

ผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณและคุณภาพแป้งจากกล้วยชนิดต่างๆ
Effect of Harvesting Stages on Content and Quality of Banana Flour

นฤเทพ เวชภิบาล¹ และ จารุวรรณ บางแวก¹
Naruthep Wechpibal¹ and Charuwan Bangweak¹

¹ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

¹ Postharvest and Processing Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok

ABSTRACT

This research investigated the effect of harvesting stages on content and quality of banana flour. Four varieties of Thai bananas (Kluai Hak Muk, Kluai Nam Wa, Kluai Khai and Kluai Hom) purchased from Phlapphla market, Chanthaburi province, Thailand were studied at 3 harvesting stages; 60, 70 and 80 percent. The experiment was carried out during October 2011 to September 2012 at Postharvest and Processing Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok. The study was designed base on randomized complete block design (RCBD) with 3 treatments and 4 replications. The result revealed that carbohydrate content, fiber content, L value and a* value tended to decrease while ash, protein content and b* value were increased, when harvesting stages increased. Meanwhile, moisture contents of banana flour in 4 varieties at harvesting stage 60 and 70 % were higher than the harvesting stage 80%. Besides, fat contents found in Kluai Khai and Kluai Nam Wa flours at harvesting stage 70 and 80 % were also higher than harvesting stage 60% significantly. However, amylose content in range 30.98-39.93 % was not significantly different in all treatments of 4 varieties banana flours. In addition, values of maximum viscosity and set back in 4 varieties of banana flour at harvesting stage 70% gave the highest result as compared to harvesting stage 60 and 80%. The scanning electron microscope images had shown starch granules of the flour samples in 4 varieties of banana flour which presented oval, elongated and irregular shapes. It was also found that sizes of starch granule in 4 varieties of banana flour were larger as the harvesting stages increased.

Keywords; banana, flour, harvesting stage, carbohydrate

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณและคุณภาพแป้งจากกล้วยชนิดต่างๆ ได้ทำการทดลองจากกล้วย 4 ชนิด ได้แก่ กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยหักมุก ที่อายุการเก็บเกี่ยว 60 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยรับซื้อกล้วยจากตลาดพลับพลา จังหวัดจันทบุรี และทำการทดลองในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงกันยายน 2554 ณ สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ โดยออกแบบการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 กรรมวิธี ๓ ละ 4 ซ้ำ จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ทำให้กล้วยทั้ง 4 ชนิดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต เยื่อใยค่า L และ a* ลดลง ในขณะที่ปริมาณเถ้า โปรตีน และค่า b* จะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณความชื้นในกล้วยทั้ง 4 ชนิดที่ระยะการเก็บเกี่ยว 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นมากกว่าที่ระยะ 80 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พบว่าปริมาณไขมันในแป้งกล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้าที่อายุการเก็บเกี่ยว 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณไขมันสูงกว่าอายุเก็บเกี่ยว 60 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่แป้งกล้วยหอมและหักมุกไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกระยะการเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับปริมาณอะมิโลสที่มีปริมาณร้อยละ 30.98 – 39.93 และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระยะการเก็บเกี่ยวของกล้วยทั้ง 4 ชนิด ส่วนค่า ความหนืดแป้งสูงสุดเฉลี่ย (maximum viscosity) และค่า set back พบว่ากล้วยทั้ง 4 สายพันธุ์ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 70 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอายุการเก็บเกี่ยวที่ 60 และ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตรวจสอบรูปร่างและขนาดของเม็ดแป้งกล้วย โดยใช้กล้อง scanning electron microscope แสดงให้เห็นว่า เม็ดแป้ง (starch granule) กล้วยทั้ง 4 สายพันธุ์มีรูปร่างเป็นวงรี (oval shape) แห้งยาว (elongated) และมีรูปร่างไม่แน่นอน (irregular shape) เมื่อกล้วยมีระยะความแก่เพิ่มมากขึ้น จะพบเม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจำนวนมาก

คำสำคัญ: กล้วย แป้งฟลาวัวร์ อายุเก็บเกี่ยว คาร์โบไฮเดรต

คำนำ

กล้วย (*Musa sapientum* Linn.) เป็นพืชเศรษฐกิจพืชหนึ่งที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรทั่วทุกภาคของประเทศไทย (เบญจมาศ, 2545) การปลูกกล้วยในประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นถึงความนิยมของผู้บริโภค เนื่องจากเนื้อของผลกล้วยมีคุณค่าทางอาหารสูงมาก โดยแป้งกล้วยมีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 84.1 ความชื้นร้อยละ 9.7 โปรตีนร้อยละ 3.1 ไขมันร้อยละ 0.5 แป้งกล้วยดังกล่าวเรียกว่า แป้งฟลาวัวร์ (flour) ซึ่งเป็นแป้งที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ถูกนำมาบดจนละเอียด ภายในแป้งประกอบด้วยสารอาหารและองค์ประกอบต่างๆที่มีอยู่ในวัตถุดิบเดิมทั้งหมด คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย และแร่ธาตุต่างๆ (กล้าณรงค์, 2546) เนื่องจากกล้วยมีไขมันต่ำ และพลังงานสูง กล้วยจึงเป็นอาหารที่แนะนำสำหรับคนชรา ผู้เป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร และเด็กที่ท้องเสียบ่อยๆ กล้วยสามารถลดแก๊สในกระเพาะ ซึ่งเกิดจากความเครียด และยังมีวิตามิน A, B6 และ C อีกด้วย ผลกล้วยสามารถแก้อาการท้องผูก เพราะมีสารเพ็คติน (pectin) สารเพ็คตินช่วยเพิ่มกากอาหารในลำไส้ กากอาหารเมื่อเพิ่มมากถึงระดับหนึ่งจะไปดั่งผนังลำไส้ จะทำการบีบตัวไล่กากอาหารออกทำให้ถ่ายออกได้ มีคำแนะนำในการใช้กล้วยรักษาอาการแน่นจุกเสียดให้นำผลกล้วยดิบ หรืออาจใช้ผลกล้วยดิบที่ฝานบางๆแล้วตากแห้ง และบดให้

ละเอียดเป็นแบ่ง ใช้ผงกล้วยนี้ในปริมาณ 1-2 ช้อนโต๊ะ ใส่ในถ้วยแล้วนำน้ำผึ้ง 1 ช้อนโต๊ะ ผสม ใช้รับประทานเพื่อรักษาอาการแน่น จุกเสียด หรือหากมีอาการท้องเสียก็ใช้ได้เช่นกัน (Ambriz *et al.*, 2008)

การเก็บเกี่ยวกล้วยมักจะเก็บเมื่อกล้วยมีความแก่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับตลาด ถ้าหากต้องมีการขนส่งไปยังที่ไกลๆ หรือเพื่อการส่งออกที่ต้องใช้เวลานาน เช่น ตลาดต่างประเทศจะเก็บเกี่ยวเมื่อผลยังมีเหลี่ยม คือยังไม่เต็มที่มีความแก่ประมาณ 70-80% ถ้าต้องการส่งไปต่างจังหวัดภายในประเทศ ควรเก็บเมื่อแก่เต็มที่ซึ่งจะสุกภายใน 1-2 สัปดาห์ แต่ถ้าส่งตลาดภายในจังหวัด หรือบริเวณใกล้เคียง ควรเก็บเกี่ยวผลที่แก่เต็มที่ ซึ่งจะสุกภายในไม่กี่สัปดาห์ โดยทั่ว ๆ ไปการเก็บเกี่ยวกล้วยมักนิยมพิจารณาขนาดของเหลี่ยมกล้วยเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากความแก่ของผลกล้วยจะมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับมุมของเหลี่ยมผล สำหรับมาตรฐานความแก่ของกล้วยที่ใช้เหลี่ยมของผลเป็นเกณฑ์ (Figure 1) ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมอาจพิจารณาจากลักษณะอื่น เช่น การนับจำนวนวันของกล้วยโดยเริ่มนับจากวันที่ปลีกล้วยโผล่ออกมาให้เห็นจนถึงวันเก็บเกี่ยวได้ หรือเริ่มต้นจากวันที่กาบดอกของหวีแรกเปิดออกจนถึงวันเก็บเกี่ยว หรือการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลกล้วย (สมศักดิ์, 2546) และคุณภาพของผลผลิตยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงมือผู้บริโภค หากระยะเวลาเกินไปอาจทำให้คุณภาพและปริมาณเปลี่ยนแปลงไป เช่น สุกอมเกินไป ทำให้สี กลิ่น รสเปลี่ยน ถ้าหากส่งในปริมาณที่มากอาจทำให้ปริมาณของน้ำหนักเพิ่มขึ้น หรือลดลงไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้ซื้อ เป็นต้น

ปัจจุบันคนไทยให้ความสนใจการบริโภคอาหารประเภทขนมอบ เช่น ขนมปัง เค้ก คุกกี้ และอื่นๆ เพิ่มขึ้น เนื่องจากสะดวกในการซื้อและบริโภค จึงส่งผลให้อุตสาหกรรมใช้วัตถุดิบในการผลิตเพิ่มขึ้นทุกปี แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบทุกชนิด และต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูงขึ้นมาก การใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมการใช้แป้งกล้วยซึ่งเป็นวัตถุดิบท้องถิ่นให้มีบทบาทในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ลดปริมาณนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ นอกจากนี้แป้งกล้วยยังมีกลิ่นเฉพาะตัว มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ตีรวมตัวกับน้ำได้ดีคือ เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวใส เมื่อปล่อยให้เย็นจะเกิดลักษณะคล้ายวุ้นเนื่องจากเป็นแป้งที่มี อะมิโลสสูง จึงทำให้คุณสมบัติพิเศษเฉพาะ เหมาะที่จะนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบและขนมไทยได้ดี วลัย และคณะ (2542) ได้นำแป้งกล้วยมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก คุกกี้ โดนัท ขนมเปียะไหว้พระจันทร์ ในอัตราส่วน 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สามารถนำแป้งกล้วยมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก คุกกี้ โดนัทและขนมเปียะไหว้พระจันทร์ได้สูงสุดในอัตราส่วน 25 25 50 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งกล้วยยังมีลักษณะดีตามลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้นๆ และหากเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยมากกว่านี้ พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะร่วนซุยสีคล้ำ

เนื่องจากปัจจุบันพบว่า บางฤดูกาลผลผลิตของกล้วยจะมีมากกว่าการบริโภค ทำให้บริโภคไม่ทันและราคาตก เป็นผลให้ใช้ประโยชน์ได้น้อยลง อีกทั้งอาจประสบปัญหาอุทกภัยฉับพลันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (climate change) ดังนั้น การศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของกล้วยแต่ละพันธุ์ที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพแป้งกล้วย จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถแก้ปัญหาผลผลิตมากเกินได้ รวมทั้งเป็นแนวทางในการนำแป้งไปแปรรูปเพื่อสร้างรายได้ให้กับครอบครัวและพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมได้ อีกทั้งเป็นการลดมลภาวะของสภาพแวดล้อม ส่งเสริมการใช้วัตถุดิบในประเทศ ลดปริมาณการนำเข้าแป้งสาลีและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหาร

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวต่อปริมาณและคุณภาพแป้งจากกล้วยชนิดต่างๆ

วิธีดำเนินการ

ทำการศึกษาในกล้วยดิบ 4 ชนิด ได้แก่ กล้วยหอม กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหักมุก ที่มีความแก่ 60 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์โดยพิจารณาจากเหลี่ยมของผลกล้วย (เบญจมาศ, 2538) วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 3 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ นำกล้วยแต่ละชนิดมาผลิตเป็นแป้งกล้วย (banana flour) โดยตัดผลกล้วยมาล้างทำความสะอาดในน้ำประปา ปอกเปลือกออกแล้วแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ (sodium metabisulphite) ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที นำกล้วยมาหั่นเป็นแว่นๆ หนาประมาณ 1.0 มิลลิเมตร นำไปตากแดดนาน 3 ชั่วโมง จากนั้นจึงอบด้วยลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้ละเอียดผ่านตะแกรงร้อน (mesh) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.12 มิลลิเมตร แล้วนำแป้งกล้วยที่ผ่านการบดอย่างละเอียดมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น (AOAC,1995) ปริมาณโปรตีนแบบ Buchi-Kjeldahl-System (AOAC,1995) ไขมัน (AOAC,1995) เถ้า (AOAC,1995) เยื่อใย (AOAC,1995) คาร์โบไฮเดรต อะมิโลส (Juliano *et al.*, 1981) สีแป้ง ความหนืด (ดัดแปลงจาก Mota *et al.*, 2000) รูปร่างของแป้งกล้วยและขนาดเม็ดแป้ง (SEM) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และรายงานผลการทดลอง

เวลา ตุลาคม 2554 – กันยายน 2555

สถานที่ ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตผลเกษตร

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต จากการศึกษาพบว่า เมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในกล้วยทั้ง 4 สายพันธุ์มีแนวโน้มลดลง โดยปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 84.93 – 87.48 โดยพบว่าการสุกของกล้วยทำให้คุณค่าทางอาหารเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะแป้งที่มีจะมีมากในผลกล้วยดิบ จะเริ่มลดลง และเปลี่ยนเป็นน้ำตาลมากขึ้น ซึ่งกล้วยที่มีจีโนม AA (กล้วยไข่) และจีโนม AAA (กล้วยหอม) ปริมาณของแป้งจะลดลงอย่างมากเมื่อกล้วยสุก โดยจะเริ่มลดลงเมื่อกล้วยเริ่มมีการเปลี่ยนสี ในขณะที่กล้วยซึ่งมีจีโนม ABB ได้แก่ กล้วยน้ำว้า และ กล้วยหักมุก ปริมาณแป้งลดลงแต่ไม่มากเท่ากล้วยในกลุ่มแรก แต่ปริมาณของกรดมีค่อนข้างสูง ดังนั้นจะเห็นว่ากล้วยเหล่านี้ มักจะมีแป้งมากเมื่อดิบ และแม้สุกและปริมาณแป้งก็ยังมีอยู่มาก (เบญจมาศ, 2545)

ปริมาณความชื้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในกล้วยทั้ง 4 ชนิด พบว่าที่ระยะการเก็บเกี่ยว 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นมากกว่าที่ระยะ 80 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะที่ระยะการเก็บเกี่ยว 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ เซลล์พืชสะสมแป้งได้น้อยกว่า จึงทำให้มีช่องว่างภายในเซลล์มาก ซึ่งเซลล์ส่วนใหญ่จะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง 90-98 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระยะการเก็บเกี่ยว 80 เปอร์เซ็นต์ มีแป้งสะสมมากกว่า จึงทำให้มีช่องว่างน้อยลง (เบญจมาศ, 2545)

ปริมาณเถ้า จากผลการศึกษาพบว่าในกล้วยทั้ง 4 ชนิด เมื่อระยะเวลาการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณเถ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย โดยมีปริมาณร้อยละ 2.02 – 4.10 สาเหตุที่เถ้ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากผลกล้วยจะเกิดการสะสมแร่ธาตุต่างๆ เริ่มตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ในบรรดาแร่ธาตุที่พบมากในกล้วย กล้วย ได้แก่ ธาตุโปแตสเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และแคลเซียม (เบญจมาศ, 2545 และ Bello-Perez *et al.*, 1999)

ปริมาณโปรตีน จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าปริมาณโปรตีนจะเพิ่มขึ้นเมื่อกล้วยเมื่อระยะเวลาการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นในกล้วยทั้ง 4 ชนิด ซึ่งมีปริมาณโปรตีน 5.67 – 6.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณโปรตีนจะมีผลต่อความแข็ง (hardness) เมื่อเคี้ยว (จารุวรรณ และคณะ, 2553) อีกทั้งยังพบกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนจำนวน 16 ชนิดภายในกล้วย โดยกรดอะมิโนที่พบเป็นจำนวนมาก อาทิเช่น อาร์จีนีน กรดแอสปาร์ติก กรดกลูตามิก โพรลีน อะลานีน วาลีน และลิวซีน เป็นต้น แต่จะไม่พบกรดอะมิโนชนิดทริโตนเฟน และซิสเตอีน (Ketiku, 1973)

ปริมาณเยื่อใย พบว่าเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวของกล้วยเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณเยื่อใยน้อยลง โดยพบปริมาณเยื่อใยในอัตราร้อยละ 0.92 – 2.15 สาเหตุที่ปริมาณเยื่อใยลดลง อาจเนื่องจากเยื่อใยอาหารที่พบในกล้วยนั้น ประกอบด้วย เซลลูโลส และลิกนิน จากงานวิจัยของ Kaysu *et al.* (1981) พบว่า ปริมาณ ปริมาณเฮมิเซลลูโลส ในเนื้อกล้วยจะมีปริมาณลดลงเมื่อเข้าสู่กระบวนการสุก จึงทำให้ปริมาณเยื่อใยที่พบในกล้วยลดลง ถ้าหากเส้นใยมีปริมาณสูงจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัส (texture) ค่อนข้างหยาบ แต่จะมีประโยชน์ต่อระบบการย่อยอาหาร (จารุวรรณ และคณะ, 2553)

ปริมาณไขมัน จากผลการทดลองพบว่าปริมาณไขมันในกล้วยทั้ง 4 พันธุ์มีน้อยมากโดยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.033 - 0.096 ในกล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้าที่อายุการเก็บเกี่ยว 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณไขมันสูงกว่าอายุเก็บเกี่ยว 60 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกระยะการเก็บเกี่ยวของกล้วยหอมและหักมุก ข้อดีของการมีปริมาณไขมันต่ำทำให้ กล้วยมีกลิ่นหืนยาก หากต้องเก็บเป็นเวลานาน รวมทั้งส่งผลดีต่อสุขภาพสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก (เบญจมาศ, 2545)

ปริมาณอะมิโลส จากผลการทดลองพบว่ากล้วยจะมีปริมาณอะมิโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 30.98 – 39.93 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะการสุก และพันธุ์กล้วยแต่ละชนิด ซึ่งกล้วยจัดเป็นกล้วยที่มีปริมาณอะมิโลสสูง ซึ่งแป้งที่มีอะมิโลสสูงจะให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีความแข็งกระด้าง (จารุวรรณ และคณะ, 2553) แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระยะการเก็บเกี่ยวของกล้วยทั้ง 4 ชนิด

ค่าสีแป้ง จากการสังเกตลักษณะแป้งกล้วยแต่ละชนิดจะพบว่ากล้วยทั้ง 4 พันธุ์ มีลักษณะเป็นผงละเอียด และมีสีเหลืองนวล เมื่อมองดูด้วยตาจะมองไม่เห็นความแตกต่างของสีชัดเจนนัก แต่เมื่อทำการวัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี ผลการตรวจสอบพบว่า ค่า L และ a* จะลดลงเมื่อกล้วยมีความแก่เพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อความแก่ของกล้วยเพิ่มขึ้น ค่า b* จะเพิ่มขึ้น ในทุกระยะการเก็บเกี่ยว ของกล้วยทั้ง 4 สายพันธุ์ ซึ่งปัญหาสำคัญในการทำแป้งกล้วยคือแป้งที่ได้มีสีไม่ขาวเหมือนแป้งโดยทั่วไป ซึ่งสาเหตุเกิดจากสารประกอบฟีนอลในกล้วยเมื่อสัมผัสกับอากาศ และเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) เช่น Cresolase, Catecholase และ o-diphenol oxidase เป็นต้น จะให้สารประกอบ Quinone ซึ่งต่อมาเกิดสาร Polymerization ในผลิตภัณฑ์ที่มีโมเลกุลใหญ่

ขึ้น (วัลย์ และคณะ, 2542) โดยอาจรวมตัวกับ Amino หรือ Sulfhydryl group ของโปรตีน ให้สารสีน้ำตาล (นิภา, 2541)

ค่าความหนืด จากผลการทดลองพบว่าค่าความหนืดแป้งสูงสุดเฉลี่ย (maximum viscosity) ในทุกระยะการเก็บเกี่ยวของกล้วยหักมุก (1217.97 BU) และกล้วยหอม (1205.43 BU) ซึ่งมีปริมาณมากกว่าแป้งกล้วยน้ำว้า (1002.10 BU) และแป้งกล้วยไข่ (844.67 BU) อีกทั้งพบว่าที่ระยะการเก็บเกี่ยว 70 เปอร์เซ็นต์ในกล้วยทั้ง 4 สายพันธุ์มีค่าความหนืดแป้งสูงสุด (maximum viscosity) หากค่าความหนืดแป้งสูงสุดมีแนวโน้มที่สูง แสดงว่าแป้งที่ระยะการเก็บเกี่ยวช่วงนั้นเหมาะสมที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความหนืด เช่น ผลิตภัณฑ์ประเภทกวนหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความข้นเหนียวขณะร้อน เช่น เครื่องดื่มชงละลายทันที (จารุวรรณ และคณะ, 2553) ส่วนค่า set back หรือค่าความต่างระหว่างค่าความหนืดต่ำสุด และค่าความหนืด เมื่อแป้งเย็นตัวที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการรีโทรเกรดขึ้น (ความหนืดจะเพิ่มขึ้นอีก) ซึ่งเป็นความหนืดที่เกิดจากการเรียงตัวใหม่ของโมเลกุลอะไมโลสที่หลุดออกจากแป้ง พบว่าที่ระยะการเก็บเกี่ยว 70 เปอร์เซ็นต์ในกล้วยทั้ง 4 สายพันธุ์มีค่า set back สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเก็บเกี่ยว 60 และ 80 เปอร์เซ็นต์ในกล้วยแต่ละพันธุ์ ซึ่งระยะดังกล่าวเหมาะที่จะทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความหนืดเมื่อเย็นตัว เช่น ผลิตภัณฑ์เส้น อาหารเด็กอ่อน เป็นต้น (จารุวรรณ และคณะ, 2553) ญานิศา และคณะ (2536) ศึกษาคุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งกล้วยน้ำว้า และแป้งกล้วยหักมุก ที่ความเข้มข้นของผสมแป้งกล้วยกับน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยตรวจสอบที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับสตาร์ชข้าวเจ้าและข้าวเหนียวพบว่าแป้งกล้วยน้ำว้ามีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสตาร์ชข้าวเจ้า โดยแป้งกล้วยน้ำว้ามีค่า Peak viscosity และ Break down ต่ำเหมือนสตาร์ชข้าวเจ้า ซึ่งแป้งกล้วยน้ำว้าและสตาร์ชข้าวเจ้ามีค่า Peak viscosity เท่ากับ 470 และ 543 BU และมีค่า Break down 125 และ 233 BU ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยน้ำว้าและสตาร์ชข้าวเจ้าเกิดการแตกตัวยาก พองตัวน้อย และเม็ดแป้งมีความคงทนต่อการกวน นอกจากนี้แป้งกล้วยน้ำว้ายังมีค่า final viscosity ต่ำเท่ากับ 500 BU จึงทำให้ของผสมมีลักษณะไม่เหนียวหนืด นอกจากนี้พบว่าแป้งหักมุกมีค่า Final viscosity (V50) สูง (1130 BU) ทำให้ของผสมที่ได้มีลักษณะเหนียวหนืดมาก

รูปร่างและขนาดของเม็ดแป้ง เมื่อตรวจสอบรูปร่างและขนาดของเม็ดแป้งกล้วย โดยใช้กล้อง scanning electron microscope แสดงให้เห็นว่า เม็ดแป้ง (starch granule) กล้วยทั้ง 4 สายพันธุ์มีรูปร่างเป็นวงรี (oval shape) แ่่งยาว (elongated) และมีรูปร่างไม่แน่นอน (irregular shape) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 15-40 ไมโครเมตร และรูปร่างแ่่งยาว 5-25 ไมโครเมตร และยาว 20-50 ไมโครเมตร พื้นที่ผิวของเม็ดแป้งมีสารอื่นมาเกาะปนอยู่ เมื่อกล้วยมีระยะความแก่เพิ่มมากขึ้น จะพบเม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจำนวนมาก และเมื่อกล้วยมีความแก่เพิ่มมากขึ้น จะพบว่าพื้นผิวเม็ดแป้งมีลักษณะเป็นริ้วๆ ซึ่งเกิดจากการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสในการเปลี่ยนส่วนประกอบในเม็ดแป้งให้เป็นน้ำตาลในระหว่างเกิดการสุกของกล้วย แสดงให้เห็นว่ากล้วยที่มีความแก่เต็มที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่กระบวนการสุกแล้ว (Kayisu *et al.*, 1981)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

อายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อผลิตเป็นแป้งกล้วยทั้ง 4 ชนิด (กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยหักมุก) คือที่อายุการเก็บเกี่ยว 70 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพทางเคมี และกายภาพ

ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยอายุการเก็บเกี่ยว 70 เปอร์เซ็นต์ หากเร่งเก็บเกี่ยวที่อายุการเก็บเกี่ยว 60 เปอร์เซ็นต์พบว่าคุณค่าทางโภชนาการมีปริมาณน้อยกว่า ดังนั้นการที่จะตัดสินใจเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะใดจึงควรคำนึงปริมาณ คุณภาพ ระยะเวลาเก็บรักษาควบคู่กันไปด้วย เพื่อที่จะได้กำไรสูงสุด และผลผลิตคุณภาพดีสำหรับผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ จารุวรรณ บางแวก อรรวรรณ จิตต์ธรรม จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ และฐิติภัทร มีบุบผา. 2553. การประเมินคุณสมบัติของแป้งพืช. หน้า 520-534. ใน : รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2553. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร.
- ชาติชาย รุฬักชี. 2534. การเจริญเติบโต ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาผลกล้วยไข่ในสภาพบรรยากาศตัดแปลง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2541. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. ชลบุรี : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- เบญจมาศ ศิลาชัย. 2545. กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 357 หน้า.
- วลัย หุตะโกวิท บุขรา สร้อยระย้า ดวงแข สุขโข เฟื่องฟ้า เมฆเกรียงไกร รัมภา สุวรรณพุกษ์ จุฑา วิริยะ และวิไลลักษณ์. 2542. กล้วยไทยสุปี 2000. กรุงเทพฯ. กรมส่งเสริมการเกษตร. เอกสารประกอบการสัมมนา.
- สมศักดิ์ วรรณศิริ. **สวนกล้วย**. 2546. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลักการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ 364 น.
- Ambriz, S.L., J.J. Islas-Hernández, E. Agama-Acevedo, J. Tovar and L.A. Bello-Pérez. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. *Food Chemistry, Volume 107*.
- AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th ed. Virginia : The Association of Analysis Chemists.
- Bello-Perez, L.A.; E. Agama-Acevedo; L. Sanchez-Hernandez and O. Perdes-Lopez. 1999. Isolation and Partial Characterization of Banana Strach. *J.Agr.Food Chem.* 47: 854-857.
- Juliano, B.O.; C.M. Perez; A.B. Blankenny; T. Castillo; N. Kongseree; B. Laignelet; E.T. Lapis; V.V.S. Murty; C.M. Paule and B.D. Webb. 1981. International Cooperative Testing on the Amylose Content of Milled Rice. *Starch/Starke.* 33(35): 157-162.
- Kayisu, K.; L.F. Hood and P.J. Vousoest. 1981. Characterization of Starch and Fiber of Banana Fruit. *J. Food Sci.* 46: 1885-1890.
- Kayisu, K.; and L.F. Hood. 1981. Molecular Structure of Banana Starch. *J. Food Sci.* 46: 1894-1897.

Ketiku, A.O. 1973. Chemical Composition of Unripe (Green) and Rip Plantain (*Musa paradisca*).
J.Sci. Food Agr. 24: 45-49

Mota, R.V., F.M.D. Lajolo, C. Ciacco and B.R. Cordenunsi. 2000. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. *Starch/Stärke. 52*(2-3): 63-68.

Table 1 Chemical composition and nutritional value of banana flour from Klui Khai at harvesting stages 60 70 and 80%

Treatment	Carbohydrate (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fiber (%)	Fat (%)	Amylose (%)	Colour			Viscosity	
								L	a*	b*	Max. Visc (BU)	Set back (BU)
60%	86.79	6.85	3.15b	5.74 b	1.03	0.052ab	30.98	75.17 a	2.69 a	9.21 b	773.75b	239.25
70%	86.27	6.92	3.21ab	5.94 a	0.98	0.043b	32.14	73.75 b	2.18 b	10.83 a	881.00a	254.25
80%	86.21	6.38	3.45a	5.87 ab	0.96	0.063a	31.82	73.34 c	2.26 b	11.09 a	879.25a	242.50
	ns	ns	*	*	ns	*	ns	*	*	*	*	ns
CV (%)	0.5	6.4	5.4	2.1	7.5	22.8	4.1	0.28	3.17	1.62	1.56	7.12

Table 2 Chemical composition and nutritional value of banana flour from Klui Nam Wa at harvesting stages 60 70 and 80%

Treatment	Carbohydrate (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fiber (%)	Fat (%)	Amylose (%)	Colour			Viscosity	
								L	a*	b*	Max. Visc (BU)	Set back (BU)
60%	87.48	6.30	2.02b	5.39 b	1.03	0.033b	38.64	81.72 a	2.37 a	7.93 b	1018.5a	192.00c
70%	87.47	6.16	2.38b	5.64 a	1.00	0.060a	39.34	82.11 a	2.14 b	7.89 b	1042.8a	358.75a
80%	87.41	5.82	2.82a	5.66 a	0.92	0.070a	39.93	80.84 b	2.09 b	8.15 a	945.00b	259.50b
	ns	ns	*	*	ns	*	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	0.2	9.4	10.4	1.7	8.0	29.8	2.2	0.44	4.04	1.36	1.64	4.16

Table 3 Chemical composition and nutritional value of banana flour from Klui Hom at harvesting stages 60 70 and 80%

Treatment	Carbohydrate (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fiber (%)	Fat (%)	Amylose (%)	Colour			Viscosity	
								L	a*	b*	Max. Visc (BU)	Set back (BU)
60%	86.23a	6.30	3.36 c	5.67 b	1.89a	0.066	31.30	78.36 ab	2.15 a	7.02 c	1194.30	241.75b
70%	86.07ab	6.31	3.68 b	5.93 a	1.78b	0.085	31.44	78.87 a	1.93 b	7.30 b	1219.70	265.75a
80%	85.811b	6.16	4.10 a	6.00 a	1.77b	0.086	32.67	77.99 b	1.89 c	7.77 a	1202.30	259.25ab
	*	ns	*	*	*	ns	ns	*	*	*	ns	*
CV (%)	0.7	3.9	3.6	0.8	2.6	18.8	3.1	0.58	1.3	0.85	2.76	5.23

Table 4 Chemical composition and nutritional value of banana flour from Kluai Huk Muk at harvesting stages 60 70 and 80%

Treatment	Carbohydrate (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fiber (%)	Fat (%)	Amylose (%)	Colour			Viscosity	
								L	a*	b*	Max. Visc (BU)	Set back (BU)
60%	86.62a	6.98a	3.50c	5.88	2.15a	0.085	35.69	86.15 a	1.74 a	8.16 c	1188.8b	336.25a
70%	86.28a	6.79a	3.72b	5.67	2.15a	0.096	35.41	85.11 b	1.24 b	8.66 b	1262.8a	282.50b
80%	84.93b	5.64b	3.92a	5.90	1.75b	0.080	35.90	81.31 c	1.00 c	9.50 a	1202.3b	330.00a
	*	*	*	ns	*	ns	ns	*	*	*	*	*
CV (%)	0.3	9.0	3.0	2.6	2.7	23.1	3.6	0.26	4.8	2.39	0.95	2.94

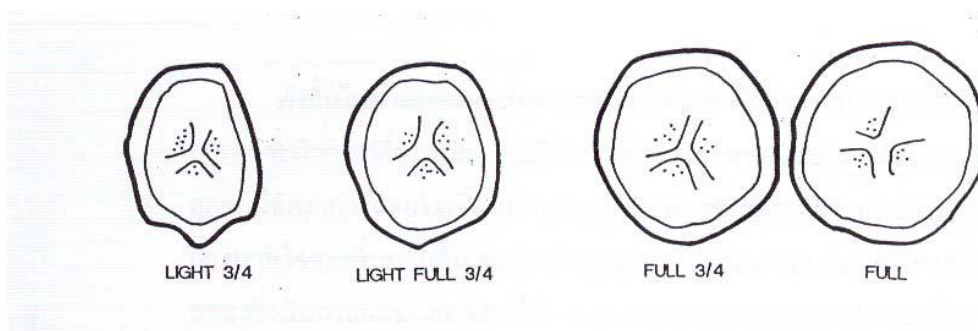


Figure. 1 Schematic cross section of banana according to different **harvesting stage** (เบญจมาศ, 2545)

หมายเหตุ

- Light ¾ หมายถึง ผลมีขนาดครึ่งหนึ่งของผลที่โตเต็มที่หรือมีความแก่ประมาณ 70%
- Light Full ¾ หมายถึง ผลที่มีเหลี่ยมเห็นชัด มีความแก่ประมาณ 80%
- Full ¾ หมายถึง ผลที่มีเหลี่ยมแต่ไม่ชัดเจน มีความแก่ประมาณ 90%
- Full หมายถึง ผลที่ไม่มีเหลี่ยมเลย เรียกว่า แก่เต็มที่ 100%

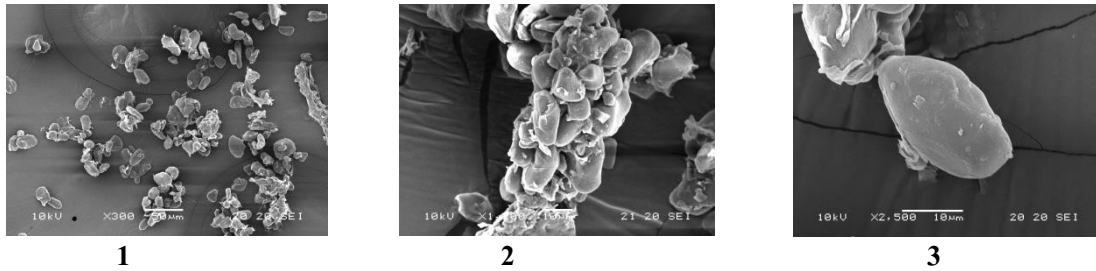


Figure 2 Scanning electron micrographs of Klui Khai flour granules at harvesting stage 70% with 300X (1) 1,200X(2) and 2,500X(3)

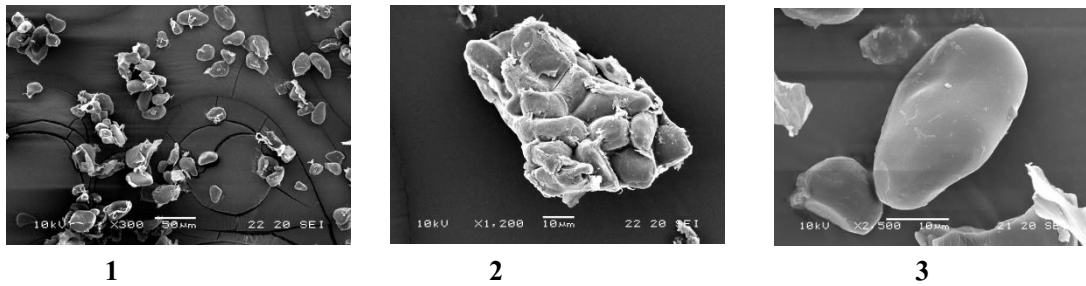


Figure 3 Scanning electron micrographs of Klui Nam Wa flour granules at harvesting stage 70% with 300X (1) 1,200X(2) and 2,500X(3)

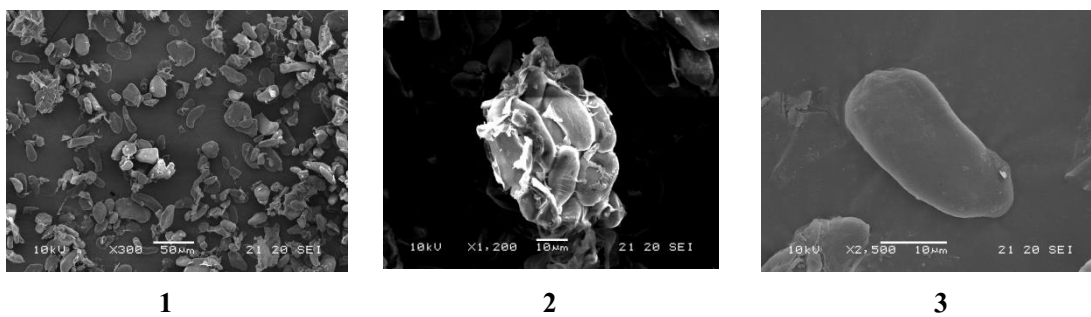


Figure 4 Scanning electron micrographs of Klui Hom flour granules at harvesting stage 70% with 300X (1) 1,200X(2) and 2,500X(3)

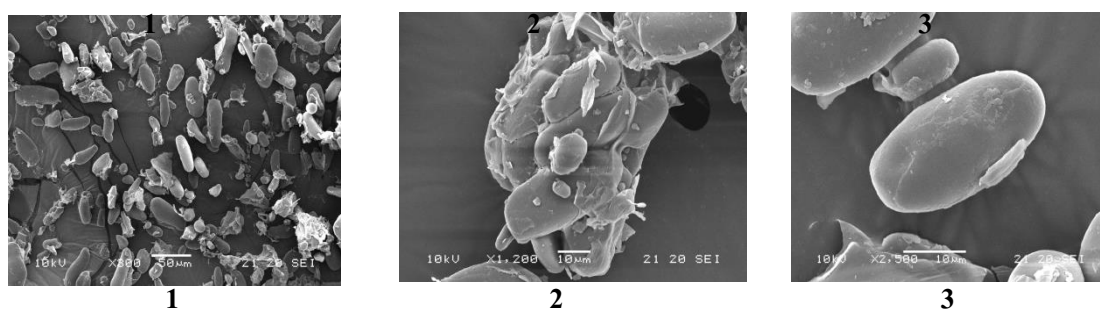


Figure 5 Scanning electron micrographs of Klui Huk Muk flour granules at harvesting stage 70% with 300X (1) 1,200X(2) and 2,500X(3)