



รายงานการวิจัย

การศึกษาค่ากลูโคสที่ย่อยเร็วและค่ากลูโคสที่ย่อยช้าของแป้งกล้วยหิน
เพื่อการใช้ประโยชน์ในเส้นก๋วยเตี๋ยว

**The Study of Rapidly Available Glucose and Slowly Available
Glucose of Kluai Hin Starch for Utilization of Noodle**

น้ำฝน เป้าทองคำ
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2560

รหัสโครงการสัญญา PCRU_2560_N025

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาค่ากลูโคสที่ย่อยเร็วและค่ากลูโคสที่ย่อยช้าของแป้งกล้วยหิน
เพื่อการใช้ประโยชน์ในเส้นก๋วยเตี๋ยว

**The Study of Rapidly available glucose and Slowly available
glucose of Kluai Hin Starch for Utilization of Noodle**

น้ำฝน เบ้าทองคำ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์/งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความ
เห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2560

(ก)

ชื่องานวิจัย

การศึกษาค่ากลูโคสที่ย่อยเร็วและค่ากลูโคสที่ย่อยช้าของแป้งกล้วยหิน
เพื่อการใช้ประโยชน์ในเส้นก๋วยเตี๋ยว

The Study of Rapidly available glucose and slowly available glucose
of Kluai Hin Starch for Utilization of Noodle

ผู้วิจัย

นางสาวน้ำฝน เป้าทองคำ

สาขาวิชา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2560

บทคัดย่อ

กล้วยหินเป็นแหล่งของสารฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอาหารที่ให้พลังงานและดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค แป้งกล้วยหินและอัตราส่วนของแป้งกล้วยหินที่ 2.5 และ 3.0 ในส่วนประกอบของเส้นก๋วยเตี๋ยว มีปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมดเท่ากับ 66.4, 54.4 และ 73.2 $\mu\text{g} / \text{mL}$ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 7.8, 17.3 และ 19.8 $\mu\text{g} / \text{mL}$ และค่ากลูโคสที่ย่อยเร็ว (RAG) เท่ากับ 44.4 ± 2.78 , 27.2 ± 2.97 และ 29.4 ± 2.97 กรัมต่อแป้ง 100 กรัมของสารตัวอย่าง และมีปริมาณกลูโคสที่ย่อยช้า (SAG) เท่ากับ 28.1 ± 0.66 , 16.2 ± 1.02 และ 25.0 ± 1.91 กรัม ตามลำดับ การประเมินความพึงพอใจต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งกล้วยหิน พบว่าที่อัตราส่วนของแป้งกล้วย 3.0 ในส่วนผสมของเส้นก๋วยเตี๋ยว มีคะแนนความพึงพอใจต่ำกว่าอัตราส่วน 2.5

คำสำคัญ: แป้งกล้วยหิน เส้นก๋วยเตี๋ยวจากกล้วยหิน ค่ากลูโคสที่ย่อยเร็ว ค่ากลูโคสที่ย่อยช้า น้ำตาล
รวมทั้งหมด น้ำตาลรีดิวซ์

(๗)

Research Title The Study of Rapidly available glucose and slowly available glucose of Kluai Hin Starch for Utilization of Noodle

Author Namfon Baowthongkum

Department General Science

Phetchabun Rajabhat University, 2017

Abstract

Banana (*Musa sapientum*) is a good source of dietary fructo-oligosaccharide, which are considered to be functional components of food. They were impact energy consumption and healthy volunteers consumed unripe banana flour. Banana flour (BF) and ratio of noodle with 2.5 of BF and 3.0 of BF, the values of total sugar were 66.4, 54.4 and 73.2 $\mu\text{g/mL}$; reducing sugar glucose were 7.8, 17.3 and 19.8 $\mu\text{g/mL}$; rapidly available glucose (RAG) were 44.4 ± 2.78 , 27.2 ± 2.97 and 29.4 ± 2.97 g/100g flour; and slowly available glucose (SAG) were 28.1 ± 0.66 , 16.2 ± 1.02 and 25.0 ± 1.91 g/100g flour g/100g flour, respectively. Sensory properties of the banana noodles comparison with standard noodles (standard scale) were found to be affected significantly by the addition more banana flour ratio 3.0 of noodles lower (Slight) than ratio 3.0 (Moderate), respectively.

Keywords: banana flour, banana noodles, RAG, SAG, Total sugar, reducing sugar

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และให้คำปรึกษาแนะนำ ให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

น้ำฝน เบ้าทองคำ

12 กุมภาพันธ์ 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กล้ามเนื้อ.....	4
2.2 การบริโภคกลูโคส.....	5
2.3 การเก็บกลูโคสไว้รับประทานนอกฤดูกาล	6
2.4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการสุกของกลูโคส	7
2.5 กล้ามเนื้อหีน	11
2.6 การใช้ประโยชน์จากกล้ามเนื้อ	12
2.7 ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index).....	15
2.8 ค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็ว (Rapidly available glucose หรือ RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (Slowly available glucose หรือ SAG).....	17
2.9 แป้งกลูโคส	19
2.10 สมบัติของแป้งกลูโคส.....	20
2.11 การเตรียมเส้นก๋วยเตี๋ยว.....	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	25
3.1 ขอบเขตการวิจัย	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2	กอบแนวคิด 25
3.3	วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 35
บทที่ 4	ผลการวิจัย..... 29
4.1	การเปรียบเทียบสีของเส้น กว๊ายเดี่ยวจากแป้งกล้วยหินเปรียบเทียบกับเส้น กว๊ายเดี่ยวสูตรมาตรฐาน.....29
4.2	การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากแป้งและ เส้นกว๊ายเดี่ยว 29
4.3	ค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็ว (RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (SAG) ของแป้งกล้วย หินและเส้นกว๊ายเดี่ยว..... 30
4.4	การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเส้นกว๊ายเดี่ยวจากกล้วยหินเปรียบเทียบกับเส้น กว๊ายเดี่ยวสูตรมาตรฐาน.....30
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 32
5.1	สรุปและอภิปรายผลการวิจัย..... 32
5.2	ข้อเสนอแนะ 33
บรรณานุกรม	 34
ภาคผนวก	 38
ภาคผนวก ก (ภาพประกอบการวิจัย)	 39
ประวัติคณะผู้วิจัย	

(จ)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2 - 1	ค่า GI ของอาหาร 16
2 - 2	ตารางแสดงค่า GI ของกล้วย 18
3 - 1	อัตราส่วนของเส้นกล้วยเดี่ยว 26
4 - 1	องค์ประกอบน้ำตาลในแป้งที่เป็นส่วนประกอบของเส้นกล้วยเดี่ยวและเส้นกล้วยเดี่ยว. 30
4 - 2	ค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็ว (RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (SAG) ของแป้งกล้วยหิน และเส้นกล้วยเดี่ยว (กรัม/100 กรัมของสารตัวอย่าง)..... 30
4 - 3	การประเมินความพึงพอใจต่อเส้นกล้วยเดี่ยวที่มีแป้งกล้วยหินเป็นส่วนประกอบ เปรียบเทียบกับเส้นกล้วยเดี่ยวสูตรมาตรฐาน 31

(ข)

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4 - 1 เปรียบเทียบสีของเส้นก๊วยเตี๋ยว.....	29
ก - 1 แป้งก๊วยหีน.....	39
ก - 2 เส้นก๊วยเตี๋ยวสูตรมาตรฐานที่ผ่านการลวก.....	39
ก - 3 เส้นก๊วยเตี๋ยวจากแป้งก๊วยที่อัตราส่วน 2.5 ที่ผ่านการลวก.....	40
ก - 4 เส้นก๊วยเตี๋ยวจากแป้งก๊วยที่อัตราส่วน 3.0 ที่ผ่านการลวก.....	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบริโภคกล้วยเดี่ยวของคนไทยในปัจจุบันมีปริมาณสูงรองจากการบริโภคข้าว จนอาจเป็นอาหารหลักของคนไทยประเภทหนึ่งที่ใช้ปรุงอาหารได้หลายชนิดและมีความต้องการบริโภคอย่างสม่ำเสมอ แม้ภาวะเศรษฐกิจจะชะลอตัว แต่ปริมาณความต้องการบริโภคกล้วยเดี่ยวไม่ได้ลดลง กล้วยเดี่ยวจึงถือเป็นอาหารที่ช่วยสร้างอาชีพให้กับคนไทยในหลายๆ กลุ่ม ปัจจุบันอุตสาหกรรมกล้วยเดี่ยวในประเทศไทยมีผู้ประกอบการกว่า 400 ราย ทั้งในระดับ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) กระจายอยู่ทั่วประเทศ ภูมิภาคของประเทศ มีมูลค่าการบริโภคภายในประเทศเฉลี่ยต่อปีนับ 10,000 ล้านบาท และมีมูลค่าการส่งออกถึง 1,400 ล้านบาท (ประชาชาติธุรกิจ) ในขณะเดียวกันคนในยุคปัจจุบันก็ให้ความสนใจในเรื่องของสุขภาพมากขึ้น โดยมีคนจำนวนไม่น้อยที่ให้ความสำคัญต่อการเลือกรับประทานผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารเพื่อสุขภาพ (healthy foods) หรืออาหารฟังก์ชัน (functional foods) ซึ่งกำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะผู้สูงอายุและผู้ป่วยโรคเบาหวานที่การเลือกรับประทานอาหารนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสุขภาพ โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคเบาหวานเป็นผู้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ จากการขาดฮอร์โมนอินซูลิน หรือฮอร์โมนอินซูลินออกฤทธิ์ไม่เต็มที่ ฮอร์โมนอินซูลินมีหน้าที่นำน้ำตาลในเลือดเข้าสู่เซลล์เพื่อเผาผลาญให้เกิดเป็นพลังงานในการทำกิจกรรมต่างๆ ของร่างกาย หากเกิดความบกพร่องดังกล่าว ร่างกายจะไม่สามารถนำน้ำตาลในเลือดไปใช้ประโยชน์ได้ตามปกติจึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น อาหารที่รับประทานเข้าไปส่วนใหญ่จะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด ดังนั้น การควบคุมอาหารเป็นวิธีหนึ่งที่สำคัญในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด คาร์โบไฮเดรตแต่ละชนิดจะถูกย่อยและถูกดูดซึมเข้าร่างกายในอัตราที่แตกต่างกัน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้นต่างกันอาหารที่มีค่าดัชนีอาหารในน้ำตาล (Glycemic index หรือ GI) สูงจะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นสูงเร็วกว่าอาหารที่มี GI ต่ำ ส่วนอาหารที่มี GI ต่ำจะถูกย่อยช้าๆ จึงทำให้น้ำตาลกลูโคสถูกปล่อยเข้าไปในกระแสเลือดอย่างช้าๆ ระดับน้ำตาลในเลือดก็จะขึ้นช้าด้วย (นิพาวรรณ ไวศยะนันท์ และจิราภรณ์ ใจอ่อน, 2557) ซึ่งผู้ป่วยเบาหวานควรเลือกรับประทานอาหารที่มีกากใยสูงและมีการดูดซึมค่อนข้างต่ำ หรือทำให้การดูดซึมช้าลง ได้แก่ เมล็ดธัญพืชที่ไม่ขัดขาว เช่น ข้าวกล้อง ขนมหังโฮลวีท และถั่วเมล็ดแห้ง คาร์โบไฮเดรตที่ถูกลดลงเร็ว

(RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (SAG) เป็นค่าบ่งชี้คุณภาพของ คาร์โบไฮเดรตที่มีผลต่อการดูดซึมน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการย่อยในร่างกาย ที่สามารถวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีน้ำตาลในอาหาร

จากบทความออนไลน์การดูแลสุขภาพ (2559) สารอาหารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต (แป้งและน้ำตาล) ชนิดเฉพาะซึ่งเรียกว่า โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide) เป็นอาหารสร้างจากพืชทุกชนิด เช่น ในกล้วยที่มีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตและมีการรายงานว่ากล้วยมีค่าดัชนีน้ำตาลในอาหารต่ำ และการใช้ประโยชน์จากกล้วยและความต้องการบริโภคกล้วยที่มีปริมาณสูง นอกจากนี้กล้วยยังมีสารในกลุ่มให้พลังงาน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย โดยเฉพาะผู้สูงอายุและผู้ป่วยเบาหวานที่มีระบบการย่อยอาหารที่มีประสิทธิภาพลดลงแต่หากยังคงรับประทานอาหารที่ย่อยยากและไม่ช่วยในกระบวนการทำงานของร่างกาย อาจส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้สูงอายุได้ ดังนั้นจึงควรบริโภคอาหารที่ช่วยในกระบวนการทำงานของร่างกาย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการแปรรูปอาหารเส้นกล้วยเดี่ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และส่งเสริมการทำงานของกระบวนการในร่างกายให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น จึงมีความประสงค์ที่จะนำกล้วยหั่นซึ่งเป็นพืชที่เพาะปลูกได้ง่าย และมีความคงทนสูง มาศึกษาสมบัติค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็วและค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้ากับค่าดัชนีน้ำตาลในอาหาร (Glycemic index) ของแป้งกล้วยหั่น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเป็นส่วนผสมในเส้นกล้วยเดี่ยว เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเส้นกล้วยเดี่ยวส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคกล้วยเดี่ยว และสามารถที่จะนำผลจากการวิจัยไปส่งเสริมอาชีพการเพาะปลูกกล้วยหั่นไปได้อีกส่วนหนึ่ง จากนั้นทำการศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของเส้นกล้วยเดี่ยวที่มีส่วนประกอบของกล้วยหั่นเปรียบเทียบกับตัวควบคุม (ไม่มีกล้วยหั่น) และทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีอายุ 20-23 ปี จำนวน 50 คน เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและสรุปเป็นองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. เพื่อศึกษาค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็ว (RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (SAG) ของแป้งกล้วยหั่น

1.2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งกล้วยหั่นในส่วนประกอบของเส้นกล้วยเดี่ยว

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

- 1.3.1 แปะก๊วยหีนมีค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็วต่ำ
- 1.3.2 แปะก๊วยหีนสามารถนำมาเป็นส่วนผสมในการทำเส้นก๊วยเตี๋ยวได้
- 1.3.3 ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อเส้นก๊วยเตี๋ยวที่มีส่วนผสมก๊วยหีน

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

- 1.4.1 รูปแบบการวิจัย
การพัฒนาทดลอง (Experimental development)
- 1.4.2 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ก๊วยเตี๋ยวเส้นก๊วยหีน หมายถึง เส้นก๊วยเตี๋ยวที่มีแปะก๊วยหีนเป็นส่วนประกอบ
ความพึงพอใจต่อก๊วยเตี๋ยวเส้นก๊วยหีน หมายถึง ผลการทดลองชิมเส้นก๊วยเตี๋ยวที่มี
ส่วนประกอบของแปะก๊วยเปรียบเทียบกับเส้นก๊วยเตี๋ยวที่ไม่มีแปะก๊วยเป็นส่วนประกอบ

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

ได้ผลิตภัณฑ์เส้นก๊วยเตี๋ยวที่มีส่วนผสมของแปะก๊วยเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าและสุขภาพ
ของผู้บริโภค

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็วและค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้าของแป้งกล้วยหินสำหรับนำไปใช้เพื่อเป็นส่วนประกอบของเส้นก๋วยเตี๋ยวทดแทนการใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งมัน จึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 กล้วย
- 2.2 การบริโภคกล้วย
- 2.3 การเก็บรักษากล้วยไว้รับประทานนอกฤดูกาล
- 2.4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการสุกของกล้วย
- 2.5 กล้วยหิน
- 2.6 การใช้ประโยชน์จากกล้วยหิน
- 2.7 ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index)
- 2.8 ค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็ว (Rapidly available glucose หรือ RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (Slowly available glucose หรือ SAG)
- 2.9 แป้งกล้วย
- 2.10 สมบัติของแป้งกล้วย
- 2.11 การเตรียมเส้นก๋วยเตี๋ยว

2.1 กล้วย

กลุ่มส่งเสริมการเกษตร (2547) กล่าวว่า กล้วยเป็นไม้ผลที่คนไทยรู้จักกันมานานควบคู่มากับประเทศไทย โดยไม่รู้แน่ชัดว่ามีมาตั้งแต่เมื่อไร ทั้งนี้อาจเนื่องจากกล้วยมีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งมีประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในภูมิภาคดังกล่าว และจากการศึกษาทางวิวัฒนาการพบว่า กล้วยมีวิวัฒนาการมาถึง 50 ล้านปีแล้ว ดังนั้นจึงเป็นไม้ผลที่มนุษย์รู้จักบริโภคเป็นอาหารกันอย่างแพร่หลาย โดยทั่วไปกล้วยได้เริ่มมีการแพร่จากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปยังหมู่เกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิกพร้อม ๆ กับการอพยพของประชากรตั้งแต่ต้นคริสต์ศักราชเป็นต้นมา และได้มีการแพร่กระจายไปยังกลุ่มประเทศแถบอาหรับ ยุโรป จนกระทั่งสู่ทวีปอเมริกา และมีการขยายการปลูกจนถึงกับเป็นการค้าอันดับ 1 ของโลก

โดยปลูกมากที่คอสตาริกา และฮอนดูรัส ประเทศไทยมีการปลูกกล้วยกันมานานดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น กล้วยที่ปลูกมีมากมายหลายชนิด พันธุ์กล้วยที่ใช้ปลูกในประเทศไทยมาแต่โบราณนั้น มีทั้งเป็นพันธุ์พื้นเมืองดั้งเดิม และที่มีการนำเข้ามาพันธุ์มาจากประเทศข้างเคียงมาตั้งแต่โบราณ จนกระทั่งพวกเราเองก็คิดว่าเป็นพันธุ์พื้นเมือง กล้วยที่รู้จักกันในสมัยสุโขทัย คือ กล้วยตานี และปัจจุบันในจังหวัดสุโขทัยมีการปลูกกล้วยตานีมากที่สุด แต่เราไม่พบกล้วยตานี ในป่าทั้ง ๆ ที่กล้วยตานีเป็นกล้วยป่าชนิดหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดอยู่แถบประเทศอินเดียตอนใต้ จีน และพม่า ดังนั้นจึงเข้าใจว่า กล้วยตานี น่าจะมีการนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่สมัยสุโขทัยตอนต้น หรือช่วงการอพยพของคนไทยมาตั้งถิ่นฐานที่สุโขทัย

2.2 การบริโภคกล้วย

2.2.1. ชนิดสด คือ ผลกล้วยดิบหรือสุกที่นำมารับประทานเป็นอาหารในลักษณะผักสดและผลไม้ ดังนี้

- 1) กล้วยดิบ ที่ยังอ่อนฝานบางแช่ล้างในน้ำ ผสมน้ำมะนาวกันยางกล้วยเปลี่ยนเป็นสีดำ ใช้เป็นผักจิ้มน้ำพริกรับประทานกับข้าว
- 2) กล้วยสุก รับประทานเป็นผลไม้หลังอาหารคาว หรือรับประทานเป็นของหวานควบกับข้าวเหนียว ทำนองเดียวกับข้าวเหนียวมะม่วง หรือรับประทานกับกระยาสารท หรือตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ผสมกับผลไม้ชนิดอื่น เป็นสลัดผลไม้ หรือฝานเป็นแผ่นบางตามขวาง เป็นไส้แซนด์วิชหรือนำมารับประทานกับไอศกรีมเรียกว่า บานานาสปลิต หรือปั่นกับน้ำแข็งเป็นเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นкокเทล เป็นต้น

2.2.2 ชนิดแปรรูป คือ การนำกล้วยมาปรุงแต่งเป็นอาหารด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

- 1) กล้วยปิ้งหรือกล้วยหับ กล้วยน้ำว้าแก่จัด ปอกเปลือกปิ้งบนไฟถ่าน ร้อนปานกลางจนสุก อาจพรมน้ำเกลือเป็นชนิดเค็ม หรือชุบน้ำเชื่อมเป็นชนิดหวาน แล้วอังไฟเกือบแห้ง อาจหับให้แบนก่อนชุบน้ำเกลือหรือน้ำเชื่อมก็ได้
- 2) กล้วยเผา มักใช้กล้วยหักมุกทั้งเปลือกปิ้งบนไฟจนสุก ซึ่งเปลือกกล้วยจะกลายเป็นสีดำและแยกให้เห็นเนื้อกล้วยที่สุกเหลืองนำรับประทาน
- 3) กล้วยทอด คือ กล้วยน้ำว้าแก่จัดปอกเปลือกแล้วฝานหนาพอสมควรตามความยาวของผลกล้วยประมาณผลละ 2 – 4 ชิ้น แล้วแช่ขนาดของผลกล้วยชุบด้วยน้ำแป้งข้าวเจ้า ผสมน้ำกะทิและมะพร้าวขูดหยาบ ๆ ทอดในน้ำมันร้อนจัด จนแป้งสุกกรอบเหลือง

4) ข้าวเม่าทอด คือ กล้วยทอดอีกชนิดหนึ่ง แต่ใช้กล้วยไข่แก่จัดสุกก่อนข้างงอม ทั้งผลปอกเปลือกแล้วหั่นกล้วยทั้งลูกด้วยหน้ากระตึก ซึ่งคือส่วนผสมของน้ำตาลกับมะพร้าวขูดฝอยและข้าวเม่า ล้างแล้วชุบน้ำแป้งกล้วยทอด ทอดในน้ำมันร้อนจัดจนส่วนผสมที่หั่นกล้วยกรอบ

5) ข้าวต้มผัด ใช้กล้วยน้ำว้าแก่จัด ก่อนข้างสุกผ่านครึ่งซีกตามยาวของผลกล้วยหั่นด้วยข้าวเหนียว ซึ่งปรุงผสมด้วยน้ำกะทิกับน้ำตาลที่กวนเข้ากันจนเกือบสุก เกลี่ยส่วนผสมข้าวเหนียว ดังกล่าว แล้วม้วนใบตองห่อพับหุ้มท้ายประกบคู่กัน มัดด้วยเชือกกล้วย หรือตอกเป็น 2 เปราะนำไปนึ่งหรือต้มอีกครั้ง จนข้าวเหนียวสุกดีรับประทานได้เลย หรืออาจใช้ข้าวเหนียวอย่างเดียวโดยไม่ผสมกะทิและน้ำตาลก็ได้ แต่เมื่อนำไปนึ่งสุกแล้ว ต้องรับประทานกับมะพร้าวขูดคลุกผสมน้ำตาลกับเกลือเล็กน้อย เรียกว่า ข้าวต้มจิ้ม

6) แกงกล้วย คือการนำกล้วยน้ำว้าดิบแทนผักใส่แกงชนิดต่าง ๆ เช่น แกงเจียวหวาน

7) กล้วยเชื่อม อาจใช้กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ หรือกล้วยหักมุกก็ได้ ปอกเปลือกผ่าซีกตามยาวและตามขวางเป็น 4 ส่วน เพื่อให้สุกง่ายเมื่อเชื่อม แต่กล้วยไข่นิยมใช้กล้วยทั้งลูก โดยนำกล้วยไปต้มในน้ำเชื่อมที่ไม่เข้มข้นจนสุก

8) กล้วยบวชชี อาจใช้กล้วยน้ำว้าหรือกล้วยไข่ก็ได้ แต่ไม่ค่อยนิยมใช้กล้วยหักมุกต้มกล้วยในน้ำกะทิผสมน้ำตาลกับเกลือ ปรุงรสหวานเค็มตามชอบ

9) ขนมหกล้วย ใช้กล้วยที่สุกงอมมีส่วนผสมแป้งข้าวเจ้า ปรุงรสด้วยน้ำตาล เกลือ และโรยหน้าด้วยมะพร้าวขูด สมัยก่อนจะใช้ใบตองห่อแล้วนำไปนึ่ง ปัจจุบันมักบรรจุในพิมพ์รูปต่าง ๆ คล้ายลายขนมเค้ก

10) ทาร์ตกล้วย เป็นการพัฒนาเลียนแบบเค้กผลไม้ โดยใช้แป้งสาลีนวดกับไข่ เนย และน้ำตาลจนได้ที่ แล้วแผ่วางในถาดแบน ๆ ให้เนื้อแป้งหนาพอสมควร แล้วเรียงกล้วยน้ำว้าสุกปอกเปลือกฝานเป็นแว่นบาง ๆ ให้เต็มบนแผ่นแป้ง แล้วโรยด้วยเกล็ดน้ำตาลบนชั้นกล้วยเหล่านั้นให้ทั่ว เพื่อให้สีสวยและหอมเป็นน้ำตาลไหม้ แล้วนำเข้าเตาอบให้สุกด้วยไฟขนาดกลาง

11) เค้กกล้วย คือ ขนมเค้กที่ผสมเนื้อผลกล้วยบดละเอียดผสมกับแป้งทำขนมเค้ก

12) ขนมหกล้วย คือ ขนมหที่ผสมด้วยกล้วยบดละเอียดผสมกับเค้กกล้วย

13) ลูกก๊ากกล้วย คือ ลูกก๊ากผสมกล้วย เช่นเดียวกับเค้กกล้วย คือ การนำกล้วยมาผ่านขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อให้กล้วยสามารถเก็บรักษาไว้รับประทานนอกฤดูกาลได้นานขึ้น

2.3 การเก็บรักษากล้วยไว้รับประทานนอกฤดูกาล

2.3.1 กล้วยดอง คือ การนำผลกล้วยดิบหรือผลกล้วยที่ยังอ่อน หรือผลกล้วยที่ถ้าปล่อยให้สุกไว้ให้แก่แล้วจะไม่น่ารับประทาน โดยผ่านกล้วยหนา ๆ ตามทแยงผลทั้งเปลือกแช่ในน้ำเกลือผสม น้ำส้มสายชูในภาชนะเคลือบปากกว้าง หรือจะดอง เช่นเดียวกับการดองผักบางชนิดรวมกับผักชนิดอื่นด้วยก็ได้ ใช้ใบตองหรือผ้าขาวบางปิดปากภาชนะ นำตากแดดประมาณ 3 วัน ใช้จิ้มน้ำพริก รับประทานเช่นเดียวกับการผัดดองอื่น ๆ

2.3.2 กล้วยตาก คือ กล้วยสุก ปอกเปลือกนำไปตากแดดเพื่อจะระบายน้ำออกจากกล้วยไปบ้าง และทำให้น้ำตาลในกล้วยเข้มข้นสามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เสีย

2.3.3 กล้วยฉาบ ทำจากกล้วยดิบ นำมาปอกเปลือกผ่านบาง ๆ ทางขวางหรือตามยาวของผล กล้วยก็ได้ ผึ่งให้แห้งแล้วนำไปทอดในน้ำมันมาก ๆ ร้อนจัด จนสุกเกือบกรอบ เอาขึ้นจากน้ำมัน แล้วโรยเกลือเป็นชนิดเค็ม หรือนำไปชุบน้ำเชื่อมเป็นชนิดหวานก็ได้

2.3.4 กล้วยกวน ทำจากกล้วยสุกหอม ยีจนละเอียดกับน้ำตาล น้ำกะทิกวนในกระทะเหล็ก ไม่เป็นสนิม ใช้ไฟอ่อน ๆ จนสุกเหนียว และปั้นเป็นก้อนกลมห่อกระดาษแก้ว หรือใส่ถุงพลาสติก เก็บไว้รับประทานได้นาน ๆ รับประทานได้นาน ๆ

2.3.5 เครื่องดื่มกล้วยน้ำว่า ทำจากเนื้อกล้วยน้ำว่าสุกบดละเอียด ผสมกับน้ำตาลทรายซึ่งละลายในน้ำเดือด กรองให้สะอาด แล้วต้มเดือดอีกครั้งเติมแต่งรสด้วยน้ำมะนาวกับเกลือตามชอบ

2.3.6 แยมกล้วย ทำจากกล้วยหอมห่ม ๆ ปอกเปลือกผ่านเป็นแว่นบาง ๆ ผสมน้ำตาลทราย และเนื้อส้มเกลี้ยง หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ กับน้ำมะนาวต้มไฟอ่อน ๆ ประมาณ 45 นาที บรรจุขวดสะอาด ผนึกฝาเก็บไว้รับประทานได้นานไม่เสีย

2.3.7 กล้วยกึ่งรูป ทำจากกล้วยสุกกำลังดี ผ่านขนาดพอสมควรไม่บางมากนัก ตามยาวของ ลูกหรือตามแนวทแยงก็ได้ ลวกน้ำเดือด นาน 1/2 ถึง 1 นาที ตากแดดให้แห้งเก็บไว้ได้นาน 3 เดือน เมื่อเวลาต้องการนำมาปรุงอาหารให้นำมาแช่หรือต้มในน้ำเดือดประมาณ 5 – 10 นาที

2.3.8 แป้งกล้วย ทำจากกล้วยดิบที่แก่จัดปอกเปลือกลวกน้ำร้อนเดือดจืดนาน 1 – 2 นาที เพื่อป้องกันกล้วยเปลี่ยนสีเนื่องจากยางกล้วย ผ่านบาง ๆ แผ่ผึ่งในแดดเหล็กไม่เป็นสนิม ตากแดดเก็บไว้ใช้ทำขนมต่าง ๆ ได้ เช่น ขนมกล้วย ขนมถ้วยฟู ขนมบ้าบิ่น ขนมสำปะนั

2.4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการสุกของกล้วย

ส่วนประกอบทางเคมีและกายภาพ เช่น การเปลี่ยนแปลงของสีลักษณะเนื้อ กลิ่น รสของ กล้วยมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากกล้วย ดังนั้น การทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในระยะที่กล้วยสุกทำให้เราทราบว่าควรเลือกวัตถุดิบสภาวะอย่างไรในการทำ

ผลิตภัณฑ์ชนิดใด เช่น ในกล้วยดิบมีแป้งมากแต่มีปริมาณน้ำตาลน้อยเหมาะแก่การนำมาทำ Banana powder ซึ่งใช้ในการเตรียมเครื่องดื่มพวก Malted milk type หรืออาจใช้ทำพวก Banana figs, Crystalline banana, Banana chip สกัดทำยีสต์หรือทำเบียร์ ส่วนกล้วยสุกมีปริมาณน้ำตาลมากแต่แป้งน้อยสามารถเอาไปทำ Banana flour ซึ่งเวลาใช้งานนิยมนำไปผสมกับแป้งข้าวสาลีและทำขนมปัง เนื่องจาก Banana flour ไม่มีกลูเตน นอกจากนี้ยังทำเป็น Banana coffee, Banana coco, Banana chocolate, Alcohol, Wine, Vinegar หรือ Gam การสุกของกล้วยเนื่องจากกล้วยเป็นพืชที่มีการสุกของผลเป็นแบบ Climatic type ผลกล้วยจะสุกขณะที่อยู่บนต้น ขณะที่ผลกล้วยกำลังจะสุกเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลง 2 อย่าง ด้วยกันคือ

2.4.1 การเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อ กลิ่น และรส รวมเรียกว่า Covert

changes เป็นการเปลี่ยนแปลงที่สามารถวัดค่าได้ด้วยการมองเห็น คมกลิ่น ชิมรส และสัมผัสด้วยมือ การสุกของผลกล้วยในเครื่องจะเริ่มจากหวีแรกไปจนหวีสุดท้าย การเปลี่ยนแปลงของสีและลักษณะเนื้อจะมีความสัมพันธ์กัน ผลกล้วยที่ยังดิบจะมีสีเปลือกเป็นสีเขียวและลักษณะเนื้อแข็งมีสีขาว เมื่อผลสุกจะมีเปลือกสีเขียวอ่อนและลักษณะเนื้อเริ่มอ่อนตัวมีสีขาวซีด เนื้อจะเริ่มอ่อนตัว จากข้างในใจกลางมายังข้างนอก และจากส่วนปลายไปหาส่วนโคน ต่อมาสีเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมเขียว และลักษณะเนื้ออ่อนทั้งผล สีเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ยกเว้นที่ส่วนปลายและก้านผลยังคงเขียวอยู่ ในที่สุดผลกล้วยจะเหลืองตลอดผล และลักษณะเนื้ออ่อนนุ่ม แต่ยังไม่ละระยะนี้เรียกว่า Eating ripe หลังจากนั้นเปลือกของผลจะเริ่มเสียเนื่องจากเชื้อราเข้าทำลายเป็นจุดเล็ก ๆ สีน้ำตาล แล้วค่อย ๆ ขยายไปทั่วผล ลักษณะเนื้อจะเริ่มเละแต่ยังรับประทานได้รสชาติและกลิ่นของผลกล้วยขณะที่สุกเป็นผลมาจากความหวานของน้ำตาลที่เปลี่ยนแปลงมาจากสารประกอบคาร์โบไฮเดรต การลดปริมาณของกรด การเกิดสารประกอบพวกอะโรมาติกได้ ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณแทนนิน และกรดอื่น ๆ เช่น กรดไพรูวิก และโอลลิก

2.4.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมี รวมเรียกว่า Covert changes

เป็นการเปลี่ยนแปลงภายใน หรือกลไกที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกล้วยที่สุก คาคั้นและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการสุกของกล้วยคือการเปลี่ยนแปลงของกล้วยที่สุก คาคั้นเป็น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอในพวกกล้วยหอมทอง เนื้อแห้ง (Dry matter) ของผลจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ และสูงที่สุดประมาณร้อยละ 26 เมื่ออายุได้ 80 วัน หลังจากนั้นเนื้อแห้งจะลดลง ขณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

- 1) ปริมาณแป้งจะลดลงเมื่ออายุ 110 วัน
- 2) เกิดการสะสมของน้ำตาลกลูโคส และฟรุคโตส เมื่ออายุ 120 วัน
- 3) สามารถวัดปริมาณของกรดในเปลือกและเนื้อของผลไม้เมื่ออายุ 110 – 120 วัน

4) เกิดการสูญเสียคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากการหายใจ ทำให้ปริมาณแป้งสูญเสียไปมากกว่าการสะสมน้ำตาล

5) เกิดการปริของผิวเปลือกเมื่ออายุ 100 – 120 วัน ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดการสะสมปริมาณน้ำตาลที่เนื้อของผล ทำให้ความดันออสโมซิสเพิ่มมากขึ้นจึงเกิดการคุดน้ำมากเกินไป ผลกล้วยจึงบวมและดันให้ผิวเปลือกแตกออกมา

2.4.3 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการสุก

การสุกของกล้วยตัด หลังจากเรือกกล้วยถูกตัดจากต้นแม่แล้ว ผลกล้วยยังคงสามารถสังเคราะห์สารและมีเมตาโบลิซึมได้ ขณะนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนี้

1) การหายใจ ผลกล้วยจะมีอัตราการหายใจต่ำ ต่อมาจะเพิ่มสูงขึ้น กล้วยเริ่มเปลี่ยนสีอัตราการหายใจจะสูงมาก และสูงที่สุดเมื่อผลกล้วยเริ่มสุก หลังจากนั้นอัตราการหายใจจะลดลงขณะที่ผลกล้วยสุกแล้วอัตราการหายใจอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมอื่น เช่น ส่วนประกอบของอากาศที่ล้อมรอบผลกล้วย นั้น

2) ปริมาณความชื้นในผล ผิวที่เปลือกของผลมีปากใบ ดังนั้น กระบวนการคายน้ำจึงเกิดขึ้นได้ แม้จะตัดกล้วยออกจากต้นแม่แล้ว การคายน้ำอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ผลกล้วยดิบหลังจากตัดใหม่ อัตราการคายน้ำลดลงเล็กน้อย อัตราการคายน้ำจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นหลังจากนั้น และสูงที่สุดเมื่อผลกล้วยเริ่มสุกหลังจากนั้นอัตราการคายน้ำจะลดลงอีกปริมาณความชื้นในเนื้อของผลจะเปลี่ยนแปลง เนื่องจากกระบวนการหลายอย่างได้แก่ การคุดน้ำของแป้ง การเกิดออสโมซิส การคายน้ำทำให้เคลื่อนที่ไปยังเปลือกและลำต้น และการหายใจ

3) คาร์โบไฮเดรตของผลดิบ คือ แป้งเป็นส่วนใหญ่ ส่วนของผลสุกคือน้ำตาล ซึ่งได้แก่ กลูโคสเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นฟรุกโตส และซูโครส รวมทั้งมอลโตสและแรมโนส ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ปริมาณน้ำตาลในผลดิบมีปริมาณร้อยละ 1 – 2 และในผลสุกที่รับประทานสดมีเพียงร้อยละ 1 – 2 แต่ในผลสุกที่ปรุงอาหารมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 6

4) สารประกอบของเซลลูโลส ได้แก่ เฮมิเซลลูโลส และเปคติน เฮมิเซลลูโลสเป็นสารที่ทำให้เกิดเนื้อแข็งของผล การเปลี่ยนแปลงของสารดังกล่าวเป็นแบบเดียวกับแป้ง คือเมื่อผลดิบจะมีปริมาณร้อยละ 7 – 8 แต่เมื่อสุกจะมีปริมาณร้อยละ 1 ส่วนเปคตินในเนื้อของผลจะเพิ่มปริมาณขึ้นขณะที่ผลสุก แต่ปริมาณทั้งหมดของเปคตินไม่ว่าระยะใด ๆ มีเพียงไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักสด ปริมาณดังกล่าวนี้ว่ามากเป็น 4 เท่าของปริมาณในเปลือกของผล สารประกอบของเซลลูโลส ไม่มีความสำคัญในระหว่างการสุกของผลกล้วยแต่อย่างใด

5) ปริมาณกรดที่เนื้อของผล จะมีปริมาณกรดสูงสุดเมื่อผลกำลังจะสุก หรือหลังจากนั้นเล็กน้อย ต่อมาจะลดปริมาณลงตลอดเวลาที่ผลสุก ที่เปลือกมีปริมาณกรดที่เปลี่ยนแปลงแบบเดียวกันกับเนื้อของผล ความเป็นกรดเป็นด่างที่เนื้อผลดิบจะเป็น 5.0 – 5.8 และผลสุกจะเป็น 4.2 – 4.8 เนื้อผลสุกที่รับประทานสดจะมีปริมาณกรดเพียงครึ่งหนึ่งของเนื้อผลสุกที่ใช้ปรุงอาหาร ผลดิบจะมีกรดออกซาลิกมากที่สุด รองลงมาเป็นมาลิกและซิตริก และเมื่อผลสุกปริมาณออกซาลิกลดลงทำให้ปริมาณมาลิกมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีกรดอื่น ๆ บ้าง เช่น ไกลเซอร์ริก ไกลโคลิกซัคซินิก คีโตควินิก และไซคิมิก

6) แทนนิน เป็นสารประกอบฟีนอลิกที่ทำให้เกิดรสฝาดในผลดิบ เมื่อผลสุก ปริมาณแทนนินลดลงถึง 1 ใน 5 ปริมาณแทนนินในเปลือกมีมากกว่าเนื้อประมาณ 3 – 5 เท่า ปริมาณของแทนนินในกล้วยที่แช่แข็งและผลกล้วยที่ถูกทำลายโดยโรคใบจุดจะมีสูงกว่าผลกล้วยทั่ว ๆ ไป

7) ในโตรเจน พบว่าขณะที่ผลสุกไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของไนโตรเจน โปรตีนที่วัดได้ในผลสุกจะอยู่ระหว่างร้อยละ 0.5 – 1.5

8) ไซมัน พบว่าขณะที่ผลสุกไม่มีการเปลี่ยนแปลง ไซมันที่วัดได้ในเนื้อผลสุกจะอยู่ระหว่างร้อยละ 0.2 – 0.5

9) สารระเหย สารเหล่านี้สามารถดมกลิ่นได้ขณะที่ผลสุก สารที่พบได้แก่ น้ำมันกล้วย (Banana oil , Amyl acetate) และสารอื่น ๆ (Amyl butylate, Acetaldehyde, Ethanol, Methanol) ปริมาณน้ำมันดังกล่าวจะมีปริมาณร้อยละ 0.0013 ของเนื้อสดเอทิลีนเป็นอีกสารหนึ่งที่เกิดขึ้นได้ขณะผลสุกและเป็นการทำให้ผลกล้วยสุกเร็วขึ้นปริมาณเอทิลีนที่เกิดขึ้นในระยะก่อนผลสุกของกล้วยหอมที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน และเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อผลสุก

10) เม็ดสี เปลือกผลดิบมีเม็ดสีของคลอโรฟิลล์ แครโรทีน และแซนโทฟิล ขณะที่ผลสุกเปลือกจะเปลี่ยนสี เนื่องจากคลอโรฟิลล์ลดน้อยลงทำให้ปริมาณแคโรทีน และแซนโทฟิลมีปริมาณ 1 – 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 4 – 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อผลดิบไปจนผลสุกอาจมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากเดิม

2.4.4 ระยะในการสุกของกล้วย

ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุกสามารถนำมาแปรรูปเป็นแป้งกล้วย กล้วย รังนก ฯลฯ

ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองนิด ๆ สามารถนำมาแปรรูปเป็นกล้วยกรอบ แก้ว กล้วยหอมเบรคแตก ฯลฯ

ระยะที่ 3 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองมากขึ้น แต่ยังมีสีเขียวมากกว่าเหลือง สามารถนำมาแปรรูปเป็นกล้วยอบเนย กล้วยฉาบ ฯลฯ

ระยะที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียวสามารถนำมาแปรรูปเป็นกล้วยน้ำว้าเชื่อม กล้วยไข่เชื่อม ฯลฯ

ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลือง สามารถนำมาแปรรูปเป็นกล้วยน้ำว้าคั้นรูป ข้าวต้มผัด กล้วยม้วน

ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง สามารถนำมาแปรรูปเป็น กล้วยหลอดอบเนย กล้วยกรอบ ฯลฯ

ระยะที่ 7 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่ มีกลิ่นหอม) สามารถนำมาแปรรูปเป็นกล้วยตาก กล้วยกวน ฯลฯ

2.5 กล้วยหิน

กล้วยหิน เดิมเป็นพืชเก่าแก่คู่ 2 พี่แม่น้ำปัตตานี โดยเฉพาะในเขตตำบลบาเจาะ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา มีกล้วยหินขึ้นหนาแน่นจนคนมักจะเข้าใจว่าเป็นกล้วยป่าที่งอกขึ้นเองตามธรรมชาติไม่มีคุณค่าประโยชน์อันใด แต่ที่จริงแล้วกล้วยหินเป็นพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นของอำเภอบันนังสตา เกษตรกรมีรายได้จากการปลูกกล้วยหินมาก ผลผลิตมีไม่เพียงพอับความต้องการของตลาดจนทำให้ราคาผลผลิตสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เหตุที่ชื่อว่า “กล้วยหิน” หลายคนวิเคราะห์ว่า กล้วยหิน เจริญงอกงามดีในบริเวณหมู่บ้านเรือซุด อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ทางไปเขื่อนบางลางในปัจจุบัน ซึ่งแต่เดิมบริเวณนี้เคยเป็นเหมืองร้าง พื้นดินจึงมีสภาพเป็นกรวดหินและดินลูกรัง มีกล้วยชนิดนี้ขึ้นอุดมสมบูรณ์ชาวบ้านเห็นว่ากล้วยชนิดนี้สามารถขึ้นได้ดีในสภาพกรวดหิน จึงเรียกว่า “กล้วยหิน” และเรียกชื่อนี้กันมาจนถึงปัจจุบัน เอกลักษณะเฉพาะตัวและลักษณะทั่วไปของกล้วยหิน คือ ลำต้นสูง 3.5-5 เมตร โคนต้นวัดโดยรอบประมาณ 70 เซนติเมตร กาบด้านนอกสีเขียวฉ่ำ ก้านใบค่อนข้างสั้น ร่องใบเปิด ปลีกล้วยดอกบัวตูม เครือหนึ่งจะมี 7-10 หวี หวีหนึ่งหวีมีประมาณ 10-15 ผล ซึ่งผลกล้วยหินเป็นรูปห้เหลี่ยม มีเปลือกหนาทนต่อการกระแทก ทำให้เก็บรักษาได้นาน ผลสุกมีสีเหลือง เนื้อสีขาวอมเหลือง มีรสชาติอร่อยทั้งเหนียวนุ่มและหวานหอมสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด การปลูกกล้วยหินให้ได้ผลผลิตสูง กล้วยหินมีคุณภาพดี ผลโต เนื้อแน่นไม่ยุ่ย ไม่ติดเปลือก รสชาติอร่อย ไม่มีสารเคมีตกค้างปลอดภัยต่อการบริโภค จำเป็นต้องพิถีพิถันตั้งแต่การเลือกพื้นที่ปลูก สภาพดินฟ้าอากาศที่เหมาะสมต่อการคัดเลือกหน่อพันธุ์ การปลูกและการปฏิบัติดูแลรักษา รวมไปถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงระยะที่เหมาะสมก็จะได้ผลผลิตดีทั้งปริมาณและคุณภาพตามที่ต้องการ

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสงขลา ประสานความร่วมมือกับศูนย์
 อำนวยการบริหารจังหวัดชายแดนภาคใต้ และจังหวัดยะลาเร่งศึกษารายละเอียดและเก็บรวบรวม
 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกล้วยหิน ซึ่งเป็นพืชเฉพาะถิ่นของจังหวัดยะลาเพื่อยื่นจดทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทาง
 ภูมิศาสตร์กับกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์เพื่อพัฒนาระบบความคุ้มครองกล้วยหิน
 ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการแอบอ้างชื่อ ทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้ผลิตในท้องถิ่นเสริมสร้างรักษา
 ภาพพจน์สินค้ากล้วยหินพร้อมสนับสนุนและพัฒนาระบบการผลิตให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น
 ซึ่งจะประโยชน์ต่อการพัฒนาด้านการค้าในอนาคต ขณะนี้ได้เร่งรวบรวมและจำแนกสายพันธุ์
 กล้วยหินซึ่งพบมีอยู่ประมาณ 4-5 สายพันธุ์ ทั้งยังพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยหิน เพื่อเป็น
 แนวทางเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตให้แก่เกษตรกร อาทิ การไว้หน่อ การห่อผลและพัฒนา
 ผลิตภัณฑ์แปรรูปขณะเดียวกันยังได้นำหน่อพันธุ์กล้วยหินมาปลูกบนแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยและ
 พัฒนาการเกษตรปัตตานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพัทลุง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร
 นราธิวาส ศูนย์วิจัยพืชสวนยะลาและศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา รวม 30-40 ไร่ เพื่อขยายพันธุ์เพิ่มมากขึ้น
 โดยกรมวิชาการเกษตรได้เตรียมแผนผลิตหน่อพันธุ์กล้วยหินเพื่อรองรับความต้องการของ
 เกษตรกรและผู้สนใจที่จะนำไปปลูกด้วย เนื่องจากขณะนี้หน่อพันธุ์ยังไม่เพียงพอกับความต้องการ
 ทำให้มีราคาแพง มีการซื้อขายกันหน่อละ 30-50 บาท นอกจากกล้วยหินจะเป็นที่ต้องการของ
 ผู้บริโภคแล้วยังเป็นที่นิยมมากในกลุ่มผู้เลี้ยงนกปรอดหัวโขนหรือนกกรงหัวจุกด้วย โดยเฉพาะชาว
 ไทยมุสลิมในพื้นที่ภาคใต้กว่า 1 แสนครัวเรือน ได้มีการเลี้ยงนกกรงหัวจุกรวมไม่น้อยกว่า 2 แสน
 ตัว นกตัวหนึ่งจะกินกล้วยหินวันละครั้งผลรวม 1 แสนผลต่อวันหรือประมาณ 10,000 หัวต่อวันถือเป็น
 ผลพลอยได้ที่ช่วยผลักดันให้กล้วยหินมีปัจจุบันกล้วยหินเป็นพืชของดีของจังหวัดยะลา เป็น
 สินค้าที่กำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคและตลาดมีความต้องการมาก ทำให้มีราคาสูงหัวละ 25-
 35 บาท ขึ้นอยู่กับคุณภาพ ขนาดผลและขนาดหัว โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนจะมีผลผลิตน้อยทำให้ราคา
 กล้วยหินขยับตัวสูงขึ้น ถึง 40-50 บาทต่อหัว ซึ่งสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรและประชาชนในพื้นที่
 จังหวัดยะลา หันมาปลูกกล้วยหินเพิ่มมากขึ้น มีเนื้อที่รวมประมาณ 3,000 ไร่ นอกจากนี้ยังมีการนำ
 กล้วยหินมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้า โดยมีการซื้อขายกันทั้งผลสุกและผล
 ดิบ สำหรับผลสุกนำไปต้มสุกบวชหรือเชื่อมรับประทาน นอกจากนี้กล้วยหินยังนิยมทำเป็นกล้วย
 ทอดเป็นสินค้าขึ้นชื่อของจังหวัดยะลาที่มีขายมานานกว่า 30 ปีแล้ว ส่วนผลดิบนำไปแปรรูป เป็น
 กล้วยหินฉาบ ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ปีละ 40-41 ล้านบาท ซึ่งในพื้นที่
 อำเภอบันนังสตา มีกลุ่มแปรรูปกล้วยหินฉาบอยู่หลากหลายกลุ่ม (สุภาวดี บุญมี, 2556)

2.6 การใช้ประโยชน์จากกล้วยหิน

การนำกล้วยหินมาเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบแก้วของสามจังหวัดชายแดนภาคใต้โดยการพัฒนาสูตรและสำรวจผู้บริโภค จำนวน 300 คน และการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์โดยวิธีมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์กล้วยหินกรอบหลังการทอดด้วยน้ำมันค่าคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 77.05 ไขมันร้อยละ 12.41 เถ้าร้อยละ 5.46 ความชื้นร้อยละ 2.02 โปรตีนร้อยละ 1.70 เยื่อใยร้อยละ 1.36 และมีค่าพลังงาน 426.69 กิโลแคลอรีรสเคลือบช็อกโกแลตประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 76.39 ไขมันร้อยละ 13.00 เถ้าร้อยละ 5.68 ความชื้นร้อยละ 2.05 โปรตีนร้อยละ 1.65 เยื่อใยร้อยละ 1.23 และมีค่าพลังงาน 429.16 กิโลแคลอรี สำหรับกระเทียมพริกไทยประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 77.05 ไขมันร้อยละ 12.61 เถ้าร้อยละ 5.28 ความชื้นร้อยละ 2.03 โปรตีนร้อยละ 1.70 เยื่อใยร้อยละ 1.33 และมีค่าพลังงาน 428.49 กิโลแคลอรี และผลการสำรวจผู้บริโภคเห็นว่าควรพัฒนารสสมุนไพรผสม รสเคลือบช็อกโกแลต และรสกระเทียมพริกไทย สำหรับปัจจัยที่สำคัญที่สุดได้แก่ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ และปัจจัยทางด้านการจัดจำหน่าย (นันทรัตน์ นามบุรี และจรรยา สุขจันทร์, 2549) ในปี 2551 ได้มีการศึกษาผลของน้ำมันที่ใช้ทอดต่อคุณภาพของกล้วยหินจาก การสำรวจข้อมูลของผู้ประกอบการ พบว่าปัญหาที่สำคัญของการผลิตขณะนี้คือ เรื่องอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สั้น กล่าวคือผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืน เสียลักษณะที่ดีของเนื้อสัมผัสคือความกรอบเบา ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและกระทบต่อแผนการจัดจำหน่าย ทั้งนี้ปัจจัยการผลิตสำคัญที่ส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของอาหารประเภทนี้คือ ชนิดของน้ำมันและสภาวะในการทอด (2) ซึ่งพบว่าน้ำมันที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์ร้อยละร้อย เป็นน้ำมันปาล์มที่ไม่ได้ผ่านการตรวจสอบและรับรองคุณภาพ ทดลองโดยทำการผลิตกล้วยหินอบรสเค็มแล้วตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์และน้ำมันที่ใช้ทอด แบ่งการทดลองเป็น 2 ตอน ตอนแรกศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์กล้วยหินอบที่ทอดในน้ำมัน 3 ชนิด คือ น้ำมันปาล์ม A น้ำมันปาล์ม B และน้ำมันรำข้าว C มีกรรมวิธีการผลิตคือ นำกล้วยหินดิบที่ผ่านการสไลด์เป็นชิ้นตามขวางของผลเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.0 เซนติเมตรหนาประมาณ 1.5 มิลลิเมตร แช่ในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2 อัตราส่วนของน้ำเกลือต่อชิ้นกล้วยหินเท่ากับ 1 : 2 โดยน้ำหนัก นาน 5 นาที จากนั้นนำขึ้นสะเด็ดน้ำเกลือ แล้วทอดในน้ำมันกำหนดให้อัตราส่วนของชิ้นกล้วยหินต่อน้ำมันเท่ากับ 1 : 5 โดยน้ำหนัก ควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันให้อยู่ในช่วง 180-190 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที หรือจนกล้วยสุกเป็นสีเหลืองทองแล้วนำขึ้นจากน้ำมันวางให้เย็นบนกระดาษซับมันก่อนบรรจุถุงชนิดโพลีโพรพิลีน (Propylpropylene : PP) ขนาดถุงละ 200 กรัม และปิดผนึกด้วยความร้อนผลิตภัณฑ์ที่ได้แบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 วัดค่าการดูดซับน้ำมัน (Oil absorption) โดยการวิเคราะห์ปริมาณไขมันด้วยวิธี AOAC. (1990) ในผลิตภัณฑ์กล้วยหินอบที่ผลิตเสร็จ (สัปดาห์ที่ 0) ชุดที่ 2 เก็บรักษาที่

อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากนั้น จึงทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์กล้วยหินฉาบทุก ๆ 2 สัปดาห์โดยตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ทำการเปรียบเทียบการใช้น้ำมัน 3 ชนิดคือ น้ำมันปาล์ม A น้ำมันปาล์ม B และน้ำมันรำข้าว C โดยติดตามค่าการดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์หลังทอด ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี (aw) ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) และค่าคะแนนการเกิดกลิ่นหืนซึ่งประเมินโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน ของผลิตภัณฑ์หลังทอด และทุก 2 สัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และติดตามค่าความหนืดและค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันที่ถูกใช้ซ้ำจำนวน 5 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า กล้วยหินฉาบที่ทอดด้วยน้ำมันรำข้าว C มีค่าการดูดซับน้ำมันสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์มทั้งสองชนิด ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี ค่าเปอร์ออกไซด์ และค่าคะแนนการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจะมีค่าสูงขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ($p < 0.05$) โดยค่าเปอร์ออกไซด์และค่าคะแนนการเกิดกลิ่นหืนของกล้วยหินฉาบที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม A มีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทอดด้วยน้ำมันปาล์ม B และน้ำมันรำข้าว C ($p < 0.05$) ค่าความหนืดและค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อถูกนำมาใช้ซ้ำ ($p < 0.05$) โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืดของน้ำมันปาล์ม B จะเกิดขึ้นช้ากว่า

อดิศร จารุญ วรรณภา ชัยวล และบุษรา จ้อยร่อย (2558) ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกล้วยหินและกล้วยเล็บมือนาง 3 ระยะของการพัฒนาคือ ระยะดิบ ระยะสุก และระยะสุกงอม สกัดสารจากกล้วยโดยใช้เมทานอลเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลายแล้วระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสาร วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH scavenging assay วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) ผสมสารละลาย Acetate buffer pH 3.6, TPTZ-HCl ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์และ $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ความเข้มข้น 20 มิลลิโมลาร์ ในอัตราส่วน 10:1:1 ในปริมาตร 3 มิลลิลิตรผสมกับสกัดจากกล้วยหินและกล้วยเล็บมือนาง 200 ไมโครลิตรให้เข้ากันบ่มในตูบ่ม (Incubator) อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร ใช้ Torlox เป็นสารเทียบมาตรฐาน วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด (Total phenolic compound ;TPC) ด้วยวิธี Folin - cioculture procedure และวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ (Total flavonoid content;TFC) โดยวิธี Aluminium chloride colorimetric method กล้วยในการทดลองมีระยะการสุกต่างกันลักษณะสีที่ปรากฏจึงแตกต่างกันส่งผลให้ค่าสีที่ติดตามจากการวัดด้วยเครื่องวัดสีมีค่าแตกต่างกัน กล้วยหินพัฒนาจากระยะดิบเป็นสุกใช้เวลา 5 วันและพัฒนาจากระยะสุกเป็นสุกงอมอีก 4 วัน กล้วยเล็บมือนางพัฒนาจากระยะดิบเป็นสุกใช้เวลา 3 วันและพัฒนาจากระยะสุกเป็นสุกงอมอีก 3 วัน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าสีที่แตกต่างกันค่าสีสามารถบ่งบอกถึงระยะการพัฒนาของการสุกที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ในระยะดิบมีค่า L^* และ Hue

angle แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับระยะสุกและระยะสุกงอมทั้งกล้วยหินและกล้วยเล็บมือนาง กล้วยในการทดลองมีระยะการสุกต่างกันลักษณะสีที่ปรากฏจึงแตกต่างกันส่งผลให้ค่าสีที่ติดตามจากการวัดด้วยเครื่องวัดสีมีค่าแตกต่างกัน กล้วยหินพัฒนาจากระยะดิบเป็นสุกใช้เวลา 5 วันและพัฒนาจากระยะสุกเป็นสุกงอมอีก 4 วัน กล้วยเล็บมือนางพัฒนาจากระยะดิบเป็นสุกใช้เวลา 3 วันและพัฒนาจากระยะสุกเป็นสุกงอมอีก 3 วัน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าสีที่แตกต่างกัน ค่าสีสามารถบ่งบอกถึงระยะการพัฒนาของการสุกที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ในระยะดิบมีค่า L^* และ Hue angle แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับระยะสุกและระยะสุกงอมทั้งกล้วยหินและกล้วยเล็บมือนาง

นฤมล ลอยแก้ว และ ชิตสุดา ชัยศักดิ์านุกูล (2559) ศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพเคมี และคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงความหนืดในรูปเพสต์ (Paste) ของแป้งกล้วยหินและแป้งกล้วยหักมุก และการใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เบะหมีสด โดยทำการศึกษาระดับการทดแทนของแป้งกล้วยทั้งสองชนิดที่เหมาะสมโดยยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลการวิเคราะห์ทางเคมีโดยการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมัน ด้วยวิธี AOAC (1995) พบว่า พบว่าปริมาณโปรตีนของแป้งกล้วยหิน และแป้งกล้วยหักมุกมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าแป้งหมี แต่มีปริมาณเถ้าสูงกว่า แป้งมียังมีนัยสำคัญ ค่าความสว่างจากการวัดสีแป้งหมีมีความสว่างมากกว่าแป้งกล้วยหิน และแป้งกล้วยหักมุก ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดในรูปของเพสต์ของแป้งชนิดต่างๆ ด้วยเครื่อง RVA แป้งสาลี แป้งกล้วยหิน และกล้วยหักมุกมีอุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจลลาติไนซ์ใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 80-85 องศาเซลเซียส โดยแป้งกล้วยหักมุกจะมีค่าความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) และค่า Break down สูงกว่าแป้งกล้วยหินและแป้งเบะหมี

2.7 ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index)

บทความออนไลน์ดัชนีน้ำตาลคืออะไร กล่าวไว้ว่า ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index) เป็นวิธีที่ดีที่จะบอกให้รู้ว่าคาร์โบไฮเดรตในอาหารมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดอย่างไร ดัชนีน้ำตาลเป็นเรื่องสำคัญต่อผู้เป็นเบาหวาน มีอาหารบางประเภทที่แสดงค่าดัชนีน้ำตาลบนฉลากอาหารด้วย

ข้อมูลพื้นฐานของค่าดัชนีน้ำตาล

ค่าดัชนีน้ำตาล Glycemic index (GI) เป็นการจัดลำดับอาหารคาร์โบไฮเดรต อย่างเช่น มันขนมปัง ข้าว และ พาสต้ามีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดมากน้อยเพียงใดหลังจากที่กินอาหารชนิดนั้นๆ 1-2 ชั่วโมง อาหารที่มี GI สูงจะถูกดูดซึมได้เร็วกว่า และเป็นเหตุให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นสูงกว่าอาหารที่มี GI ต่ำ อาหารที่มี GI ต่ำจะถูกย่อยช้า จึงทำให้กลูโคสถูกปล่อยเข้าไปในกระแส

เลือดอย่างช้าๆ ระดับน้ำตาลในเลือดก็จะขึ้นช้าไปด้วย เช่น GI ของมัฟฟินเท่ากับ 60 และค่า GI ของกล้วยเท่ากับ 51 ในการหาค่า GI นี้ นักวิทยาศาสตร์เปรียบเทียบการตอบสนองของระดับน้ำตาลในเลือดของอาหารที่กินต่ออาหารที่ใช้อ้างอิงที่มีค่าคาร์โบไฮเดรตเท่า ๆ กันกับอาหารที่กินคือ 50 กรัม อาหารที่ใช้อ้างอิงอาจจะเป็นขนมปังขาวหรือกลูโคสก็ได้

ตัวเลข GI หมายความว่า ผลของระดับน้ำตาลในเลือดของอาหารที่ใช้อ้างอิงถูกกำหนดค่าเป็น 100 ตารางต่อไปนี้จะแสดงค่า GI ของอาหารเปรียบเทียบกับค่าอาหารอ้างอิง 100

ค่า ≤ 55 = GI ต่ำ

ค่า 56-69 = GI ระดับกลาง

ค่า 70-100 = GI สูง

มันฝรั่งอบมีค่า GI=93 ขณะที่เผือกอบมีค่า GI=54 เมื่อใช้หลัก GI พิจารณา แน่นอนว่าเผือกอบเป็นตัวเลือกที่ดีกว่ามันฝรั่งอบเพราะกินแล้วระดับน้ำตาลในเลือดจะขึ้นน้อยกว่า

ตารางที่ 2-1 ค่า GI ของอาหาร

ผลไม้	GI	ผลิตภัณฑ์นม	GI	เครื่องดื่ม	GI	ของว่าง ขนมขบเคี้ยว	GI
แอปเปิ้ล	38	นมช็อคโกแลต	35	น้ำแอปเปิ้ล	40	ช็อคโกแลตแท่ง	49
กล้วย	56	ไอศกรีมวานิลลา ไขมันต่ำ	60	โคล่า	65	ข้าวโพด แผ่นทอด กรอบ	72
อินทผลัม	103	นมชาดมันเนย	32	เกเตอเรท	78	โดนัท	76
เกรปฟรุต	25	นมสด	40	น้ำเกรปฟรุต	48	พิซซ่าหน้าชีส	60

ค่า GI

ตามทฤษฎีแล้ว การกินอาหารที่มีค่า GI ต่ำจะช่วยให้เซลล์ร่างกายของคุณใช้อินซูลินได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นเซลล์จะรับน้ำตาลในเลือดไปใช้เป็นพลังงานได้มากขึ้น ซึ่งแน่นอนว่าจะทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดต่ำลง เป็นผลให้สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของคุณได้ดีขึ้น และถ้าใช้อินซูลิน ก็จะช่วยลดความต้องการอินซูลินลงด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อค่า GI

1) อาหารยังมีใยอาหารสูงเท่าไร ค่า GI ยิ่งต่ำลงเท่านั้น และอาหารยังมีไขมันสูงเท่าไร ค่า GI ยิ่งต่ำลงเท่านั้น

2) ผลไม้ ยิ่งสุก คาร์โบไฮเดรตจะถูกย่อยและถูกดูดซึมได้เร็วขึ้น ทำให้ค่า GI ยิ่งสูงขึ้น

3) อาหารยังผ่านกรรมวิธีการผลิตมากเท่าใดก็ยิ่งมีค่า GI สูงเท่านั้น

4) วิธีการเตรียมอาหาร (คิบหรือสุก) มีผลต่อ GI

5) องค์ประกอบในอาหารมีอะไรบ้างที่คุณกินมีอะไรบ้าง

6) ความเร็วในการกินอาหาร

2.8 ค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็ว (Rapidly available glucose หรือ RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (Slowly available glucose หรือ SAG)

เป็นค่าที่บ่งชี้คุณภาพของคาร์โบไฮเดรตที่มีผลต่อการดูดซึมน้ำตาลที่ได้จากกระบวนการย่อยในร่างกาย ที่สามารถวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ค่าดังกล่าวนิยมใช้ศึกษาคุณภาพคาร์โบไฮเดรตเบื้องต้นก่อนการศึกษาค่าดัชนีน้ำตาล (GI) ที่ต้องศึกษาในมนุษย์โดยค่า RAG แสดงปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่แตกตัวจากการย่อยโดยเอนไซม์ในช่วงเวลา 20 นาทีแรก ซึ่งน้ำตาลกลูโคสส่วนนี้จะถูกดูดซึมในลำไส้เล็กส่วนต้น (Doudenum) มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดและปริมาณอินซูลินมากที่สุด ส่วนค่า SAG แสดงปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่แตกตัวจากการย่อยโดยเอนไซม์ ในช่วงเวลาต่อเนื่องอีก 100 นาที ซึ่งน้ำตาลกลูโคสส่วนนี้จะถูกดูดซึมในลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) และส่วนปลาย (Ileum) (อังสุรย์ วสุทัศน์ และคณะ, 2558)

จากการศึกษาค่าดัชนีน้ำตาล (ไกซีมิก) ของผลไม้ไทย (ประไพศรี สิริจักรวาล และคณะ, 2554) 9 ชนิด โดยใช้อาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 12 คน แต่ละสัปดาห์ของการศึกษา อาสาสมัครจะได้รับอาหารทดสอบที่มีคาร์โบไฮเดรตซึ่งย่อยสลายเป็นพลังงานได้ (Available carbohydrate) ปริมาณ 25 กรัม มีอาหารอ้างอิงเป็นสารละลายกลูโคส อาสาสมัครแต่ละคนจะเข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด 6 ครั้ง โดยรับประทานสารละลายกลูโคสลับกับผลไม้ครั้งละ 1 ชนิด รวม 3 ชนิด ซึ่งจะต้องรับประทานหมดภายในเวลา 10 นาที ทำการเจาะเลือดอาสาสมัครก่อนรับประทานอาหาร 2 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากงดอาหาร 10-12 ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นค่า baseline ของระดับน้ำตาลในเลือด จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อหาว่าระดับน้ำตาลในเลือดที่เวลา 15, 30, 45, 60, 90 และ 120 นาที หลังจากรับประทานอาหารค่าแรก ค่าดัชนีน้ำตาล คำนวณได้จากร้อยละของพื้นที่ใต้กราฟของระดับน้ำตาลในเลือดเหนือระดับ baseline (Incremental area under the curve; IAUC) ต่อค่าเฉลี่ย IAUC หลังจากรับประทานสารละลายกลูโคส โดยคำนวณค่าดัชนีน้ำตาลของอาสาสมัครแต่ละคน แล้วจึงนำมาเฉลี่ยเป็นค่าดัชนีน้ำตาลของผลไม้แต่ละชนิด ผลการศึกษาพบว่าหลังจากรับประทานผลไม้ในการศึกษา 9 ชนิด อาสาสมัครส่วนมากมีระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นสูงที่สุดที่เวลา 30 นาที และลดระดับลงสู่ระดับ

ใกล้เคียงกับ baseline ที่เวลา 60-90 นาทีหลังรับประทานผลไม้ โดยค่าดัชนีน้ำตาลของผลไม้ไทยในการศึกษานี้เรียงจากน้อยไปหามาก ได้แก่ มะม่วงเสวยดิบ (28), ฝรั่ง (34), ส้มสายน้ำผึ้ง (44), ลำไย (44), เงาะ (55), แดงโมกนิรี (58), มะม่วงน้ำดอกไม้สุก (64), มะละกอ (65), และสับปะรด (72) โดยพบความสัมพันธ์แบบผกผันระหว่างค่าดัชนีน้ำตาลกับปริมาณใยอาหารของผลไม้ชนิดนั้น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.34$, $P < 0.01$) และพบว่า ค่าน้ำตาลกลูโคส และฟรุกโตสในผลไม้มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าดัชนีน้ำตาลของผลไม้ในการศึกษานี้สูงกว่าการศึกษาก่อนหน้าซึ่งศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานของไทย อาจเกิดจากความแตกต่างของภาวะสุขภาพของอาสาสมัครและสัดส่วนผลไม้ที่อาสาสมัครรับประทาน

ตารางที่ 2-2 ตารางแสดงค่า GI ของกล้วย

ช่วงการสุกของกล้วย	ค่าดัชนี	ค่า GI
กล้วย	ปานกลาง	52
กล้วยไข่สุก	ต่ำ	44
กล้วยไข่สุกงอม	ต่ำ	46
กล้วยน้ำว้าสุก	ต่ำ	37
กล้วยน้ำว้าสุกงอม	ต่ำ	47
กล้วยหอมสุก	ต่ำ	46
กล้วยหอมสุกงอม	ต่ำ	43

ที่มา: <http://www.thailovehealth.com/table/glycemic-index.html> เมื่อ สิงหาคม 2559

จากตารางแสดงให้เห็นว่ากล้วยเป็นผลไม้ที่มีค่า GI ต่ำ ซึ่งเหมาะในการนำมาบริโภค และควบคุมโภชนาการทางอาหาร อีกทั้งยังหาได้ง่าย มีราคาไม่แพง

Bi, Y., et al. (2017) กล่าวว่า แป้งดิบ Musa AAA Cavendish (MC) และแป้ง Musa ABB Pisang Awak (MPA) มีอัตราการย่อยอาหารต่ำที่สุดในขณะที่แป้งและแป้ง Musa Dwarf Red banana (MDR) ที่สุกมีปริมาณแป้งที่ทนต่อความต้องการสูงสุดและแป้งสตาร์ชที่ปรุงแล้วมีปริมาณแป้งที่ย่อยได้ต่ำที่สุด จากการสำรวจพบว่าหลายปัจจัยมีผลต่อการย่อยได้รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีรูปร่างของเม็ดและโครงสร้างโมเลกุล เพคตินในแป้งกล้วย อาจมีผลต่อการย่อยได้ของแป้งในหลอดทดลอง การสแกนอิเล็กตรอน micrographs พบว่าเม็ดมีรูปร่างแบนรูปไข่ รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์พบว่าแป้งและแป้งของ MDR แสดงชนิดของ CA ในขณะที่กล้วยชนิดอื่น ๆ มีชนิด CB แป้งและแป้งจาก MPA มีปริมาณอะมิโลสสูงสุด Al-Mssallem MQ et.al. (2014) ศึกษา

การวัดค่า RAG และ SAG ใช้เพียงการย่อยโปรตีนในอาหารสัตว์ในหลอดทดลองโดยใช้เอนไซม์ที่มีลักษณะคล้ายกับที่มีอยู่ใน GI การวัดค่าของ RAG ให้ค่าสำหรับกลูโคสที่มีแนวโน้มว่าจะถูกดูดซึมเข้าสู่ลำไส้เล็กของมนุษย์และทำให้มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดและการตอบสนองของอินซูลิน ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอาหาร RAG และ GI ได้รับการศึกษาและพบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอาหารเหล่านี้ ($r = 0.76, p < 0.001$) เห็นได้ชัดว่าการใช้ RAG แต่ยังสามารถวัด SAG ของ CHO ที่มีอาหารเป็นอาหารเสริมในแนวทาง GI และอาจให้ข้อมูลเพิ่มเติมซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในการทำนายการทำความเข้าใจผลกระทบของอาหารต่างๆที่มี CHO ในระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลิน

2.9 แป้งกล้วย

นรินทร์ เจริญพันธ์ (2557) กล่าวว่า แป้งกล้วย เกิดจากการแปรรูปกล้วยเป็นแป้งกล้วยที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าแป้งหลายชนิด เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น เนื่องจากกล้วยเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารอาหาร มีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของกล้วย พบว่ากล้วย 1 ผล สามารถให้พลังงานประมาณ 100 แคลอรี มีน้ำตาลธรรมชาติอยู่ 3 ชนิด คือ ซูโครส ฟรุคโทส และกลูโคส รวมไปถึงเส้นใยและกากอาหาร กล้วยอุดมด้วยวิตามินบี 6 ที่ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน แร่ธาตุอย่างแมกนีเซียมและโพแทสเซียม ที่ช่วยป้องกันโรคความดัน โปรตีนที่อยู่ในกล้วยมีกรดอะมิโนอาร์จินิน และฮิสติดีน ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของทารก นอกจากนี้ การสุกของกล้วยแต่ละระยะยังให้สรรพคุณทางยาแตกต่างกัน กล้วยดิบแก้โรคกระเพาะ กล้วยห่ามแก้ท้องเสีย ชดเชยโพแทสเซียมให้แก่ร่างกาย กล้วยสุกแก้ท้องผูกมีเพคตินมากเพิ่มกากใยแก่ลำไส้ และกล้วยงอมต้านมะเร็ง สร้างภูมิคุ้มกัน สร้างเซลล์เม็ดเลือดขาว นอกจากการบริโภคผลสดแล้ว การแปรรูปกล้วยให้เป็นแป้งกล้วยสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารนานาชนิด

กระบวนการผลิตแป้งกล้วยมีขั้นตอนที่ง่ายไม่ยุ่งยาก เริ่มการนำผลกล้วยระยะดิบถึงห่ามมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นบางๆ ทำแห้งบดให้ละเอียด และร่อนผ่านตะแกรง ก่อนบรรจุแป้งกล้วยในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดสนิท กล้วย 1 หวี จะได้แป้งกล้วยประมาณ 300 กรัม แป้งกล้วยที่ดีต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก แป้งกล้วยจะมีกลิ่น รส เฉพาะตัว มีคุณสมบัติทางกายภาพดีรวมตัวกับน้ำได้ดี คือ เมื่อได้รับความร้อนแป้งจะพองตัวใส เมื่อปล่อยให้เย็นลงจะเกิดลักษณะคล้ายวุ้น เนื่องจากแป้งกล้วยมี อะไมโลสสูง ทำให้มีคุณสมบัติเฉพาะ เหมาะที่จะนำมาประกอบอาหาร ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากแป้งกล้วยโดยการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายรูปแบบ เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมอบ คือ คุกกี้ บราวนี่ เค้ก และขนมปัง ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมไทย คือ โสมนัส ดอกคำءวน ข้าวเกรียบ ดอกจอก หม้อแกงกล้วยทอง ลูกชุบ เม็ดขนุน กรอบ

แก้ม ขนมหูช้าง ขนมหูวัว ขนมหูหมู ขนมหูคน และทองพับ ใช้เป็นส่วนประกอบในการทำอาหารประเภท ซุป อาหารเด็ก อาหารผู้ป่วย เครื่องดื่ม อื่นๆ นอกจากนี้แป้งกลัวยังเป็นอาหารเพื่อสุขภาพเหมาะสำหรับผู้บริโภคบางกลุ่มที่ต้องการหลีกเลี่ยงอาหารจากแป้งสาลี หรือมีอาการแพ้โปรตีนในแป้งสาลี การใช้แป้งกลัวยทดแทนแป้งสาลีหรือที่เรียกว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่มีกลูเตน (gluten-free products) ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งกลัวยทำได้ไม่ยาก สามารถรับประทานเป็นอาหารว่างที่บ้านได้

ลักษณะที่โดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ของแป้งกลัวย นำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้ไม่ยาก สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกกลัวยได้ โดยเฉพาะในฤดูกาลที่ผลผลิตล้นตลาด เกษตรต้องประสบปัญหาราคากลัวยตกต่ำ การแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งกลัวยจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ

ฉันทน์ แดงสังวาลย์ นื่องนุช ศิริวงศ์ และศิริพร (2554) เรียบร้อย ได้ศึกษาการใช้แป้งกลัวยน้ำว่าทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่ เริ่มจากการผลิตแป้งกลัวย โดยการนำกลัวยน้ำว่าดิบมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และบดละเอียด จะได้แป้งที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีเหลืองนวล ผลผลิตแป้งกลัวยคิดเป็นร้อยละ 22.73 ของน้ำหนักกลัวยดิบทั้งผล และมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 10.09 1.89 0.40 2.12 และ 95.60 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ การผลิตบราวนี่โดยวิธีการผสมแบบครีมเนยได้รับคะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสดีกว่าบราวนี่ที่ผลิตโดยวิธีการผสมแบบเกิดฟอง ($p \leq 0.05$) จากนั้นศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกลัวยน้ำว่าในการผลิตบราวนี่เป็น 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ของน้ำหนักแป้งสาลีที่ใช้ในสูตร พบว่าการทดแทนด้วยแป้งกลัวยน้ำว่าที่ปริมาณร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงสุด ($p \leq 0.05$) และมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส รส ความนุ่ม และ ความชุ่มฉ่ำไม่แตกต่างจากสูตรที่ใช้แป้งสาลีล้วน ($p > 0.05$) แต่เมื่อวัดค่าสีและค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดสีและเครื่องวัดเนื้อสัมผัสได้ค่าที่แตกต่างจากสูตรที่ใช้แป้งสาลีล้วน โดยค่า a^* ของ บราวนี่ที่ใช้แป้งกลัวยน้ำว่าทดแทนที่ระดับร้อยละ 25 50 75 และ 100 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกับการใช้แป้งสาลีล้วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ค่าความหนืด ค่าการยืดหยุ่น และค่าความทนทานในการบดเคี้ยว มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากนั้นนำบราวนี่ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกลัวยน้ำว่าร้อยละ 50 ไปทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 100 คนพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 97.0) ยอมรับโดยมีคะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น รส ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบ และผู้บริโภคร้อยละ 86.0 คาดว่า จะชอบบราวนี่ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกลัวยน้ำว่าร้อยละ 50

2.10 สมบัติของแป้งกล้วย

นวพร หงส์พันธุ์ และจันทรสดา อุดยศักดิ์สกุล (2556) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนมสดที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าัดแปรเป็นสารให้ความคงตัว เปรียบเทียบกับไอศกรีมที่ใช้สารให้ความคงตัวทางการค้า 3 ชนิด ได้แก่ กัวร์กัม คาราจีแนน และเพคติน ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 (โดยน้ำหนัก) ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของ ไอศกรีมนมสดทุกสูตรพบว่าค่า pH (6.9) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(19–23°Brix) ร้อยละ การขึ้นฟู (9.09-9.69%) และความหนืด (3226.67-3866.67 cP) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ในการวัดค่าเนื้อสัมผัสพบว่าไอศกรีมนมสดสูตรที่ใช้แป้งกล้วย เพคติน และคาราจีแนน มีค่าความแข็ง การเกาะกัน และความเหนียวติดกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ส่วนไอศกรีม นมสดสูตรที่ใช้กัวร์กัม มีค่าความแข็ง การเกาะกัน และความเหนียวติดกันสูงที่สุด (6.97, 0.17 และ 1.42 นิวตัน ตามลำดับ) ส่วนการประเมินทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนมสดทุกสูตรในด้าน ลักษณะปรากฏ ความขาว กลิ่นรส ความหวาน ความเนียนละเอียดของเนื้อไอศกรีม ความรู้สึก ตกค้ำหลังชิม และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิม ให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยต่อไอศกรีมนมสดสูตรที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว่าามากที่สุด 7.97 คะแนน (ชอบค่อนข้างมาก) ดังนั้นแป้งกล้วยน้ำว่าัดแปรจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเป็นสารให้ ความคงตัวในไอศกรีมนมสด

สุนันทา ทองทา (2554) ศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของแป้งลูกเดือยเพื่อเป็น ส่วนผสมอาหารเพื่อสุขภาพ โดยศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบต่าง ๆ ของลูกเดือย เพื่อนำมาผลิตเป็นแป้งลูกเดือยด้วยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน (Extrusion) ได้ศึกษาที่ความชื้น 20, 35 และ 50% อุณหภูมิ바เรลที่ 90, 120, 150 °C และความเร็วรอบสกรูที่ 150 รอบต่อนาที มีผลทำให้ ดัชนีการดูดซับน้ำ ดัชนีการละลาย มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณ slowly digested starch คุณสมบัติ การเกิดเพสท์วีเคราะห์ด้วย RVA มีค่าลดลง แต่ปริมาณ resistant starch ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบกับ แป้งลูกเดือยที่ไม่ผ่านการแปรรูป ส่วน โครงสร้างกิ่งผลึกของแป้งลูกเดือยถูกทำลายโดย กระบวนการเอกซ์ทรูชัน สำหรับ antioxidant properties นั้น ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ของแป้งลูกเดือยที่ผ่านการแปรรูปมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับแป้งลูกเดือยที่ไม่ผ่านการแปรรูป แต่ DPPH radical scavenging activity และ reducing power ของแป้งลูกเดือยที่ผ่านการแปรรูปมีค่าไม่ แตกต่างจากแป้งลูกเดือยที่ไม่ผ่านการแปรรูป ($p > 0.05$) ปริมาณ coixenolide ของแป้งลูกเดือยที่ผ่าน การแปรรูปมีค่าเพิ่มขึ้น

ไพลาภา นุ่มสังข์ มาศอุบล ทองงาม และ อรอนงค์ นัยวิกุล (2550) ระบุว่ากล้วยดิบจะมีคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะ สตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลัก กล้วยสามารถนำมาผลิตเป็นแป้ง และ สตาร์ชได้ ในงานวิจัยได้ใช้กล้วยสามสายพันธุ์ ได้แก่ AA group (กล้วยไข่; KH), AAA group (กล้วยหอมทอง; HT) และ ABB group (กล้วยน้ำว้า; NW) การผลิตแป้งกล้วย ทำได้โดยการอบแห้ง ผล บด และร่อนผ่านตะแกรง จากนั้นนำแป้งที่ได้มาสกัดเป็นสตาร์ช โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.05 นอร์มัล แป้งกล้วยไข่(KHF), กล้วยหอมทอง (HTF) และกล้วยน้ำว้า (NWF) ที่ผลิตมีร้อยละของผลได้จากน้ำหนักผลสดเท่ากับ 48.12%, 56.50%, และ 54.50% ตามลำดับ ส่วนสตาร์ชของกล้วยทั้งสามชนิด มีค่าร้อยละผลได้จากแป้งเท่ากับ 30.37% (KHS; AA group), 29.67% (HTS; AAA group) และ 33.18% (NWS; ABB group) ($p>0.05$) เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย (โปรตีน ไขมัน และเถ้า) พบว่ามีค่ามากกว่าสตาร์ช และมีค่าแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ เมื่อตรวจสอบลักษณะเม็ดสตาร์ชด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแสงส่องกราด (SEM) พบว่าเม็ดสตาร์ชจากกล้วยสามชนิดมีผิวเรียบ และมีลักษณะกลม, กลมยาว และยาวรี กราฟความหนืดของแป้งและสตาร์ชจากกล้วยที่ได้จากเครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว (RVA) พบว่ามีลักษณะคล้ายกราฟความหนืดของสตาร์ชถั่วเขียว โดยแป้งกล้วยทุกสายพันธุ์มีค่าความหนืดสูงสุด เบรกดาวน์ เซตแบค และความหนืดสุดท้าย ต่ำกว่าสตาร์ชกล้วย ช่วงอุณหภูมิการเกิดเจลที่ในเซชันวิเคราะห์ด้วย DSC เท่ากับ 73.96-86.18°C สำหรับแป้งและ เท่ากับ 70.70-81.50°C สำหรับสตาร์ช

จิรนาถ บุญคง ทิพวรรณ บุญมี และพัชรารวรรณ เรือนแก้ว (2558) พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งกล้วยดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ (Resistant starch; RS) โดยแปรรูปแป้งกล้วยดิบ 3 ชนิด คือ แป้งกล้วยน้ำว้าดิบ (อายุ 14-16 สัปดาห์หลังแทงปลี) แป้งกล้วยหอมทองดิบ (13-15 สัปดาห์หลังแทงปลี) และแป้งกล้วยไข่ดิบ (6-8 สัปดาห์หลังแทงปลี) โดยนำกล้วยดิบมาล้างทำความสะอาดและปอกเปลือก แช่ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น ร้อยละ 0.5 นาน 30 นาทีแล้วหั่นบางๆ จากนั้นนำกล้วยดิบที่หั่นบางๆ ไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C จนมีความชื้นร้อยละ 13 แล้วนำมาบดให้ละเอียดและร่อนผ่านเครื่อง sieve tester ที่ผ่านชั้นตะแกรง 80 mesh คำนวณร้อยละผลผลิต นำแป้งกล้วยดิบทั้ง 3 ชนิด มาวิเคราะห์ปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลาย (Resistant starch; RS) ปริมาณอะมิโลส และกำลังการพองตัวและร้อยละการละลาย คัดเลือกแป้งกล้วยดิบ ที่มีปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายสูงสุดมาผลิตพาสต้า โดยแปรรูปปริมาณแป้งกล้วยดิบทดแทนเซโมลินา ที่ระดับร้อยละ 0, 15, 30 และ 45 (โดยน้ำหนักแป้ง) โดยใช้ส่วนผสมดังนี้ เซโมลินา ไข่ไก่ สดเกลือ และน้ำสะอาด 165, 80, 1 และ 15 กรัม ตามลำดับ โดยเริ่มจากการร่อนเซโมลินาด้วยตะแกรงร่อนแป้ง ชั่งน้ำหนักเซโมลินา แป้งกล้วยดิบ เกลือ ไข่ไก่ และน้ำ

สะอาดตามสูตรส่วนผสม ผสมส่วนผสมแล้วนวด ให้เข้ากัน พักโด (dough) 15 นาที และนวดต่ออีก 15 นาที จากนั้นพักโดต่ออีก 15 นาที แล้วนำแป้งเข้าเครื่อง ริดจนได้แผ่นแป้งที่ได้มีความหนา 0.05 มิลลิเมตรและ ตัดเส้นพาสต้า ให้มีความกว้าง 0.48 มิลลิเมตร ยาว 30 เซนติเมตร นำไปนึ่งให้สุก และนำไปอบแห้งที่ 60°C นาน 5 ชั่วโมง เก็บในถุงพลาสติกปิดสนิท การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของพาสต้าจากแป้งกล้วยดิบทดแทนเซโมลินา ผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงตามปริมาณแป้งกล้วยหอมทองดิบที่มากขึ้น มีปริมาณเส้นใย และเถ้าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม พาสต้าจากแป้งกล้วยหอมทองดิบทดแทนเซโมลินาบางส่วนทุกสูตร มีปริมาณกลูโคสที่ได้จากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ต่ำกว่าสูตรควบคุม โดยพาสต้าจากแป้งกล้วยหอมทองดิบสูตรทดแทนร้อยละ 45 ถูกย่อยสลายได้กลูโคสปริมาณต่ำที่สุด

Asif-UI-Alam, et. al. (2014). การสร้างเทคโนโลยีเพื่อกระจายการใช้แป้งกล้วยเขียวโดยบริษัท แปรรูปอาหารอุตสาหกรรมอบพิเศษ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แป้งกล้วยเขียวเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ เพื่อเพิ่มการใช้งานของส่วนประกอบอาหารที่มีมูลค่าเพิ่มดังกล่าว ในการปรับปรุงคุณภาพของโภชนาการของแป้งบิสกิตกล้วยที่เป็นแป้งที่มีโปรตีนสูงแป้งกล้วยเหลืองโปรตีนสูงหรือถั่วหรือธัญพืชรวมอยู่ในสูตรนี้ได้ การวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันในสี รส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมระหว่างบิสกิตควบคุมกับบิสกิตที่มีส่วนผสมของธัญพืชอื่นและแป้งกล้วย (p < 0.05) ยกเว้นรส ในบิสกิตแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาจากระดับแป้งกล้วยที่เพิ่มขึ้นในสูตรพบว่าคะแนนความรู้สึกของสีพื้นผิวและการยอมรับบิสกิตโดยรวมลดลง เนื้อสัมผัสของบิสกิตควบคุมและแป้งบิสกิตกล้วยตากแห้งแช่แข็ง 10% มีความคล้ายคลึงกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์

2.11 การเตรียมเส้นกล้วยเดี่ยว[†]

กล้วยเดี่ยว เส้นหมี กล้วยจีบ ขนมหินและแผ่นแป้ง ลักษณะเส้นควรมีลักษณะเส้นขาว เหนียวพอเหมาะในการเคี้ยว เนื้อกล้วยเดี่ยวเรียบเนียน ขนาดหนาพอควรที่จะนำไปต้ม หรือผัด แล้วเส้นไม่ขาดง่าย และลักษณะของผลิตภัณฑ์จะแตกต่างกันไป โดยกล้วยเดี่ยวเส้นใหญ่สดมีการทำผิวของแผ่นแป้ง ด้วยน้ำมันถั่วลิสง ตัดขนาดของแผ่นแป้งสุกให้มีขนาดพอเหมาะ แล้ววางซ้อนกันไว้ น้ำมันที่ทาจะช่วยให้แป้งสุกไม่เหนียวติดกัน แผ่นแป้งนี้หั่นให้มีขนาดกว้าง ประมาณ 1 นิ้ว จะได้กล้วยเดี่ยวสดเส้นใหญ่ หากนำไปผึ่งแดด พอให้มีความชื้นหมาดๆ และตัดให้มีความกว้าง ประมาณ 1/4 นิ้ว จะได้เส้นเล็กหรือเส้นจันทร์ ในการผลิตเส้นแห้ง ไม่นิยมทาน้ำมัน เพราะทำให้เกิดกลิ่นหืนง่าย แต่จะตัดเส้นทันที และอบแห้งด้วยลมร้อน สำหรับกล้วยจีบ (rolled rice chip) จะอบผิวด้านหนึ่งให้แห้ง

กว่าอีกด้านหนึ่ง แล้วตัดเป็นแผ่นสามเหลี่ยม เมื่อนำมาต้มจะได้ก้วยจับม้วนเป็นหลอด (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2559)

เส้นก้วยเตี๋ยว เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากข้าวหักหรือข้าวไม่เต็มเม็ดที่ได้จากระบวนการขัด สีข้าวสารขาว ปัจจุบันเส้นก้วยเตี๋ยวมีหลากหลายรูปแบบทั้งที่เป็นเส้นสดและเส้นแห้ง อาจอยู่ในรูปแบบและขนาดที่แตกต่างกันออกไป เช่น เส้นใหญ่ เส้นเล็ก ก้วยจับ เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการผลิตเส้นก้วยเตี๋ยวให้มีลักษณะที่เหนียวนุ่มตรงกับความต้องการของผู้บริโภคและผู้ประกอบการร้านอาหารต่างๆ เป็นสิ่งที่ผู้ผลิตต้องอาศัยเทคนิคการผลิตและการพัฒนากระบวนการผลิตควบคู่ไปกับการคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะอาดของผลิตภัณฑ์ ห่วงส่วนจำกัดอิสระผล ผู้ผลิตเส้นก้วยเตี๋ยวคุณภาพมาตรฐานที่ได้รับเลือกเป็นโรงงานก้วยเตี๋ยวต้นแบบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน GMP จากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) หนึ่งในตัวอย่างของผู้ผลิตเส้นก้วยเตี๋ยวคุณภาพ ที่ดำเนินกิจการมาตั้งแต่ปี 2523 โดยมี นายวิสิทธิ์ และนางมัลลิกา จงรักษ์สัตย์ เจ้าของเส้นก้วยเตี๋ยวที่ได้มาตรฐานสะอาด ถูกสุขลักษณะ สด อร่อย เหนียว นุ่ม จนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดใกล้เคียงมานานกว่า 25 ปี ตั้งอยู่เลขที่ 302 ต.ป่าตัน อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โดยผลิตเส้นก้วยเตี๋ยวทั้งชนิดเส้นกึ่งแห้งและเส้นสด รวมถึงเส้นก้วยจับ เพื่อส่งขายภายในประเทศครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือตอนบน แนวคิดการพัฒนากรรมวิธีการผลิตในส่วนการเตรียมน้ำแป้งนั้น ถือเป็นพื้นฐานในการพัฒนาโรงงานให้เข้าสู่ระบบมาตรฐาน GMP (Good Manufacturing Practice) หรือหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร หจก. อิสริยะผล จึงได้เข้าร่วมกับโครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (iTAP) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช. เครือข่ายภาคเหนือ) เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำแป้งเพื่อใช้ในการผลิตเส้นก้วยเตี๋ยวสด พัฒนาระบบการผลิตให้สามารถควบคุมคุณภาพน้ำแป้งให้คงที่ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิตเส้นก้วยเตี๋ยวให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน เมื่อปัญหาหลักในการผลิตก้วยเตี๋ยวเส้นสด คือ คุณภาพของน้ำแป้ง ซึ่งพบว่ามักจะมีคุณภาพแปรตามสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิในการเตรียม

ภทรา ปกรณ์สมบูรณ์ (2550) ศึกษาการใช้กรดอินทรีย์ทดแทนโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในการฟอกขาวเส้นก้วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าว โดยการศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเส้นก้วยเตี๋ยวที่ใช้กรดอินทรีย์ โดยการวัดสี ความหนืด และลักษณะเนื้อสัมผัส

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็วและค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้าของแป้งกล้วยหินสำหรับนำไปใช้เพื่อเป็นส่วนประกอบของเส้นก๋วยเตี๋ยวทดแทนการใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งมัน ทั้งหมดได้จัดให้มีกิจกรรมการดำเนินงานดังนี้

3.1 ขอบเขตการวิจัย

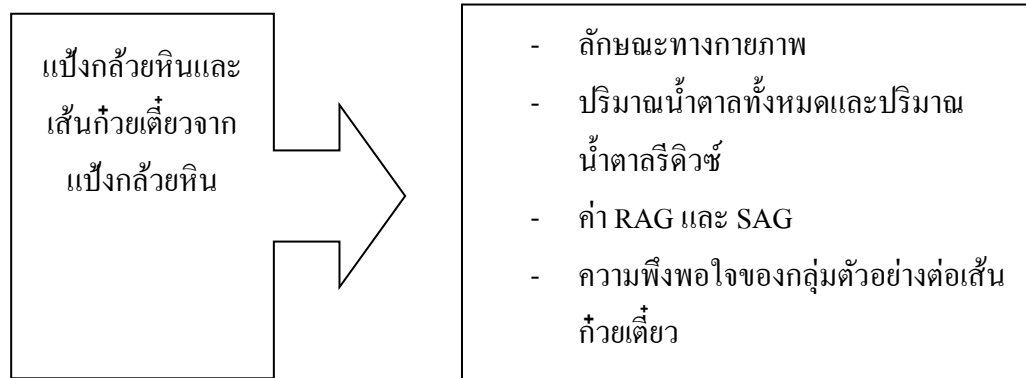
3.1.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ดำเนินการวิจัย

กล้วยที่ใช้ในงานวิจัยเป็นกล้วยหินที่ปลูกในจังหวัดเพชรบูรณ์

3.1.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาของงานวิจัยนี้ คือ การผลิตแป้งจากกล้วยหิน เพื่อนำไปใช้แทนแป้งข้าวเจ้าและแป้งมันในเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลและค่ากลูโคสที่ย่อยเร็วและค่ากลูโคสที่ย่อยช้าของแป้งกล้วยหินและเส้นก๋วยเตี๋ยว และการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยว

3.2 กรอบแนวคิด



3.3 การดำเนินการวิจัย

1. แหล่งของวัตถุดิบ

กล้วยดิบจากแปลงเพาะปลูกของเกษตรกรในตำบลวังชมพู อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

2. การเตรียมแป้งกล้วยหิน

การเตรียมแป้งกล้วยประยุกต์จากวิธีของ Bakare et al., (2016); Bi et al., (2017). โดยการนำกล้วยมาปอกเปลือก แล้วล้างเอายางกล้วยออก นำไปหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ฟึ่งบนตระแกรง

นำไปอบในเตาอบร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C นานเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 60 mesh จะได้ผงแป้งกล้วยหินเก็บใส่ถุงพลาสติกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4±2 °C

3. การเตรียมเส้นก๋วยเตี๋ยว

สูตรและการเตรียมเส้นก๋วยเตี๋ยวประยุกต์จากวิธีของ Sirilert, (2009), Surakarnkul and Unprasert (2013). แสดงสูตรก๋วยเตี๋ยวในตารางที่ 3-1 โดยแต่ละสูตรจะทำทั้งหมด 3 ซ้ำ และจะสุ่มเส้นก๋วยเตี๋ยวมาเพื่อทำการทดสอบ การเตรียมเส้นก๋วยเตี๋ยวจะเริ่มจากการนำแป้งกล้วยมาละลายน้ำ จากนั้นเติมแป้งมันและแป้งข้าวเจ้า ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องกวนที่ความเร็วระดับ 1 และเพิ่มความเร็วขึ้นจนถึงความเร็วระดับ 3 และลดความเร็วลงมาที่ระดับ 1 เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที ผสมจนครบ 10 นาที นำน้ำแป้งที่ผสมเข้ากันแล้วไปทำเป็นแผ่นเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยการนึ่ง เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำไปพักให้เย็นหั่นเป็นเส้น สำหรับการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค กับการทดสอบสมบัติทางเคมี โดยนำเส้นก๋วยเตี๋ยวไปอบที่อุณหภูมิ 80 °C ใช้เวลา 8 ชั่วโมงจนเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้ง บรรจุใส่ถุงพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิ 4±2 °C

ตารางที่ 3-1 อัตราส่วนของเส้นก๋วยเตี๋ยว

อัตราส่วนของ	ชนิดของก๋วยเตี๋ยว		
	มาตรฐาน	แป้งกล้วยหิน 1	แป้งกล้วยหิน 2
ส่วนผสม			
แป้งกล้วยหิน	-	2.5	3.0
แป้งมัน	1.0	1.0	0.5
แป้งข้าวเจ้า	3.0	0.5	0.5
น้ำเปล่า	7.0	7.0	7.0

4. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในแป้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวจากกล้วยหิน

ใช้กรดอะซิติกสกัดแป้งกล้วยและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่อยู่ในโซเดียมออกซิเดรทบัฟเฟอร์ pH4-8 ในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 °C เวลา 2 ชั่วโมง การวัดปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธี Phenol sulphuric acid method for total sugar (Fan, 2015). และวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี Benedict test method โดยการเติมสารตัวอย่างที่สกัดได้ 0.5 mL ลงในหลอดทดลอง จากนั้นสารละลายเบนเนดิกต์ ปริมาตร 2 mL ต้มในน้ำร้อนเป็นเวลา 2 นาที น้ำออกจากอ่างน้ำร้อนพักไว้ให้เย็น นำไปวัดด้วย

เครื่องดูดกลืนแสง UV-visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 630 nm เปรียบเทียบกับสารน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน ที่ความเข้มข้น 0 – 1,000 µg/mL

5. การวิเคราะห์ค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็ว (RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (SAG) ของแป้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวจากกล้วยหิน

วิธีการวิเคราะห์ประยุกต์จากวิธีการของ Englyst et al. (1999) and Al-Mssallem, et. al. (2014). โดยการนำตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์หามา 2 มิลลิกรัม ใส่ลงในหลอดเซนติฟิวส์แบบโพลีโพรพิลีน ขนาด 50 mL จากนั้นเติม Internal standard solution (5 mL ของสารละลาย arabinose 40 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร ผสมกับ 50% ของสารละลายกรดเบนโซอิก) เติม 10 mL ของสารละลาย pepsin-guar gum (5 g pepsin/L and 5 g guar gum/L in 0.05 mol HCl/L) ปิดหลอดเซนติฟิวส์ผสมให้เข้ากันด้วย vortex และนำไปวางในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 37 °C เวลา 30 นาที เพื่อย่อยสลายโปรตีน จากนั้นเติม 5 mL ของสารละลาย 0.5 โมล โซเดียมอะซิเตรท เขย่าในอ่างน้ำอุณหภูมิ 37 °C พร้อมเติมลูกแก้ว เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำออกจากอ่างน้ำ เพื่อเติม 5 mL ของเอ็นไซม์ผสม นำไปเขย่าต่อในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 37 °C เริ่มนับเป็นเวลาเริ่มต้น เขย่าจนครบ 20 นาที นำออกจากอ่าง จากนั้นเติมเอ็นไซม์ผสม 0.2 mL และ 4 mL ของ 95% เอทานอล ผสมให้เข้ากันด้วย vortex ในอ่างน้ำ จนครบ 20 นาที นำออกเพื่อวิเคราะห์ค่า RAG ส่วนหลอดที่ใช้วิเคราะห์ค่า SAG เขย่าต่ออีก 100 นาที เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกลูโคสที่เวลา 0, 10, 20, 30, 45, 60, 90, และ 120 นาที วิเคราะห์ตามสูตรด้านล่าง

$$\% \text{glucose} = \frac{(A_t - A_b) \times C \times V \times D}{A_s \times w} \times 100$$

เมื่อ A_t ค่าการดูดกลืนแสงของสารทดสอบที่ความยาวคลื่น 520 nm, A_b ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม 520 nm. C คือความเข้มข้นของสารมาตรฐาน (หน่วย g glucose/L, offered by the glucose oxidase/peroxidase reagent), V คือปริมาตรรวมทั้งหมดของสารทดสอบ, D คือ ปัจจัยการเจือจาง, A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน 520 nm, และ w คือ น้ำหนักในหน่วยกรัมของสารตัวอย่างในการวิเคราะห์ (Bi et al, 2017)

$$\text{RAG} = G_{20} \quad (1)$$

$$\text{SAG} = G_{120} \quad (2)$$

$$\text{RDS} = (G_{20} - \text{FSG}) \times 0.9 \quad (3)$$

$$\text{SDS} = (G_{120} - G_{20}) \times 0.9 \quad (4)$$

Where FSG is the free sugar glucose content (Englyst, 1999).

6. ศึกษาการยอมรับของกลุ่มผู้บริโภค

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวสดมาตัดเป็นเส้นยาวประมาณ 5 นิ้ว น้ำหนัก 10 กรัม ไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 3 นาที ใส่ในภาชนะ เติมน้ำอุณหภูมิ 75 °C ปริมาตร 50 mL นำไปให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ โดยผู้ชิมมีอายุระหว่าง 21-23 ปี เป็นเพศชาย 5 คน และเพศหญิง 45 คน เพื่อพิจารณา สี ลักษณะสัมผัส (ความหนืด, ความแข็ง) และความชอบโดยรวม จากเส้นที่ลวก ตามวิธีของ Asif-UI-Alam et.al. (2014) โดยเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรมาตรฐานที่ไม่มีแป้งก๊วยเป็นส่วนประกอบให้มีคะแนนเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับ 5 (มากที่สุด)

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจและการยอมรับของผู้บริโภค แบบ Rating scale 5 ระดับ ที่ 1-5 (น้อยที่สุด ถึง มากที่สุด) ประเมินเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน

3.7 การวิเคราะห์ค่าสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลค่าลูกูโคสที่ข่อยเร็ว (RAG) ค่าลูกูโคสที่ข่อยช้า (SAG) ค่าน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด โดยการทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในส่วนของการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะวิเคราะห์ข้อมูลโดยการชิมของผู้บริโภคจำนวน 50 คน โดยให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่มีส่วนผสมของแป้งก๊วยเป็นส่วนประกอบเป็นสูตรมาตรฐานที่นำไปเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีแป้งก๊วยเป็นส่วนประกอบที่ระดับคะแนน 1-5 นำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การเปรียบเทียบสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งกล้วยหिनเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรมาตรฐาน

จากแป้งกล้วยหिनที่มีสีเหลืองนำมาเป็นส่วนผสมของเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งกล้วยหिनได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีสีน้ำตาลเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรมาตรฐาน ลักษณะของเส้นก๋วยเตี๋ยวเป็นเส้นแบน และการทดสอบสีเพื่อวิเคราะห์ค่าความสว่างของสี พบว่ามีค่าความสว่างน้อยกว่าสูตรมาตรฐาน (ภาพที่ 4-1)



ภาพที่ 4-1 เปรียบเทียบสีของเส้นก๋วยเตี๋ยว (a) มาตรฐาน (b) แป้งกล้วยอัตราส่วน 2.5
(c) แป้งกล้วยอัตราส่วน 3.0

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากแป้งและเส้นก๋วยเตี๋ยว

ผลการทดสอบปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากแป้งและเส้นก๋วยเตี๋ยวแสดงในตารางที่ 4-1 พบว่าปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมดในแป้งกล้วยมี $66.4 \mu\text{g/mL}$ แป้งมันสำปะหลัง $79.3 \mu\text{g/mL}$ และแป้งข้าวเจ้า $68.0 \mu\text{g/mL}$ ผลการทดสอบในเส้นก๋วยเตี๋ยวพบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งกล้วยหिनที่อัตราส่วน 2.5 ของปริมาณเส้นก๋วยเตี๋ยวทั้งหมด มีปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมด $54.3 \mu\text{g/mL}$ เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งกล้วยหिनที่อัตราส่วน 3.0 มีปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมด $73.2 \mu\text{g/mL}$ และเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรมาตรฐานมีปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมด $75.6 \mu\text{g/mL}$ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลฟรุคโตสและกลูโคส

การทดสอบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธีเบนดิคซ์เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้น $0 - 1,000 \mu\text{g/mL}$ พบว่า แป้งกล้วยมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ $7.8 \mu\text{g/mL}$ แป้งมันสำปะหลัง $7.0 \mu\text{g/mL}$ และแป้งข้าวเจ้า $23.0 \mu\text{g/mL}$ เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งกล้วยหिनที่อัตราส่วน

2.5 มี 17.3 $\mu\text{g/mL}$ เส้นก้วยเดี่ยวจากแป้งกล้วยหินที่อัตราส่วน 3.0 มี 19.8 $\mu\text{g/mL}$ และเส้นก้วยเดี่ยวสูตรมาตรฐานมี 10.8 $\mu\text{g/mL}$

ตารางที่ 4-1 องค์ประกอบน้ำตาลในแป้งที่เป็นส่วนประกอบของเส้นก้วยเดี่ยวและเส้นก้วยเดี่ยว

ชนิดของน้ำตาล ($\mu\text{g/mL}$)	แป้ง		เส้นก้วยเดี่ยว			
	กล้วยหิน	มัน	ข้าวเจ้า	สูตรมาตรฐาน	อัตราส่วน 2.5	อัตราส่วน 3.0
		สำปะหลัง				
ปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมด	66.4	79.3	68.0	75.6	54.4	73.2
น้ำตาลรีเวิร์ส	7.8	7.0	23.3	10.8	17.3	19.8

4.3 ค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็ว (RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (SAG) ของแป้งกล้วยหินและเส้นก้วยเดี่ยว

ผลการวิเคราะห์ค่า RAG และ SAG แสดงในตารางที่ 4-2 พบว่าเส้นก้วยเดี่ยวสูตรมาตรฐานมีค่ากลูโคสที่ย่อยเร็วต่ำที่สุดที่ 22.8 ± 0.19 g และแป้งกล้วยหินมีค่าสูงที่สุดที่ 44.4 ± 2.78 g (g/100g ของสารตัวอย่าง) ค่ากลูโคสที่ย่อยช้ามีค่าต่ำที่สุดในเส้นก้วยเดี่ยวสูตรมาตรฐาน 11.6 ± 0.54 g และมีค่าสูงที่สุดในแป้งกล้วยหิน 28.1 ± 0.66 g จากการผลการทดสอบพบว่าในแป้งกล้วยหินมีค่า RAG และ SAG สูงกว่าในเส้นก้วยเดี่ยวที่มีแป้งกล้วยเป็นส่วนประกอบ และค่า RAG และ SAG มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนแป้งกล้วยหินในเส้นก้วยเดี่ยวนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4-2 ค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็ว (RAG) และค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้า (SAG) ของแป้งกล้วยหินและเส้นก้วยเดี่ยว (กรัม/100 กรัมของสารตัวอย่าง)

ค่ากลูโคสที่ถูกย่อย	แป้งกล้วยหิน	เส้นก้วยเดี่ยว		
		สูตรมาตรฐาน	อัตราส่วน 2.5	อัตราส่วน 3.0
RAG	44.4 ± 2.78	22.8 ± 0.19	27.2 ± 2.97	29.4 ± 2.97
SAG	28.1 ± 0.66	11.6 ± 0.54	16.2 ± 1.02	25.0 ± 1.91

4.4 การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเส้นก้วยเดี่ยวจากกล้วยหินเปรียบเทียบกับเส้นก้วยเดี่ยวสูตรมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 50 คน ที่มีต่อการชิมเส้น

ถ้วยเดี่ยวที่ผ่านการลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 °C เป็นเวลา 3 นาที มาพักให้เย็นแล้วทำการประเมินความพึงพอใจต่อสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับโดยเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานที่ให้คะแนนเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับ 5 (มากที่สุด) พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจโดยรวมต่อเส้นถ้วยเดี่ยวที่อัตราส่วน 2.5 สูงกว่า 3.5 และมีความพึงพอใจสูงกว่าในทุกด้านของเกณฑ์การประเมิน (ตารางที่ 4-3)

ตารางที่ 4-3 การประเมินความพึงพอใจต่อเส้นถ้วยเดี่ยวที่มีแป้งกล้วยหินเป็นส่วนประกอบ
เปรียบเทียบกับเส้นถ้วยเดี่ยวสูตรมาตรฐาน

รายการประเมิน	เส้นถ้วยเดี่ยวสูตร มาตรฐาน	ถ้วยเดี่ยว	
		อัตราส่วน 2.5	อัตราส่วน 3.0
สี	5	4.10±0.70	2.65±0.68
รสชาติ	5	3.63±0.80	2.73±0.45
เนื้อสัมผัส	5	3.59±0.48	2.31±0.47
ความชอบโดยรวม	5	4.08±0.72	2.63±0.49

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล และอภิปราย

แป้งกล้วยหินและเส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งกล้วยหินมีสีเข้มกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรมาตรฐาน แป้งกล้วยหินมีสีเหลือง เนื่องจากสีเหลืองเกิดจากสีธรรมชาติของกล้วยหินและจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อแป้งกล้วยผ่านกระบวนการนึ่งด้วยความร้อน (Saifullah et al., 2009)

แป้งกล้วยหินมีปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมดสูงกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีแป้งกล้วยหินเป็นส่วนประกอบที่อัตราส่วน 2.5 และ 3.0 และปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออัตราส่วนของแป้งกล้วยหินเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของแป้งกล้วยหินเพิ่มขึ้น และพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของแป้งกล้วยหินมีค่าต่ำกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีส่วนผสมของแป้งกล้วยหิน และต่ำกว่าก๋วยเตี๋ยวสูตรมาตรฐาน การวิเคราะห์ค่า RAG และ SAG สูงกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรมาตรฐานและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอัตราส่วนของแป้งกล้วยเพิ่มขึ้นในเส้นก๋วยเตี๋ยว ซึ่งปริมาณของน้ำตาลกลูโคสมีความสำคัญมากต่อปริมาณแป้งทั้งหมดในแป้งกล้วย และเมื่อปริมาณแป้งกล้วยเพิ่มสูงขึ้นในเส้นก๋วยเตี๋ยวจะทำให้เส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น (Agama-Acevedo et al., 2012) ปริมาณ RAG และ SAG สูงกว่าสูตรมาตรฐาน และปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแป้งกล้วยเพิ่มขึ้น แสดงว่าแป้งกล้วยหินมีการดูดซึมของน้ำตาลกลูโคสที่มีค่าต่ำ (Sahaspot et.al., 2015) การวัดค่า RAG และ SAG เป็นเพียงการย่อยสลายสารอาหารในหลอดทดลองโดยใช้ส่วนผสมของเอนไซม์คล้ายกับที่มีอยู่ใน GI การวัดค่าของ RAG ให้ค่าสำหรับกลูโคสที่มีแนวโน้มที่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ลำไส้เล็กของมนุษย์และส่งผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดและการตอบสนองของอินซูลิน ค่า RAG และ GI มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่า RAG และ SAG กับอาหารที่เป็นแป้ง (Al-Mssalleh et.al., 2014) เส้นก๋วยเตี๋ยวแป้งกล้วยหินมีค่าสูง หมายความว่า การย่อยสลายแป้งและคาร์โบไฮเดรตจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคสในเวลา 20 นาทีและร่างกายสามารถนำพลังงานไปใช้ในทันที และค่า SAG ที่สูง มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดและการตอบสนองต่ออินซูลิน การประเมินทางประสาทสัมผัสลดลงเมื่อเพิ่มแป้งกล้วยในก๋วยเตี๋ยวกล้วยเปรียบเทียบกับก๋วยเตี๋ยวมาตรฐาน เส้นก๋วยเตี๋ยวที่อัตราส่วนของแป้งกล้วยหิน 3.0 ของปริมาณส่วนผสมทั้งหมดของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีคะแนนต่ำกว่าอัตราส่วนที่ 2.5 สำหรับลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมตามลำดับ ก๋วยเตี๋ยวที่เตรียมด้วยแป้งกล้วยหินแสดงออกถึงลักษณะที่สำคัญของการย่อยแป้งและเป็นทางเลือกสำคัญสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่มีปัญหาสุขภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 นำผลการวิจัยไปพัฒนาในอุตสาหกรรมแป้งและอุตสาหกรรมเส้นก๋วยเตี๋ยวเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของอาหารและเพื่อประโยชน์ของผู้บริโภค

5.2.2 การดำเนินงานวิจัยครั้งต่อไปจะเป็นการศึกษากระบวนการผลิตแป้งที่ทำให้ได้แป้งก๋วยเตี๋ยวที่รักษาคุณค่าทางโภชนาการเอาไว้ได้

บรรณานุกรม

- กลุ่มส่งเสริมการเกษตร. (2547). **ผลิตภัณฑ์กล้วย**. กลุ่มส่งเสริมการเกษตร สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร
- จิรนาถ บุญคง ทิพวรรณ บุญมี และพัชรารวรรณ เรือนแก้ว. (2558). การใช้แป้งกล้วยหอมทองดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์พาสต้า. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม**. 10 : 1 ตุลาคม 2557 – กันยายน 2558
- ฉนวนต์ แดงสว่างชัย นื่องนุช ศิริวงศ์ และศิริพร เรียบร้อย. “การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่.” ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49**, หน้า 66-67. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.
- นฤมล ลอยแก้ว และ ชิตสุดา ชัยศักดิ์านุกุล. (2559). การศึกษาสมบัติของแป้งกล้วยหินและกล้วยหักมุกและการใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง. **การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559**. กรุงเทพมหานคร. วันที่ 29 เมษายน 2559.
- นิพัทธวรรณ ไวยชนะนันท์ และจิราภรณ์ ใจอ่อน. (2557). **อาหารกับผู้เป็นเบาหวาน**. [ออนไลน์]. <http://sriphat.med.cmu.ac.th/th/knowledge-68> สืบค้นวันที่ 10 สิงหาคม 2559
- นันทรรัตน์ นามบุรี และจริยา สุขจันทร์. (2549). การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกล้วยหินและแป้งที่ใช้ส่งเสริมการขาย. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏระยอง**. 1 : 1, มกราคม – มิถุนายน
- นรินทร์ เจริญพันธ์. (2557). **แป้งกล้วย**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว
- นวพร หงส์พันธุ์ และจันทร์สุตา อุดมศักดิ์สกุล. (2556). ผลของแป้งกล้วยดัดแปรและสารให้ความคงตัวทางการค้าต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมนมสด. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 44 : 2 (พิเศษ) พฤษภาคม-สิงหาคม
- ประชาชาติธุรกิจ. **แกะรอยโลจิสติกส์ผลิตภัณฑ์ข้าว ธุรกิจหมั่นล้านกับปัญหาที่ถูกลมองข้าม (1)**. [ออนไลน์] http://www.logisticsdigest.com/index.php?option=com_content&task=view&id=2341 สืบค้นวันที่ 14 กรกฎาคม 2559
- ประไพศรี ศิริจักรวาล รัชนี คงกาญจนาย อธิรญา คำจันทร์สุภสิน และลักขณา บุญประกอบ. (2554). **ค่าดัชนีน้ำตาล (ไกลซีมิก) ของผลไม้ไทย**. สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

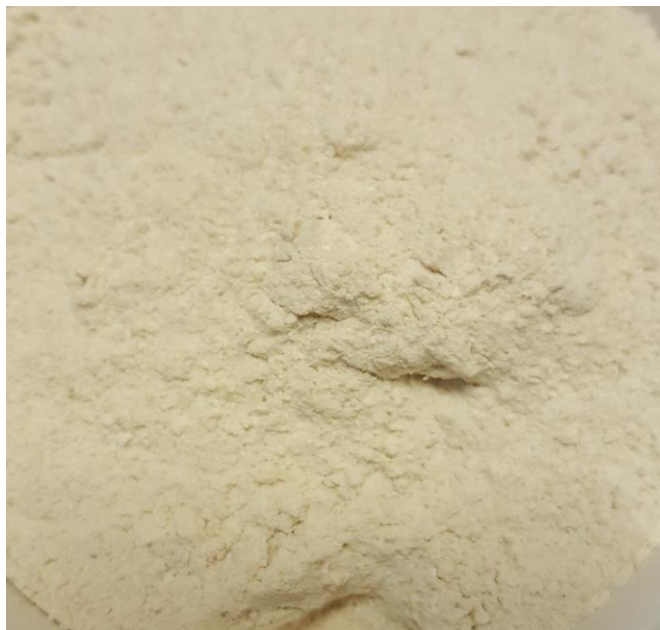
- ไพฑูริยา นิ่มสังข์ มาศอุบล ทองงาม และ อรอนงค์ นัยวิกุล. (2550). องค์ประกอบทางเคมี, มาตรฐาน
วิทยา และสมบัติเชิงอุณหภูมิจากกล้วยดิบ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ภัทร ปรกรณ์สมบุญ (2550) ศึกษาการใช้กรดอินทรีย์ทดแทนโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในการ
ฟอกขาวเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากข้าว
- สุนันทา ทองทา. (2554). ศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของแป้งลูกเดี๋ยเพื่อเป็นส่วนผสม
อาหารเพื่อสุขภาพ. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- สุภาวดี บุญมี. (2556). โครงการประชาสัมพันธ์mayıอดคอลคนต้นแบบของจังหวัดชายแดนภาคใต้
“กลุ่มสตรีบ้านเงาะกาโป กล้วยหินฉาบสามรส”. สำนักงานประชาสัมพันธ์เขต 6
จังหวัดสงขลา
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2559). กลุ่มผลิตภัณฑ์เส้นและแผ่น.
[ออนไลน์]: http://www.arda.or.th/kasetinfo/rice/rice_product/rice-product1_2.html
สืบค้นวันที่ 14 กรกฎาคม 2559
- อดิศร จารุญญ พรหมภา ยั่วยล และบุษรา จ้อยร่อย. (2558). การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระใน
กล้วยหินและกล้วยเล็บมือนาง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 2(1): 38-42, 2558
- อังศุธรย์ วสุทัศน์ สุนันทา วงศ์ปิยชน กัญญา เชื้อพันธุ์ วชิรี สุขวิวัฒน์ ปรานิ มณีนิล และ
สุพรรณิการ์ ปักเคธาติ. (2558). ค่ากลูโคสที่ถูกย่อยเร็วและค่ากลูโคสที่ถูกย่อยช้าในข้าว
และความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางเคมีของแป้ง. การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืช
เมืองหนาว ครั้งที่ 32 พ.ศ. 2558
- _____. (2559). บททความการดูแลสุขภาพ และเคล็ดลับเพื่อสุขภาพดี. [ออนไลน์]:
<http://www.healthcarethai.com/absorption/>. สืบค้นวันที่ 20 กันยายน 2559
- _____. (2559). ดัชนีน้ำตาล (Glycemic index) คืออะไร. [ออนไลน์]:
<https://docs.google.com/document/d/1bKD52UazfWIsZPkrUTetKmSiI3nhmJoxvj-fRzK5YEQ/edit>
- Agama-Acevedo, E., Islas-Hernandez, J. J., Pacheco-Vargas, G., & Osorio-Diaz, P. (2012).
Starch digestibility and glycemic index of cookies partially substituted with unripe banana
flour. *LWT-Food Science and Technology*, 46, 177-182.

- Al-Mssallem MQ, Frost GS & Brown JE. (2014). The metabolic effects of two meals with the same glycaemic index but different slowly available glucose parameters determined *in vitro*: a pilot study. *Annals of Nutritional Disorders & Therapy*, 1(1), 1001-05.
- Asif-UI-Alam, S. M., Islam, M. Z., Hoque, M. M., & Monalisa, K. (2014). Effect of drying on the physicochemical and functional properties of green banana (*Musa sapientum*) flour and development of baked product. *American Journal of Food Science and Technology*, 2(4), 128-133.
- Bakare, H. A., Ogunbowale D.O., Adegunwa O. M., & Olusanya O. J. (2017). Effect of pretreatment of banana (*Musa AAA*, Omini) on the composition, rheological properties, and baking quality of its flour and composite blends with wheat flour. *Food Science & Nutrition*, 5(2), 182-196.
- Bi, Y., Zhang Y., Jiang H., Hong Y., Gu, Z., Cheng, L., Li, Z., & Li., C. (2017). Molecular structure and digestibility of bananan flour and starch. *Food Hydrocolloids*, 72, 219-227.
- Englyst N. K., Englyst N. H., Hudson J. G., Cole J. T. & Cumning H. J. (1999). Rapidly available glucose in food: an in vitro measurement that reflects the glycemic response. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69, 448-454.
- Fan, J. (2015). Phenol suplhuric acid mannose detection. Bowdish Lab, McMaster University
- Sahaspot, S., Charoensiri, R., & Kongkachuichai, R. (2015). Glycemic index of glutinous and non-glutinous landrace rice varieties using “In vitro Rapidly Available Glucose”. *Burapha Science Journal*, 20(2), 1-7.
- Saifullah, R., Abbas, F. M. A., Yeoh, S-Y. & Azhar, M. E. (2009). Utilization of green banana flour as a functional ingredient in yellow noodle. *International Food Research Journal*, 16, 373-379.
- Sirilert, T. (2009). Development of rice noodle : Texture and Quick blanching time. *Journal of Food Technology, Siam University*, 5(1), 18-25.
- Surakarnkul, R., & Unprasert, P. (2013). Production of Noodle with Malt flour. *Food*, 43(1), 68-78.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ ก-1 แป้งกล้วยหิน



ภาพที่ ก-2 เส้นกล้วยเดี่ยวสูตรมาตรฐานที่ผ่านการลวก



ภาพที่ ก-3 เส้นก้วยเตี๋ยจากแป้งกล้วยที่อัตราส่วน 2.5 ที่ผ่านการลวก



ภาพที่ ก-4 เส้นก้วยเตี๋ยจากแป้งกล้วยที่อัตราส่วน 3.0 ที่ผ่านการลวก

ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวน้ำฝน เบ้าทองคำ
Ms. Namfon Baowthongkum
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน **3670100296849**
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
83 หมู่ 11 ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
67000 โทร 056-717-147
6. ประวัติการศึกษา
วทบ. (เคมี)
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
วทม. (เคมีประยุกต์)
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
เคมีประยุกต์
การศึกษาวิทยาศาสตร์
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
งานวิจัย ศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด
ของเห็ดป่ากินได้ 5 ชนิดจากป่าชุมชนบ้านน้ำจางในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนจาก
สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติภายใต้
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2556
งานวิจัย ความหลากหลายของภูมิปัญญาท้องถิ่นแพทย์พื้นบ้านเพชรบูรณ์ ได้รับทุนจาก
สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติภายใต้
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2557
งานวิจัย การวิเคราะห์ความต้องการของท้องถิ่นและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบัณฑิต
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ทุนวิจัยสถาบัน ประจำปีงบประมาณ 2557