รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยที่ 3065-3653

****

โครงการวิจัย

คุณภาพด้านโภชนาการของกะหล่ำปลีอินทรีย์

Nutritional Quality of Organic Cabbage

หัวหน้าโครงการวิจัย

รศ.ดร.ดนัย บุณยเกียรติ Assoc. Prof. Dr. Danai Boonyakiat

ได้รับทุนวิจัยสนับสนุนจากมูลนิธิโครงการหลวง

ธันวาคม 2550

คุณภาพด้านโภชนาการของกะหล่ำปลีอินทรีย์

Nutritional Quality of Organic Cabbage

นีรนุช มิ่งเมือง[1] และ ดนัย บุณยเกียรติ[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณสารประกอบฟีนอล และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มากกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แต่มีค่า L* ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแป้ง และอายุการเก็บรักษาสั้นกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ ส่วนการสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณวิตามินซี ค่า chroma ค่า hue angle ปริมาณคลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด อัตราการหายใจ และเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 3 วัน กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีการสูญเสียน้ำหนักสดและมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แต่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่า และอายุการเก็บรักษาสั้นกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ ส่วนปริมาณวิตามินซี ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณ สารประกอบฟีนอลรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

กะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจ และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายน้อยที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 9.85±4.26 มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง และ 1.00±0.00 คะแนน ตามลำดับ แต่มีอายุการเก็บรักษานานกว่ากะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง คือมีค่าเท่ากับ 17.00±1.09 วัน ส่วนกะหล่ำปลีหั่นชิ้น ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักสด และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 1.81±0.59 เปอร์เซ็นต์ และ 10.41±0.33 $\log_{10}$CFU/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ แต่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมสูงกว่า และอายุการเก็บรักษานานกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 8 องศาเซลเซียส คือ มีค่าเท่ากับ 5.90±0.41 เปอร์เซ็นต์ 15.36±1.03 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และ 6.50±0.55 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามปริมาณวิตามินซี ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีค่าไม่แตกต่างกัน

ผลการทดลองพบว่าเมื่อเก็บรักษานาน 0 วัน ปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ละลายได้ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณธาตุ

[1,2] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

ไนโตรเจน และปริมาณธาตุเหล็ก มากกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โบรอน และปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่แตกต่างกัน และเมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน ไม่พบความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารที่วัดได้และปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่วัดได้

Abstract

The study on postharvest quality of organic grown cabbage stored at 0, 4, 8 °C and room temperature. The results showed that after 4 days storage organic grown cabbage higher total phenolic compound and had higher chlorophyll b than conventional grown cabbage. Organic grown cabbage had lower L* value, total soluble solid, reducing sugar, starch and shorter shelf life than conventional grown cabbage, but weight loss, vitamin C content, chroma, hue angle, chlorophyll b, total chlorophyll, respiration rate and percentage losses were not significant difference.

Fresh-cut cabbage was stored at various temperature. The results showed that after 3 days storage fresh–cut organic grown cabbage had higher weight loss and higher total microbial content but lower total soluble solid and shorter shelf life than fresh–cut conventional grown cabbage. However vitamin C, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and total phenolic compound content were not significant difference.

Cabbage stored at 4 °C had lowest respiration rate and percent loss at 9.58±4.26 mg CO_2/kg/hr and 1.00±0.00 percent, respectively. This vegetable had longer shelf life than vegetable stored at 0, 8 °C and room temperature which was 17.00±1.09 days. Fresh–cut cabbage stored at 0°C had the lowest weight loss and total microbial content of 1.81±0.59% and 10.41±0.33 $\log_{10}$CFU/100 g fresh weight, respectively. Vegetable stored at 4°C had higher total soluble solid, total phenolic compound and longer shelf life than those stored at 4 and 8°C which were 5.90±0.41%, 15.36±1.03 mg/100 g fresh weight and 6.50±0.55 days, respectively. However vitamin C content, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll content were not significant difference.

The results showed that after 0 day storage mineral nutrition content and total soluble protein of conventional grown cabbage stored at room temperature had higher nitrogen and iron content than organic grown cabbage. However phosphorus, potassium, calcium and magnesium content were not significant different. But after 4 days storage total nutrition and total soluble protein were not significant different.

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบาญ	ค
บทนำ	1
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	3
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	
การทดลองที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของกะหล่ำปลีอินทรีย์	15
การทดลองที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโปรตีนของกะหล่ำปลีอินทรีย์	39
การทดลองที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของกะหล่ำปลีอินทรีย์หั่นชิ้น	45
สรุปผลการทดลอง	71
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก	79

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

เกษตรอินทรีย์ เป็นระบบการผลิตที่แตกต่างจากเกษตรปกติ โดยเฉพาะการที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ถึงแม้เกษตรอินทรีย์จะเน้นการใช้อินทรียวัตถุและปุ๋ยชีวภาพในการปรับปรุงบำรุงพืชเป็นหลัก แต่การเปลี่ยนรูปของอินทรียวัตถุและปุ๋ยชีวภาพให้อยู่ในรูปของธาตุอาหารที่พร้อมนำมาใช้ประโยชน์นั้นต้องใช้เวลาและอาจมีธาตุอาหารบางชนิดที่มากหรือน้อยเกินความต้องการของพืชได้ รวมถึงการหลีกเลี่ยงใช้สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนต่างๆ ตลอดจนไม่ใช้พืชหรือสัตว์ที่เกิดจากการตัดต่อทางพันธุกรรม จึงทำให้พืชที่ปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์มีการเจริญเติบโตแตกต่างจากพืชที่ปลูกในระบบเกษตรปกติ รวมถึงส่งผลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลที่ได้จากเกษตรอินทรีย์ด้วย (Beharrell and MacFie, 1991) ในปัจจุบันมีการผลิตผักอินทรีย์เป็นจำนวนมาก ซึ่งกะหล่ำปลี (cabbage) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* var. *capitata* Linn. (ดนัย, 2540) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีการปลูกในระบบอินทรีย์มาก ในปัจจุบันมีแนวโน้มความต้องกะหล่ำปลีอินทรีย์ในตลาดเพิ่มขึ้น โครงการหลวงผลิตกะหล่ำปลีอินทรีย์ออกสู่ตลาดมากในอันดับ 1 ใน 5 ของผักอินทรีย์ที่ผลิตออกมาทั้งหมด เพราะเป็นผักที่สามารถนำมาบริโภคในรูปผักสดและนำมาประกอบอาหาร จากข้อมูลสถิติการเกษตร การผลิตและการตลาดผัก ของมูลนิธิโครงการหลวงในช่วง 1 กันยายน 2546 ถึง 26 สิงหาคม 2547 มีผลผลิตกะหล่ำปลีอินทรีย์ 47,418 กิโลกรัม จากผลผลิตผักอินทรีย์ทั้งหมด 197,305 กิโลกรัม และในปีเพาะปลูก 2548 มีผลผลิตกะหล่ำปลีอินทรีย์ 61,794.5 กิโลกรัม คิดเป็นเงินมูลค่า 894,537.17 บาท นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานและฟาร์มอื่นๆ ที่สนับสนุนการผลิตกะหล่ำปลีในระบบอินทรีย์ เช่น มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และบริษัทริเวอร์แควอินเตอร์เนชั่นแนลอุตสาหกรรมอาหารจำกัด (Online, Available http://www.organnnnicthailand.com) ส่วนแหล่งผลิตกะหล่ำปลีที่สำคัญอื่นๆ ในประเทศไทยอยู่แถบเหนือของประเทศ ซึ่งปลูกได้ตลอดทั้งปี ในฤดูหนาวปลูกบนพื้นที่ราบ ส่วนในฤดูร้อนและฤดูฝนปลูกบนพื้นที่สูง เช่น ดอยอินทนนท์ ดอยเต่า และฝาง ซึ่งอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ส่วนแหล่งผลิตอื่น เช่น จังหวัดเชียงราย และจังหวัดน่านก็มีการปลูกเช่นกัน

เนื่องจากปัจจุบันข้อมูลพื้นฐานทางด้านคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกะหล่ำปลีอินทรีย์ยังมีน้อย ดังนั้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวของกะหล่ำปลีอินทรีย์ ซึ่งสามารถนำไปเป็นข้อมูลวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อหาวิธีรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษากะหล่ำปลีอินทรีย์ ซึ่งจะทำให้เป็นที่ยอมรับของตลาดและผู้บริโภคมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวทางด้านกายภาพและเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีที่ปลูกในระบบอินทรีย์ เปรียบเทียบกับคุณภาพของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

ได้ข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อหาวิธีรักษาคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษากะหล่ำปลีอินทรีย์ ซึ่งจะทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น

โครงการหลวง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุพันธุ์พืช

กะหล่ำปลีพันธุ์ RP1 ที่ปลูกในระบบอินทรีย์และที่ปลูกในระบบปกติ จากแหล่งปลูกสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เก็บเกี่ยวในระยะบริบูรณ์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 400-600 กรัมต่อหัว ส่งมาที่งานคัดบรรจุมูลนิธิโครงการหลวง แล้วส่งมายังห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยรถขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ เก็บเกี่ยวจนกระทั่งเริ่มการทดลองประมาณ 10 ชั่วโมง

สถานที่ทำการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของกะหล่ำปลีอินทรีย์

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ มี 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 หัว

ปัจจัยที่ 1 ระบบการผลิตกะหล่ำปลีมี 2 ระบบ คือ กะหล่ำปลีอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามี 4 ระดับ คือ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส)

กะหล่ำปลีพันธุ์ RP1 ที่ปลูกในระบบอินทรีย์และที่ปลูกในระบบปกติ จากแหล่งปลูกสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เก็บเกี่ยวในระยะบริบูรณ์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 400-600 กรัมต่อหัว ส่งมาที่งานคัดบรรจุมูลนิธิโครงการหลวง ผ่านกระบวนการตัดแต่งหัวและห่อหัว แล้วส่งมายังห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยรถขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง ใช้ระยะเวลาตั้งแต่เก็บเกี่ยวจนกระทั่งเริ่มการทดลองประมาณ 10 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) ทันที ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีทุกๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา

การบันทึกผลการทดลอง

1. เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย โดยประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นบนหัวกะหล่ำปลีตามระดับคะแนนดังนี้

ระดับคะแนน 1 หัวมีความสด 81 – 100 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเขียวสด ไม่เหี่ยว หัวไม่เน่า)

ระดับคะแนน 2 หัวมีความสด 61 – 80 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเขียว เริ่มเหี่ยว หัวไม่เน่า)

ระดับคะแนน 3 หัวมีความสด 41– 60 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเขียวเหลือง เหี่ยว หัวเริ่มเน่า)

ระดับคะแนน 4 หัวมีความสด 21– 40 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเหลืองเขียว เหี่ยว หัวเน่า)

ระดับคะแนน 5 หัวมีความสด 0 – 20 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเหลือง เหี่ยวมาก หัวเน่ามาก)

2. การสูญเสียน้ำหนัก

วัดโดยใช้เครื่องชั่งละเอียดแบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น BA 3100 P แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{[\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา}]}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

3. การเปลี่ยนแปลงสี

วัดโดยใช้เครื่อง Chroma meter รุ่น CR–300 โดยวัดบริเวณตรงกลางหัว ค่าที่ได้แสดงเป็นค่า L*, a*, b* แล้วนำมาคำนวณหาค่า chroma และ hue angle จากสมการดังนี้ (McGuire, 1992)

$$\text{Chroma} = (a^* + b^*)^{1/2}$$

$$\text{hue angle} = \text{arctangent}\ (b^*/a^*)$$

4. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid; TSS)

วัดโดยใช้เครื่อง Digital Refractometer รุ่น PR–101 โดยวัดจากน้ำคั้นที่คั้นได้จากกะหล่ำปลี

5. ปริมาณวิตามินซี

วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี โดยวิธี 2, 6-Dichlorophenol-Indophenol Visual Titration (Ranganna, 1986) โดยนำเนื้อกะหล่ำปลีที่ปั่นละเอียดมา 10 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยกรดออกซาลิกความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ให้ครบ 100 มิลลิลิตร นำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ดูดสารละลายที่กรองได้มา 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปไทเทรตกับ 2, 6-ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล 0.04 เปอร์เซ็นต์ จนถึงจุดยุติ (เปลี่ยนเป็นสีชมพูประมาณ 15 วินาที) บันทึกปริมาณ 2, 6-ได

คลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ที่ใช้ไปเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณวิตามินซี โดยเทียบกับปริมาณ 2, 6 - ไดคลอโรฟีนอล อินโดฟีนอล ที่ใช้ไปกับสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

สูตรการคำนวณหาปริมาณวิตามินซี

ปริมาตร Indophenol dye a มิลลิลิตร มี ascorbic acid เท่ากับ 1 มิลลิกรัม (จาก standard)

ปริมาตร Indophenol dye b มิลลิลิตร มี ascorbic acid เท่ากับ (b x1)/a มิลลิกรัม (จากตัวอย่าง) เท่ากับ c มิลลิกรัม

สารละลาย 10 มิลลิลิตร มี ascorbic acid เท่ากับ c มิลลิกรัม

สารละลาย 100 มิลลิลิตร มี ascorbic acid เท่ากับ (100 x c)/10 มิลลิกรัม

เท่ากับ d มิลลิกรัม

ตัวอย่างเนื้อเยื่อ 10 กรัม มี ascorbic acid เท่ากับ d มิลลิกรัม

ตัวอย่างเนื้อเยื่อ 100 กรัม มี ascorbic acid เท่ากับ (100 x d)/10 มิลลิกรัม

เท่ากับ e มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด

6. วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ ตามวิธีของ Witham *et al*., (1971)

สุ่มตัวอย่างกะหล่ำปลีที่หั่นละเอียดมา 3 กรัม บดในโกร่งบดให้มีความละเอียดเท่ากัน ขณะบดเติมสารละลายอะซิโตนความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ลงไปเล็กน้อย เพื่อใช้เป็นตัวสกัดคลอโรฟิลล์ออกจากตัวอย่าง นำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 แล้วปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยสารละลายอะซิโตนที่ใช้ในการสกัดให้ครบ 15 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (optical density, OD) ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectophotrometer รุ่น U2001 โดยใช้สารละลายอะซิโตนความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์เป็น blank บันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ตามสูตร (ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่คำนวณได้มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ = $\frac{[\,12.7\,(OD_{663}) - 2.69\,(OD_{645})]\times V}{1000 \times W}$

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี = $\frac{[\,22.9\,(OD_{645}) - 4.68\,(OD_{663})]\times V}{1000 \times W}$

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด = $\frac{[20.2\,(OD_{645}) + 8.02\,(OD_{663})]\times V}{1000 \times W}$

โดยที่ V คือ ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์

W คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาสกัดคลอโรฟิลล์

OD คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่อง Spectrophotrometer ตามความยาวคลื่นที่กำหนด

7. การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม

วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมโดยดัดแปลงจากวิธีการของ Ketsa and Attantee (1998) และ Singleton and Rossi (1965) ดังภาพ 1 (ทุกขั้นตอนต้องกระทำในสภาพที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 4 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งการทำงานของปฏิกิริยาต่างๆ)

สุ่มชั่งตัวอย่างมา 3 กรัม

↓

เติมสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 12 มิลลิลิตร

บดให้ละเอียดที่อุณหภูมิต่ำ

↓

นำสารสกัดที่ได้ไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงแบบตั้งอุณหภูมิได้

↓ ความเร็วรอบ 9,100 รอบ/นาที

นาน 20 นาที

ดูดส่วนใสมา 2 มิลลิลิตร

↓

เติมสารละลาย Folin – Ciocalteus Reagent ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

จำนวน 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Mixer

↓ ตั้งทิ้งไว้ 8 นาที

เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซ็นต์

จำนวน 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Mixer

↓ ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง

นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร

↓

คำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมที่ได้โดยเปรียบเทียบกับ

กราฟสารละลายมาตรฐาน Gallic acid

มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด

8. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณแป้ง

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณแป้ง โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Hodge and Hofreiter (1962) และ Khalafalla and Palzkill (1990) ดังแสดงในภาพที่ 6

นำตัวอย่างกะหล่ำปลีที่ปั่นละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน มา 10 กรัม (A)
ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

↓

เติมสารละลาย Zinc acetate Solution 5 มิลลิลิตร
เติมสารละลาย Potassium Ferrocyanide Solution 5 มิลลิลิตร

↓ ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที
ปิดจุกและเขย่าเป็นครั้งคราว

กรองเอาเฉพาะส่วนใส โดยใช้กระดาษกรอง Whatman No.4

↓

เติมสารละลายที่เป็นส่วนผสมของ สารละลาย Zinc acetate Solution 1 มิลลิลิตร + สารละลาย Potassium Ferrocyanide Solution 1 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 200 มิลลิลิตร จำนวน 25 มิลลิลิตร

↓ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

↓

กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4

↓

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 250 มิลลิลิตร (B) ส่วนที่เป็นตะกอนติดบนกระดาษกรองนำมาหาปริมาณแป้ง

↓

ดูดสารละลายที่ได้มา 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย Dinitro Salicylic Acid Reagent (DNS - reagent) 4 มิลลิลิตร

↓

ริน HCl 1.5 N (70º C) จำนวน 90 มิลลิลิตร เพื่อล้างตะกอนออกจากกระดาษกรองโดยแบ่งรินเป็น 2 ครั้ง คือ
ครั้งที่ 1 ริน HCl 1.5 N ครึ่งหนึ่ง ล้างตะกอน

ต้มใน water bath (90º C) นาน 30 นาที

↓

ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว

↓

นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น 575 นาโนเมตร

↓

นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปคำนวณตามสูตร การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ออกจากกระดาษกรองใส่ใน flask ครั้งที่ 2 รินจำนวนที่เหลือเพื่อล้างตะกอนอีกครั้ง แล้วเทลง flask เดิม

↓

นำไปต้มใน water bath (70 º C) นาน 1 ชั่วโมง 30 นาที

↓

ทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว

↓

ปรับสภาพให้เป็นด่างโดยเติมสารละลาย NaOH 20 % จำนวน 27 มิลลิลิตร

↓

เติมสารละลายที่เป็นส่วนผสมของ กรด HCl 1.5 N 1 ส่วน + น้ำกลั่น 2 ส่วน จำนวน 10 มิลลิลิตร

↓

เทลงใน flask ใหม่ ขนาด 250 มิลลิลิตร

↓

ล้าง flask เดิม ด้วยสารละลาย Phosphotungstic acid 15 มิลลิลิตร + น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร แล้วเทลงใน flask ใหม่

↓

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 250 มิลลิลิตร (B) เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

↓

นำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1

↓

ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 250 มิลลิลิตร อีกครั้ง

↓

ดูดสารละลายที่ได้มา 1 มิลลิลิตร +
สารละลาย Dinitro Salicylic Acid Reagent (DNS - reagent)
4 มิลลิลิตร

↓

ต้มใน water bath (90º C) นาน 30 นาที

↓

ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว

↓

นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น
575 นาโนเมตร

↓

นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปคำนวณตามสูตร
การหาปริมาณแป้ง

<u>หมายเหตุ:</u> ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี " DNS-method" หลังจากสารละลายเย็นตัวต้องนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงทันที และถ้าค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มากกว่า 0.5 ให้เจือจางตัวอย่างก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง

สูตรในการคำนวณหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และแป้ง

$$\text{ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{K_1B\,(100)(\text{dilution})}{1000A}$$

$$\text{ปริมาณแป้ง (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{K_2V\,(100)(\text{dilution})}{1000A}$$

เมื่อ K_1 = (Slope) I

K2 = (Slope)(0.9) I

Slope = ค่าที่ได้จากกราฟกลูโครสมาตรฐาน

I = ค่าการดูดกลืนแสง

0.9 = ค่าคงที่ในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้ง

B = ปริมาณของเหลวทั้งหมดที่ใช้ (ในส่วนใส)

V = ปริมาณของเหลวที่ปรับให้ครบ (ในส่วนตะกอน)

A = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

Dilution = ระดับการเจือจาง

9. อัตราการหายใจ

วัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนโดยใช้เครื่อง gas chromatography รุ่น GC- 8A ของบริษัท SHIMADZU โดยนำกะหล่ำปลีน้ำหนักประมาณ 1,000 กรัม บรรจุลงในกล่องพลาสติกขนาด 13 x 18.7 x 9.5 เซนติเมตร นำกล่องพลาสติกที่บรรจุกะหล่ำปลีต่อกับชุดแผงควบคุมอัตราการไหลของอากาศ ทดสอบการรั่วของอากาศด้วยน้ำสบู่ ตั้งทิ้งไว้ 8 ชั่วโมง แล้วทำการวัดความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนด้วยเครื่อง Gas chromatography โดยสุ่มตัวอย่างแก๊สมาวัดครั้งละ 1 มิลลิลิตร และทำการวัด 2 ครั้ง/ซ้ำ วัดอัตราการหายใจของกะหล่ำปลีทุกๆ 2 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา แล้วนำมาคำนวณอัตราการหายใจ โดยคำนวณจากสูตร (Smith, 1995)

อัตราการหายใจ (มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง)

$$= \frac{(\%CO_2 - \text{blank}\%CO_2) \text{ X flow rate (ml/min) x } 321750 \text{ mg kg}^{-1} \text{ hr}^{-1}}{\text{weight (g) x (273 + measured flow rate Temp } ^{o}\text{ C)}}$$

10. หลักเกณฑ์การวิเคราะห์อายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลี

กำหนดให้กะหล่ำปลีหมดอายุการเก็บรักษาเมื่อมีลักษณะปรากฏที่ระดับคะแนนเท่ากับหรือมากกว่า 3 คะแนน ซึ่งกะหล่ำปลีมีความสดอยู่ 41– 60 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเขียวเหลือง เหี่ยว หัวเริ่มเน่า)

การทดลองที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมดของกะหล่ำปลีอินทรีย์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 2 กรรมวิธี 3 ซ้ำ คือ กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ

บันทึกผลการทดลอง

1. ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl Method (AOAC, 1998)
2. ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด โดยวิธี wet - digestion - Flames Rhotometric Method (AOAC, 1998)
3. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี wet - digestion - Spectrophotometric Molybdovanadophosphate Method (AOAC, 1998)
4. ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด โดยวิธี wet - digestion - Atomic Absorption Spectrophotometric Metohod (AOAC, 1998)
5. ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด โดยวิธี wet - digestion - Atomic Absorption Spectrophotometric Metohod (AOAC, 1998)
6. ปริมาณเหล็กทั้งหมด โดยวิธี wet - digestion - Atomic Absorption Spectrophotometric Metohod (AOAC, 1998)
7. ปริมาณโบรอนทั้งหมด ตามวิธีการของ Lohse (1982)
8. ปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble protein) โดยวิธี dye binding (Copeland, 1993)

ก. วิธีการสกัดโปรตีนจากกะหล่ำปลี ชั่งกะหล่ำปลีที่สับเป็นชิ้นขนาดเล็กตัวอย่างละ 3 กรัม เติมไนโตรเจนเหลวลงไปในโกร่งที่แช่เย็นค้างคืนไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยบดร่วมกับไนโตรเจนเหลวให้ละเอียด เติม extraction buffer (SDS 1.5 % (W/V) ที่มี 2 - mercaptoethanol 10 % (W/V) และ 0.5 M Tris - HCL buffer pH 7.5) ปริมาตร 6 มิลลิลิตรลงไป แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 3 นาที ปั่นตัวอย่างให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที นาน 20 นาที รินเอาเฉพาะส่วนที่ใสเก็บไว้ในขวดพลาสติกขนาดเล็กแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ศึกษาต่อไป สารสกัดที่ได้จากกะหล่ำปลีเรียกว่า สารสกัดหยาบ

ข. การสร้างกราฟมาตรฐานโปรตีน ปิเปตสารละลายโปรตีนมาตรฐาน (BPS) ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 7.5 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.1 โมลาร์ [phosphate buffer saline (PBS)] ลงในหลอดแต่ละหลอดโดยให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเท่ากับ 300 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติมสารละลาย coomassie brilliant blue G-250 ลงไปหลอดละ 3 มิลลิลิตร ผสมสารให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโปรตีนมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง

ค. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ปิเปตสารละลายตัวอย่าง (สารสกัดหยาบ) ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองแล้วเติมสารละลายโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ พีเอช 7.5 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.1 โมลาร์ [phosphate buffer saline (PBS)] โดยให้ปริมาณรวมในแต่ละหลอดเท่ากับ 300 ไมโครลิตร หลังจากนั้นเติมสารละลาย coomassie brilliant blue G-250 ลงไปหลอดละ 3 มิลลิลิตร ผสมสารละลายให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปอ่านค่าหาปริมาณโปรตีนจากกราฟโปรตีนมาตรฐาน

การทดลองที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ มี 2 ปัจจัย 3 ซ้ำ

ปัจจัยที่ 1 ระบบการผลิตกะหล่ำปลี คือ กะหล่ำปลีที่ปลูกในระบบอินทรีย์ และ กะหล่ำปลีที่ปลูกในระบบปกติ

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา 3 อุณหภูมิ คือ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส

กะหล่ำปลีพันธุ์ RP1 ที่ปลูกในระบบอินทรีย์และที่ปลูกในระบบปกติ จากแหล่งปลูกศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เก็บเกี่ยวในระยะบริบูรณ์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 400-600 กรัมต่อหัว นำกะหล่ำปลีมาหั่นชิ้นให้มีขนาดประมาณ 0.3 x 8 เซนติเมตร หลังจากนั้นสุ่มนำกะหล่ำปลีหั่นชิ้นน้ำหนัก 150 กรัม จุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 100 ppm นาน 10 วินาที เพื่อทำความสะอาด จากนั้นทำให้สะเด็ดน้ำด้วยเครื่องปั่น แล้วนำมาบรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วย แผ่นพลาสติก PVC แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีทุกวัน จนหมดอายุการเก็บรักษา

การบันทึกผลการทดลอง

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. การเกิดสีน้ำตาลที่รอยตัด

ระดับคะแนนที่ 5 คือ เกิดสีน้ำตาลมากที่สุด: สีสนิมเข้มปนน้ำตาล

ระดับคะแนนที่ 4 คือ เกิดสีน้ำตาลมาก: สีสนิมปนน้ำตาล

ระดับคะแนนที่ 3 คือ เกิดสีน้ำตาลปานกลาง: สีน้ำตาลปนเหลือง

ระดับคะแนนที่ 2 คือ เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย: สีเหลืองอ่อน

ระดับคะแนนที่ 1 คือ ไม่เกิดสีน้ำตาล

2. การเกิดกลิ่นผิดปกติ

ระดับคะแนนที่ 2 คือ เกิดกลิ่นผิดปกติ

ระดับคะแนนที่ 1 คือ ไม่เกิดกลิ่นผิดปกติ

3. ความเหนียว

ระดับคะแนนที่ 2 คือ ความเหนียวเพิ่มขึ้น

ระดับคะแนนที่ 1 คือ ความเหนียวคงเดิม

ตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด (total microbial count) ตามวิธีการของ Kiss (1984)

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างกะหล่ำปลีหั่นชิ้นหนัก 50 กรัม มาปั่นด้วยเครื่องปั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปบโตน จำนวน 200 มิลลิลิตรได้สารละลายตัวอย่างกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่มีความเจือจางเป็น $2x10^{-1}$ ใช้ปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วดูดสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วฝาเกลียวที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปบโตนอยู่แล้ว 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น $2x10^{-2}$ ทำการเจือจางตัวอย่างกะหล่ำปลีหั่นชิ้นต่อไปเรื่อยๆ ตามวิธีข้างต้น จนได้สารละลายตัวอย่างกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่มีความเจือจางที่เหมาะสม

การใส่สารละลายตัวอย่างในอาหารเลี้ยงเชื้อและการบ่มเชื้อ

นำปิเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายตัวอย่างกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่มีความเจือจางในระดับต่างๆ ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีการฆ่าเชื้อแล้ว โดยสารละลายตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นทำ 3 ซ้ำ หลังจากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard Method Agar ที่หลอมเหลวอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่างกะหล่ำปลีหั่นชิ้นอยู่ ผสมให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว ปิดผนึกรอบด้วยพาราฟิล์มแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อทิ้งไว้ สำหรับชุดควบคุมใช้สารละลายบัปเฟอร์เปบโตนแทนสารละลายตัวอย่างกะหล่ำปลีหั่นชิ้น นำจานเพาะเชื้อที่เตรียมเสร็จเรียบร้อยแล้วไปบ่มในตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30±1 องศาเซลเซียส นาน 48±3 ชั่วโมง เมื่อบ่มครบตามกำหนดระยะเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อเฉพาะจานที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 25–250 โคโลนี คำนวนหาค่าเฉลี่ย

ของจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อทั้ง 3 ซ้ำ รายงานผลในรูป $\log_{10}$ จำนวนโคโลนีต่อกรัมน้ำหนักสด ($\log_{10}$ CFU/100 g)

หลักเกณฑ์การวิเคราะห์อายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น

กำหนดให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นหมดอายุการเก็บรักษาเมื่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่รอยตัดเท่ากับหรือมากกว่า 3 คะแนน มีคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเท่ากับ 2 คะแนน และมีคะแนนการสูญเสียความกรอบเท่ากับ 2 คะแนน

การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า least significant difference ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของกะหล่ำปลีอินทรีย์

การสูญเสียน้ำหนักสด

เมื่อนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด เท่ากับ 1.62 ±0.92 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 1.84±1.56 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการทดลองของ Moreira *et al.* (2002) ที่พบว่าการสูญเสียน้ำหนักสดของสวิสชาร์ดที่ผลิตในระบบอินทรีย์และผลิตในระบบปกติไม่มีความต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดโดยกะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดเท่ากับ 3.09±0.71 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่ากะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 1.55±0.57, 1.39±1.76 และ 0.90±0.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) การเก็บรักษากะหล่ำปลีไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่ากะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส เพราะในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้อากาศสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ผลิตผลจึงมีการสูญเสียน้ำให้บรรยากาศโดยรอบได้ง่าย การลดอุณหภูมิอากาศให้ต่ำลง ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของอากาศลดลง (ดนัย, 2540) และจะเห็นว่าการเก็บรักษากะหล่ำปลีไว้ที่อุณหภูมิห้องนั้นนอกจากทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุดแล้ว ยังทำให้มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายมากสุดด้วย สาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากการสูญเสียน้ำทำให้กะหล่ำปลีเหี่ยว ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นกะหล่ำปลีมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 1) Porter, 2002 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการสูญเสียน้ำหนักของกะหล่ำปลี โดยเก็บรักษากะหล่ำปลีไว้ที่อุณหภูมิ 0, 10 และ 20 องศาเซลเซียส พบว่ากะหล่ำปลีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นที่ทุกอุณหภูมิ โดยมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส การสูญเสียน้ำหนักของกะหล่ำปลียังขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ใช้ปลูก และบรรยากาศที่ใช้เก็บรักษาซึ่งพบว่ากะหล่ำปลีพันธุ์ Noyusa F1 เก็บรักษาในบรรยากาศปกติ นาน 63 วัน มีการสูญเสียน้ำหนัก 11 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับเก็บ

รักษาโดยหุ้มฟิล์ม PVC และเก็บรักษาในสภาพที่ควบคุมบรรยากาศ ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยมาก และพันธุ์ NS Cross เก็บรักษาในบรรยากาศปกติ นาน 32 วัน มีการสูญเสียน้ำหนัก 6.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับเก็บรักษาโดยหุ้มฟิล์ม PVC และเก็บในสภาพที่ควบคุมบรรยากาศ นาน 74 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 0.4 และ 1 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่ากะหล่ำปลีเมื่อมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดอาการเหี่ยวจนไม่สามารถวางขายในตลาดได้ (Menniti *et. al*., 1996)

สี

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยการนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่า L* เท่ากับ 77.13±3.09 ซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 74.25±4.54 ซึ่งค่า L* ของกะหล่ำปลีที่วัดได้นั้นสอดคล้องกับปริมาณคลอโรฟิลล์ของกะหล่ำปลีที่วัดได้ โดยพบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติที่มีค่า L* มาก พบปริมาณคลอโรฟิลล์น้อย ส่วนกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ที่มีค่า L* น้อย พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์มาก ใบของพืชที่มีปริมาณของคลอโรฟิลล์มากจะมีสีเขียวเข้ม ซึ่งเมื่อนำมาวัดค่า L* ซึ่งคือค่าความสว่างของสีจึงทำให้มีค่า L* น้อย ในขณะที่ค่า chroma และค่า hue angle ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ค่า chroma ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ มีค่าเท่ากับ 26.02±4.44 และ 27.27±3.37 ตามลำดับ ส่วนค่า hue angle ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 114.11±4.41 องศา และ 115.17±1.66 องศาตามลำดับ (ตารางที่ 2)

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของกะหล่ำปลี โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาคือ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ทำให้ค่า L*, chroma และ hue angle ของกะหล่ำปลีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า L* มีค่าเท่ากับ 74.35±6.28, 77.09±3.97, 75.20±3.12 และ 76.14±1.82 ตามลำดับ ค่า chroma มีค่าเท่ากับ 26.30±4.46, 25.75±4.42, 25.92±4.58 และ 26.16±4.44 ตามลำดับ และค่า hue angle มีค่าเท่ากับ 114.56±4.57, 114.44±2.64, 114.49±2.70 และ 115.08±3.56 องศา ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ระยะเวลาการเก็บรักษาทำให้กะหล่ำปลีมีการเปลี่ยนแปลงสีเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 2) ผลิตผลเมื่อเก็บเกี่ยวใหม่ๆ จะไม่มีการ

เปลี่ยนแปลงสีแต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเกิดขึ้น โดยเฉพาะสีเขียวจะหายไปและมักปรากฏสีเหลืองขึ้นมาแทน สีที่เห็นเกิดจาก pigment หรือสารสีต่างๆ ที่มีอยู่ในเซลล์ สารสีเขียว คือ คลอโรฟิลล์เอ และ บี สารสีม่วงแดง คือ แอนโทไซยานิน สารสีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งถูกสร้างขึ้นและสลายตัว แต่ในระหว่างการชราภาพ (senescence) การสลายตัวจะเกิดขึ้นมากกว่าทำให้สีของผลิตผลเปลี่ยนไป (จริงแท้, 2544)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 4.08±0.42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าซึ่งเท่ากับ 5.11±0.40 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) จะเห็นว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกะหล่ำปลีที่ผลิตจากทั้ง 2 ระบบนั้นสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่วัดได้คือกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ เพราะว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่คือน้ำตาลนั้นเอง และจากผลการทดลองที่ได้พบว่าสอดคล้องกับการทดลองของ Mccollum *et al.* (2007) ศึกษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ โดยหลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จนมะเขือเทศสุก แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 4.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ มะเขือเทศที่ผลิตในระบบอินทรีย์ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 4.0 องศาบริกซ์ แต่ขัดแย้งกับการรายงานของ Nyanjage *et al.* (2001) ที่เปรียบเทียบคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วย Cavendish ที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกล้วย Cavendish ที่ผลิตจากทั้ง 2 ระบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ส่วนใหญ่คือน้ำตาลนั้น มาจากการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งการสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างสารพลังงานสูงคือ ATP และ NADPH ที่ได้จากการไหลของอิเลคตรอนมาใช้ในการรีดิวซ์คาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นน้ำตาลหรือแป้ง ผลิตผลแต่ละชนิดก็มีปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกัน หรือบางทีผลิตผลชนิดเดียวกันอาจมีปริมาณน้ำตาลแตกต่างกันไป ซึ่งการสะสมปริมาณน้ำตาลก็มีปัจจัยควบคุมหลายอย่าง (ดนัย, 2540) การสะสมปริมาณน้ำตาลในพืช

มากหรือน้อยเกี่ยวข้องโดยตรงกับธาตุอาหารที่พืชได้รับเช่นกัน เช่น ธาตุฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของ ATP, ADP และ AMP รวมทั้งไพโรฟอสเฟต ซึ่งเป็นที่เก็บและย้ายพลังงานในระบบการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอน ควบคุมการทำงานของเอนไซม์ในการสังเคราะห์น้ำตาล (ดนัย, 2540) จากผลการทดลองที่ได้พบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกตินั้น อาจเนื่องมาจากกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีใดๆ ทั้งสิ้น จึงทำให้กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ได้รับธาตุอาหารในปริมาณน้อยกว่าผักที่ผลิตในระบบปกติโดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของสารพลังงานสูงซึ่งเป็นที่เก็บและย้ายพลังงานในระบบการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอนควบคุมการทำงานของเอนไซม์ในการสังเคราะห์น้ำตาล จึงส่งผลให้กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติที่ได้รับธาตุอาหารเพียงพอจากการใช้ปุ๋ยเคมีได้

อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษากะหล่ำปลีไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกะหล่ำปลี โดยกะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 4.48±0.54, 4.75±0.86, 4.81±0.72 และ 4.35±0.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Javanmardi and Kubota (2006) ที่พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในมะเขือเทศที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิต่ำ (5 และ 12 องศาเซลเซียส) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้นั้นอยู่ในช่วง 5.0 ถึง 5.1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ภาพที่ 1) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ซึ่งส่วนใหญ่คือน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งอาจถูกใช้ไปในการหายใจ เพราะผลิตผลมีการหายใจตลอดเวลาทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่มีการเปลี่ยนแปลง (จริงแท้, 2544) จากผลการทดลองจะเห็นว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกะหล่ำปลีมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเล็กน้อยซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้นั้นอาจเป็นผลมาจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่อปริมาณน้ำตาลฟรุกโตส และปริมาณกรดอินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาก็ได้ (Will and Ku, 2002)

ปริมาณวิตามินซี

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ มีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 18.57±2.21 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ ซึ่งมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 19.48±1.37 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักสด (ตารางที่ 1)

การเก็บรักษากะหล่ำปลีไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ทำให้กะหล่ำปลีมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 19.15±1.46, 19.15±1.59, 18.83±2.51 และ 18.99±2.19 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีและอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน ระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นทำให้ปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 1) Gajewski and Skapski (1994) ศึกษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกะหล่ำปลี 2 พันธุ์ คือพันธุ์ Hanko และพันธุ์ Yoko พบว่าปริมาณวิตามินซีของกะหล่ำปลีทั้ง 2 พันธุ์ ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยที่พันธุ์ Hanko มีวิตามินซีลดลงมากกว่าพันธุ์ Yoko สอดคล้องกับการทดลองของ Moreira *et al.* (2002) พบว่าสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์และสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบปกติ เก็บรักษานาน 0 วัน พบปริมาณวิตามินซีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่สวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์ มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 24.78±5.28 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบปกติ มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 23.40 ±5.28 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และปริมาณวิตามินซีในสวิสชาร์ด ลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น โดยวันที่ 20 ของการเก็บรักษาปริมาณวิตามินซีในสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์ มีปริมาณวิตามินซี คงเหลือเท่ากับ 11.8±3.6 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบปกติ มีปริมาณวิตามันซีคงเหลือเท่ากับ 9.6±1.6 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ในผลไม้ และผักสด ปริมาณวิตามินซีจะลดลงตามอายุการเก็บรักษา อุณหภูมิที่สูง ความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ การได้รับความเสียหายทางด้านกายภาพ และการเกิดอาการสะท้านหนาว ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวหลายๆ ปัจจัย และระบบการผลิตยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีในผลิตผล (Lee and Kader, 2000)

ตารางที่ 1 การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณวิตามินซีของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 วัน

วิธีการ	การสูญเสียน้ำหนักสด (%)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)	ปริมาณวิตามินซี (มก./100 ก.)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต			
อินทรีย์	1.62±0.92	4.08±0.42[b]	18.57±2.21
ปกติ	1.84±1.56	5.11±0.40[a]	19.48±1.37
C.V. (%)	73.95	9.02	9.69
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			
0	1.55±0.57[b]	4.48±0.54	19.15±1.46
4	1.39±1.76[b]	4.75±.0.86	19.15±.1.59
8	0.90±0.27[b]	4.81±0.72	18.83±2.51
ห้อง	3.09±0.71[a]	4.35±0.53	18.99±2.19
C.V. (%)	78.94	14.84	10.45
ปัจจัยที่ 1	ns	*	ns
ปัจจัยที่ 2	*	Ns	ns
ปัจจัยที่ 1×2	ns	Ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

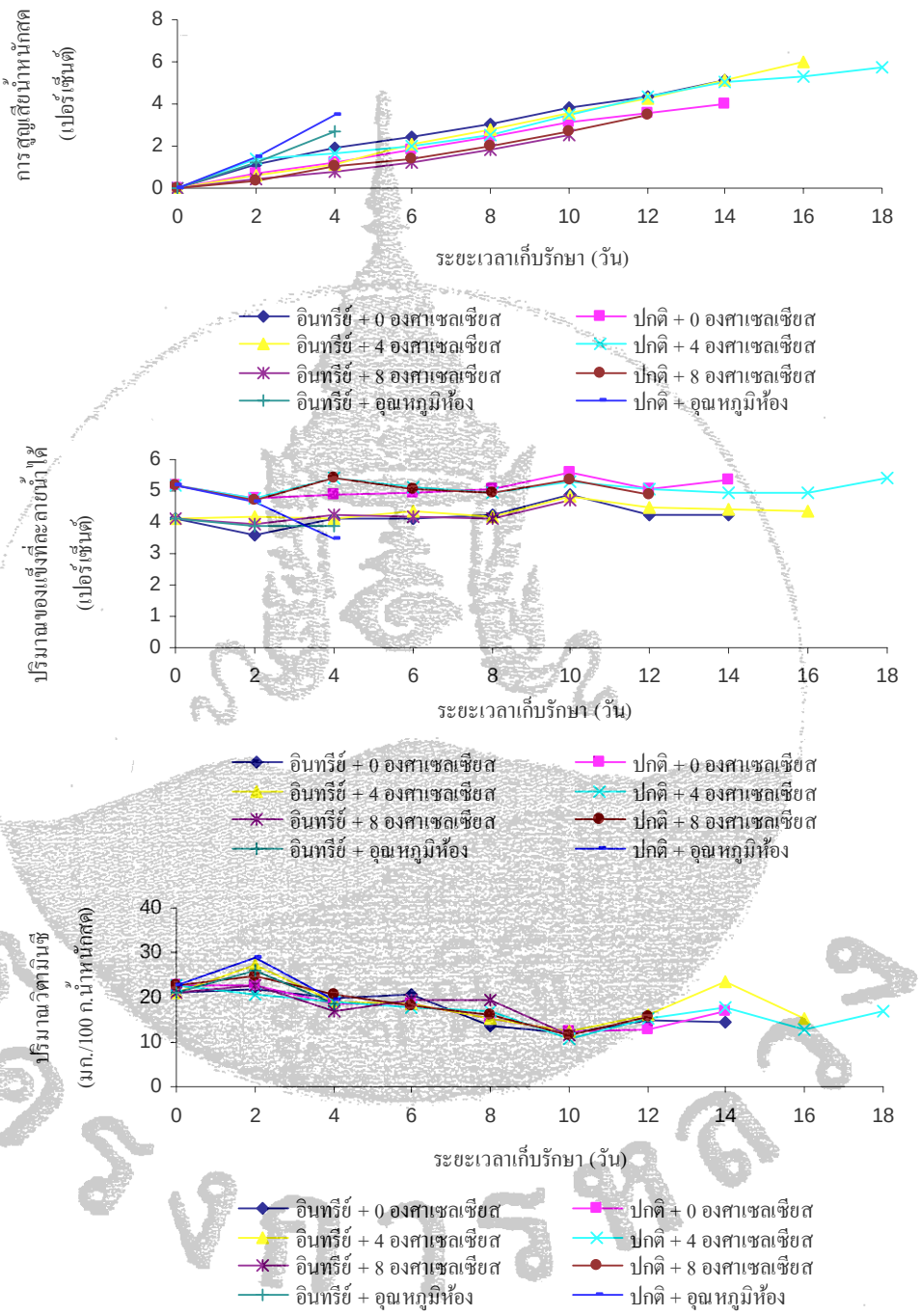
ตารางที่ 2 ค่า L*, chroma และ hue angle ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 วัน

วิธีการ	ค่า L*	ค่า chroma	ค่า hue angle (องศา)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต			
อินทรีย์	74.25±4.54[b]	26.02±4.44	114.11±4.41
ปกติ	77.13±3.09[a]	27.27±3.37	115.17±1.66
C.V. (%)	5.13	14.80	2.90
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			
0	74.35±6.28	26.30±4.46	114.56±4.57
4	77.09±.3.97	25.75±.4.42	114.44±.2.64
8	75.20±3.12	25.92±4.58	114.49±2.70
ห้อง	76.14±1.82	26.16±4.22	115.08±3.56
C.V. (%)	5.46	17.52	3.01
ปัจจัยที่ 1	*	Ns	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	Ns	ns
ปัจจัยที่ 1×2	*	Ns	ns

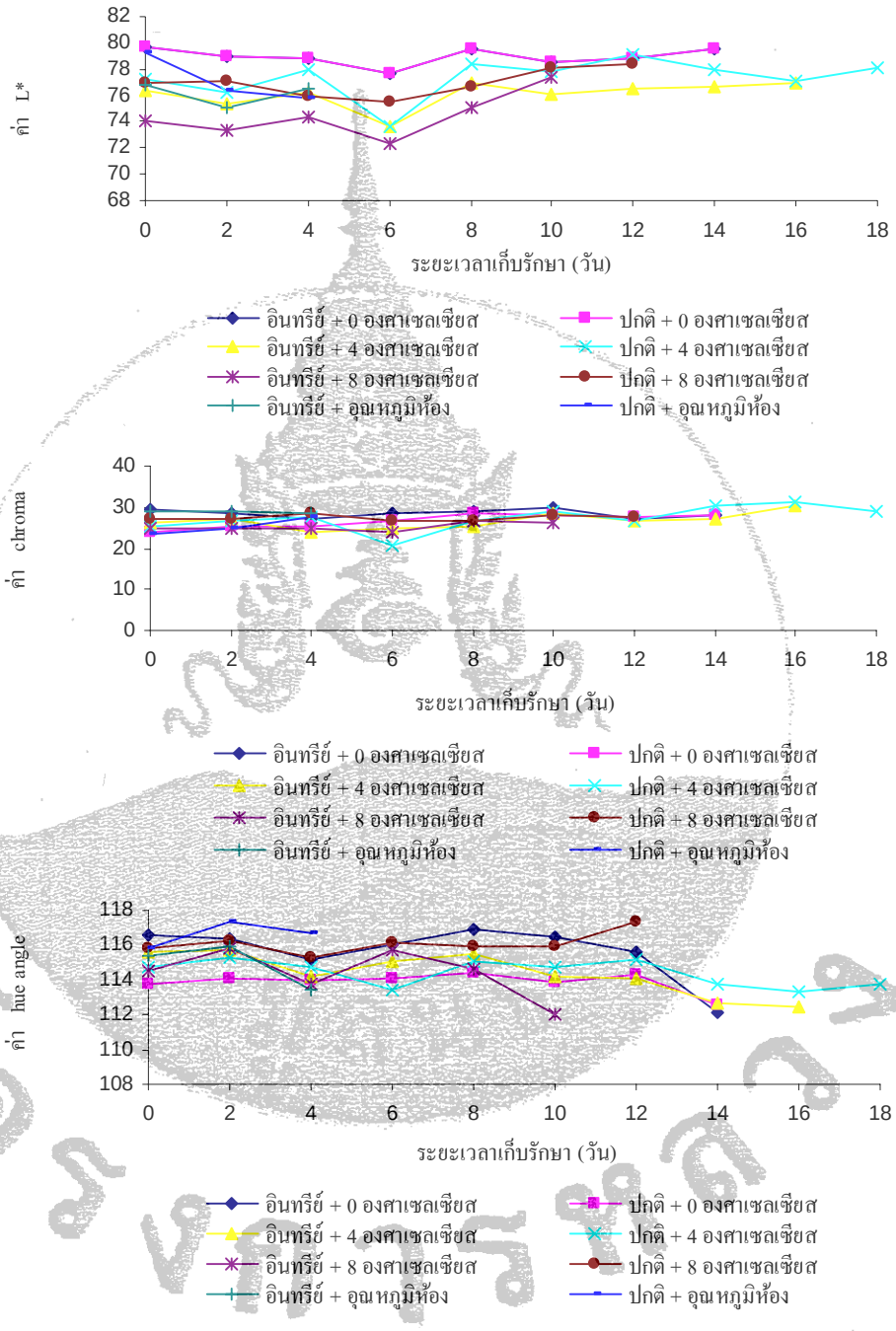
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 1 การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณวิตามินซี ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 18 วัน



ภาพที่ 2 ค่า L*, chroma และ hue angle ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 18 วัน

ปริมาณคลอโรฟิลล์

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเท่ากับ 0.0028±0.0013, 0.0022±0.0006 และ 0.0044±0.0014 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมเท่ากับ 0.0012±0.0003, 0.0013±0.0003 และ 0.0030±0.0009 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Moreira *et al*. (2002) ที่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ เก็บรักษานาน 0 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ โดยที่สวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 321.3±39.0 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 289.6 ± 6.6 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และปริมาณคลอโรฟิลล์ในสวิสชาร์ดลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น โดยวันที่ 20 ของการเก็บรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์คงเหลือเท่ากับ 237.8±27.3 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณคลอโรฟิลล์คงเหลือเท่ากับ 257.3±37.1 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด

สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างของปริมาณคลอโรฟิลล์ในพืชที่ผลิตในระบบอินทรีย์และพืชที่ผลิตในระบบปกติมาจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่พืชได้รับ พืชที่ผลิตในระบบอินทรีย์มักจะได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการนำไปสร้างเป็นสารอาหารเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตน้อยกว่าพืชที่ผลิตในระบบปกติที่ได้รับธาตุอาหารเหล่านั้นอย่างเพียงพอจากปุ๋ยเคมี ดังนั้นพืชที่ผลิตในระบบอินทรีย์จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงเมแทบอลิซึมของตัวเอง เพื่อให้ตัวเองสามารถดำรงชีวิตและเจริญเติบโตต่อไปได้ โดยการสร้างสารอาหารจากการสังเคราะห์แสงให้มากขึ้นแทน สาเหตุนี้จึงทำให้พืชที่ผลิตในระบบอินทรีย์นั้นมีการสร้างคลอโรฟิลล์ขึ้นมามากกว่าพืชที่ผลิตในระบบปกติ (Brandt and Molgaard, 2001) เพื่อใช้ในการสร้างสารอาหารจากการสังเคราะห์แสงทดแทนสารอาหารที่สร้างมาจากธาตุอาหาร ซึ่งจากผลการทดลองครั้งนี้ที่ได้ก็พบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้ง 3 ชนิดมากกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ของกะหล่ำปลีโดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา คือ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ของกะหล่ำปลีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มีค่าเท่ากับ 0.0025±0.0017, 0.0016±0.0008, 0.0016±0.0007 และ 0.0022±0.0014 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์บีมีค่าเท่ากับ 0.0019±0.0007, 0.0015±0.0004, 0.0015±0.0004 และ 0.0021±0.0009 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมีค่าเท่ากับ 0.0042±0.0016, 0.0031±0.0009, 0.0031±0.0008 และ 0.0044±0.0016 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตของกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์ในกะหล่ำปลีมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 3) สอดคล้องกับการทดลองของ Boonyakiat (1999) ที่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในปวยเหล็ง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน ลดลงอย่างมีนัยสำคัญและทำให้เกิดสีเหลืองเกิดขึ้น ความแตกต่างของปริมาณคลอโรฟิลล์ ยังขึ้นอยู่กับวิธีการปลูก และสายพันธุ์ด้วย และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษา ความชื้นสัมพัทธ์ (Watada and Qi, 1999) ความเข้มข้นของออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย (Yamahuchi and Watada, 1991)

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

เมื่อนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 0.27±0.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.22±0.02 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Ewa *et al.* (2006) ที่ศึกษาคุณภาพของมะเขือเทศที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของมะเขือเทศที่ผลิตในระบบปกติสูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับมะเขือเทศที่ผลิตในระบบอินทรีย์ แต่ผลการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับการทดลองของ Woese *et al.* (1997) ที่ศึกษาปริมาณน้ำตาลใน ปวยเหล็ง บีทรูท แครอท เซลารี่ และกระเทียมต้น ที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวในปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ

กะหล่ำปลีอินทรีย์มีระบบการผลิตที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีใดๆ ทั้งสิ้น ดังนั้นกะหล่ำปลีอินทรีย์อาจได้รับธาตุอาหารบางชนิดไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต โดยเฉพาะธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของพืช การสะสมปริมาณน้ำตาลในพืชมากหรือน้อยเกี่ยวข้องโดยตรงกับธาตุอาหารที่พืชได้รับเช่นกัน เช่น ธาตุฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของ ATP, ADP และ AMP รวมทั้งไพโรฟอสเฟต ซึ่งเป็นที่เก็บและย้ายพลังงานในระบบการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอน ควบคุมการทำงานของเอนไซม์ในการสังเคราะห์น้ำตาล (ดนัย, 2540) ดังนั้นกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์อาจได้รับธาตุฟอสฟอรัสในปริมาณที่ไม่เพียงพอและน้อยกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ จึงทำให้กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์น้อยกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติได้

กะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 0.25±0.01, 0.26±0.03, 0.24±0.04 และ 0.23±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยอิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีผลต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วย และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษากะหล่ำปลี ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและลดลงในช่วงใกล้หมดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Able *et al.* (2004) ที่ศึกษาสรีรวิทยาและการชราภาพของใบ pak choy ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ พบปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงแรกและลดลงอย่างต่อเนื่องระหว่างการเก็บรักษา โดยพบว่าใบ pak choy ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงอย่างรวดเร็วใน 2 – 3 วันแรกของการเก็บรักษา และมีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก แต่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าการลดลงของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะเกิดขึ้นพร้อมกับการปรากฏของสีเหลืองบนใบ pak choy และการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างการเสื่อมสภาพโดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคส

ปริมาณแป้ง

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยการนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณแป้ง เท่ากับ 0.17±0.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ มีค่าเท่ากับ 0.11±0.03 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ปริมาณแป้งในผลิตผลนั้นมาจากการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งการสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างสารพลังงานสูงคือ ATP และ NADPH ที่ได้จากการไหลของอิเลคตรอนมาใช้ในการรีดิวซ์คาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นคาร์โบไฮเดรต ผลิตผลแต่ละชนิดก็มีการสะสมแป้งในปริมาณที่แตกต่างกัน หรือบางทีผลิตผลชนิดเดียวกันอาจมีการสะสมแป้งแตกต่างกัน ซึ่งการสะสมแป้งก็มีปัจจัยควบคุมหลายอย่าง เช่น ประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์ในการดูดแสง เนื่องจากคลอโรฟิลล์มีแมกนีเซียมและไนโตรเจนเป็นธาตุที่อยู่ในโมเลกุลด้วย ดังนั้นหากมีการขาดธาตุทั้งสองจะทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง (ดนัย, 2540) จากผลการทดลองที่ได้พบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณแป้งน้อยกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ ซึ่งไม่สอดคล้องกับปริมาณคลอโรฟิลล์ที่วัดได้จากกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ที่พบว่ามีปริมาณมากกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีใดๆ ทั้งสิ้น จึงทำให้กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ได้รับธาตุอาหารปริมาณน้อยกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติที่ได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอจากปุ๋ยเคมี ธาตุอาหารที่พืชได้รับนั้นนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตโดยตรงแล้วยังเป็นองค์ประกอบของสารประกอบหลายชนิดที่มีความสำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืช รวมถึงเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิดด้วย (จริงแท้, 2544) ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้พบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณแป้งสูงกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ อาจเป็นเพราะว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีกระบวนการเมแทบอลิซึมที่ดีกว่าและการทำงานของเอนไซม์ที่เปลี่ยนจากสาร Triose Phosphate ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ตัวแรกที่ได้จากการสังเคราะห์แสงให้มาอยู่ในรูปสารคาร์โบไฮเดรตหรือว่าแป้งได้ดีกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์

จากผลการทดลองจะเห็นว่าปริมาณแป้งและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกะหล่ำปลีที่ผลิตจากทั้ง 2 ระบบมีแนวโน้มในทางเดียวกัน คือ กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีทั้งปริมาณแป้งและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ เพราะว่าแป้งและน้ำตาลเป็นสารประกอบที่มาจากสารตั้งต้นเดียวกัน และมีการใช้เอนไซม์บางชนิดร่วมกันในระหว่างที่เปลี่ยนจากสารตั้งต้นมาเป็นแป้งหรือน้ำตาล ซึ่งแป้งและน้ำตาลเป็นอาหารสะสมของพืชที่มีองค์ประกอบเหมือนกันแต่มีขนาดโมเลกุลต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและเมแทบอลิซึมในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของพืชว่าจะเก็บสารประกอบนี้ในรูปแบบใด

กะหล่ำปลีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณแป้งเท่ากับ 0.17±0.03 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปริมาณแป้งของกะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณแป้งเท่ากับ 0.16±0.03 และ 0.14±0.01 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกะหล่ำปลีที่

เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณแป้งเท่ากับ 0.12±0.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณแป้งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4) อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีผลต่อปริมาณแป้งด้วยและปริมาณแป้งในกะหล่ำปลีมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 4) สอดคล้องกับการทดลองของ Able *et al.* (2004) ซึ่งเก็บรักษาใบ pak choy ไว้ที่อุณหภูมิ 2, 10 และ 20 องศาเซลเซียส พบว่าในทุกอุณหภูมิของการเก็บรักษาใบ pak choy ปริมาณแป้งลดลงอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษาจนหมดอายุการเก็บรักษา และที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส พบปริมาณแป้งลดลงอย่างรวดเร็ว

อัตราการหายใจ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีอัตราการหายใจ เท่ากับ 24.07±18.46 มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติที่มีอัตราการหายใจเท่ากับ 23.67±18.11 มิลลิกรัม CO_2/ กิโลกรัม/ ชั่วโมง (ตารางที่ 4)

กะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีอัตราการหายใจสูงที่สุด คือ เท่ากับ 53.12±5.88 มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ที่มีอัตราการหายใจเท่ากับ 12.73±1.67, 9.58±4.26 และ 20.08±3.06 มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีผลต่ออัตราการหายใจของกะหล่ำปลี โดยอัตราการหายใจของกะหล่ำปลีจะลดลงเล็กน้อยอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นจนหมดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4)

ตารางที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 วัน

วิธีการ	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มก./100 ก)	ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มก./100 ก)	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (มก./100 ก)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต			
อินทรีย์	0.0028±0.0013[a]	0.0022±0.0006[a]	0.0044±0.0014[a]
ปกติ	0.0012±0.0003[b]	0.0013±0.0003[b]	0.0030±0.0009[b]
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			
0	0.0025±0.0017	0.0019±0.0007	0.0042±0.0016
4	0.0016±.0.0008	0.0015±.0.0004	0.0031±.0.0009
8	0.0016±0.0007	0.0015±0.0004	0.0031±0.0008
ห้อง	0.0022±0.0014	0.0021±0.0009	0.0044±0.0016
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00
ปัจจัยที่ 1	*	*	*
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

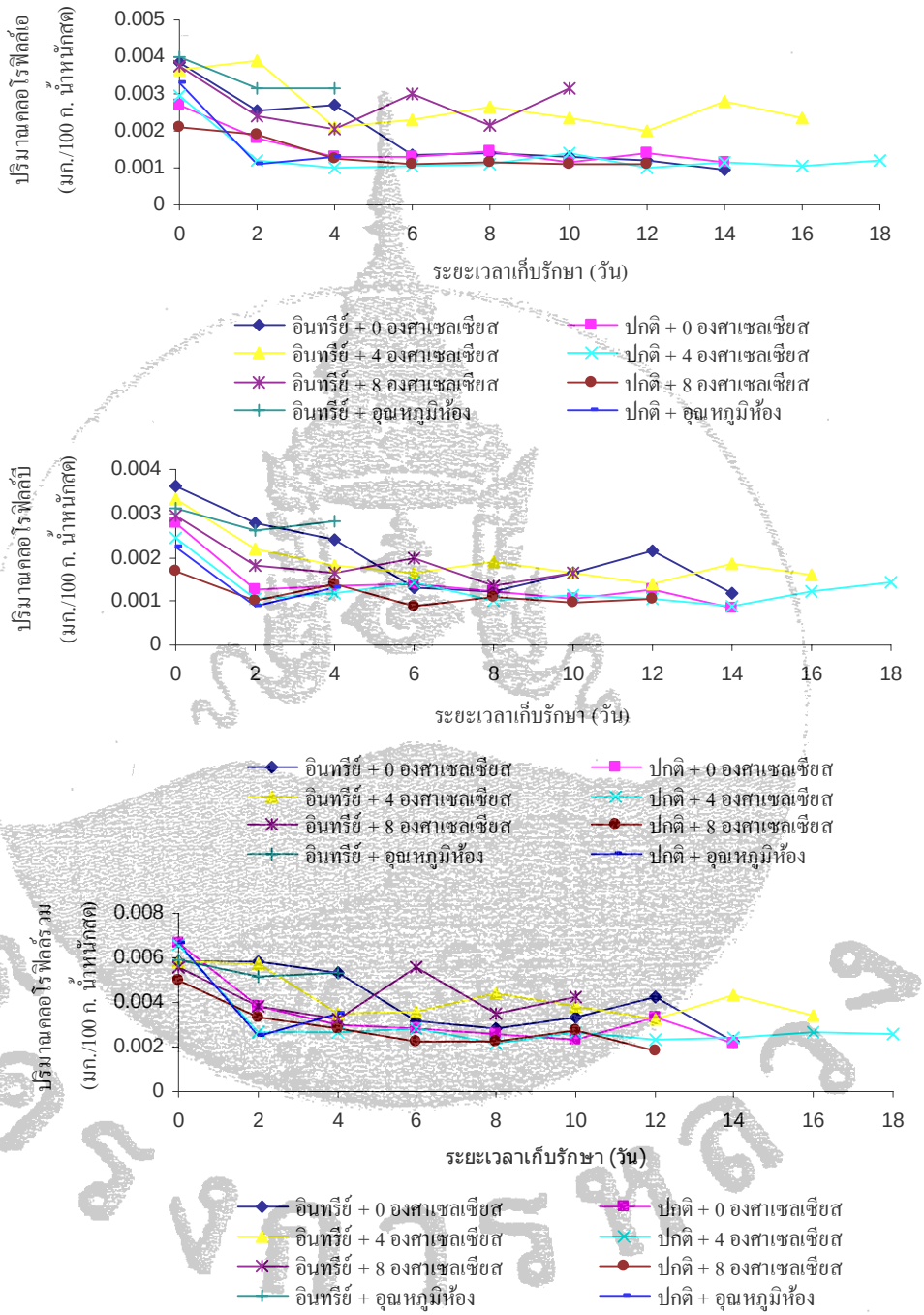
ตารางที่ 4 น้ำตาลรีดิวซ์ แป้ง และอัตราการหายใจของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 วัน

วิธีการ	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%)	ปริมาณแป้ง (%)	อัตราการหายใจ (มก.CO_2/กก./ชม.)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต			
อินทรีย์	0.22±0.02[b]	0.11±0.03[b]	24.07±18.46
ปกติ	0.27±0.02[a]	0.17±0.02[a]	23.67±18.11
C.V. (%)	9.22	18.11	76.68
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			
0	0.25±0.01	0.16±0.03[a]	12.73±1.67[b]
4	0.26±0.03	0.17±0.03[a]	9.58±4.26[c]
8	0.24±0.04	0.14±0.01a[b]	20.08±3.06[b]
ห้อง	0.23±0.04	0.12±0.05[b]	53.12±5.88[a]
C.V. (%)	14.24	22.70	16.87
ปัจจัยที่ 1	*	*	ns
ปัจจัยที่ 2	ns	*	*
ปัจจัยที่ 1×2	*	*	ns

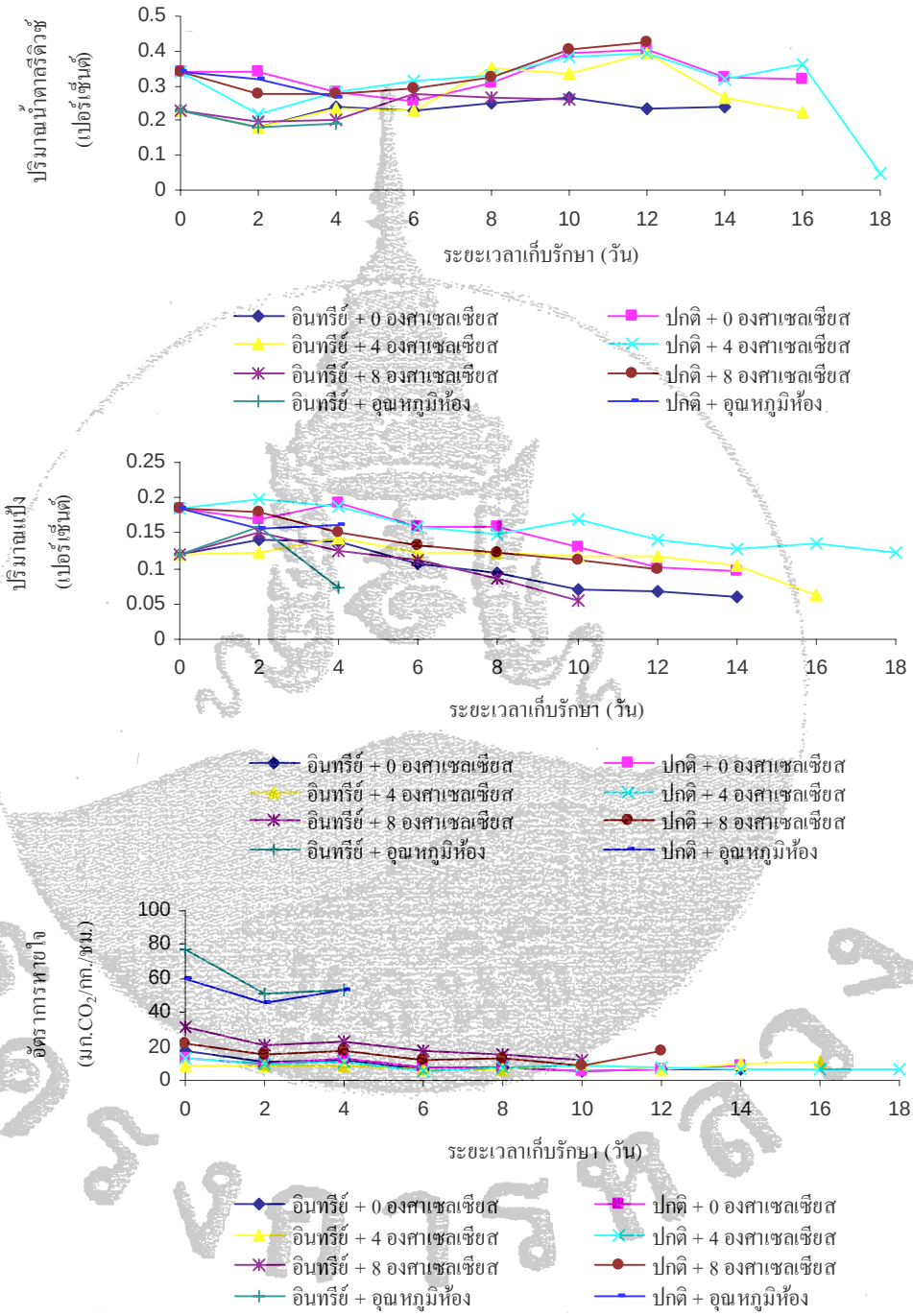
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 18 วัน



ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ แป้ง และอัตราการหายใจ ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 18 วัน

ปริมาณสารประกอบฟีนอล

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 16.34±2.80 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 14.46±2.42 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด สารประกอบฟีนอลเป็นสาร secondary metabolites ซึ่งพืชผลิตออกมาเมื่อได้รับสภาวะเครียด เช่น สภาวะแล้ง โรคและแมลงศัตรูเข้าทำลาย พืชจะมีกลไกในการป้องกันตัวเองโดยสร้างสารที่เรียกว่า secondary metabolites ผลิตผลที่เจริญเติบโตมาจากสภาวะปกติได้รับสภาวะเครียดน้อย จะไม่มีการสร้างสาร secondary metabolites ขึ้น ผลิตผลที่ได้มาจากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์หรือผลิตผลที่เติบโตมาจากธรรมชาติเองที่งอกขึ้นเองตามธรรมชาติในป่าจะได้รับสภาวะเครียดมากกว่าผลิตผลที่เจริญเติบโตมาจากการผลิตแบบเกษตรปกติ ดังนั้นจะสร้างสาร secondary metabolites ในระดับที่สูงกว่า (Brandt and Molgaard, 2001)

Heaton (2001) ศึกษาปริมาณสาร secondary metabolites ในผักและผลไม้ที่ผลิตในระบบอินทรีย์ 5 ชนิด พบว่าทุกชนิดมีปริมาณสาร secondary metabolites ในระดับที่สูง สาร secondary metabolites ที่พบในผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์ส่วนใหญ่ คือ สารไฟโตมิน (Brandt and Molgaard, 2001)

กะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อยที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 11.81±1.25 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และน้อยกว่ากะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 17.41±2.85, 16.40±1.38 และ 15.98±0.93 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 5) อุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์และการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเร่งการทำงานของเอนไซม์และการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้เกิดเร็วขึ้น (ดนัย, 2540 ; จริงแท้, 2544) ส่งผลให้เซลล์มีอัตราการหายใจที่สูงขึ้น ซึ่งเมื่อนำกะหล่ำปลีที่มาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้ววัดอัตราการหายใจจึงพบว่ามีอัตราการหายใจสูงสุด แสดงว่าการเก็บรักษากะหล่ำปลีไว้ที่อุณหภูมิห้องทำให้การทำงานของเอนไซม์และการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ของกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ รวมทั้งเมแทบอลิซึมของสารประกอบฟีนอลของกะหล่ำปลีสูง ส่งผลให้กะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณ

สารประกอบฟีนอลน้อยสุด ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นกะหล่ำปลีมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ภาพที่ 5)

เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย

เมื่อนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเท่ากับ 1.75±1.21 คะแนน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติที่มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเท่ากับ 1.75±1.05 คะแนน (ตารางที่ 5)

การเก็บรักษากะหล่ำปลีไว้ที่อุณหภูมิห้องทำให้กะหล่ำปลีมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 3.50±0.54 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียสที่มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเท่ากับ 1.16±0.40, 1.00±0.00 และ 1.33±0.51 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยที่คะแนนเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของกะหล่ำปลีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 5) การเก็บรักษากะหล่ำปลีไว้ที่อุณหภูมิสูงนั้นนอกจากจะทำให้มีอัตราการหายใจสูงแล้วยังเร่งกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ของพืชให้เกิดเร็วขึ้นได้อีก เช่น การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น รวมไปถึงทำให้จุลินทรีย์ต่างๆ เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อนำกะหล่ำปลีไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนั้นทำให้กะหล่ำปลีมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงสุด

อายุการเก็บรักษา

กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และผลิตในระบบปกติ มีอายุการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีอายุการเก็บรักษานานกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ คือมีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 12.00±5.32 และ 11.00±4.79 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) อายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีที่ผลิตจากทั้ง 2 ระบบนั้นสอดคล้องกับปริมาณแป้งและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่วัดได้ ซึ่งพบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณแป้งและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ แป้งและน้ำตาลรีดิวซ์ในพืชเป็นอาหารสะสมรูปแบบหนึ่งที่พืชสร้างขึ้นมาและใช้เป็นสารตั้งต้นในการหายใจ ดังนั้นพืชที่มีอาหารสะสมมากจะมีสารตั้งต้นที่ใช้สำหรับการหายใจมากทำให้มีอายุการเก็บรักษานาน และจากผลการทดลอง

ที่ได้พบว่าสอดคล้องกับการทดลองของ Moreira *et al*. (2002) ที่พบว่าสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบปกติมีอายุการเก็บรักษานานกว่าสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์ โดยสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบปกติหมดอายุการเก็บรักษาเมื่อเก็บรักษานาน 25 วัน ส่วนสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์หมดอายุการเก็บรักษาเมื่อเก็บรักษานานเพียง 14 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษากะหล่ำปลีมีผลต่ออายุการเก็บรักษา โดยกะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 17.00±1.09 วัน รองลงมาคือ การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 8 องศาเซลเซียส และอุณภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีอายุการเก็บรักษานาน 14.00±0.35, 11.00±1.14 และ 4.00±0.16 วัน ตามลำดับ การเก็บรักษากะหล่ำปลีไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วทำให้กะหล่ำปลีมีอายุการเก็บรักษานานสุดอาจเป็นเพราะว่าที่อุณหภูมิ4 องศาเซลเซียส ทำให้กะหล่ำปลีมีปริมาณแป้งสูงสุด และมีอัตราการหายใจต่ำสุด ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีผลต่ออายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีด้วย (ตารางที่ 6, ภาพที่ 6) อุณหภูมิต่ำทำให้พืชมีอัตราการหายใจ และกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์เกิดช้าลงได้ จึงช่วยให้คงสภาพพืชได้นาน (นิธิยาและคนัย, 2548)

ตารางที่ 5 ปริมาณสารประกอบฟีนอล และเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 วัน

วิธีการ	ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มก./100 ก)	เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (คะแนน)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต		
อินทรีย์	16.34±2.80[a]	1.75±1.05
ปกติ	14.46±2.42[b]	1.75±1.21
C.V. (%)	17.01	65.04
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		
0	17.41±2.85[a]	1.16±0.40[b]
4	16.40±.1.38[a]	1.00±0.00[b]
8	15.98±0.93[a]	1.33±0.51[b]
ห้อง	11.81±1.25[b]	3.50±0.54[a]
C.V. (%)	11.48	24.46
ปัจจัยที่ 1	*	ns
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 1×2	Ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (คะแนน)

ระดับคะแนน 1 หัวมีความสด 81 – 100 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเขียวสด ไม่เหี่ยว หัวไม่เน่า)

ระดับคะแนน 2 หัวมีความสด 61 – 80 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเขียว เริ่มเหี่ยว หัวไม่เน่า)

ระดับคะแนน 3 หัวมีความสด 41– 60 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเขียวเหลือง เหี่ยว หัวเริ่มเน่า)

ระดับคะแนน 4 หัวมีความสด 21– 40 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเหลืองเขียว เหี่ยว หัวเน่า)

ระดับคะแนน 5 หัวมีความสด 0 – 20 เปอร์เซ็นต์ (ใบมีสีเหลือง เหี่ยวมาก หัวเน่ามาก)

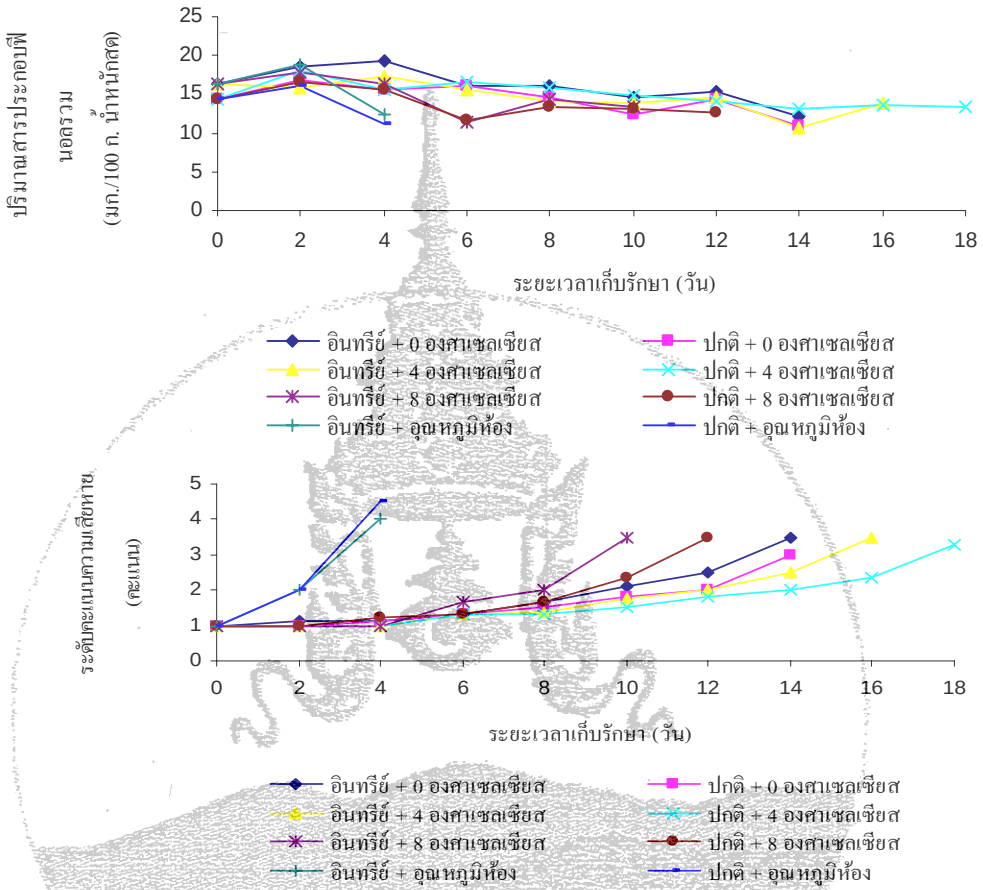
ตารางที่ 6 อายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีที่ผลิต ในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์

วิธีการ	อายุการเก็บรักษา (วัน)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต	
อินทรีย์	11.00±4.79[b]
ปกติ	12.00±5.32[a]
C.V. (%)	44.08
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	
0	14.00 ±0.35[b]
4	17.00±1.09[a]
8	11.00±1.14[c]
ห้อง	4.00±0.16[d]
C.V. (%)	7.10
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1×2	*

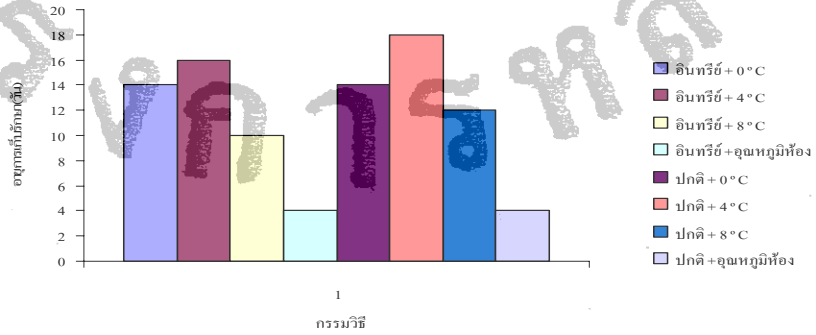
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 5 ปริมาณสารประกอบฟีนอล และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 18 วัน



ภาพที่ 6 อายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโปรตีนของกะหล่ำปลีอินทรีย์

กะหล่ำปลีพันธุ์ PR1 ที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 0 วัน กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมดน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมดเท่ากับ 3.45±0.26 และ 9.61±0.99 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมดเท่ากับ 4.19±0.04 และ 10.03±0.25 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ Woese *et al.* (1997) ที่ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างที่ผลิตในระบบอินทรีย์และตัวอย่างที่ผลิตในระบบปกติ 8 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณธาตุเหล็กที่พบนั้นไม่มีความแตกต่างกันระหว่างผลิตผลที่ผลิตจากทั้ง 2 ระบบ ในขณะที่กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมด ธาตุโพแทสเซียมทั้งหมด ธาตุแคลเซียมทั้งหมด ธาตุแมกนีเซียมทั้งหมด ธาตุเหล็กทั้งหมด และธาตุโบรอนทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยที่ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 0.61±0.01 และ 0.67±0.04 ส่วนต่อล้านส่วน ตามลำดับ ปริมาณธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 3.98±0.14 และ 4.21±0.51 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณธาตุแคลเซียมทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 5.71±0.46 และ 5.02±0.22 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ ปริมาณธาตุแมกนีเซียมทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 0.37±0.01 และ 0.45± 0.05 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และปริมาณธาตุโบรอนทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 21.00±6.73 และ 15.13±5.56 ส่วนต่อล้านส่วน ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ส่วนปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 1.70±0.02 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 1.73±0.04 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ

เมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิห้องพบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณธาตุโพแทสเซียมทั้งหมด ปริมาณธาตุแคลเซียมทั้งหมด ปริมาณธาตุแมกนีเซียมทั้งหมด ปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมด และปริมาณธาตุโบรอนทั้งหมด ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ โดยปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 3.63±0.63 และ 4.06±0.18 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 5.71±0.46 และ 5.02±0.22 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 5.01±0.57 และ 4.43±0.21 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณธาตุแคลเซียมทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 5.40±0.14 และ 5.59±0.11 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณธาตุแมกนีเซียมทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 0.39±0.07 และ 0.47±0.09 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณธาตุเหล็กทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 9.98±0.22 และ 10.04±4.18 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และปริมาณธาตุโบรอนทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีเท่ากับ 20.80±1.77 และ 20.30±5.05 ส่วนต่อล้านส่วน ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ส่วนปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติเก็บรักษานาน 4 วัน ที่อุณหภูมิห้องนั้น พบปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 1.68±0.02 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 1.70±0.03 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ

วิธีการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินแต่ละวิธีนั้น พบว่ามีผลต่อปริมาณธาตุอาหารและแร่ธาตุที่สะสมอยู่ในผลิตผลที่ผลิตจากดินนั้น ธาตุที่พบมากในผลิตผลหรือเป็นองค์ประกอบหลักของผลิตผลได้แก่ธาตุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม แมงกานีส โบรอน เหล็ก และ ทองแดง (Bordeleau *et al*., 2007)

Mader *et al*. (1993) ทำการวัดปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ของบีทรูทที่ผลิตในระบบต่างกัน 3 ระบบ พบว่าบีทรูทที่ผลิตโดยการไม่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมน้อยกว่าบีทรูทที่ผลิตโดยการใส่ปุ๋ยในระดับต่างกันอีก 2

ระบบ ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ แต่พบว่าปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม ไม่มีความแตกต่างกันของการผลิตทั้ง 3 ระบบ และจากการศึกษาของ Woese *et al.* (1997) พบว่ามันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มากกว่ามันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ ซึ่งขัดแย้งกับผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งพบว่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมอยู่ในกะหล่ำปลีอินทรีย์และกะหล่ำปลีปกตินั้นไม่มีความแตกต่างกัน

Warman and Harvard (1998) เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในมันฝรั่งและข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ เป็นเวลานาน 5 ปี พบว่าในหัวมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโซเดียมสูงกว่าหัวมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ แต่พบปริมาณธาตุแมงกานีส น้อยกว่าหัวมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ ในส่วนของใบพบว่าใบของมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีธาตุโบรอน และเหล็ก สูงกว่าใบของมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ แต่พบปริมาณธาตุแมกนีเซียม ไนโตรเจน และทองแดงต่ำกว่าในใบของมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ ส่วนใบของข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบอินทรีย์พบปริมาณธาตุเหล็ก และทองแดงสูงกว่าในใบข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบปกติ ส่วนปริมาณธาตุอื่นๆ ที่วัดได้พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

Kumpulainen (2001) เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในมันฝรั่งและแครอทที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ พบปริมาณธาตุไนโตรเจน และขี้เถ้ารวม (ash) ของมันฝรั่ง และแครอทที่ผลิตในระบบปกติสูงกว่าที่ผลิตในระบบอินทรีย์ แต่พบปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และโซเดียม ต่ำในมันฝรั่งและแครอทที่ผลิตในระบบปกติ ซึ่งธาตุที่วัดได้ทั้งหมดนำมาสรุปได้ดังนี้

- ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ไนโตรเจน พบปริมาณมากในหัวมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์
- โพแทสเซียม โซเดียม พบปริมาณมากในหัวมันฝรั่งและแครอทที่ผลิตในระบบอินทรีย์
- โบรอน เหล็ก พบปริมาณมากในใบของมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์
- แมงกานีส พบปริมาณน้อยในหัวมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ
- แมงกานีส ไนโตรเจน ทองแดง พบปริมาณน้อยในใบของมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์
- ไนโตรเจน ขี้เถ้ารวม พบปริมาณน้อยในหัวมันฝรั่งและแครอทที่ผลิตในระบบอินทรีย์

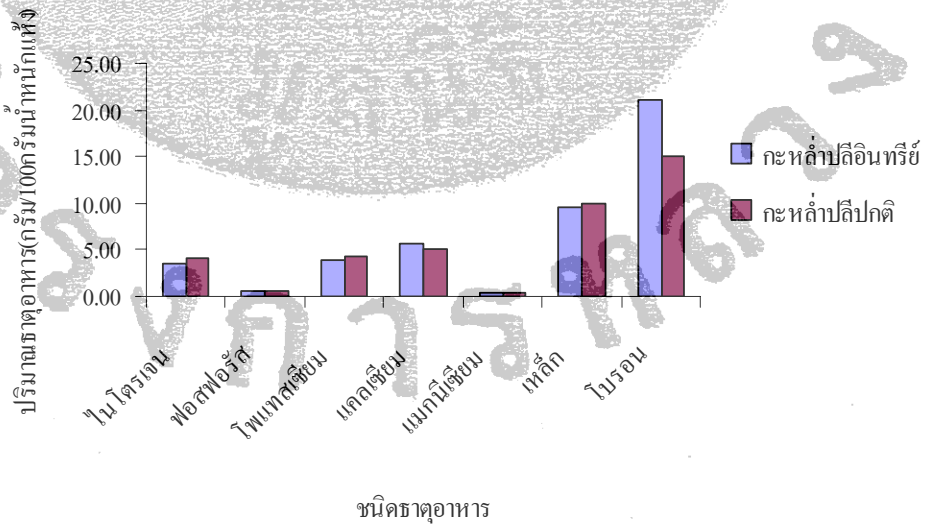
ผลการทดลองที่ได้จากการวัดปริมาณธาตุอาหารในกะหล่ำปลีครั้งนี้พบว่ามีทั้งสอดคล้องและขัดแย้งกับการรายงานของ Warman and Harvard (1998) และ Kumpulainen (2001) ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่วัดได้ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาพบว่าธาตุเหล็กและธาตุไนโตรเจนมีปริมาณมากใน

กะหล่ำปลีปกติ ส่วนธาตุอาหารอื่นๆ ที่วัดได้ไม่พบความแตกต่างกัน และในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารที่วัดได้จากกะหล่ำปลีอินทรีย์และกะหล่ำปลีปกติ

ตารางที่ 7 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และโบรอน ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ ห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 0 วัน

วิธีการ	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณเหล็กทั้งหมด (มก./100 ก.)	ปริมาณโบรอนทั้งหมด (ส่วนต่อล้านส่วน)
ระบบการผลิต							
อินทรีย์	3.45±0.26[b]	0.61±0.01	3.98±0.14	5.71±0.46	0.37±0.01	9.61±0.99[b]	21.00±6.73
ปกติ	4.19±0.04[a]	0.67±0.04	4.21±0.51	5.02±0.22	0.45±0.05	10.03±0.25[a]	15.13±5.56
2- tail-Sig	0.047	0.282	0.495	0.079	0.051	0.002	0.309

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
2 – Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



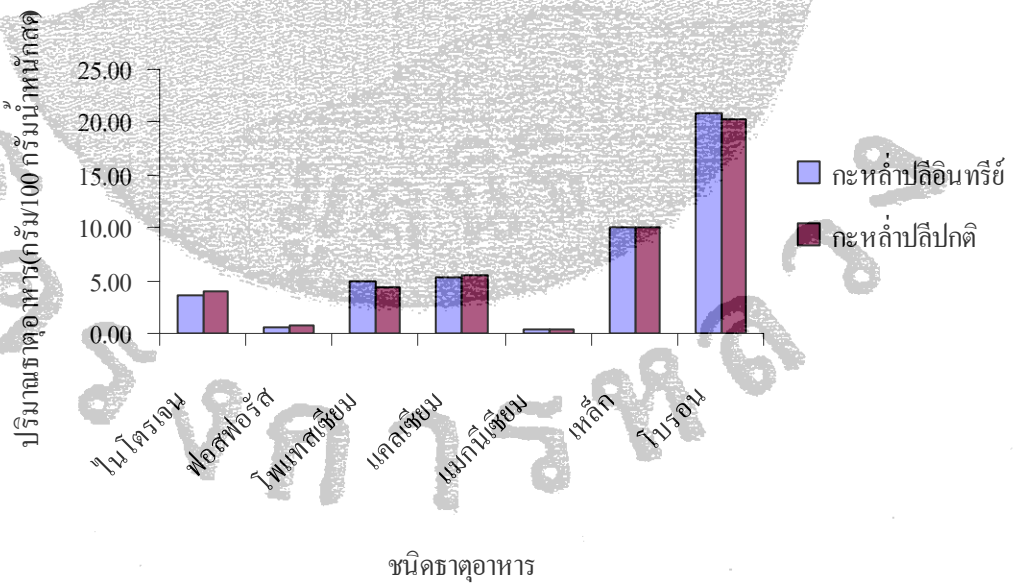
ภาพที่ 7 ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) และโบรอน (ส่วน/ล้านส่วน) ของกะหล่ำปลีอินทรีย์และกะหล่ำปลีปกติ ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 0 วัน

ตารางที่ 8 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และโบรอน ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ ห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 วัน

วิธีการ	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด (ก./100 ก.)	ปริมาณเหล็กทั้งหมด (มก./100 ก.)	ปริมาณโบรอนทั้งหมด (ส่วนต่อล้านส่วน)
ระบบการผลิต							
อินทรีย์	3.63±0.63	5.71±0.46	5.01±0.57	5.40±0.14	0.39±0.07	9.98±0.22	20.80±1.77
ปกติ	4.06±0.18	5.02±0.22	4.43±0.21	5.59±0.11	0.47±0.09	10.04±4.18	20.30±5.05
2- tail-Sig	0.318	0.079	0.170	0.136	0.337	0.816	0.884

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2 – Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



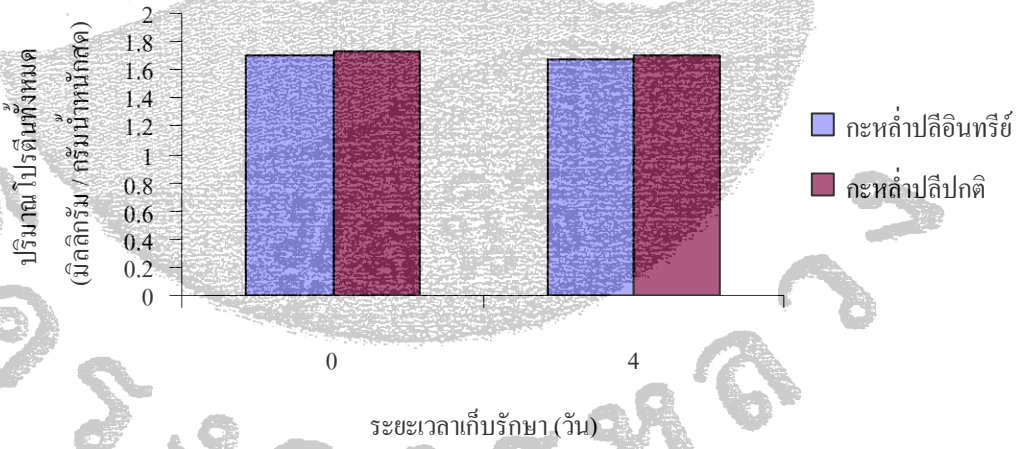
ภาพที่ 8 ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง) และโบรอน (ส่วนต่อล้านส่วน) ของกะหล่ำปลีอินทรีย์และกะหล่ำปลีปกติ ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 4 วัน

ตารางที่ 9 ปริมาณโปรตีนทั้งหมดของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	
	0	4
ระบบการผลิต	มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด	มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด
อินทรีย์	1.70±0.02	1.68±0.02
ปกติ	1.73±0.04	1.70±0.03
2- tail-Sig	0.309	0.375

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2 – Tail Sig ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 9 ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของกะหล่ำปลีอินทรีย์หั่นชิ้น

การสูญเสียน้ำหนักสด

เมื่อนำกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 3 วัน กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีการสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 2.77±1.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ ที่มีการสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 1.76±0.59 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) ผลการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับผลการทดลองของ Moreira *et al.* (2002) ที่พบว่าสวิสชาร์ดที่ผลิตในระบบอินทรีย์และสวิสชาร์ดที่ผลิตในระบบปกติแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 97-99 เปอร์เซ็นต์ นาน 25 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา เช่นเดียวกัน Roura *et al.* (2000) พบว่าการสูญเสียน้ำหนักสดของสวิสชาร์ดพันธุ์ “Cycla” ที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 86-98 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีสีของผิวใบที่นวลเงากว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากแว็กที่เคลือบอยู่ผิวนอกของใบ การที่กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีสีของผิวใบที่นวลเงากว่ากะหล่ำปลีอินทรีย์นั้นอาจเพราะมีแว็กเคลือบที่ผิวใบหนากว่าอาจเนื่องมาจากสาเหตุนี้ที่เมื่อนำกะหล่ำปลีมาหั่นชิ้นแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด โดยกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 2.92±1.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 1.81±0.59 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 2.11±0.56 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) การสูญเสียน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการแพร่กระจายของไอน้ำผ่านคิวติเคิลที่เคลือบผิวทำให้เกิดการสูญเสียน้ำของผลิตผลระหว่างการเก็บรักษา (จริงแท้, 2544) จากผลการทดลองพบว่าการเก็บรักษากะหล่ำปลีหั่นชิ้นไว้ที่อุณหภูมิสูงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด สอดคล้องกับการทดลองของ Izumi *et al.* (1996) พบว่าการสูญเสียน้ำหนักสดของแครอทหั่นชิ้น

จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สภาพที่มีอุณหภูมิสูง จะทำให้อากาศสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ผลิตผลจึงมีการสูญเสียน้ำให้บรรยากาศโดยรอบได้ง่าย (ดนัย, 2540) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และเมื่อเก็บรักษานานยิ่งขึ้นกะหล่ำปลีหั่นชิ้นจะมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 10)

สี

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีหั้นชิ้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 3 วัน กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ มีค่า L*, ค่า chroma และค่า hue angle เท่ากับ 73.51± 4.34, 21.77± 3.91 และ 110.92± 2.83 องศา ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติที่มีค่า L*, ค่า chroma และค่า hue angle เท่ากับ 76.13±6.67, 20.00±3.14 และ 108.24±5.49 องศา ตามลำดับ (ตารางที่ 11) แสดงให้เห็นว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และที่ผลิตในระบบปกติหั่นชิ้นมีสีใกล้เคียงกัน

อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า chroma และค่า hue angle โดยกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีค่า L* เท่ากับ 78.24±4.00 ซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ที่มีค่า L* เท่ากับ 72.66±6.41 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่มีค่า L* เท่ากับ 73.55±5.20 แสดงว่าการเก็บรักษากะหล่ำปลีหั่นชิ้นไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีสีคล้ำมากกว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นสีจะคล้ำลง เนื่องจากการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลตรงบริเวณรอยตัดเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 11)

กระบวนการที่ทำให้เนื้อเยื่อของผลิตผลเกิดความเสียหายนั้นเป็นสาเหตุทำให้ผลิตผลเกิดความเครียด เนื้อเยื่อที่ได้รับความเสียหายจะชักนำให้เกิดปฏิกิริยาของสารประกอบฟีนอล (Rhodes and Wooltorton, 1978) ซึ่งเอนไซม์ฟีนิลอะลานินแอมโมเนียไลเอส (PAL) เป็นตัวเร่งทำให้เกิดสารประกอบฟีนอล ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของสารประกอบสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น (Aquino-Bolanos *et al.*, 2000) การที่เนื้อเยื่อของผลิตผลได้รับความเสียหายจะทำให้เอนไซม์โดยเฉพาะเอนไซม์ PPO ออกมาทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้นได้ง่ายขึ้น สารที่ได้จากปฏิกิริยานั้นจะถูกออกซิไดซ์ และพัฒนา

ต่อไปได้เป็นสารประกอบสีน้ำตาลเกิดขึ้น (Lee and Whitaker, 1995) ดังนั้นกะหล่ำปลีเมื่อนำมาหั่นชิ้น ทำให้เนื้อเยื่อของกะหล่ำปลีได้รับความเครียด และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นจึงทำให้เนื้อเยื่อของกะหล่ำปลีมีสีคล้ำลง ส่วนค่า chroma และค่า hue angle ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาคือ 0 , 4 และ 8 องศาเซลเซียส ทำให้มีค่า chroma เท่ากับ 20.70±4.11, 21.34±3.20 และ 20.62±3.78 ตามลำดับ และมีค่า hue angle เท่ากับ 109.46±5.71, 111.39±2.80 และ 107.89±4.25 องศา ตามลำดับ (ตารางที่ 11) อิทธิพลระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทั้งค่า L*, ค่า chroma และค่า hue angle ระยะเวลาการเก็บรักษาทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีการเปลี่ยนแปลงสีเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 11)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 3 วัน กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 5.26±0.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่าซึ่งเท่ากับ 5.76±0.41 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกะหล่ำปลีในการทดลองที่ 1 ที่พบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ส่วนใหญ่คือน้ำตาลนั้น มาจากการสังเคราะห์แสงของพืช พืชแต่ละชนิดมีปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณคลอโรฟิลล์และประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของพืชแตกต่างกัน มีปัจจัยหลายๆ อย่างที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง เช่น ประสิทธิภาพของคลอโรฟิลล์ เนื่องจากคลอโรฟิลล์มีแมกนีเซียมและไนโตรเจนเป็นธาตุที่อยู่ในโมเลกุลด้วย ดังนั้นหากมีการขาดธาตุทั้งสองจะทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง (ดนัย, 2540) นอกจากนี้ธาตุเหล็กยังเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์ในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ด้วย และปริมาณน้ำตาลในพืชนั้นยังเกี่ยวข้องโดยตรงกับธาตุอาหารที่พืชได้รับ เพราะการทำงานของเอนไซม์ในการสังเคราะห์น้ำตาล ต้องใช้สารพลังงานสูง เช่น ATP, ADP และ AMP รวมทั้งไพโรฟอสเฟต ซึ่งสารพลังงานสูงเหล่านี้มีธาตุอาหารเป็นส่วนประกอบ

สำคัญ เช่น ธาตุฟอสฟอรัส จากผลการทดลองที่ได้พบว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ อาจเนื่องมาจากกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ได้รับธาตุอาหารซึ่งเป็นธาตุที่จำเป็นในการสร้างโมเลกุลของคลอโรฟิลล์หรือว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญของสารพลังงานสูงที่จำเป็นต่อการทำงานของเอนไซม์ในการสังเคราะห์น้ำตาลนั้นน้อยกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ

อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุดคือเท่ากับ 5.90±0.41 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 8 องศาเซลเซียส ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 5.33±0.21 และ 5.31±0.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีการลดลงเล็กน้อย (ภาพที่ 10)

ปริมาณวิตามินซี

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 3 วัน กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 19.03±1.18 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ ที่มีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 17.15±1.15 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 10) ซึ่งผลการทดลองที่ได้ขัดแย้งกับการรายงานของ Woese *et al.* (1997) ที่สุ่มตัวอย่างผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์และผลิตผลที่ผลิตในระบบปกติมาวัดปริมาณวิตามินซีจำนวน 21 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณวิตามินซีในผลิตผลที่ผลิตจากทั้ง 2 ระบบ ไม่มีความแตกต่างกันและ Warman and Harvard (1998) ศึกษาคุณภาพของข้าวโพดหวานที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติพบปริมาณวิตามินซีที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สอดคล้องกับการรายงานของ Lampkin (1990) ที่รายงานว่าผักที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าผักที่ผลิตในระบบปกติถึง 28 เปอร์เซ็นต์ Kumpulainen (2001) รายงานว่าอาหารที่ได้มาจากการผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าอาหารที่ได้มาจากการผลิตในระบบปกติเล็กน้อย และจากการศึกษาปริมาณวิตามินซีในมันฝรั่งที่ผลิตใน

ระบบอินทรีย์เปรียบเทียบกับมันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ พบว่ากว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ามันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับ Woese *et al*. (1997) ที่ทำการทดลองวัดปริมาณวิตามินซีในมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ 2 ครั้ง พบว่าทั้ง 2 ครั้งของการทดลองมันฝรั่งที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่ามันฝรั่งที่ผลิตในระบบปกติ

Worthington (2001) ศึกษาคุณภาพและธาตุอาหารในผัก ผลไม้ และเมล็ด ที่ผลิตในระบบอินทรีย์เปรียบเทียบกับที่ผลิตในระบบปกติ โดยได้ทำการสุ่มตัวอย่างมาศึกษาจำนวน 41 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณวิตามินซีในตัวอย่างผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณวิตามินซีมากกว่าตัวอย่างผลิตผลที่ผลิตในระบบปกติถึง 27 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าการลดลงของปริมาณวิตามินซีในผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์และผลิตผลที่ผลิตในระบบปกติใกล้เคียงกันในช่วงครึ่งแรกของอายุการเก็บรักษา แต่ครึ่งหลังของอายุการเก็บรักษาพบว่าผลิตผลที่ผลิตในระบบปกติมีการลดลงของปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์เมื่อผลิตผลหมดอายุการเก็บรักษาจึงทำให้ผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์คงเหลือปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลิตผลที่ผลิตในระบบปกติ

ปริมาณวิตามินซีในผลิตผลมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ผลิตผลได้รับ โดย Augustin (1975) พบว่ามันฝรั่งที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนระหว่างการปลูกมีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่ามันฝรั่งที่ปลูกโดยไม่มีการให้ปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่งสอดคล้องกับ Lisiewsk and Kmiecik (1996) ที่รายงานว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจนกับต้นกะหล่ำดอกจาก 80 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ เป็น 120 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ เมื่อนำกะหล่ำดอกมาวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี พบว่ากะหล่ำดอกมีปริมาณวิตามินซีลดลง 7 เปอร์เซ็นต์ การลดลงของปริมาณวิตามินซีในน้ำคั้นของผลส้ม มะนาว องุ่น และแมนดาริน มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจนกับพืชเหล่านี้ นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มปุ๋ยโพแทสเซียมในแปลงปลูกยังทำให้ผลิตผลมีปริมาณวิตามินซีลดลงอีกด้วย (Nagy, 1980) การเพิ่มปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูงกับผลิตผลแล้วส่งผลให้ผลิตผลของพืชนั้นมีปริมาณวิตามินซีลดลง เพราะปุ๋ยไนโตรเจนจะส่งเสริมให้ผลิตผลมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นโดยจะทำให้มีจำนวนใบมากกว่า และขนาดของใบที่ใหญ่กว่าพืชที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในระดับต่ำ ซึ่งพบว่าเมื่อพืชมีจำนวนใบมากขึ้นและใบมีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้เกิดการบดบังแสงต่อกันมากขึ้นส่งผลให้การสะสมปริมาณวิตามินซีลดลง (Mozafar, 1993) นอกจากนี้ยังพบว่าปุ๋ยไนโตรเจนจะไปเพิ่มปริมาณและคุณภาพของโปรตีนในพืช เพราะธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบหลักในการสร้างโปรตีน เมื่อพืชได้รับธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยหรือแหล่งอื่นๆ ก็ตามทำให้พืชมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้พืชมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตลดลง และ

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารตั้งต้นของการเกิดวิตามินซี ดังนั้นเมื่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลงการสังเคราะห์วิตามินซีจึงลดลงด้วย (Worthington, 2001) แต่อย่างไรก็ตามในผักกาดหอมห่อพบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณวิตามินซีที่วัดได้ (Muller and Hippe, 1987) ในทางกลับกันพบว่าปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจนจะมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณวิตามินซีในกะหล่ำปลี (Freyman *et al*., 1991) และผักกาดหอมชนิดไม่ห่อหัว (Sorensen *et al*., 1994)

อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น โดยกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส มีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 18.49±2.34, 18.63±0.97 และ 17.15±1.07 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน และตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 10)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อการรักษาคุณภาพของผักและผลไม้ให้อยู่ได้นานขึ้น Kader and Morris (1978) พบว่ามะเขือเทศที่ผ่านกระบวนการตัดแต่ง แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่งโมง พบปริมาณวิตามินซีลดลงถึง 5 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Zepplin and Elvehjein (1944) ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อปริมาณวิตามินซีในผักบริโภคใบ พบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน ปริมาณวิตามินลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ของวันเริ่มต้น แต่เมื่อนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 2 วัน พบปริมาณวิตามินซีลดลงถึง 20 เปอร์เซ็นต์ ของวันเริ่มต้น

ตารางที่ 10 การสูญเสียน้ำหนักสด ของแข็งที่ละลายน้ำได้ และวิตามินซี ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 วัน

วิธีการ	การสูญเสียน้ำหนักสด (%)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)	ปริมาณวิตามินซี (มก./100 ก.)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต			
อินทรีย์	2.77±1.26[a]	5.26±0.45[b]	19.03± 1.18[a]
ปกติ	1.76±0.59[b]	5.76±0.41[a]	17.15±1.15[b]
C.V. (%)	43.26	7.84	7.58
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			
0	1.81±0.59[b]	5.90±0.41[a]	18.49±2.34
4	2.11±0.56[ab]	5.33±0.21[b]	18.63±0.97
8	2.92±1.55[a]	5.31±0.58[b]	17.15±1.07
C.V. (%)	44.84	7.83	16.89
ปัจจัยที่ 1	*	*	*
ปัจจัยที่ 2	*	*	ns
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

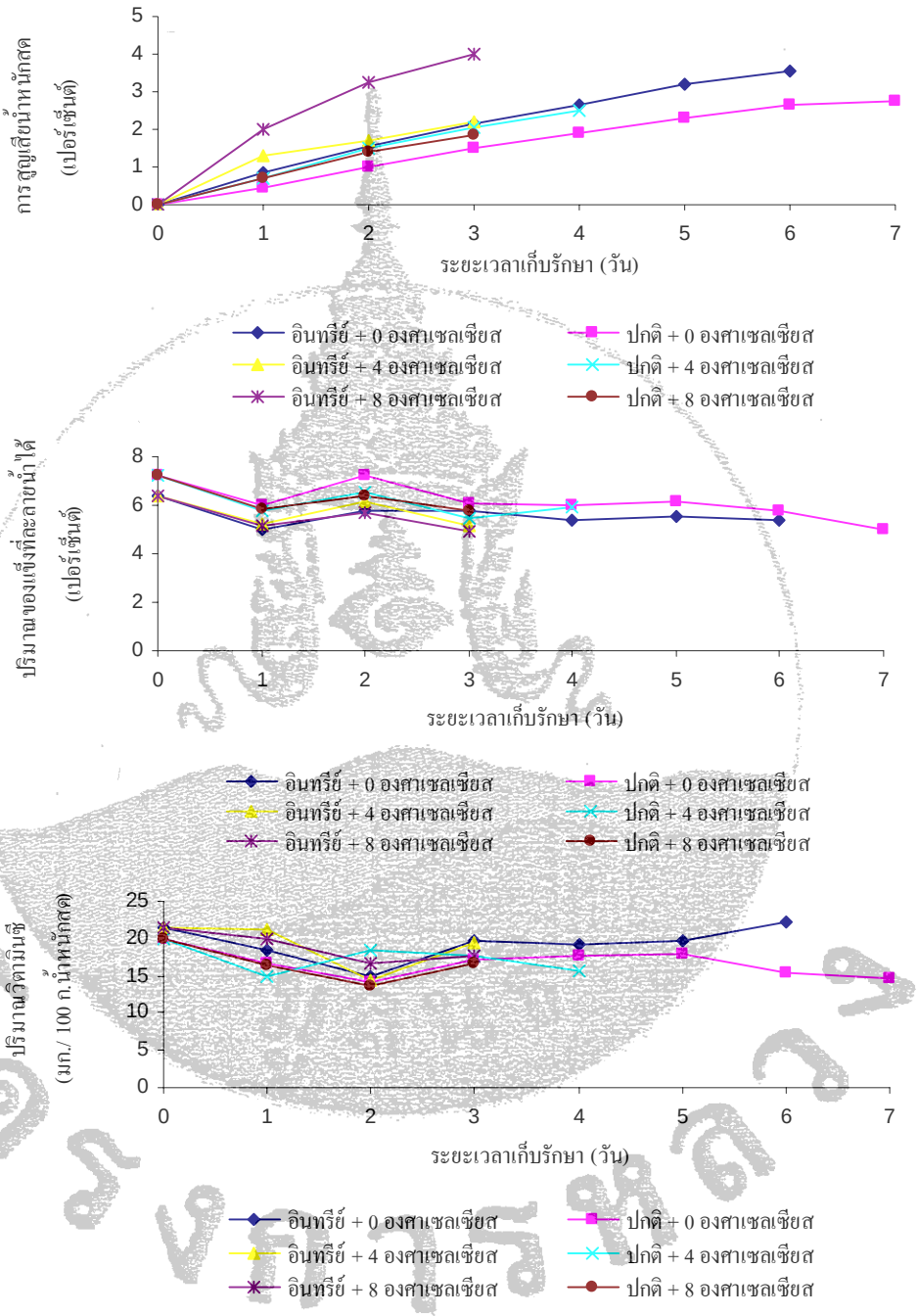
ตารางที่ 11 ค่า L*, ค่า chroma และค่า hue angle ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 วัน

วิธีการ	ค่า L*	ค่า chroma	ค่า hue angle (องศา)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต			
อินทรีย์	73.51±4.34	21.77±3.91	110.92±2.83
ปกติ	76.13±6.67	20.00±3.14	108.24±5.49
C.V. (%)	7.51	17.01	3.98
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			
0	78.24±4.00[a]	20.70±4.11	109.46±5.71
4	73.55±5.20[ab]	21.34±3.20	111.39±2.80
8	72.66±6.41[b]	20.62±3.78	107.89±4.25
C.V. (%)	7.08	17.74	4.03
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 2	*	ns	ns
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns

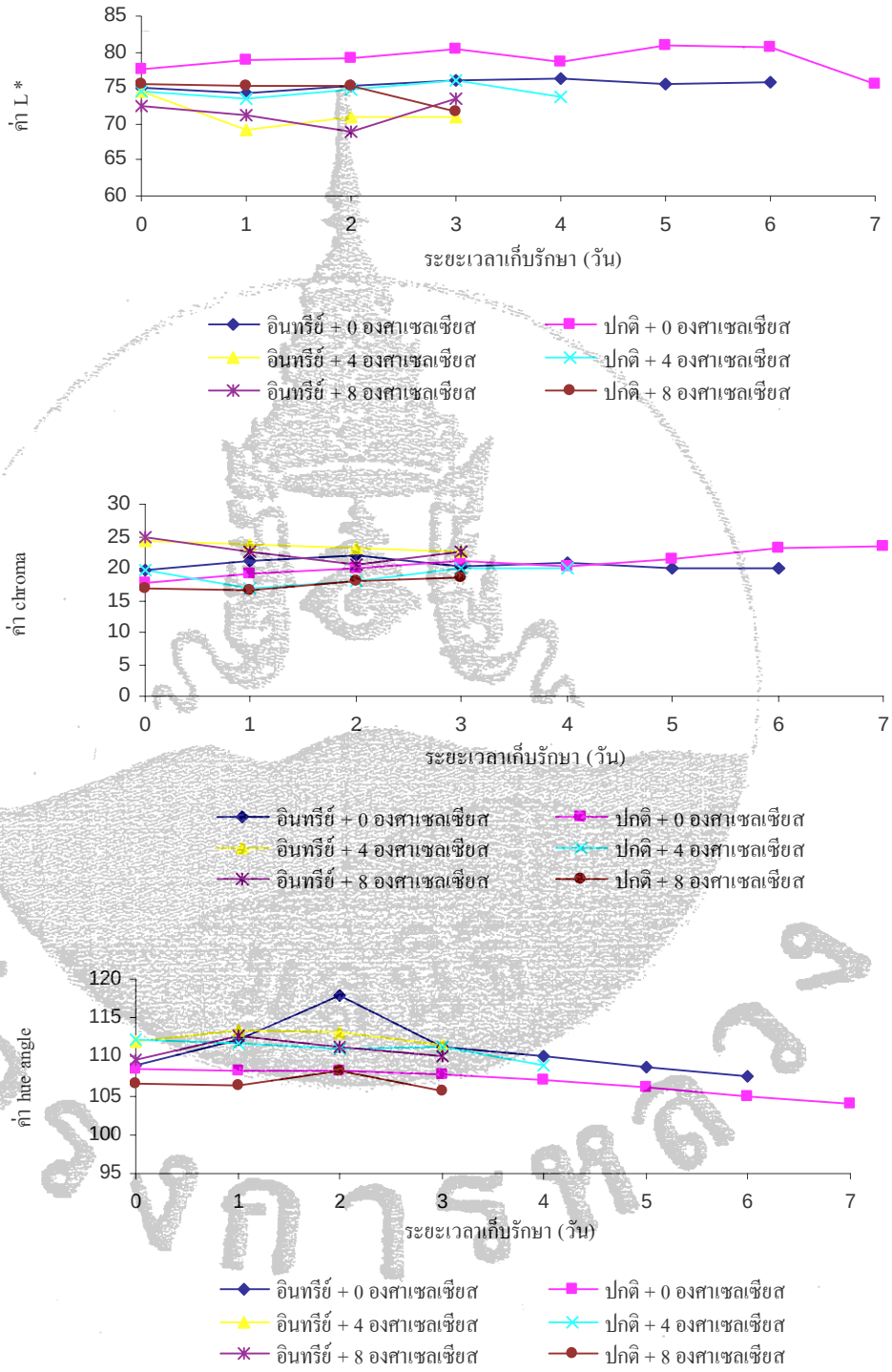
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 10 การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณวิตามินซีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 วัน



ภาพที่ 11 ค่า L*, ค่า chroma และค่า hue angle ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 วัน

ปริมาณคลอโรฟิลล์

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 3 วัน กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์รวมเท่ากับ 0.0048±0.0007 และ 0.0104±0.0073 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ ที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์รวมเท่ากับ 0.0029±0.0005 และ 0.0052±0.0007 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์บีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ปริมาณคลอโรฟิลล์บีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีค่าเท่ากับ 0.0056±0.0067 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และปริมาณคลอโรฟิลล์บีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติมีค่าเท่ากับ 0.0023±0.0004 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 12) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Moreira *et al.* (2002) ที่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ เก็บรักษานาน 0 วัน และ 20 วัน ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 98 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่สวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 321.3±39.0 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบปกติ มีปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับ 289.6±6.6 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และปริมาณคลอโรฟิลล์ในสวิสชาร์ดลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น โดยวันที่ 20 ของการเก็บรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบอินทรีย์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์คงแหลือเท่ากับ 237.8±27.3 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด และสวิสชาร์ดใบที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณคลอโรฟิลล์คงเหลือเท่ากับ 257.3±37.1 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด

อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น โดยอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาคือ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์เอมีค่าเท่ากับ 0.0045±0.0013, 0.0036±0.0011 และ 0.0037±0.0010 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ปริมาณคลอโรฟิลล์บีมีค่าเท่ากับ 0.0064±0.0084, 0.0028±0.0006 และ 0.0026±0.0007 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมีค่าเท่ากับ 0.0152±0.0202, 0.0064±0.0015 และ0.0063±0.0017 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด

ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กันทั้งต่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวม ในระหว่างการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณคลอโรฟิลล์ในกะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 12)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

เมื่อเปรียบเทียบผลของระบบการผลิตกะหล่ำปลีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด และคะแนนความเหนียวเท่ากับ 1.66±1.50 และ1.33±0.50 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าและมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติที่มีคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด และคะแนนความเหนียวเท่ากับ 1.33±0.50 และ 2.00±0.02 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 13) คะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นนั้นสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลที่วัดได้จากการทดลองที่ 1 ที่พบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลมากกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ เมื่อนำมาหั่นชิ้นในการทดลองนี้ก็พบว่ามีความสอดคล้องกัน โดยกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลที่บริเวณรอยตัดมากกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่มีในเซลล์พืชนั้นเมื่อเซลล์ถูกทำลายจากการตัดแต่งเกิดการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์ ทำให้สารประกอบฟีนอล ซึ่งอยู่ในอวัยวะภายในเซลล์ไหลออกมาพบกับเอนไซม์ที่มีอยู่ในเซลล์ เป็นผลให้เกิดปฏิกิริยากันได้เป็นสารประกอบที่มีสีน้ำตาลเกิดขึ้น (Underhill, 1992) ดังนั้นเซลล์ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลมาก ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยากันมากและได้เป็นสารประกอบสีน้ำตาลมากตามไปด้วย ส่วนคะแนนการเกิดกลิ่นของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับคะแนนการเกิดกลิ่นของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ โดยมีค่าเท่ากับ 1.00±0.15 และ 1.00±0.11 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดและความกรอบของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น แต่ไม่มีผลต่อการเกิดกลิ่นของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาคือ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดแตกต่างกันทุกอุณหภูมิ โดยที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดต่ำที่สุดคือ 1.00±0.07 คะแนน ส่วนอุณหภูมิ 4 และ 8 องศาเซลเซียส ทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดเท่ากับ

1.50±0.55 และ 2.00±0.07 คะแนน ตามลำดับ การเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับผลิตผลโดยทั่วไป เช่น กะหล่ำปลี (Yano and Saijo, 1987) มันฝรั่ง แอปเปิล (Sapers *et al*., 1990) ผักกาดหอม (Bolin and Huxsoll, 1991) และท้อ (Gorny, 1997) ผลิตผลที่มีบาดแผลจากการตัดแต่งทำให้มีการสลายตัวของโครงสร้างเซลล์ เป็นผลให้เซลล์สูญเสีย permeability ทำให้เอนไซม์โดยเฉพาะเอนไซม์ PPO และสารตั้งต้นทำปฏิกิริยากันได้ง่าย ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์เป็นปฏิกิริยาของสารประกอบโมโนฟีนอลที่อยู่ในพืช เมื่อสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศและมีเอนไซม์ PPO จะเกิดปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน ได้เป็นออร์โทไดฟีนอล (0-diphenol) สารนั้นจะถูกออกซิไดซ์ต่อได้เป็นออร์โท-ควิโนน (0-quinone) ควิโนนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ PPO นี้จะรวมตัวกันและเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดกับสารประกอบฟีนอลอื่นๆ หรือกับกรดอะมิโนได้เป็นสารประกอบสีน้ำตาล (นิธิยา, 2543) ระดับของการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในเซลล์ ปริมาณก๊าซออกซิเจน ความเร็วของการเกิดปฏิกิริยา (reducing substances) จำนวนไอออนของโลหะซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิ และกิจกรรมของเอนไซม์ PPO สิ่งเหล่านี้ล้วนมีผลต่อระดับการเกิดสารประกอบสีน้ำตาล (Goupy *et al*., 1995) จากการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิต่ำทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลต่ำที่สุด เนื่องจากการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำทำให้กะหล่ำปลีมีกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์เกิดช้าลงได้ จึงทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีระดับของการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลต่ำ ช่วยให้คงสภาพที่ดีได้นาน (นิธิยาและดนัย, 2548) คะแนนความเหนียวของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียสมีค่าสูงสุดคือ 2.00±0.03 คะแนน ซึ่งสูงกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 และ 4 องศาเซลเซียส ที่มีคะแนนความเหนียวเท่ากับ 1.00±0.09 และ1.50±0.55 คะแนน ตามลำดับ ผลการทดลองที่ได้พบว่าคะแนนความเหนียวนั้นมีความสอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนักสดของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นโดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากสุด เพราะว่าเมื่อมีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์มากๆ จะทำให้เซลล์เหี่ยวและเหนียวมากขึ้น ส่วนคะแนนการเกิดกลิ่นของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไม่มีความแตกต่างกัน โดยกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส มีคะแนนการเกิดกลิ่นเท่ากับ 1.00±0.07, 1.00±0.22 และ 1.00±0.05 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์ต่อคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดและคะแนนความเหนียว แต่ไม่มีผลต่อคะแนนการเกิดกลิ่นของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น

ภาพที่ 12 กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน

ตารางที่ 12 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวม ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 วัน

วิธีการ	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มก./100 ก.)	ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มก./100 ก.)	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (มก./100 ก.)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต			
อินทรีย์	0.0048±0.0007[a]	0.0056±0.0067	0.0104±0.0073[a]
ปกติ	0.0029±0.0005[b]	0.0023±0.0004	0.0052±0.0007[b]
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			
0	0.0045±0.0013	0.0064±0.0084	0.0152±0.0202
4	0.0036±0.0011	0.0028±0.0006	0.0064±0.0015
8	0.0037±0.0010	0.0026±0.0007	0.0063±0.0017
C.V. (%)	0.00	0.00	107.52
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	*
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 13 การเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด การเกิดกลิ่นผิดปกติ และความเหนียวของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 วัน

วิธีการ	การเกิดสารประกอบสีน้ำตาลบริเวณรอยตัด (คะแนน) [1]	การเกิดกลิ่นผิดปกติ (คะแนน) [2]	ความเหนียว (คะแนน) [3]
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต			
อินทรีย์	1.66±1.50[a]	1.00±0.15	1.33±1.50[b]
ปกติ	1.33±1.50[b]	1.00±0.11	2.00±0.02[a]
C.V. (%)	33.64	13.85	21.39
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)			
0	1.00±0.07[c]	1.00±0.07	1.00±0.09[b]
4	1.50±0.55[b]	1.00±0.22	1.50±0.55[b]
8	2.00±0.07[a]	1.00±0.05	2.00±0.03[a]
C.V. (%)	21.60	14.31	26.98
ปัจจัยที่ 1	*	ns	*
ปัจจัยที่ 2	*	ns	*
ปัจจัยที่ 1×2	*	ns	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1. การเกิดสีน้ำตาลที่รอยตัด

ระดับคะแนนที่ 5 คือ เกิดสีน้ำตาลมากที่สุด:สีสนิมเข้มปนน้ำตาล

ระดับคะแนนที่ 4 คือ เกิดสีน้ำตาลมาก:สีสนิมปนน้ำตาล

ระดับคะแนนที่ 3 คือ เกิดสีน้ำตาลปานกลาง:สีน้ำตาลปนเหลือง

ระดับคะแนนที่ 2 คือ เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย:สีเหลืองอ่อน

ระดับคะแนนที่ 1 คือ ไม่เกิดสีน้ำตาล

2. การเกิดกลิ่นผิดปกติ

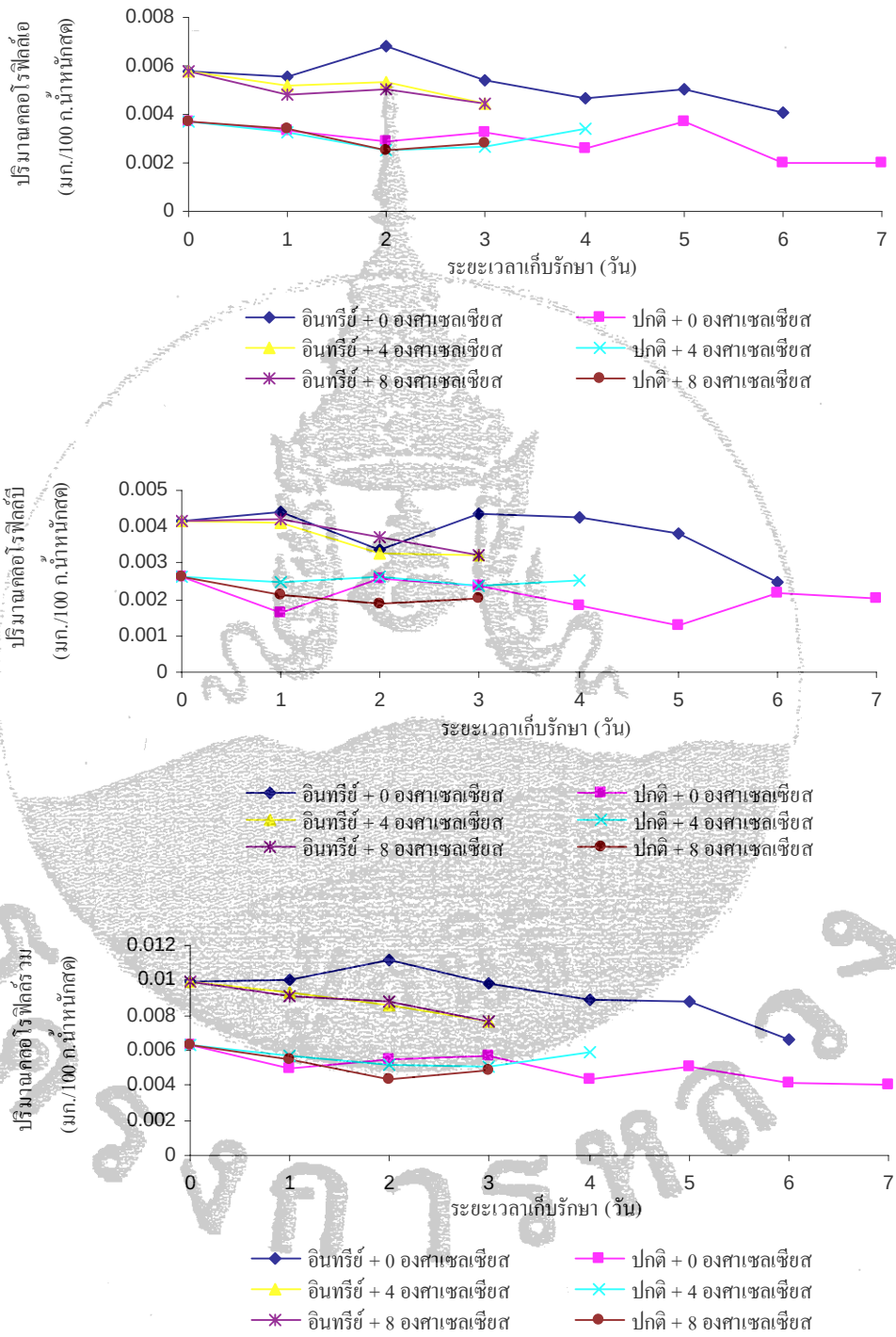
ระดับคะแนนที่ 2 คือ เกิดกลิ่นผิดปกติ

ระดับคะแนนที่ 1 คือ ไม่เกิดกลิ่นผิดปกติ

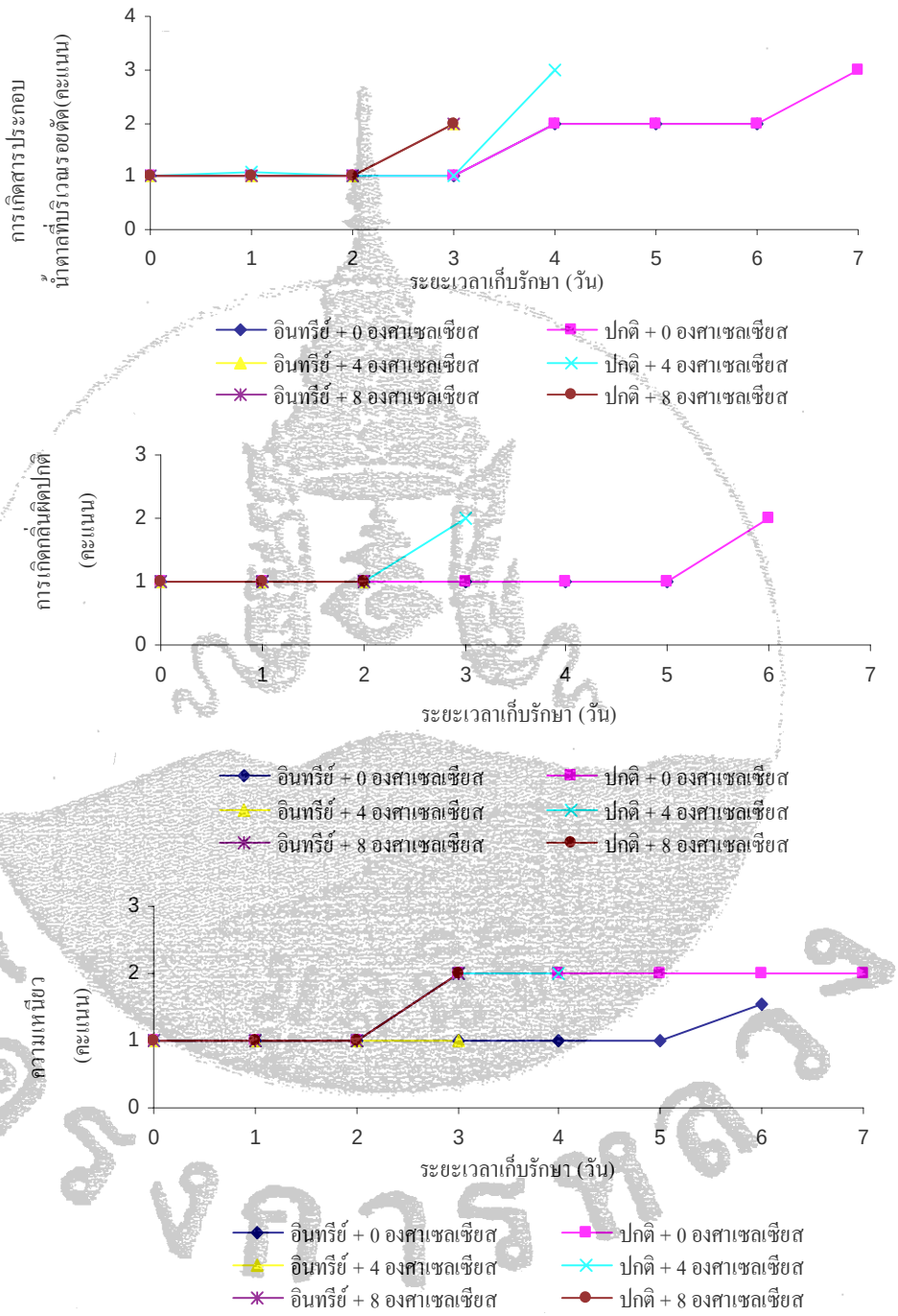
3. ความเหนียว

ระดับคะแนนที่ 2 คือ ความเหนียวเพิ่มขึ้น

ระดับคะแนนที่ 1 คือ ความเหนียวคงเดิม



ภาพที่ 13 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวม ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 วัน



ภาพที่ 14 คะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลที่รอยตัด การเกิดกลิ่นผิดปกติ และความเหนียวของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 วัน

ปริมาณสารประกอบฟีนอล

เมื่อนำกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 14.29±1.51 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 14.38±1.00 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 14)

สารประกอบฟีนอลเป็นสาร secondary metabolites จากการศึกษาโดยทั่วไปพบว่าสารประกอบฟีนอลจะกระจายตัวอยู่ตามเนื้อเยื่อของพืชที่ได้รับสภาวะเครียดจากกลไกต่างๆ เช่น เติบโตในสภาพแล้ง บาดแผลที่เกิดจากถูกโรคและแมลงเข้าทำลาย หรือเกิดขึ้นระหว่างการเก็บเกี่ยว และการป้องกันตัวเองจากการเข้าทำลายของพวกรา แบคทีเรีย และไวรัส (Brandt and Molgaard, 2001; Lucarini *et al*., 1999) ในการศึกษาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลในผลท้อและสาลี่พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลที่วัดได้ทั้งหมดในผลท้อที่ผลิตในระบบปกติเท่ากับ 19.6±2.1 กรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ $P < 0.01$ กับผลท้อที่ผลิตในระบบอินทรีย์ ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 27.9±0.4, 29.0±1.7 และ 23.2±0.9 กรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ส่วนผลสาลี่พบว่าผลสาลี่ที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 48.2±0.8 กรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ $P< 0.05$ กับผลสาลี่ที่ผลิตในระบบอินทรีย์ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 51.1±1.1 และ 56.1±1.7 กรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (Carbonaro and Mattera, 2001) ซึ่งขัดแย้งกับผลการทดลองที่ได้ซึ่งพบว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลไม่แตกต่างกันกับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบ

กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบฟีนอลมากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 15.74±0.35 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งมีสารประกอบฟีนอลเท่ากับ 13.98±0.90 และ 13.29±0.71 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด สอดคล้องกับการรายงานของ Vina and Chaves (2007) ที่พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของเซลาริ่ตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส คงสภาพอยู่ได้นานกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 20 องศาเซลเซียส Hanotel *et al.* (1995) พบว่ากระบวนการทางชีวเคมีชักนำให้เกิดสารประกอบสีน้ำตาลในชิโครี่ (chicory) ที่ตัดแต่งพร้อมบริโภค และพบว่าในช่วงแรกของการตัดแต่งพืชได้รับสภาวะเครียดจากบาดแผล เมื่อนำมาสกัด

สารประกอบฟีนอล พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงมาก และเมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้อิทธิพลร่วมของระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน การลดลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลอาจเป็นเพราะผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวชักนำให้เกิดเอทธิลีนซึ่งกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมของสารประกอบฟีนอล กระบวนการเมแทบอลิซึมของสารประกอบฟีนอลทำให้สารประกอบฟีนอลลดลงระหว่างการเก็บรักษา (Ke and Saltveit, 1989) และการเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการเกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมลงได้ (นิธิยา และดนัย, 2548) ทำให้มีการสูญเสียปริมาณสารประกอบฟีนอลน้อยกว่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง

จากผลการทดลองที่ได้ที่พบว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบฟีนอลคงเหลือมากที่สุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้นั้นสอดคล้องกับคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลที่บริเวณรอยตัด

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

การหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น โดยเมื่อนำกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส พบว่าหลังการเก็บรักษานาน 4 วัน กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ โดยกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 10.84±0.13 และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 10.40±0.24 $\log_{10}$ CFU/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 14) สอดคล้องกับการรายงานของ Beuchat (1996); Francis *et al.* (1999); NACMCF (1999) พบปริมาณจุลินทรีย์จำนวนมากในผักหั่นชิ้นโดยเฉพาะผักหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าผักหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ ปริมาณจุลินทรีย์ที่สะสมและติดอยู่ที่ผลิตผลสดทั่วไปนั้นพบว่ามาจากหลายแหล่ง เช่น ดินที่ใช้ปลูก น้ำ อากาศ ปนเปื้อนมากับสิ่งที่ใส่ลงไปในดินเพื่อการเจริญเติบโตของพืช และขณะที่ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (Nguz *et al.*, 2004) สาเหตุที่ผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าผลิตผลที่ผลิตในระบบปกตินั้นเนื่องจากในระหว่างการผลิตนั้นมีการใส่ปุ๋ยคอกและน้ำหมักชีวภาพแทนปุ๋ยเคมี (Beuchat and Ryu, 1997) ไม่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและแมลงรวมไปถึงสารควบคุมการเจริญเติบโตต่างๆ

(Lammerding, 1997) นอกจากนี้ Silvapalan *et al.* (1993) ยังรายงานว่าในความเป็นจริงปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตผลที่ผลิตในระบบอินทรีย์นั้นมาจากดินที่ใช้ปลูก เพราะเมื่อนำดินที่ใช้ปลูกมาหาปริมาณจุลินทรีย์ พบว่าดินที่ใช้ปลูกพืชในระบบอินทรีย์มีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าดินที่ใช้ปลูกพืชในระบบปกติ

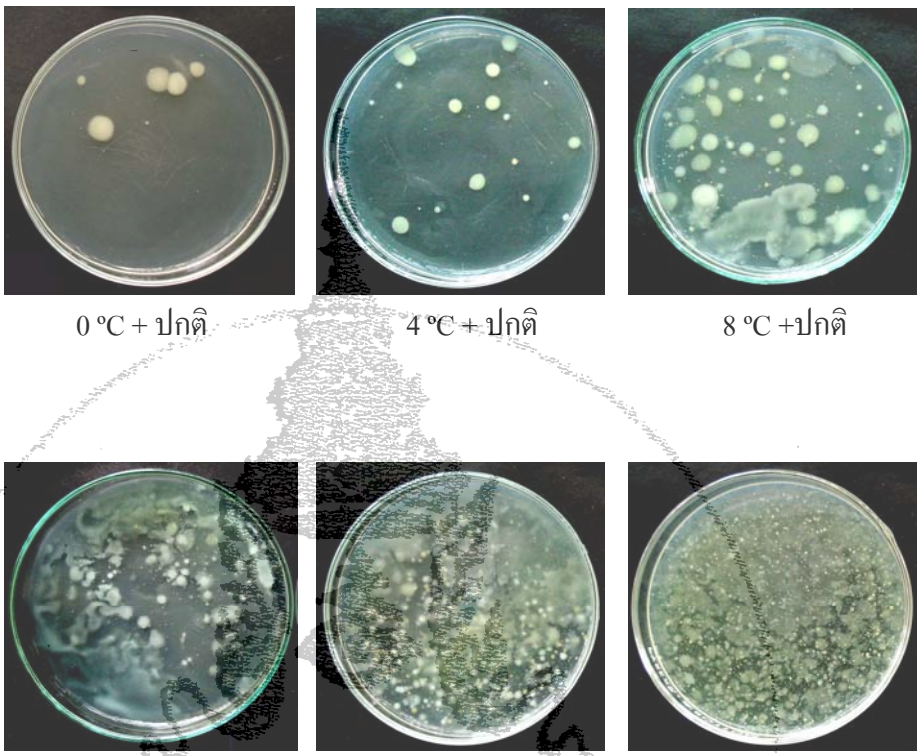
เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านอุณหภูมิพบว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 10.41±0.33 $\log_{10}$ CFU/100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์เท่ากับ 10.83±0.20 $\log_{10}$ CFU /100 กรัมน้ำหนักสด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 10.63±0.21 $\log_{10}$ CFU/100 กรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 14) อุณหภูมิต่ำช่วยควบคุมและชะลออัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ให้เกิดช้าลง (นิธิยาและคนัย, 2548) จึงทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยสุด ทั้งนี้อิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีกับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กัน และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 16)

อายุการเก็บรักษา

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ โดยนำกะหล่ำปลีหั่นชิ้นไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 4.00±1.51 วัน ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติที่มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 4.66±1.80 วัน (ตารางที่ 15) การประเมินอายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นนั้นใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยมีระดับคะแนนการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลที่รอยตัดมากกว่าหรือเท่ากับ 4 คะแนน คือเกิดสารประกอบสีน้ำตาลมาก : สีสนิมปนน้ำตาล ระดับคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติเท่ากับ 2 คะแนน คือเริ่มมีกลิ่นผิดปกติ และระดับคะแนนความกรอบเท่ากับ 2 คะแนน คือความกรอบลดลงจากวันเริ่มต้น กะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีคะแนนของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับเร็วกว่ากะหล่ำปลีปกติหั่นชิ้นจึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่า การที่กะหล่ำปลีหั่นชิ้น

ที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ เพราะมีคะแนนการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับเร็วกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกตินั้น เพราะจากผลการทดลองของการทดลองที่ 1 ที่พบว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลมากกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ ซึ่งเมื่อนำกะหล่ำปลีมาทำการหั่นชิ้นในการทดลองนี้จึงทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่มีมากในกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์นั้นออกมาทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ได้มากเกิดเป็นสารประกอบสีน้ำบริเวณรอยตัดที่มากกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ ส่งผลให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเร็วกว่า

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่ออายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีหั่นชิ้น โดยกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดเท่ากับ 6.50±0.55 วัน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ 8 องศาเซลเซียส ที่มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 3.50±0.56 วัน และ 3.00±0.28 วัน ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ เบญจมาศและคณะ (2549) ที่ศึกษาเรื่องการเก็บรักษากะหล่ำปลีหั่นฝอยพร้อมบริโภค พบว่าอุณหภูมิการเก็บรักษานั้นมีผลกระทบต่ออายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีหั่นฝอยอย่างเห็นได้ชัด โดยที่อุณหภูมิที่เก็บรักษาคือ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส กะหล่ำปลีหั่นฝอยมีอายุการเก็บรักษานาน 10, 8 และ 4 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดอัตราการหายใจของผลิตผล ตามหลักของ Van Hoff นั้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น 10 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยากระบวนการหายใจเพิ่มขึ้น 2-3 เท่า การที่อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นทำให้ผลิตผลเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว (Kader, 2002) ดังนั้นกะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำจึงมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด ทั้งนี้โดยอิทธิพลร่วมระหว่างระบบการผลิตกะหล่ำปลีและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 15 , ภาพที่ 17)



0 ºC + ปกติ 4 ºC + ปกติ 8 ºC +ปกติ

0 ºC + อินทรีย์ 4 ºC + อินทรีย์ 8 ºC + อินทรีย์

ภาพที่ 15 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน

ตารางที่ 14 ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 วัน

วิธีการ	ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม (มก./100 ก.)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log_{10}CFU/100 ก.)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต		
อินทรีย์	14.29±1.51	10.84±0.13[a]
ปกติ	14.38±1.00	10.40±0.24[b]
C.V. (%)	8.97	1.84
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)		
0	15.74±0.35[a]	10.41±0.33[b]
4	13.98±0.90[b]	10.63±0.21[ab]
8	13.29±0.71[b]	10.83±0.20[a]
C.V. (%)	4.88	2.41
ปัจจัยที่ 1	Ns	*
ปัจจัยที่ 2	*	*
ปัจจัยที่ 1×2	Ns	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

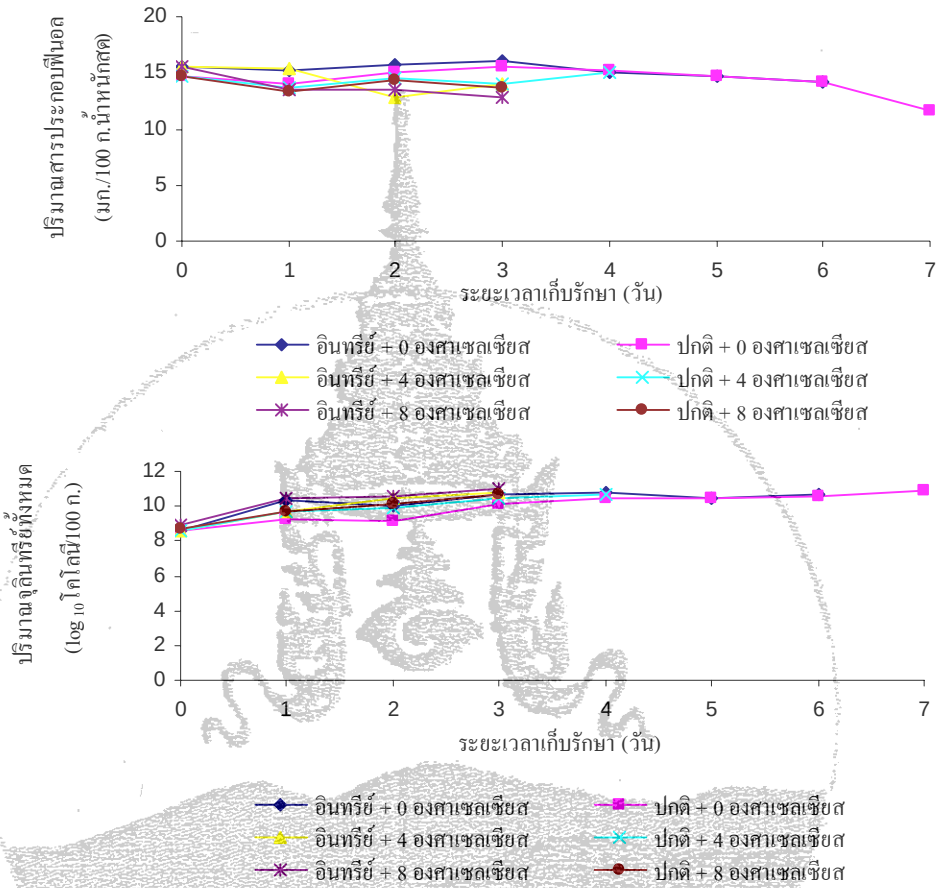
ตารางที่ 15 อายุการเก็บรักษา (วัน) ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์

วิธีการ	อายุการเก็บรักษา (วัน)
ปัจจัยที่ 1 : ระบบการผลิต	
อินทรีย์	4.00±1.51[b]
ปกติ	4.66±1.80[a]
C.V. (%)	38.50
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	
0	6.50±0.55[a]
4	3.50±0.56[b]
8	3.00±0.28[b]
C.V. (%)	4.88
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1×2	*

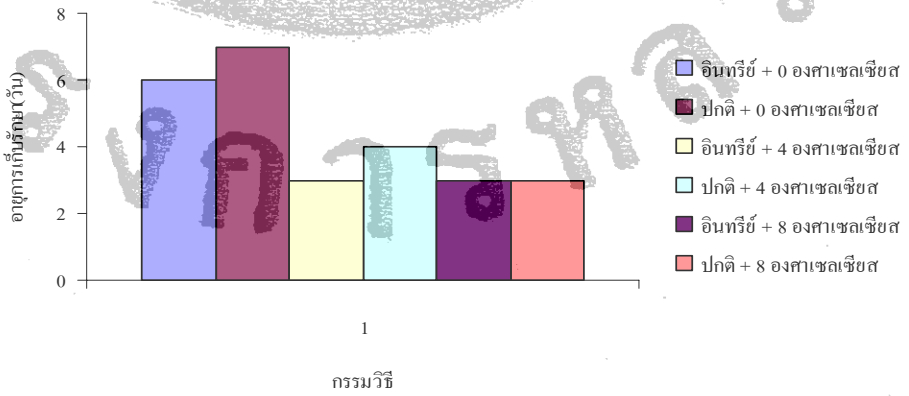
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 16 ปริมาณสารประกอบฟีนอล และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 วัน



ภาพที่ 17 อายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์เปรียบเทียบกับกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ พบว่า

1. เมื่อนำกะหล่ำปลีเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ทำให้กะหล่ำปลีมีอายุการเก็บรักษานาน 14.00, 17.00, 11.00 และ 4.00 วัน ตามลำดับ ส่วนกะหล่ำปลีหั่นชิ้นเมื่อนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, และ 8 องศาเซลเซียส ทำให้กะหล่ำปลีหั่นชิ้นมีอายุการเก็บรักษานาน 6.50, 3.50, และ 3.00 วัน ตามลำดับ

2. กะหล่ำปลีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากมีปริมาณแป้งสูง มีอัตราการหายใจต่ำ และมีอายุการเก็บรักษานานสุด ส่วนกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง แต่มีการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลที่บริเวณรอยตัดน้อย มีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำ และมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด

3. กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวมมากกว่า และปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงกว่า แต่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์ แป้งน้อยกว่า และมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ ส่วนกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์มีการสูญเสียน้ำหนักสด วิตามินซี คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์รวมสูงกว่า และมีการเกิดสารประกอบสีน้ำตาลที่บริเวณรอยตัดมากกว่า แต่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีความเหนียว มีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่า และมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่ากะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ

4. ปริมาณธาตุอาหารที่วัดได้พบว่า กะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์ มีปริมาณธาตุไนโตรเจน และธาตุเหล็กน้อยกว่ากะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 น.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 222 น.

เบญจมาศ รัตนชินกร, สมพร พรหมศักดิ์, อุมาภรณ์ สุจริต ทวีสุข และดารินทร์ กำแพงเพชร. 2549. การเก็บรักษากะหล่ำปลีหั่นฝอยพร้อมบริโภค. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 37 (2) : 123-126.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2543. เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 473 น.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 236 น.

Able, J. A., L. S. Wong, A. Prasad and T. J. O'Hare. 2004. The physiology of senescence in detached pak choy leaves (*Brassica rapa* var. *chinensis*) during storage at different temperatures. Postharvest Biology and Technology. 35 : 271-278.

AOAC. 1998. Official Method of Analysis (16 th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.

Aquino-Bolanos, E. N., M. I. Cantwell, G. Peiser and E. Mercado-Silva. 2000. Changes in the quality of fresh-cut jicama in relation to storage temperature and controlled atmospheres. Journal of Food Science. 65 : 1238-1243.

Augustin, J. 1975. Variations in the nutritional composition of fresh potatoes. Journal of Food Science. 40 : 1295-1299.

Beharrell, B. and J. H. MacFie. 1991. Consumer attitudes to organic foods. British Food Journal. 93 : 25-30.

Beuchat, L. R. 1669. Pathogenic micro-organisms associated with fresh produce. Journal of Food Protection. 59 : 204-206.

Beuchat, L. R. and J. H. Ryu. 1997. Produce handling and processing practices. Emerging Infectious Diseases. 3 : 459-465.

Bolin, H. R., and C. C. Huxsoll. 1991. Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. Journal of Food Science. 56 : 416-418.

Boonyakiat, D. 1999. Postharvest losses of highland vegetables in Thailand. Acta Hort. 483 : 251-254.

Bordeleau, G., I. Myers-Smith, M. Midak and A. Szeremeta. 2007. Food Quality : A comparison of organic and conventional fruits and vegetables. [Online]. Available. http : //kursus. kul. dk/shares/ea/03Projects/32gamle_2002/FoodQualityFinal.pdf (24 January 2007).

Brandt, K. and J. P. Mølgaard. 2001. Organic agriculture : does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods?. Journal of the Science of Food and Agriculture. 31 : 924-931.

Carbonaro, M. and M. Mattera. 2001. Polyphenol oxidase activity and polyphenol levels in organically and conventionally grown peach (*Prunus persica* L., cv. Regina Bianca) and pear (*Pyrus communis* L., cv. Williams). Food chemistry. 72 : 419-424.

Ewa, R., H. Ewelina and S. Anna. 2006. Nutritive quality of tomato fruits from organic and conventional cultivation. Organic Food Quality & Health Newsletter April 2006 : 6-15.

Finesilver, T. 2007. Comparison of Food Quality of Organically versus Conventionally Grown Plant Food. [Online]. Available. http : //eap.mcgill.ca/Publications/eap_head. html (21 January 2007).

Francis, A. G., C. Thomas and D. O'Beirne. 1999. The microbiological safety of minimally processed vegetables. International Journal Food Science and Technology. 34 : 1-22.

Freyman, S., P. M. Toivonen, P. W. Perrin, W. C. Lin and J. W. Hall. 1991. Effect of nitrogen fertilization on yield, storage losses and chemical composition of winter cabbage. Canadian Journal of Plant Science. 71 : 943-946.

Gajewski, M. and H. Skapski. 1994. Storage of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) and leaf chicory (*Cichorium intybus* var. *foliosum*) as a method of prolongation their consumtion period. Acta Hort. 371 : 145-149.

Gorny, J. R. 1997. Summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. pp 30-66. *In* Gorny, J. R. (ed.). Proceedings of Seventh International Controlled Atmosphere Conference, Vol. 5. Postharvest Outreach Program, University of California, Davis, USA.

Goupy, P., M. J. Amiot, F. Richard-Forget, F. Duprat, S. Aubert and J. Nicolas. 1995. Enzymatic browning of model solution and apple phenolic extracts by apple polyphenol oxidase. Journal of Food Science. 60 : 497-501.

Hardenburg, R. E., A. E. Watada and C. Y. Wang. 1986. The commercial storage of Fruits, Vegeables, and Florist and Nursery stocks. USDA Agricultural Handbook No. 66. 130 p.

Hodge, J. E. and B. T. Hofreiter. 1962. Determination of Reducing Sugar and Carbohydrate : Methods in Carbohydrate Chemistry Academic Press. New York. 380-394 p.

Javanmardi, J. and C. Kubota. 2006. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. Postharvest Biology and Technology. 41 : 151-155.

Kader, A. A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Third edition. University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3311. 535 p.

Kader, A. A. and L. L. Morris. 1978. Prompt handling reduces processing-tomato losses. California Agriculture. 32 (5) : 21-22.

Ke, D. and M. E. Saltveit. 1989. Wound-induced ethylene producton, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. Physiology Plantarum. 76 : 412-418.

Ketsa, S. and S. Atantee. 1998. Phenolics, lignin, peroxidase activity and increased firmness of damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. Postharvest Biology and Technology. 14 : 117-124.

Khalafalla, M. S. and A. Palzkill. 1990. Seasonal patterns of carbohydrates and proline in jojoba clones that differ in frost susceptibility. HortScience. 25 (1) : 103-105.

Kiss, I. 1984. Testing Method in Food Microbiology. Elsevier Science Publishers,

Budapest. 477 p.

Kumpulainen, J. 2001. Nutritional and toxicological quality comparison between organic and conventionally grown foodstuffs. Proceedings of the International Fertilizer Society. 472 : 1-20.

Izumi, H., A. E. Watada and N. P. Ko. 1996. Quality changes in carrot slices, and shreds stored at various temperature. Food Science and Technology. 1 : 71-73.

Lammerding, A. L. 1997. An overview of microbial food safety risk assessment. Journal of Food Protection. 60 : 1420-1425.

Lampkin, N. 1990. Organic Agriculture. Farming Press : Ipswick, Ipswich/GB. 701 p.

Lee, G. Y. and J. R. Whitaker. 1995. "Enzymatic Browning and Its Prevention" American Chemical Society Symposium Series 600, American Chemical Society, Washington, D.C. 338 p.

Lee, S. K. and A. A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology. 20 : 207-220.

Lisiewska, Z. and W. Kmiecik. 1996. Effect of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage for frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. Food Chemistry. 57 : 267-270.

Lohse, G. 1982. Micro analytical azomethine-H method for boron determination in plant tissue. Commun. Soil Science and Plant Analysis. 13 : 127-134.

Lucarini, M., M. Carbonaro, S. Nicoli, A. Aguzzi, M. Cappelloni, S. Ruggeri, G. Di Lullo, L. Gambelli and E. Carnovale. 1999. Endogenous markers for organic versus conventional plant products. pp. 306-310. *In* Hagg, M., R. Ahvenainen, A. M. Evers and R. tilikkala. (eds.). Agri-Food Quality // Quality Management of Fruits and Vegetables. Cambridge : Royal Society of Chemistry. UK.

Mader, P., L. Pfiffner, U. Niggli, U. Balzer, F. Balzer, K. Plochberger, A. Velimirov and J. M. Besson. 1993. Effects of three farming systems (bio-dynamic, bio-organic, conventional) on yield and quality of beet root (*Beta vulgaris* L. var. *Esculenta* L.) in a seven year crop rotation. Acta Hort. 339 : 10-31.

McCollum G., A. Plotto, D. Chellemi, E. Rosskopf and G. Church. 2007. Postharvest quality of tomatoes produced in organic and conventional production systems. "Organic Agriculture : Postharvest Challenges and Opportunities". [online].Available. http : // ashs.org/profcast/ASHS. rss (5 January 2007)

McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective colour measurement. Journal of Horticulture Science. 27 (12) : 1254-1255.

Menniti, A. M., M. Maccaferri and A. Folchi. 1996. Physio-pathological responses of cabbage stored under controlled atmospheres. Postharvest Biology and Technology. 10 : 207-212.

Moreira, M. R., S. I. Roura and C. E. del Valle. 2002. Quality of Swiss Chard produced by conventional and organic methods. Lebensmittel. - Wissenshaft u. – Technologie. 36 : 135-141.

Mozafar, A. 1993. Nitrogan fertilizers and the amount of vitamins in plants : Review Journal of Plant Nutrition. 16 : 2479-2506.

Muller, K. and J. Hippe. 1987. Influence of differences in nutrition on important quality characteristics of some agricultural crops. Plant and Soil. 100 : 35-45.

Nagy, S. 1980. Vitamin C contents of citrus fruit and their products : a review : Journal of Agricultural and Food Chemistry. 28 : 8-18.

NACMCF. 1999. Microbiological safety evaluation and recommendations on fresh produce. Food Control. 10 : 117-143.

Nugz, K., J. Shindano, S. Samapundo and A. Huyghebaert. 2004. Microbiological evalution of fresh-cut organic vegetables produced in Zambia. Food control. [Online]. Available. http : // www.sciencedirect.com (5 May 2006).

Nyanjage, M. O., H. Wainwright, C. F. H. Bishop and F. J. Cullum. 2001. Biological agriculture & horticulture. 18 (3) : 221-234.

Porter, K. L., A. Klieber and G. Collins. 2002. Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage. Postharvest Biology and Technology. 28 : 153-158.

Ranganna, S. 1986. Handbook of Analysis and Quality control for Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company Inc., New Delhi. 1112 p.

Rhodes, J. M. and L. S. C. Wooltorton. 1978. The biosynthesis of phenolic compounds in wounded plant storage tissues. pp. 243-286. *In* Kahl, G. (ed.). Biochemistry of Wounded Plant Tissues. Berlin, New York.

Roura, S., L. Davidovch and C. Del Valle. 2000. Postharvest changes in fresh Swiss chard under different storage condition. Journal of Food Quality. 23 : 143-147.

Singleton, V. L. and J. A. Rossi Jr. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology Viticulture. 16 : 144-158.

Smith, L. 1995. Calculations for Research Experiments Using Stored Fruit Volume I. Queensland Department of Postharvest Industries Horticulture Group, Hamilton, Queensland, Australia. 34 p.

Sapers, G. M., L. Garzarella and V. Pilizota. 1990. Application of browning inhibitors to cut apple and potato by vacuum and pressure infiltration. Journal of Food Science 55 : 1049-1053.

Sorensen, J. N., A. S. Johansen and N. Poulsen. 1994. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. 1. Marketable and nutritional quality as affected by nitrogen supply, cultivar and plant age. Plant Foods Human Nutrition. 46 : 1-11.

Underhill, S. J. R. 1992. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp browning. Tropical Science. 32 : 305-312.

Watada, A. E. and L. Qi. 1999. Quality of fresh- cut produce. Postharvest Biology and Technology. 15 : 201-205.

Warman, P. R. and K. A. Harvard. 1998. Yield, vitamin and mineral content of organically and conventionally grown potatoes and sweet corn. Agriculture, Ecosystems and Environment. 68 : 207-213.

Will, R. B. H. and V. V. V. Ku. 2002. Use of 1- MCP to extend the time to ripen of green tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. Postharvest Biology and Technology. 26 : 85-90.

Witham, F. H., D. H. Blaydes, R. M. Devin and D. Van. 1971. Experiments in Plant Physiology. Nostrand company. New York. 524 p.

Woese, K., D. Lange, C. Boess and KW. Boegl. 1997. A comparison of organically and

conventionally grown foods- results of a review of the relevant literature. Journal of the Science of Food and Agriculture. 74 (3) : 281-293.

Worthington, V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. The journal of alternative and complementary medicine. 7 (2) : 161-173.

Yamahuchi, N. and A. E. Watada . 1991. Regulated chlorophyll degradation in spinach leaves during storage. Journal of the American Society for Horticultural Science. 116 : 58-62.

Yano, M. and R. Saijo. 1987. New preservation method for shredded cabbage with special reference to non-browning cultivar. Journal of the Japanese Society for Cold Preservative. 13 : 11-15.

Zepplin, M. and C. A. Elvehjein. 1944. Effect of refrigeration on retention of ascorbic acid in vegetables. Food Research. 9 : 100-111.

ภาคผนวก

โครงการหลวง

ตารางภาคผนวกที่ 1 การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	-	0.83±0.44	1.62±0.92	1.89±0.76	2.53±0.87	3.29±1.04	4.27±1.12	5.12±1.29	5.96±1.31	-
ปกติ	-	0.98±1.25	1.84±1.56	1.75±1.47	2.32±1.53	3.11±1.65	3.80±1.99	4.53±2.44	5.27±3.44	5.76±3.47
C.V. (%)	-	103.23	73.95	64.47	51.42	43.24	42.78	40.51	50.21	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	-	0.91±0.39[ab]	1.55±0.57[b]	2.14±0.65	2.72±0.75	3.47±0.86	3.94±0.93	4.57±1.12	-	-
4	-	1.01±.1.67[ab]	1.39±1.76[b]	2.04±.1.81	2.67±1.92	3.53±2.11	4.29±2.50	5.07±2.53	5.61±2.48	5.76±3.47
8	-	0.38±0.18[b]	0.90±0.27[b]	1.27±0.29	1.88±0.34	2.60±0.43	3.49±0.65	-	-	-
ห้อง	-	1.33±0.49[a]	3.09±0.71[a]	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	95.53	78.94	61.88	49.89	41.83	43.47	40.67	0.00	-
ปัจจัยที่ 1	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	-	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	-	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่า L* ของผิวใบกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	74.77±5.19[b]	73.87±3.71[b]	74.25±4.54[b]	72.38±4.72[b]	74.77±5.19[b]	74.81±5.44[b]	73.75±4.66[b]	74.34±5.27[b]	76.91±2.60	-
ปกติ	78.21±2.43[a]	77.15±3.45[a]	77.13±3.09[a]	75.59±3.30[a]	78.20±2.67[a]	78.20±2.67[a]	78.76±2.44[a]	78.77±3.03[a]	77.12±2.94	78.06±2.87
C.V. (%)	5.29	4.75	5.13	5.50	5.29	5.60	4.53	5.62	3.61	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	75.48±6.62	75.36±5.42	74.35±6.28	74.46±5.19	75.91±5.89	74.78±6.47	74.87±5.63[b]	75.80±5.92	-	-
4	76.84±4.11	75.75±3.79	77.09±3.97	73.63±3.60	77.71±3.58	76.94±3.14	77.85±2.79[ab]	77.30±3.39	77.02±2.62	78.06±2.87
8	75.49±3.53	75.20±3.50	75.20±3.12	73.87±4.45	75.87±3.30	77.80±3.10	78.35±1.83[a]	-	-	-
ห้อง	78.04±2.43	75.72±3.15	76.14±1.82	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	5.82	5.38	5.46	6.03	5.77	5.91	5.33	6.31	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	*	ns	ns	ns	-	ns	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่า chroma ของผิวใบกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	27.28±4.76[a]	27.37±4.00	26.02±4.44	25.72±4.46	26.94±3.73	28.23±4.12	26.94±5.80	27.48±5.15	30.30±3.57	-
ปกติ	24.98±3.81[b]	26.00±2.58	27.27±3.37	24.71±4.10	27.41±3.37	28.32±2.74	27.27±2.92	29.23±4.09	31.19±4.35	28.99±4.00
C.V. (%)	16.50	12.63	14.80	17.00	13.10	12.38	15.79	16.42	12.95	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	26.69±4.66	26.98±3.04	26.30±4.46	27.59±3.47[a]	28.64±3.19	28.99±2.93	27.31±4.67	27.95±4.41	-	-
4	25.77±4.32	26.87±4.31	25.75±.4.42	22.81±.4.94[b]	26.14±3.90	28.66±3.64	26.69±4.90	28.75±5.01	30.74±3.78	28.99±4.00
8	25.99±4.07	26.51±4.09	25.92±4.58	25.24±2.97[ab]	26.75±3.22	27.17±3.76	27.68±1.29	-	-	-
ห้อง	26.90±2.22	28.03±2.82	26.16±4.22	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	13.16	15.04	17.52	15.43	12.72	12.26	16.09	16.67	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่า hue angle (องศา) ของผิวใบกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	115.53±2.64	115.94±1.98	114.11±4.41	115.59±2.54	115.67±2.71	114.23±3.60	114.81±5.21	112.42±4.66	112.44±3.52	-
ปกติ	115.03±1.70	115.75±1.62	115.17±1.66	114.56±2.07	115.16±1.95	114.85±1.66	115.62±1.98	113.13±1.96	113.36±2.83	113.80±2.01
C.V. (%)	1.92	1.56	2.90	2.01	2.05	2.45	2.13	3.17	2.83	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	115.16±3.02	115.21±2.46	114.56±4.57	115.06±2.60	115.65±3.12	115.18±3.03	114.95±2.72	112.35±4.68	-	-
4	115.18±1.83	115.53±1.30	114.44±.2.64	114.22±.2.67	115.29±2.26	114.46±2.33	114.60±2.82	113.20±1.88	112.90±3.05	113.80±2.01
8	115.21±2.55	116.01±1.63	114.49±2.70	115.96±1.41	115.32±1.64	113.99±3.06	117.38±0.93	-	-	-
ห้อง	115.58±1.39	116.65±1.47	115.08±3.56	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	1.98	1.53	3.01	2.00	2.09	2.47	3.07	3.16	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	ns	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	4.13±0.21[b]	3.89±0.35[b]	4.08±0.42[b]	4.23±0.39[b]	4.17±0.27[b]	4.78±0.28[b]	4.36±0.35[b]	4.31±0.22[b]	4.36±0.20[b]	-
ปกติ	5.16±0.13[a]	4.72±0.20[a]	5.11±0.40[a]	5.04±0.18[a]	4.98±0.20[a]	5.42±0.35[a]	5.00±0.20[a]	5.16±0.36[a]	4.96±0.28[a]	5.40±0.10
C.V. (%)	3.81	6.65	9.02	6.64	5.24	6.35	5.64	6.33	5.39	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	4.65±0.59	4.16±0.70	4.48±0.54	4.55±0.52	4.63±0.50	5.23±0.49	4.65±0.49	4.80±0.67	-	-
4	4.65±0.59	4.48±0.43	4.75±.0.86	4.73±.0.59	4.56±0.49	5.05±0.53	4.76±0.45	4.68±0.38	4.66±0.39	5.40±0.10
8	4.65±0.59	4.31±0.44	4.81±0.72	4.63±0.49	4.55±0.51	5.03±0.37	4.90±0.10	-	-	-
ห้อง	4.65±0.59	4.26±0.50	4.35±0.53	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	12.83	12.35	14.84	11.65	11.06	9.24	9.11	11.60	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	20.94±3.27	24.40±3.30	18.57±2.21	19.62±1.51[a]	16.21±3.61	12.01±1.68	15.37±1.18	18.83±5.42	15.18±2.51	-
ปกติ	22.63±1.32	24.23±3.70	19.48±1.37	18.09±1.20[b]	15.99±1.27	11.47±2.47	14.52±1.60	17.20±1.90	12.65±0.54	16.87±2.20
C.V. (%)	11.45	14.42	9.69	7.27	16.81	18.02	9.79	22.59	13.66	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	21.79±2.77	22.29±2.22[b]	19.15±1.46	18.57±1.81	14.42±2.35	12.17±2.59	13.85±1.22[b]	15.58±2.88[b]	-	-
4	21.79±2.77	23.81±4.56[b]	19.15±.1.59	18.25±.1.03	16.10±2.70	11.52±2.49	15.54±1.52[a]	20.45±3.48[a]	13.92±2.13	16.87±2.20
8	21.79±2.77	23.64±2.28[b]	18.83±2.51	18.75±1.65	17.78±1.97	11.52±1.13	15.54±1.58[a]	-	-	-
ห้อง	21.79±2.77	27.53±2.25[a]	18.99±2.19	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	12.73	12.34	10.45	8.14	14.67	18.56	8.65	17.76	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	*	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	*	ns	ns	ns	ns	-	*	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 7 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	0.0039±0.0015	0.0034±0.0014[a]	0.0028±0.0013[a]	0.0029±0.0012[a]	0.0022±0.0011[a]	0.0026±0.0008[a]	0.0026±0.0009[a]	0.0022±0.0008[a]	0.0024±0.0004[a]	-
ปกติ	0.0028±0.0012	0.0015±0.0006[b]	0.0012±0.0003[b]	0.0012±0.0003[b]	0.0012±0.0003[b]	0.0012±0.0002[b]	0.0012±0.0002[b]	0.0012±0.0002[b]	0.0011±0.0004[b]	0.0012±0.0000
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	0.0034±0.0014	0.0030±0.0016	0.0025±0.0017	0.0018±0.0008	0.0017±0.0009	0.0017±0.0008	0.0023±0.0012[a]	0.0014±0.0004[b]	-	-
4	0.0033±0.0018	0.0026±0.0016	0.0016±.0.0008	0.0017±.0.0009	0.0019±0.0012	0.0019±0.0008	0.0015±0.0006[b]	0.0020±0.0010[a]	0.0017±0.0008	0.0012±0.0000
	0.0029±0.0015	0.0022±0.0012	0.0016±0.0007	0.0026±0.0018	0.0016±0.0007	0.0021±0.0011	0.0011±0.0002[c]	-	-	-
ห้อง	0.0037±0.0012	0.0021±0.0015	0.0022±0.0014	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	*	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 8 ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	0.0032±0.0013	0.0023±0.0009[a]	0.0022±0.0006[a]	0.0016±0.0005	0.0015±0.0006	0.0016±0.0003[a]	0.0018±0.0006[a]	0.0015±0.0005[a]	0.0016±0.0001	-
ปกติ	0.0023±0.0008	0.0010±0.0003[b]	0.0013±0.0003[b]	0.0012±0.0005	0.0011±0.0003	0.0011±0.0002[b]	0.0011±0.0002[b]	0.0009±0.0003[b]	0.0012±0.0007	0.0012±0.0000
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	0.0032±0.0010	0.0020±0.0013	0.0019±0.0007	0.0013±0.0003	0.0012±0.0005	0.0013±0.0004	0.0017±0.0004	0.0010±0.0004[b]		-
4	0.0029±0.0013	0.0016±0.0007	0.0015±.0.0004	0.0015±.0.0005	0.0015±0.0007	0.0014±0.0004	0.0012±0.0002	0.0014±0.0006[a]	0.0014±0.0005	0.0012±0.0000
8	0.0023±0.0013	0.0014±0.0009	0.0015±0.0004	0.0014±0.0007	0.0012±0.0003	0.0013±0.0004	0.0011±0.0001	-	-	-
ห้อง	0.0027±0.0011	0.0017±0.0010	0.0021±0.0009	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	*	*	ns	ns	*	*	*	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 9 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	0.0058±0.0014	0.0051±0.0021[a]	0.0044±0.0014[a]	0.0041±0.0016[a]	0.0036±0.0014[a]	0.0038±0.0008[a]	0.0037±0.0015	0.0033±0.0015	0.0033±0.0005	-
ปกติ	0.0062±0.0022	0.0031±0.0010[b]	0.0030±0.0009[b]	0.0026±0.0008[b]	0.0023±0.0006[b]	0.0026±0.0005[b]	0.0025±0.0011	0.0023±0.0003	0.0027±0.0015	0.0015±0.0009
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	0.0062 ±0.0020	0.0048±0.0026	0.0042±0.0016	0.0030±0.0011	0.0027±0.0011	0.0029±0.0009	0.0038±0.0017[a]	0.0022±0.0007[b]		-
4	0.0062±0.0024	0.0042±0.0021	0.0031±.0.0009	0.0032±.0.0011	0.0033±0.0017	0.0032±0.0007	0.0028±0.0007[ab]	0.0034±0.0013[a]	0.0026±0.0009	0.0030±0.0011
8	0.0053±0.0015	0.0035±0.0015	0.0031±0.0008	0.0039±0.0020	0.0029±0.0008	0.0035±0.0012	0.0018±0.0007[b]	-	-	-
ห้อง	0.0063±0.0016	0.0039±0.0017	0.0044±0.0016	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 10 ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	16.22±1.77[a]	17.77±2.29	16.34±2.80[a]	14.34±2.42	14.81±1.58	13.94±0.64	14.10±1.39	11.32±1.39	13.81±0.69	-
ปกติ	14.42±1.61[b]	16.83±1.17	14.46±2.42[b]	14.80±2.46	14.55±1.36	13.43±1.26	14.23±0.53	11.99±1.87	13.60±1.31	13.36±0.26
C.V. (%)	10.97	10.53	17.01	16.78	10.07	7.34	8.10	14.19	7.65	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	15.32±2.03	17.66±1.62	17.41±2.85[a]	16.15±0.65[a]	15.27±1.08	13.48±1.37[ab]	14.84±0.72[a]	11.49±1.22	-	-
4	15.32±2.03	16.93±1.57	16.40±.1.38[a]	16.10±.1.10[a]	14.93±1.87	14.38±0.67[a]	14.26±0.83[a]	11.82±2.04	13.71±0.94	13.36±0.26
8	15.32±2.03	17.14±1.78	15.98±0.93[a]	11.46±0.55[b]	13.84±1.02	13.19±0.45[b]	12.53±0.41[b]	-	-	-
ห้อง	15.32±2.03	17.462.64	11.81±1.25[b]	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	13.27	11.29	11.48	5.56	9.40	6.71	5.16	14.44	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	*	*	ns	*	*	ns	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 11 คะแนนความเสียหายของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	1.00±0.00	1.33±0.65	1.75±1.05	1.44±0.52	1.66±0.50	2.11±0.60	2.44±0.72	2.33±0.51	3.33±0.57	-
ปกติ	1.00±0.00	1.41±0.51	1.75±1.21	1.44±0.52	1.55±0.52	2.00±0.86	2.44±1.01	2.66±0.81	2.00±0.00	3.00±0.00
C.V. (%)	0.00	42.69	65.04	36.50	32.21	36.26	36.07	27.32	15.31	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	1.00±0.00	1.16±0.40[b]	1.16±0.40[b]	1.33±0.51	1.50±0.54	1.83±0.40a[b]	2.00±0.00[b]	3.00±0.63[a]	-	-
4	1.00±0.00	1.33±0.51[b]	1.00±0.00[b]	1.33±0.51	1.33±0.51	1.50±0.54[b]	1.83±0.40[b]	2.00±0.00[b]	2.66±0.81	3.00±0.00
8	1.00±0.00	1.00±0.00[b]	1.33±0.51[b]	1.66±0.51	2.00±0.00	2.83±0.40[a]	3.50±0.54[a]	-	-	-
ห้อง	1.00±0.00	2.00±0.63[a]	3.50±0.54[a]	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	0.00	33.19	24.46	35.75	26.97	22.35	16.13	17.88	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	*	*	ns	ns	*	*	*	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 12 อัตราการหายใจ (มิลลิกรัม CO_2/กิโลกรัม/ชั่วโมง) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	33.57±27.49[a]	22.71±17.35[a]	24.07±18.46	10.30±5.96	9.65±4.26	9.03±3.30	6.85±0.79	7.91±2.64	10.47±1.23	-
ปกติ	26.86±20.00[b]	19.80±15.54[b]	23.67±18.11	8.54±3.53	9.21±3.47	7.78±1.89	10.69±5.52	7.92±2.12	6.36±0.74	6.76±0.33
C.V. (%)	79.57	69.37	76.68	51.99	41.24	31.97	47.41	30.25	12.10	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	15.16±2.59[c]	10.09±1.44[c]	12.73±1.67[c]	7.29±1.67[b]	7.23±0.72[b]	5.60±1.12[b]	6.84±1.30[b]	7.82±2.64	-	-
4	10.83±3.29[c]	9.11±1.63[c]	9.58±4.26[b]	5.85±2.42[b]	6.76±1.37[b]	8.95±1.89[a]	7.44±1.12[b]	8.02±2.11	8.41±2.39	6.76±0.33
8	26.35±5.29[b]	17.74±3.45[b]	20.08±3.06[b]	15.12±3.53[a]	14.29±2.14[a]	10.67±1.99[a]	17.23±4.55[a]	-	-	-
ห้อง	68.50±10.02[a]	48.07±3.17[a]	53.12±5.88[a]	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	20.14	12.16	16.87	28.20	16.23	20.41	24.14	32.22	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	*	*	*	*	*	*	*	ns	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 13 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (เปอร์เซ็นต์) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	0.23±0.02[b]	0.19±0.02[b]	0.22±0.02[b]	0.25±0.03[b]	0.29±0.05[b]	0.29±0.04[b]	0.31±0.09[b]	0.25±0.02[b]	0.22±0.01[b]	-
ปกติ	0.34±0.01[a]	0.28±0.04[a]	0.27±0.02[a]	0.31±0.01[a]	0.35±0.04[a]	0.40±0.03[a]	0.38±0.05[a]	0.32±0.01[a]	0.36±0.01[a]	0.36±0.01
C.V. (%)	4.96	13.04	9.22	7.25	13.60	9.68	18.67	4.94	3.43	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	0.28±0.06	0.23±0.06	0.25±0.01	0.27±0.04	0.32±0.08	0.34±0.08	0.28±0.05[b]	0.28±0.04	-	-
4	0.28±0.06	0.20±0.03	0.26±0.03	0.27±0.05	0.34±0.02	0.36±0.03	0.40±0.01[a]	0.29±0.03	0.29±0.08	0.36±0.01
8	0.28±0.06	0.24±0.04	0.24±0.04	0.29±0.01	0.30±0.03	0.33±0.09	0.43±0.02[a]	-	-	-
ห้อง	0.28±0.06	0.25±0.07	0.23±0.04	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	21.65	23.41	14.24	13.56	15.91	20.22	9.75	13.53	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	*	*	*	*	*	*	ns	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 14 ปริมาณแป้ง (เปอร์เซ็นต์) ของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)									
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ปัจจัยที่ 1 : ผัก										
อินทรีย์	0.12±0.00b	0.14±0.02b	0.20±0.03b	0.11±0.01b	0.10±0.02b	0.08±0.03b	0.09±0.03b	0.08±0.02b	0.06±0.01b	-
ปกติ	0.19±0.00a	0.18±0.02a	0.17±0.02a	0.15±0.02a	0.14±0.02a	0.14±0.03a	0.11±0.02a	0.11±0.02a	0.14±0.01a	0.36±0.01
C.V. (%)	0.00	10.86	18.11	10.73	14.24	27.49	23.32	22.95	14.32	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)										
0	0.15±0.04	0.16±0.02	0.16±0.03a	0.13±0.03	0.13±0.04	0.10±0.03b	0.08±0.02b	0.08±0.02b	-	-
4	0.15±0.04	0.16±0.04	0.17±0.03a	0.14±0.03	0.14±0.02	0.14±0.03a	0.13±0.02a	0.12±0.01a	0.10±0.04	0.12±0.00
8	0.15±0.04	0.16±0.02	0.14±0.01ab	0.12±0.02	0.10±0.02	0.08±0.03b	0.10±0.02b	-	-	-
ห้อง	0.15±0.04	0.16±0.01	0.12±0.05b	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	23.68	16.59	22.70	18.58	21.75	31.75	16.49	17.78	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	*	ns	ns	*	*	*	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	*	*	ns	*	ns	ns	*	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์, ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 15 อายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีที่ผลิตในระบบปกติแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส) นาน 18 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)
ปัจจัยที่ 1 : ผัก	
อินทรีย์	11.00±4.79[b]
ปกติ	12.00±5.32[a]
C.V. (%)	44.08
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	
0	14.00 ±0.35[b]
4	17.00±1.09[a]
8	11.00±1.14[c]
ห้อง	4.00±0.16[d]
C.V. (%)	7.10
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1×2	*

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 16 การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์) ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	-	1.37±1.11[a]	2.06±1.17[a]	2.77±1.26[a]	2.65±0.69	3.18±0.80	3.55±0.86	-
ปกติ	-	0.63±0.42[b]	1.30±0.55[b]	1.76±0.59[b]	2.19±0.63	2.30±0.44	2.63±0.47	2.76±0.43
C.V. (%)	-	83.59	53.10	43.26	27.95	23.57	22.53	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	-	0.66±0.32	1.28±0.48[b]	1.81±0.59[b]	2.27±0.67	2.74±0.76	3.09±0.81	2.76±0.43
4	-	0.99±0.49	1.59±0.52[ab]	2.11±0.56[ab]	2.49±0.72	-	-	-
8	-	1.35±1.42	2.23±1.45[a]	2.92±1.55[a]	-	-	-	-
C.V. (%)	-	88.74	53.89	44.84	29.28	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	-	*	*	*	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	-	ns	*	*	ns	-	-	-
ปัจจัยที่1×2	-	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 17 ค่า L* ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	74.00±4.39	71.59±4.68[b]	71.67±4.73[b]	73.51±4.34	76.37±4.12	75.61±4.98	75.88±5.15	-
ปกติ	75.96±3.56	75.92±5.34[a]	76.42±5.15[a]	76.13±6.67	76.16±3.72	80.91±3.03	80.56±2.99	75.62±5.76
C.V. (%)	5.33	6.81	6.68	7.51	5.05	5.27	5.39	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	76.27±4.60	76.59±4.64	77.17±5.06[a]	78.24±4.00[a]	77.47±3.50[a]	78.26±4.79	78.22±4.67	75.62±5.76
4	76.66±2.94	71.42±6.11	72.89±5.44a[b]	73.55±5.206[ab]	73.76±3.02[b]	-	-	-
8	74.00±4.47	73.25±4.45	72.08±4.80[b]	72.66±6.41[b]	-	-	-	-
C.V. (%)	5.43	6.95	6.90	7.08	4.41	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	*	*	*	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 18 ค่า chroma ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	22.96±4.71[a]	22.48±4.92[a]	21.98±4.46[a]	21.77±3.91	20.92±4.76	20.08±5.40	19.96±4.44	-
ปกติ	18.07±3.14[b]	17.48±3.29[b]	18.64±2.94[b]	20.00±3.14	20.13±3.02	21.45±2.08	23.05±3.91	75.62±5.76
C.V. (%)	19.53	20.95	18.62	17.01	17.89	19.72	19.48	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	18.75±3.15	20.01±5.02	21.00±4.95	20.70±4.11	20.57±5.49	20.76±3.92	21.51±4.27	23.56±3.45
4	21.97±5.45	20.29±4.98	20.59±3.90	21.34±3.20	20.04±4.02	-	-	-
8	20.83±4.93	19.65±5.00	19.36±3.53	20.62±3.78	-	-	-	-
C.V. (%)	22.50	25.04	20.53	17.74	17.95	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	*	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 19 ค่า hue ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	110.14±4.46	112.83±2.98[a]	114.12±8.80	110.92±2.83	108.06±3.41	108.70±4.18	107.40±4.71	-
ปกติ	109.06±4.36	108.80±4.57[b]	109.13±4.83	108.24±5.49	107.94±5.59	106.08±7.42	104.90±7.50	104.02±7.73
C.V. (%)	4.02	3.48	6.36	3.98	4.62	5.61	5.90	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	108.67±3.51	110.21±4.59	113.04±12.21	109.46±5.71	108.52±5.75	107.39±5.84	106.15±6.05	104.02±7.73
4	112.13±3.40	112.64±3.22	112.05±2.87	111.39±2.80	108.90±3.33	-	-	-
8	108.01±5.17	109.60±4.76	109.79±3.72	107.89±4.25	-	-	-	-
C.V. (%)	3.74	3.83	65.00	4.03	4.72	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 20 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	6.36±0.50[b]	5.15±0.23[b]	5.85±0.41[b]	5.26±0.45[b]	5.40±0.26	5.56±0.28	5.40±0.40[b]	-
ปกติ	7.23±0.18[a]	5.88±0.34[a]	6.72±0.52[a]	5.76±0.41[a]	5.95±0.30	6.13±0.97	5.76±0.51[a]	75.62±5.76
C.V. (%)	5.59	5.33	7.51	7.84	5.14	12.24	8.24	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	6.80±0.61	5.53±0.63	6.50±0.96	5.90±0.41[a]	5.70±0.44	5.85±0.71	5.58±0.45	5.03±0.35
4	6.80±0.61	5.53±0.35	6.35±0.36	5.33±0.21[b]	5.90±0.26	-	-	-
8	6.80±0.61	5.50±0.47	6.01±0.43	5.31±0.58[b]	-	-	-	-
C.V. (%)	9.06	9.64	10.24	7.83	6.99	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	*	*	*	ns	ns	*	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	*	ns	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 21 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	21.51±1.15	1.83±2.51[a]	15.37.± 2.46	19.03±1.18[a]	19.27±2.21	19.72±2.43	22.13±2.95[a]	-
ปกติ	20.05±1.30	16.01±2.11[b]	15.37±2.79	17.15±1.53[b]	16.62±1.34	17.83±0.81	15.30±1.25[b]	14.71±0.37
C.V. (%)	5.5.93	1.29	1.71	7.58	9.37	9.32	12.48	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	20.78±1.50	17.59±1.98	14.58±1.55	18.49±2.34	18.43±1.75	18.78±1.87	18.71±4.25	14.71±0.37
4	20.78±1.50	18.01±4.26	16.38±3.40	18.63±0.97	15.64±0.96	-	-	-
8	20.78±1.50	18.15±2.83	15.13±2.49	17.15±1.07	-	-	-	-
C.V. (%)	0.07	17.69	16.89	8.78	8.98	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	*	ns	*	ns	ns	*	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 22 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	0.0058±0.0003[a]	0.0052±0.0006[a]	0.0061±0.0017[a]	0.0048±0.0007[a]	0.0046±0.0005[a]	0.0050±0.0005	0.0041±0.0012	-
ปกติ	0.0037±0.0002[b]	0.0034±0.0005[b]	0.0026±0.0011[b]	0.0029±0.0005[b]	0.0030±0.0011[b]	0.0037±0.0009	0.0020±0.0008	0.0020±0.0006
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	0.0047±0.0012	0.0045±0.0013	0.0054±0.0031	0.0045±0.0013	0.0036±0.0012	0.0044±0.0010	0.0030±0.0014	0.0020±0.0006
4	0.0047±0.0012	0.0043±0.0011	0.0039±0.0017	0.0036±0.0011	0.0034±0.0016	-	-	-
8	0.0047±0.0012	0.0041±0.0010	0.038±0.0016	0.0037±0.0010	-	-	-	-
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	*	ns	*	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 23 ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	0.0041±0.0002[a]	0.0042±0.0004[a]	0.0034±0.0006[a]	0.0056±0.0067	0.0043±0.0001[a]	0.0038±0.0003[a]	0.0025±0.0007	-
ปกติ	0.0027±0.0001[b]	0.0021±0.0007[b]	0.0024±0.0006[b]	0.0023±0.0004	0.0022±0.0005[b]	0.0013±0.0004[b]	0.0022±0.0003	0.0020±0.0003
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	0.0034±0.0008	0.0030±0.0017	0.0030±0.008	0.0064±0.0084	0.0030±0.0014[a]	0.0025±0.0014	0.0023±0.0005	0.0020±0.0003
4	0.0034±0.0008	0.0033±0.0009	0.0029±0.0009	0.0028±0.0006	0.0025±0.0005[b]	-	-	-
8	0.0034±0.0008	0.0032±0.0012	0.0028±0.0011	0.0026±0.0007	-	-	-	-
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	*	ns	*	*	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	*	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 24 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	0.0099±0.0004[a]	0.0094±0.0005[a]	0.0095±0.0015[a]	0.0104±0.0073[a]	0.0089±0.0006[a]	0.0089±0.0008[a]	0.0066±0.0016	-
ปกติ	0.0063±0.0004[b]	0.0054±0.0005[b]	0.0050±0.0010[b]	0.0052±0.0007[b]	0.0052±0.0012[b]	0.0050±0.0007[b]	0.0041±0.0008	0.0040±0.009
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	0.0081±0.0020	0.0075±0.0028	0.0083±0.0033[a]	0.0152±0.0202	0.0066±0.0025	0.0070±0.0022	0.0054±0.0017	0.0040±0.0009
4	0.0081±0.0020	0.0075±0.0020	0.0069±0.0022[b]	0.0064±0.0015	0.0059±0.0012	-	-	-
8	0.0081±0.0020	0.0073±0.0019	0.0066±0.0025[c]	0.0063±0.0017	-	-	-	-
C.V. (%)	0.00	0.00	0.00	107.52	0.00	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	*	*	*	*	*	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	*	ns	ns	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	*	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 25 ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	15.49±0.49a	14.71±1.11	14.04.±1.52	14.29±1.51	15.11±0.17	14.78±0.70	14.10±0.91	-
ปกติ	14.62±0.77b	13.63±1.15	14.61±0.94	14.38±1.00	15.11±0.67	14.74±1.28	14.17±0.52	11.69±0.70
C.V. (%)	4.31	7.99	8.86	8.97	3.84	7.01	5.27	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	15.05±0.82	14.62±1.44	15.36±1.03[a]	15.74±0.35[a]	15.12±0.66	14.76±0.92	14.14±0.66	11.69±0.70
4	15.05±0.82	14.47±1.12	13.69±1.24[b]	13.98±0.90[b]	15.09±0.27	-	-	-
8	15.05±0.82	13.42±0.90	13.92±0.92[b]	13.29±0.71[b]	-	-	-	-
C.V. (%)	5.45	8.29	7.52	4.88	3.84	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	*	*	ns	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 26 คะแนนการเกิดสีน้ำตาลบริเวณรอยตัดของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	1.00±0.12	1.00±0.12	1.00±0.08	1.66.±1.50[a]	2.00±0.08	2.00±0.03	2.00±0.02	-
ปกติ	1.00±0.08	1.00±0.08	1.00±0.008	1.33±1.50[b]	2.50±0.55	2.00±0.10	2.00±0.05	3.00±0.06
C.V. (%)	10.63	10.63	8.66	33.64	20.08	3.67	1.87	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	1.00±0.08	1.00±0.08	1.00±0.08	1.00±0.07[c]	2.00±0.05[b]	2.00±0.06	2.00±0.03	3.00±0.06
4	1.00±0.14	1.00±0.14	1.00±1.08	1.50±0.55[b]	3.00±0.10[a]	-	-	-
8	1.00±0.08	1.00±0.08	1.00±0.08	2.00±0.070[a]	-	-	-	-
C.V. (%)	10.95	10.95	8.94	21.60	3.14	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	*	*	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	*	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 27 คะแนนความเหนียวของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	1.00±0.06	1.00±0.06	1.00±0.06	1.33±0.50[b]	1.00±0.05[b]	1.00±0.01[b]	1.53±0.54	-
ปกติ	1.00±0.05	1.00±0.05	1.00±0.07	2.00±0.02[a]	2.00±0.05[a]	2.00±0.09[a]	2.00±0.01	2.00±0.13
C.V. (%)	6.32	6.32	7.07	21.39	3.28	4.32	21.67	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	1.00±0.07	1.00±0.07	1.00±0.09	1.50±0.55[b]	1.50±0.54[b]	1.50±0.55	1.76±0.42	2.00±0.13
4	1.00±0.06	1.00±0.06	1.00±0.06	1.50±0.55[b]	2.00±0.08[a]	-	-	-
8	1.00±0.06	1.00±0.06	1.00±0.06	2.00±0.03[a]	-	-	-	-
C.V. (%)	6.55	6.55	7.28	26.98	27.96	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	*	*	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	*	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 28 คะแนนการเกิดกลิ่นของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	1.00±0.06	1.00±0.06	1.00±0.07	1.00.±0.15	1.00±0.11	1.00±0.02	1.00±0.02	-
ปกติ	1.00±0.12	1.00±0.12	1.00±0.08	1.00±0.11	1.50±0.55	1.00±0.21	1.00±0.07	2.00±0.10
C.V. (%)	10.19	10.19	8.00	13.85	35.25	14.89	5.19	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	1.00±0.14	1.00±014	1.00±0.11	1.00±0.07	1.00±0.07[b]	1.00±0.13	1.00±0.04	2.00±0.10
4	1.00±0.08	1.00±0.08	1.00±0.07	1.00±0.22	2.00±0.10[a]	-	-	-
8	1.00±0.08	1.00±0.08	1.00±0.02	1.00±0.05	-	-	-	-
C.V. (%)	10.53	10.53	8.24	14.31	6.09	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	ns	ns	ns	*	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 29 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log_{10}CFU/100 กรัมน้ำหนักสด) ของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
ปัจจัยที่ 1 : ผัก								
อินทรีย์	8.74±0.16	10.18.±0.35[a]	10.37±0.25[a]	10.84±0.13[a]	10.79±0.17[a]	10.49±0.10	10.67±0.04	-
ปกติ	8.64±0.28	9.54±0.31[b]	9.74±0.47[b]	10.40±0.24[b]	10.54±0.12[b]	10.50±0.08	10.59±0.05	10.90±0.05
.V. (%)	2.62	3.35	3.76	1.84	1.26	0.84	0.43	-
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)								
0	8.64±0.22	9.48±0.30[b]	9.60±0.53[b]	10.41±0.33[b]	10.62±0.22	10.50±0.08	10.63±0.06	10.90±0.05
4	8.64±0.22	9.97±0.42[a]	10.19±0.27[a]	10.63±0.21[ab]	10.63±0.07	-	-	-
8	8.80±0.23	10.12±0.42[a]	10.37±0.27[a]	10.83±0.20[a]	-	-	-	-
C.V. (%)	2.62	3.93	3.74	2.41	1.79	-	-	-
ปัจจัยที่ 1	ns	*	*	*	*	*	ns	-
ปัจจัยที่ 2	ns	*	*	*	ns	-	-	-
ปัจจัยที่ 1×2	ns	ns	*	*	-	-	-	-

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

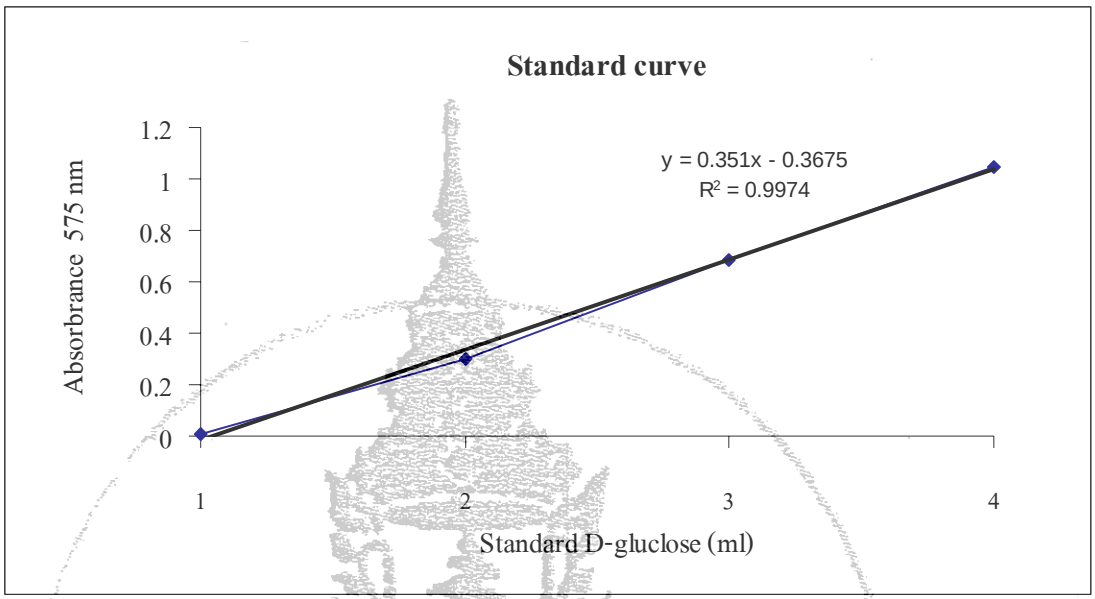
ตารางภาคผนวกที่ 30 อายุการเก็บรักษาของกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และกะหล่ำปลีหั่นชิ้นที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4 และ 8 องศาเซลเซียส

วิธีการ	ระยะเวลาเก็บรักษา(วัน)
ปัจจัยที่ 1 : ผัก	
อินทรีย์	4.00±1.51[b]
ปกติ	4.66±1.80[a]
C.V. (%)	38.50
ปัจจัยที่ 2 : อุณหภูมิที่เก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	
0	6.50 ±0.55[a]
4	3.50±0.56[b]
8	3.00±0.28[b]
C.V. (%)	11.21
ปัจจัยที่ 1	*
ปัจจัยที่ 2	*
ปัจจัยที่ 1×2	*

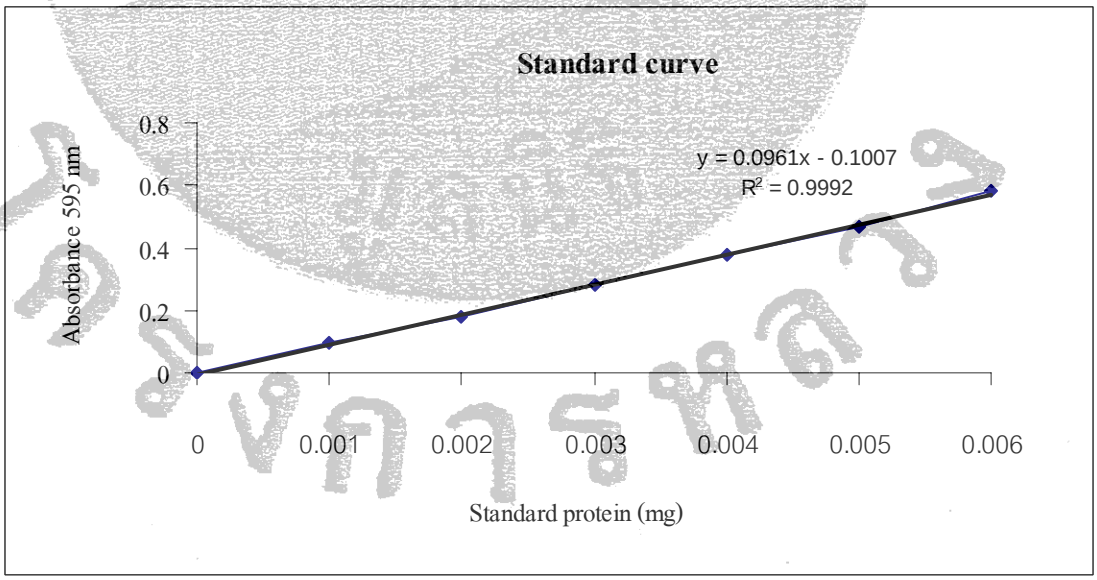
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

* คือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

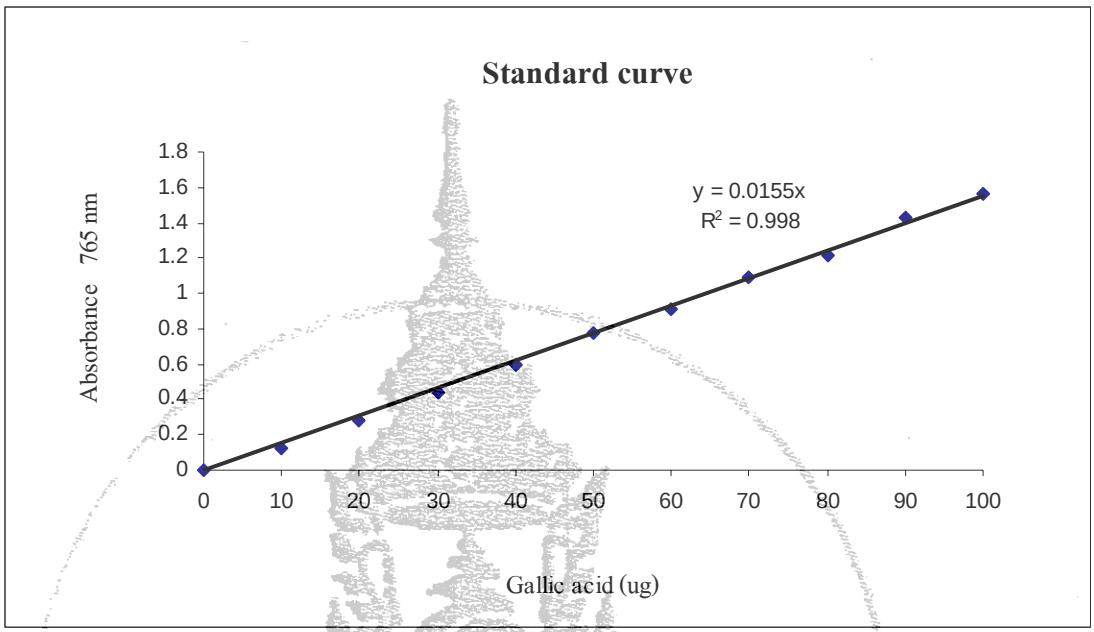
ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



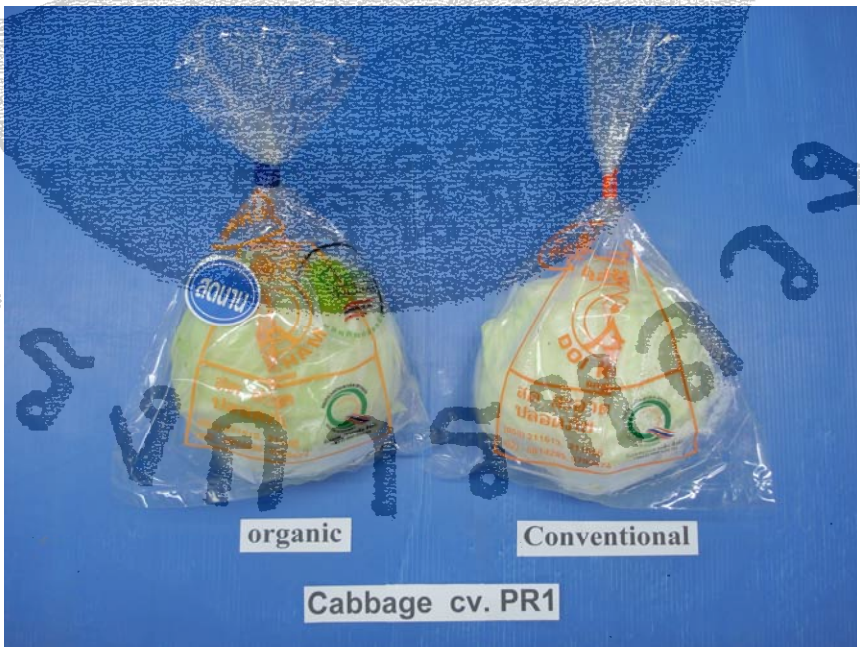
ภาพภาคผนวกที่ 1 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 575 นาโนเมตร กับปริมาณน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน



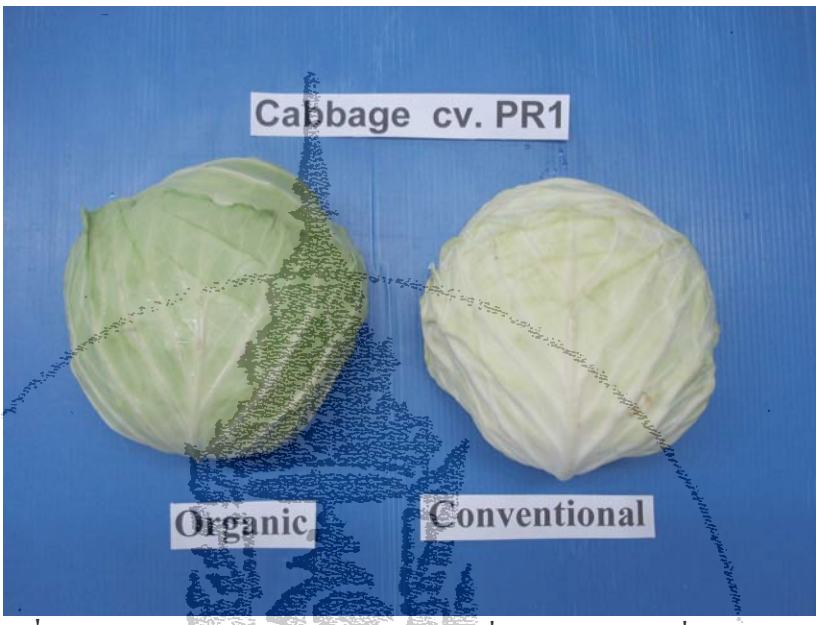
ภาพภาคผนวกที่ 2 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร กับปริมาณโปรตีนมาตรฐาน



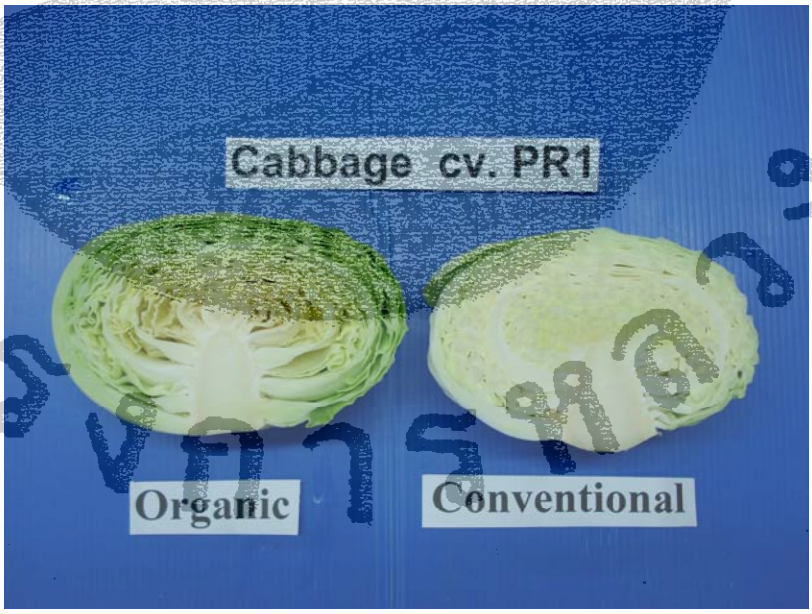
ภาพภาคผนวกที่ 3 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร กับปริมาณกรดแกลลิคมาตรฐาน



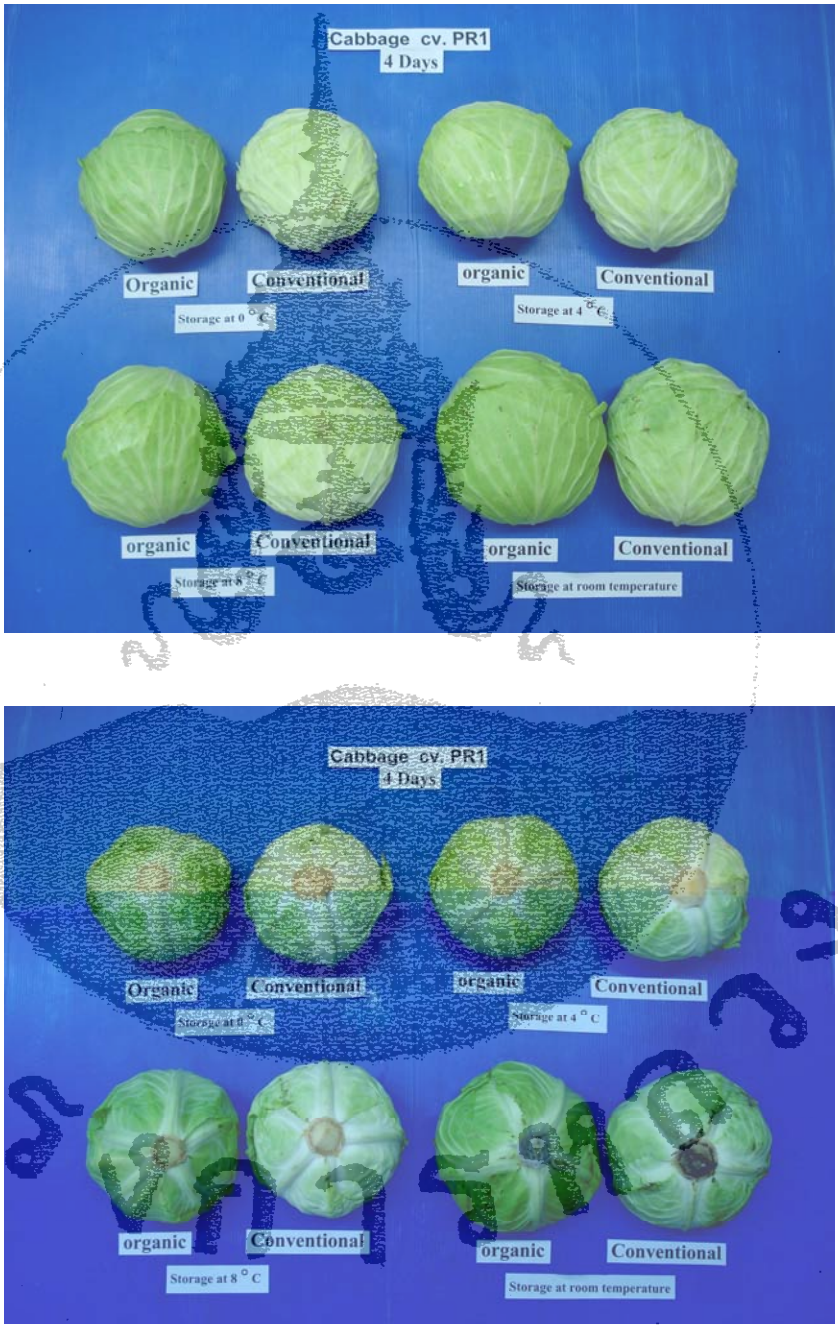
ภาพภาคผนวกที่ 4 กะหล่ำปลีพันธุ์ PR 1 ที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ จากแหล่งปลูกสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ แล้วส่งมาตัดแต่งและบรรจุภัณฑ์ที่โรงคัดบรรจุ มูลนิธิโครงการหลวง เชียงใหม่



ภาพภาคผนวกที่ 5 ลักษณะรูปทรง และสีผิวใบของกะหล่ำปลีพันธุ์ PR 1 ที่ผลิตในระบบอินทรีย์ และที่ผลิตในระบบปกติ



ภาพภาคผนวกที่ 6 ลักษณะการห่อหัวปลีของกะหล่ำปลีพันธุ์ PR 1 ที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ



ภาพภาคผนวกที่ 7 กะหล่ำปลีพันธุ์ PR 1 ที่ผลิตในระบบอินทรีย์และที่ผลิตในระบบปกติ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 4, 8 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง (25±2 องศาเซลเซียส)