

การยืดอายุการเก็บรักษาผลขนุนพันธุ์ทองพลอยโดยใช้แอมิโนเอท็อกซีไวนิลไกลซีน
Extending Storage-life of Jackfruit cv. Thong Ploy using Aminoethoxyvinylglycine

ชลิดา ชลไมตรี¹ อภิชัย เจนจบ¹ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ^{1,2} พงษ์เพ็ญ จิตอารีย์รัตน์^{1,2} และณัฐรา เลหากุลจิตต์³
Chalida Cholmaitri¹, Apichai Jenjob¹, Apiradee Uthairatanakij^{1,2}, Pongphen Jitareerat^{1,2} and Natta Laohakunjit³

Abstract

The objective of this research was to study the effects of Aminoethoxyvinylglycine (AVG) spraying on the quality and storage life of jackfruit cv. Thong Ploy. Jackfruits were sprayed 10 days before harvest with AVG (ReTain® 15% w/w) at concentrations of 0 (control), 200, 400 and 800 mg/L, approximately 200 mL/fruit (25-30 kg). After harvesting, jackfruits were stored at 10 °C for 10 days (stimulated transportation) and then transferred to ambient temperature until they were fully ripe. Results showed that the control fruit ripened within 2 days, while jackfruits sprayed with AVG at concentrations of 200, 400, and 800 mg/L delayed ripening to day 5, 6, and 4 at room temperature, respectively. Moreover, the ethylene production of jackfruit sprayed with 400 mg/L AVG was significantly lower than the control treatment. It also decreased respiration rate and fresh weight loss; and delayed color changes of peel, pulp, and total soluble solids.

Keywords: ethylene inhibition, jackfruit quality, storage-life

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการพ่นสาร Aminoethoxyvinylglycine (AVG) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลขนุนพันธุ์ทองพลอย โดยทำการพ่นผลขนุนด้วยสาร AVG (ReTain® 15% w/w) ที่ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 200, 400 และ 800 มิลลิกรัม/ลิตร โดยพ่นประมาณ 200 มิลลิลิตร/ผล (25-30 กิโลกรัม) ในระยะ 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยว หลังจากเก็บเกี่ยวนำผลขนุนไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน (จำลองการขนส่ง) แล้วย้ายออกมาวางที่อุณหภูมิห้องปกติ จนกระทั่งผลสุก พบว่า ผลขนุนในชุดควบคุมสุกภายใน 2 วัน ขณะที่ขนุนพ่นด้วยสาร AVG ความเข้มข้น 200, 400 และ 800 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถชะลอการสุกได้ถึงวันที่ 5, 6 และ 4 ที่อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลขนุนที่พ่นด้วยสาร AVG ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร มีการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังสามารถลดอัตราการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำหนักสด ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก สีเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด

คำสำคัญ: การยับยั้งเอทิลีน คุณภาพขนุน อายุการเก็บรักษา

¹ สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียน ซายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

² Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien), 49 Tientalay 25, Thakam, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand

³ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation 10400, Thailand

³ สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวเคมี คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียน ซายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

³ Division of Biochemical Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien), 49 Tientalay 25, Thakam, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand

คำนำ

ขนุนเป็นไม้ผลเศรษฐกิจซึ่งมีแนวโน้มการส่งออกเติบโตแบบก้าวกระโดด ในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยส่งออกขนุนสดจำนวน 49,006 ตัน คิดเป็นมูลค่า 629 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2562 ที่มีจำนวน 45,319 ตัน คิดเป็นมูลค่า 566 ล้านบาท ซึ่งตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ จีน เวียดนาม พม่า และลาว ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) โดยขนุนพันธุ์ที่นิยมส่งออก ได้แก่ ขนุนพันธุ์ทองประเสริฐ อย่างไรก็ตาม จากการลงพื้นที่พบปะกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกขนุนในจังหวัดระยองและตัวแทนสมาคมขนุนไทย พบว่า ขนุนสายพันธุ์ทองพลอย เป็นขนุนสายพันธุ์ใหม่ที่มีผลขนาดใหญ่ มีน้ำอย่างน้อย และมีวงส่วนที่เป็นเนื้อรับประทานได้มากถึง 50% รสชาติหวานหอมเมื่อเก็บรักษาไม่เกิดรสเปรี้ยว แต่ขนุนพันธุ์นี้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ประมาณ 3-4 วัน หลังการตัด ปัจจุบันทางสมาคมขนุนไทยได้เริ่มทดลองส่งออกผลขนุนทองพลอย โดยขนส่งทางบกจากประเทศไทยผ่านสปป.ลาวไปยังประเทศจีนซึ่งใช้เวลาในการขนส่งนานทำให้ขนุนเกิดความเสียหายและสุกในระหว่างการขนส่งเนื่องจากผลของเอทิลีน ซึ่งเอทิลีนเป็นแก๊สเกิดขึ้นจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืช โดยเฉพาะในช่วงที่ผลใกล้สุกจะมีแก๊สนี้แพร่ออกมาในปริมาณสูงและไปกระตุ้นกระบวนการหายใจและทำให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น (Yang and Hoffman, 1984) สาร AVG ถูกนำมาใช้เพื่อลดการหลุดร่วงของผล สามารถช่วยชะลอการอ่อนนุ่มและลดการสูญเสียคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ได้หลายชนิด (Altuntaş *et al.*, 2020; Babalik, 2021) แต่ยังไม่มียารายงานการใช้สารยับยั้งเอทิลีนโดยเฉพาะ AVG ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลขนุน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการพ่นสาร AVG ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลขนุนพันธุ์ทองพลอย เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการจำหน่ายผลขนุนสดไปยังต่างประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกขนุนพันธุ์ทองพลอยน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 25-30 กิโลกรัม แล้วทำการพ่นผลขนุนด้วยสารยับยั้งเอทิลีน AVG (ReTain[®] 15% w/w) ที่ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 200, 400 และ 800 มิลลิกรัม/ลิตร โดยพ่นประมาณ 200 มิลลิลิตร/ผล ในระยะ 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยว หลังเก็บเกี่ยวนำผลขนุนไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน (จำลองการขนส่ง) แล้วจึงย้ายออกมาวางที่อุณหภูมิห้องปกติ โดยทำการวิเคราะห์การผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ และการสูญเสียน้ำหนักสดทุกวันจนกระทั่งผลสุก จากนั้นเมื่อผลขนุนสุก จึงนำมาผ่าออกเพื่อวิเคราะห์คุณภาพของผลขนุนพันธุ์ทองพลอย ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก สีเนื้อ (ระบบ CIE; L^* , a^* , b^* , h°) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ผล เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง

การพ่นสาร AVG ทุกความเข้มข้น (200, 400 และ 800 มิลลิกรัม/ลิตร) สามารถชะลอการผลิตเอทิลีนของขนุนพันธุ์ทองพลอยที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน แล้วย้ายออกมาวางที่อุณหภูมิห้องปกติได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อย้ายออกมาวางที่อุณหภูมิห้องปกติ พบว่า ชุดควบคุมมีการผลิตเอทิลีนสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา (2.21 ไมโครลิตร/กิโลกรัม/ชั่วโมง) ขณะที่ผลขนุนที่ได้รับการพ่นสาร AVG ความเข้มข้น 200, 400 และ 800 มิลลิกรัม/ลิตร มีการผลิตเอทิลีนสูงสุดในวันที่ 5, 6 และ 4 ของการเก็บรักษา ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 2.28, 2.19, 2.15 ไมโครลิตร/กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ (Figure 1A) นอกจากนี้ ผลขนุนในชุดควบคุมเมื่อย้ายออกมาวางที่อุณหภูมิห้องปกติ นาน 2 วัน มีอัตราการหายใจสูงสุดเท่ากับ 173.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/ชั่วโมง ขณะที่ผลขนุนที่ได้รับการพ่นสาร AVG ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร มีอัตราการหายใจต่ำที่สุดเท่ากับ 131.20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/ชั่วโมง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Figure 1B) ซึ่งสอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนักสด พบว่า พ่นสาร AVG ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสดได้ดีที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 1C) เมื่อย้ายขนุนมาวางที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ขนุนที่พ่นสาร AVG ความเข้มข้น 200, 400 และ 800 มิลลิกรัม/ลิตร สุกในวันที่ 5, 6, และ 4 ตามลำดับ ในขณะที่ผลขนุนในชุดควบคุมสุกเร็วสุดภายใน 2 วัน เมื่อผลขนุนสุกได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพ สีเปลือก สีเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด พบว่า การพ่นสาร AVG โดยเฉพาะที่ 400 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ($b^* = 25.51$, $h^\circ = 105.31$) สีเนื้อ ($b^* = 56.33$, $h^\circ = 85.37$) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (20.5%) ได้ดีกว่าในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 1)

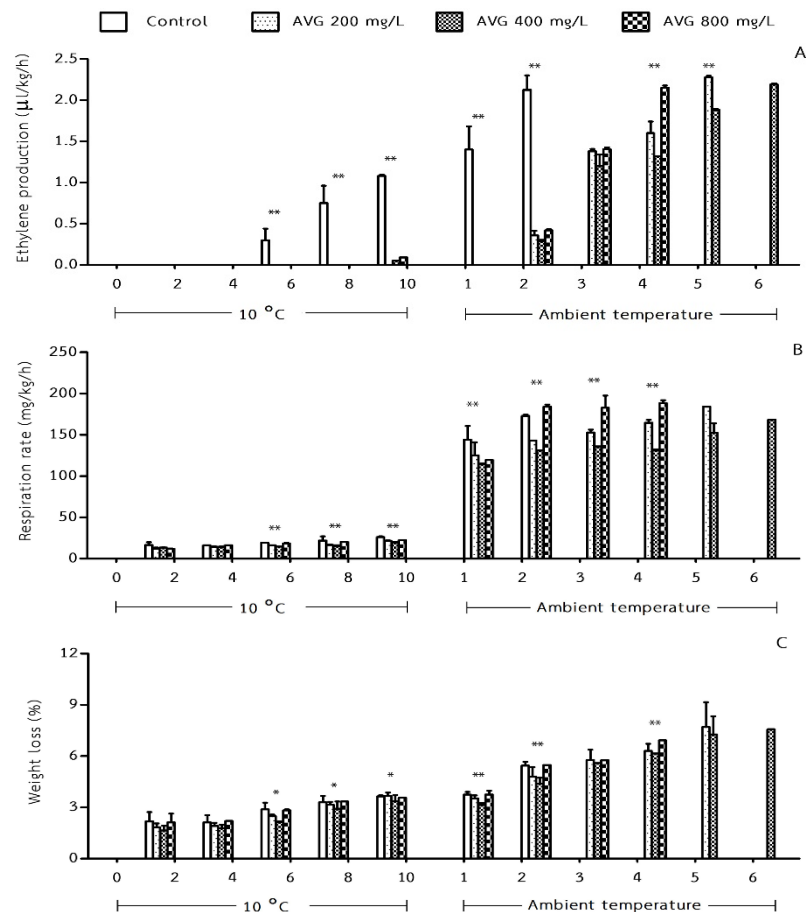


Figure 1 Ethylene production (A), respiration rate (B) and fresh weight loss (C) of Jackfruit cv. Thong Ploy sprayed with different concentration of AVG storage at 10 °C for 10 days (stimulated transportation) and transferred to ambient temperature.

Table 1 Peel color, pulp color (L^* , a^* , b^* , h°) and TSS of Jackfruit cv. Thong Ploy sprayed with different concentration of AVG before harvest, fruit were stored at 10 °C for 10 days and transferred to ambient temperature until they were fully ripe.

Treatment	Peel color				Pulp color				TSS (%)
	L^*	a^*	b^*	h°	L^*	a^*	b^*	h°	
Control	28.27	-4.10	31.19a	101.39b	77.46	6.33	58.64a	83.51b	24.7a
AVG 200 mg/L	27.33	-5.49	25.68b	102.15b	76.52	4.80	56.88b	84.51ab	18.1b
AVG 400 mg/L	27.72	-6.59	25.51b	105.31a	76.84	4.64	56.33b	85.37a	20.5b
AVG 800 mg/L	30.43	-5.92	29.17ab	102.51ab	77.02	6.24	57.17b	84.28ab	21.0ab

Mean followed by different letters in the same column represent significant difference according to DMRT at $p \leq 0.05$

วิจารณ์ผล

AVG เป็นสารยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนในพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและได้ขึ้นทะเบียนเป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์ ซึ่งปัจจุบันมีการจำหน่ายทางการค้าภายใต้ชื่อ ReTain® ซึ่งประกอบด้วย AVG 15% จากผลการทดลอง พบว่า ผลขนุนพันธุ์ทองพลอยที่ได้รับการพ่นสาร AVG ประมาณ 200 มิลลิลิตร/ผล ในระยะ 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถลดการผลิตเอทิลีน ชะลออัตราการหายใจ และลดการสูญเสียน้ำหนักสด จึงสามารถช่วยยืดอายุและรักษาคุณภาพของผลขนุนพันธุ์ทองพลอยที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน (จำลองการขนส่ง) แล้วย้ายออกมาวางที่อุณหภูมิห้องปกติได้ดีที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก AVG ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase ทำให้ S-adenosylmethionine (SAM) ไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็น ACC ได้ ในระหว่าง

กระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนในพีช (Yang and Hoffman, 1984) ดังนั้นจึงส่งผลในการยับยั้งปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลีนในผลขนุนได้ สอดคล้องกับรายงานของ Lee *et al.* (2020) พบว่า การพ่นต้นพีชพันธุ์ 'Madoka' ด้วยสาร AVG (ReTain®) 75 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ 3 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยว สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลพีช โดยลดการผลิตเอทิลีนและการหายใจ รวมถึงสามารถยับยั้งการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสะสมน้ำตาลและการอ่อนนุ่มของผนังเซลล์ได้ นอกจากนี้ Altuntaş *et al.* (2020) ศึกษาผลของ AVG และระยะเวลาสุกแก่ต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของผลพลัม (*Prunus domestica* cv. 'President') พบว่า การพ่นสาร AVG ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของผลพลัมได้ และจากรายงานของ Kwon *et al.* (2019) พบว่า การพ่นสาร AVG ก่อนการเก็บเกี่ยว ช่วยรักษาคุณภาพของผลพลัมพันธุ์ 'Formosa' ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ โดยลดการผลิตเอทิลีน ปริมาณกรด และรักษาความแน่นเนื้อของผลได้

สรุปผล

การพ่นสาร AVG (ReTain® 15% w/w) ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร โดยพ่นประมาณ 200 มิลลิลิตร/ผล ในระยะ 10 วันก่อนการเก็บเกี่ยว จากนั้นนำผลขนุนไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน (จำลองการขนส่ง) แล้วย้ายออกมาวางที่อุณหภูมิห้องปกติ สามารถชะลอการผลิตเอทิลีน ลดอัตราการหายใจ และลดการสูญเสียน้ำหนักสดของขนุนพันธุ์ทองพลอยได้ นอกจากนี้ การพ่นสาร AVG ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถยืดอายุการสุกออกไปได้ถึง 4 วันเมื่อนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก สีเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาพืช สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ขอขอบคุณ The United Graduate School of Agricultural Science (UGSAS), Gifu University, Japan สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัย ขอขอบคุณ คุณวัฒน์ชัย เกตุพลอย สำหรับการสนับสนุนผลขนุนพันธุ์ทองพลอย และขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF) ประจำปีงบประมาณ 2567 ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2564. ขนุน:ผลไม้เมืองร้อนที่มีแนวโน้มเติบโตในตลาดโลก. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.bbc.com/thai/international-60428471>. (8 มิถุนายน 2566).
- Altuntaş, E., B. Ozturk and O. Saracoglu. 2020. Physico-mechanical and chemical properties of president plum affected by aminoethoxyvinylglycine (AVG) treatment and maturity stages. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 22: 241-249.
- Babalik, Z. 2021. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on quality, berry set and coloration of 'Alphonse Lavallée' table grapes. *Journal of Agricultural Science* 159 (3-4): 236-242.
- Kwon, J.G., J. Yoo, H.W. Kwon, D.H. Kim, Y.J. Cho, H.Y. Jung and I.K. Kang. 2019. Effect of preharvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) on fruit quality attributes 'Formosa' plum stored at ambient temperature. *Korean Journal of Food Preservation* 26(7): 723-729.
- Lee, D.B., G.J. Lee, S.H. Kim, I.K. Kang, S.J. Choi and H.K. Yu. 2020. Changes in fruit characteristics and expression of ripening-related genes in 'Madoka' peaches treated with 1-methylcyclopropene and aminoethoxyvinylglycine. *Horticultural Science and Technology* 38 (1): 32-43.
- Yang, S.F. and N.E. Hoffman. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annual Review Plant Physiology* 35: 155-189.