ศึกษาสถานะของสาร ๑-MCP ที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด

นางสาวมาลัยพร เชื้อบัณฑิต นางอภิรดี กอร์ปไพบูลย์
นายธีรวุฒิ ชุตินันทกุล นางอรุณนี สระเก้า

บทคัดย่อ

การศึกษาสถานะของสาร ๑-MCP ที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด ได้ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ระหว่างเดือน ตุลาคม ๒๕๕๔-กันยายน ๒๕๕๕ โดยแบ่งกรรมวิธีการทดลองออกเป็น ๔ กรรมวิธี ได้แก่ ๑) ไม่มีการรมสาร (air: control) ๒) รมสาร ๑- MCP สถานะแก๊สความเข้มข้น ๒ ไมโครลิตรต่อลิตร ๓) รมสาร ๑- MCP สถานะของแข็งความเข้มข้น ๒ ไมโครลิตรต่อลิตร และ ๔) จุ่มสาร ๑- MCP สถานะของเหลวความเข้มข้น ๒ ไมโครลิตรต่อลิตร โดยมีเป้าหมายเพื่อหาวิธีการจัดการ และสถานะของสาร ๑-MCP ที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดเพื่อการส่งออก พบว่า การรมด้วยสาร ๑-MCP สถานะแก๊ส ความเข้มข้น ๒ ไมโครลิตรต่อลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ๑๓± ๑ องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด ได้ ๒๘ วันในขณะที่การรมด้วย ๑-MCP สถานะอื่นสามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้เพียง ๒๑ วัน จึงมีโอกาสในการชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด โดยการใช้สาร ๑- MCP สถานะแก๊ส เพื่อยับยั้งการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้อีกทางหนึ่ง

คำสำคัญ : สาร ๑-MCP , การเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด

๑. คำนำ

การเพิ่มปริมาณการส่งออกมังคุดคุณภาพให้มีปริมาณมากขึ้นจำเป็นต้องมีการพัฒนาด้านงานวิจัยในด้านการยืดอายุการเก็บรักษามังคุดผลสดเพื่อการส่งออก มังคุดผลสดมีอายุการเก็บรักษาสั้นเมื่อวางที่อุณหภูมิห้อง เกษตรกรผู้ผลิตมังคุดจะเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะเหมาะต่อการเก็บเกี่ยวคือระยะที่ ๑-๖ (เริ่มมีจุดประสีชมพูในบางส่วนของผลจนถึงมีสีดำทั้งผล) ระยะการเก็บเกี่ยวเพื่อส่งออกมีเพียงระยะที่ ๒ และ๓ ส่วนระยะที่ ๔, ๕ และ ๖ เก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำหนิภายนอกผลด้วย ผลมังคุดหลังเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาหลายอย่างตามกระบวนการสุก มีการเปลี่ยนสีของเปลือกอย่างรวดเร็ว วัยของมังคุดสำหรับการเก็บเกี่ยวแต่ละวัยมักมีระยะเวลาแตกต่างกันอยู่ ๑ วัน ที่อุณหภูมิ ๒๘-๓๓°C (กวิศร์ และ สุรพงษ์, ๒๕๒๓) ระยะเวลาคัดแยกเกรดขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตของฤดูกาลหากผลผลิตมากระยะเวลาในการคัดเกรดจะใช้เวลานาน จากระยะเวลาที่เก็บผลผลิตจนถึงเวลาที่ได้รับการคัดเกรดนั้น สีของเปลือกมังคุดพัฒนาเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้มังคุดในระยะเก็บเกี่ยวระยะที่ ๒ และ ๓ เพื่อส่งออกซึ่งมีราคาสูงกว่าจำหน่ายในประเทศมีจำนวนน้อยลง และเปลี่ยนไปเป็นระยะที่ ๔, ๕ และ ๖ ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวเพื่อจำหน่ายภายในประเทศมากขึ้น นอกจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสีผิวที่พัฒนาอย่างรวดเร็วแล้วความสดของขั้วและกลีบเลี้ยงของผลก็เป็นอีกปัญหาสำคัญที่จำเป็นต้องมีงานวิจัยเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดมังคุดส่งออก

การเปลี่ยนสีของผิวผลไม้ เป็นกระบวนการย่อยหนึ่งที่เห็นหรือสัมผัสได้ชัดเจนของ กระบวนการสุกของผลไม้ และยังมีกระบวนการย่อยๆ อีกที่เห็นหรือสัมผัสได้ชัดเจน เช่น การอ่อนนุ่ม กระบวนการสุกที่ไม่สามารถสังเกตเห็นชัดเจน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี การหายใจ การผลิตเอทิลีน และความเกี่ยวข้องของฮอร์โมนพืชชนิดต่างๆ กับการสุก และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระตุ้น การควบคุม และการประสานกระบวนการย่อยๆ ของการสุกเข้าด้วยกันโดยฮอร์โมนเอทิลีน เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีบทบาทหลักในการกระตุ้นให้ผลไม้สุก และถูกสร้างขึ้นจากกรดอะมิโนเมทไทโอนีน (methionine) ผ่าน S-adenosyl-L-methionine (AdoMet หรือ SAM) และกรดอะมิโนวงแหวนที่ไม่ได้เป็นส่วนประกอบของโปรตีน ๑-aminocyclopropane-๑-carboxylic acid (ACC) แอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาในวิถีการสังเคราะห์เอทิลีน ได้แก่ SAM synthetase, ACC synthase และ ACC oxidase เอนไซม์ ACC synthase ซึ่งอยู่ภายในไซโทพลาซึม นอกจากจะสร้าง ACC แล้วยังสร้าง ๕-methylthioadenosine ซึ่งจะถูกนำไปใช้สร้างเมทไทโอนีนขึ้นมาใหม่ผ่าน methionine cycle หรือเรียกกันว่า วัฏจักร Yang ในวัฏจักร Yang คาร์บอนของน้ำตาลไรโบส (ribose) จะถูกเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนหลักของเมทไทโอนีนซึ่งจะถูกใช้ไปในการสร้างเอทิลีน ดังนั้น คาร์บอนอะตอมของโมเลกุลของเอทิลีนที่ถูกสร้างขึ้นที่จริงแล้วได้มาจาก adenosine ซึ่งก็มาจาก ATP นั่นเอง ส่วนกลุ่ม methylthio นั้น จะถูกนำกลับไปใช้ในการสร้างเมทไทโอนีนอยู่เรื่อยๆ สำหรับสาร ๑-MCP (๑-methylcyclopropane) เป็นสารสังเคราะห์ที่อยู่ในรูปแก๊สเช่นเดียวกับเอทิลีน และมีความสามารถในการจับกับตัวรับเอทิลีนได้ดีกว่าเอทิลีนถึง ๑๐๐ เท่า จึงสามารถนำมาใช้งานได้สะดวก ๑-MCP ใช้ได้ผลดีในผลไม้ที่ผลิตเอทิลีนหรือผลไม้ประเภท climacteric โดย ๑-MCP มีผลทำให้การหายใจของผลไม้ลดลง และทำให้การเพิ่มขึ้นของการหายใจช้าลงด้วย ทั้งนี้เป็นผลมาจากการสังเคราะห์เอทิลีนในผลไม้ลดลง โดยเป็นผลมาจากการสร้างเอนไซม์ทั้ง ACC synthase และ ACC oxidase ตลอดจนการสังเคราะห์ mRNA ของเอนไซม์ทั้ง ๒ ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากตัวรับเอทิลีนไปจับกับ ๑-MCP จึงกระตุ้นการแสดงออกของยีนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเอทิลีนไม่ได้ นอกจากนี้ ๑-MCP ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของผลไม้ โดยมีผลโดยตรงต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีการทดลองได้ผลดีกับผลส้ม และมะนาว ในผลสตรอเบอรี ๑-MCP ไปยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ phenylalamine ammonia lyase (PAL) ทำให้การสังเคราะห์แอนโทไซยานินลดลง (จริงแท้,

๒๕๔๙) จากการศึกษางานวิจัยของพัชร และสายชล (๒๕๕๐) พบว่าชะลอกระบวนการสุกของผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยวจากผลมังคุดระยะสายเลือดที่รมด้วย ๑-MCP ความเข้มข้น ๑,๐๐๐ นาโนลิตรต่อลิตร นาน ๖ ชั่วโมงที่ ๒๕ องศาเซลเซียส แล้วนำมาเก็บรักษาที่ ๑๕ และ ๒๕ องศาเซลเซียส พบว่าผลมังคุดที่รมด้วย ๑-MCP สามารถชะลอการพัฒนาสีของเปลือกได้

นอกจากนี้ปัจจุบัน ๑-MCP ได้มีการผลิตออกมาในหลายรูปแบบ เช่นรูปแบบผงซึ่งเป็นของแข็งที่ใช้ใส่น้ำเพื่อให้อยู่ในรูปของแก๊ส รูปแบบแผ่น ตลอดจนในรูปแบบของเหลว แต่ยังไม่มีการทดลองเพื่อหาวิธีการหรือรูปแบบให้เหมาะกับการส่งออกมังคุด และสะดวกต่อผู้ส่งออก จึงควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนากระบวนการดังกล่าว

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

a. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี ๔ กรรมวิธี ๕ ซ้ำ คือ

กรรมวิธีที่ ๑ ไม่มีการรมสาร (air : control)

กรรมวิธีที่ ๒ รมสาร ๑- MCP สถานะแก๊สความเข้มข้น ๒ ไมโครลิตรต่อลิตร

กรรมวิธีที่ ๓ รมสาร ๑- MCP สถานะของแข็งความเข้มข้น ๒ ไมโครลิตรต่อลิตร

กรรมวิธีที่ ๔ จุ่มสาร ๑- MCP สถานะของเหลวความเข้มข้น ๒ ไมโครลิตรต่อลิตร

๗.๒ ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนที่ ๑ คัดเลือกมังคุดคุณภาพดี ผิวสวย น้ำหนักผล ๘๐-๙๐ กรัม ระยะการสุกที่ ๓ และ ๔

ขั้นตอนที่ ๒ บรรจุตะกร้ารองกระดาษปิดด้านบนด้วยแผ่นโฟมชุบสารป้องกันกำจัดเชื้อราตะกร้าละ ๑๐ กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ ๓ จัดการตามกรรมวิธีที่กำหนด

ขั้นตอนที่ ๔ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ ๑๓ ± ๑ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๒๔ ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ ๕ บันทึกผลการทดลองดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงของสีผิวเปลือกของแต่ละกรรมวิธี โดยทำการตรวจวัดด้วย color chart และเครื่องมือตรวจวัด color meter
- การสูญเสียน้ำหนักของแต่ละกรรมวิธี
- การตรวจสอบทางประสาทสัมผัส โดยการให้คะแนนคุณภาพตามใบประเมินดังนี้

๑. ความสดของเปลือก	ไม่สด	๑	๒	๓	๔	๕	สดมาก
๒. การเปลี่ยนแปลงสีคล้ำ	ไม่สวย	๑	๒	๓	๔	๕	สวยมาก
๗. กลิ่นและรสผิดปกติ	ปกติ	๑	๒	๓	๔	๕	ผิดปกติมาก
๘. ความชอบ	ไม่ชอบ	๑	๒	๓	๔	๕	ชอบมาก
๙. ความยอมรับ	ไม่ยอมรับ	๑	๒	๓	๔	๕	ยอมรับมาก

ขั้นตอนที่ ๖ : ตรวจวัดคุณภาพภายในผลอื่นๆ ดังนี้

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Soluble solids content, SSC) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) และอัตราส่วนของ SSC/TA

- นำน้ำคั้นจากเนื้อตรวจหาปริมาณ SSC ด้วยเครื่อง hand refractometer (Atago, Japan)

- ปริมาณ TA นำน้ำคั้นที่ได้ไทเทรตด้วย NaOH ๐.๑ N และใช้ phenolphthalein ๑% เป็น indicator (A.O.A.C., ๑๙๘๔) นำปริมาตรกรดที่ใช้มาคำนวณหาปริมาณ TA เป็นจำนวนกรัมของกรดซิตริกต่อเนื้อ ๑๐๐ กรัม และคำนวณสัดส่วนของ SSC/TA

๓. ผลการทดลองและวิจารณ์

การการดำเนินงานทดลอง การศึกษาสถานะของสาร ๑-MCP ที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๔ ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๕ มีผลการดำเนินงาน ดังนี้

a. การคัดเลือกมังคุด ระยะที่เหมาะสมกับการรมด้วยสาร ๑- MCP ในปีแรก พบว่า มังคุดระยะที่เหมาะสม สำหรับการทดลอง คือมังคุดระยะ ที่ ๓ และ ๔ เนื่องจาก มีการพัฒนาของความสุกแก่เหมาะสม และพัฒนาไปสู่การสุกแก่ที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค และหลังจากยืดอายุการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ ๒๘ วันแล้ว ยังมีคุณภาพภายใน ภายนอก และการยอมรับของผู้บริโภคดี รสชาติดี ส่วนมังคุดระยะที่ ๒ หลังการรมด้วยสาร ๑-MCP พบว่ามีการพัฒนาการสุกแก่ต่อช้า คุณภาพภายในไม่ค่อยดี ไม่เหมาะสำหรับการส่งออกมังคุดคุณภาพ

b. คุณภาพผลผลิต หลังการรมด้วยสาร ๑-MCP การศึกษาสถานะของสาร ๑- MCP ที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด พบว่า สาร ๑-MCP สถานะแก๊ส มีความเหมาะสม และสะดวกต่อการนำไปปฏิบัติ และสามารถยืดอายุการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด ได้นานกว่าการรมด้วยสาร ๑-MCP สถานะอื่นๆ ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ ผลของการรมด้วย ๑-MCP สถานะต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกมังคุด

วิธีการ	อายุการเก็บรักษา (วัน)	
	อุณหภูมิห้อง (๒๕ °C)	ห้องเย็น ๑๓± ๑°C
ไม่มีการรมสาร (air: control)	๗ b	๑๔ c
รมสาร ๑-MCP สถานะแก๊สความเข้มข้น ๒๐๐๐ ppm	๑๔ a	๒๘ a
รมสาร ๑-MCP สถานะของแข็งความเข้มข้น ๒๐๐๐ ppm	๑๔ a	๒๑ b
จุ่มสาร ๑-MCP สถานะของเหลวความเข้มข้น ๒๐๐๐ ppm	๑๔ a	๒๑ b
% CV	๒๑.๒๓	๑๘.๕๖

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันทางด้านสดมภ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%

จากตาราง จะพบว่ามีวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด โดยการรมด้วยสาร ๑-MCP สถานะแก๊สความเข้มข้น ๒,๐๐๐ พีพีเอ็ม สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้นาน ๒๘ วันที่อุณหภูมิ ๑๓± ๑ องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

a. จากการทดลอง พบว่ามังคุดระยะที่เหมาะสม สำหรับนำมารมสาร ๑ –MCP คือมังคุดระยะ ๓ และ ๔ เนื่องจากหลังการรมสารและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อนำออกมาบริโภค พบว่ามีความสด อร่อย ไม่แตกต่างจากการสุกเองตามธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกค่อนข้างสม่ำเสมอ

b. สถานะของสาร ๑-MCP ที่เหมาะสมสำหรับการรมมังคุด คือสถานะแก๊ส ความเข้มข้น ๒,๐๐๐ พีพีเอ็ม ที่สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้นาน ๒๘ วัน ส่วนการรมด้วยสาร ๑-MCP สถานะอื่นสามารถชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุดได้นาน ๒๑ วัน

c. การรมด้วยสาร ๑-MCP สถานะแก๊ส ความเข้มข้น ๒,๐๐๐ พีพีเอ็ม พบว่าคุณภาพภายในผลผลิตหลังการเก็บรักษา ไว้นาน ๒๘ วัน ไม่แตกต่างจากการสุกเองตามธรรมชาติ และอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากกว่า ๗๕ เปอร์เซ็นต์

d. การรมสารเพื่อชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด พบว่ามังคุดบางส่วน (ประมาณ ๒๕ เปอร์เซ็นต์) เมื่อเก็บรักษาไว้นานเกิน ๑๔ วัน จะพบอาการเปลือกแห้ง แข็ง และมีเชื้อราอยู่ที่ผิวเปลือกด้วย ดังนั้นในการทดสอบจำเป็นต้องคัดเลือกมังคุดที่คุณภาพดี เก็บเกี่ยวอย่างถูกวิธี ไม่หล่นพื้น มาทำการทดสอบ เพื่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตน้อยที่สุด

๑๐. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

มีแนวทางที่เป็นทางเลือกสำหรับผู้ประกอบการเพื่อการส่งออก ในการ นำวิธีการชะลอการเปลี่ยนสีผิวเปลือกมังคุด โดยวิธีการรมมังคุดด้วย ๑-MCP สถานะแก๊ส ความเข้มข้น ๒,๐๐๐ พีพีเอ็ม ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (๑๓±๑ องศาเซลเซียส) มาใช้ เพื่อรักษาการเปลี่ยนสีผิวเปลือก ความสดของกลีบเลี้ยง ได้ในระยะเวลาประมาณ ๒๘ วัน

๑๑. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ พนักงานราชการ ผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนบุคลากร ของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีทุกท่าน ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

๑๒. เอกสารอ้างอิง

กวิศร์ วานิชกุล และ สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. ๒๕๒๒. ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมังคุด. วิทยาสารเกษตรศาสตร์. ๑๓ (๑-๒) : ๔๕-๖๒.

จริงแท้ ศิริพานิช. ๒๕๔๙. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรกรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

พัชร ปิริยะวินิตร และ สายชล เกตุษา. ๒๕๕๑. ผลของ ๑-methylcyclopropane (๑-MCP) ต่อการสุกของผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยว. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ ๗ โรงแรม อมรินทร์ลากูน จ.พิษณุโลก ๒๖-๓๐ พฤษภาคม ๒๕๕๑.

๑๓. ภาคผนวก

รูปที่ ๑ มังคุดที่รมสาร ๑-MCP สถานะแก๊ส ความเข้มข้น ๒,๐๐๐ พีพีเอ็ม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา ๒๘ วัน