วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 30:3 (95-102)

บทบาทของกรดซาลิไซลิกต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลพืชสวน

Role of Salicylic Acid on Postharvest Changes in Fresh Horticultural Commodities

สุรัสวดี พรหมอยู่[1]

บทคัดย่อ

กรดซาลิไซลิก (salicylic acid) จัดเป็นสารประกอบหลักในกลุ่ม phenylpropanoid และมีความสำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและเมทาบอลิซึมในพืชทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ปัจจุบันมีการศึกษาถึงบทบาทของ salicylic acid ที่มีต่อผลิตผลพืชสวนหลายชนิด ซึ่ง salicylic acid เป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการใช้สารเคมีในเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมคุณภาพผลิตผลพืชสวน โดยในบทความนี้ได้ทบทวนบทบาทของ salicylic acid ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลพืชสวน ได้แก่ ความแน่นเนื้อของผล การเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ความต้านทานโรค ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ อาการผิดปกติทางสรีรวิทยา การชราภาพและอายุผลิตผลระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ : ซาลิไซลิก คุณภาพ ผลิตผลพืชสวน

Abstract

Salicylic acid, a major phenylpropanoid compound and has been found to regulating plant growth and development, It also affects in pre- and post harvest physiological and plant metabolism changes. There are currently investigating the role of salicylic acid on numerous horticultural commodities. Salicylic acid can be used as an appropriate alternative to chemicals in post harvest technology for controlling the quality of horticultural crops. In the present review, I have focus on various role of salicylic acid on postharvest changes in horticultural commodities such as fruit firmness, color changes, total soluble solids, disease resistance, bioactive compound, physiological disorder, senescence and shelf life during storage have also been explained.

Key words: Salicylic acid, Quality, Horticultural commodities

บทนำ

กรดซาลิไซลิก (salicylic acid) เป็นสารที่พืชสามารถสังเคราะห์ได้เอง จัดอยู่ในกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีโครงสร้างดังแสดงใน Figure 1 และพืชสามารถถูกกระตุ้นให้สังเคราะห์เพิ่มขึ้นได้ในสภาพที่เกิดความเครียดเนื่องจากสิ่งมีชีวิต (biotic stress) และสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic stress) อีกทั้งมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดสัญญาณทำให้พืชสามารถปรับตัวได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Senaratna *et al*., 2000) ทั้งนี้คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของ salicylic acid ได้รวบรวมแสดงไว้ดัง Table 1

[1]คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000

(Hypersensitive reaction; HR) และระบบ Systemic acquired resistance (SAR) ซึ่งเป็นระบบการป้องกันตนเองของพืชแบบหนึ่งโดยกระตุ้นให้มีการผลิตโปรตีนหรือสารเคมีที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้ นอกจากนี้บริเวณเนื้อเยื่อพืชที่มี salicylic acid ยังสามารถกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์สารทุติยภูมิชนิดต่างๆ เช่น กลุ่มของปริมาณรวมสารต้านอนุมูลอิสระ (total antioxidant capacity) หรือเอนไซม์ในระบบการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ เอนไซม์ catalase, peroxidase และ superoxide dismutase ซึ่งจะเข้ามาช่วยในกระบวนการกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดจากสภาพเครียดต่างๆ ของพืช ตลอดจนช่วยลดอันตรายและความเสียหายที่จะเกิดขึ้น (Figure 2)

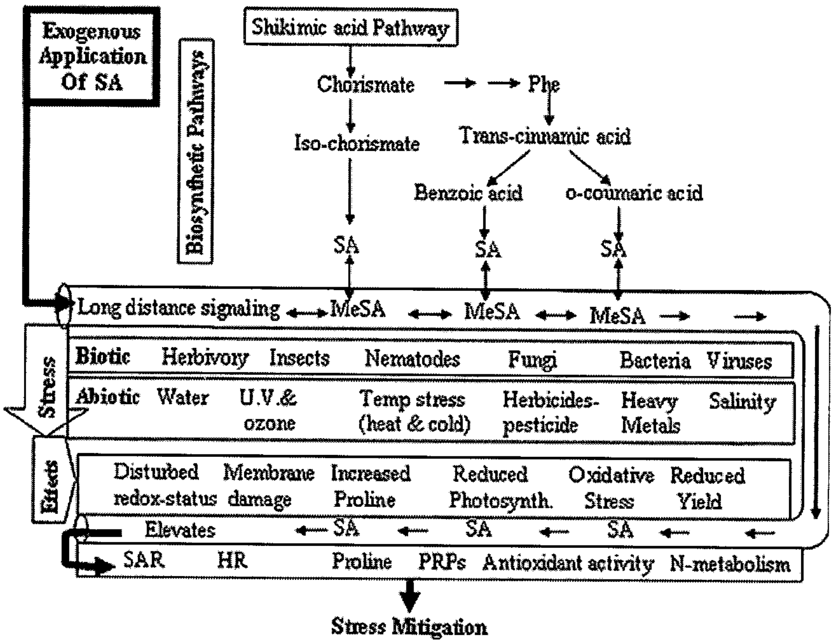

Figure 2 Model of the biosynthesis and action of salicylics acid on the induction of biotic and abiotic stress tolerance (Hayat *et al.*,2010).

ปัจจุบันมีผู้สนใจนำ salicylic acid มาใช้กับผลผลิตทางการเกษตรมากขึ้น ในรูปแบบการให้จากภายนอกโดยวิธีการรมไอ จุ่ม หรือพ่น ทั้งนี้ในระดับความเข้มข้นของสารละลาย และระยะเวลาการให้สารแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิตก่อนนำไปเก็บรักษา โดย salicylic acid มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลพืชสวนดังต่อไปนี้

2.1 การอ่อนนุ่ม (Softening

การเกิดอาการอ่อนนุ่มของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเป็นคุณภาพหลักประการหนึ่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า salicylic acid มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการอ่อนนุ่มของผลผลิตหลายๆ ชนิด ดังรายงานของ Sayyari *et al.* (2011) ศึกษาการนำสาร salicylic acid มาใช้กับผลทับทิม พบว่า ผลทับทิมที่มีการให้สาร salicylic acid โดยการจุ่มทั้งผลที่ระดับความเข้มข้น 0.1 0.5 และ 1.0 mM นาน 10 นาที ช่วยให้ผลทับทิมเมื่อเก็บรักษาไปแล้วนาน 84 วัน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 16-17 นิวตัน (N) ขณะที่ผลทับทิมชุดควบคุมมีความแน่นเนื้อเหลือเพียง 9 N นอกจากนี้ Aghdam *et al.* (2011) ได้ศึกษาการใช้ salicylic acid ในผลกีวีโดยใช้ในรูปของ methyl salicylate ใช้วิธีการรมทั้งผลที่ระดับความเข้มข้น 32 µl L^{-1} นาน 16 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ

acid สามารถลดอาการผลเน่าที่เกิดจากเชื้อ *B. cinerea* ในผลสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ โดยวิธีการจุ่มทั้งผลในระยะผลเปลี่ยนเป็นสีแดงมากกว่า 75% ที่ระดับความเข้มข้น 2.0 mmol.L^{-1} สอดคล้องกับการศึกษาของ Yu *et al.* (2007) พบว่า salicylic acid มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *Penicillium expansum* และเชื้อ *B. cinerea* เป็นเชื้อสาเหตุโรคผลเน่าในผลสาลี่ โดยไปกระตุ้นกิจกรรมเอนไซม์ β-1,3-glucanase, Phenylalanine ammonia lyase (PAL), Polyphenol oxidases (PPO) และ Peroxidase (POD) ให้มีกิจกรรมสูงขึ้น ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับการผลิตสาร phenolics ในพืชโดยมีคุณสมบัติไปยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่เป็นสาเหตุการเกิดโรค นอกจากนี้ salicylic acid ยังสามารถกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ POD จากการศึกษาของ Zainuri *et al.* (2001) รายงานว่า เมื่อใช้ salicylic acid ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวในผลมะม่วงพันธุ์ Kensington Pride ที่ระดับความเข้มข้น 2 mg L^{-1} สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *Collectotrichum gloeosporioides* ได้ ทั้งนี้การใช้ salicylic acid ที่ระดับความเข้มข้น 2 mg L^{-1} ยังให้ผลเช่นเดียวกับการใช้ในไม้ตัดดอก Geraldton waxflower สายพันธุ์ CWA Pink ที่ประสิทธิภาพในการลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *Alternaria* sp. และ *Epicoccum* sp. ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายยาวนานขึ้น (Beasley *et al.*, 1999)

2.5 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds)

ปัจจุบันการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวไม่ใช่แต่คำนึงถึงคุณภาพภายนอกของผลผลิตเท่านั้น แต่ยังต้องคำนึงถึงว่าทำอย่างไรจึงจะรักษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญและเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคไว้ได้นานที่สุดในระหว่างการเก็บรักษา โดยเฉพาะสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกลุ่มต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งพบว่า สาร salicylic acid ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของระบบการต้านอนุมูลอิสระในพืช (Knorzer *et al.*, 1999) ส่วนสาร salicylates ที่พืชสร้างขึ้นเอง เช่นในผักหรือผลไม้ถือว่าเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดหนึ่งที่มีผลต่อการรักษาสุขภาพของผู้บริโภคโดยบริโภคได้อย่างปลอดภัยในปริมาณที่เหมาะสม (Hooper and Cassidy, 2006) สำหรับการศึกษาผลของสาร salicylic acid จากการให้จากภายนอก อาทิเช่น ในหน่อไม้ฝรั่งพบว่าสาร salicylic acid ช่วยให้หน่อไม้ฝรั่งมีปริมาณรวมของสารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกเพิ่มขึ้น อีกทั้งมีปริมาณรวมของสารต้านอนุมูลอิสระมีอยู่ในปริมาณมาก ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติในการต้านการเกิดโรคมะเร็ง และช่วยยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งได้ (Wei *et al.*, 2011) เช่นเดียวกับที่พบในผลทับทิมที่สาร salicylic acid มีผลต่อการรักษาปริมาณรวมสารฟีนอลิก สารแอนโธไซยานิน ปริมาณกรดและน้ำตาลรวมทั้งปริมาณรวมสารต้านอนุมูลอิสระที่ศึกษาแยกในชั้น hydrophilic และ lipophilic ให้คงปริมาณสูงในระหว่างการเก็บรักษา (Sayyari *et al.*, 2011) ส่วนในผลกีวีการให้ salicylic acid จากภายนอกยังช่วยรักษาระดับสาร endogenous salicylic acid ภายในผลที่สร้างขึ้นเองได้อีกด้วย (Zhang *et al.*, 2003) นอกจากนี้ Hung *et al.* (2007) พบว่าการให้ salicylic acid ในผลส้มก่อนเก็บรักษาทำให้เนื้อส้มมีปริมาณ ascorbic acid อยู่สูง เนื่องจากสาร salicylic acid ไปลดกระบวนการ catabolism มีผลต่อการเปลี่ยนรูปของ ascorbic acid ไปอยู่ในรูป dehydroascorbate (DHAA) มากขึ้น ในขณะที่องุ่นที่ให้สาร salicylic acid จะกระตุ้นให้ Ca^{2+} ภายในผลมีการเคลื่อนที่จากแวคิวโอลและช่องว่างระหว่างเซลล์ไปยังไซโตพลาสซึม ซึ่ง Ca^{2+} ที่อยู่บริเวณไซโตพลาสซึมนี้จะกระตุ้น Ascorbate-Glutathione cycle มีผลให้เกิดการสะสม glutathione และ ascorbic acid มากขึ้น (Wang and Li, 2006)

2.6 อาการผิดปกติทางสรีรวิทยา (Physiological disorders)

จริงแท้ (2549) ได้กล่าวไว้ว่า อาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวนั้น เป็นสาเหตุหนึ่งที่มีผลทำให้ผลผลิตสูญเสียมูลค่าทางการตลาดเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักเกิดจากการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม เช่น ความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากผลิตผลได้รับอุณหภูมิสูงเกินไป (Heat injury) อาจเกิดขึ้นเนื่องจากปล่อยให้ผลิตผลได้รับแสงแดดโดยตรง หรือได้รับความร้อนสูงระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การใช้ Hot treatment ทำให้ผิวไหม้หรือสีจางลง สุกไม่สม่ำเสมอ หรือเกิดอาการผลนิ่ม ความผิดปกติทางสรีรวิทยาของพืช อาจเกิดขึ้นจากการได้รับธาตุอาหารบางชนิดไม่เพียงพอใน ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น อาการ blossom end

Romani, 1988) และการศึกษาการใช้สาร salicylic acid กับดอกกุหลาบโดยการพ่นให้กับต้นกุหลาบที่ปลูกในสภาพโรงเรือน พบว่า salicylic acid ช่วยยืดอายุการปักแจกันของกุหลาบตัดดอก ชะลอการเสื่อมสภาพ ลดการสูญเสียน้ำหนักสด และรักษาสมดุลของน้ำหลังจากตัดดอกและเก็บรักษาได้นานขึ้น จากกุหลาบตัดดอกปกติที่ไม่ได้ให้สาร salicylic acid เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส มีอายุการปักแจกัน 50 วัน ขณะที่ต้นกุหลาบที่ได้รับ salicylic acid ความเข้มข้น 50 uM มีอายุการปักแจกันนานขึ้นถึง 90 วัน (Alaey *et al.*, 2011) ในไม้ตัดดอกแกลดิโอลัสสายพันธุ์ wing's sensation ที่แช่ในสารละลาย salicylic acid ความเข้มข้น 150 ppm เกิดการเสื่อมสภาพของกลีบดอกเกิดขึ้นช้ากว่าชุดควบคุมและมีอายุการปักแจกันนาน 8 วัน (Hatamzadeh *et al.*, 2012)

สรุป

ปัจจุบันมีการศึกษาบทบาทของ salicylic acid ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลพืชสวนเป็นจำนวนมากทั้งในด้านที่มีผลต่อการคงความแน่นเนื้อของผล ชะลอกระบวนการสุกและการเปลี่ยนแปลงสีผล เพิ่มความต้านทานต่อการเกิดโรค และลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาระหว่างการเก็บรักษา รวมทั้งช่วยในการกระตุ้นหรือรักษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค ทั้งนี้วิธีการ ปริมาณการใช้ และระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมยังต้องมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องต่อไปในอนาคต ซึ่งน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มคุณภาพผลิตผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 453 น.

สุรัสวดี พรหมอยู่. 2554. รายงานการวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ชีวเคมี และสรีรวิทยาระหว่างการเกิดอาการสะท้านหนาวของดอกหน้าวัว 5 สายพันธุ์ และศึกษาวิธีการลดอาการสะท้านหนาวในดอกหน้าวัว. สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ

สุวรรณา บุญญาวงษ์ วาริช ศรีละออง หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรไกล และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2550. ผลของ Salicylic acid ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. ว. วิทย. กษ. 38 : 5 (พิเศษ) : 78-81

Abbasi, N.A., S. Hafeez and M.J. Tareen. 2011. Salicylic acid prolongs shelf life and improves quality of 'Maria Delicia' peach fruit. Acta Hort. 880: 191-197.

Aghdam, M.S., A. Motallebiazar, Y. Mostofi, J.F. Moghaddam and M. Ghasemnezhad. 2011. Methyl salicylate affects the quality of Hayward kiwifruit during storage at low temperature. J. Agri. Sci. 3(2): 149-156.

Alaey, M., M. Babalar, R. Naderi and M. Kafi. 2011. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on physio-chemical attributes in relation to vase-life of rose cut flower. Postharvest Biol. Technol. 61: 91-94.

Babalar, M., M. Asghari, A. Talaei and A. Khosroshahi. 2007. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. Food Chem. 105: 449-453.

Beasley, D.R., D.C. Joyce, L.M. Coates and A.H. Wearing. 1999. Effect of salicylic acid treatment on postharvest diseases of Geraldton waxflower, In proceeding of the 12th Australasian plant pathology conference, Canberra, p. 222.

Cao, S., Z Hua, Y. Zhengb and B. Lua. 2010. Synergistic effect of heat treatment and salicylic acid on alleviating internal browning in cold-stored peach fruit. Postharvest Biol. Technol. 58: 93-97.

Ding C.K., C. Y. Wang, K. C. Gross and D. L. Smith. 2002. Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis-related-protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. Planta 214: 895-901.

Hatamzadeh, A., M. Hatami and M. Ghasemnezhad. 2012. Efficiency of salicylic acid delay petal senescence and extended quality of cut spikes of *Gladiolus grandiflora* cv 'wing's sensation'. African J. of Agric. Research 7(4): 540-545

Hayat, Q., S. Hayat, M. Irfan and A. Ahmad. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. Environ. Exp. Bot. 68: 14-25.

Hooper, L. and A. Cassidy. 2006. A review of the health care potential of bioactive compounds. J. Sci. Food Agric. 86: 1805-1813.