การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของกล้วยน้ำว้าสำหรับการออกแบบเครื่องเฉือนกล้วย
Determination of Texture Properties on Banana for Designing of Banana Slicing Machine

อภิรมย์ ชูเมฆา[1], สถาพร วีระสุนทร[2] และ ดลหทัย ชูเมฆา[3]
Apirom Chumeka[1], Sathaporn Veerasoonthorn[2] and Dolhathai Chumeka[3]

Abstract

The objective of this research was to determine the texture properties of banana for to designing and fabricating of banana slicing machine. The controlling factors were 4 levels of maturity stages (60-70, 80, 90 and 100%). The experiment factors consisted of weight, average diameter, moisture content, total soluble solids, maximum shear force and ultimate shear strength were studied on shearing method by using the Universal Testing Machine at blade with angle 30, 50, 60 and 70º. Results showed that when the ripening of banana increased would result in the increase of total soluble solids. On the other hand, the weight, average diameter and moisture decreased. For processing, the bananas should be at 60-70% maturity having average weight, average diameter, moisture content and total soluble solids of 67.92±6.75 g, 34.80±0.70 mm, 59.24±0.67 % and 12.20±0.91%, respectively. The texture properties of banana showed the maximum shear force and ultimate shear strength decreased with order of maturity for every blade angle. The blade angle of 30 º found suitable for shearing due to the maximum shear force and ultimate shear strength were smallest. At the 60-70%, 80%, 90% and 100% maturity, the maximum shear force and ultimate shear strength were 11.85±0.63 N, 639.87±39.70 kPa, 9.43±1.21N, 541.15±66.34 kPa, 4.49±0.46 N, 265.04±33.82 kPa and 2.81±0.46 N, 191.00±55.89 kPa, respectively.
Keywords: texture, banana, maturity

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเนื้อสัมผัสของกล้วยน้ำว้า สำหรับใช้เป็นข้อมูลเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องเฉือนกล้วย มีตัวแปรควบคุม ได้แก่ ความสุกแก่ของกล้วยน้ำว้า 4 ระดับ (60-70, 80, 90 และ 100%) ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย น้ำหนัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ความชื้น ความหวาน แรงเฉือนสูงสุด และความแข็งแรงในการเฉือน โดยวิธีการเฉือนด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับใบมีดซึ่งมีมุมเฉือน 30, 50, 60 และ 70 องศา ผลการศึกษาพบว่า เมื่อค่าความสุกแก่ของกล้วยเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าความหวานมีค่ามากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ค่าน้ำหนัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย และความชื้นจะมีค่าลดลง สำหรับกระบวนการแปรรูป กล้วยที่นำมาเฉือนมีค่าความสุกแก่เท่ากับ 60-70% ซึ่งให้ค่าน้ำหนัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ความชื้น และ ความหวาน เท่ากับ 67.92±6.75 กรัม, 34.80±0.70 มิลลิเมตร, 59.24±0.67 % และ 12.20±0.91 % ตามลำดับ ค่าเนื้อสัมผัสของกล้วยน้ำว้าที่แสดงด้วยค่าแรงเฉือนสูงสุดและค่าความแข็งแรงในการเฉือน พบว่า มีค่าลดลงตามระดับความสุกแก่ของกล้วยน้ำว้าทุกมุมใบมีด โดยใบมีดมุมเฉือน 30 องศา มีความเหมาะสมสำหรับการเฉือน เนื่องจากให้ค่าแรงเฉือนสูงสุดและค่าความแข็งแรงในการเฉือนกล้วยน้อยที่สุด คือ ที่ความสุกแก่ 60-70%, 80%, 90% และ 100% ให้ค่าเท่ากับ 11.85±0.63 นิวตัน, 639.87±39.70 กิโลปาสคาล, 9.43±1.21 นิวตัน, 541.15±66.34 กิโลปาสคาล, 4.49±0.46 นิวตัน, 265.04±33.82 กิโลปาสคาล และ 2.81±0.46 นิวตัน, 191.00±55.89 กิโลปาสคาล ตามลำดับ
คำสำคัญ: เนื้อสัมผัส, กล้วย, ความสุกแก่

[1] ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110
[1] Department of Industrial Education , Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, PathumThani 12110
[2] สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220
[2] Program in Mechanical Technology , Faculty of Industrial Technology , Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220
[3] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110
[3] Department of Agricultural Engineering , Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, PathumThani 12110

คำนำ

กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.) ผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีประโยชน์ทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีน้ำตาลธรรมชาติ เส้นใย กากอาหาร อุดมไปด้วยวิตามินบี1, บี2 ที่ช่วยเร่งการเผาผลาญ และวิตามินบี6 สร้างภูมิต้านทาน แร่ธาตุแมกนีเซียมและโพแทสเซียมช่วยป้องกันโรคความดันโลหิต ตลอดจนมีเซโรเทนิน ลดอาการหงุดหงิด ช่วยทำให้นอนหลับสบายยิ่งขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) กล้วยน้ำว้านอกจากบริโภคผลสดแล้ว ยังได้รับความนิยมนำผลมาแปรรูปเป็นกล้วยฉาบสร้างรายได้ให้กับแม่บ้านเกษตรในระดับวิสาหกิจชุมชน และเพิ่มมูลค่าผลผลิตเกษตร ในปัจจุบันความต้องการของตลาดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้อัตราการผลิตขยายตัวตาม ทำให้ต้องนำเครื่องจักรสำหรับเฉือนกล้วยมาใช้ทดแทนแรงงานคนในการปฏิบัติงาน เพื่อเพิ่มกำลังผลิต ลดอุบัติเหตุ และลดแรงงาน แต่เนื่องจากแรงงานคนใช้เวลานาน ได้ผลผลิตไม่ตรงตามเป้าหมาย อีกทั้งยังอาจเกิดอุบัติเหตุขณะทำงาน การออกแบบและสร้างเครื่องจักรสำหรับเฉือนกล้วย ควรคำนึงถึงข้อมูลที่สำคัญด้านเนื้อสัมผัสของกล้วยน้ำว้า สำหรับใช้พิจารณาเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเนื้อสัมผัสของกล้วยน้ำว้า

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกล้วยน้ำว้า

ศึกษาข้อมูลลักษณะทางกายภาพของกล้วยน้ำว้า ที่ระดับความสุกแก่ 4 ระดับ คือ 60-70, 80, 90 และ 100% โดยสังเกตจากสีผิวของเปลือกเป็นเกณฑ์ กล่าวคือ ที่ระดับความสุกแก่ 60-70% มีผลสีเขียวมากกว่าสีเหลือง, 80% มีลักษณะผลเหลี่ยมสีเหลืองแต่มีสีเขียวติดอยู่บริเวณปลายผล, 90% ผลมีลักษณะมนมีสีเหลืองมากขึ้น สีดำเริ่มปรากฏเล็กน้อย และ 100% มีลักษณะผลกลมมน สีเหลืองชีดและมีสีดำมากขึ้น (Figure 1) (เบญจมาศ, 2534) ซึ่งผ่านขั้นตอนการปอกเปลือกเรียบร้อยแล้ว จำนวน 50 ผล/ระดับความสุกแก่ มาทำการวัดขนาดความกว้าง ความยาวและ ความหนา คำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยดังสมการที่ 1 นำกล้วยมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นหาค่าความชื้นด้วยการเฉือนกล้วยให้เป็นชิ้นบางๆ ใส่ลงในถ้วย อบภายในตู้อบลมร้อนจนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่ จึงคำนวณค่าความชื้นตามสมการที่ 2 และวัดค่าความหวานของผลไม้ในรูปของปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ ด้วยเครื่องมือวัดค่าความหวานแบบมือถือ (Hand refractometer) พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย} = \frac{\text{ความกว้าง}+\text{ความหนา}}{2} \quad (1)$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียก} = \frac{\text{น้ำหนักกล้วยก่อนอบ}-\text{น้ำหนักกล้วยหลังอบ(กรัม)}\times 100}{\text{น้ำหนักกล้วยก่อนอบ (กรัม)}} \quad (2)$$

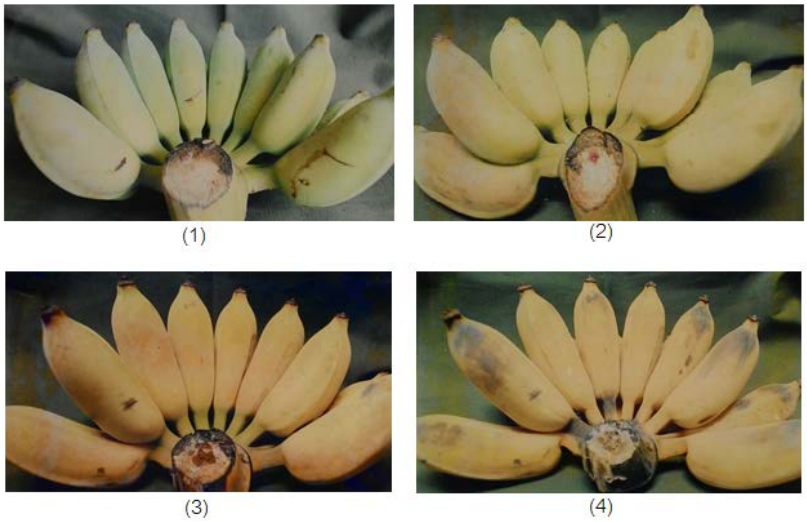

Figure 1 Banana at 4 maturities (1) 60-70% (2) 80% (3) 90% (4) 100%

2. การศึกษาลักษณะเชิงกลของกล้วยน้ำว้า

นำกล้วยน้ำว้าแต่ละความสุกแก่มาปอกเปลือกหาค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย จำนวนความสุกแก่ละ 50 ซ้ำ เพื่อเตรียมเป็นชิ้นทดสอบ สำหรับศึกษาลักษณะเชิงกล (การทดสอบหาค่าเนื้อสัมผัส) ด้วยการวัดลักษณะความแข็งหรือความอ่อนนุ่มของเนื้อผลผลิตโดยตรงซึ่งได้จากการออกแรงเฉือนให้ผลผลิตเกิดการยุบตัวที่ระยะทางคงที่แล้ววัดค่าแรงที่ใช้เฉือน ในการทดสอบจะใช้ใบมีดมุมของการเฉือนแตกต่างกันคือ 30, 50, 60 และ 70 องศา ความเร็วในการเคลื่อนที่ของใบมีดเพื่อตัดเฉือน 25 มิลลิเมตร/นาที (ASAE standard, 1998) นำค่าแรงเฉือนสูงสุดที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณหาค่าความแข็งแรงในการเฉือน (Ultimate shear strength) ดังสมการที่ 3 และคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\text{ความแข็งแรงในการเฉือน} = \frac{\text{แรงเฉือนสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบขาด (นิวตัน)}}{\text{พื้นที่หน้าตัดขวางของชิ้นทดสอบก่อนทำการทดสอบ (ตารางเมตร)}} \quad (3)$$

ผล

1. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของกล้วยน้ำว้า

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกล้วยน้ำว้าทั้ง 4 ความสุกแก่ จำนวน 50 ผล/ความสุกแก่ แสดงดัง Table 1

Table 1 Physical properties of banana (Namwa cultivar)

Physical properties	Maturity			
	60-70%	80%	90%	100%
Weight (g)	67.92±6.75	56.98±3.51	44.61±2.27	44.40±2.44
Average diameter (mm)	34.80±0.70	32.90±1.10	31.85±1.10	30.20±0.75
Moisture (%wb)	59.24±0.67	61.82±0.80	66.41±0.61	69.53±1.04
Total soluble solids (%TSS)	12.20±0.91	19.00±0.63	22.50±0.81	29.10±0.70

2. การศึกษาลักษณะเชิงกลของกล้วยน้ำว้า

ลักษณะเชิงกลในรูปของค่าแรงเฉือนสูงสุดและค่าความแข็งแรงในการเฉือน แสดงผลดังใน Table 2 และ 3

Table 2 Texture properties of banana (Namwa cultivar)

Texture properties	Blade 30º				Blade 50º			
	Maturity				Maturity			
	60-70%	80%	90%	100%	60-70%	80%	90%	100%
Maximum shear force (N)	11.85 ± 0.63	9.43 ± 1.21	4.49 ± 0.46	2.81 ± 0.46	12.60 ± 1.59	10.22 ± 0.73	4.81 ± 0.43	3.37 ± 0.45
Ultimate shear strength (kPa)	639.87 ± 39.70	541.15 ± 66.34	265.04 ± 33.82	191.00 ± 55.89	808.41 ± 84.20	630.94 ± 96.42	303.09 ± 30.35	200.98 ± 24.90

Table 3 Texture properties of banana (Namwa cultivar)

Texture properties	Blade 60º				Blade 70º			
	Maturity				Maturity			
	60-70%	80%	90%	100%	60-70%	80%	90%	100%
Maximum shear force (N)	14.04 ± 1.13	11.02 ± 1.05	4.83 ± 0.79	3.42 ± 0.39	14.46 ± 1.96	11.38 ± 0.62	5.70 ± 0.49	3.52 ± 0.53
Ultimate shear strength (kPa)	839.11 ± 96.31	692.67 ± 60.67	314.87 ± 59.06	224.70 ± 32.50	907.00 ± 123.53	695.66 ± 83.24	349.71 ± 48.62	308.91 ± 39.98

วิจารณ์ผล

Table 1 พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะแปรผันตรงกับระดับความสุกแก่ กล่าวคือ กล้วยที่ความสุกแก่ 60-70% จะมีความชื้นน้อยที่สุด เนื่องจากกล้วยดิบมีปริมาณสารที่ไม่ละลายน้ำสูง เช่น โปรโทเพคทิน ส่งผลให้มีค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นต่ำ แต่เมื่อกล้วยเริ่มสุก สารที่ไม่ละลายน้ำในผลกล้วยจะเปลี่ยนไปเป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ อาทิ กรดอินทรีย์ น้ำตาล จึงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้น ในทางเดียวกันกล้วยจะมีค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้สูงขึ้น เพราะปริมาณแป้งลดลงแต่ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น และจาก Table 2 และ 3 พิจารณาที่ค่าแรงเฉือนสูงสุดและค่าความแข็งแรงในการเฉือน จะเห็นได้ว่า กล้วยที่ระดับความสุกแก่ 60-70% จะต้องใช้แรงเฉือนสูงสุด และออกแรงลดลงตามลำดับเมื่อกล้วยมีความสุกแก่เพิ่มขึ้น สาเหตุมาจากกล้วยที่มีความสุกแก่ต่ำ (กล้วยดิบ) องค์ประกอบส่วนใหญ่ของผนังเซลล์จะเป็นพวกคอเลนไซมา และ สเคอเรนไซมา จึงมีความแข็งแรงสูง ในขณะที่กล้วยน้ำว้าที่มีค่าความสุกแก่สูง (กล้วยสุก) มีพาเรนไซมาเป็นองค์ประกอบ ทำให้มีเนื้ออ่อนและนิ่ม โดยค่ามุมในการเฉือน 30 องศา มีความเหมาะสมต่อการเฉือนในทุกความสุกแก่ของผลกล้วย ทั้งนี้เพราะมีค่าแรงเฉือนสูงสุดและความแข็งแรงในการเฉือนน้อยที่สุด

สรุป

กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกแก่ 60-70% สำหรับนำไปแปรรูปเป็นกล้วยฉาบ มีคุณสมบัติทางกายภาพ อันได้แก่ น้ำหนักเท่ากับ 67.92±6.75 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 34.80±0.70 มิลลิเมตร ความชื้นมีค่า 59.24±0.67 % และความหวาน 12.20±0.91 % ส่วนคุณสมบัติเชิงกล คือ ค่าเนื้อสัมผัส ซึ่งวัดค่าในรูปของค่าแรงเฉือนสูงสุดและค่าความแข็งแรงในการเฉือนกล้วย ใบมีดเฉือนมุม 30 องศา มีความเหมาะสมต่อการเฉือนในทุกความสุกแก่ของกล้วย โดยให้ค่าแรงเฉือนสูงสุดและความแข็งแรงในการเฉือนน้อยที่สุด คือ ที่ระดับความสุกแก่ 60-70, 80, 90 และ 100% มีค่า 11.85±0.63 นิวตัน, 639.87±39.70 กิโลปาสคาล, 11.85±0.63 นิวตัน, 639.87±39.70 กิโลปาสคาล, 9.43±1.21 นิวตัน, 541.15±66.34 กิโลปาสคาล, 4.49±0.46 นิวตัน, 265.04±33.82 กิโลปาสคาล และ 2.81±0.46 นิวตัน, 191.00±55.89 กิโลปาสคาล ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สาขาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนสถานที่สำหรับการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร 2547. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.agrimedia.agritech.doae.go.th/book/book-praeroob/fd050.pdf. (9 พฤษภาคม 2557).

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2534. กล้วย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 290 น.

ASAE Standard. 1998. Shear and three-point bending test of animal bone. The American Society of Agricultural Engineering, USA. p. 472-476.