Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 745-748 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 745-748 (2554)

การผลิตและสมบัติเชิงหน้าที่ของแป้งกล้วย

Processing and functional properties of banana flour

ณัฐจรีย์ จิรัคคกุล[1] **และ** Sudip K. Rakshit[2]
Natcharee Jirukkakul[1] and Sudip K. Rakshit[2]

Abstract

Banana cv. Kluai Namwa (*Musa* ABB) at the mature green stage was selected for a study on changes in total soluble solids (TSS) content of the flesh during the ripening process at ambient temperature (26-30°C). On days 1 and 2 after harvest, banana flesh had the lowest TSS content (7.4-7.6%). It increased to a stable level of 29.12% on day 8. As a result, banana flour should be prepared from banana at the early stage of ripening (2 days after harvest). Three types of banana flour derived from Kluai Namwa (*Musa* ABB), Kluai Khai (*Musa* AA) and Kluai Hom (*Musa* AAA) harvested at the mature green stage, were analyzed for functional properties. The moisture content, color, swelling, solubility and viscosity of the flour were determined. Kluai Namwa flour had the highest amylose content, lightness and viscosity (77.63%, 90.12 and 383.75, respectively) compared to Kluai Khai and Kluai Hom flour. Banana flour could be utilized in food systems to improve properties of food products and to reduce production cost. It might become an alternative form of starch flour.

Keywords: banana, flour, functional properties, total soluble solids

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของของแข็งที่ละลายได้ในของเหลว (TSS) ระหว่างการสุกของผลกล้วยน้ำว้าแก่จัดแต่ผิวยังมีสีเขียวที่อุณหภูมิห้องพบว่า วันที่ 1-2 หลังการเก็บเกี่ยว เนื้อกล้วยมี TSS น้อย (7.44-7.62%) หลังจากนั้น TSS เพิ่มขึ้นถึง 29.12% ในวันที่ 8 หลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นกล้วยที่ควรนำมาผลิตแป้งกล้วยจึงเป็นช่วงการสุกระยะแรก คือวันที่ 1-2 หลังการเก็บเกี่ยว การศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของแป้งจากกล้วยสามสายพันธุ์ คือ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม ในระยะแก่จัดแต่ผิวยังมีสีเขียว คือ ความชื้น อะไมโลส สี การพองตัว การละลาย และความหนืด พบว่ากล้วยน้ำว้ามีปริมาณอะไมโลส ความสว่าง และความหนืด มากกว่ากล้วยไข่และกล้วยหอม (77.63%, 90.12 and 383.75, ตามลำดับ) แป้งกล้วยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อาหาร, ลดต้นทุนการผลิต และยังเป็นแหล่งของแป้งทางเลือกหนึ่งอีกด้วย

คำสำคัญ: แป้งกล้วย สมบัติเชิงหน้าที่ ของแข็งที่ละลายได้ในของเหลว

คำนำ

กล้วยเป็นพืชเขตร้อนชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภค ในปี 2552 ประเทศไทยมีการผลิตกล้วย 1.5 ล้านตัน จากพืชที่เพาะปลูก 866,410 ไร่ โดยกล้วยน้ำว้ามีผลผลิต 73% และพื้นที่เพาะปลูก 79% ของกล้วยทั้งหมด แต่กล้วยน้ำว้ามีการส่งออกเพียง 0.87% ของการส่งออกกล้วยทั้งหมดในปี 2552 โดยกล้วยที่ส่งออกมากที่สุดคือ กล้วยหอมและกล้วยไข่ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2553) แสดงว่ากล้วยน้ำว้ามีการบริโภคภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ กล้วยน้ำว้าสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี หลังจากออกปลี 100 - 110 วัน กระบวนการสุกของกล้วยแบ่งเป็น 7 ขั้น ระหว่างการสุกส่วนประกอบทางเคมี และลักษณะภายนอกจะเปลี่ยนแปลง คือสีของเปลือกเปลี่ยนจากเขียวเป็นเหลือง เนื้อสัมผัสนิ่มขึ้นและแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล (Siriboon and Banlusilp, 2004) กล้วยเป็นแหล่งอาหารและพลังงานสำหรับมนุษย์ เนื่องจากกล้วยสุกประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 23.43% โปรตีน 1.03% ไขมัน 0.48% ใยอาหาร 2.40% และพลังงาน 385 กิโลจูล (92 กิโลแคลลอรี่) ต่อ 100 กรัมเนื้อกล้วย (The world plant, 2008) สามารถนำมาผลิตกล้วยผง กล้วยกวน กล้วยบวดชี ซอสกล้วย อาหารเสริมสำหรับเด็ก หรือบริโภคสด (Adao and Gloria, 2005) ส่วนกล้วยที่ยังไม่สุกสามารถนำมาผลิตเป็นแป้งกล้วย เพื่อเป็นส่วนประกอบของอาหารหรือยา

[1] เทคโนโลยีอาหาร, สายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, วิทยาเขตหนองคาย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, หนองคาย 43000
[1] Food Technology, Science and Technology, Nong Khai Campus, Khon Kaen University, Nong Khai 43000
[2] วิศวกรรมอาหารและเทคโนโลยีชีวภาพ, สำนักวิชาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรและการพัฒนา, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, คลองหลวง, ปทุมธานี 12120
[2] Food Engineering and Bioprocess Technology, School of Environment, Resources and Development, Asian Institute of Technology, Klong Luang, Pathumthani 12120

(Rodriguez-Ambriz *et al*. 2008) แป้งกล้วยมีปริมาณแป้ง 73.4% (Dangaran *et al*., 2006) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับแหล่งพลังงานจากแป้งที่สามารถลดต้นทุนการผลิต และยังเป็นการลดการสูญเสียของกล้วยที่ปล่อยให้สุกจนเน่าเสีย แต่แป้งกล้วยยังไม่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม จะมีเพียงการผลิตเพื่อใช้ในครัวเรือน ดังนั้นสมบัติของแป้งกล้วยจึงเป็นที่น่าสนใจในการศึกษาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์และพัฒนาไปสู่ระดับอุตสาหกรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวกล้วยน้ำว้าจำนวน 6 หวี หลังออกปลีแล้ว 100 วัน นำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26-30°ซ) ปั่นเนื้อกล้วยและวัดค่า total soluble solids (TSS) ด้วย hand refractometer ทุกวันจนกระทั่งค่า TSS คงที่ ในการผลิตแป้งกล้วย เริ่มจากการล้างกล้วย 3 สายพันธุ์ คือ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม ในระยะแก่จัดแต่เปลือกยังคงมีสีเขียวที่ได้จากตลาดไท จากนั้นหั่นเป็นแว่นหนาประมาณ 1 ซม. แช่ในสารละลายกรดซิตริก 1% เพื่อป้องกันการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจากเอนไซม์ (FFTC, 2005) ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ ทำให้แห้งด้วยตู้อบอุณหภูมิ 55 °ซ นาน 8 ชม. บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช เก็บในที่แห้งเพื่อรอการนำไปหาปริมาณความชื้นด้วยวิธี AOAC (2002) หาปริมาณอะไมโลสด้วยวิธี iodine calorimetry (Juliano, 1972) หาค่าสี ด้วยเครื่อง HunterLab spectrocolorimeter หาการพองตัวและการละลายด้วยวิธีของ Nunez-Santiago *et al*. (2004) และหาค่าความหนืดด้วยเครื่อง rapid viscosity analyzer (RVA)

ผล

กล้วยดิบมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักที่ถูกเปลี่ยนโครงสร้างไปเป็นน้ำตาลเมื่อกล้วยสุก TSS ของกล้วยส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครส (Cordenunsi and Lajolo, 1995) จากการทดลอง TSS เพิ่มจาก 7.6% เป็น 29% หลังการเก็บเกี่ยว 8 วัน (Figure 1)

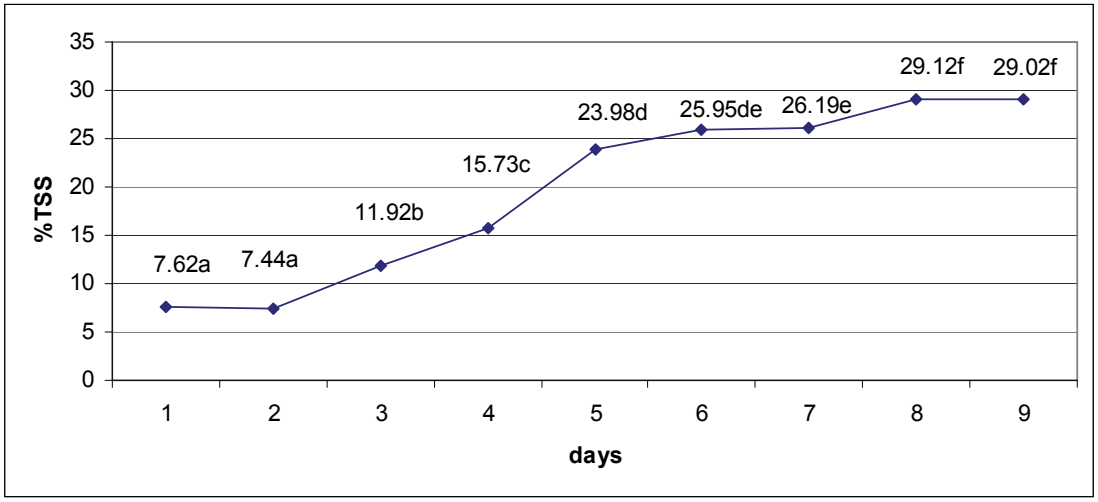

Figure 1 %Total soluble solids content of ripening bananas after 1-9 days in storage at ambient temperature (26-30°C.

แป้งกล้วยมีน้ำหนักน้อยกว่ากล้วยสดถึง 10 เท่า มีค่าอยู่ในช่วง 6.61-7.67%(wb) แป้งจากกล้วยน้ำว้ามีปริมาณอะไมโลส 37.63% สูงกว่าแป้งจากกล้วยไข่และกล้วยหอม ค่าความสว่าง (L) ของแป้งจากกล้วยน้ำว้ามีค่ามากกว่าแป้งจากกล้วยไข่และกล้วยหอม ส่วนค่า b มีค่าน้อยกว่าแป้งจากกล้วยไข่และกล้วยหอม ที่ 60°ซ แป้งจากกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม มีค่าการพองตัว 30.13, 27.04 และ 34.24 ตามลำดับ และการละลายมีค่า 18.16, 34.10 และ 20.41% ตามลำดับ (Table 1) แป้งจากกล้วยน้ำว้ามีค่าความหนืดเมื่อแป้งพองตัว (peak viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough) ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) และ ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback viscosity) สูงที่สุด แสดงให้เห็นว่ามีการรวมตัวกับน้ำได้ดี ส่วนกล้วยไข่มีค่าความต้านทานความร้อนได้ดีที่แสดงได้ด้วยค่า ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown viscosity) และกล้วยหอมใช้เวลาในการทำให้สุกสั้น (Table 2)

Table 1 The properties of Kluai Namwa, Kluai Khai and Kluai Hom flour (wet basis)

Banana cultivar	Moisture content (%)	Amylose content (%)	L value	b value	Swelling power	Solubility (%)
Kluai Namwa	6.76±0.11a	37.63±0.08c	90.12±0.07c	15.83±0.06a	30.13±1.46a	18.16±5.73a
Kluai Khai	7.67±0.06b	25.59±0.00b	85.03±0.07a	17.65±0.04b	27.04±1.49a	34.10±4.00b
Kluai Hom	6.61±0.09a	25.10±0.11a	87.22±0.03b	15.89±0.05a	34.24±2.23b	20.41±2.23a

Table 2 RVA properties of Kluai Namwa, Kluai Khai and Kluai Hom flour (wet basis)

Banana cultivar	Peak viscosity (RVU)	Trough (RVU)	Breakdown viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback viscosity (RVU)	Peak time (min)	Pasting (^{O}C)
Kluai Namwa	549.94±3.62b	320.08±2.14c	229.86±1.51b	383.75±1.64c	63.67±3.77c	4.82±0.04b	76.50±1.24ab
Kluai Khai	325.33±6.67a	193.72±4.41a	131.61±2.29a	239.00±2.75a	45.28±1.83b	4.95±0.04c	75.17±0.03a
Kluai Hom	538.98±10.67b	228.00±0.14b	310.97±10.82c	264.17±2.16b	36.17±2.05a	4.53±0.00a	77.23±0.46b

วิจารณ์ผล

กล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยวที่ระยะแก่จัดแต่เปลือกยังมีสีเขียวมีปริมาณแป้งมากและเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเมื่อกล้วยสุก ค่า total soluble solids (TSS) จะเพิ่มขึ้นจนถึงประมาณ 29% หลังการเก็บเกี่ยว 8 วัน สอดคล้องกับการทดลองของ Siriboon and Bunlusilp (2004) และ Emaga *et al*. (2007) ที่ค่า TSS เพิ่มจาก 6 เป็น 30% และ จาก 4.2 เป็น 38.3% ตามลำดับ แสดงว่าหลังการเก็บเกี่ยว 1-2 วันแรก กล้วยมีปริมาณแป้งมากเหมาะสำหรับการผลิตแป้งกล้วย

ปริมาณความชื้นของแป้งกล้วยขึ้นอยู่กับการทำแห้งและการเก็บรักษา ซึ่งควรมีค่าต่ำกว่า 14% (wb) เพื่อรักษาคุณภาพของแป้งจากการทำลายของจุลินทรีย์และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ปริมาณอะไมโลสจากกล้วยน้ำว้าที่มีค่า 37.63% ใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Siriwong *et al*. (2003) และ Prabha and Bhagyalakshmi (1998) ที่มีค่า 32 และ 38% ในวันที่ 2 หลังการเก็บเกี่ยว ส่วนแป้งจากกล้วยไข่และกล้วยหอมที่มีปริมาณอะไมโลสประมาณ 25% มีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Vieira da Mota *et al*. (2000) ที่มีค่า 19-23% ค่า L จากผลการทดลองมีค่ามากกว่าผลจาก Waliszewski *et al*. (2003) ที่มีค่าเพียง 73.6 ความสว่างที่มีค่าน้อยอาจเกิดจากสายพันธุ์ของกล้วยและการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์ที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตแป้งกล้วย ในการทดลองนี้ได้ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวด้วยการแช่สารละลายกรดซิตริกจึงมีส่วนทำให้ค่า L ของกล้วยน้ำว้าสูงถึง 90.12 การพองตัวและการละลายมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Zhang *et al*. (2005), Nimsung *et al*. (2007) และ Torre-Gutierrez (2008) โดยค่าการพองตัวและการละลายมีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจาก 65 ถึง 95 °ซ การพองตัวเกิดขึ้นเมื่อโครงสร้างอสัณฐานและผลึกภายในแป้งถูกรบกวนด้วยอะไมโลส ทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจนในส่วนอสัณฐานจากการดูดซึมน้ำ การละลายเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิเจลาทิไนเซชัน ทั้งการพองตัวและการละลายของแป้งกล้วยมีประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร กราฟ RVA แสดงความหนืดที่เพิ่มขึ้นเมื่อการให้ความร้อน และความหนืดเพิ่มสูงขึ้น แกรนูลพองตัวจนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ในที่สุดแป้งกล้วยที่มีความเข้มข้นสูงจะเกิดรีโทรเกรเดชันเมื่อหล่อเย็น แป้งกล้วยหอมมีสมบัติใกล้เคียงกับแป้งมันฝรั่ง (Zaidul *et al*., 2007) ที่แสดงค่าความหนืดเมื่อแป้งพองตัว (peak viscosity)และความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown viscosity) สูงแต่ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback viscosity) และปริมาณอะไมโลสต่ำ และยังมีค่าใกล้เคียงกับแป้งกล้วยของ Daramola and Osanyinlusi (2006) ที่มีค่าความหนืดเมื่อแป้งพองตัว (peak viscosity) ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown viscosity) และความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) 434.75, 115.42-487.92 และ 355.00-504.92 RVU ตามลำดับ

สรุป

กล้วยในระยะ 1-2 วันหลังการเก็บเกี่ยว มีปริมาณแป้งเหมาะสมในการผลิตแป้งกล้วย แป้งจากกล้วยน้ำว้ามีค่าปริมาณอะไมโมส ความสว่าง และความหนืด มากกว่าแป้งจากกล้วยไข่และกล้วยหอม นอกจากนั้นยังมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต

มาก จึงเป็นแป้งอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และลดต้นทุนการผลิต นอกจากนั้นยังทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นอีกด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและรัฐบาลไทยในการสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2553. กล้วย: ผลไม้ไทยที่ควรเร่งพัฒนาให้เป็นอุตสาหกรรม. ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.positioningmag.com (03/05/2554).

Adao, R.C. and M.B.A. Gloria. 2005. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*). Food Chemistry 90: 705-711.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2002. Official Methods of Analysis, 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.

Cordenunsi, B.R. and F.M. Lajolo. 1995. Starch breakdown during banana ripening: sucrose synthase and sucrose phosphate synthase. Journal of Agricultural and Food Chemistry 43(2): 347-351.

Dangaran, K.L., J. Renner-Nantz and J.M. Krochta. 2006. Whey Protein-Sucrose Coating Gloss and Integrity Stabilization by Crystallization Inhibitors. Journal of Food Science 71: E152–E157.

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

Emaga, T.H., 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 Chemistry 103: 590-600.

Food and Fertilizer Technology Center (FFTC). 2005. Processing of banana flour. Food and Fertilizer Technology Center (FFTC). [Online]. Available source: http://www.fftc.agnet.org. (13/03/2007).

Juliano, B.O. 1972. Rice Chemistry and Technology. Cereal Chemists. Minnesota. 1674 p.

Leite J.B., M.C. Mancini and S.V. Borges. 2007. Effect of drying temperature on the quality of dried bananas cv. prata and d'a´gua. LWT-Food Science and Technology 40: 319–323.

Nimsung P., M. Thongngam and O. Naivikul. 2007. Compositions, Morphological and Thermal Properties of Green Banana Flour and Starch. Kasetsart Journal (Nat. Sci.) 41: 324 – 330.

Núñez-Santiago, M.C., L.A. Bello-Pérez and A. Tecante. 2004. Swelling-solubility characteristics, granule size distribution and rheological behavior of banana (*Musa paradisiaca*) starch. Carbohydrate Polymers 56: 65-75.

Prabha, T.N. and N. Bhagyalakshmi. 1998. Carbohydrate metabolism in ripening banana fruit. Phytochemestry 48: 915-919.

Rodríguez-Ambriz, S.L., J.J. Islas-Hernández, E. Agama-Acevedo, J. Tovar and L.A. Bello-Pérez. 2008. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. Food Chemistry 107: 1515-1521.

Siriboon, N. and P. Banlusilp. 2004. A study on the ripening process of 'Namwa' banana. Assumtion Journal of Technology 7: 159-164.

Siriwong, W., V. Tulyathan and Y. Waiprib. 2003. Isolation and physicochemical characterization of starches from different banana varieties. Journal of Food Biochemistry 27: 471-484.

The world plants. 2008. Properties of banana. The world plants. [Online]. Available source: http://www.botanical-online.com, (11/03/2010).

Torre-Gutiérrez L., L.A. Chel-Guerrero and D. Betancur-Ancona. 2008. Functional properties of square banana (*Musa balbisiana*) starch. Food Chemistry 106: 1138-1144.

Vieira da Mota, R., F.M. Lajolo, B.R. Cordenunsi and C. Ciacco. 2000. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. Starch 52: 63-68.

Waliszewski, K.N., M.A. Aparicio, L.A. Bello and J.A. Monroy. 2003. Changes of banana starch by chemical and physical modification. Carbohydrate Polymers 52: 237-242.

Zaidul, I.S.M., N.A.N. Norulaini, A.K.M. Omar, H. Yamauchi and T. Noda. 2007. RVA analysis of mixtures of wheat flour and potato, sweet potato, yam, and cassava starches. Carbohydrate Polymer 69: 784-791.

Zhang, P., R.L. Whistler, J.N. BeMiller and B.R. Hamaker. 2005. Banana starch: production, physicochemcal properties, and digestibility-a review. Carbohydrate Polymers 59: 443-458.