

Effects of Ripening Stages and Extraction Conditions on Tannin Content of “Namwa” Banana Peel Powder

ผลของระยะการสุกและสภาวะการสกัดต่อปริมาณสารแทนนินของผงเปลือกกล้วยน้ำว้า

พรรณพณิช แซ่ม (Panpanach Cham)* ดร.วรินทร์ พูลศรี (Dr.Warinthorn Poonsri)**
ดร.อินทิรา ลิจันท์พร (Dr.Intira Lichanporn)** ดร.นวพร ลากส่งผล (Dr.Nawaporn Lapsongphon)***

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของระยะการสุกและสภาวะการสกัดต่อปริมาณสารแทนนินของเปลือกกล้วยน้ำว้า ระยะการสุกที่ใช้ในการทดลองนี้แบ่งตามสีเปลือกผล โดยระยะที่ 1 (สีเขียวเข้ม) ระยะที่ 2 (สีเขียวสว่าง) ระยะที่ 3 (สีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย) ระยะที่ 4 (สีเขียวมากกว่าสีเหลือง) ระยะที่ 5 (สีเหลืองมากกว่าสีเขียว) ระยะที่ 6 (สีเหลือง) ระยะที่ 7 (สีเหลืองมีจุดที่ผิวเล็กน้อย) และระยะที่ 8 (สีเหลืองและมีจุดดำที่ผิว) เปลือกกล้วยน้ำว้าผงทุกระยะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารแทนนิน พบว่าเปลือกกล้วยน้ำว้าผงระยะที่ 4 มีปริมาณสารแทนนินสูงที่สุด ผลของสภาวะการสกัด (น้ำกลั่น อะซิโตน และน้ำกลั่นต่ออะซิโตน (1:1) ระยะเวลา 2 4 และ 6 ชั่วโมง ใช้ในการประเมินผลของการสกัดต่อปริมาณสารแทนนิน ในเปลือกกล้วยน้ำว้าผงระยะที่ 4 ผลของการสกัดด้วยน้ำกลั่นต่ออะซิโตนแสดงปริมาณสารแทนนินสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 189.19 มิลลิกรัม Tannic acid/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ในขณะที่เดียวกันไม่พบความแตกต่างของปริมาณสารแทนนินเมื่อสกัดที่เวลาต่างๆ

ABSTRACT

The objectives of this study were to extraction conditions extraction of tannin content in banana peel powder (*Musa spp.* ABB ‘Namwa’). The ripening stage in this study were defined according to the peel color index; stage 1 (dark green), 2 (bright green), 3 (green with few yellow), 4 (more green than yellow), 5 (more yellow than green), 6 (yellow), 7 (yellow with pitting spot on the peel) and 8 (yellow and black spot in the peel). The banana peels powder of all stages was analyzed for tannin content. The banana peel powder at ripening stage 4 showed the highest tannin content ($P<0.05$). Effects of optimization of tannin extraction (distilled water, Acetone and distilled water: Acetone (1:1)) for 2, 4 and 6 hours were used to evaluate extraction effects on tannin content of banana peel powder at ripening stage 4. The results of distilled water: acetone extraction showed the highest tannin acid ($P<0.05$) as 189.19 mg Tannin acid/100g DW. In addition, there were non-significant ($P>0.05$) differences in the tannin content of all the extraction time.

คำสำคัญ: เปลือกกล้วย แทนนิน ระยะการสุก

Keywords: Banana peel, Tannin, Ripening stage

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

*** อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทนำ

ในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ของกล้วยในอุตสาหกรรมนิยมนำเฉพาะส่วนของเนื้อกล้วยไปแปรรูป จึงเหลือส่วนของเปลือกกล้วยซึ่งเป็นของเหลือทิ้งที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ กล้วยน้ำว้า (Kluai Namwa) เป็นผลไม้เขตร้อน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Musa ABB cv.* ชื่อสามัญ : Banana วงศ์ : Musaceae ในปี 2559 พบว่าเนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตของไทยเท่ากับ 181,902.34 ไร่ เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 918,539.97 ตัน ผลผลิตต่อเนื้อที่เก็บเกี่ยว 5,0449.63กก./ โดยกล้วยน้ำว้าเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั่วไป จึงทำให้มีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วประเทศ (มติชนออนไลน์, 2561) โดยผลสุกนิยมนำมารับประทานสด และสามารถนำผลดิบหรือผลสุกไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ

เปลือกกล้วยมีสารพฤกษเคมีหลายชนิดเช่นเดียวกับในส่วนเนื้อ เช่น เส้นใยธรรมชาติ วิตามิน เกลือแร่ รวมทั้งสารประกอบฟีนอลิก (Emaga et al., 2007; Sulaiman et al., 2011) เปลือกกล้วยมีสารฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะสารแทนนิน แทนนินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนพวกฟีนอลิก แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ไฮโดรไลซซ์เซเบิลแทนนิน (hydrolysable tannins) และคอนเดนส์แทนนิน (condensed tannins) แทนนินทั้งสองประเภทกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ของผักผลไม้ทั้งเปลือก เมล็ดและใบ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายประเภท แทนนินยังใช้เป็นสารเคลือบอาหาร เช่น เนื้อสัตว์ นอกจากนั้นผลของสารสกัดเปลือกกล้วย *Musa sapientum* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella typhi*, *Bacillus Cereus* และ *Staphylococcus aureus* (Kapadia et al., 2015) ความต้องการของปริมาณสารแทนนินในอุตสาหกรรมต่าง ๆ สูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องหาแหล่งวัตถุดิบที่มีศักยภาพและปริมาณสารแทนนินเพียงพอมาทดแทนวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เปลือกกล้วย ซึ่งมีปริมาณมากและมีปริมาณสารแทนนินเป็นส่วนประกอบ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาสุกและสภาวะการสกัดต่อปริมาณสารแทนนินของผงเปลือกกล้วยน้ำว้า

วิธีการวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบ

กล้วยน้ำว้าที่ใช้ในการศึกษาเป็นกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน จากตลาดสี่มุมเมือง โดยแบ่งเป็น 8 ระยะเวลาสุก (ภาพที่ 1) ระยะเวลาสุกแบ่งตามดัชนีการเปลี่ยนสีเปลือกของ Mendoza and Aguilera (2004) โดยระยะที่ 1 (สีเขียวเข้ม; a) ระยะที่ 2 (สีเขียวสว่าง; b) ระยะที่ 3 (สีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย; c) ระยะที่ 4 (สีเขียวมากกว่าสีเหลือง; d) ระยะที่ 5 (สีเหลืองมากกว่าสีเขียว; e) ระยะที่ 6 (สีเหลือง; f) ระยะที่ 7 (สีเหลืองมีจุดที่ผิวเล็กน้อย; g) และระยะที่ 8 (สีเหลืองและมีจุดดำที่ผิว; h)

การเตรียมผงเปลือกกล้วย

นำกล้วยน้ำว้าทั้ง 8 ระยะ ปอกเปลือก นำเฉพาะเปลือกกล้วย ล้างทำความสะอาดและหั่นแต่ละส่วนเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผึ่งให้แห้ง จากนั้นอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 6 ชั่วโมง (วลัยพร, 2561) บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 212 micron เก็บตัวอย่างแต่ละส่วนใส่ถุงซิปล็อค เก็บไว้ในโถสุญญากาศ เพื่อทำการเตรียมเป็นสารสกัดทำการทดลอง 3 ซ้ำ

การวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนิน

การวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนิน คัดแปลงจากวิธีของ Hou et al. (2003) และ Ye et al. (1999) โดยนำตัวอย่างเปลือกกล้วยน้ำว้าผง สกัดด้วยตัวทำละลาย ได้แก่ น้ำกลั่น ในอัตราส่วนตัวอย่างต่อตัวทำละลาย 1:30 (w/v) เขย่าสารตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง นำสารสกัดเปลือกกล้วยผงปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติม 1N Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และ 7.5% โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร คำนวณปริมาณของสารประกอบแทนนินของสารสกัดเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแทนนิก

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดคัดแปลงจากวิธีของ วิภา และ ชิดชม (2537) โดยนำตัวอย่างเปลือกกล้วยผงแต่ละระยะการสุกเปรียบเทียบปริมาณสารแทนนินที่พบมากที่สุด นำมาสกัดสารแทนนินโดยใช้อัตราส่วน น้ำหนักตัวอย่างเปลือกกล้วยผง : ปริมาตรสารละลายสกัด 1: 30 (w/v) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ น้ำกลั่น อะซิโตน และน้ำกลั่นต่ออะซิโตน (1:1) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (Set 1) 4 ชั่วโมง (Set 2) และ 6 ชั่วโมง (Set 3) เมื่อครบเวลานำปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6000xg เป็นเวลา 5 นาที ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนิน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร คำนวณปริมาณของสารประกอบแทนนินของสารสกัดเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแทนนิก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) มี 3 ซ้ำมาวิเคราะห์ทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณสารแทนนิน โดย ANOVA procedure และวางแผนการทดลองสำหรับสภาวะการสกัดเปลือกกล้วยน้ำว้าผงแบบ factorial in completely randomized design (Factorial in CRD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SPSS

ผลการวิจัย

การแบ่งระยะการสุกของกล้วยน้ำว้า

ระยะการสุกของกล้วยสังเกตได้จากการเปลี่ยนสี การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ โดยระยะที่ 1 (a) มีสีเขียวเข้ม ในขณะที่ ระยะที่ 6 (f) มีสีเหลืองเป็นลักษณะการสุกเต็มที่ และระยะที่ 8 (h) มีสีเหลืองและมีจุดดำที่ผิว จุดดำที่เกิดขึ้นเป็นความผิดปกติของสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นในช่วงหลังการสุกของผลกล้วย โดยมีจุดดำเพิ่มมากขึ้นในระหว่างกระบวนการสุก (Ketsa, 2000) ดังแสดงในภาพที่ 1

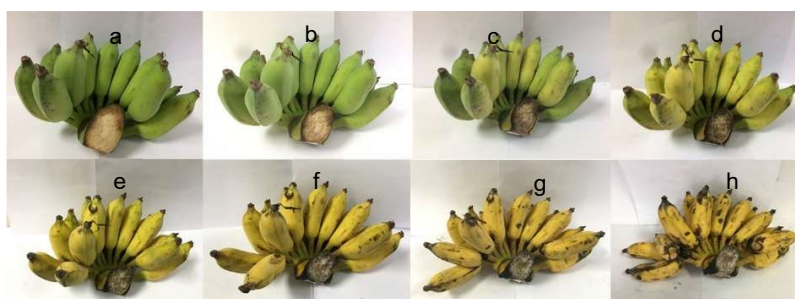
การศึกษาระยะการสุกต่อปริมาณสารแทนนิน

ปริมาณสารประกอบแทนนินในสารสกัดจากเปลือกกล้วยผงในระยะการสุกที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อปริมาณสารประกอบแทนนิน ซึ่งมีค่าระหว่าง 41.38-72.70 mg tannic acid/100 g DW โดยสารสกัดจากเปลือกกล้วยผงมีปริมาณแทนนินเพิ่มขึ้นสูงในระยะการสุกที่ 4 และ 5 หลังจากนั้นปริมาณสารแทนนินจะลดลง ปริมาณสารแทนนินสูงเมื่อผลดิบ(แก่)และปริมาณลดลงเมื่อผลสุกมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากแทนนินรวมตัวกับโปรตีนหรือคาร์โบไฮเดรตหรือโดยการรวมตัวของแทนนินเอง การเกิดปฏิกิริยา enzymatic browning ที่ส่งผลทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้น ในระหว่างการสุกของกล้วยเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอเรชัน ของแทนนินทำให้ความฝาดของกล้วยลดลง (Kotecha, Desai, 1995) สาย

พันธุ์และสภาพแวดล้อมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณสารแทนนินหรือสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกกล้วย (Emaga et al., 2007) ดังตารางที่ 1

สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแทนนินของผลกล้วยน้ำว้า

ปริมาณของสารประกอบแทนนินในสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าฝางที่สกัดด้วย น้ำกลั่นต่ออะซิโตน (1:1) ทั้ง 3 Set มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือสารสกัดที่สกัดด้วยน้ำกลั่นมีปริมาณของสารประกอบแทนนิน มีค่าอยู่ในช่วง 63.48-78.88 mg tannic acid/100 g DW นอกจากนี้พบว่าปริมาณสารประกอบแทนนินของเปลือกกล้วยน้ำว้าฝางที่สกัดด้วยอะซิโตนทั้ง 3 set มีปริมาณค่อนข้างต่ำ จากการศึกษาของ Alothman et al. (2009) และ Sulaiman et al. (2011) แสดงให้เห็นว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกกล้วยจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายและวิธีการที่ใช้ในการสกัด นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า สายพันธุ์และระยะการสุกของกล้วยจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกกล้วย (Emaga et al., 2007) ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 1 การแบ่งระยะสุกตามการเปลี่ยนสีเปลือก โดยระยะที่ 1 (สีเขียวเข้ม; a) ระยะที่ 2 (สีเขียวสว่าง; b) ระยะที่ 3 (สีเขียวปนเหลืองเล็กน้อย; c) ระยะที่ 4 (สีเขียวมากกว่าสีเหลือง; d) ระยะที่ 5 (สีเหลืองมากกว่าสีเขียว; e) ระยะที่ 6 (สีเหลือง; f) ระยะที่ 7 (สีเหลืองมีจุดที่ผิวเล็กน้อย; g) และระยะที่ 8 (สีเหลืองและมีจุดดำที่ผิว; h)

ตารางที่ 1 ปริมาณสารสกัดแทนนินของเปลือกกล้วยน้ำว้าฝางในระยะการสุกที่ต่างกัน

Stage of Ripeness	Tannin content (mg tannic acid/g DW)
1	57.94±2.93 ^c
2	53.72±1.06 ^{cd}
3	52.37±0.99 ^d
4	72.70±1.89 ^a
5	64.64±6.45 ^b
6	58.57±2.01 ^c
7	43.17±3.46 ^e
8	41.38±4.25 ^e

หมายเหตุ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณสารสกัดแทนนินของเปลือกกล้วยน้ำว้าผง

Treatment		Tannin content (mg tannic acid/g dried weight)		
Time (hour)	Solutions	Water	Acetone	Water: Acetone (1:1)
2		78.88±2.60	52.68±3.46	182.47±6.97
4		63.15±1.70	59.30±2.33	189.19±6.18
6		63.48±0.37	68.67±7.85	184.45±8.06
F-test		NS	NS	NS
		2 hr.	4 hr.	6 hr.
	Water	78.88±2.60 ^b	63.15±1.70 ^b	63.48±0.37 ^c
	Acetone	52.68±3.46 ^c	59.30±2.33 ^c	68.67±7.85 ^b
	Water: Acetone (1:1)	182.47±6.97 ^a	189.19±6.18 ^a	184.45±8.06 ^a
F-test		*	*	*
		Water	Acetone	Water: Acetone (1:1)
2		78.88±2.60 ^a	52.68±3.46 ^b	182.47±6.97
4		63.15±1.70 ^b	59.30±2.33 ^b	189.19±6.18
6		63.48±0.37 ^b	68.67±7.85 ^a	184.45±8.06
F-test		*	*	NS
CV (%)		35.50	41.08	35.40

หมายเหตุ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

NS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ดัชนีระยะความสุกของกล้วยน้ำว้า สีเปลือกผลเปลี่ยนแปลงตามระยะการสุกของผลกล้วยน้ำว้า โดยระยะที่ 1 (a) มีสีเขียวเข้ม ในขณะที่ ระยะที่ 6 (f) มีสีเหลืองเป็นลักษณะการสุกเต็มที่ และ ระยะที่ 8 (h) มีสีเหลืองและมีจุดดำที่ผิว ปริมาณสารประกอบแทนนินในสารสกัดจากเปลือกกล้วยผงในระยะการสุกที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อปริมาณของสารประกอบแทนนิน ซึ่งมีค่าระหว่าง 41.38-72.70 mg tannic acid/100 g DW โดยสารสกัดจากเปลือกกล้วยผงแก่มีปริมาณสารแทนนินเพิ่มขึ้นสูงในระยะการสุกที่ 4 และ 5 หลังจากนั้นจะมีปริมาณลดลง นอกจากนี้ชนิดของตัวทำละลาย และวิธีการสกัด มีผลต่อปริมาณสารแทนนินที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยน้ำว้าผง โดยสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าผงที่สกัดด้วย น้ำกลั่นต่ออะซิโตน (1:1) ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบปริมาณสารแทนนินสูงสุด ดังนั้นการนำผลหรือผลไม้ที่มีแทนนิน สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมหลายประเภท รวมทั้งนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างกว้างขวาง แทนนินยังใช้เป็นสารเคลือบอาหาร เช่น เนื้อสัตว์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ นอกจากนี้ยังช่วยเสริมในพืชอาหารสัตว์ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยให้สัตว์มีสุขภาพดี ลดการใช้ยาถ่ายพยาธิและลด

ต้นทุนค่าอาหาร อีกทั้งกล้วยน้ำว้าเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั่วไป จึงทำให้มีพื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทั่วประเทศและมีปริมาณผลผลิตมากพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์จากสิ่งเหลือทิ้งทางการเกษตรและลดต้นทุนการผลิตได้

เอกสารอ้างอิง

- มติชนออนไลน์. กล้วยไทยนิยมทั่วโลก ก. เกษตรฯส่งเสริมเพิ่มพื้นที่ปลูก ชู “บ้านลาด” โมเดล [ออนไลน์] 2560. [อ้างเมื่อ 27 มิถุนายน 2561]. จาก <http://www.prachachat.net/economy/news-44949>
- เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล. โครงการวิจัยคัดเลือกพันธุ์และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อการบริโภคสด เพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์และการนำสารสำคัญจากกล้วยไปใช้. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย: กรมวิชาการเกษตร 2558. หน้า 55.
- วลัยพร มัชฌิม และ พัทธภรณ์ นาคเทวีญ. ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหินในการต้านการเจริญของเชื้อก่อโรคในอาหาร. ว. เกษนสารเกษตร 2561; 46 (ฉบับพิเศษ). หน้า 1237.
- วิภา สุโรจนะเมธากุล และ ชิดชม อีรวงะ. การสกัดสารแทนนินจากเปลือกกล้วย. ว.เกษตรศาสตร์(สาขาวิทยาศาสตร์) 2537; 28(4): 578-586.
- AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Edition. Grami, B., ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA; 2000.
- Abdullah H, Pantastico EB. Banana-fruit Development, Postharvest Physiology, Handling and Marketing in ASEAN. ASEAN Food Handling Bureau: Kuala Lumpur; 1990. p.159.
- Alothman M, Bhat R, Karim AA. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia extracted with different solvents. Food Chem 2009; 115: 785-788.
- Bugaud C, Pascaline A, Daribo M, Brillouet J. Comparison of the physic-chemical characteristics of a new triploid banana hybrid, FLHORBAN 920, and the Cavendish variety J. Sci. Food Agric; 2009. p. 407-413.
- Emaga TH, Andrianaivo RH, Wathélet B, Tchango JT, Paquot M. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. Food Chem 2007; 103: 590-600.
- Hou C W, Lin R D, Cheng K T, Hung Y T, Cho C H, Chen C H, Hwang S Y and Lee M H. Free radical-scavenging activity of Taiwanese native plants. Phytomedicine 2003; 10:170.
- Kapadia SP, Pudakalkatti PS, Shivanaikar S. Detection of antimicrobial activity of banana peel (*Musa paradisiaca* L.) on *Porphyromonas gingivalis* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*: An in vitro study. Contemp. Clin. Dent 2015; 6:496-499.
- Ketsa, S. Development and control of senescent spotting in banana. Food Preserv Sci 2000; 26: p.173-178.
- Kotecha PM, Desai BB. Banana. In: D. K. Salunkhe and S. Kadam Eds. Handbook of Fruit Science and Technology: production, composition, storage and processing. New York: Marcel Dekker; 1995. p. 67-90.
- Mendoza F, Aguilera JM. Application of image analysis for classification of ripening bananas. J. Food Sci 2004; 69(9): E471-E477.
- Mustaffa R, Osman A, Yosof S, Mohamed S. Physico-chemical changes in cavendish banana (*Musa cavendishii* L. var. Montel) at different position in a bunch during development and maturation. Journal of Food Agric 1998; 78: 201-207.



Sulaiman F, Abodullah N, Gerhauser H, Shariff A. An outlook of Malaysian energy, oil palm industry and its utilization of wastes as useful resources. *Biomass Bioenergy* 2011; 35: 3775-3786.

Winugroho M. Nutritive values of major feed ingredient in Tropics. *Asian-Australian J. Anim. Sci* 1999; 12: 493-502.

Ye S, Lu J, He S, Chen L, Hu L. Studies on tannin and hydrolysate in three species of Chinese *Caesalpinia* plants (Article in Chinese). [serial online] 1999 [02 July 2018] Available from: <http://www.users.muohio.edu/hagermae/tannin.pdf>