

การพัฒนากระดาษดูดซับเอทีลินจากถ่านกัมมันต์(ไม้ไผ่และซังข้าวโพด) สำหรับการชะลอการ
สุกของกล้วยหอมทอง (*Musax paradisiacal*)

ปริญญา ไกรวุฒินันท์^{1*}, ศุภกิจ ยินดี¹ และอชิรญา ศิริภาพ²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

²คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตกระดาษดูดซับเอทีลินผสมถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่และซังข้าวโพด เพื่อศึกษาผลของถ่านกัมมันต์ต่อการชะลอการสุกและคุณภาพของกล้วยหอมทอง โดยวางแผนการศึกษาเป็น 6 ระดับ โดยศึกษาอัตราส่วนของผงถ่านกัมมันต์ต่อปริมาณเยื่อกระดาษร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40, และ 50 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) จากผลการศึกษาพบว่ากระดาษผสมถ่านกัมมันต์สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนสีของกล้วยหอมทองได้ โดยกระดาษผสมถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่และซังข้าวโพด (ร้อยละ 30 และ 40 (น้ำหนัก/น้ำหนัก)) สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทองได้ยาวนานกว่าชุดควบคุมโดยสามารถเก็บได้ถึง 12 วัน โดยสภาพเปลือกกล้วยยังมีสีเหลือง ขณะที่กล้วยในชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน โดยมีคุณภาพที่ไม่ดีและมีสีดำ

*ผู้เขียนหลัก: Parinya.kra@uru.ac.th

คำสำคัญ: ถ่านกัมมันต์, เอทีลิน, กล้วยหอมทอง

Development of Ethylene Absorbent Paper from activated carbons (Bamboo and Corn Cob) for delay ripening of ‘Hom Thong’ banana (*Musax paradisiacal*).

Parinya Kraivuttinun^{1*}, Supakit Yindee¹ and Achiraya Siriphap²

¹Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University.

²Faculty of Medical Sciences, Phayao University.

Abstract

This study aimed to produce the ethylene absorbent paper (EAP) from activated carbons (Bamboo and Corn Cob) for delay ripening and qualities of ‘Hom Thong’ banana (*Musax paradisiacal*). The experiment was divided to 6 level of powder activated carbon added in EAP at 0, 10, 20, 30, 40 and 50% (w/w). Results showed that the banana packed with Ethylene Absorbent Paper extended the storage life and delayed change of peel color of ‘Hom Thong’ banana better than the control fruits. Two kinds of activated carbons from Bamboo and Corn Cob (activated carbon 30 and 40 w/w) had the longest storage life (12 days) and had better ‘Hom Thong’ banana qualities with yellow color while the control banana were bad quality with dark color.

*Corresponding Author: Parinya.kra@uru.ac.th

Keywords: Activated carbon, Ethylene, Hom Thong banana (*Musax paradisiacal*).

1. บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกล้วยหอมกว่า 105,248 ไร่ และได้ผลผลิตกล้วยหอมถึง 3,297 ตัน คิดเป็นมูลค่าไม่น้อยกว่า 99.17 ล้านบาท^[1] ซึ่งกล้วยหอมเป็นสินค้าที่เป็นกระแสและได้รับความนิยมจากชาวญี่ปุ่นในการบริโภคเพื่อสุขภาพ อีกทั้งมีความเชื่อว่ากล้วยเป็นผลไม้ที่ลดน้ำหนักได้ แต่เนื่องจากความเข้มงวดในการนำกล้วยเข้าประเทศญี่ปุ่นมีมากกว่าประเทศจีน ประกอบกับกล้วยหอมทองมีอายุการเก็บรักษาสั้น เปลือกบาง บอบช้ำได้ง่าย ปริมาณผลผลิตที่มีคุณภาพสำหรับการส่งออกยังไม่เพียงพอกับความต้องการ สาเหตุอาจมาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีระและกระบวนการหายใจของผลผลิตทางการเกษตรซึ่งยังเกิดขึ้นอยู่หลังการเก็บเกี่ยวมาแล้ว เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมาระหว่างการขนส่ง เอทิลีน (C_2H_4) เป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่สามารถเร่งอัตราการเสื่อมสภาพของพืช^[2] โดยเอทิลีนจะไปกระตุ้นเนื้อเยื่อพืชให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้น กระตุ้นให้เกิดการสุกทำให้อายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สั้นลง ซึ่งผักและผลไม้แต่ละชนิดจะผลิตก๊าซเอทิลีนได้ต่างกัน โดยวิธีการชะลอการปลดปล่อยเอทิลีนหรือยืดอายุการเก็บผักและผลไม้ที่นิยมใช้คือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต่ำ

ปัจจุบันมีสารเคมีและวัสดุที่สามารถกำจัดก๊าซเอทิลีนได้หลายชนิด โดยที่มีการจำหน่ายทางการค้าแล้วคือ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) ซึ่งจะถูกใส่ของขนาดเล็ก และนำวางไว้ในบรรจุภัณฑ์ของผลผลิตทางการเกษตรที่ต้องการยืดอายุการเก็บรักษา แต่เนื่องจาก $KMnO_4$ เป็นพิษและออกซิไดส์ได้ง่ายจึงถูกจำกัดในการใช้งาน โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสกับอาหารโดยตรง^[3] นอกจากนี้ยังมีวัสดุอีกชนิดหนึ่งที่กำลังน่าสนใจ คือถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon : AC) เนื่องจากมีรูที่พรุนและพื้นที่ผิวภายในจำนวนมากกว่า 400 ตารางเมตร/กรัม ทำให้อนุภาคของสารและโมเลกุลของก๊าซเอทิลีนสามารถเกิดปฏิกิริยาหรือถูกกักเก็บไว้อยู่ภายในรูพรุนได้ โดยการดูดซับสารเอทิลีนโดยถ่านกัมมันต์ จากข้อมูลข้างต้นได้มีการวิจัยนำถ่านกัมมันต์มาใช้อย่างกว้างขวาง เช่น การนำถ่านกัมมันต์ชนิดแกรนูและเกล็ดบรรจุในถุงชาถุงละ 10 กรัมใส่ในกล่องที่บรรจุมะม่วงน้ำดอกไม้เก็บที่อุณหภูมิ 13 ± 1 °C และความชื้น 95 ± 2 %RH ได้นาน 37 วัน เปรียบเทียบกับการใช้ 1-MCP ซึ่งเป็นสารดูดซับเอทิลีนทางการค้าพบว่า ถ่านกัมมันต์แต่ละชนิดให้ผลที่แตกต่างกันและยังไม่ดีเท่าสารดูดซับเอทิลีนทางการค้า^[4]

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการผลิตวัสดุดูดซับเอทิลีนโดยใช้ถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่และซังข้าวโพดเป็นดูดซับ เนื่องจากเศษไม้ไผ่สามารถหาได้ง่ายจากโรงงานทำตะเกียบในพื้นที่ และซังข้าวโพดสามารถหาได้ง่ายจากโรงงานรับซื้อข้าวโพดอาหารสัตว์ ซึ่งวัตถุดิบทั้งสองอย่างถือว่ามีราคาต่ำและหาได้ง่ายในพื้นที่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเยื่อกระดาษผสมกับถ่านกัมมันต์ มาผลิตเป็นวัสดุดูดซับเอทิลีนในการยืดอายุและการเก็บรักษาผลไม้ โดยผู้วิจัยจะทำการศึกษากระบวนการผลิตกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ การต้านทานแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสด และอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมทอง

2. วิธีการดำเนินการ

2.1 การเตรียมถ่านกัมมันต์

นำซังข้าวโพดและไม้ไผ่มาทำการเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 นาที จากนั้นนำซังข้าวโพดที่ถูกเผาเรียบร้อยแล้วมากระตุ้นด้วยสารเคมี โดยการแช่ในโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) อิ่มตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และนำเข้าเตาเผาที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที ทิ้งให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง นำถ่านที่ได้มาล้างด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 รอบจนสะอาด นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดและร่อนแยกขนาดของถ่านด้วยตัวร่อนขนาด 400 – 200 เมส

2.2 การเตรียมเยื่อกระดาษ

นำกระดาษใช้แล้วมาแช่น้ำไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำกระดาษใช้แล้วมาฉีกเป็นชิ้นเล็กๆ และนำไปปั่นให้ละเอียด จากนั้นแช่น้ำทิ้งไว้รอการนำไปใช้ต่อไป

2.3 การเตรียมกระดาษผสมถ่านกัมมันต์

การเตรียมกระดาษผสมถ่านกัมมันต์มีการวางแผนการทดลองแบบวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ของแต่ละตัวแปร เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของถ่านกัมมันต์ประกอบด้วย 11 ชุดการทดลอง โดยศึกษาปริมาณของถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่และซังข้าวโพด ดังนี้คืออัตราส่วนของถ่านกัมมันต์ร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 ต่อน้ำหนักเยื่อกระดาษ ปั่นเส้นใยและถ่านกัมมันต์ให้กระจายตัวด้วยเครื่องปั่นเอนกประสงค์ เป็นเวลา 1-2 นาที จากนั้นทำการเตรียมแผ่นกระดาษโดยนำเยื่อกระดาษผสมถ่านกัมมันต์มาใส่ในบล็อคขนาด 21 x 30 เซนติเมตร แล้วนำไปแช่ในอ่างน้ำให้เยื่อกระดาษกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.4 การศึกษาคุณสมบัติของกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ในการยืดอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมทอง คัดเลือกกล้วยหอมทองที่ระยะเก็บเกี่ยวเพื่อการค้าที่มี ขนาด สีรูปร่าง น้ำหนักเก็บมาจากสวนเดียว ปราศจากแมลงและรอยตำหนิ ความสมบูรณ์ร้อยละ 75-80 นำกล้วยหอมทองมาห่อด้วยกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ โดยใช้กระดาษห่อกล้วยผลละ 1 แผ่น จากนั้นนำกล้วยที่ห่อกระดาษแล้วไปเก็บในกล่องพลาสติก โดยเก็บกล้วยหอมทองในกล่องพลาสติกจำนวน 2 ผลต่อกล่อง คิดเป็น 1 ชุดการทดลอง โดยในการทดลองจะทำการทดลองทั้งสิ้น 3 ซ้ำ เก็บในห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วัน โดยทำการเปิดกล่องเพื่อบันทึกผลทุกๆ 3 วัน

2.4 ศึกษาคุณภาพของกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ในการดูดซับเอทิลีน

2.4.1 การทดสอบการต้านทานแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษ

นำกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ที่ผลิตได้ไปวัดค่าแรงดึงขาดด้วยเครื่องแรงดึง โดยตัดกระดาษขนาด 6×5 เซนติเมตร จากนั้นเพิ่มน้ำหนักขึ้นจนกว่ากระดาษจะขาด นำค่าที่ได้คำนวณการต้านทานแรงดึงขาด (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

$$\text{สูตร แรงดึงขาด (กก./ตร.ซม.)} = \frac{W_1}{W_2}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักที่ได้ในขณะแผ่นกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ขาด (กิโลกรัม)

W_2 = ขนาดพื้นที่ของแผ่นกระดาษทดสอบซัพเอทิลีน (ตารางเซนติเมตร)

2.4.2 การศึกษาร้อยละการสูญเสียน้ำหนักน้ำหนักสดของกล้วยหอมทอง

ชั่งน้ำหนักกล้วยทั้ง 3 ลูกในแต่ละชุด โดยวัดผลทุกๆ 3 วัน ซึ่งจะหยุดบันทึกผลเมื่อเปลือกของกล้วยหอมเปลี่ยนเป็นสีดำเกินกว่าร้อยละ 70 และทำการบันทึกน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดการเก็บรักษา โดยคิดเป็นร้อยละการสูญเสียน้ำหนักดังนี้

$$\text{ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักก่อน} - \text{น้ำหนักหลัง} \times 100}{\text{น้ำหนักก่อน}}$$

3. ผลการวิจัย

3.1 การทดสอบการต้านทานแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแผ่นกระดาษผสมถ่านกัมมันต์

จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแผ่นกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ เมื่อนำมาทดสอบค่าการต้านทานแรงดึงขาดทั้ง 11 ชุดการทดลอง จากผลการศึกษาพบว่า สูตรที่มีค่าแรงดึงขาดสูงสุด คือ กระดาษที่ไม่ผสมถ่านกัมมันต์ รองลงมาเป็นเป็นกระดาษผสมถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดและถ่านไม้ไผ่ ในอัตราส่วนร้อยละ 10 โดยมีค่าการต้านทานแรงดึงขาด เท่ากับ 0.0611 และ 0.0544 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนสูตรที่มีค่าต้านทานแรงดึงขาดที่ต่ำสุดคือ กระดาษผสมถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดในอัตราส่วนร้อยละ 50 มีการค่าการต้านทานแรงดึงขาดเท่ากับ 0.0422 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งพบว่าอัตราส่วนผสมของกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ ส่งผลต่อแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษที่ได้ โดยพบว่าแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษที่ผสมถ่านกัมมันต์มากขึ้นจะมีค่าการต้านทานแรงดึงขาดน้อยลง เนื่องจากผงถ่านกัมมันต์จะเข้าไปแทรกอยู่ในเนื้อเยื่อกระดาษส่งผลให้การยึดเกาะกันของเยื่อกระดาษลดลง

ตารางที่ 1 การทดสอบแรงดึงขาดของแผ่นกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

สูตร	ปริมาณถ่านกัมมันต์ (ร้อยละ)	การต้านทานแรงดึงขาด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
กระดาษไม่ผสมถ่านกัมมันต์	0	0.0611±0.0019
ซังข้าวโพด	10	0.0544±0.0025
	20	0.0522±0.0035
	30	0.0511±0.0022
	40	0.0478±0.0010
	50	0.0422±0.0023
ไผ่	10	0.0544±0.0011
	20	0.0511±0.0045
	30	0.0511±0.0035
	40	0.0478±0.0044
	50	0.0444±0.0014

3.2 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้ำหนักสด (weight loss) และอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมทอง

การศึกษาคุณสมบัติของกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ในการยืดอายุการเก็บของกล้วยหอมทอง โดยทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมทอง ทั้ง 11 ชุดการทดลอง พบว่าเมื่อห่อกล้วยหอมทองด้วยกระดาษผสมถ่านกัมมันต์สามารถเก็บกล้วยหอมทองได้มากที่สุดถึง 12 วัน ซึ่งเทียบกับชุดการทดลองที่ห่อด้วยกระดาษที่ไม่มีการผสมถ่านกัมมันต์พบว่าชุดควบคุมสามารถเก็บรักษากล้วยหอมทองได้เพียงแค่ 6 วัน โดยชุดการทดลองที่สามารถยืดอายุการเก็บของกล้วยหอมทองได้ดีที่สุดคือกระดาษผสมถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ในอัตราส่วนร้อยละ 30 และ 40 และกระดาษผสมถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพดในอัตราส่วนร้อยละ 30 และ 40 โดยทั้ง 4 ชุดการทดลองสามารถยืดอายุการเก็บได้ถึง 12 วัน ซึ่งเมื่อเทียบกับงานวิจัยของ อภิญา แสงศิริโรจน์^[5] พบว่าเก็บรักษาได้น้อยกว่าเล็กน้อย โดยอภิญา แสงศิริโรจน์ ได้ศึกษากระดาษคราฟท์ที่ใช้สารยึดติดโพลีไวนิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 9, 10 และ 11 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ผสมถ่านกัมมันต์ 0.5 และ 0.7 กรัมสามารถยืดอายุการเก็บของกล้วยหอมทองได้ 15 และ 13 วัน ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกล้วยหอมทอง จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บกล้วยหอมทองเป็นระยะเวลาตามมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิญา แสงศิริโรจน์ การยืดอายุการเก็บไว้นานมากเท่าไรจะทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นตามไปด้วย (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การศึกษาร้อยละการสูญเสียน้ำหนักน้ำหนักสด และอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมทอง

วันที่	ปริมาตร	น้ำหนักและอายุการเก็บรักษาเมื่อกล้วยหอมทองมีรอยดำที่				การสูญเสีย น้ำหนัก (ร้อยละ)	อายุ การ เก็บ (วัน)	
		เปลือกมากกว่าร้อยละ 80 (กรัม)						
		วันที่ 0 (เริ่มต้น)	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12			
ชนิด วัตถุดิบ (ร้อย ย ละ)	ชั่ง	0	157.18	134.87		14.20	6	
	ข้าวโพ ด	10	180.43		145.27	19.49	9	
		20	135.15		106.87	20.93	9	
		30	125.25		100.40	91.72	19.84	12
		40	127.40		102.08	93.83	19.87	12
	50	135.00		106.88	20.83	9		
ไม้ไผ่	10	139.38		110.42	20.78	9		
	20	119.33		92.95	22.11	9		
	30	128.58		102.92	96.41	19.96	12	
	40	136.28		108.42	100.50	20.45	12	
	50	136.70		109.40	19.97	9		

4. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษากระบวนการเตรียมกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ในการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทองโดยทำการศึกษาหาอัตราส่วนของถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมในกระบวนการทำกระดาษ โดยศึกษาอัตราส่วนของถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมคือร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 จากนั้นนำมาทำการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษโดยทำการทดสอบค่าต้านทานแรงดึงขาด และนำกระดาษที่ได้ไป

ทดสอบการยืดอายุของกล้วยหอมทองในห้องที่ปรับอุณหภูมิเป็น 25 °C โดยใช้ระยะเวลาในการทดสอบ 15 วัน เพื่อที่จะหาอัตราส่วนของกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ที่ดีที่สุดในการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทอง

จากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนกระดาษผสมถ่านกัมมันต์จากไม้ไผ่ร้อยละ 30 มีความเหมาะสมที่สุดเพราะพิจารณาจากต้นทุน ปริมาณการหลุดร่วงของผงถ่านไม้ไผ่ระหว่างการทำการกระดาษน้อยกว่าถ่านกัมมันต์ที่ได้มาจากขังข้าวโพด และลักษณะเบื้องต้นของกล้วยหอมทองวันสุดท้าย จากการทดสอบพบว่าถึงคุณสมบัติกระดาษโดยมีค่าต้านทานแรงดึงขาดของกระดาษผสมถ่านกัมมันต์ เท่ากับ 0.0511 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับร้อยละ 19.96 โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 12 วัน ซึ่งมากกว่ากระดาษที่ไม่มีการผสมถ่านกัมมันต์ถึง 6 วัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมวิชาการเกษตร. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับกล้วย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด. 18 หน้า. 2550.
- [2] จรุงแท้ ศิริพานิช. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 หน้า. 2544.
- [3] Rooney. New sorbents for hydrogen storage by hydrogen spillover – a review. Energy Environ. Sci. 1 : 268-279 หน้า. 1995.
- [4] ศักยะ สมบัติไพรวรรณ เทวรัตน์ ทิพย์วิมล และกระวี ตรีอำนรรค. การศึกษาการชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ฉบับที่ 43 (3 พิเศษ). 355-358 หน้า. 2555.
- [5] อภิญา แสงศิริโรจน์. การเคลือบสารดูดซับเอทิลีนบนแผ่นกระดาษ เพื่อยืดอายุการเก็บและกันกระแทกกล้วยหอมทอง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี/กรุงเทพฯ. 2553.