www.phtnet.org

Postharvest Newsletter

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center

PHTIC PERDO

ปีที่ 15 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2559

ในฉบับ

- เรื่องเต็มงานวิจัย 1 - 3
- สารจากบรรณาธิการ 2
- งานวิจัยของศูนย์ฯ 4
- นานาสาระ 5 - 7
- ผลสัมฤทธิ์งานวิจัยศูนย์ฯ ปกหลัง

เรื่องเต็มงานวิจัย

ประสิทธิภาพของกระดาษเคลือบไคโทซานผสมวานิลลินต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

Efficacy of Chitosan and Vanillin Coated Paper Against Anthracnose Disease in Mango cv. Nam Doc Mai

รัชฎาพร ใจมั่น [1,4] เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ[1,3,4] และ ปริญญา จันทรศรี[2,3,4]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกระดาษเคลือบในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* เชื้อราก่อโรคแอนแทรคโนสในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว จากการประเมินประสิทธิภาพของกระดาษเคลือบไคโตซานเข้มข้น 1.5% (w/v) และกระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลลินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1, 2, และ 4% (w/v) ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใย *C. gloeosporioides* ด้วยวิธี dual culture technique พบว่ากระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลลินความเข้มข้น 1% (w/v) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุได้ดีที่สุด คิดเป็น 63.3% เมื่อประเมินประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราด้วยวิธี slide culture ที่เวลา 6 ชั่วโมง ไม่พบการงอกของ germ tube สปอร์บนกระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลลินที่ทุกระดับความเข้มข้น และพบลักษณะการงอกที่ผิดปกติของสปอร์บนกระดาษที่เคลือบเฉพาะไคโตซาน ในขณะที่กระดาษไม่เคลือบพบลักษณะการงอกของสปอร์ตามปกติ แสดงว่าการใช้ไคโตซานร่วมกับวานิลลินช่วยเสริมประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุให้ดียิ่งขึ้น กระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการนำไปประยุกต์ใช้ห่อผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานมากขึ้น

คำสำคัญ : ไคโตซาน วานิลลิน กระดาษเคลือบ

คำนำ

การผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อการส่งออกในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคแอนแทรคโนส การกำจัดโรคในแปลงปลูกด้วยสารเคมีไม่สามารถคุ้มครองผลผลิตให้ปลอดจากการเน่าเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ การพัฒนากระดาษยับยั้งเชื้อก่อโรคแอนแทรคโนสเพื่อนำมาใช้ห่อผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวก่อนบรรจุในโฟมเน็ตน่าจะเป็นกรรมวิธีทางเลือกในการควบคุมโรคระหว่างการขนส่งที่น่าสนใจ กระดาษยับยั้งจุลินทรีย์จัดเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์แบบแอคทีฟ (active packaging material) ที่มีความสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บริเวณผิวหน้าของอาหารที่สัมผัสกับบรรจุภัณฑ์ (Lee *et al.*, 2003) โดยทั่วไปสามารถผลิตได้โดยการเคลือบสารยับยั้งจุลินทรีย์บนแผ่นกระดาษ ให้มีสมบัติ

(อ่านต่อหน้า 2)

[1] คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100
[2] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[3] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[4] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กทม.10400

สาร... จากบรรณาธิการ

สวัสดีครับ

สำหรับ Postharvest Newsletter ฉบับส่งท้ายปี 2559 นี้ เราขอนำเสนอเรื่องเต็มงานวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพของกระดาษเคลือบไคโทซานผสมวานิลลินที่มีต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ และยังมีบทคัดย่องานวิจัยของศูนย์ฯ อีก 2 เรื่อง และในส่วนของนานาสาระเรานำเสนอบทความเรื่อง กระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกาแฟอะราบิกาและโรบัสตาในประเทศไทยกับการปนเปื้อนสารโอคราทอกซิน นอกจากนี้ เรายังมีผลสัมฤทธิ์งานวิจัยของศูนย์ฯ นำเสนอเรื่อง การส่งออกลองกองไปจีนทางเรือจำเป็นต้องลดอุณหภูมิก่อนการขนส่ง ด้วยครับ

แล้วพบกันฉบับหน้า .. สวัสดีปีใหม่ 2560 ครับ

เรื่องเต็มงานวิจัย

(ต่อจากหน้า 1)

ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย หรือเชื้อราบนผิวกระดาษได้ การศึกษานี้จึงได้ทำการพัฒนากระดาษเคลือบสารยับยั้งเชื้อก่อโรคแอนแทรคโนส โดยใช้วานิลลินซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นสารเคมีที่ปลอดภัย ซึ่งมีสารประกอบฟีนอลิกที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับยูจีนอลในกานพลูที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางว่ามีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อราและแบคทีเรียได้เป็นอย่างดี (Beuchat and Golden, 1989) การเติมสารยับยั้งจุลินทรีย์ลงไปในสารเคลือบชีวฐานที่เตรียมจากไคโตซาน ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ ไม่เป็นพิษ อีกทั้งสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ทั้งยีสต์ รา และแบคทีเรีย (Begin and Calsteren, 1999) จึงน่าจะนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การแยกเชื้อสาเหตุโรคจากมะม่วง

แยกเชื้อรา *C. gloeosporioides* ด้วยวิธี Tissue transplanting

2. การเตรียมสารเคลือบและกระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลลิน

ละลายไคโตซาน 1.5 กรัม ในสารละลายกรดแอซิติกความเข้มข้น 1% (โดยน้ำหนัก) ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. จากนั้นนำมาใช้เป็นตัวทำละลายในการเตรียมสารละลายไคโตซานผสมวานิลลินที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1, 2, และ 4% (w/v) โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 83±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำสารเคลือบที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เคลือบลงบนกระดาษลอกลายขนาด 29.5 × 21.0 เซนติเมตร ด้วยเครื่อง RK Print Coat Instruments model K303 MULTI COATER, U.K. ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วเคลือบซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

3. ทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเส้นใยของเชื้อรา *C. gloeosporioides*

3.1 ประสิทธิภาพของสารเคลือบในการยับยั้งการเจริญเส้นใยของเชื้อรา

หยดสารเคลือบ 20 ไมโครลิตร ลงบนเชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 1 วัน โดยชุดควบคุมไม่หยดสารเคลือบ บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นวัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา (เกษม, 2532)

3.2 ประสิทธิภาพของกระดาษเคลือบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา ด้วยวิธี dual culture technique

ใช้ cork borer เจาะบริเวณปลายเส้นใยเชื้อราสาเหตุวางบนผิวหน้าอาหาร PDA ห่างจากกระดาษเคลือบขนาด 1 × 1 เซนติเมตร ประมาณ 4 เซนติเมตร ส่วนชุดควบคุมให้วางเชื้อราสาเหตุโรคบนผิวหน้าอาหาร PDA ที่ไม่มีกระดาษในตำแหน่งเดียวกับชุดทดสอบ บ่มที่อุณหภูมิห้องจนเชื้อราสาเหตุในชุดควบคุมเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำการวัดรัศมีโคโลนีของเชื้อราสาเหตุเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเส้นใยของเชื้อราสาเหตุ (เกษม, 2532)

4. ทดสอบความสามารถในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *C. gloeosporioides*

เตรียมสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อ *C. gloeosporioides* ความเข้มข้น 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร

4.1 ทดสอบการยับยั้งการงอกของสปอร์โดยใช้สารเคลือบด้วยวิธี slide culture โดยนำสารเคลือบแต่ละความเข้มข้นผสมลงในสารแขวนลอยสปอร์ที่เตรียมไว้ ในอัตราส่วน 1:1 เขย่าจนเข้ากันแล้วนำสารละลายที่ได้ 10 ไมโครลิตร มาหยดลงบนชิ้นอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ขนาด 1×1 เซนติเมตร ที่วางบนสไลด์ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชม. จากนั้นหยด Lactophenol cotton blue ตรวจดูการงอก germ tube ของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า

4.2 ทดสอบการยับยั้งการงอกของสปอร์โดยใช้กระดาษเคลือบ โดยนำสารแขวนลอยของสปอร์มาหยดลงบนกระดาษเคลือบขนาด 1×1 เซนติเมตร ที่วางบนสไลด์ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชม. จากนั้นหยด Lactophenol cotton blue ตรวจดูการงอก germ tube ของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า

ผล

1. ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเส้นใยของเชื้อรา *C. gloeosporioides*

ผลการทดลองพบว่าสารละลายไคโตซานผสมวานิลลินความเข้มข้น 4% (w/v) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือสารละลายไคโตซานผสมวานิลลินความเข้มข้น 2, 1, 0.5% (w/v) และสารละลายไคโตซานที่ไม่ผสมวานิลลิน ตามลำดับ (**Figure 1**) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้เท่ากับ 82.5, 74.6, 60.4, 40.4 และ 25.0 ตามลำดับ (**Table 1**) เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของกระดาษเคลือบในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุ พบว่ากระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลลินความเข้มข้น 1% (w/v) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุได้ดีที่สุด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้เท่ากับ 63.3% รองลงมาคือ กระดาษเคลือบ

ไคโตซานผสมวานิลลินความเข้มข้น 4, 2, 0.5% (w/v) และเคลือบสารละลายไคโตซานที่ไม่ผสมวานิลลิน ตามลำดับ (Figure 2) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้เท่ากับ 63.3, 49.2, 43.3, 36.7 และ 5.8% ตามลำดับ (**Table 1**) ในขณะที่กระดาษไม่เคลือบไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราได้

2. ประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อรา *C. gloeosporioides*

เมื่อประเมินประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ไม่พบการงอกของ germ tube สปอร์บนสารเคลือบไคโตซานผสมวานิลลินที่ทุกระดับความเข้มข้น และพบลักษณะการงอกที่ผิดปกติของสปอร์บนสารเคลือบไคโตซานที่ไม่ผสมวานิลลิน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีการงอกของสปอร์ตามปกติ (**Figure 3**) เช่นเดียวกับผลการทดสอบบนกระดาษเคลือบที่แสดงผลไปในทิศทางเดียวกับสารเคลือบ (**Figure 4**)

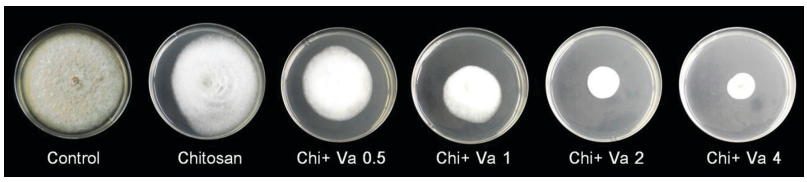


Figure 1 The efficacy of various coating solutions against mycelial growth of *C. gloeosporioides* on PDA after 7 days of incubation.

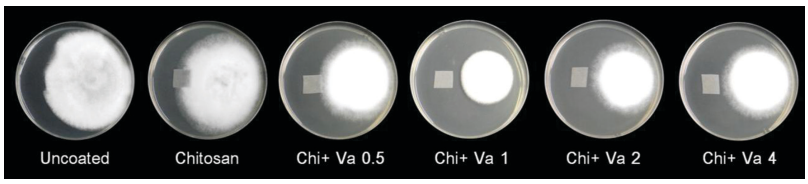


Figure 2 The efficacy of various coated paper against mycelial growth of *C. gloeosporioides* on PDA after 7 days of incubation.

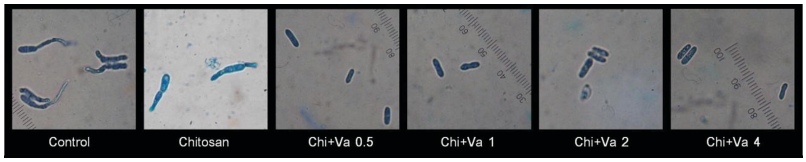


Figure 3 The efficacy of various coating solutions against spore germination after 6 h. of incubation.

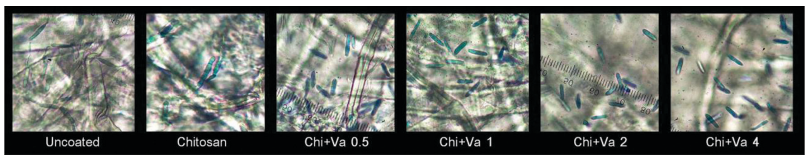


Figure 4 The efficacy of various coated paper against spore germination after 6 h. of incubation.

Table 1 Percent inhibition of radical growth (PIRG) of *C. gloeosporioides* after 7 days of incubation.

Sample	Percent inhibition of radical growth (PIRG)*					
	Control	Chitosan	0.5%(w/v)	1%(w/v)	2%(w/v)	4%(w/v)
Coating solution	0	25.00	40.42	60.42	74.58	82.50
Coated paper	0	5.83	36.67	63.33	43.33	49.17

* Percent inhibition of radical growth was calculated using the following formula:
PIRG = (x - y / x) × 100 Where, x = Average growth (cm) of *C. gloeosporioides* in control petridish
y = Average growth (cm) of *C. gloeosporioides* in each treated petridish

วิจารณ์ผล

กระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลลินความเข้มข้น 1% (w/v) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุได้ดีกว่ากระดาษที่เคลือบไคโตซานเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เป็นผลมาจากการทำงานที่เสริมประสิทธิภาพกันระหว่างไคโตซานและวานิลลิน กล่าวคือ ไคโตซานซึ่งมีประจุบวกเมื่อจับกับประจุลบที่เซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์จะทำให้เกิดการรั่วไหลของสารสำคัญออกจากเซลล์ทำให้เซลล์เสียสภาพ ในขณะที่การยับยั้งเชื้อของวานิลลินเป็นผลมาจากการทำให้ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ถูกทำลายจึงเกิดการสูญเสียสมดุลไอออนของสารภายในเซลล์ ของเหลวภายในเซลล์จึงเกิดการรั่วไหลออกมา (Fitzgerald *et al.*, 2004) ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มของสารประกอบฟีนอลิกในวานิลลิน ที่ระดับความเข้มข้นต่ำจะส่งผลกระทบต่อเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ให้พลังงานแก่เซลล์ของจุลินทรีย์ ในขณะที่ระดับความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีนของเซลล์ อย่างไรก็ตามเนื่องจากวานิลลินสามารถละลายในน้ำได้เพียง 1 g/100 ml ที่อุณหภูมิ 25°C สารละลายไคโตซานผสมวานิลลินที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 1% (w/v) จะเกิดการตกผลึกเมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อของกระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลลินที่ความเข้มข้นมากกว่า 1% (w/v) ไม่ได้ดีไปกว่ากระดาษเคลือบที่ความเข้มข้น 1% (w/v) ความสามารถในการละลายของวานิลลินจึงเป็นข้อจำกัดหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ การพัฒนากระดาษเคลือบจากไคโตซานผสมวานิลลินให้มีปริมาณวานิลลินเพิ่มขึ้นจึงต้องแก้ปัญหาโดยการเพิ่มจำนวนชั้นในการเคลือบ อย่างไรก็ตามการเคลือบสามารถทำได้ไม่เกิน 3 ชั้น ด้วยข้อจำกัดของกระดาษที่บาง ซึ่งการประยุกต์ใช้กระดาษเคลือบห่อผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการศึกษาต่อไป

สรุป

กระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลลินความเข้มข้น 1% (w/v) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงในสภาพห้องปฏิบัติการได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษเคลือบไคโตซานผสมวานิลลินที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ และกระดาษเคลือบไคโตซานเพียงอย่างเดียว

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กทม. 10400

เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง. 2532. การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 326 หน้า.

Begin, A and M.R.V. Calsteren. 1999. Antimicrobial films produced from chitosan. International Journal of Biological Macromolecules 26: 63-67.

Beuchat, L.R. and D.A. Golden. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. Food Technology 43: 134-142.

Fitzgerald, D. J., M. Stratford, M. J. Gasson, J. Ueckert, A. Bos and A. Narbad. 2004. Mode of antimicrobial action of vanillin against *Escherichia coli*, *Lactobacillus plantarum* and *Listeria innocua*. Journal of Applied Microbiology 97: 104-113.

Lee, C.H., D.S. An, H.J. Park and D.S. Lee. 2003. Wide spectrum antimicrobial packaging materials incorporating nisin and chitosan in the coating. Packaging Technology Science 16: 99-106.

สมบัติของเซลลูโลสและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากต้นข้าวโพดฝักอ่อนและการนำไปใช้เป็นสารเคลือบผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

อภิชา เกตุโรจสกุล[1] มัณฑนา บัวหนอง[1,2] กฤษณ์ สงวนพวก[3] วาริช ศรีละออง[1,2] พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,2], ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ[1,2] ปฐมพงศ์ เพ็ญไชยา[1,2] และ เฉลิมชัย วงษ์อารี[1,2]

บทคัดย่อ

ต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน การนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการสกัดเอาเซลลูโลสและดัดแปลงให้เป็นคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เพื่อผลิตเป็นสารเคลือบผิวสำหรับผลไม้ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ โดยนำต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่ผ่านอบแห้งมาบดขนาดและสกัดเซลลูโลสด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 โมลาร์ โดยไม่มีการฟอกสีและผ่านการฟอกสีด้วยสารละลายคลอรอกซ์ พบว่าการสกัดเซลลูโลสทั้ง 4 วิธีได้ปริมาณเซลลูโลส (%Yield) ที่ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงร้อยละ 45 - 60 แต่การฟอกสีสามารถกำจัดเฮมิเซลลูโลสและลิกนินได้อย่างชัดเจน หลังจากนั้นนำเซลลูโลสที่ได้จากแต่ละวิธีมาดัดแปลงให้เป็นคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส พบว่าได้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (%Yield) มีปริมาณใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงร้อยละ 110 - 120 แต่การสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 โมลาร์ แล้วฟอกสีด้วยสารละลายคลอรอกซ์จะได้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีสมบัติใกล้เคียงกับคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสทางการค้ามากที่สุด เมื่อนำมาทดลองเคลือบผิวผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 โดยใช้สารละลายคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้นร้อยละ 1, 2 และ 3 พบว่า การเคลือบด้วยความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 3 นั้นสามารถชะลอการสุกและการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้อย่างชัดเจน ช่วยทำให้เกิดความมันวาวของผิวผลมะม่วง เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงเคลือบผิวที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และชุดควบคุมที่ไม่ได้เคลือบผิว

คำสำคัญ: วัสดุเหลือทิ้งการเกษตร การสกัดเซลลูโลส สารเคลือบผิว

[1] สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400
[3] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร 10120

สารละลาย GRAS ที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของผลมะพร้าวอ่อนอินทรีย์เพื่อทดแทนสารโซเดียมเมแทไบซัลไฟล์

เจริญ ขุนพรม[1,2] จิตติมา จิรโพธิธรรม[1,2] บุญญรัตน์ กมขุนทด และพิษณุ บุญศิริ[3]

บทคัดย่อ

โซเดียมเมแทไบซัลไฟต์ (SMS) เป็นสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของมะพร้าวอ่อนตัดแต่งเปลือกได้ดีที่สุด แต่ทำให้เกิดสารพิษตกค้างในน้ำและเนื้อ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการใช้สารละลาย GRAS อื่นๆ มาใช้ทดแทน SMS เพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลและหลีกเลี่ยงสารพิษตกค้าง ทำการตัดแต่งเปลือกส่วนหัวและท้ายของผลมะพร้าวอ่อนอินทรีย์ ให้เหลือเปลือกเขียวตรงกลางผลไว้ ก่อนนำมาล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์เข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร แบ่งมะพร้าวออกเป็น 4 ทรีตเมนต์โดยการแช่ในสารละลายต่างๆ กันเป็นเวลา 5 นาที คือ แช่ในสารละลาย 3% SMS (ชุดควบคุม) 3% oxalic acid + 0.2% benzoic acid (OB) 3% oxalic acid + 0.5% acetic acid (OA) และ 3.5% ascorbic acid + 2.5% citric acid (AC) เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2+1 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90+5% ผลการทดลองพบว่า มะพร้าวอ่อนในทุกทรีตเมนต์มีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทั้งนี้การใช้สารละลาย OB และ OA สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีไม่แตกต่างจากการใช้ SMS แต่การใช้สารละลาย AC สีเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลในสัปดาห์ที่ 4 ของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพ พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และคุณภาพการบริโภคของมะพร้าวอ่อนในทุกทรีตเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถใช้สารละลายของ OB และ OA ทดแทนการใช้ SMS เพื่อเป็นสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลในมะพร้าวอ่อนได้

คำสำคัญ: GRAS, การเกิดสีน้ำตาล, มะพร้าวอ่อน

[1] ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
[3] ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

กระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกาแฟอะราบิกาและโรบัสตาในประเทศไทยกับการปนเปื้อนสาร โอคราทอกซิน

ปาริชาติ เทียนจุมพล ดนัย บุณยเกียรติ ณัฏฐวัฒณ์ หมื่นมาณี และสุภาวดี ศรีวงค์เพ็ชร

กาแฟ (coffee) เป็นเครื่องดื่มยอดนิยมสำหรับทุกเพศ โดยเฉพาะคนในวัยทำงานและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ กาแฟผลิตมาจากเมล็ดกาแฟ (coffee bean) ซึ่งเป็นสินค้าเกษตรที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย และทำรายได้ต่อปีให้แก่เกษตรกรค่อนข้างสูง

กาแฟที่นิยมปลูก มี 2 สายพันธุ์ คือ พันธุ์โรบัสตา (*Coffea canephora* var. robusta) ปลูกในภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 99 ของกาแฟที่ปลูกในประเทศไทย เนื่องจากเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับน้ำทะเลและในเขตร้อนชื้น ให้ผลผลิตสูง และทนทานต่อโรคราสนิม ระยะเวลาตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งผลสุกพร้อมเก็บเกี่ยว ใช้เวลาประมาณ 9 - 11 เดือน การสุกของผลกาแฟขึ้นอยู่กับความสูงของพื้นที่ปลูก หากปลูกบนพื้นที่สูงผลกาแฟจะสุกช้า ผลดิบมีสีเขียว เมื่อสุกอาจมีสีเหลือง ส้มหรือแดงถึงแดงเข้ม ขึ้นอยู่กับพันธุ์กาแฟ คุณภาพด้านรสชาติด้อยกว่ากาแฟพันธุ์อะราบิกา (กรมวิชาการเกษตร, 2552; พัชนี, 2549) ส่วนกาแฟพันธุ์อะราบิกา (*Coffea arabica*) ปลูกในภาคเหนือ คิดเป็นร้อยละ 1 เจริญเติบโตที่ระดับความสูง จากระดับน้ำทะเลระหว่าง 600 ถึง 1,600 เมตร (FAO, 2006) ระยะเวลาตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งผลกาแฟสุก ใช้เวลาประมาณ 6 - 8 เดือน ผลกาแฟดิบมีสีเขียว ผลกาแฟสุกมีสีเหลือง ส้ม แดง หรือแดงเข้ม ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์กาแฟ (กรมวิชาการเกษตร, 2552; พงษ์ศักดิ์ และบัณฑูรย์, 2557)

ผลผลิตกาแฟที่ผลิตได้ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้มีกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะกระบวนการเตรียมเมล็ดกาแฟดิบ (green coffee) แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับแนวปฏิบัติที่สืบทอดต่อกันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน รวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่เอื้อให้มีการปฏิบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถจำแนกได้ 2 วิธีหลัก คือ วิธีแห้ง (dry method) และวิธีเปียก (wet method) สำหรับกาแฟพันธุ์โรบัสตาเกษตรกรหรือผู้ประกอบการส่วนใหญ่นิยมเตรียมเมล็ดกาแฟดิบด้วยวิธีแห้ง โดยหลังจากเก็บเกี่ยวผลกาแฟสด (เชอร์รี) ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้วิธีการเก็บแบบรูดผลออกจากช่อ ทำให้มีทั้งผลสีเขียว เหลือง ส้ม และแดง ผสมรวมกัน หลังจากนั้นนำมาตากแห้งบนลานดินหรือลานซีเมนต์ที่มีตาข่ายสีฟ้ารองพื้น เกลี่ยพลิกกลับกองวันละ 1 - 2 ครั้ง ในวันที่มีฝนตกจะใช้พลาสติกคลุมเพื่อป้องกันการเปียกซ้ำ ใช้เวลาตากแดดประมาณ 15 - 20 วัน (ขึ้นกับสภาพอากาศ) แล้วจึงรวมรวมผลผลิตเมล็ดกาแฟแห้งหรือเมล็ดกาแฟดิบ บรรจุในกระสอบป่านส่งขายให้พ่อค้าในท้องถิ่นหรือบริษัท

ต้นกาแฟพันธุ์โรบัสตา

ช่อผลกาแฟพันธุ์โรบัสตา

ผลสุกกาแฟพันธุ์โรบัสตา

ต้นกาแฟพันธุ์อะราบิกา

ช่อผลกาแฟพันธุ์อะราบิกา

ผลสุกกาแฟพันธุ์อะราบิกา

อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีกลุ่มเกษตรกรบางส่วนนำวิธีการเตรียมเมล็ดกาแฟดิบด้วยวิธีเปียกมาใช้เพื่อลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการใช้วิธีแห้ง และเพื่อให้ได้เมล็ดกาแฟดิบที่มีคุณภาพดี (จากข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้แทนกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟในพื้นที่จังหวัดชุมพร ปี 2558) ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลกาแฟสด โดยการเลือกเก็บเฉพาะผลที่สุกทีละผลหรือทั้งช่อหากผลสุกพร้อมกันที่ 90 - 100 เปอร์เซ็นต์ คือ ผลที่มีสีส้มแดงและสีแดง นำผลกาแฟที่เก็บเกี่ยวได้มาคัดแยกคุณภาพผลสดด้วยวิธีการลอยน้ำ (ความถ่วงจำเพาะ) จากนั้นนำผลกาแฟมากะเทาะเปลือกและเนื้อผลออก (สีเชอร์รี) ลอกเมือกด้วยเครื่องมือหรือแรงงานคนแช่น้ำสะอาดทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง นำไปตากลดความชื้นด้วยแสงแดดหรือใช้โรงอบลดความชื้น (ช่วงที่ฝนตกชุก) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 10 - 15 วัน แล้วจึงส่งขายให้กับพ่อค้าหรือบริษัทในรูปกาแฟกะลา (parchment coffee) ในเกษตรกรบางรายที่มีการแปรรูปกาแฟจำหน่ายจะเก็บรักษากาแฟกะลาประมาณ 1 - 2 ปี ก่อนนำไปแปรรูปต่อไป

การเก็บเกี่ยวกาแฟพันธุ์โรบัสตา

ผลกาแฟพันธุ์โรบัสตาเก็บเกี่ยวแบบรูด

การตากผลกาแฟพันธุ์โรบัสตา

สำหรับผลกาแฟพันธุ์อะราบิกาซึ่งปลูกในพื้นที่ภาคเหนือ เกษตรกรหรือผู้ประกอบการนิยมใช้การเตรียมเมล็ดกาแฟดิบด้วยวิธีเปียก ที่มีขั้นตอนการปฏิบัติเช่นเดียวกับการผลิตเมล็ดกาแฟพันธุ์โรบัสตาวิธีเปียก โดยเก็บเกี่ยวเฉพาะผลกาแฟสุกที่มีสีส้มและสีแดง

นำมาคัดแยกผลสดที่มีคุณภาพดี กะเทาะเปลือกและเนื้อผล ลอกเมือก แล้วจึงนำไปตากแคดลดความชื้นบนแคร่ไม้ไผ่ที่ยกพื้นสูง โดยเฉพาะในภาคเหนือเพราะเป็นวัสดุที่ค่อนข้างหาได้ง่าย มีราคาถูก และใช้ต้นทุนต่ำกว่าการใช้โรงอบลดความชื้นบนแคร่ไม้ไผ่จะรองด้วยตาข่ายสีฟ้าเพื่อความสะดวกในการเก็บเมล็ดกาแฟ ในช่วงเวลากลางคืนหรือเมื่อมีฝนตกซึ่งต้องคลุมกองด้วยพลาสติก ใช้เวลาตากประมาณ 10-15 วัน

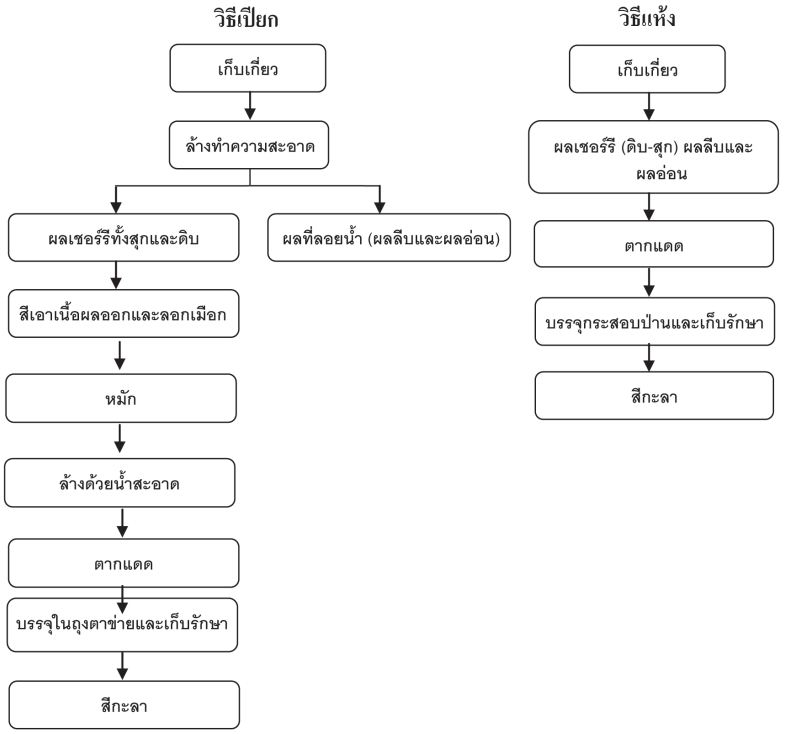
การเก็บเกี่ยวผลกาแฟพันธุ์อะราบิกา

ผลกาแฟพันธุ์อะราบิกาที่เก็บเกี่ยวแล้ว

การตากผลกาแฟพันธุ์อะราบิกา

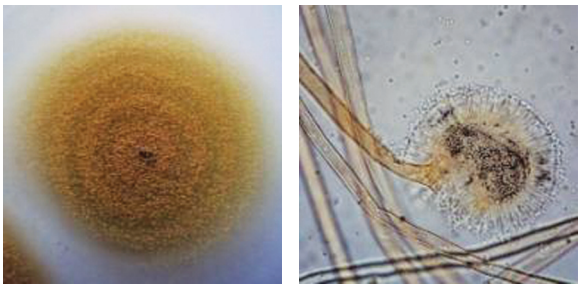
อย่างไรก็ตามมีผู้ประกอบการบางรายเริ่มนำเครื่องอบลดความชื้นแบบถังหมุน ซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ มาใช้ในการอบลดความชื้นเมล็ดกาแฟ เพื่อลดระยะเวลาและแรงงาน หลังจากเมล็ดกาแฟแห้งบรรจุกาแฟกะลาในถุงตาข่าย เพื่อการระบายความชื้นของเมล็ดกาแฟ แล้วจึงส่งขายให้กับพ่อค้าหรือบริษัทที่มารับซื้อ สำหรับเกษตรกรหรือผู้ประกอบการที่มีการแปรรูปกาแฟเพื่อจำหน่ายจะต้องเก็บกาแฟกะลาเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 6 เดือน ถึง 1 ปี แล้วจึงสีเอากะลากาแฟออกก่อนนำไปแปรรูป

กระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการเตรียมเมล็ดกาแฟดิบทั้งวิธีแห้งและวิธีเปียกมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

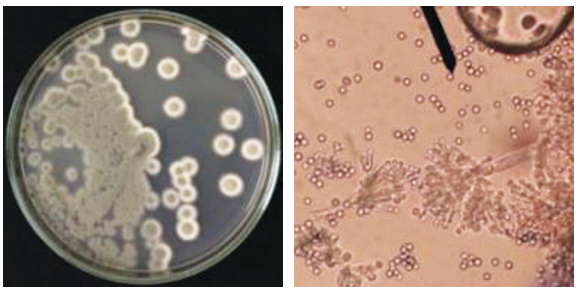


สำหรับการเจริญเติบโตของกาแฟพันธุ์โรบัสตาอุณหภูมิที่เหมาะสม คือระหว่าง 22 - 26 องศาเซลเซียส และกาแฟพันธุ์อะราบิกา คือระหว่าง 18 - 22.5 องศาเซลเซียส (CAC, 2009) ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญ โดยเฉพาะราที่เป็นสาเหตุของเชื้อที่ผลิตสารโอคราทอกซิน เอ (OTA) จัดเป็นสารพิษจากรา (mycotoxins) ที่สร้างขึ้นโดยราในสกุล *Aspergillus* และ *Penicilium* บางชนิด ในภาวะที่มีอากาศและสภาพแวดล้อมเหมาะสม ทั้งในแปลงปลูกและระหว่างการเก็บรักษา เมื่อคนที่ดื่มกาแฟได้รับสารพิษนี้เข้าไปในร่างกาย ถึงแม้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เกิดอาการพิษ (mycotoxicosis) เนื่องจากสารพิษจากราจะเข้าไปทำลายดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และโปรตีน (พิมพ์เพ็ญ, 2556) อาการพิษที่เกิดขึ้นอาจเป็นได้ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรังขึ้นอยู่กับลักษณะความเป็นพิษของสารนั้นๆ ปริมาณที่ได้รับ อายุและเพศ รวมถึงชนิดของพันธุ์สัตว์ (สำนักตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์, 2550)

ผลการสุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดกาแฟในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและการเตรียมเมล็ดกาแฟดิบทั้งวิธีแห้งและวิธีเปียก สามารถทำให้เข้าใจถึงจุดเสี่ยงที่สำคัญของการปนเปื้อนของราและสารพิษในห่วงโซ่อุปทานหรือกระบวนการผลิตกาแฟได้ เมล็ดกาแฟดิบมักมีการปนเปื้อนของสาร OTA และเนื่องจากสภาพแวดล้อม ลักษณะภูมิประเทศ และการจัดการในกระบวนการผลิตเมล็ดกาแฟดิบ เป็นปัจจัยโดยตรงที่มีผลต่อ



ลักษณะของรา *Aspergillus ochraceus*



ลักษณะของรา *Penicillium sp.*

การเจริญของราและการผลิตสารพิษจากราชนิดนั้นๆ โดยในเมล็ดกาแฟโรบัสตา พบว่า ขั้นตอนที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสาร OTA คือ การตาก และการเก็บรักษา เนื่องจากมีความชื้นเท่ากับ 15.61 และ 11.89% วิเคราะห์ปริมาณสาร OTA ได้เท่ากับ 7.67 และ 0.52 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนกาแฟพันธุ์อะราบิกา พบว่า ขั้นตอนที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสาร OTA คือ การเก็บรักษา เมล็ดกาแฟมีความชื้นเท่ากับ 11.86% วิเคราะห์ปริมาณสาร OTA ได้เท่ากับ 0.32 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม จากผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงการปนเปื้อนสาร OTA โดยใช้ decision tree ในกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลกาแฟทั้ง 2 พันธุ์ นั้นจะเห็นได้ว่ามี 2 ขั้นตอนที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสาร OTA คือ การตาก และการเก็บรักษา ในขั้นตอนการตากนั้นเกษตรกรตากผลกาแฟซึ่งมีเปลือกหนาและความชื้นสูงบนลานดินสำหรับพันธุ์โรบัสตา จึงมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนมากกว่าการตาก

บนลานซีเมนต์และแคร่ไม้ไผ่ เนื่องจากผลกาแฟที่เก็บเกี่ยวมีความชื้นสูง เมื่อสัมผัสกับพื้นดินทำให้มีโอกาสปนเปื้อนด้วยราสูง (Batista *et al.*, 2009) ซึ่งในการปฏิบัติการเกษตรที่ดี (Good agricultural practice, GAP) แนะนำให้ตากผลกาแฟบนลานซีเมนต์ หากทำการตากหรือลดความชื้นอย่างรวดเร็ว โดยใช้ระยะเวลาสั้นจะสามารถลดการปนเปื้อนของราได้ (Noonim *et al.*, 2008) นอกจากนี้ระหว่างการเก็บรักษาจะเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสาร OTA ด้วยเช่นกัน เนื่องจากเกษตรกรหรือผู้ประกอบการส่วนใหญ่เก็บรักษาเมล็ดกาแฟในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถป้องกันความชื้นได้ เช่น ใส่กระสอบป่านหรือถุงตาข่าย ประกอบกับต้องเก็บรักษาเป็นระยะเวลาอย่างน้อยประมาณ 6 เดือน ก่อนนำไปแปรรูปเป็นกาแฟชนิดต่างๆ ผลการวิจัยของ Taniwaki *et al.* (2003) รายงานว่า ในขั้นตอนการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟมีการปนเปื้อนของสาร OTA สูงถึง 109 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเกิดจากเชื้อ *A. ochraceus* เนื่องจากการเก็บรักษาในสภาพที่ไม่เหมาะสม ทำให้มีโอกาสในการสะสมความชื้น มีกลิ่น และมีการเจริญของรา ดังนั้นในการเก็บรักษาเมล็ดกาแฟต้องเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและสามารถป้องกันความชื้นได้ และควรเก็บรักษาในห้องที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี ภายในห้องเก็บรักษาควรมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์น้อยที่สุด

เนื่องจากเมล็ดกาแฟที่แห้งจะมีความสามารถในการดูดความชื้นกลับได้ และอาจทำให้ราที่ฝังตัวอยู่เจริญได้ ดังนั้นในสภาพการเก็บรักษาจะต้องมีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในห้องเก็บรักษาให้คงที่ จากผลการวิจัยพบว่าควรเก็บรักษาเมล็ดกาแฟที่อุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 68% โดยเมล็ดกาแฟที่นำมาเก็บรักษาต้องมีความชื้นประมาณ 13% และในระหว่างการเก็บรักษาควรมีการบริหารจัดการห้องเก็บรักษาโดยมีระบบระบายอากาศออกเป็นระยะๆ (Bucheli *et al.*, 1998) เพื่อดึงเอาความร้อน ความชื้น ที่สะสมอยู่ในกระสอบเมล็ดกาแฟออก สามารถลดโอกาสในการเจริญของราที่เป็นสาเหตุและสร้างสาร OTA ได้ อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าปริมาณสาร OTA ที่พบในขั้นตอนการเก็บรักษามีปริมาณต่ำกว่า 5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งกำหนดไว้ในมาตรฐานของ Codex (CODEX STAN 193-1995) ดังนั้นในบทความนี้สามารถเป็นข้อมูลให้ผู้บริโภคที่ชอบดื่มกาแฟมีความมั่นใจได้ว่ายังคงมีความเสี่ยงต่อการได้รับสาร OTA น้อย อย่างไรก็ตามควรมีการควบคุมกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกาแฟอย่างต่อเนื่องเพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของสาร OTA เกินกว่ามาตรฐานกำหนด ซึ่งเป็นความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

คณะผู้เขียนขอขอบคุณสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) สำหรับการสนับสนุนทุนในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย ข้อมูลที่นำเสนอในบทความวิจัยนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ระบบข้อมูลทางวิชาการ: กาแฟโรบัสตา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=16 (10 มิถุนายน 2557)

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และบัณฑูรย์ วาฤทธิ์. 2557. การปลูกและผลิตกาแฟอะราบิกาบนที่สูง. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 229 หน้า.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556. Mycotoxin/ไมโคทอกซิน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1080/mycotoxin-ไมโคทอกซิน (25 พฤษภาคม 2556)

พัชนี สุวรรณวิศลกิจ. 2549. สรรสาระกาแฟ. โรงพิมพ์นันทพันธ์, เชียงใหม่. 120 หน้า.

สำนักตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์. 2550. สารพิษจากเชื้อรา (Mycrotoxins). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/qcontrol/images/stories/gfeed/knowledge-toxin.pdf (25 พฤษภาคม 2556)

Batista, L. R., S. M. Chalfoun, C. F. Silva, M. Cirillo, E. A. Varga and R. F. Schwan. 2009. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. Food Control 20: 784—790.

Bucheli, P., I. Meyer, A. Pittet, G. Vuataz and R. Viani. 1998. Industrial Storage of Green Robusta Coffee under Tropical Conditions and Its Impact on Raw Material Quality and Ochratoxin A Content. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46: 4507-4511.

CAC. 2009. Code of practice for the prevention and reduction of ochratoxin A contamination in coffee (CAC/RCP 69-2009). [Online]. Available source: www.codexalimentarius.org/input/download/standards/.../CXP_069e.pdf.(1 June 2015)

FAO. 2006. Guidelines for the prevention of mould formation in coffee. [Online]. Available source: http://dev.ico.org/documents/ed1988e.pdf.(1 June 2015)

Noonim, P., W. Mahakarnchanakul, K. F. Nielsen, J. C. Frisvad and R. A. Samson. 2009. Fumonisin B2 production by *Aspergillus niger* in Thai coffee beans. Food Additives and Contaminants 26:94—100.

Taniwaki M.H., J.I. Pitt, A.A. Teixeira and B.T. Iamanaka. 2003. The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. International Journal of Food Microbiology 82: 173-179.

การส่งออกลองกองไปจีนทางเรือ จำเป็นต้องลดอุณหภูมิก่อนการขนส่ง

ลองกองมักประสบปัญหาการหลุดร่วงจากช่อและการเน่าเสียในระหว่างการขนส่ง ในอดีตมีการทดลองส่งออกไปฮ่องกงทางเรือพบว่ามีการหลุดร่วงและเน่าเสียประมาณร้อยละ 10 ในการขนส่ง 10 วัน และเมื่อรอจำหน่ายต่ออีก 4 วันการหลุดร่วงและเน่าเสียสูงเกือบร้อยละ 30 แต่ยังได้ตามมาตรฐานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในการศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายที่จะลดการหลุดร่วงและเน่าเสียในการขนส่งให้เหลือเพียงร้อยละ 5 และเมื่อรอจำหน่ายต่ออีก 4 วัน ผลหลุดร่วงไม่เกินร้อยละ 20 โดยการลดอุณหภูมิก่อนการขนส่ง (pre-cooling) ทั้งนี้ได้เก็บเกี่ยวช่อลองกองอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน ทำความสะอาดช่อด้วยการใช้ลมเป่า และจุ่มสารป้องกันกำจัดรา Procloraz 750 mg/L ร่วมกับ NAA 200 mg/L บรรจุในตู้คอนเทนเนอร์ที่อุณหภูมิ 18 ± 1 องศาเซลเซียส ตั้งอัตราการระบายอากาศเท่ากับ 3 เท่าของปริมาตรตู้ต่อชั่วโมง ไม่ใช้สารดูดซับเอทิลีน ขนส่งทางเรือไปฮ่องกงและทางบกต่อไปยังเมืองเสินเจินในระยะเวลา 10 วัน พบว่าวิธีการปกติ (ไม่ลดอุณหภูมิก่อนการขนส่ง) มีผลหลุดร่วงและเน่าเสียทั้งหมดร้อยละ 7.7 ส่วนวิธีการลดอุณหภูมิก่อนการขนส่งมีผลหลุดร่วงและเน่าเสียเพียงร้อยละ 5.8 เมื่อรอจำหน่ายต่อที่อุณหภูมิ 24 ± 1 องศาเซลเซียส อีก 6 วัน พบว่าวิธีการปกติมีการหลุดร่วงและเน่าเสียเพิ่มเป็นร้อยละ 23.8, 24.4 และ 30.5 ในวันที่ 2, 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนวิธีการลดอุณหภูมิก่อนมีผลหลุดร่วงและเน่าเสียเพียงร้อยละ 14.9, 19.8, และ 22.2 ในวันที่ 2, 4 และ 6 ตามลำดับ สำหรับการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกพบไม่เกินร้อยละ 5 ของผิวผลลองกองในวันที่ 10 และไม่เกินร้อยละ 10 เมื่อรอจำหน่ายอีก 6 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มความชื้นโดยการใช้ฟองน้ำซับน้ำบรรจุลงในตะกร้าลองกอง ไม่ช่วยลดการหลุดร่วงและการเกิดสีน้ำตาลหรือเพิ่มการเน่าเสีย ในส่วนของผู้ขายปลีกหลังได้รับลองกอง 1 ถึง 4 วัน หลังเปิดตู้คอนเทนเนอร์ ให้ความเห็นว่า ลองกองมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีกลิ่นหอมของลองกองปานกลาง และมีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย ผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณร้อยละ 10 ของผิวลองกอง มีผลหลุดร่วงและเน่าเสียประมาณร้อยละ 5 และมีความต้องการซื้อเพื่อจำหน่ายในอนาคตประมาณร้อยละ 60

การคัดแยกและทำความสะอาดลองกอง สำหรับการลดอุณหภูมิลองกองก่อนการทดลองการส่งออกลองกองไปประเทศจีนโดยทางเรือ

จึงสรุปได้ว่ามีความเป็นไปได้สูงในการส่งออกลองกองทั้งช่อทางเรือไปจีน ทั้งนี้การลดอุณหภูมิของลองกองก่อนการขนส่งเป็นสิ่งจำเป็น

Postharvest Newsletter
ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
Postharvest Technology Innovation Center
ผู้อำนวยการศูนย์ฯ : ศาสตราจารย์ ดร. ดนัย บุณยเกียรติ
คณะบรรณาธิการ : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นิธิยา รัตนาปนนท์ ดร. เยาวลักษณ์ จันทร์บาง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ชนสุต นางจุฑานันท์ ไชยเรืองศรี
ผู้ช่วยบรรณาธิการ : นายบัณฑิต ชุมภูลัย นางปุณิกา จินดาสุ่น นางสาวปิยภรณ์ จันจรมานิตย์ นางละอองดาว วานิชสุขสมบัติ **ฝ่ายจัดพิมพ์ :** นางสาวจิระภา มหาวัน
สำนักงานบรรณาธิการ : PHT Newsletter ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
239 ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทรศัพท์ +66(0)5394-1448 โทรสาร +66(0)5394-1447 E-mail : phtic@phtnet.org http://www.phtnet.org