ผลของฤดูกาลที่มีต่อการเจริญเติบโต คุณภาพภายใน และระดับการเกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอม
Effects of Season on Growth, Internal Quality and Level of Browning Appearance in Lettuce (*Lactuca sativa* L.)

ชมดาว ขำจริง[1] เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช[1] ประสิทธิ์ ชุติชูเดช[1] และเกรียงศักดิ์ บุญเที่ยง[1]
Chomdao Khumjing[1], Benjawan Chutichudet[1], Prasit Chutichudet[1] and Kriangsuk Boontieng[1]

บทคัดย่อ

ผักกาดหอมจัดเป็นผักที่นิยมบริโภคในรูปผักสด แม้ว่าจะสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ผลผลิตที่ได้ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิตคือความเสียหายจากการเกิดสีน้ำตาลที่ส่วนใบ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของฤดูกาลที่มีต่อการเจริญเติบโต คุณภาพภายใน และระดับการเกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอมพันธุ์ Grand Rapids วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วยการปลูกผักกาดหอมใน 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น ทดลอง ณ แปลงทดลองเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ระหว่างเดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2552 ผลการทดลองพบว่าการปลูกผักกาดหอมในช่วงฤดูฝนทำให้ต้นผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตมากที่สุด ขณะที่การปลูกในฤดูหนาวพบความเสียหายของการเกิดสีน้ำตาล และระดับการทำงานของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) น้อยที่สุด

คำสำคัญ:ฤดูกาล, การเจริญเติบโต, คุณภาพภายใน, ระดับการเกิดสีน้ำตาล, ผักกาดหอม

Abstract

Lettuce is a popular vegetable for fresh consumption. Though, it can be planted all the year but the yield is still not sufficient for consumer's requirement. Leaf browning is an important problem for lettuce's production affecting to loss the yield's quality. The objective of this research was to study the effects of season on growth, internal quality and level of browning appearance of 'Grand Rapids' lettuce. Completely Randomized Design (CRD) was arranged with three seasons: summer, rainy season, and winter with four replications. Each replication consisted of 10 plants. The experiment was carried out at the Experimental field, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham, during January to December, 2009. The results showed that lettuce grown in rainy season had the highest growth. While the lettuce grown in winter had the lowest browning appearance and PPO activity.

Keywords: season, growth, internal quality, level of browning appearance, lettuce

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
[1]Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000, Thailand.

บทนำ

ปัจจุบันกระแสการบริโภคผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพื่อสุขภาพมีมากขึ้น ผักกาดหอมจัดเป็นผักชนิดหนึ่งที่มีผู้นิยมบริโภคกันมาก จนได้รับสมญานามว่าเป็น The king of salad plant เนื่องจากเป็นผักที่ให้คุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะไฟเบอร์ แคลเซียม วิตามินซี วิตามินเอ และยังอุดมไปด้วยสารเบต้าแคโรทีนในปริมาณสูง ซึ่งทำหน้าที่เป็นสาร Antioxidant (George Matelian Foundation, 2006) ปัจจุบันพื้นที่ผลิตผักกาดหอมส่วนใหญ่อยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่และปทุมธานี ซึ่งในปี 2550 ประเทศไทยมีพื้นที่ผลิตผักกาดหอมประมาณ 5,298 ไร่ มีปริมาณการผลิตสูงถึง 15,499.87 ตันต่อปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) แม้ว่าประเทศไทยจะมีกำลังการผลิตผักกาดหอมในปริมาณที่สูงตลอดปีแต่ก็พบว่าปริมาณผลผลิตที่ได้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในการปลูกผักกาดหอมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิตที่ได้คือความเสียหายจากการเกิดสีน้ำตาลที่ส่วนใบโดยมีสาเหตุเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase; PPO) ในเนื้อเยื่อพืชไปกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้สารประกอบฟีนอล (phenol) ถูกออกซิไดส์ไปเป็นควิโนน (quinone) จากนั้นควิโนนจะเกิดการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ (Polymerization) กลายเป็นสารสีน้ำตาลภายในเซลล์ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ซึ่งมีรายงานว่าการเกิดความเสียหายจากปฏิกิริยาดังกล่าวมีปัจจัยที่สำคัญเข้ามาเกี่ยวข้องหลายปัจจัยรวมถึงปัจจัยภายนอก เช่น สภาพแวดล้อม ได้แก่ ฤดูกาล (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2550) ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ยังไม่มีผู้ทำการศึกษาและวิจัยกันอย่างชัดเจน

วัตถุประสงค์

เพื่อต้องการศึกษาผลของฤดูกาลที่มีต่อการเจริญเติบโต คุณภาพภายใน และระดับการเกิดสีน้ำตาลในผักกาดหอม

วิธีการศึกษา

นำเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์ Grand Rapids มาเพาะในกระบะเพาะ เมื่อต้นกล้ามีอายุ 15 วัน จึงทำการย้ายปลูกลงในถุงพลาสติกดำขนาด 5×8 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูก ดินร่วน:แกลบดิบ:ปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 3:2:1 ทำการทดลองปลูกผักกาดหอมเปรียบเทียบกันใน 3 ฤดูกาลคือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2552 บันทึกข้อมูลทุก 10 วันหลังเพาะเมล็ดจนครบอายุเก็บเกี่ยวดังนี้

1. ข้อมูลด้านการเติบโต

1.1 น้ำหนักสด หน่วยเป็นกรัม

1.2 มวลชีวภาพ หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

2. ข้อมูลด้านคุณภาพ

2.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอล ใช้วิธีของ Ribeiro และคณะ (2008) และพรพิมล และคณะ (ม.ม.ป.) หน่วยเป็นกรัม garlic acid Eq ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด

2.2 ปริมาณควิโนน ดัดแปลงจากวิธีการของ Pirie and Mullins (1976) อ่านค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 437 นาโนเมตร หน่วยเป็นกรัมของน้ำหนักสด

2.3 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO โดยใช้วิธีของ Duan และคณะ (2007) อ่านค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ทุก ๆ 30 วินาที เป็นเวลา 5 นาที หน่วยเป็น Abss/Min

2.4 ระดับการเกิดสีน้ำตาล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามวิธีของ Barta และ Tibbitts (1991) เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นบนใบ

ผลการศึกษา

จากการทดลองศึกษาเปรียบเทียบฤดูกาลที่มีผลต่อการเติบโต คุณภาพ และการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของผักกาดหอมพันธุ์ Grand Rapids ได้ผลการทดลอง ดังนี้

1. การเติบโต

1.1 น้ำหนักสด

ฤดูกาลที่ปลูกผักกาดหอมมีผลกระทบต่อน้ำหนักสดของต้น โดยเฉพาะการปลูกในฤดูร้อนพบว่าทำให้ต้นผักกาดหอมมีน้ำหนักสดต่อต้นน้อยที่สุดคือ 2.30, 4.37 และ 6.07 กรัมต่อต้น ขณะต้นอายุ 30 40 และ 50 วันหลังปลูก ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากทรีทเมนต์อื่น ๆ ขณะที่ในช่วงเก็บเกี่ยวที่อายุ 60 วันหลังปลูก พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในทั้ง 3 ฤดู มีน้ำหนักสดเฉลี่ยใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 18.34 – 29.77 กรัมต่อต้น (ตาราง 1)

ตาราง 1 น้ำหนักสดของต้นผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูต่าง ๆ

ฤดู	น้ำหนักสด (กรัม) ที่อายุต่า ๆหลังเพาะเมล็ด (วัน)			
	30	40	50	60
หนาว	18.93 a[1/]	22.07 a	22.50 b	20.83
ร้อน	2.30 b	4.73 c	6.07 c	18.34
ฝน	18.57 a	20.78 b	25.11 a	29.77
F-test	*	*	*	NS
CV. (%)	2.16	0.90	0.24	.81

[1/]ค่าเฉลี่ยตามอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ *P = 0.05 NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1.2 มวลชีวภาพ

จากการเปรียบเทียบมวลชีวภาพของต้นผักกาดหอมที่ปลูกทั้ง 3 ฤดูกาล พบว่าการปลูกผักกาดหอมในฤดูฝนทำให้ต้นมีมวลชีวภาพในปริมาณมากที่สุดคือ 56.10, 52.60, 54.61 และ 61.52% ขณะต้นอายุ 30, 40, 50 และ 60 วัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากทรีทเมนต์อื่น ๆ โดยเฉพาะที่อายุ 60 วันหลังปลูกพบว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูฝนมีมวลชีวภาพมากที่สุดคือ 61.52% (ตาราง 2)

ตาราง 2 มวลชีวภาพของต้นผักกาดหอมในฤดูต่าง ๆ

ฤดู	มวลชีวภาพ (เปอร์เซ็นต์) ที่อา ุต่าง ๆหลังเพาะเมล็ด (วัน)			
	30	40	50	60
หนาว	52.70 b[1/]	53.94 a	46.08 b	41.92 ab
ร้อน	50.25 b	45.77 b	30.98 c	39.00 b
ฝน	56.10 a	52.60 a	54.61 a	61.52 a
F-test	*	*	*	*
CV. (%)	11.28	5 93	9.03	19.26

[1/]ค่าเฉลี่ยตามอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ *P = 0.05

2. คุณภาพ

2.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอล

การปลูกผักกาดหอมในฤดูกาลที่แตกต่างกันพบว่า มีผลกระทบต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลในทุกช่วงอายุของต้น โดยสารประกอบฟีนอลที่วิเคราะห์ได้ในทุกระยะการเติบโตของต้นผักกาดหอมจากการปลูกในช่วงฤดูหนาวมีปริมาณมากที่สุดเป็น 1.38, 1.61, 2.17 และ 2.90 กรัม garlic acid Eq ต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ขณะต้นอายุ 30, 40, 50 และ 60 วันหลังปลูก ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากต้นผักกาดหอมที่เจริญเติบโตในช่วงฤดูร้อนซึ่งพบว่ามีสารประกอบฟีนอลในปริมาณน้อยที่สุดเท่ากับ 0.27, 0.24, 0.58 และ 0.52 กรัม garlic acid Eq ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตาราง 3)

ตาราง 3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลในผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูต่าง ๆ

ฤดู	สารประกอบฟีนอล (กรัม garlic acid Eq ต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ที่อายุต่างๆ หลังเพาะเมล็ด (วัน)			
	30	40	50	60
หนาว	1.38 a[1/]	1.61 a	2.17 a	2.90 a
ร้อน	0.27 c	0.24 c	0.58 b	0.52 b
ฝน	0.68 b	1.04 b	0.57 b	0.58 b
F-test	*	*	*	*
CV. (%)	19.90	14.31	26.84	2 .96

[1/]ค่าเฉลี่ยตามอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ *P = 0.05

2.2 ปริมาณควิโนน

องค์ประกอบทางเคมีในส่วนของควิโนนในต้นผักกาดหอมยังได้รับอิทธิพลจากการปลูกในฤดูกาลที่แตกต่างกัน โดยต้นผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูฝนพบว่ามีสารควิโนนในปริมาณสูงสุดในทุกระยะของการเติบโตของต้นคือ 0.61, 3.91, 2.68 และ 3.32 กรัมของน้ำหนักสด ขณะต้นอายุ 30, 40, 50 และ 60 วัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากต้นที่ปลูกในฤดูหนาวซึ่งพบว่ามีสารควิโนนในปริมาณน้อยที่สุดคือ 0.28, 0.21, 0.35 และ 0.39 กรัมของน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตาราง 4)

ตาราง 4 ปริมาณควิโนนของผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูต่าง ๆ

ฤดู	ควิโนน (กรัมของน้ำหนักสด) ที่อายุต่างๆหลังเพาะเมล็ด (วัน)			
	30	40	50	60
หนาว	0.28 b[1/]	0.21 b	0.35 c	0.39 c
ร้อน	0.66 a	0.31 b	1.50 b	1.14 b
ฝน	0.61 a	3.91 a	2.68 a	3.32 a
F-test	*	*	*	*
CV. %)	20.10	7.90	21.35	25.58

[1/]ค่าเฉลี่ยตามอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ *P = 0.05

2.3 กิจกรรมเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase, PPO)

ที่อายุ 30 และ 40 วันหลังปลูก ผลการทดลองพบว่าการปลูกผักกาดหอมในฤดูกาลที่แตกต่างกันไม่ส่งผลกระทบต่อระดับการทำงานของเอนไซม์ PPO โดยทุกทรีทเมนต์มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ขณะต้นผักกาดหอมมีอายุ 50 วัน เริ่มพบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO ที่วิเคราะห์ได้จากต้นผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูต่าง ๆ โดยต้นผักกาดหอมที่เจริญเติบโตในช่วงฤดูหนาวพบการทำงานของเอนไซม์ PPO อยู่ในระดับต่ำที่สุด ขณะที่การปลูกในช่วงฤดูฝนส่งเสริมให้เอนไซม์ PPO มีการทำงานอยู่ในระดับสูงสุด

ที่อายุเก็บเกี่ยว (60 วันหลังปลูก) พบว่าต้นผักกาดหอมที่เจริญเติบโตในฤดูร้อนมีการทำงานของเอนไซม์ PPO มากที่สุด ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจากทรีทเมนต์ที่ปลูกในฤดูหนาวที่พบว่าเอนไซม์ PPO ในผักกาดหอมลดระดับการทำงานลงไปอยู่ในระดับต่ำที่สุด (ตาราง 5)

ตาราง 5 กิจกรรมเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสจากต้นผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูต่าง ๆ

ฤดู	กิจกรรมเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Abs/Min) ที่อายุต่าง ๆหลังเพาะเมล็ด(วัน)			
	30	40	50	60
หนาว	0.083	0.089	0.056 b[1/]	0.065 b
ร้อน	0.078	0.119	0.085 ab	0.076 a
ฝน	0.059	0.138	0.117 a	0.117 ab
F-test	NS	NS	*	*
CV. (%)	11.41	17.55	12.45	13.43

[1/]ค่าเฉลี่ยตามอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ *P = 0.05 NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.4 ระดับการเกิดสีน้ำตาล

ผลการทดลองในตาราง 6 พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกฤดูต่าง ๆ มีระดับการเกิดสีน้ำตาลในทุกช่วงอายุที่แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่อายุ 30, 40, 50 และ 60 วันหลังปลูก พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูฝนพบความเสียหายจากการเกิดสีน้ำตาลในระดับมากที่สุดเท่ากับ 13.50, 19.75, 22.50 และ 34.00% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมที่ปลูกฤดูหนาว ซึ่งปรากฏการเกิดสีน้ำตาลบนใบในปริมาณน้อยที่สุดเท่ากับ 0.58 0.91 1.42 และ 1.58% ตามลำดับ (ตาราง 6)

ตาราง 6 ระดับการเกิดสีน้ำตาลของต้นผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูต่าง ๆ

ฤดู	ระดับการเกิดสีน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์) ที่อายุต่าง ๆหลังเพาะเมล็ด (วัน)			
	30	40	50	60
หนาว	0.58 c[1/]	0.91 c	1.42 c	1.58 c
ร้อน	4.50 b	4.50 b	14.50 b	20.17 b
ฝน	13.50 a	19.75 a	22.50 a	34.00 a
F-test	*	*	*	*
CV. (%)	26.54	7.68	19.37	9.63

[/]ค่าเฉลี่ยตามอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างทางสถิติ *P = 0.05

วิจารณ์และสรุปผล

เมื่อพิจารณาข้อมูลการเติบโตของผักกาดหอม พบว่าการปลูกผักกาดหอมในช่วงฤดูฝนมีน้ำหนักต้นสดและมวลชีวภาพมากกว่าการปลูกในฤดูอื่น ๆ สอดคล้องกับ วารุณี พานิชผล (2541) ทำการศึกษาเปรียบเทียบ

การปลูกหญ้าแฝกในช่วงฤดูฝนกับฤดูแล้ง ผลการทดลองพบว่าหญ้าแฝกให้ผลผลิตจากการปลูกในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง เนื่องจากพืชผักมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก เช่นเดียวกับผักกาดหอม ซึ่งฤดูฝนเป็นช่วงระยะเวลาที่ต้นพืชได้รับน้ำเต็มที่ ทำให้พืชสามารถดูดน้ำเข้าไปภายในเซลล์ได้มาก ส่งผลให้มีน้ำหนักผลผลิตและมวลชีวภาพในปริมาณสูง (วารุณี พานิชผล, 2541) โดยเฉพาะผักกาดหอมซึ่งพบว่าเป็นผักที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบในปริมาณสูงถึง 96 กรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม (Lettuce, 2009) ขณะที่การปลูกในช่วงฤดูร้อนพบว่าต้นผักกาดหอมมีน้ำหนักสดและมวลชีวภาพที่ต่ำกว่าการปลูกในฤดูกาลอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากสภาพอุณหภูมิที่ค่อนข้างสูง (เฉลี่ย 37.3°ซ.) ในช่วงฤดูร้อน ทำให้ต้นผักกาดหอมมีการคายน้ำที่มากขึ้น จึงทำให้การเติบโตของต้นในส่วนของน้ำหนักสดและมวลชีวภาพมีปริมาณลดลง

จากการวิเคราะห์คุณภาพภายในต้นผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูต่าง ๆ พบว่า การปลูกผักกาดหอมในฤดูหนาวจะให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี โดยพบปริมาณสารตั้งต้นการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลหรือสารประกอบฟีนอลมีปริมาณมากในการปลูกช่วงฤดูหนาว ขณะที่พบสารควิโนนซึ่งเป็นสารมัธยันตร์ (intermediate) ในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในปริมาณที่น้อยกว่าการปลูกในฤดูอื่น ๆ อาจเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (เฉลี่ย 24.04°ซ.) ในช่วงฤดูหนาวส่งผลกระทบทำให้ชะลอการทำงานของเอนไซม์ PPO ที่นำไปสู่ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลไปเป็นสารควิโนนในปริมาณที่น้อยลง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่ามีความสอดคล้องกับกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO จากต้นผักกาดหอมที่ปลูกในฤดูหนาวที่พบว่ามีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์มีอยู่ในระดับต่ำที่สุด สำหรับระดับการเกิดสีน้ำตาลที่พบบนใบผักกาดหอม พบว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในช่วงฤดูฝนเกิดความเสียหายจากการเกิดสีน้ำตาลมากที่สุด อาจเนื่องมาจากโดยธรรมชาติใบผักกาดหอมมีลักษณะที่ค่อนข้างบอบบาง ลักษณะดังกล่าวนี้อาจทำให้ใบผักกาดหอมได้รับความเสียหายจากแรงกระแทกของน้ำฝนที่ตกลงมากระทบใบ ทำให้ใบผักกาดหอมมีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลมากขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2541) Nagata และ Stratton (1994) ยังทำการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิในฤดูกาลต่าง ๆ ต่อโรคใบไหม้ในกะหล่ำปลี พบว่าสภาพอุณหภูมิสูงโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนสามารถชักนำให้เกิดโรคปลายใบไหม้ในกะหล่ำปลีให้เกิดขึ้นอย่างรุนแรง เนื่องจากสภาพอุณหภูมิสูงส่งผลทำให้ต้นพืชเกิดความเครียด ทำให้เกิดการแตกของเซลล์บริเวณปลายใบอ่อนเพิ่มมากขึ้น นำไปสู่อาการผิดปกติทางสรีระวิทยาของการปรากฏปลายใบไหม้ (tip burn) ที่รุนแรง เนื่องจากเมื่อเซลล์จุดเจริญบริเวณส่วนยอดเกิดการแตกเนื่องจากความเครียดที่ต้นพืชได้รับดังกล่าว จึงส่งผลให้เอนไซม์ PPO ที่ถูกเก็บสะสมอยู่ในคลอโรพลาสต์หรือพลาสทิดของพืชจึงมีโอกาสมาสัมผัสกับสารประกอบฟีนอลซึ่งเป็นสารตั้งต้นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่สะสมในแวคิวโอล ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจึงถูกกระตุ้นให้เกิดมากขึ้น (Toivonen and Brummell, 2008) สอดคล้องกับ นิพนธ์ ไชยมงคล และนิคม ศรีสุวรรณ (2530) ที่รายงานว่าพบอาการปลายยอดอ่อนไหม้ในผักกาดหอมจะได้รับความเสียหายมากเมื่อปลูกในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนโดยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และขอขอบคุณ ผศ.ดร.เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช รศ.ประสิทธิ์ ชุติชูเดช และ ผศ.ดร.เกรียงศักดิ์ บุญเที่ยง ที่ช่วยแนะนำการเขียนงานวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. [2550] *สถิติการผลิตการเกษตรตามแหล่งปลูกพืชผักกาดหอม.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://production.doae.go.th /estimate/reportP3_reportP3_display.php. [สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2550].

จริงแท้ ศิริพานิช. (2541) *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. (2549) *ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร วิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิพนธ์ ไชยมงคล และ นิคม ศรีสุวรรณ. (2530) *การศึกษาพันธุ์สลัดเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์.* งานวิจัยสาขาพืชผัก ประจำปี 2529. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. คณะผลิตกรรมการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีทางพืช มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พรพิมล ม่วงไทย นฤมล จินดาเมธี ภิรมยา หวังรักไพบูลย์ และสมหมาย ปัตตาลี. (ม.ม.ป.) *การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลมะหลอดและน้ำหมักจากผลมะหลอด.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วารุณี พานิชผล. [2541] *คุณค่าทางอาหารสัตว์ของหญ้าแฝก.* [ออนไลน์]. ได้จาก: http://web.ku.ac.th/agri/vertiver/ [สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2553].

อิทธิสุนทร นันทกิจ. [2550] *ธาตุ Calcium ในระบบ Hydroponics*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http:// www. kmitl.ac.th/hydro/Cadoc.htm. [สืบค้น เมื่อ 17 พฤศจิกายน 2551].

Barta, D.J. and T.W. Tibbitts. (1991) Calcium localization in lettuce leaves with and without tip burn: comparison of controlled-environment and field-grown plants. *J. Amer. Soc. Hort.Sci*, 116, 870-875.

Duan, X., X. Su, Y. You, H. Qu, Y. Li, and Y. Jiang. (2007) Effect of nitric oxide on pericarp browning of harvested longan fruit in relation to phenolic metabolism. Food Chem, 104, 571-576.

George Matelian Foundation. (2006) The World's healthiest foods. Available From : http://www. whfoods.com/index.html. 2006;April 10.

Lettuce. [2009] *Lettuce vegetable* [Online]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Lettuce [Accessed 22 May 2009].

Nagata, R.T. and M.L. Stratton. (1994) Development of an objective test for tip burn evaluation. *Proc. Fla. State Hort. Soc*, 107, 99-101.

Pirie, A. and M.G. Mullins. (1976) Changes in anthocyanin and phenolic content of grapevine leaf and fruit tissue treated with sucrose, nitrate and abscisic acid. *Plant Physiol*, 58, 468-472.

Ribeiro, S.M.R., L.C.A. Barbosa, J.H. Queiroz, M. Kno¨ dler and A. Schieber. (2008) Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties.*Food Chem*, 110, 620–626.

Toivonen, P.M.A. and D.A. Brummell. (2008) Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Tech*, 48, 1–14.