Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 232-235 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 232-235 (2554)

ผลของจัสโมเนทต่อการผลิตเอทิลีนในผลแอปเปิลที่ผ่านการปลูกเชื้อ

Effect of jasmonates on ethylene production in apple fruit infected by a pathogen

หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล[1] Masahiro Shishido[2] Katsuya Okawa[2] Hitoshi Ohara[2] **และ** Satoru Kondo[2]

Hataitip Nimitkeatkai[1], Masahiro Shishido[2], Katsuya Okawa[2], Hitoshi Ohara[2] and Satoru Kondo[2]

Abstract

The effects of the application of the jasmonic acid derivative, *n*-propyl dihydrojasmonate (PDJ), on ethylene production, endogenous jasmonic acid (JA) and methyl jasmonate (MeJA) were examined in apple fruit [*Malus sylvestris* (L.) Mill. Var. *domestica* (Borkh.) infected by a pathogen (*Colletotrichum gloeosporioides*). The fruit were dipped into 0 (distilled water), 0.4 mM PDJ solution for 5 min before inoculation with the pathogen and stored at 25 °C, 95% RH for 10 days. The inoculation induced an increase in ethylene production, endogenous JA and MeJA. Meanwhile, PDJ application induced ethylene production and endogenous JA to the highest level on day 3 after storage but reduced endogenous MeJA caused by the pathogen infection. The lesion diameter with *C. gloeosporioides* was increased by PDJ application. These results suggest that PDJ application may influence the production of ethylene which was mediated by the levels of jasmonates in pathogen-infected fruit.

Keywords: Colletotrichum gloeosporioides, ethylene, jasmonates, Malus sylvestris (L.)

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสาร *n*-propyl dihydrojasmonate (PDJ) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดจัสโมนิก ต่อการผลิตเอทิลีน ระดับของกรดจัสโมนิก (JA) และเมทิลจัสโมเนท (MeJA) ในผลแอปเปิล [*Malus sylvestris* (L.) Mill. Var. *domestica* (Borkh.) ที่ผ่านการปลูกเชื้อ โดยจุ่มผลแอปเปิลในสารละลาย PDJ ที่ความเข้มข้น 0 (น้ำกลั่น) และ 0.4 มิลลิโมลาร์ นาน 5 นาที ก่อนทำการปลูกเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* บนผิวของผลแอปเปิล เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ปลูกเชื้อ) จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 เป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าผล แอปเปิลที่ผ่านการปลูกเชื้อมีการผลิตเอทิลีน ปริมาณ JA และ MeJA สูงกว่าผลแอปเปิลที่ไม่ผ่านการปลูกเชื้อ ในขณะที่การใช้สารละลาย PDJ ทำให้ผลแอปเปิลที่ปลูกเชื้อ มีการผลิตเอทิลีนและปริมาณ JA สูงที่สุดโดยเฉพาะวันที่ 3 ของการเก็บรักษา แต่ PDJ มีผลทำให้ปริมาณ MeJA ต่ำกว่าผลแอปเปิลที่จุ่มในน้ำกลั่นและชุดควบคุม นอกจากนี้การจุ่มผลในสารละลาย PDJ ยังไม่มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. gloeosporioides* ได้ จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ PDJ มีผลกระตุ้นการผลิตเอทิลีนและการเจริญของเชื้อรา ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงระดับของจัสโมเนทในผลไม้

คำสำคัญ: *Colletotrichum gloeosporioides* เอทิลีน จัสโมเนท Malus sylvestris (L.)

คำนำ

โรคที่เกิดจากเชื้อราเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ โรคเน่าที่สำคัญ เช่น โรคแอนแทรกโนส ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อรา Colletotrichum sp. โดยเชื้อราจะแฝงตัวอยู่ในผลไม้ตั้งแต่ระยะที่ผลไม้กำลังเจริญเติบโตในแปลงเพาะปลูก และความรุนแรงของโรคจะเพิ่มขึ้นในระยะที่ผลไม้เข้าสู่กระบวนการสุก ดังนั้นการควบคุมและป้องกันโรคของผลไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว จึงมีความสำคัญต่อการลดการสูญเสียของผลไม้ดังกล่าว

พืชมีกลไกทั้งทางชีวภาพและชีวเคมีในการตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา โดยการชักนำให้ผลิตผลสร้างสารต่อต้านเชื้อรา เช่น สารกลุ่ม phenolic compound มีคุณสมบัติยับยั้งหรือเป็นพิษต่อเชื้อโรค นอกจากสารต่อต้านเชื้อราดังกล่าวแล้วพืชยังมีกลไกการตอบสนองที่อาจส่งผลกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนพืชบางชนิด ได้แก่ เอทิลีน และ จัสโมเนท

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ต. แม่กา อ. เมือง จ. พะเยา 56000

[1] Division of Agro-Industry, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Muang, Phayao, 56000

[2] Graduate School of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Chiba 271-8510, Japan

กรดจัสโมนิก (jasmonic acid: JA) เป็นสารอินทรีย์ที่พบในพืชหลายชนิด สังเคราะห์มาจากกรดไขมันคือ กรดลิโน-เลนิก มีผลในด้านการยับยั้งการเจริญเติบโตและกระตุ้นการชราและการหลุดร่วงของใบ การสุกและการสร้างเม็ดสีในผล (ลิลี่ และคณะ, 2549) นอกจากนี้มีรายงานว่าสารเมทิลจัสโมเนท (methyl jasmonate: MeJA) ซึ่งเป็นเมทิลเอสเทอร์ของ JA มีบทบาทในที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา สำหรับผลต่อพืชนั้นมีรายงานว่า MeJA ไปกระตุ้นความต้านทานโรคในผลเชอรี่ระหว่างเก็บรักษา (Yao and Tian, 2005)

จัสโมเนท เป็นฮอร์โมนพืชที่คล้ายกับ เอทิลีน โดยมีรายงานว่ามีบทบาทในพืช ที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่ง (Kondo et al., 2007) รายงานว่า การให้สารในกลุ่ม jasmonic acid (JA) สามารถชักนำให้มีการผลิตเอทิลีนในผลแพร์เพิ่มขึ้นได้ในช่วงที่ผลอยู่ในระยะ pre-climacteric แต่ JA มีผลในการยับยั้งการผลิตเอทิลีนในช่วงที่ผลอยู่ในระยะ climacteric และ post-climacteric อย่างไรก็ตามรายงานที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของจัสโมเนตและเอทิลีน ในการตอบสนองการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าที่ควร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง JA และเอทิลีน ในการตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา โดยใช้สาร *n*-propyl dihydrojasmonate (PDJ) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของ JA ใช้ในการกระตุ้นการสร้างสีแดงในเปลือกแอปเปิล (Koshiyama et al., 2006)

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บผลแอปเปิล [*Malus sylvestris* (L.) Mill. Var. *domestica* (Borkh.) ในระยะ climacteric จากสวนของ Chiba University จังหวัด Numata ประเทศญี่ปุ่น คัดเลือกผลที่สม่ำเสมอและไม่มีตำหนิหรือบาดแผล จุ่มในสารละลาย PDJ ที่ความเข้มข้น 0 (น้ำกลั่น) และ 0.4 มิลลิโมลาร์ นาน 5 นาที ก่อนทำการปลูกเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* บนผิวของผลแอปเปิล เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ปลูกเชื้อ) จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 เป็นระยะเวลา 10 วัน สุ่มตัวอย่างผลแอปเปิลจากแต่ละชุดทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ มาตรวจวัดการผลิตเอทิลีน โดยใช้ gas chromatography [(model GC 2014, Shimadzu, Japan); 2.2 mm i.d. × 2.0 m column (Porapak Q; Waters, Milford, USA)] ปริมาณ JA และ MeJA โดยใช้ GC-mass spectroscopy [QP 5000; Shimadzu, Kyoto, Japan; 25 m × 0.25 mm i.d. column (CP-Sil 5 CB; Chrompack, Middelburg, The Netherlands)] และ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเนื้อเยื่อที่เชื้อเข้าทำลาย (lesion diameter)

ผล

ผลแอปเปิลในชุดควบคุมมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังการเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณสูงที่สุดในวันที่ 1 ของการเก็บรักษาและลดลงในช่วงท้ายของการเก็บรักษา (Figure 1) ในขณะที่ผลแอปเปิลที่ผ่านการปลูกเชื้อมีการผลิตเอทิลีนสูงกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะในผลแอปเปิลที่ผ่านการจุ่มในสารละลาย PDJ มีการผลิตเอทีลินสูงที่สุดในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา

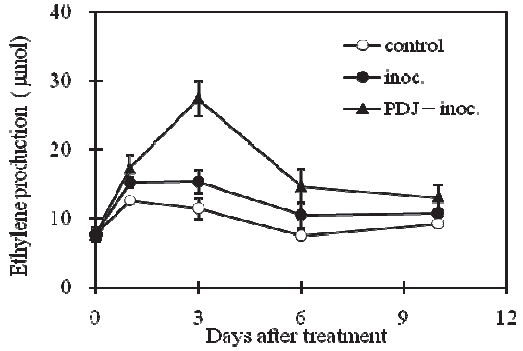

Figure 1 Ethylene production in apple after pathogen inoculation and PDJ treatment. Vertical bars represent SE (n=3).

กรดจัสโมนิก (JA) ของผลแอปเปิลในชุดควบคุมมีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา และลดลงจนมีปริมาณใกล้เคียงกับในผลแอปเปิลก่อนเก็บรักษา (Figure 2A) เมื่อปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* ในผลแอปเปิล ทำให้ปริมาณ JA เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา ในขณะเดียวกันการแช่สาร PDJ ก่อนปลูกเชื้อทำให้แอปเปิลมีระดับของ JA สูงที่สุด โดยเฉพาะในวันที่ 3 และมีปริมาณลดลงในช่วงท้ายของการเก็บรักษา

ผลแอปเปิลที่ผ่านการปลูกเชื้อมีปริมาณ MeJA ต่ำกว่าผลแอปเปิลในชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการปลูกเชื้อ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาและมีปริมาณเพิ่มขึ้นในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา (Figure 2B) แต่พบว่าการใช้ PDJ ก่อนปลูกเชื้อมีผลทำให้ MeJA มีปริมาณสูงกว่าชุดทดลองอื่นๆ โดยมีปริมาณสูงที่สุดในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา

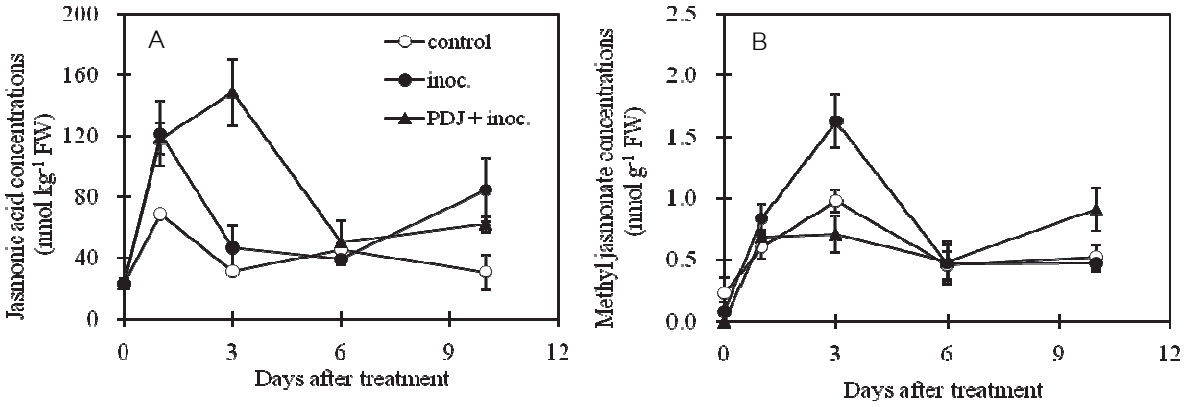

Figure 2 Jasmonic acid (A) and methyl jasmonate (B) concentrations in apple after pathogen inoculation and PDJ treatment. Vertical bars represent SE (n=3).

เส้นผ่านศูนย์กลางของเนื้อเยื่อที่เชื้อเข้าทำลาย (lesion diameter) ซึ่งแสดงถึงความรุนแรงของโรค มีขนาดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา (Figure 3) โดยในวันที่ 3 และ 6 ของการเก็บรักษา ไม่พบความแตกต่างของผลแอปเปิลที่จุ่มสาร PDJ ก่อนปลูกเชื้อและผลแอปเปิลที่ปลูกเชื้อเพียงอย่างเดียว แต่พบว่าในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลแอปเปิลที่จุ่ม PDJ ก่อนปลูกเชื้อมี lesion diameter สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

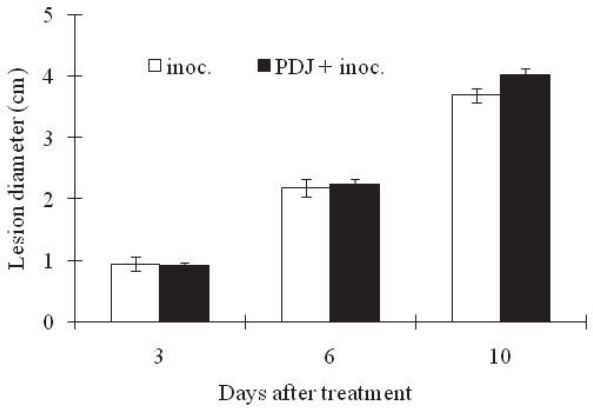

Figure 3 Lesion diameter in apple after pathogen inoculation and PDJ treatment. Vertical bars represent SE (n=3).

วิจารณ์ผล

การเกิดโรคจากการเข้าทำลายของเชื้อรา มีผลในการกระตุ้นการผลิต JA และ MeJA (Figure 2) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับรายงานการศึกษาในพืชบางชนิด เช่น ในผลมะเขือเทศพบว่าปริมาณจัสโมเนทจะเพิ่มสูงขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของจัสโมเนทนี้จะเกิดขึ้นในช่วงต้นของกลไกการตอบสนองของพืชเมื่อผลิตผลถูกทำลายโดยเชื้อจุลินทรีย์ (Yu et al., 2009) จากการทดลองพบว่าการเพิ่มขึ้นของเอทิลีนในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา (Figure 1) สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของ MeJA ในวันเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าเอทิลีนและจัสโมเนท มีผลเสริมกันในการตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ (Pozo et al., 2005)

การให้ PDJ สามารถส่งเสริมให้มีการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นในผลแอปเปิลในระยะ climacteric ที่ถูกเชื้อเข้าทำลาย (Figure 1) แต่จากรายงานของ Kondo et al. (2007) ที่ว่า JA มีผลในการยับยั้งการผลิตเอทิลีนในช่วงที่ผลอยู่ในระยะ climacteric แสดงให้เห็นว่าในสภาพที่ผลิตผลถูกกระตุ้นจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ JA จะมีผลในการเสริมการทำงานของเอทิลีนของผลในระยะ climacteric นอกจากนี้การให้ PDJ ยังไม่มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *C. gloeosporioides* (Figure 3) สอดคล้องกับปริมาณ MeJA ภายในผลที่ลดต่ำลงหลังจากให้ PDJ (Figure 2B)

การให้ PDJ ทำให้ปริมาณ JA ในผลเพิ่มสูงขึ้น (Figure 2A) ซึ่งอาจเนื่องมาจาก PDJ ไปเร่งการทำงานของเอนไซม์ allene oxide synthase ใน octadecanoic pathway ในการสังเคราะห์ JA (Yoshikawa et al., 2007) จึงทำให้ปริมาณ JA เพิ่มมากขึ้นในผลแอปเปิลที่ให้ PDJ

สรุป

จัสโมเนทและเอทิลีนให้ผลเสริมกันในการตอบสนองต่อการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ การให้จัสโมเนทจากภายนอก (การให้ PDJ) ทำให้ผลแอปเปิลมีการผลิตเอทิลีนและ JA เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันปริมาณ MeJA ลดลง จึงส่งผลให้ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ PDJ มีผลกระตุ้นการผลิตเอทิลีน และการเจริญของเชื้อรา

เอกสารอ้างอิง

ลิลลี่ กาวีต๊ะ, มาลี ณ นคร, ศรีสม สุวรรณวงศ์ และสุรียา ตันติวิวัฒน์. 2549. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 261 น.

Kondo, S., H. Yamada and S. Setha. 2007. Effects of jasmonates differed at fruit ripening stages on 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase and ACC oxidase gene expression in pears. J. Am. Soc. Hort. Sci. 132: 120-125.

Koshiyama, M., K. Watanabe, H. Fujisawa, M. Mitomi and K. Imamura. 2006. Development of a new plant growth regulator, prohydrojasmon. Regulat. Plant Growth Dev. 41: 24-33.

Pozo, J.M., L.C. VanLoon and C.M.J. Pieterse. 2005. Jasmonates-signals in plant-microbe interactions. J. Plant Growth Regul. 23: 211-222.

Yao, H. and S. Tian. 2005. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. Postharvest Biol. Technol. 35: 253-262.

Yoshikawa, H., C. Honda and S. Kondo. 2007. Effect of low-temperature stress on abscisic acid, jasmonates, and polyamines in apples. Plant Growth Regul. 52: 199-206.

Yu, M., L. Shen, B. Fan, D. Zhao, Y. Zheng and J. Sheng. 2009. The effect of MeJA on ethylene biosynthesis and induced disease resistance to *Botrytis cinerea* in tomato. Postharvst Biol. Technol. 54: 153-158.