วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33 : 2 (38 - 48)

ผลของการเตรียมเปลือกกล้วยไข่ดิบต่อองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผงเปลือกกล้วย

Effects of Green Banana 'Kluai Khai' Peel Preparations on Chemical Compositions, Functional Properties and Microbiological Quality of Banana Peel

สุชาติ สุขสถิตย์[1] และ ผุสดี ตังวัชรินทร์[2],

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วยไข่ดิบและผลของการเตรียมเปลือกกล้วยไข่ดิบต่อองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผงเปลือกกล้วย จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วย พบว่าเปลือกกล้วยมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีเยื่อใยเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีค่าเท่ากับ 49.23±0.26 g/ 100 g dry matter นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งเปลือกกล้วยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลและแทนนินสูงถึง 16.14±1.20 mg gallic acid equivalent/g of dry matter และ 15.72±0.37 mg tannic acid equivalent/g of dry matter ตามลำดับ จากนั้นทำการศึกษาผลการลดปริมาณสารประกอบฟีนอลและแทนนินในเปลือกกล้วยด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 5 10 และ 20% สารละลายโพลีเอทีลีนไกลคอลในอัตราส่วน 1 2 และ 4 g/g ของสารประกอบฟีนอลในเปลือกกล้วย พบว่า การใช้สารละลายโพลีเอทีลีนไกลคอลในอัตราส่วน 4 g/g ของสารประกอบฟีนอลในเปลือกกล้วย สามารถลดสารประกอบฟีนอลและแทนนินในเปลือกกล้วยได้มากที่สุด ($P< 0.05$) จากนั้นทำการเตรียมผงเปลือกกล้วยด้วยวิธีการบดเปียก บดแห้ง และบดแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อน พบว่าผงเปลือกกล้วยที่เตรียมด้วยวิธีการบดแห้งมีปริมาณผลผลิตสูงสุด ($P < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 81.58±4.75 g/ 100 g dry matter แต่ผงเปลือกกล้วยที่เตรียมด้วยวิธีการบดแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อนมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และใยอาหารทั้งหมด มากที่สุด ($P < 0.05$) และมีความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันมากกว่าผงเปลือกกล้วยที่เตรียมด้วยวิธีการบดแห้ง ($P < 0.05$) นอกจากนี้ผงเปลือกกล้วยที่เตรียมด้วยแต่ละวิธีพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ไม่เกินมาตรฐานแป้งข้าวเจ้า (มอก. 638-2529)

คำสำคัญ : เปลือกกล้วยดิบ บดแห้ง บดเปียก องค์ประกอบทางเคมี สมบัติกายภาพ

Abstract

The objectives of this study were to investigate the chemical composition of green banana (Kluai Khai) peel and the effects of green banana peel preparations on chemical composition, physical properties and microbiological quality of banana peel powders. The results of chemical composition showed that the carbohydrate was a major composition of banana peel which there was 49.23±0.26 g/ 100 g dry matter, respectively. Additionally, the contents of total phenolic and tannin of sample were 16.14±1.20 mg gallic acid equivalent/g dry matter and 15.72±0.37 mg tannic acid equivalent/g dry matter, respectively. For reduction of phenolic and tannin compounds in banana peel by water, 5, 10 and 20% (w/v) solutions of sodium chloride and 1, 2 and 4 g/g phenolic compounds in banana peel solutions of polyethylene glycol, the highest reductions of both compounds was obtained from the sample using 4 g/g phenolic compounds

[1] คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93210

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

in banana peel solution of polyethylene glycol ($P < 0.05$). Then study of banana peel preparations by wet milling, dry milling and dry milling and hot water washing, the results showed that banana peel powder prepared by dry milling had the highest yield ($P < 0.05$) which there was 81.58±4.75 g/ 100 g dry matter of bananapeel. In contrast, the banana peel powders prepared by dry milling and hot water washing had the highest carbohydrate, crude fiber and total dietary fiber ($P < 0.05$). The water holding capacity and oil holding capacity of the banana peel powders prepared by dry milling and hot water washing was higher than those of the banana peel powders prepared by dry milling ($P < 0.05$). Furthermore, microbial loading of all powders had lower than rice flour standard (TISI 638-2529).

Keywords : green banana peel, dry milling, wet milling, physical property

คำนำ

กล้วยไข่เป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่เกษตรกรในจ.พัทลุงนิยมปลูกกันโดยเฉพาะพื้นที่อำเภอศรีนครินทร์กลุ่มแม่บ้านบ้านลำสินธุ์ จึงนำมาแปรรูปเป็นกล้วยไข่กรอบแก้ว “สแน็คพื้นบ้าน” หลากรูปแบบจนเป็นสินค้ายอดนิยมเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้จากการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนบ้านลำสินธุ์ ได้ทราบว่าตลาดของกล้วยเมืองลุงนั้นมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเพื่อตอบสนองกับปริมาณความต้องการและตลาดที่เพิ่มมากขึ้น เกษตรกรจึงมีการเพิ่มปริมาณการผลิต สิ่งที่ตามมาคือปริมาณเปลือกกล้วย ซึ่งเป็นของเหลือและของเสียที่เกิดจากการผลิตได้เพิ่มมากขึ้น โดยมีปริมาณถึงวันละ 90 กิโลกรัมต่อกล้วยดิบ 300 กิโลกรัม ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม

ใยอาหารมีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งช่วยป้องกันโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรคหัวใจ โรคมะเร็งที่ลำไส้ใหญ่และโรคเบาหวาน (Rodriguez *et al*., 2006) ใยอาหารจากผลไม้มีสมบัติดีกว่าใยอาหารจากอาหารชนิดอื่น เนื่องจากมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดและใยอาหารที่ละลายน้ำสูง มีปริมาณกรดไฟติกและค่าแคลอรี่ต่ำ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการอุ้มน้ำและไขมันดี (Figuerola *et al*., 2005) เปลือกกล้วยดิบเป็นแหล่งของใยอาหารที่ดี โดยมีปริมาณใยอาหารสูงถึง 50 g/100 g (HappiEmaga *et al*., 2007) และมีใยอาหารที่ละลายน้ำสูงถึง 13.0-21.7 g/100 g แต่มีปริมาณเซลลูโลส ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลส ซึ่งเป็นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำเพียง 7.12 6.4-9.6 และ 6.4-8.4 g/100 g ตามลำดับ (HappiEmaga *et al*., 2008) ดังนั้นการนำเปลือกกล้วยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จึงมีประโยชน์ทางโภชนาการต่อผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตาม เปลือกกล้วยมีสารฟีนอลเป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแทนนิน และผลกล้วยมีคาเทชิน และกรดแกลลิก เป็นองค์ประกอบอยู่ในช่วง 6.13-10.29 และ 0.87-1.30 mg/g ของน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งสารฟีนอลเหล่านี้มีรสฝาด อีกทั้งยังเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยอาศัยเอนไซม์ (Winugroho, 1999) ซึ่งอาจส่งผลให้การนำใยอาหารจากเปลือกกล้วยดิบไปประยุกต์ใช้ในอาหารอาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ นอกจากนี้วิธีการเตรียมเปลือกกล้วยมีผลต่อสมบัติของใยอาหารจากเปลือกกล้วยน้ำว้า โดยวิธีบดแห้งได้ปริมาณผลผลิตสูงสุด แต่มีใยอาหารทั้งหมด ใยอาหารที่ละลายน้ำต่ำที่สุด ในขณะที่วิธีบดแห้งและล้างด้วยน้ำหรือน้ำร้อนพบว่ามีใยอาหารทั้งหมดสูงที่สุด (Wachirasiri *et al*., 2009)

ดังนั้น การศึกษาผลของการเตรียมเปลือกกล้วยไข่ดิบต่อองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผงเปลือกกล้วย เพื่อหาวิธีเตรียมเปลือกกล้วยไข่ดิบที่เหมาะสมในการผลิตผงเปลือกกล้วย จึงเป็นการลดวัสดุเศษเหลือจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น และลดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บรวบรวมเปลือกกล้วยไข่ดิบจากการผลิตกล้วยเมืองลุง

การเก็บรวบรวมเปลือกกล้วยไข่ดิบจากการผลิตกล้วยเมืองลุง จากกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนบ้านลำสินธุ์ จังหวัดพัทลุง เพื่อนำทำการเก็บรวบรวมเปลือกกล้วยไข่ดิบ โดยสีของเปลือกกล้วยไข่อยู่ในช่วงดัชนีของสีกล้วยเบอร์ 2-3 คือ สีเขียวอ่อน (green-trace of yellow) ถึงสีเขียวอมเหลือง (more green than yellow) (SH Pratt's and Co) (Caussiol, 2001) นำเปลือกกล้วยไข่ดิบที่เก็บรวบรวมมาแช่ในสารละลายโซเดียมเม-ตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.05% (w/v) เป็นเวลา 5 นาที และผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้วซับด้วยผ้าแห้ง จากนั้นทำการหั่นเปลือกกล้วยไข่ดิบให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1´1´0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อทำการบรรจุใส่ถุงทึบแสง และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2. วิธีการกำจัดสารประกอบฟีนอลในเปลือกกล้วยไข่

การกำจัดสารประกอบฟีนอลในเปลือกกล้วยไข่ดัดแปลงจากวิธีการของ Salem *et al*. (1999) โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยมีจำนวน 8 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม คือ ไม่แช่สาร และน้ำ และกลุ่มทดสอบ 6 กลุ่ม คือ แช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 5 10 และ 20% (w/v) และแช่สารละลายโพลีเอทิลีนไกลคอลความเข้มข้น 1.0 2.0 และ 4.0 g/g ของสารประกอบฟีนอลในเปลือกกล้วยไข่ โดยนำเปลือกกล้วยไข่ที่ผ่านการเตรียมเบื้องต้น มาทำการล้างในสารละลายโซเดียมคลอไรด์หรือโพลีเอทิลีนไกลคอล ปริมาณ 30 ml/g ของเปลือกกล้วยไข่ ที่ความเข้มข้นดังข้างต้น เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งและซับด้วยผ้าแห้ง ทำการวิเคราะห์หาปริมาณประกอบฟีนอล (Kim *et al*., 2006) และแทนนิน (Hagerman and Butler, 1978) ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ รวม 24 ตัวอย่างต่อชนิดวัตถุดิบต่อการวิเคราะห์

3. การเตรียมผงเปลือกกล้วยไข่

การเตรียมผงเปลือกกล้วยไข่ดัดแปลงจากวิธีการของของ Daramola and Osanyinlusi (2006) และ Wachirasiri *et al*. (2009) ทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยการเตรียมผงเปลือกกล้วยไข่ 3 วิธี ได้แก่ 1) การบดเปียก (wet milling) เริ่มจากการนำเปลือกกล้วยไข่ที่ผ่านการเตรียมเบื้องต้นและกำจัดสารประกอบ ฟีนอลมาบดกับน้ำ ในสัดส่วน 1:5 ทำการกรองผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช อบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นทำการบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช 2) การบดแห้ง (dry milling) ทำโดยการนำเปลือกกล้วยมาอบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นทำการบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงเช่นเดียวกันกับวิธีการบดเปียก และ 3) การบดแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อน (dry milling and hot water washing) โดยนำผงเปลือกที่เตรียมด้วยวิธีบดแห้งมาล้างในน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที อบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นทำการบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์หาความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และลิกนิน ตามวิธีของ AACC (2000)

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล ตามวิธีของ Dubois *et al*. (1956)

การวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารทั้งหมด ใยอาหารที่ละลายน้ำ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ และสัดส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำและใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ตามวิธีของ Prosky *et al*. (1988)

การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอล ด้วยวิธี Folin – Ciocalteu procedure ตามวิธีของ Kim *et al*. (2006) เปรียบเทียบกับกรดแกลลิกที่เป็นสารมาตรฐาน

การวิเคราะห์หาปริมาณแทนนิน ด้วยวิธีการตกตะกอนโปรตีน ตามวิธีของ Hagerman and Butler (1978) เปรียบเทียบกับกรดแทนนิกที่ใช้เป็นสารมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ค่า water activity (a_w) ด้วยเครื่อง Water activity meter series 4 TE (AquaLab, Decagon Devices, Inc. USA)

5. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

การวิเคราะห์สมบัติเชิงหน้าที่ด้วยการวิเคราะห์ความสามารถในการอุ้มน้ำและความสามารถในการอุ้มน้ำมันตามวิธีการของ Larrauri *et al.* (1996) โดยการชั่งน้ำหนักผงเนื้อและเปลือกกล้วย 0.5 g ใส่ลงในน้ำหรือน้ำมันถั่วเหลือง 10 ml คนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำไปเข้าเครื่องหมุนเวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 ´g เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นชั่งน้ำหนักตะกอนและทำการคำนวณหาความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันโดยนำเสนอในหน่วย g water หรือ oil per g of dry sample ตามลำดับ

การวิเคราะห์ค่าสีในระบบ CIE chromaticity coordinates (*L* a** และ *b**) ด้วยเครื่อง ColorFlex Firmware version 1.72 (HunterLab Association, Inc., USA.)

6. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ทำการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สามารถเจริญที่อุณหภูมิปานกลางและสูง ยีสต์และรา ของผงเปลือกกล้วยที่เตรียมด้วยวิธีการแตกต่างกันด้วยการดัดแปลงวิธีการของ Nago *et al*. (1998) โดยทำการแยกจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิปานกลางและสูงด้วยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA; Merck, Germany) บ่มที่อุณหภูมิ 35 และ 55 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง และทำการแยกยีสต์และราด้วยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ acidified potato dextrose agar (เติมสารละลายกรดทาทาริกความเข้มข้น 1% ปริมาณ 1 มิลลิลิตร/100 มิลลิลิตรของอาหารเลี้ยงเชื้อ) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโปรตีน ไขมัน แป้ง เถ้า เยื่อใย ปริมาณใยอาหารทั้งหมด ใยอาหารที่ละลายน้ำ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ น้ำตาล สารประกอบฟีนอล แทนนิน ความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมัน ค่าสี *L* a** และ *b** จุลินทรีย์ทั้งหมดที่สามารถเจริญที่อุณหภูมิปานกลางและสูง ยีสต์และรา โดย ANOVA procedure และ Duncan's New Multible Range Test ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SAS (Staitical Analysis System Institute, 1998)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเปลือกกล้วยไข่ดิบ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วยไข่ดิบ พบว่าเปลือกกล้วยไข่ดิบมีวัตถุแห้งเพียง 7.19 g/100 g ตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ HappiEmaga *et al*. (2007) ที่พบว่าเปลือกกล้วยดิบมีวัตถุแห้ง 9.5 g/100 g ตัวอย่าง ซึ่งในการศึกษานี้ (Table 1) ยังพบว่าเปลือกกล้วยไข่ดิบมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบมากที่สุดเท่ากับ 88.75±3.00 g/ 100 g dry matter ประกอบด้วยเยื่อใย เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส ลิกนิน และน้ำตาลทั้งหมด มีปริมาณเท่ากับ 59.23±0.26 12.96±0.47 23.60±0.78 และ 4.07±0.61 g/100 g dry matter ตามลำดับ รองลงมาคือ ไขมัน เถ้า และโปรตีน มีปริมาณเท่ากับ 4.82±0.32 4.58±0.50 และ 1.85±0.63 g/100 g dry matter ตามลำดับ ซึ่ง Anhwange *et al*. (2009) ได้รายงานว่า เถ้าของเปลือกกล้วยประกอบด้วยแร่ธาตุชนิดต่างๆ โดยมีโพแทสเตียมเป็นองค์ประกอบมากที่สุด มีปริมาณเท่ากับ 78.10 mg/g รองลงมาคือ แมกนีเซียม โซเดียม แคลเซียม และเหล็ก มีปริมาณเท่ากับ 76.20 24.30 19.20 และ 0.61 mg/100 g ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอล 16.14±1.20 mg gallic acid equivalent/g dry matter และปริมาณแทนนิน 15.72±0.37 mg tannic acid equivalent/g dry matter ซึ่งแทนนินเป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ โครงสร้างซับซ้อนและสามารถละลายน้ำ มีรสฝาด เป็นกรดอ่อนๆ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสารประกอบฟีนอลดังกล่าวเป็นสารที่มีรสฝาด (Figuerole *et al*., 2005) แต่ไม่ค่อยนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพราะสารประกอบฟีนอลที่มีมากเกินไปทำให้เกิดผลเสียในอาหาร เช่น การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล(browning) ส่งผลต่อคุณภาพอาหารด้านลักษณะปรากฏของอาหารได้ และผลจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วยไข่ดิบแสดงให้เห็นว่า ในเปลือกกล้วยเป็นแหล่งเยื่อใย

2. การกำจัดสารประกอบฟีนอลในเปลือกกล้วยไข่

จากการศึกษาการกำจัดสารประกอบฟีนอลในเปลือกกล้วยไข่ด้วยสารละลายแตกต่างกัน จำนวน 8 กลุ่ม คือ ไม่แช่สาร (กลุ่มควบคุม) น้ำ สารละลายเกลือ (ความเข้มข้น 5% 10% และ 20%) สารละลายโพลีเอทิลีนไกลคอล (ความเข้มข้น 1.0 2.0 และ 4.0 g/g ของสารประกอบฟีนอล) พบว่า กลุ่มควบคุมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลในปริมาณที่สูงถึง 15.32±2.37 mg gallic acid equivalent/g dry matter ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่แช่น้ำ 14.19±2.13 mg gallic acid equivalent/g dry matter ในขณะที่กลุ่มที่แช่สารละลายเกลือเข้มข้น 5 10 และ 20% มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเหลืออยู่ 11.83±1.17 8.01±1.29 และ 4.51±0.63 mg gallic acid equivalent/g dry matter ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่แช่สารโพลีเอทิลีนไกลคอลความเข้มข้น 1.0 2.0 และ 4.0 g/g ของสารประกอบฟีนอล มีปริมาณสารประกอบฟีนอลเหลืออยู่เพียง 13.08±2.03 5.79±0.87 และ 1.87±0.27 mg gallic acid equivalent/g dry matter ตามลำดับ (Figure 1A)

Table 1 Chemical composition of green banana peel[1].

Item[2]	Banana peel
Ash	4.58 ± 0.50
Fat	4.82 ± 0.32
Protein	1.85 ± 0.63
Carbohydrate	88.75 ± 3.00
Fiber	59.23 ± 0.26
Hemicellulose	12.96 ±0.47
Cellulose	23.60 ± 0.78
Lignin	5.50 ± 0.55
Total sugar	4.07 ± 0.61
Total phenolic compounds	16.14 ± 1.20
Tannin	15.72 ± 0.37

[1] Values are means ± standard deviations of triplicate measurements.

[2] Units of proximate composition and total sugar are g/100 g dry matter; unit of total phenolic compounds is mg gallic acid equivalent/g dry matter; unit of tannin is mg tannic acid equivalent/g dry matter.

นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารประกอบแทนนินลดลงทั้ง 7 กลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยเฉพาะกลุ่มที่แช่สารละลายโพลีเอทิลีนความเข้มข้น 4.0 g/g ของสารประกอบฟีนอล สามารถลดปริมาณสารประกอบแทนนินได้ถึง 95.55% โดยลดปริมาณสารประกอบแทนนินจาก 14.92±2.27 mg tannic acid equivalent/g of dry matter เหลือเพียง 0.67±0.11 mg tannic acid equivalent/g dry matter ตามลำดับ (Figure 1B) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Salem *et al*. (1999) ที่พบว่าในการกำจัดสารประกอบฟีนอลสามารถกำจัดด้วยการจับกับสารเคมีได้หลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่โพลีเอทิลีนไกลคอล โพลีไวนิลไพรโรลิโดน และด่าง แต่จากการศึกษาพบว่าโพลีเอทิลีนไกลคอลสามารถจับกับแทนนินได้ดีที่สุด โดยโพลีเอทิลีนไกลคอลจะจับกับแทนนินให้อยู่ในรูปของสารประกอบ tannin-PEG complexes

ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นได้ว่าสารละลายโพลีเอทิลีนไกลคอลความเข้มข้น 4.0 g/g ของสารประกอบฟีนอลสามารถลดปริมาณสารประกอบฟีนอลและแทนนินในเปลือกกล้วยไข่ดิบให้ลดลงได้มากที่สุด ($P< 0.05$) นอกจากนี้เมื่อนำตัวอย่างที่ผ่านการแช่ในสารละลายทั้งโซเดียมคลอไรด์และโพลีเอทิลีนไกลคอลมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยการชิมเบื้องต้น พบว่า ตัวอย่างที่แช่ในสารละลายโพลีเอทิลีนไกลคอลความเข้มข้น 4.0 g/g ของสารประกอบฟีนอลมีไม่มีรสฝาดและเค็ม ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีรสฝาด แต่ยังเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ในขณะที่ตัวอย่างที่แช่ในสารละลายเกลือความเข้มข้น 20% ตัวอย่างจะมีรสชาติเค็มมากกว่ากลุ่มควบคุม

3. ผลของการเตรียมต่อองค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกกล้วยไข่

ผลของการเตรียมต่อองค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกกล้วยไข่ (Table 2) พบว่า วิธีเตรียมที่แตกต่างกันมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ทั้งนี้การเตรียมผงเปลือกกล้วยไข่ด้วยวิธีการบดแห้งให้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด รองลงมาคือ การบดเปียก และการบดแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อน ($P < 0.05$) ผงเปลือกกล้วยไข่ดิบที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีการบดแห้งจะมีปริมาณไขมัน โปรตีน สตาร์ชสูงมากกว่าผงเปลือกกล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีอื่น ($P < 0.05$) ในขณะที่วิธีการบดแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อนสามารถกำจัดไขมันออกได้ดีที่สุด ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องการ Wachirasiri *et al*. (2009) ที่รายงานว่าการบดแห้งลวกน้ำร้อนสามารถกำจัดไขมันออกจากเปลือกกล้วยดิบได้ที่ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากมาจากไขมันบางชนิด เช่น polyphosphoinositides lysophospholipids acylcarnitines และ coenzyme A esters มีสมบัติละลายน้ำได้ (Cristie, 1993) อีกทั้งผงเปลือกกล้วยไข่ดิบที่ผ่านวิธีการบดแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อนมีสตาร์ชน้อยที่สุด 11.26 g/100 g dry matter ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากการลวกด้วยน้ำร้อนมีผลทำให้สตาร์ชเกิดเจล โดยสตาร์ชจับกับน้ำ และเกิด enzymatic hydrolysis (Hall, 2003) และวิธีการบดเปียกและบดแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อนยังทำให้ผงเปลือกกล้วยไข่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลและแทนนินน้อยกว่าวิธีการบดแห้ง

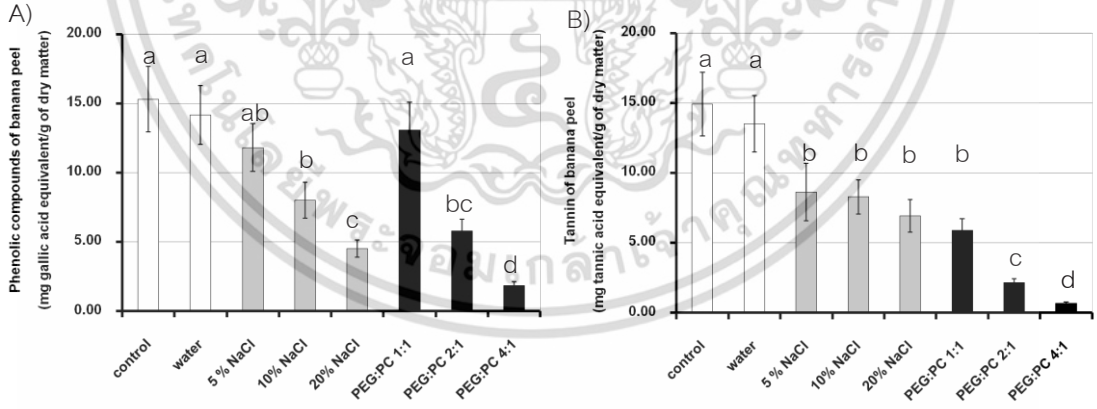

Figure 1 Total phenolic content (A) and tannin (B) of banana peel after soaking in sodium chloride (NaCl) nd polyethylene glycol (PEG) solutions at different concentrations for 5 min. PEG:PC, g/g phenolic compounds in banana peel solution of polyethylene glycol. The results are presented as means of triplicate measurements and standard deviations (bar). a-d Different letters within each measurement indicate that values are significantly different ($P < 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่า ผงเปลือกกล้วยไข่ดิบมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักมีค่าอยู่ในช่วง 90.24-95.36 g/ 100 g dry matter ซึ่งผงเปลือกกล้วยไข่ดิบเป็นแหล่งใยอาหารทั้งหมด มีค่าอยู่ในช่วง 75.25-80.12 g/ 100 g dry matter เช่นเดียวกันการศึกษาของ Femenia *et al*. (1997) Larrauri (1999) และ Wachirasiri *et al*. (2009) ที่พบว่า ผงเปลือกกล้วยดิบเป็นแหล่งของใยอาหาร มีใยอาหารเป็นองค์ประกอบมากกว่า 80 g/ 100 g dry matter อีกทั้งใยอาหารของผงเปลือกกล้วยไข่ดิบในทุกตัวอย่างประกอบด้วยใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำและที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 64.99-67.70 และ 10.26-12.89 g/ 100 g dry matter ตามลำดับ โดยใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ ประกอบด้วยเฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และลิกนิน อยู่ในช่วง 13.44-15.09 27.99-37.89 และ 3.78-6.68 g/ 100 g dry matter ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับการศึกษาของ Aregheore (2005) ที่พบว่าใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำในใยอาหารของเปลือกกล้วยประกอบด้วยเฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งมีปริมาณ 10.1 25.6 และ 12.3 g/ 100 g dry matter ตามลำดับ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำเหล่านี้ช่วยควบคุมระบบขับถ่ายและเพิ่มกากอาหารในอุจจาระ (Grigelmo-Miguel *et al*., 1999a) ส่วนปริมาณของใยอาหารที่ละลายน้ำในผงเปลือกกล้วยไข่ดิบสอดคล้องกับการศึกษาของ Wachirasiri *et al*. (2009) รายงานว่าผงเปลือกกล้วยดิบมีปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 12.84-17.84 g/ 100 g dry matter ซึ่งมีปริมาณมากกว่าในกากองุ่น (4-6 g/ 100 g wet matter) กากมะนาว (6-9 g/ 100 g dry matter) และกากส้ม (10 g/ 100 g dry matter) (Grigelmo-Miguel and Martin-Bellsos, 1999b) ใยอาหารที่ละลายน้ำในเปลือกกล้วยประกอบด้วย เพคตินฟรุคแตนส์ โอลิโกแซคคาไรด์และอะราบิโนไซเลน (Madhav and Pushpalatha, 2002; HappiEmaga *et al*., 2008; Rodriguez *et al*., 2006; Zhang *et al*., 2004) ดังนั้นผงเปลือกกล้วยไข่ดิบจึงเป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำที่ดีเช่นเดียวกัน

4. ผลของการเตรียมต่อสมบัติทางกายภาพของผงเปลือกกล้วยไข่

ผลของการเตรียมต่อสมบัติทางกายภาพของผงเปลือกกล้วยไข่ดิบ พบว่า ผงเปลือกกล้วยไข่ดิบที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีการบดเปียกมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันมากกว่าผงเปลือกกล้วยไข่ดิบที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีบดแห้ง ($P< 0.05$) แต่เมื่อนำผงเปลือกกล้วยไข่ดิบที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีบดแห้งไปลวกน้ำร้อน กลับพบว่าผงเปลือกกล้วยไข่ดิบมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันไม่แตกต่างกับผงเปลือกกล้วยไข่ดิบที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีการบดเปียก ($P > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของโศรดา วัลภา และคณะ (2552) ที่ได้ทำการศึกษาผลกระบวนการเตรียมต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารจากเปลือกมะม่วงแก้ว พบว่าใยอาหารจากเปลือกมะม่วงแก้วที่เตรียมด้วยวิธีการบดเปียกมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมัน มากกว่าใยอาหารจากเปลือกมะม่วงแก้วที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีบดแห้ง ($P< 0.05$) แต่เมื่อนำไปลวกน้ำร้อน กลับพบว่าผงเปลือกและเนื้อกล้วยไข่ดิบมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ความสามารถในการอุ้มน้ำขึ้นอยู่ปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำ (Marin *et al*., 2007) และมีโปรตีนมาก แต่ไขมันน้อย (Yamazaki *et al*., 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Yield and chemical composition of green banana peel power prepared by different methods[1].

Items[2]	Wet milling	Dry milling	Dry milling and hot water washing
Yield	50.20±0.91[b]	76.13± 1.22[a]	45.35±0.77[c]
Ash	4.16 ± 0.22[c]	5.96 ± 0.01[a]	5.13 ± 0.14[b]
Fat	2.79 ± 0.01[b]	3.38 ± 0.07[a]	2.56 ± 0.01[c]
Protein	0.43±0.04[a]	0.42±0.05[a]	0.41±0.05[a]
Carbohydrate	92.63±0.25[c]	90.24±0.12[a]	91.91±0.10[b]
Fiber	66.02±1.19[b]	62.79±2.11[a]	67.66±0.50[b]
Hemicellulose	13.44±0.70	14.52±0.51	15.09±0.49
Cellulose	33.80±0.10[b]	27.99±0.26[a]	37.89±0.32[c]
Lignin	3.78±0.02[a]	5.28±0.71[b]	6.68±0.09[c]
Total sugar	0.20±0.01[a]	0.35±0.02[b]	0.12±0.00[c]
Starch	14.03±0.45[a]	14.64±0.25[a]	11.26±0.24[b]
Phenolic compounds	1.50±0.03[a]	1.19±0.03[b]	1.02±0.11[c]
Tannin	0.64±0.00[a]	0.60±0.01[a]	0.39±0.03[b]
Total dietary fiber	78.48±0.50[b]	75.25±1.00[a]	80.12±0.67[c]
Soluble dietary fiber	12.89±0.37[a]	10.26±0.52[b]	12.42±0.28[a]
Insoluble dietary fiber	65.59±0.93[ab]	64.99±0.73[a]	67.70±0.88[b]

[1] Values are means standard deviations of triplicate measurements. Treatments followed by different letter in a row were significant different (P< 0.05).

[2] Units of yield, proximate composition, total sugar, total dietary fiber, soluble dietary fiber and insoluble dietary fiber are g/100 g dry matter; unit of phenolic compounds is mg gallic acid equivalent/g dry matter; unit of tannin is mg tannic acid equivalent/g dry matter.

นอกจากนี้ ความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันเป็นสมบัติที่บ่งบอกถึงความเป็น emulsifier ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันสูงได้ ซึ่งการอุ้มน้ำมันขึ้นอยู่กับผิวสัมผัส ความหนาแน่นความหนา และสมบัติการชอบน้ำ (Femenia *et al*., 1997) โดยผงเปลือกกล้วยไข่ดิบมีค่าการอุ้มน้ำมันอยู่ในช่วง 5.89-6.12 g oil/g dry mater (Table 3) ในขณะที่ใยอาหารจากพืชและส้มมีค่าการอุ้มน้ำมันเพียง 1 และ 1.2 g oil/g fiber เท่านั้น (Grigelmo-Miguel *et al*., 1999a; 1999b) ดังนั้นผงเปลือกกล้วยไข่ดิบจึงมีค่าการอุ้มน้ำมันอยู่ในระดับสูง ซึ่งอาจความสามารถในการดูดซับน้ำมันและคลอเลสเตอรอลได้ (Wachirasiri *et al*., 2009)

อีกทั้งผงเปลือกกล้วยไข่ดิบเตรียมด้วยวิธีการบดแบบแห้งลวกน้ำร้อน มีค่า L^* สูงกว่าวิธีการเตรียมอื่น ๆ ($P < 0.05$) เท่ากับ 38.42±0.61 (Table 3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลวกน้ำร้อนสามารถละลายน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในเปลือกกล้วยไข่ดิบ ทำให้ผงเปลือกกล้วยไข่ดิบที่เตรียมด้วยวิธีการบดแบบแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อนมีปริมาณน้ำตาลเป็นองค์ประกอบน้อยที่สุด ซึ่งอาจส่งผลให้เปลือกกล้วยไข่ดิบที่เตรียมด้วยวิธีการดังกล่าวเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลน้อยกว่าเปลือกกล้วยไข่ดิบที่เตรียมด้วยวิธีการอื่น นอกจากนี้ค่า a^* และ b^* ของผงเปลือกกล้วยไข่ดิบที่เตรียมด้วยวิธีการบดแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อนต่ำกว่าผงเปลือกกล้วยที่เตรียมด้วยวิธีการบดแห้งและบดเปียก ($P < 0.05$) เท่ากับ 4.74±0.52 และ 14.84±0.62 ตามลำดับ ในขณะที่ผงกล้วยไข่ดิบ พบว่า ค่า a^* มีค่าสูงกว่าผงเปลือกกล้วยที่เตรียมด้วยวิธีการบดแห้งและบดเปียก ($P < 0.05$) ซึ่งเท่ากับ 3.73±0.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Physical properties of green banana peel powder prepared by different methods[1].

Items[2]	Wet milling	Dry milling	Dry milling and hot water washing
Water holding capacity	12.65±0.12[a]	10.15±0.25[b]	12.10±0.14[a]
Oil holding capacity	6.12±0.09[ab]	5.89±0.21[b]	6.31±0.09[a]
a_w	0.35±0.02	0.33±0.06	0.31±0.04
*L**	33.41±0.27[a]	36.41±0.69[b]	38.42±0.61[c]
*a**	5.59±0.26[a]	4.83±0.41[ab]	4.74±0.52[b]
*b**	15.04±0.25[a]	18.98±0.63[b]	13.98±0.62[c]

[1] Values are means standard deviations of triplicate measurements. Treatments followed by different letter in a row were significant different (P< 0.05).

[2] Units of water holding capacity is g water/g dry mater; unit of oil holding capacity is g oil/g dry mater.

5. ผลของการเตรียมต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผงเปลือกกล้วยไข่ดิบ

จากการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผงเปลือกกล้วยไข่ดิบด้วยวิธีการเตรียมแตกต่างกัน พบว่า ผงเปลือกกล้วยไข่ดิบที่เตรียมด้วยวิธีทุกวิธีมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ที่สามารถอุณหภูมิสูงต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า (มอก. 638-2529) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 6 log cfu/g นอกจากนี้ ทุกตัวอย่างยังมีการปนเปื้อนราและยีสต์น้อยกว่า 1 log cfu/g ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแป้งกล้วย (มผช. 1375/2550) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า (มอก. 638-2529) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 2.70 และ 2 log cfu/g ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Microbiological loading (log cfu/g) of green banana peel powder prepared by different methods[1].

Types of microbial	Wet milling	Dry milling	Dry milling and hot water washing
Mesophile	1.37±0.08[a]	1.74±0.19[b]	1.52±0.09[ab]
Thermophile	ND[2]	1.94±0.02	1.86±0.02
Yeast and mold	ND	ND	ND

[1] Values are means standard deviations of triplicate measurements. Treatments followed by different letter in a row were significant different (P< 0.05).

[2] ND = detected less than 1 log cfu/g

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การกำจัดสารประกอบฟีนอลในเปลือกกล้วยไข่ดิบด้วยวิธีการแช่ในสารละลายโพลีเอทิลีนไกลคอลความเข้มข้น 4.0 g/g ของสารประกอบฟีนอลในเปลือกกล้วยไข่ สามารถลดปริมาณสารประกอบฟีนอล และแทนนินในเปลือกกล้วยไข่ดิบได้มากที่สุด และการเตรียมผงเปลือกกล้วยไข่ดิบด้วยวิธีการบดแห้งร่วมกับลวกน้ำร้อนมีองค์ประกอบทางเคมี โดยเฉพาะปริมาณใยอาหารและสตาร์ช สมบัติทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลินทรีย์เหมาะสมที่นำไปประยุกต์ใช้ในอาหารต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินแผ่นดิน มหาวิทยาลัยทักษิณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งข้าวเจ้า (มอก. 638-2529). กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2550. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแป้งกล้วย (มผช. 1375/2550). กระทรวงอุตสาหกรรม.

โศรดา วัลภา กุลรภัส วชิรศิริ ดำรงชัย สิทธิสำอางค์ และฐิติชญา สุวรรณทัพ. 2552. ผลของกระบวนการเตรียมต่อองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารจากเปลือกมะม่วงแก้ว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 40:141-144.

AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Edition. Grami, B., ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.

Aregheore, E.M. 2005. Evaluation and utilization of Noni (*Morinda citrifolia*) juice extract waste in complete diets of goats. Livestock Research for Rural Development. 17. Art. #39. Available at: http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/4/areg17039.htm. 29 September 2008.

Anhwange, B.A., T.J. Ugye and T.D. Nyiaatagher. 2009. Chemical composition of Musa sapientum (banana) peels. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry. 8: 437-442.

Caussiol, L. 2001. Postharvest quality of conventionally and organically grown banana fruit. Thesis of Master of Science by Research in Postharvest Technology, Institute of Agritechnolgy, Cranfield University at Silsoe.

Cristie, W.W. 1993. Preparation of lipid extracts from tissues. In Advances in Lipid Methodology, W.W.Cristie, editor. Oily Press, Dundee, Scotland, pp. 195-213.

Daramola, B. and S.A. Osanyinlusi. 2006. Production, characterization and application of banana (*Musa* spp.) flour in whole maize. African J. Biotechnol. 5: 992-995.

Dubois, M.K., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analyt. Chem. 28: 350-356.

Femenia, A., C. Lefebvre, Y. Thebaudin, J. Robertson and C. Bougeois. 1997. Physical and sensory properties of model food supplemented with cauliflower fiber. J. Food Sci. 62: 635-639.

Figuerola, F., M.L. Hurtado, A.M. Estevez, I. Chiffelle and F. Asenjo. 2005. Fiber concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fiber sources for food enrichment. Food Chem. 9: 395-401.

Grigelmo-Miguel, N. and O.M. Martin-Belloso. 1999a. Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. Food Res. Int. 31: 355-361.

Grigelmo-Miguel, N. and O.M. Martin-Belloso. 1999b. Comparison of dietary fiber from by-products of processing fruits and greens and from cereals. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie. 32: 503-508.

Hall, M.B. 2003. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. J Anim. Sci. 81: 3226-3232.

HappiEmaga, T., R.H. Andrianaivo, B. Wathelet, J.T. Tchango and M. Paquot. 2007. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. Food Chem. 103: 590-600.

HappiEmaga, T., B. Wathelet and M. Paquot. 2008. Changements texturaux et biochimiques des fruits du bananier au cours de la maturation. Leur influence sur l a préservation de la qualité du fruit et la maîtrise de la maturation. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 12: 89-98.

Kim, K.H., R. Tsao, R. Yang and S.W. Cui. 2006. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effects of hydrolysis conditions. Food Chem. 95: 466–473.

Larrauri, J.A., P. Ruperez, B. Borroto and F. Saura-Calixto. 1996. Mango peels as a new tropical fiber : preparation and characterization. Lebeensmittel-Wissenschaft und Technologie. 29: 729-733.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Madhav, A. and P.B. Pushpalatha. 2002. Characterization of pectin extracted from different fruit wastes. J. Trop. Agric.40: 53-55.

Marin, F.R., C. Soler-Rivas, O. Benavente-Garcia, J. Castillo and J.A. Perez-Alvarez. 2007. By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibers. Food Chem. 100: 736-741.

Nago, M.C., J.D. Hounhouigan, N. Akissoe, E. Zanou and C. Mestres. 1998. Characterization of the Beninese traditional Ogi, a fermented maize slurry: Physicochemical and Microbiological aspects. Int. J. Food Sci. Tech. 33: 307-315.

Prosky, L., N.G. Asp, T.F. Schweitzer, W.J. DeVries and I. Furda. 1988. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Inter-laboratory. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 71: 1017-1024.

Rodriguez, R., A. Jimenez, J. Fernandez-Bolanos, R. Guillen and A. Heredia. 2006. Dietary fiber from vegetable products as source of functional ingredients. Trends Food Sci. Technol. 17: 3-15.

Salem, H.B., A. Nefzaoui, L.B. Salem and J.L. Tisserand. 1999. Intake, digestibility, urinary excretion of purine derivatives and growth by sheep given fresh, air-dried or polyethylene glycol-treated foliage of Acacia cyanophylla Lindl. Anim. Feed Sci. Technol. 78: 297-311.

Wachirasiri, P., S. Julakarangka and S. Wanlapa. 2009. The effects of banana peel preparations on the properties of banana peel dietary fiber concentrate. Songklanakarin J. Sci. Technol. 31: 605-611.

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

Yamazaki, E., K. Murakami and O. Kurita. 2005. Easy preparation of dietary fiber with the high water-holding capacity from food sources. Plant Foods Hum. Nutr. 60: 17-23.

Zhang, P., J.L. Wampler, A.K. Bhunia, K.M. Burkholder, J.A. Patterson and R.L. Whistler. 2004. Effects of arabinoxylans on activation of murine macrophages and growth performance of broiler chicks. Cereal Chem. 81: 511-514.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้