมากในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ฉะนั้นการคายน้ำของผลิตผลทางการเกษตรในห้องที่มีอุณหภูมิสูง จะมีการสูญเสียน้ำมากกว่าผลิตผลทางการเกษตรในห้องที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นจึงต้องมีการลดอุณหภูมิของผลิตผลเกษตรสดอย่างรวดเร็วหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อลดการเหี่ยวและอันตรายจากการเน่าเสียด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเน่าเสียของผักและผลไม้สด

การเสื่อมเสียคุณภาพของผักและผลไม้สดเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ ส่วนการเน่าเสียของผักและผลไม้สดจะเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และรา ผักและผลไม้สดจะปนเปื้อนด้วยเชื้อจุลินทรีย์ตามผิวภายนอก เมื่อผักและผลไม้เกิดแผลที่ผิว หรือเซลล์ที่ผิวเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพ จุลินทรีย์จะเข้าปนเปื้อนภายในเซลล์และก่อให้เกิดกลิ่นหมักรสเปรี้ยว เหม็นบูดและกลิ่นเหล้า

เพื่อชะลอการเสื่อมคุณภาพและการเน่าเสียของผักและผลไม้ จึงต้องชะลอปฏิกิริยาการหายใจ และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

2.3.1 การชะลอการหายใจ

ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับอัตราการหายใจของผักและผลไม้โดยตรง ได้แก่ ก๊าซออกซิเจน และอุณหภูมิในสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจน ร้อยละ 20 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจของผักและผลไม้จะเป็นไปตามปกติ แต่ถ้าควบคุมปริมาณก๊าซออกซิเจนให้น้อยลงกว่าร้อยละ 20 ลดอุณหภูมิห้องเก็บผักและผลไม้ให้ต่ำลงกว่า 30องศาเซลเซียส โดยปรับอุณหภูมิของห้องด้วยเครื่องทำความเย็นจะสามารถชะลอการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งมีผลลดอัตราการหายใจของผักและผลไม้สด ตามทฤษฎีของการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีขั้นต้น ทุกๆอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสที่ลดลง อัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตจะลดลง 2 เท่า

2.3.2 การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก มีการทำงานของเซลล์ และต้องการสารอาหารในการเจริญเพื่อแบ่งเซลล์ ดังนั้น การชะลอการเน่าเสียของผักและผลไม้สด จะต้องชะลอหรือหยุดการเจริญของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ส่วนมากไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ต้องการก๊าซออกซิเจน และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเพื่อแบ่งเซลล์ ดังนั้น การควบคุมปริมาณก๊าซออกซิเจนให้ลดลง ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 10 และติดตั้งเครื่องทำความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิในห้องเก็บที่ 0 ถึง 10 องศาเซลเซียส จะช่วยชะลอหรือหยุดยั้งในการเจริญของจุลินทรีย์จึงช่วยยืดอายุการเก็บของผักและผลไม้สดได้นาน 7-30 วัน

การลดปริมาณก๊าซออกซิเจน และเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดจนการควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำลงในห้องเก็บ จะช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพและการเน่าเสียของผักและผลไม้สดได้ แต่ยังประสบปัญหาการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการคายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การลดการคายน้ำ

ผักและผลไม้สดเป็นอาหารสด ที่มีส่วนประกอบเป็นน้ำมากที่สุดในปริมาณร้อยละ 80-95 ซึ่งสูงกว่าความชื้นในบรรยากาศที่มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 65 ดังนั้น การสูญเสียน้ำจากผักและผลไม้สดจึงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ผักผลไม้จึงมีผิวเหี่ยวแห้ง เนื่องจากการคายน้ำ ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีความชื้นต่ำกว่าบรรยากาศ ด้วยเหตุนี้การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการคายน้ำในผักและผลไม้สดจะรุนแรงมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการลดการคายน้ำในผักและผลไม้สดอาจปฏิบัติได้ 2 แนวทาง

ก. การติดตั้งเครื่องควบคุมความชื้นในห้องเย็น ให้มีความชื้นสูงกว่าร้อยละ 80

ข. การห่อหุ้มด้วยวัสดุ ได้แก่ กาเคลือบไข เช่น การใช้ไขสัตว์เคลือบผลไม้ การห่อด้วยกระดาษธรรมดาหรือกระดาษเคลือบไข และการใช้แผ่นฟิล์มพลาสติกหรือถุงพลาสติกหุ้มห่อผักผลไม้

2.4 การใช้พลาสติกในการบรรจุผักและผลไม้

ในปัจจุบันมีการใช้พลาสติกห่อผลิตผลกันมากขึ้น เพราะพลาสติกมีราคาถูก น้ำหนักเบา ทนความชื้นได้ดี และทำให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ง่าย พลาสติกที่นิยมใช้ในการบรรจุผักผลไม้ได้แก่

1. โพลีเอททิลีน (Polyethelene) ทั่วไปเรียกย่อว่า PE เป็นพลาสติกที่มีการใช้กันในปริมาณมากที่สุดและในขอบเขตที่กว้างขวาง ไม่ว่าสินค้าจะเป็นผลิตผลสด ผลิตภัณฑ์อาหาร และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากชนิดขั้นคุณภาพหลายระดับ ชนิดของ PE นิยมแบ่งตาความหนาแน่นดังนี้

HDPE มีความหนาแน่น 0.941-0.959 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร

MDPE มีความหนาแน่น 0.926-0.940 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร

LDPE มีความหนาแน่น 0.910-0.925 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร

LLDPE มีความหนาแน่น 0.910-0.925 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร

<u>คุณสมบัติ</u>

-โปร่งแสงโดยทั่วไป PE ที่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจะมีความใสลดลง LLDPE ต่างจาก LDPE ที่มี ความมันวาวมากกว่า

-มีความทนทานต่อสารเคมีจำพวกกรด ด่าง ได้ดี แต่ถ้าเป็นตัวทำละลาย ฟิล์ม LDPE และ MDPE จะทนทานได้ปานกลาง ในขณะที่ฟิล์ม HDPE จะทนทานได้ดีกว่า

-มีความเหนียวสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ดูดซึมน้ำได้ต่ำมาก -นิ่มและยืดหยุ่น

-ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี

-ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ (HDPE จะป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดีกว่า)

-ป้องกันการซึมผ่านของไขมัน/น้ำมันได้ต่ำ (HDPE จะป้องกันการซึมผ่านจองไขมัน / น้ำมัน ได้ดีกว่า)

-ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี (ยกเว้น HDPE) LDPE ปิดผนึกที่อุณหภูมิ 122-155°ซ.

-ใช้ได้เหมาะสมกับอุณหภูมิตั้งแต่ -40° ซ. ถึง 80° ซ. (ยกเว้น HDPE สามารถใช้ได้ถึง 120°ซ.)

-มีความคงรูปต่ำ (HDPE จะคงรูปดีกว่า)

-มีความปลอดภัย สามารถใช้กับอาหารและยาได้

การใช้งาน

ฟิล์ม LDPE และ LLDPE มีการใช้งานที่ใกล้เคียงกันคือ

-ถุงบรรจุอาหาร เช่น ผักผลไม้สด เนื้อสด ขนมปัง อาหารแช่แข็ง อาหารแห้ง ฯลฯ

-ถุงหิ้วเพื่อการขายปลีก

-ถุงสำหรับบรรจุสินค้าหนัก เช่น ผลิตผลเกษตร ข้าวสาร ปุ๋ย ชิ้นส่วนเครื่องจักร เป็นต้น

-ถุงชั้นในของถุงกระดาษหรือกระสอบพลาสติกซึ่งใช้บรรจุอาหารสัตว์ ปุ๋ย ฯลฯ

-ถุงบรรจุสินค้าอุตสาหกรรมทั่วไป เช่น เสื้อผ้าสำเร็จรูป สิ่งทอ กระดาษชำระ ฯลฯ

-ฟิล์มหด (shrink film) และฟิล์มยืด (stretch film) ที่ต้องการความเหนียวแน่นสูง เช่น ใช้รัดสินค้าที่วางเรียงบนแท่นรองรับสินค้า (pallet) เพื่อการขนถ่ายเป็นหน่วยใหญ่

-ถุงบรรจุอาหารว่าง ขนมขบเคี้ยว และ ทำเป็นถุงชั้นในของกล่องกระดาษแข็งเพื่อการขายปลีก ถุงหิ้วเพื่อการขายปลีกในซุปเปอร์มาเก็ตและห้างสรรพสินค้า

-ใช้ร่วมกับวัสดุอื่น เช่น พลาสติกต่างชนิดกัน, กระดาษอะลูมิเนียม ในลักษณะของการประกบหรือรีดร่วม หรือการเคลือบ เพื่อเสริมคุณสมบัติในการใช้งานให้เหมาะสม

-ทำเป็นด้ายแถบ (tape yarn) เพื่อใช้การสานเป็นกระสอบพลาสติกสำหรับบรรจุอาหารสัตว์ ปุ๋ย ฯลฯ

-ใช้ร่วมกับวัสดุอื่น เช่น พลาสติกต่างชนิดกัน อะลูมิเนียม ในลักษณะของการประกบหรือการรีดร่วม เพื่อเสริมคุณสมบัติในการใช้งานให้เหมาะสม เช่น PA/HDPE ใช้ทำถุงบรรจุอาหารที่ต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน(retortable pouch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) เรียกชื่อย่อว่า PP เป็นพลาสติกที่มีโครงสร้างอยู่ในกลุ่มของโพลิโอลิฟีน (polyolefin) เช่นเดียวกับ PE ดังนั้นคุณสมบัติของฟิล์ม PP จึงใกล้เคียงกับฟิล์ม PE (ดูได้จากตารางที่ 2.2) แต่ฟิล์ม PP จะทนความร้อนได้ดีกว่าแข็งแรงกว่า คุณภาพดีกว่าราคาแพงกว่า

<u>คุณสมบัติ</u>

-โปร่งใส มีผิวหน้าเป็นมันวาว ฝุ่นไม่เกาะติดง่าย

-มีความคนทานต่อสารเคมีดี ไม่ว่าจะเป็นกรด ด่าง ตัวทำละลาย

-ดูดซึมน้ำได้ต่ำมาก

-ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี (ฟิล์ม OPP จะดีกว่า CPP)

-ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ (ฟิล์ม OPP จะดีกว่า CPP)

-ป้องกันการซึมผ่านของน้ำมัน / ไขมันได้ดี

-มีความทนทานการขีดข่วนสูง

-มีความทนทานต่อการพับ

-มีความคงรูป

-มีความปลอดภัย สามารถใช้กับอาหารและยาได้

<u>การใช้งาน</u>

-ถุงบรรจุอาหารสำเร็จรูป เช่น ขนมปัง ลูกกวาด อาหารแห้งต่างๆ

-ถุงบรรจุเสื้อผ้าสำเร็จรูป สิ่งทอ เครื่องเขียน ของขวัญต่างๆ ซึ่งมีการใช้ทดแทนเซลโลเฟน (กระดาษแก้ว) เพิ่มขึ้น

-ทำเป็นกระดาษแถบ เพื่อใช้ในการสานเป็นกระสอบพลาสติกสำหรับบรรจุอาหารสัตว์ ปุ๋ย ฯลฯ

-ใช้ร่วมกับวัสดุอื่น เช่น พลาสติกต่างชนิดกัน กระดาษ อะลูมิเนียม ในลักษณะของการประกบ หรือการรีดร่วม หรือการเคลือบ เพื่อเสริมคุณสมบัติในการใช้งานให้เหมาะสม เช่น OPP/CPP, OPP/CPP/LDPE ใช้ทำถุงบรรจุอาหารแห้ง PA/CPP, PET/CPP, PET/AL/CPP ใช้ทำถุงบรรจุอาหารที่ต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเป็นต้น

-ผลิตเป็นฟิล์มหด ใช้กับการห่อสินค้าที่ต้องการความสวยงามเป็นพิเศษ เช่น เครื่องสำอาง เครื่องเขียน ของเล่นเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติต่างๆของพลาสติก

Properties	HDPE	LDPE	PP
Density (kg/m^3)	941-959	910 - 925	890- 910
Tensile modulus, 1% secant (kpsi)	125	20-40	300
Water absorption (%)	0.01	0.01	0.01 -0.03
WVTR ($g/100in^2$ day)	0.4	1-2	0.4
O_2 Permeability ($cc/100\ in^2$ day)	100-200	500	100-160
Printability	Good	Good	Poor
Transparency	Poor-fair	Poor	Fair

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ผักไฮโดรโปนิคที่นำมาทดลองเก็บรักษาได้แก่ ผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว และผักคะน้าพันธุ์ฮ่องกง และผักที่ซื้อมาจากท้องตลาด ได้แก่ ผักโหระพา

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถุงพลาสติกชนิด PP ความหนา 3.5 μm , LDPE ความหนา 8.5 μm และ LDPE ความหนา 3.5 μm (เพื่อความสะดวกในการทดลอง จะเรียก LDPE ความหนา 8.5 μm ว่า LDPE 1 และเรียก LDPE ความหนา 3.5 μm ว่า LDPE 2)
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง
3. เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติก (seamer)
4. Incubator ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 4 °C , 10 °C และ 15 °C
5. เทปใส
6. หนังยาง
7. เครื่องวัดออกซิเจน ABISS Model PAK-01
8. เครื่องอัดก๊าซไนโตรเจน

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การตรวจสอบการซึมผ่านก๊าซออกซิเจนของถุงพลาสติก

เนื่องจากถุงพลาสติกที่นำมาทำการทดลองเป็นถุงพลาสติกคนละชนิดกันและมีความหนาแตกต่างกันจึงคาดว่าจะมีอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนแตกต่างกันด้วย จึงทำการทดลองดังนี้

1. นำถุงพลาสติกทั้งสามชนิด ได้แก่ถุงพลาสติกชนิด PP , LDPE 1 และ LDPE 2 มาอัดก๊าซไนโตรเจนให้เต็มถุงจากนั้นใช้หนังยางรัดปิดปากถุงให้แน่น
2. นำถุงพลาสติกที่อัดก๊าซไนโตรเจนเรียบร้อยแล้วไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ4 °C ,10°C,15°C และอุณหภูมิห้อง
3. ทำการวัดปริมาณออกซิเจนโดยใช้เครื่องวัดออกซิเจน ABISS Model PAK-01 ที่ซึมผ่านเข้ามาในถุงแต่ละชนิดที่อุณหภูมิต่างๆ ทุกวัน พร้อมทั้งบันทึกผล
4. จากนั้นนำค่าที่ได้มาพล๊อตกราฟระหว่างปริมาณออกซิเจนที่ซึมเข้ามาในถุง (%) กับระยะเวลา (วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การหาอัตราการใช้ออกซิเจนของผัก

1. เก็บผักไฮโดรโปนิคได้แก่ ผักกาด และผักคะน้า จากแปลงปลูก นำมาตัดรากออกส่วนผักโหระพาก็ไปซื้อมาจากท้องตลาดที่ใกล้ที่สุดเพื่อให้ผักนั้นยังสดอยู่
2. บันทึกลักษณะภายนอกของผัก พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักของผักแต่ละต้น
3. แบ่งผักที่จะทำการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

    กลุ่มที่ 1 นำมาบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิด PP

    กลุ่มที่ 2 นำมาบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิด LDPE 1

    กลุ่มที่ 3 นำมาบรรจุลงในถุงพลาสติกชนิด LDPE 2

    ปิดปากถุงโดยเครื่องปิดผนึกถุงพลาสติก (seamer) ยกเว้นถุงพลาสติกชนิด PP ให้ใช้หนังยางรัดบริเวณปากถุง เนื่องจากถุงมีความบางไม่สามารถปิดผนึกได้ด้วยความร้อน
4. วัดปริมาณออกซิเจนเริ่มต้นภายในถุงที่บรรจุผัก โดยใช้เครื่องวัดออกซิเจน ABISS Model PAK-01
5. นำผักทั้ง 3 กลุ่ม ไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ โดยทำการทดลอง 4 อุณหภูมิ คือ 4 $^{\circ}$C , 10°C , 15°C และอุณหภูมิห้อง
6. เมื่อสังเกตว่าผักที่นำมาทำการทดลองมีลักษณะเหี่ยว ใบเหลือง หรือเริ่มมีการเน่าเสีย

    ไม่น่ารับประทาน (ระดับที่ 1) ให้หยุดทำการทดลอง และนำผักมาชั่งน้ำหนักเพื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
7. ทำการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่เหลืออยู่ในถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิต่างๆ ทั้ง 4 อุณหภูมิ แล้วนำมาหาอัตราการใช้ออกซิเจนของผัก/ผัก 100 กรัม กับเวลา จากนั้นพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบอัตราการใช้ออกซิเจนของผัก ที่อยู่ในถุงพลาสติกและอุณหภูมิต่างๆ กัน
8. สังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพทางด้านสีและความสดของผักทุกๆ วันโดยการให้คะแนน 5 ระดับ
9. ในผักแต่ละชนิดจะทำการทดลองตั้งแต่ข้อ 1 - 8 ซ้ำอีกหนึ่งครั้ง

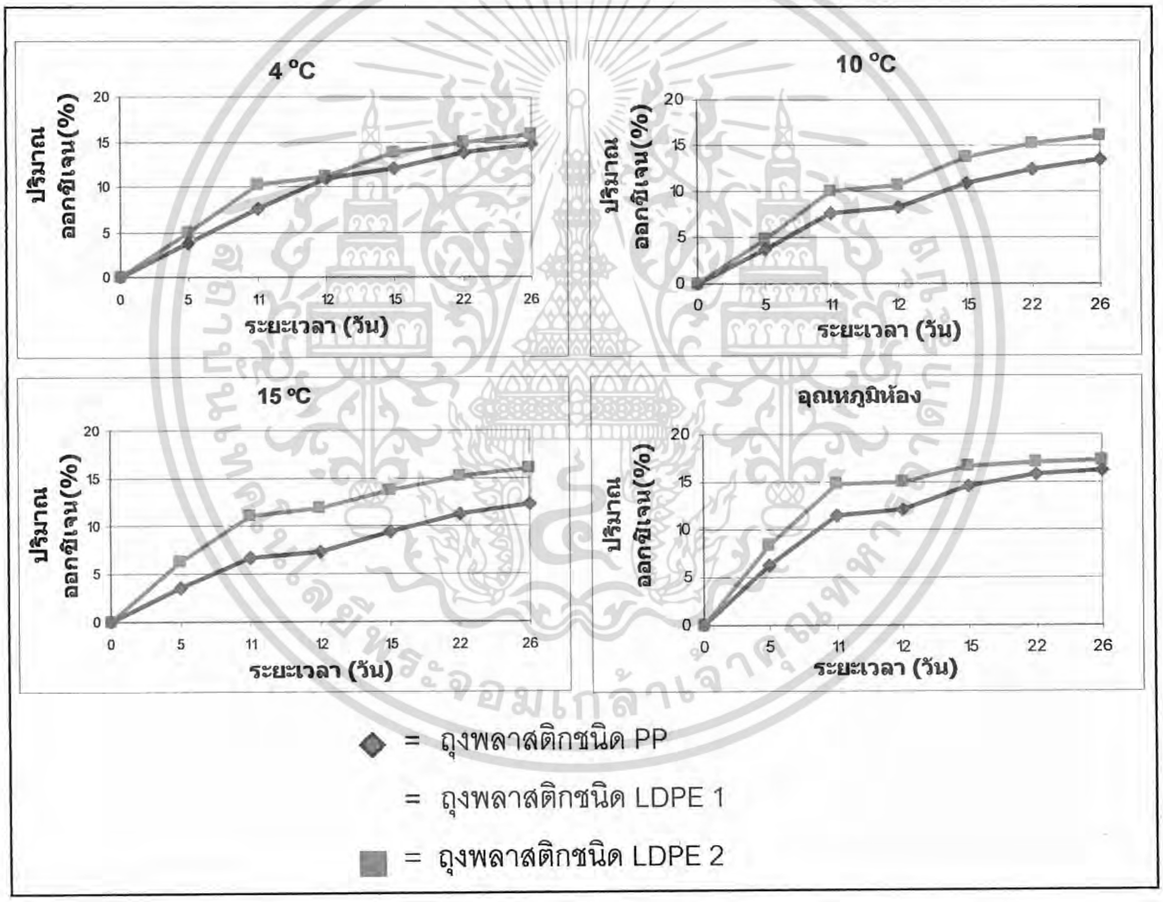
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนในถุงพลาสติก

จากภาพที่ 4.1 พบว่าที่อุณหภูมิ 10 °C,15 °C และอุณหภูมิห้อง ถุง LDPE 1 จะมีการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนได้ดีกว่าถุง LDPE 2 และถุง PP ตามลำดับ ยกเว้นที่อุณหภูมิ 4 °C ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ซึมผ่านเข้ามาในถุงทั้งสามชนิดมีปริมาณการซึมผ่านใกล้เคียงกัน และเมื่อสังเกตที่ถุงพลาสติกชนิดเดียวกันจะเห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน โดยที่อุณหภูมิห้องการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนจะเร็วกว่าที่อุณหภูมิ15 °C,10 °C และ 4 °C ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนในถุงพลาสติกสามชนิดกับระยะเวลาการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 °C, 10 °C,15 °C และอุณหภูมิห้อง

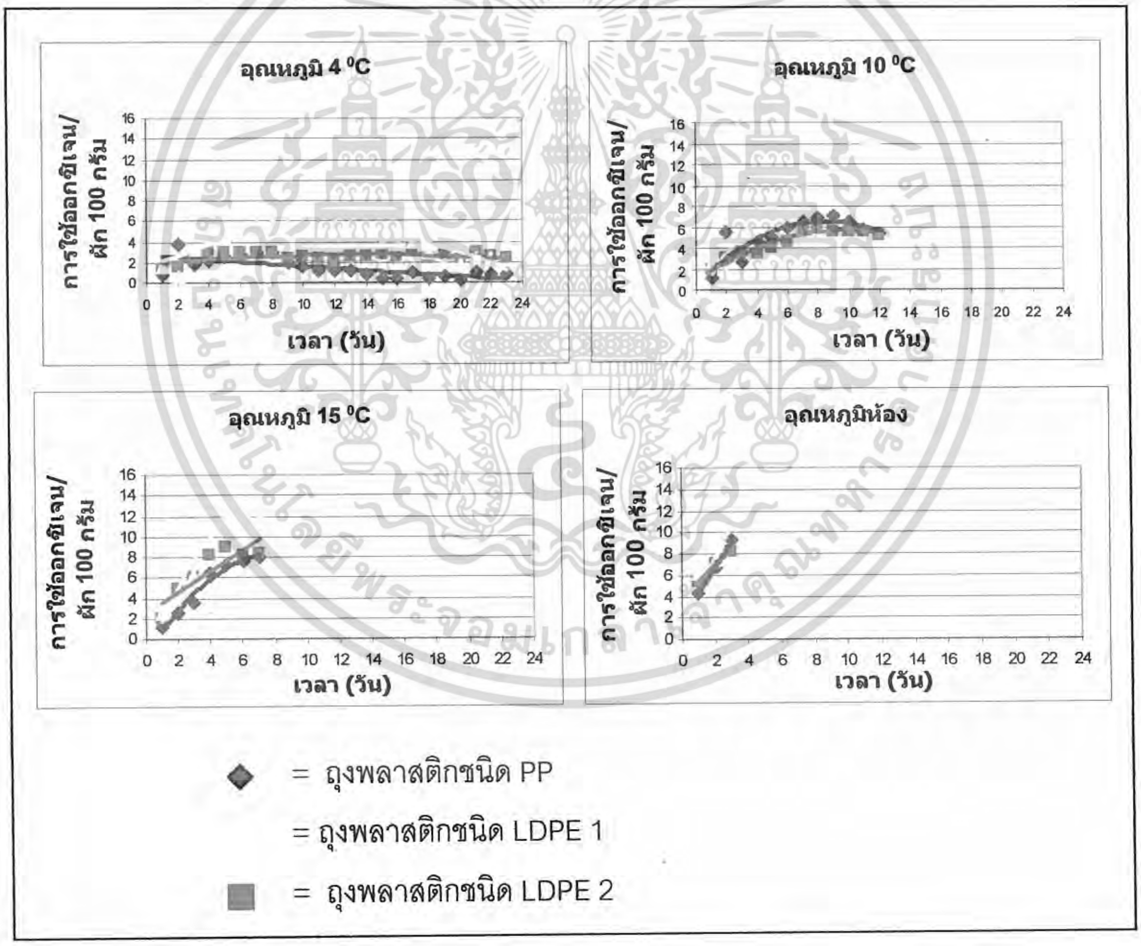
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 <u>ผลการทดลองของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว</u>

4.2.1 อัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

จากการทดลองได้นำค่าก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ในแต่ละวันของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว ที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิดและเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างกัน ไปหาอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักต่อน้ำหนักผัก 100 กรัม (ดูได้จากการคำนวณในภาคผนวก ก) แล้วนำค่าที่ได้ไปพล็อตกราฟ

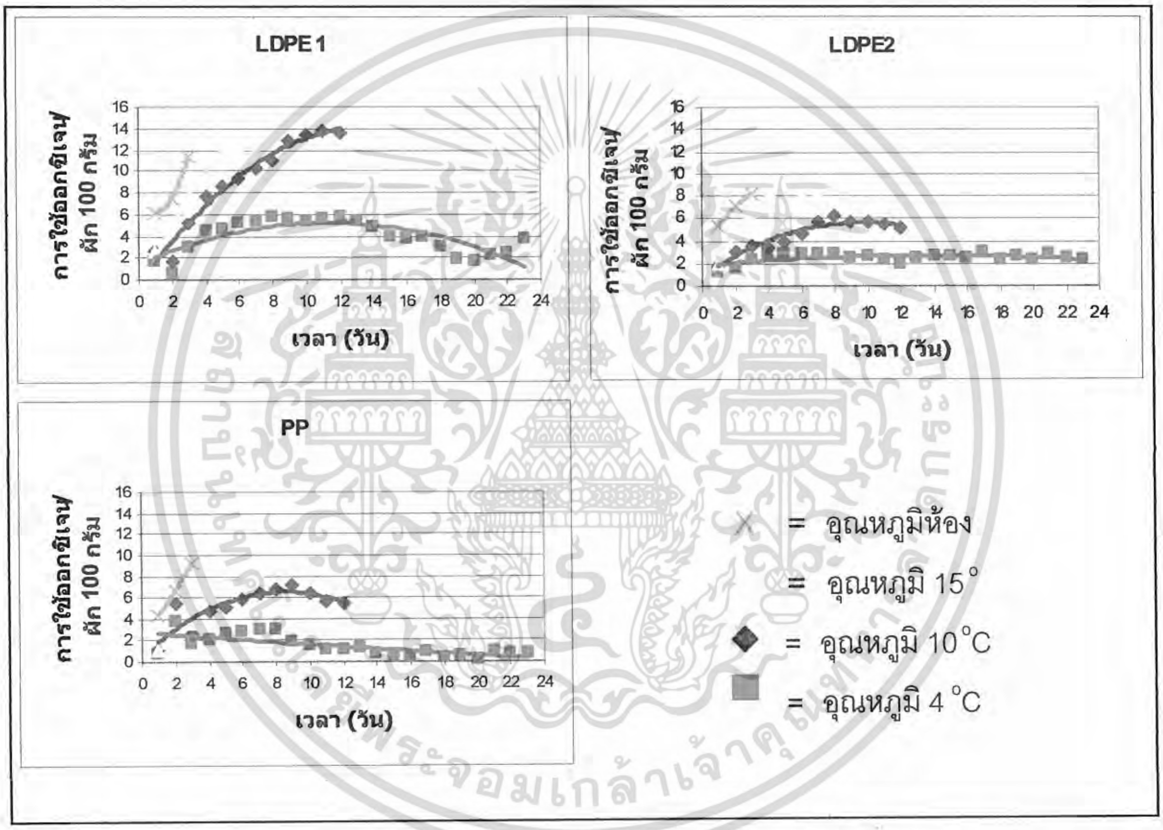
จากภาพที่ 4.2 พบว่าทั้งอุณหภูมิ 4 °C ,10 °C,15 °C และอุณหภูมิห้อง ผักกาดที่อยู่ในถุง LDPE 1 จะมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปสูงกว่าผักที่อยู่ในถุง LDPE 2 และถุง PP ซึ่งมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปพอๆ กัน ยกตัวอย่างเช่นที่อุณหภูมิ15 °C ถุง LDPE 1 จะมีอัตราการใช้ออกซิเจนเท่ากับ 1.770 ส่วนถุง LDPE 2 และถุง PP มีอัตราการใช้ออกซิเจนไปเท่ากับ 1.021 และ 1.231 ตามลำดับ เนื่องจากถุง LDPE 1 มีการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนได้ดีที่สุด ดูได้จากผลการทดลองที่ 4.1 ทำให้ผักมีก๊าซออกซิเจนที่ใช้สำหรับการหายใจมากขึ้นไปด้วย



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงผลของชนิดพลาสติกที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.3 เป็นภาพกราฟที่ได้จากการนำผลการทดลองไปหาอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของผัก /น้ำหนักผัก100 กรัม กับเวลา ที่ถุงพลาสติกชนิดเดียวกัน แต่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างกัน จะสังเกตเห็นว่าที่อุณหภูมิห้อง ผักกาดที่ถูกเก็บไว้ในถุงทั้งสามชนิด จะมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปอย่างรวดเร็ว กราฟมีความชันมากกว่าและสั้น เนื่องจากผักมีการเสื่อมเสียไปอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอื่นๆ และที่อุณหภูมิ 4 °C ผักที่ถูกเก็บในถุงทั้งสามชนิดจะมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปอย่างช้าๆ กราฟมีความชันน้อยและมีระยะเวลาในการเก็บรักษานานที่สุด รองลงมาคือ ที่อุณหภูมิ 10 °C,15 °C และอุณหภูมิห้องมีระยะเวลาในการเก็บรักษาผักสั้นที่สุด



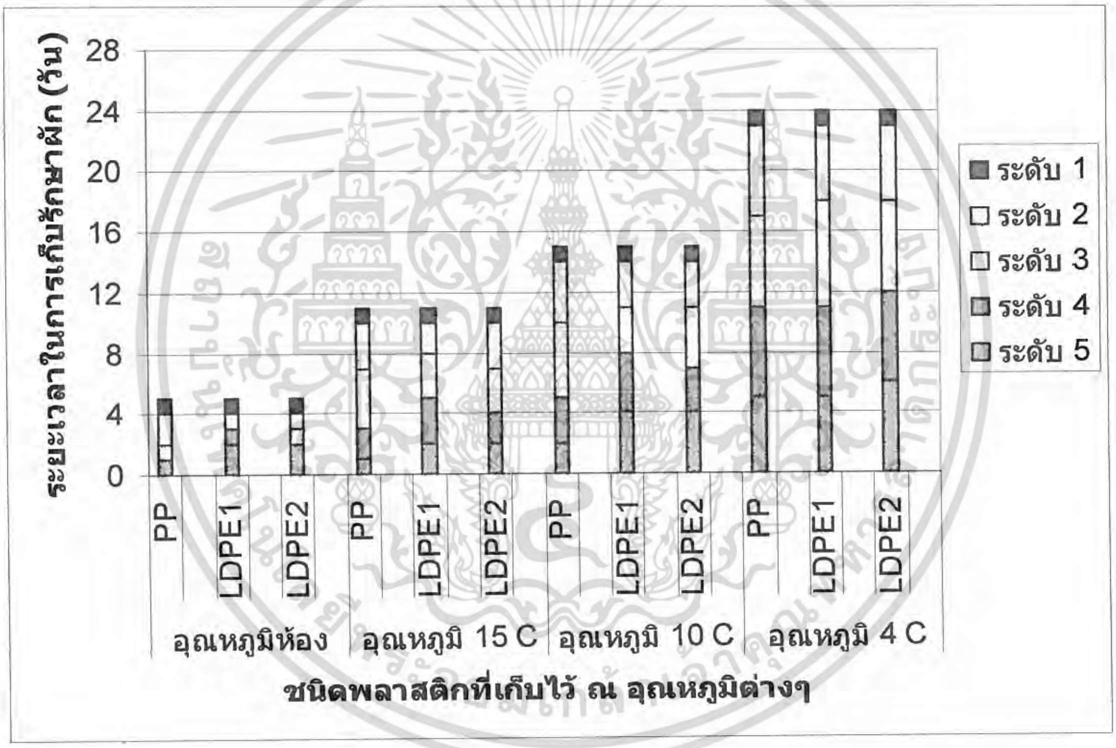
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

จากการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางด้านสี และความสดของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว โดยการให้คะแนนผักทุกวัน แบ่งระดับการให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ (ดูวิธีการให้คะแนนได้ในภาคผนวก ข) แล้วนำค่าที่ได้มาพล็อตกราฟ

จากภาพที่ 4.4 พบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันถุง LDPE 1 จะสามารถเก็บรักษาผักได้ดีกว่าถุงอีก 2 ชนิด เพราะผักจะมีสีเขียวสดนานกว่า ดูได้จากความกว้างของกราฟในช่วงระดับคะแนน 5 และ 4 ที่มีความกว้างมากกว่าถุง LDPE 2 และถุง PP ในแต่ละอุณหภูมิ และที่อุณหภูมิ 4 $^{\circ}$C ผักจะสามารถเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 25 วัน รองลงมาคืออุณหภูมิ 10 $^{\circ}$C เก็บได้นาน 15 วัน , อุณหภูมิ15 $^{\circ}$Cเก็บได้นาน 11 วัน ส่วนที่อุณหภูมิห้องผักจะเก็บได้นานเพียง 5 วัน



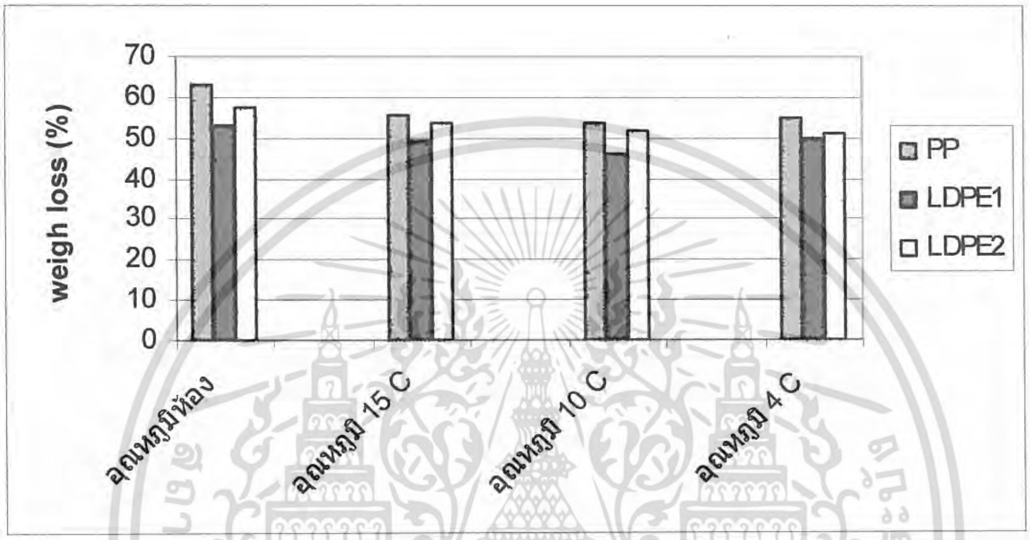
ภาพที่4.4 กราฟแสดงการให้คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านสีและความสดของผักกาดพันธุ์ไดโตเกียวที่ระดับคะแนนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96538

4.2.3 การสูญเสียน้ำหนักของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

จากการทดลองนำน้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสุดท้ายของผักมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (ดูการคำนวณได้ในภาคผนวก ค) แล้วนำค่าที่ได้มาพล็อตกราฟ

จากภาพที่ 4.5 จะเห็นว่าถุง LDPE จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุดในทุกอุณหภูมิที่ทำการทดลอง ส่วนผักที่เก็บในถุงHDPE และถุง PP จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักพอๆ กัน ในแต่ละอุณหภูมิ



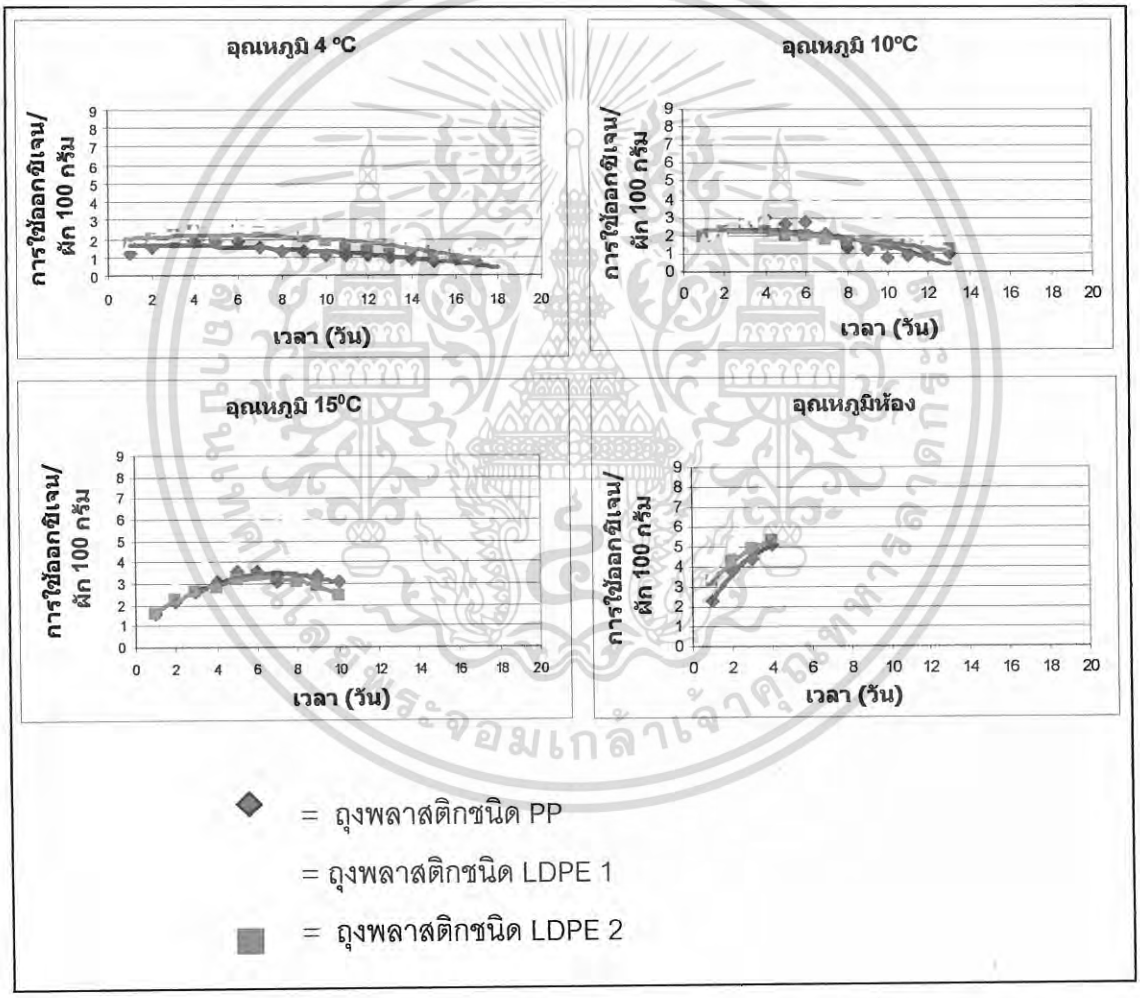
ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียน้ำหนักของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 <u>ผลการทดลองของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง</u>

4.3.1 อัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

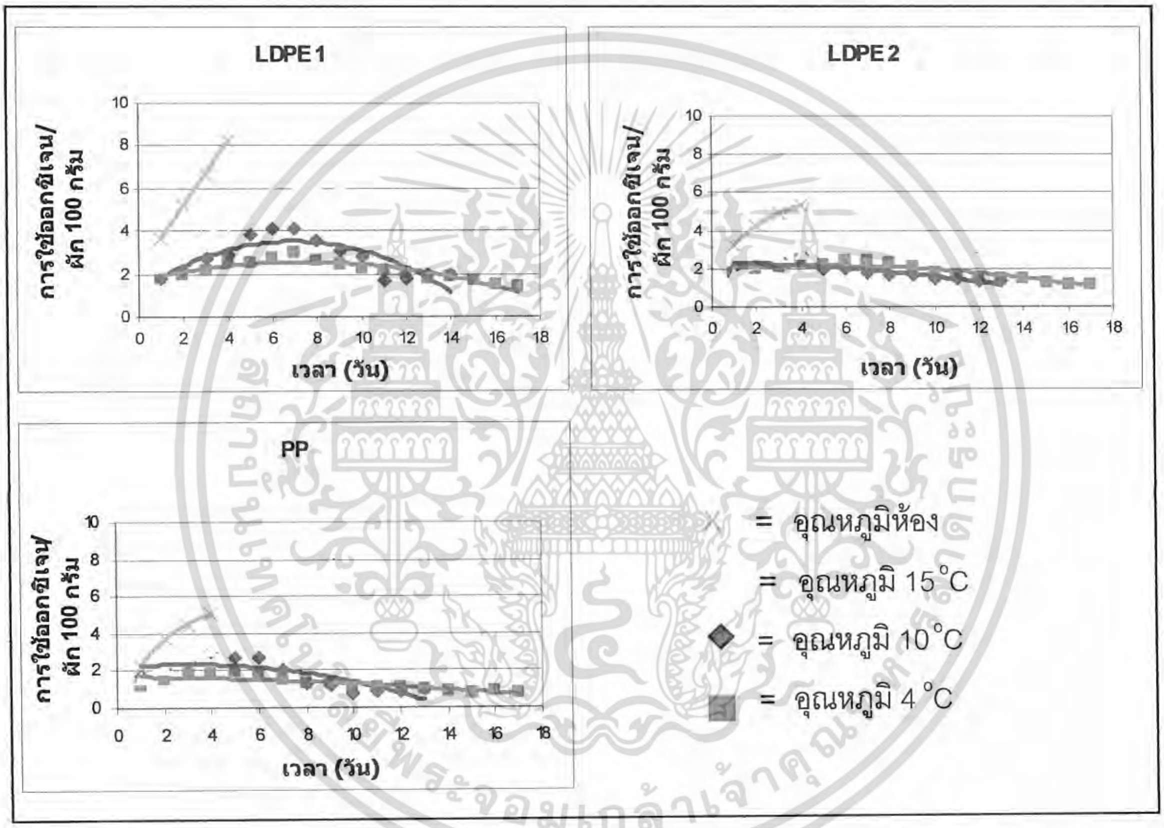
จากภาพที่ 4.6 พบว่าที่อุณหภูมิ 10 °C,15 °C และอุณหภูมิห้อง ผักคะน้าที่อยู่ในถุง LDPE1จะมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปสูงกว่าผักที่อยู่ในถุง LDPE 2 และถุง PP ซึ่งมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปพอๆ กัน ยกตัวอย่างเช่นที่อุณหภูมิ15 °C ถุง LDPE 1 จะมีอัตราการใช้ออกซิเจนเท่ากับ 0.521 ส่วน LDPE 2 และถุง PP มีอัตราการใช้ออกซิเจนไปเท่ากับ 0.096 และ 0.150 ตามลำดับ สำหรับที่อุณหภูมิ 4°C อัตราการใช้ออกซิเจนของผักคะน้าในถุงทั้ง3 ชนิด ไม่แตกต่างกันมากนัก คือมีอัตราการใช้ออกซิเจนไปอย่างช้าๆ ตั้งแต่เริ่มต้นเก็บรักษาไปจนสิ้นสุดระยะเวลาในการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงผลของชนิดพลาสติกที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.7 เป็นกราฟที่ได้จากการนำผลการทดลองไปหาอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของผัก / น้ำหนักผัก 100 กรัม กับเวลา ที่ถุงพลาสติกชนิดเดียวกันแต่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างกัน จะสังเกตเห็นว่าที่อุณหภูมิห้องผักคะน้าที่ถูกเก็บไว้ในถุงทั้ง 3 ชนิด จะมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปอย่างรวดเร็ว กราฟมีความชันมากและสั้น เนื่องจากผักมีการเสื่อมเสียไปอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอื่นๆ และที่อุณหภูมิ 4°C ผักที่ถูกเก็บในถุงทั้งสามชนิดจะมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปอย่างช้าๆ กราฟมีความชันน้อยและมีระยะเวลาในการเก็บรักษานานที่สุดรองลงมาคือ ที่อุณหภูมิ 10°C,15°C และอุณหภูมิห้องมีระยะเวลาในการเก็บรักษาผักสั้นที่สุด



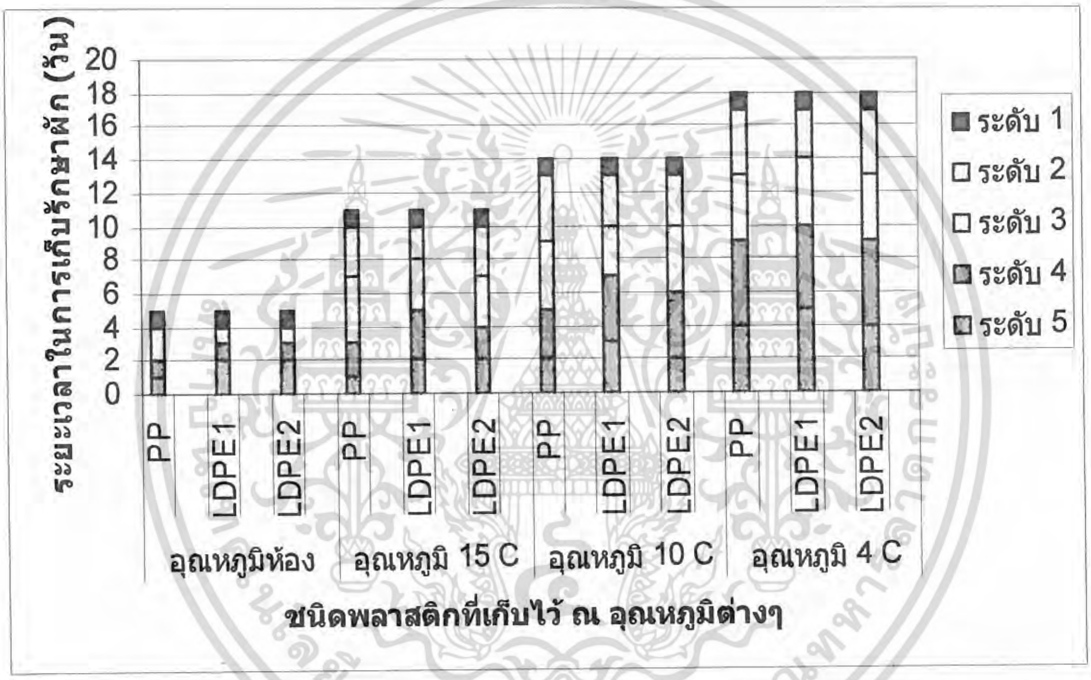
ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21057

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

จากภาพที่ 4.8 กราฟแสดงการให้คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านสีและความสดของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกงที่ระดับคะแนนต่างๆ พบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันถุง LDPE1จะสามารถเก็บรักษาผักคะน้าได้ดีกว่าถุงอีก 2 ชนิด เพราะผักจะมีสีเขียวสดนานกว่า ดูได้จากความกว้างของกราฟในช่วงระดับคะแนน 5 และ 4 ที่มีความกว้างมากกว่าถุง LDPE และถุง PP ในแต่ละอุณหภูมิ และที่อุณหภูมิ 4 °C ผักจะสามารถเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 18 วัน รองลงมาคืออุณหภูมิ 10 °C เก็บได้นาน 14 วัน , อุณหภูมิ 15 °C เก็บได้นาน 11 วัน ส่วนที่อุณหภูมิห้องผักจะเก็บได้นานเพียง 5 วัน

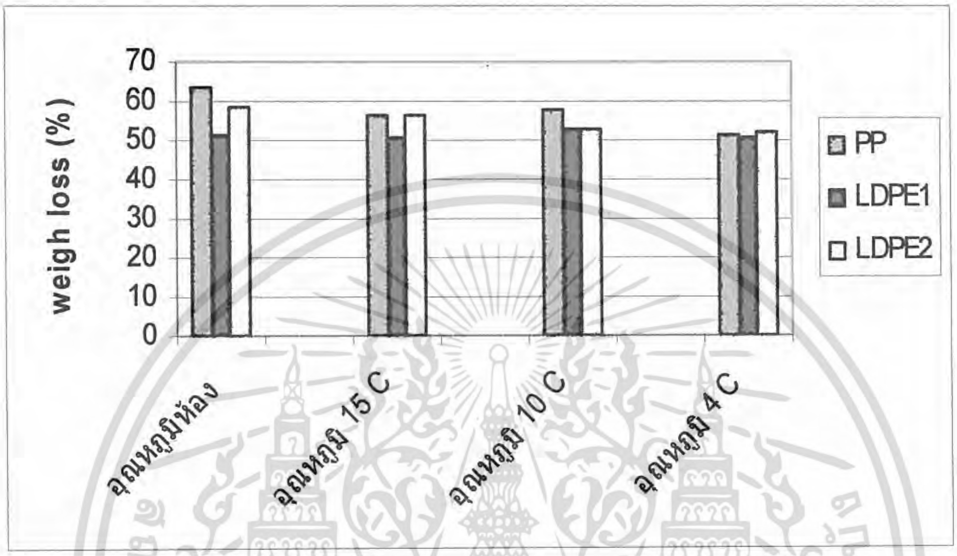


ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงการให้คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านสีและความสดของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกงที่ระดับคะแนนต่างๆ

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

จากภาพที่ 4.9 จะเห็นว่าผักคะน้าที่บรรจุในถุง LDPE 1 จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุดในทุกอุณหภูมิ ส่วนผักคะน้าที่บรรจุในถุง LDPE 2 และถุง PP จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักพอๆ กัน ในแต่ละอุณหภูมิ และที่อุณหภูมิ 4 °C ทั้งถุง LDPE 1, ถุง LDPE 2 และถุง PP มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่ต่างกันมากนัก



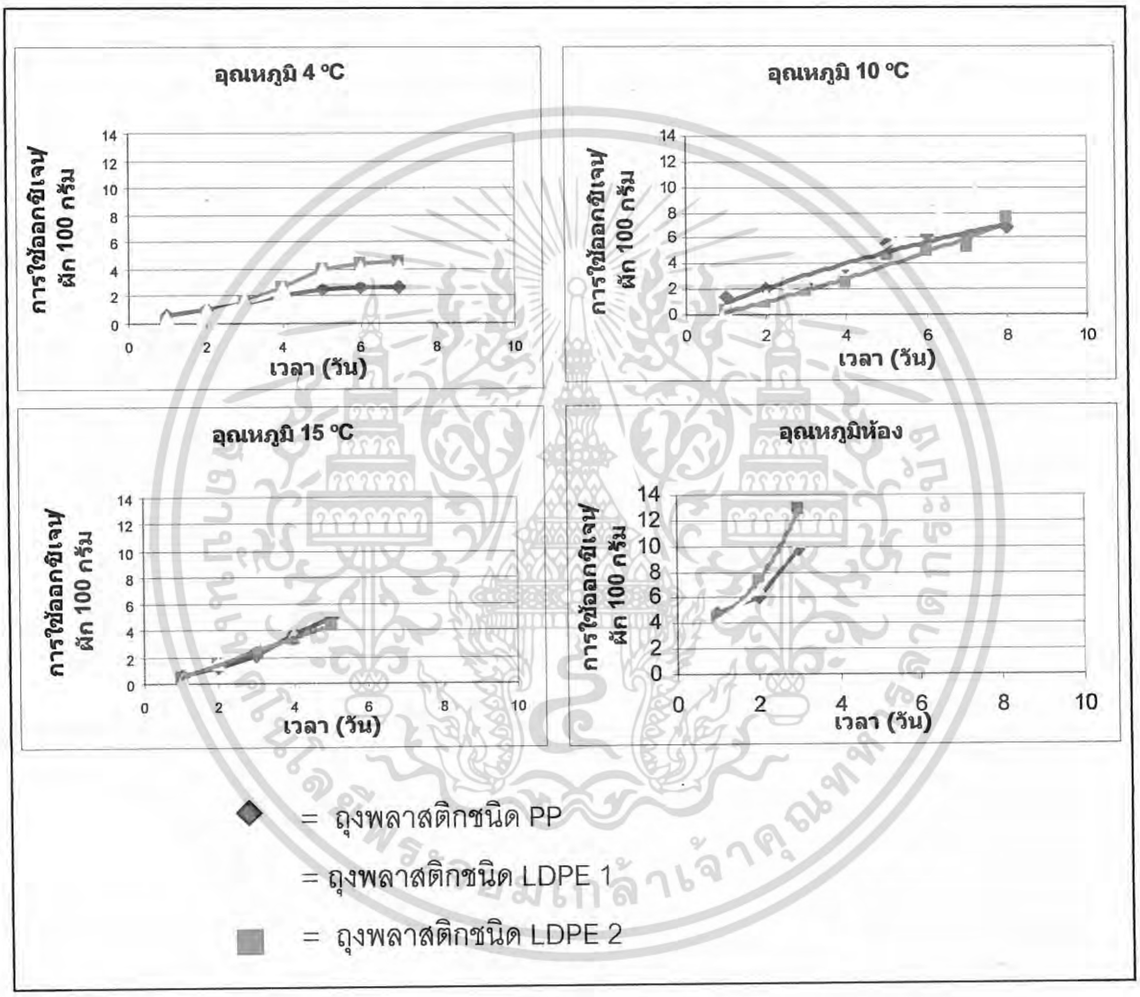
ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองของผักโหระพา

4.4.1 อัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักโหระพา

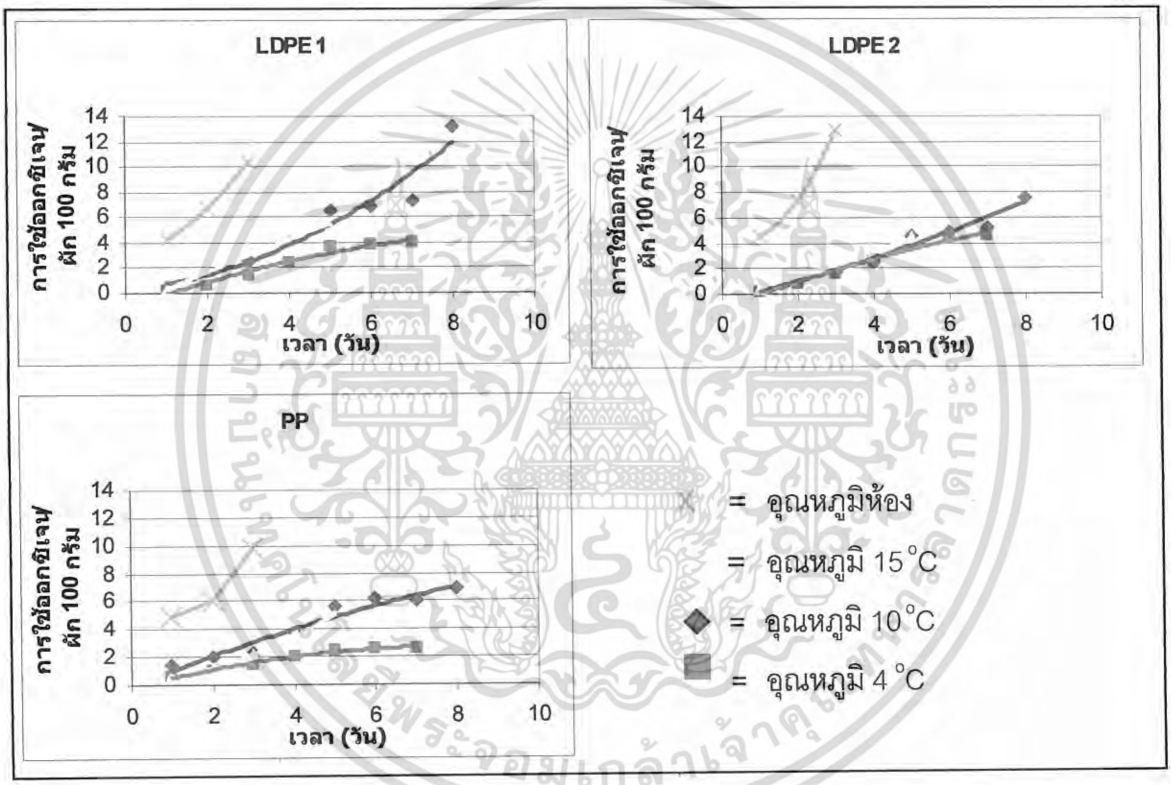
จากภาพที่ 4.10 พบว่าอุณหภูมิ 4°C ,10 °C,15 °C และอุณหภูมิห้อง ผักโหระพาที่บรรจุอยู่ในถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิด คือ LDPE 1, LDPE 2 และ PP จะมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปพอๆ กัน ไม่ต่างกันมากนัก ดูได้จากความชันในแต่ละกราฟ ยกตัวอย่างเช่นที่อุณหภูมิ15 °C ถุง LDPE 1, ถุง LDPE 2 และถุง PP จะมีอัตราการใช้ออกซิเจนเท่ากับ 1.289 ,0.963 และ 1.132 ตามลำดับ ทำให้ทราบว่าชนิดของถุงพลาสติกไม่มีผลต่อการเก็บรักษาผักโหระพา



ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงผลของชนิดพลาสติกที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของโหระพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.11 เป็นกราฟที่ได้จากการนำผลการทดลองไปหาอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของผัก / น้ำหนักผัก 100 กรัม กับเวลา ที่ถุงพลาสติกชนิดเดียวกันแต่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างกัน จะสังเกตเห็นว่าที่อุณหภูมิห้องผักโหระพาที่ถูกเก็บไว้ในถุงทั้ง 3 ชนิด จะมีอัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนไปอย่างรวดเร็ว กราฟมีความชันมากและสั้น เนื่องจากผักมีการเสื่อมเสียไปอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับอุณหภูมิอื่นๆ และที่อุณหภูมิ 10 °C ผักที่ถูกเก็บในถุงทั้ง 3 ชนิดจะมีระยะเวลาในการเก็บรักษานานที่สุดรองลงมาคือ ที่อุณหภูมิ 4 °C,15 °C และอุณหภูมิห้องมีระยะเวลาในการเก็บรักษาผักสั้นที่สุด เนื่องจากการเก็บรักษาผักที่อุณหภูมิ 4°C เป็นอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปสำหรับการเก็บรักษาผักโหระพา ทำให้เกิดจุดเล็กๆ สีน้ำตาลขึ้นที่ใบ (Chilling Injury)

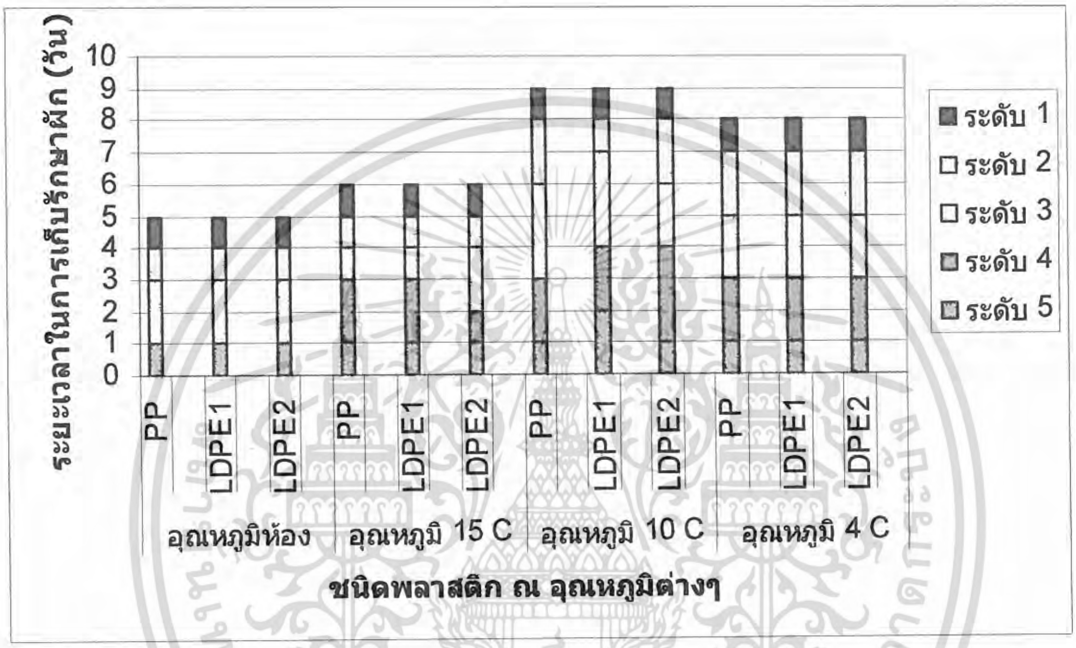


ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักโหระพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักโหระพา

จากภาพที่ 4.12 พบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันถุงทั้ง 3 ชนิด สามารถเก็บรักษาผักได้ใกล้เคียงกัน ดูได้จากความกว้างของกราฟในช่วงระดับคะแนนต่างๆ ที่มีความกว้างไม่ต่างกันมากนักในแต่ละอุณหภูมิ และที่อุณหภูมิ 10 °C ผักจะสามารถเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 9 วัน รองลงมาคืออุณหภูมิ 4 °C เก็บได้นาน 8 วัน , อุณหภูมิ 15 °C เก็บได้นาน 6 วัน ส่วนที่อุณหภูมิห้องผักโหระพาจะเก็บได้นานเพียง 5 วัน

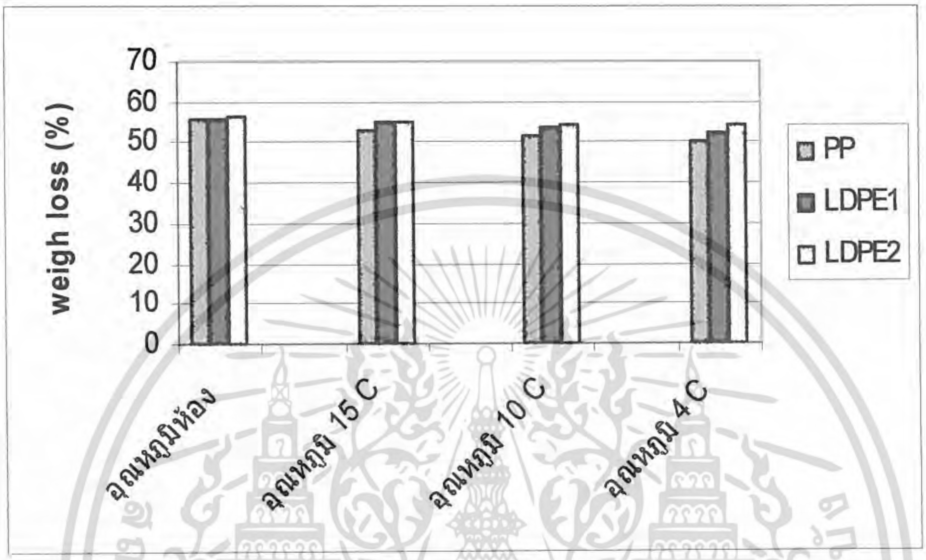


ภาพที่ 4.12 การให้คะแนนการยอมรับโดยรวมด้านสีและความสดของผักโหระพา ที่ระดับคะแนนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 การสูญเสียน้ำหนักของผักโหระพา

จากภาพที่ 4.13 จะเห็นว่าที่อุณหภูมิห้อง ผักโหระพาที่บรรจุในถุงทั้ง 3 ชนิด คือ LDPE1 LDPE 2 และ PP มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกันใน ส่วนที่อุณหภูมิ15°C ,10 °C และ 4 °C ผักโหระพาที่บรรจุในถุง PP จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าผักโหระพาที่บรรจุในถุงชนิดอื่น



ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียน้ำหนักของผักโหระพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. อุณหภูมิที่มีต่อผัก

อุณหภูมิในการเก็บรักษา ต้องมีความเหมาะสมต่อผักแต่ละชนิด โดยที่อุณหภูมิ 4^{0}C จะเหมาะสมต่อการเก็บรักษา ผักกาดและผักคะน้ามากที่สุด เพราะมีอัตราการใช้ออกซิเจนและการเปลี่ยนแปลงทางด้านสี ความสดของผักไปอย่างช้าๆ ทำให้เก็บรักษาผักได้นาน รวมทั้งเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผักมีค่าต่ำที่สุด โดยผักกาดจะสามารถเก็บได้นานที่สุด คือ 24 วัน และผักคะน้าเก็บได้นานที่สุด 18 วัน สำหรับผักเหระพาซึ่งเป็นผักใบเล็กและช้ำง่ายจะเหมาะกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10^{0}C มากกว่า เพราะการเก็บรักษาผักที่อุณหภูมิ 4^{0}C เป็นอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปสำหรับการเก็บรักษาผักโหระพา โดยจะเก็บได้นานที่สุด 9 วัน ที่อุณหภูมิ 10^{0}C

2. ชนิดพลาสติกที่มีต่อผัก

ชนิดถุงพลาสติกจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน โดยถุงที่มีการซึมผ่านของก๊าซได้ดี คือ ถุง LDPE 1 จะเหมาะสมต่อการเก็บรักษาผักทั้ง 3 ชนิดมากที่สุด ดูได้จากกราฟแสดงผลของชนิดพลาสติกที่มีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจน ยกตัวอย่างของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว ที่อุณหภูมิ15 ^{0}C อัตราการใช้ออกซิเจนของผักกาดในถุง LDPE 1, LDPE 2 และถุง PP จะมีค่าเท่ากับ 1.770 ,1.021 และ 1.231 ตามลำดับ เห็นได้ว่า ถุงที่ยอมให้ก๊าซซึมผ่านได้ดีจะเกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนในอัตราที่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อการหายใจของผัก และทำให้ผักมีความสดอยู่ได้นาน ดังนั้นถุงพลาสติกชนิด LDPE 1 จะเหมาะสมต่อการเก็บรักษามากที่สุด

3. ปริมาณการใช้ออกซิเจนของผัก

ผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว ผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง และผักโหระพา ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีอัตราการหายใจสูงขึ้นในระยะแรก และจะลดลงเรื่อยๆ จนมีอัตราการหายใจคงที่หรือจนกว่าจะเกิดการเสื่อมเสีย ยกตัวอย่างเช่น ผักกาดที่เก็บในอุณหภูมิ10 ^{0}C อัตราการใช้ออกซิเจนในช่วง 3 วันแรก จะมีค่าเท่ากับ 1.2 เมื่อเก็บต่ออีก 3 วันอัตราการใช้ออกซิเจนลงลงเหลือ 0.8 และอัตราการใช้ออกซิเจนของผักจะลดลงเรื่อยๆ จนมีค่าเท่ากับ 0.6 ผักกาดจะมีการเสื่อมเสียอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร.2532.การปรับปรุงคุณภาพพืชผัก.โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.กรุงเทพฯ.35 น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.396หน้า

ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.248 หน้า

สมชาย กล้าหาญ. 2546. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวของผัก. ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 176 หน้า

สายชล เกตุษา.สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ. 364 หน้า

F.A.Paine and H.Y.Paine.1992 . A HAND BOOK OF FOOD PACKAGING. Institute of Packaging.497pp.

M.L.Rooney.1995.ACTIVE FOOD PACKAGING.260pp.

R.T. Parry.1993 . Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods.305pp.

Wilmer A.Jenkins & James P.Harringtion.1991.PACKAGING FOOD WITH PLASTICS. 315p.

William E.Brown.1992.Plastic in Food Packaging.539 pp.

Zagory.D.and Kader.A.A.1988.Modified Atmospheres Packaging 0f Fresh Produce.Food Technol.42(9) :70-77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

อัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนของผักต่อน้ำหนักผัก 100 กรัม

การเก็บรักษาผักในการทดลองนี้เป็นการเก็บรักษาผักภายใต้บรรยากาศที่อัตราส่วนผสมของก๊าซชนิดต่างๆ จะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาของการเก็บรักษา (Modified Atmosphere) ซึ่งในการทดลองนี้ได้เน้นถึงการศึกษาเพียงก๊าซออกซิเจน

ปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ในถุงผักเริ่มต้นมีผลต่อการหายใจของผัก ยิ่งถ้าถุงสามารถยอมให้ก๊าซซึมผ่านได้ดี จะทำให้ผักที่อยู่ในถุงมีอากาศใช้ในการหายใจมากขึ้น ส่งผลให้ผักที่เก็บรักษามีลักษณะทางกายภาพที่ดี

การเตรียมตัวอย่าง

ทำการวัดปริมาณออกซิเจนในถุงพลาสติก ปิดสนิทที่บรรจุผักอยู่ทุกวัน ซึ่งจะได้ค่าออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วนำค่าไปคำนวณหาอัตราการใช้ออกซิเจนของผักต่อน้ำหนักผักร่วมกัน

การคำนวณ

การหาอัตราการใช้ออกซิเจน / ผัก 100 กรัมได้จาก

$$\frac{\text{ปริมาณ } O_2 \text{ ที่มีอยู่ในถุงเริ่มต้น} - \text{ปริมาณ} O_2 \text{ ที่เหลือในถุงวันถัดไป}}{\text{น้ำหนักผัก}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผัก

จากการทดลองมีเกณฑ์ในการให้คะแนนผักตามลักษณะทางกายภาพทุกวัน แบ่งออกเป็น 5 ระดับดังต่อไปนี้

1. **<u>ผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว</u>**

เกณฑ์การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว แบ่งออกเป็น 5 ระดับดังภาพต่อไปนี้

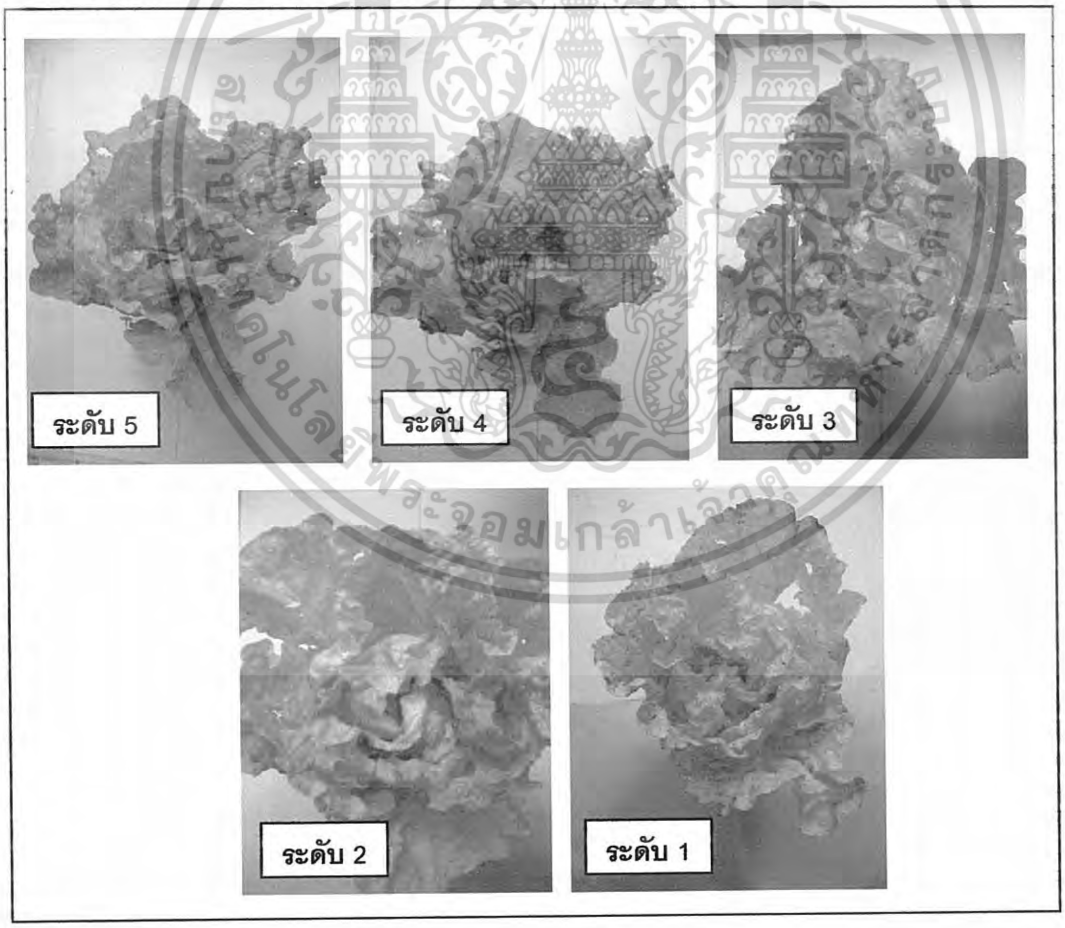
ระดับที่ 5 = ผักมีสีเขียวสดมากที่สุด

ระดับที่ 4 = ผักมีสีเขียวสด

ระดับที่ 3 = ผักเริ่มมีสีเหลืองและเริ่มเหี่ยว

ระดับที่ 2 = ผักมีสีเหลืองมากกว่าครึ่งหนึ่งและเหี่ยว

ระดับที่ 1 = ผักมีสีเหลืองเกือบทั้งต้นและเหี่ยวมากที่สุด



ภาพที่ ข.1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **<u>ผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง</u>**

เกณฑ์การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง แบ่งออกเป็น 5 ระดับดังภาพต่อไปนี้

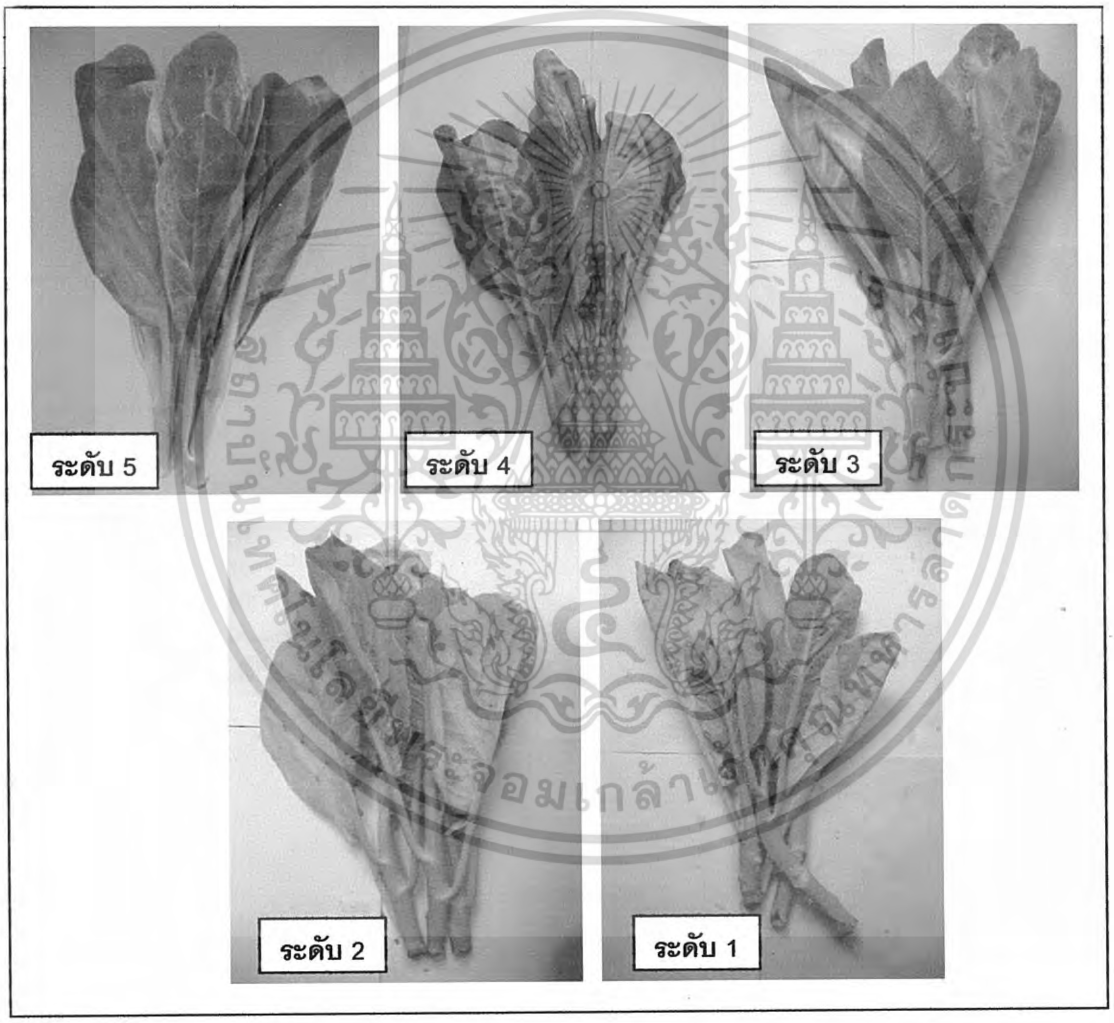
ระดับที่ 5 = ผักมีสีเขียวสดมากที่สุด

ระดับที่ 4 = ผักมีสีเขียวสด

ระดับที่ 3 = ผักเริ่มมีสีเหลืองและเริ่มเหี่ยว

ระดับที่ 2 = ผักมีสีเหลืองมากกว่าครึ่งหนึ่งและเหี่ยว

ระดับที่ 1 = ผักมีสีเหลืองเกือบทั้งต้นและเหี่ยวมากที่สุด



ภาพที่ ข.2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **ผักโหระพา**

เกณฑ์การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักโหระพาแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังภาพต่อไปนี้

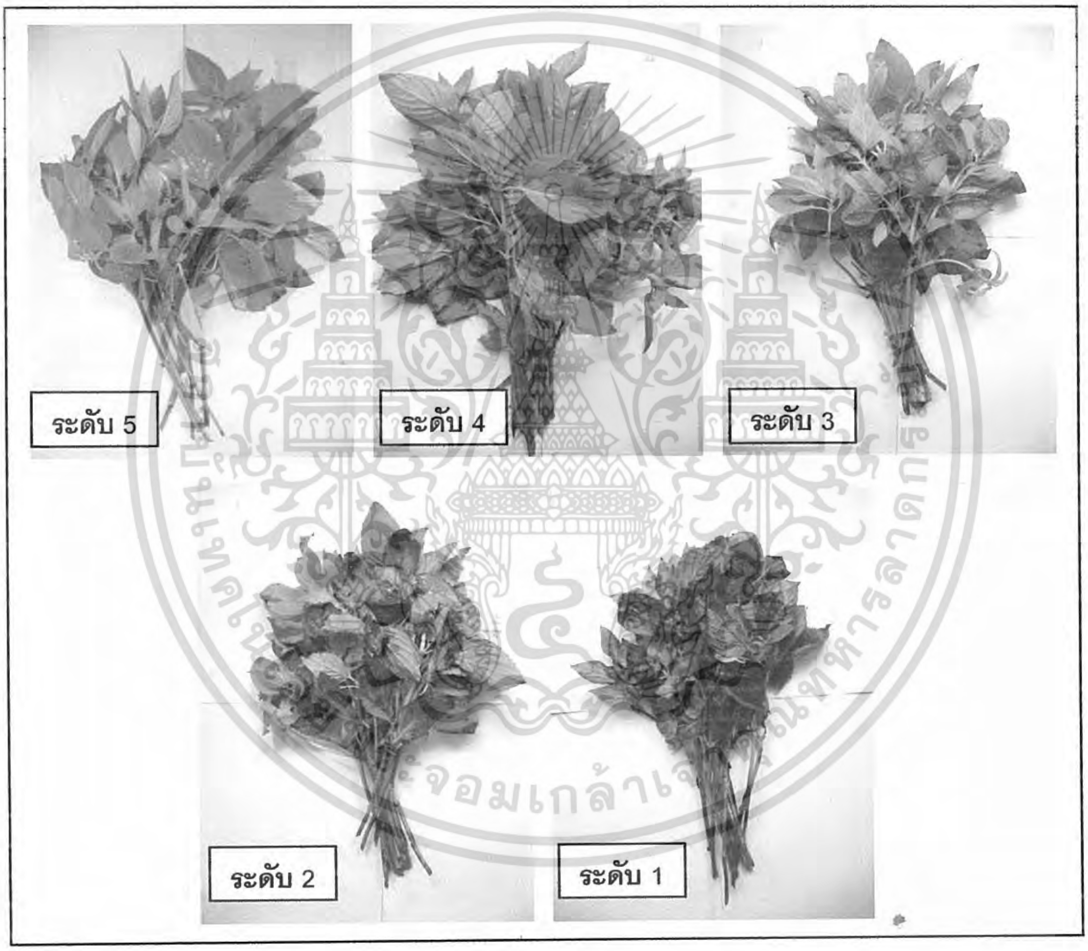
ระดับ 5 = ใบของโหระพามีสีเขียวสดมากที่สุด

ระดับ 4 = ใบของโหระพามีสีเขียวสด

ระดับ 3 = ใบของโหระพาเริ่มมีสีดำและเริ่มเหี่ยว

ระดับ 2 = ใบของโหระพามีสีดำมากกว่าครึ่งหนึ่งและเหี่ยว

ระดับ 1 = ใบของโหระพามีสีดำเกือบทั้งหมดและเริ่มเน่า



ภาพที่ ข.3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีและความสดของผักโหระพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

เป็นการคำนวณหาปริมาณน้ำหนักที่สูญเสียไปในช่วงการเก็บรักษาผัก ซึ่งหากมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียต่ำ จะทำให้ปริมาณผลิตภัณฑ์ลดลงไม่มาก ผลิตภัณฑ์ยังคงลักษณะที่ดี การเหี่ยวและลักษณะทางกายภาพไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

ชั่งน้ำหนักผักเริ่มต้นในวันแรกที่ทำการทดลอง และน้ำหนักสุดท้าย คือน้ำหนักที่หักส่วนที่เน่าหรือเหลืองทิ้งไปแล้ว

<u>การคำนวณ</u>

การคำนวณการสูญเสียน้ำหนักโดยทั่วไปจะคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์จากสมการ

$$\%\text{ การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

1. ข้อมูลปริมาณการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนเป็นเปอร์เซ็นต์

<u>ตารางที่ 1</u> แสดงปริมาณการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนเป็นเปอร์เซ็นต์

จำนวนวันที่ทดลอง	ปริมาณการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (%)																	
	อุณหภูมิ 4 °C									อุณหภูมิ 10 °C								
	PP			LDPE 1			LDPE 2			PP			LDPE 1			LDPE 2		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3.6	3.9	3.75	6.2	3	4.6	5.7	4.3	5	3.3	3.7	3.5	5.98	5.8	5.89	7.4	5.2	6.3
11	7.8	7.3	7.55	12.2	7.5	9.85	11.7	8.9	10.3	6.3	7.1	6.7	12.7	11.8	12.3	12.2	10	11.1
12	11.6	10.2	10.9	14.7	8.1	11.4	12.6	9.8	11.2	6.7	7.7	7.2	13.3	12.6	13	12.9	10.7	11.8
15	12.4	11.8	12.1	17	11.3	14.2	14.6	12.8	13.7	9.8	9.1	9.45	15.3	15.3	15.3	12.5	15	13.7
22	14	13.5	13.8	17.4	13	15.2	15.9	14	15	10.5	11.9	11.2	16.4	16.7	16.6	16	14.6	15.3
26	15.1	14.2	14.7	17.4	14.2	15.8	16.6	14.9	15.8	11.6	13.1	12.4	16.7	17.2	17	16.5	15.5	16

<u>ตารางที่ 1</u> แสดงปริมาณการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนเป็นเปอร์เซ็นต์ (ต่อ)

จำนวนวันที่ทดลอง	ปริมาณการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน (%)																	
	อุณหภูมิ 15 °C									อุณหภูมิห้อง								
	PP			LDPE 1			LDPE 2			PP			LDPE 1			LDPE 2		
	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3.7	3.6	3.65	7.8	6.1	6.95	4.5	5	4.75	6.4	6	6.2	11.9	10.3	11.1	7.8	8.8	8.3
11	7.4	7.9	7.65	14.1	11.2	12.7	9.7	10.3	10	11.5	11.4	11.5	16.6	15.5	16.1	14.5	15	14.8
12	7.9	8.5	8.2	14.7	11.9	13.3	10.2	10.9	10.6	12.2	11.9	12.1	16.8	15.7	16.3	14.9	15.3	15.1
15	10.4	11.2	10.8	14.7	14.3	14.5	13.5	14.1	13.8	14.6	14.4	14.5	16.9	16.6	16.8	16.5	16.8	16.7
22	12	12.7	12.4	17.3	15.5	16.4	15.1	15.5	15.3	15.8	15.9	15.9	17.3	17.2	17.3	17.1	17.2	17.2
26	13	13.8	13.4	17.3	16	16.7	15.9	16.2	16.1	16.4	16.3	16.4	17.4	17.3	17.4	17.3	17.3	17.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้

2.1 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนทีวัดได้ของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

T °c	ชนิดพลาสติก	นน.ผัก / วันที่	เปอร์เซ็นต์ของก๊าซออกซิเจนที่วัดได้															
			22-พย.	23-พย.	24-พย.	25-พย.	26-พย.	27-พย.	28-พย.	1-ธ.ค.	2-ธ.ค.	6-ธ.ค.	7-ธ.ค.	8-ธ.ค.	9-ธ.ค.	12-ธ.ค.	13-ธ.ค.	14-ธ.ค.
4	PP	65.08	17.30	16.60	15.30	15.10	15.20	15.30	15.20	15.20	15.30	16.40	16.80	16.90	17.00	17.10	17.20	17.10
		64.34	17.30	16.80	15.10	15.20	15.50	15.60	15.80	15.50	15.50	15.80	15.90	16.10	16.00	15.90	16.40	17.00
10		74.58	17.30	16.50	14.50	14.40	14.00	13.70	13.00	12.50	12.20	11.30	11.20	11.20	11.20	—		
		72.35	17.30	16.50	14.70	14.20	13.80	13.50	12.90	12.70	12.40	12.80	13.90	15.00	15.40			
15		54.55	17.30	16.30	15.40	14.70	12.50	12.10	11.70	11.40								
		52.82	17.30	17.00	16.40	16.10	15.10	14.70	14.60	14.50	—							
ห้อง		84.82	17.30	14.40	10.30	9.80	—											
		125.86	17.30	10.60	10.90	5.20	—											
4	LDPE 1	111.48	17.30	15.50	14.60	14.10	13.60	12.70	12.00	11.40	11.50	11.40	11.60	11.70	11.90	12.00	12.30	12.40
		125.64	17.30	15.20	14.30	13.40	12.60	12.00	11.60	10.30	10.80	11.10	10.70	10.80	10.80	10.90	12.30	14.20
10		98.60	17.30	14.40	14.70	11.80	9.40	8.40	8.00	7.20	6.30	4.40	3.60	3.40	3.10	—		
		98.63	17.30	15.10	13.60	12.60	10.10	9.20	8.30	7.40	6.50	4.90	4.50	4.10	4.70	—		
15		96.36	17.30	15.50	13.60	11.70	6.50	5.80	5.30	6.70	—							
		97.60	17.30	14.20	12.30	10.60	6.60	5.70	5.10	4.90	—							
ห้อง		75.74	17.30	12.40	12.40	8.10	—											
		77.91	17.30	12.80	10.60	9.20	—											
4	LDPE 2	87.04	17.3	16.40	16.20	15.70	15.10	15.00	14.70	14.60	14.50	14.30	14.20	14.30	14.90	13.90	13.90	13.90
		87.71	17.30	16.00	15.70	15.00	14.50	14.60	14.80	15.00	15.00	16.10	15.90	16.20	16.20	16.40	16.20	16.10
10		71.14	17.30	15.70	14.80	14.30	14.60	15.00	14.50	13.20	13.10	14.00	14.00	13.80	14.00	—		
		81.93	17.30	16.10	15.30	14.80	13.70	13.40	12.90	12.60	12.00	11.9	11.9	12.3	12.6	—		
15		66.80	17.30	14.40	12.90	12.20	10.80	10.10	10.20	11.00	—							
		90.09	17.30	15.20	14.30	13.40	12.40	11.80	12.00	12.80	—							
ห้อง		68.07	17.30	13.70	12.40	11.80	—											
		59.62	17.30	14.10	13.20	12.30	—											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว (ต่อ)

T °c	ชนิดพลาสติก	นน.ผัก / วันที่	เปอร์เซ็นต์ของก๊าซออกซิเจนที่วัดได้							
			15-ธ.ค.	16-ธ.ค.	19-ธ.ค.	20-ธ.ค.	21-ธ.ค.	22-ธ.ค.	23-ธ.ค.	26-ธ.ค.
4	PP	65.08	17.10	16.50	16.80	17.00	17.10	16.80	16.80	16.80
		64.34	17.10	16.80	17.20	16.90	17.20	16.50	16.90	16.80
10		74.58	—							
		72.35	—							
4	LDPE 1	111.48	12.60	12.60	11.10	13.40	13.30	12.90	12.90	13.10
		125.64	14.70	15.60	16.80	16.80	17.40	16.60	16.30	16.10
10		98.60	—							
		98.63	—							
4	LDPE 2	87.04	14.00	13.70	13.80	13.80	14.10	14.00	14.30	14.80
		87.71	16.30	15.60	16.80	16.10	16.50	15.50	15.90	15.80
10		71.14	—							
		81.93	—							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

T °c	ชนิดพลาสติก	นน.ผัก / วันที่	เปอร์เซ็นต์ของก๊าซออกซิเจนที่วัดได้														
			7-พ.ย.	8-พ.ย.	9-พ.ย.	10-พ.ย.	11-พ.ย.	14-พ.ย.	15-พ.ย.	16-พ.ย.	17-พ.ย.	18-พ.ย.	21-พ.ย.	22-พ.ย.	23-พ.ย.	24-พ.ย.	25-พ.ย.
4	PP	105.72	18.10	16.80	16.50	16.20	16.10	16.10	16.20	16.10	16.30	16.20	16.40	16.40	16.60	16.90	16.80
		75.00	18.10	17.00	16.70	16.30	16.50	17.00	17.20	17.20	17.50	17.40	17.60	17.60	17.50	17.70	17.30
10		93.63	18.10	16.40	16.00	15.70	15.30	16.90	17.00	17.00	17.20	17.10	17.40	17.40	17.40	17.30	—
		95.50	18.10	16.50	16.10	15.80	15.30	14.20	14.00	15.30	16.60	16.80	17.30	17.10	17.10	17.10	—
15		122.22	18.10	16.60	16.00	15.50	15.00	14.30	14.50	14.30	14.40	14.40	15.00	—			
		111.97	18.10	15.90	15.20	14.50	14.00	13.70	13.40	14.70	14.30	13.9	14.00	—			
ห้อง		124.65	18.10	15.30	13.70	12.90	12.20	—									
		113.30	18.10	15.50	13.50	12.90	12.00	—									
4	LDPE 1	69.25	18.10	16.80	16.50	16.40	16.20	15.60	15.60	15.80	16.00	16.00	16.00	16.30	16.20	16.20	16.20
		120.94	18.10	16.50	16.40	16.30	16.00	16.30	16.10	16.30	16.40	16.20	16.40	16.50	16.50	16.80	16.70
10		111.60	18.10	15.90	15.20	14.50	14.20	13.10	12.70	12.50	13.40	14.20	14.50	15.90	15.80	16.00	—
		107.04	18.10	16.50	16.30	15.80	15.60	14.70	14.40	14.60	15.00	15.30	15.60	16.60	16.60	16.00	—
15		115.50	18.10	15.30	14.70	14.20	13.90	11.70	11.10	10.90	10.50	10.40	10.60	—			
		112.22	18.10	15.50	14.50	14.00	13.60	12.00	11.70	12.00	11.60	11.70	11.90	—			
ห้อง		82.41	18.10	15.20	13.90	12.80	11.60	—									
		95.26	18.10	14.50	13.00	11.50	9.90	—									
4	LDPE 2	116.55	18.10	16.20	15.90	15.70	15.50	15.30	15.60	16.30	16.70	16.80	17.20	17.10	17.20	17.30	16.80
		86.11	18.10	16.50	16.30	16.20	16.00	16.40	16.30	16.60	16.50	16.50	16.60	16.70	16.80	16.90	16.60
10		78.94	18.10	16.30	16.20	15.90	15.80	16.90	16.80	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.10	17.00	—
		126.00	18.10	16.00	15.60	15.20	15.00	15.10	15.20	15.30	15.60	15.70	16.30	16.30	16.40	16.50	—
15		97.05	18.10	16.50	15.80	15.50	15.10	15.70	15.40	16.60	16.30	16.10	16.20	—			
		122.67	18.10	16.10	15.40	15.20	15.10	15.70	15.40	15.20	15.00	15.70	16.40	—			
ห้อง		84.25	18.10	15.20	14.50	14.20	13.80	—									
		122.50	18.10	14.30	12.90	11.80	11.40	—									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ของผักโหระพา

ตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ของผักโหระพา

T °c	ชนิดพลาสติก	นน.ผัก / วันที่	เปอร์เซ็นต์ของก๊าซออกซิเจนที่วัดได้								
			30-ม.ค.	31-ม.ค.	1-ก.พ.	2-ก.พ.	3-ก.พ.	6-ก.พ.	7-ก.พ.	8-ก.พ.	14 ก.พ
4	PP	102.20	17.20	16.60	16.10	15.70	15.10	14.70	14.50	14.50	—
10		95.09	17.20	15.70	15.20	14.90	13.60	11.50	11.00	11.00	10.50
		104.61	17.20	15.90	15.30	14.90	13.40	11.60	11.10	11.40	10.10
15		101.50	17.20	16.70	15.90	14.40	12.70	10.30	—		
		100.21	17.20	16.60	16.10	15.60	14.20	14.10	—		
ห้อง		100.13	17.20	12.70	11.40	7.20					
		100.36	17.20	11.90	10.90	7.60					
4	LDPE 1	104.29	17.20	17.00	16.50	15.70	14.70	13.40	13.20	13.10	—
10		100.13	17.20	16.70	15.70	14.70	13.20	10.60	10.40	9.80	4.00
15		101.64	17.20	16.90	15.60	13.70	13.30	11.50	—		
ห้อง		104.25	17.20	12.80	10.20	6.40	—				
4	LDPE 2	100.24	17.20	17.00	16.30	15.30	14.20	12.50	12.00	11.70	—
		101.39	17.20	17.00	16.50	15.90	15.00	13.90	13.60	13.60	—
10		105.00	17.20	16.90	16.30	15.40	14.80	12.40	12.20	12.10	11.20
		101.32	17.20	16.90	16.20	15.30	14.50	12.50	12.00	11.50	7.70
15		100.13	17.20	16.70	15.30	14.10	13.70	13.70	—		
		100.98	17.20	16.70	16.10	15.20	14.10	11.80	—		
ห้อง		100.40	17.20	12.10	8.70	0.80	—				
		103.77	17.20	13.00	10.70	7.40	—				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ข้อมูลการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสี และความสดของผัก

3.1 ข้อมูลการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสี และความสดของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

ตารางที่ 5 แสดงการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสี และความสดของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

ระดับ	จำนวนวันที่เก็บรักษาผัก (วัน)											
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 15 °C			อุณหภูมิ 10 °C			อุณหภูมิ 4 °C		
	PP	LDPE1	LDPE2	PP	LDPE1	LDPE2	PP	LDPE1	LDPE2	PP	LDPE1	LDPE2
ระดับ 5	1	2	2	1	2	2	2	4	4	5	5	6
ระดับ 4	0	1	0	2	3	2	3	4	3	6	6	6
ระดับ 3	1	0	1	4	3	3	5	3	4	6	7	6
ระดับ 2	2	1	1	3	2	3	4	3	3	6	5	5
ระดับ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
รวม	5	5	5	11	11	11	15	15	15	24	24	24

3.2 ข้อมูลการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสี และความสดของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

ตารางที่ 6 แสดงการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสี และความสดของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

ระดับ	จำนวนวันที่เก็บรักษาผัก (วัน)											
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 15 °C			อุณหภูมิ 10 °C			อุณหภูมิ 4 °C		
	PP	LDPE1	LDPE2	PP	LDPE1	LDPE2	PP	LDPE1	LDPE2	PP	LDPE1	LDPE2
ระดับ 5	1	2	2	1	2	2	2	3	2	4	5	4
ระดับ 4	1	1	1	2	3	2	3	4	4	5	5	5
ระดับ 3	0	0	0	4	3	3	4	3	4	4	4	4
ระดับ 2	2	1	1	3	2	3	4	3	3	4	3	4
ระดับ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
รวม	5	5	5	11	11	11	14	14	14	18	18	18

3.3 ข้อมูลการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสี และความสดของผักโหระพา

ตารางที่ 7 แสดงการให้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสี และความสดของผักโหระพา

ระดับ	จำนวนวันที่เก็บรักษาผัก (วัน)											
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 15 °C			อุณหภูมิ 10 °C			อุณหภูมิ 4 °C		
	PP	LDPE1	LDPE2	PP	LDPE1	LDPE2	PP	LDPE1	LDPE2	PP	LDPE1	LDPE2
ระดับ 5	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
ระดับ 4	0	0	0	2	2	1	2	2	3	2	2	2
ระดับ 3	2	2	2	1	1	2	3	3	2	2	2	2
ระดับ 2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2
ระดับ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
รวม	5	5	5	6	6	6	9	9	9	8	8	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผัก

4.1 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

ตารางที่ 8 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผักกาด พันธุ์ไดโตเกียว

ชนิดพลาสติก	อุณหภูมิ (^{o}C)	น้ำหนักผักวันแรก	น้ำหนักผักวันสุดท้าย	น้ำหนักผักทิ้ง	weigh loss (%)	เฉลี่ย
PP	ห้อง	124.65	59.39	65.26	52.35	
	ห้อง	113.30	30.11	83.19	73.42	**62.89**
	15	122.22	48.53	73.69	60.29	
	15	111.97	55.41	56.56	50.51	**55.40**
	10	93.63	43.75	49.88	53.27	
	10	95.50	44.04	51.46	53.88	**53.58**
	4	105.00	51.39	53.61	51.06	
	4	90.00	37.64	52.36	58.18	**54.62**
LDPE 1	ห้อง	82.41	38.61	43.80	53.15	
	ห้อง	95.26	45.11	50.15	52.65	**52.90**
	15	115.50	56.27	59.23	51.28	
	15	112.22	59.31	52.91	47.15	**49.21**
	10	111.60	62.72	48.88	43.80	
	10	107.04	55.90	51.14	47.78	**45.79**
	4	69.25	38.68	30.57	44.14	
	4	120.94	68.34	52.60	43.49	**43.82**
LDPE 2	ห้อง	84.25	37.27	46.98	55.76	
	ห้อง	122.50	50.41	72.09	58.85	**57.31**
	15	97.05	42.10	54.95	56.62	
	15	122.67	60.63	62.04	50.57	**53.60**
	10	78.94	38.53	40.41	51.19	
	10	126.00	60.41	65.59	52.06	**51.62**
	4	116.55	61.49	55.06	47.24	
	4	86.11	38.51	47.60	55.28	**51.26**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

ตารางที่ 9 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผักคะน้า พันธุ์ฮ่องกง

ชนิดพลาสติก	อุณหภูมิ (^{O}C)	น้ำหนักผักวันแรก	น้ำหนักผักวันสุดท้าย	น้ำหนักผักทิ้ง	weigh loss(%)	เฉลี่ย
PP	ห้อง	84.82	32.74	52.08	61.40	**63.50**
	ห้อง	125.86	43.29	82.57	65.60	
	15	46.78	19.88	20.17	57.50	**56.33**
	15	44.75	20.07	18.03	55.15	
	10	74.58	32.41	43.37	56.54	**57.59**
	10	72.35	29.93	39.87	58.63	
	4	65.08	32.12	28.17	50.65	**51.64**
	4	64.34	30.47	24.97	52.64	
LDPE 1	ห้อง	75.74	36.41	39.33	51.93	**51.10**
	ห้อง	77.91	38.74	39.17	50.28	
	15	96.36	45.11	26.14	53.19	**50.78**
	15	97.60	50.39	26.23	48.37	
	10	98.60	54.28	42.46	44.95	**52.67**
	10	98.63	39.07	56.87	60.39	
	4	111.48	73.82	30.38	33.78	**50.39**
	4	125.64	41.46	81.56	67.00	
LDPE 2	ห้อง	68.07	30.11	37.96	55.77	**58.24**
	ห้อง	59.62	23.42	36.20	60.72	
	15	66.80	22.14	43.10	66.86	**56.22**
	15	90.09	49.03	37.88	45.58	
	10	71.14	30.69	38.34	56.86	**52.82**
	10	81.39	41.68	38.62	48.79	
	4	87.04	39.93	48.26	54.12	**52.40**
	4	87.71	43.27	42.10	50.67	

4.3 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผักโหระพา

ตารางที่ 10 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผักโหระพา

ชนิดพลาสติก	อุณหภูมิ (^{O}C)	น้ำหนักผักวันแรก	น้ำหนักผักวันสุดท้าย	น้ำหนักผักทิ้ง	weigh loss(%)	เฉลี่ย
PP	ห้อง	100.13	43.93	56.20	56.13	**55.46**
	ห้อง	100.36	45.37	54.99	54.79	
	15	101.50	46.96	54.54	53.73	**53.40**
	15	100.21	47.03	53.18	53.07	
	10	95.09	46.14	48.95	51.48	**53.64**
	10	104.61	46.24	58.37	55.80	
	4	102.20	47.76	54.44	53.27	**53.27**
LDPE 1	ห้อง	104.25	46.02	58.23	55.86	**55.86**
	15	101.64	45.97	55.67	54.77	**54.77**
	10	100.13	46.65	53.48	53.41	**53.41**
	4	104.29	49.39	54.90	52.64	**52.64**
LDPE 2	ห้อง	100.40	43.46	56.94	56.71	**56.65**
	ห้อง	103.77	45.06	58.71	56.58	
	15	100.13	49.40	50.73	50.66	**55.01**
	15	100.98	41.04	59.94	59.36	
	10	105.00	57.29	47.71	45.44	**54.46**
	10	101.32	37.00	64.32	63.48	
	4	100.24	46.52	53.72	53.59	**53.67**
	4	101.39	46.89	54.50	53.75	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกัญญรัตน์ สำเร็จ

- เกิดวันที่ 5 กันยายน 2527
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี เมื่อปี พ.ศ.2542
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี เมื่อปี พ.ศ.2545
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จาก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการจัดตั้งคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2549

นางสาวลลิตา บุรีรักษ์

- เกิดวันที่ 16 ตุลาคม 2526
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนผดุงปัญญา จังหวัดตาก เมื่อปี พ.ศ.2542
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนตากพิทยาคม จังหวัดตาก เมื่อปี พ.ศ.2545
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จาก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการจัดตั้งคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้