



วิทยานิพนธ์

คุณสมบัติของแป้งและสตาร์ชจากกล้วยดิบ
เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

PROPERTIES OF RAW BANANA FLOUR AND STARCH
USING FOR FOOD INDUSTRY

นางสาวไพฑัฒา นิมสังข์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร)

ปริญญา

.....
วิทยาศาสตร์การอาหาร

สาขา

.....
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

ภาควิชา

เรื่อง คุณสมบัติของแป้งและสตาρχจากกล้วยดิบ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

PROPERTIES OF RAW BANANA FLOUR AND STARCH USING FOR FOOD
INDUSTRY

นามผู้วิจัย นางสาวไพลาภา นิมสังข์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(.....
อาจารย์มาศอุบล ทองงาม, Ph.D.)

กรรมการ

(.....
ศาสตราจารย์อรอนงค์ นัยวิกุล, Ph.D.)

กรรมการ

(.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้ำฝน ลำดับวงศ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนบูลย์ สัจจอนันตกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(.....
รองศาสตราจารย์วินัย อัจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

คุณสมบัติของแป้งและสตาARCHจากกล้วยดิบ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

Properties of Raw Banana Flour and Starch Using for Food Industry

โดย

นางสาวไพลาภา นุ่มสังข์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการอาหาร)

พ.ศ. 2550

ไพลำภา นิมสังข์ 2550: คุณสมบัติของแป้งและสตาrchจากกล้วยดิบ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการอาหาร) สาขาวิทยาศาสตรการอาหาร
ภาควิชาวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีการอาหาร
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: อาจารย์มาศอุบล ทองงาม, Ph.D. 159 หน้า

กล้วย (Musa sp.) เป็นผลไม้ที่มีราคาถูก และปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย กล้วยดิบมีคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะสตาrchเป็นองค์ประกอบหลัก กล้วยนำมาผลิต เป็นแป้ง และสตาrchได้ และยังเป็นแหล่งของ resistant starch ซึ่งไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ของมนุษย์ จึงทำให้มีประโยชน์ต่อร่างกาย ในงานวิจัยได้ใช้กล้วย 3 สายพันธุ์มาวิเคราะห์ ได้แก่ กล้วยน้ำว้า (NW), กล้วยหอมทอง (HT) และกล้วยไข่ (KH) แป้งกล้วยน้ำว้า (NWF), กล้วยหอมทอง(HTF) และ กล้วยไข่ (KHF) ที่ผลิตมีร้อยละของผลได้จากน้ำหนักผลสดเท่ากับร้อยละ 54.50, 56.50 และ 48.12 ตามลำดับ ส่วนสตาrchของกล้วยทั้ง 3 ชนิด มีค่าร้อยละผลได้จากแป้งเท่ากับ ร้อยละ 33.18 (NWS), 29.67(HTS) และ 30.37 (KHS) ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย (โปรตีน ไขมัน และเถ้า) พบว่ามีค่ามากกว่าสตาrch และมีแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ เมื่อตรวจสอบลักษณะ เม็ดสตาrchด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแสงส่องกราด พบว่าเม็ดสตาrchจากกล้วย 3 ชนิดมีผิวเรียบ และมีทั้งลักษณะกลม, รูปกรวย และรูปไข่ เมื่อวิเคราะห์ช่วงอุณหภูมิการเกิดเจลลาทิโนเซชัน และค่าพลังงานความร้อน โดยใช้เครื่องดิฟเฟอเรนเชียลแคลอริมิเตอร์ พบว่า แป้ง และสตาrchมีค่าเท่ากับ 73.44-83.18°C, 15.15-15.92 จูล/กรัม(น้ำหนักแห้ง) และ 70.70-81.50°C, 16.87-21.42 จูล/กรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ หลังจากเก็บตัวอย่างที่ 7 และ 21 วัน เพื่อตรวจสอบการเกิดรีโทรเกรเดชัน พบว่า เมื่อเก็บรักษา 7 วัน แป้ง และสตาrchมีช่วงอุณหภูมิการเกิดรีโทรเกรเดชัน และค่าพลังงานความร้อนในการสลายพันธะ เท่ากับ 44.46-76.23°C, 6.86-7.88 จูล/กรัม(น้ำหนักแห้ง) และ 44.57-78°C, 8.93-14.04 จูล/กรัม(น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ และเมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 21 วันพบว่า แป้งและสตาrchมีช่วงอุณหภูมิการเกิดรีโทรเกรเดชัน และค่าพลังงานความร้อนในการสลายพันธะ เท่ากับ 43.69-76.66°C, 8.53-8.87 จูล/กรัม(น้ำหนักแห้ง) และ 44.13-76.59°C, 11.24-16.25 จูล/กรัม(น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ เมื่อพิจารณากราฟความหนืดของแป้งและสตาrchจากกล้วยที่ได้จากเครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว พบว่า กราฟความหนืดของแป้ง และสตาrchที่ความเข้มข้นร้อยละ 7-12 มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยแป้งกล้วยทุกสายพันธุ์มีค่าอุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืด ความหนืดสูงสุด เบรกดาวน์ เซตแบค และความหนืดสุดท้ายต่ำกว่าสตาrchในสายพันธุ์เดียวกัน นอกจากนี้เจลแป้งกล้วยมีปริมาณน้ำที่เหวี่ยงแยกหลังจากการคืนรูปจากการแช่เยือกแข็งสูงกว่าสตาrchในสายพันธุ์เดียวกัน และจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อรอบของการคืนรูปจากการแช่เยือกแข็งมากขึ้น เมื่อตรวจสอบทางด้านเนื้อสัมผัสของเจลแป้งและสตาrchจากกล้วย พบว่า เจลสตาrchจากกล้วยมีความแข็ง ความเกาะตัวกัน และความยากง่ายในการเคี้ยวมากกว่าเจลของแป้ง แป้งและสตาrchจากกล้วยมีความเป็นไปได้สำหรับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์ ที่ให้ความชื้นหนืด แต่อย่างไรก็ตาม ทั้งแป้งและสตาrchจากกล้วยทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง

Pailumpa Nimsung 2007: Properties of Raw Banana Flour and Starch Using for Food Industry.
Master of Science (Food Science), Major Field: Food Science,
Department of Food Science and Technology.
Thesis Advisor: Miss. Masubon Thongngam, Ph.D. 159 pages.

Banana (*Musa* sp.) is a tropical fruit, which is cheap and has been grown in many parts of Thailand. In its green stage, banana contains mainly carbohydrate especially starch; moreover, banana is also known as a source of resistant starch, which cannot be digested by human enzyme and has many potential health benefits. Therefore, banana is suited to use as a source of starch and flour. Three Thai banana cultivars ('Kluai Namwa'; NW; 'Kluai Hom Tong'; HT; 'Kluai Khai'; KH) were chosen to characterize their flour and starch properties. NW, HT and KH had yielded 54.50%, 56.50% and 48.12% flour (based on whole fresh fruit), respectively and 33.18%, 29.67% and 30.37% starch (based on flour basis) respectively. The chemical compositions of flours (protein, fat, and ash) were higher than those of starches as well as they were varied among cultivars. Banana starches from NW, HT and KH had smooth surface and irregular in size and shape (round, long and oblong) observing by using SEM. In addition The gelatinization temperature range and enthalpy energy obtained from DSC were 73.44-86.18°C, 15.15-15.92 J/g (dry basis) and 70.70-81.50°C, 16.87-21.42 J/g (dry basis) for flour and starch respectively. After stored for 7 and 21 days, the retrogradation temperature range and enthalpy energy of flour and starch were then determined. The retrogradation temperature range and enthalpy energy of flour and starch after 7 days were 44.46-76.23°C, 6.86-7.88 J/g (dry basis) and 44.57-78.78°C, 8.93-14.04 J/g (dry basis) respectively. Furthermore, when after stored for 21 days, the retrogradation temperature range and enthalpy energy of flour and starch were 43.67-76.66°C, 8.53-8.87 J/g (dry basis) and 44.13-76.51°C, 11.24-16.25 J/g (dry basis) respectively. The pasting behavior of banana flour and starch with different concentration (7-12%) was similar. The pasting profiles have shown that the pasting temperature, peak viscosity, breakdown, final viscosity and setback of banana flours were lower than those of banana starches. In addition, the degree of syneresis of banana flours was higher than that of starches. Moreover, the degree of syneresis of both flour and starch increased when increasing the number of freeze-thaw cycles. The texture (hardness, cohesiveness and gumminess) of banana flour and starch gel were determined. From the result, it was shown that banana flour gel had lower hardness, cohesiveness and gumminess than starch gel.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร. มาศอุบล ทองงาม ประธานกรรมการที่ปรึกษา และ ศาสตราจารย์ ดร. อรอนงค์ นัยวิกุล กรรมการวิชาเอก ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น การแก้ไขปัญหา ตลอดจนให้ความสนใจใส่ ดูแลในทุก ๆ ด้านทั้งในเรื่องที่เกี่ยวกับงานวิจัย การเขียนเล่มวิทยานิพนธ์ การตรวจแก้ไข อีกทั้งยังแนะนำให้คำปรึกษาในเรื่องส่วนตัว ครอบครัว การใช้ชีวิตในสังคม ภายนอกรั้วมหาวิทยาลัย และ ประคับประคองให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงในที่สุด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. น้ำฝน ถำดับวงศ์ กรรมการวิชาการ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางแก้ไข เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ลิลลี่ กาวีตะ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างมาก รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้เคยสั่งสอน อบรมผู้วิจัยมา

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ สำหรับงานวิจัย เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณนางสาวภัทรพร กวีรัชต์, นางสาวนปภา จุนทวีเทศ และนายสุรศักดิ์ สีว่าง ที่ให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยในทุก ๆ ด้าน รวมถึงเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยทำงาน และเรียนให้สำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณ นายณพงศ์ นิมสังข์ บริษัท Thaieasyelec จำกัด ที่ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดมาขอขอบคุณ บริษัทจอมวิศ ออโตเมชัน โดยมีคุณมรุต ทิพย์โสทธิ ที่เป็นผู้สนับสนุน และส่งเสริมทั้งในเรื่องการศึกษา และทรัพยากรที่จำเป็น สำหรับผู้วิจัยตลอดสี่ปีที่ผ่านมา และนางสาวอัญญา ศิริรักษ์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ อย่าง

สุดท้ายนี้ ด้วยความดีประการใด ที่เกิดจากงานวิจัย และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่คุณย่า พ่อแม่ ที่ให้ความรัก อบรมสั่งสอน และเป็นกำลังใจที่สำคัญที่สุด

ไพลาภา นิมสังข์

เมษายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	36
อุปกรณ์	36
วิธีการ	41
ผลและวิจารณ์	48
สรุปและข้อเสนอแนะ	113
สรุป	113
ข้อเสนอแนะ	117
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	118
ภาคผนวก	128
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	159

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การให้คะแนนลักษณะต่าง ๆ ของกล้วย	5
2 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อกล้วยที่ระยะการสุกต่าง ๆ	10
3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย (banana flour) จากกล้วย 8 สายพันธุ์	11
4 ขนาดเม็ดสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์ที่ใช้ในงานวิจัยต่าง ๆ	21
5 ขนาดและรูปร่างของเม็ดสตาร์ชชนิดต่าง ๆ	21
6 ลักษณะของผลกล้วยดิบที่เก็บเกี่ยวมาใช้ในการวิจัย	48
7 ลักษณะและร้อยละของปริมาณผลได้ของแป้งกล้วยดิบ	50
8 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสตาร์ชกล้วย	51
9 ปริมาณสตาร์ชที่เกิดความเสียหาย	54
10 ปริมาณ resistant starch ที่พบในแป้งและสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์	55
11 ค่าสีที่วัดโดยระบบ hunter ของแป้งและสตาร์ชกล้วยดิบ	58
12 ขนาดเม็ดสตาร์ชจากกล้วย 3 สายพันธุ์	63
13 กำลังการพองตัวของแป้ง และสตาร์ชกล้วย ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	66
14 การละลายของแป้ง และสตาร์ชกล้วย ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	71
15 สมบัติเชิงความร้อนในการเกิดเจลลาทิโนเซชันของแป้ง และสตาร์ชจากกล้วย 3 พันธุ์โดยการตรวจสอบด้วยเครื่อง DSC	73
16 อุณหภูมิในการสลายพันธะของแป้ง และสตาร์ชกล้วยสามพันธุ์	81
17 ค่าพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะของแป้ง และสตาร์ชจากกล้วย 3 พันธุ์	82
18 ค่าร้อยละการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้งจากกล้วย 3 พันธุ์ที่เก็บเป็นเวลา 7 และ 21 วัน	86
19 อุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืดของแป้งและสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ ความเข้มข้นต่างๆ	91
20 ความหนืดสูงสุดของแป้งและสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	94
21 ความหนืดลดลงของแป้งและสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ที่ความเข้มข้น ต่างๆ	97

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
22 ความหนืดสุดท้ายของแป้งและสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ที่ร้อยละความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างแต่ละชนิด	100
23 เซตแบบคของแป้งและสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์ที่ร้อยละความเข้มข้นต่างๆ	103
24 ปริมาณน้ำที่เหวี่ยงแยกออกจากเจลของแป้งและสตาร์ชจากกล้วยแต่ละรอบการคืนรูปจากการเยือกแข็ง	104
25 สมบัติด้านเนื้อสัมผัสของเจลจากแป้งและสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 3 พันธุ์	108

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 รูปร่างตามขวางของผลกล้วยเมื่ออายุต่างกัน	8
2 การเปรียบเทียบปริมาณสสารและน้ำตาลในการสุกของกล้วย	9
3 โครงสร้างของแอมิโลส	14
4 โครงสร้างของแอมิโลเพกทิน	16
5 ลักษณะคลัสเตอร์ (cluster) ของแอมิโลเพกทิน ที่ประกอบไปด้วย A, B, และ C Chain	16
6 วงแหวน (growth ring) ของเมล็ดสตาร์ชจากมันฝรั่ง ที่ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	17
7 การจัดเรียงโมเลกุลของสสารแบบเกลียวคู่ของโครงสร้างแบบ A และโครงสร้างแบบ B บนแนวระนาบ a และ b	19
8 ลักษณะเมล็ดสตาร์ชกล้วยพันธุ์จากประเทศไต้หวัน ที่ตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า	20
9 ลักษณะของเมล็ดสตาร์ชจากกล้วยดิบ (ก) เมล็ดสตาร์ชจากกล้วยสุก (ข) ที่ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแสงส่องกราด (SEM)	22
10 แผนภูมิแสดงค่าองค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบระหว่างเนื้อกล้วยสุก และเนื้อกล้วยดิบ	23
11 แผนภูมิแสดงค่าองค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบระหว่างแป้งจากกล้วยสุก	23
12 แผนภูมิแสดงค่าองค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบระหว่างสตาร์ชจากกล้วยกับสตาร์ชจากแหล่งอื่น ๆ	24
13 ความหนืดที่ได้จากสตาร์ชกล้วย ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4-8	28
14 กราฟความสามารถในการพองตัวของสตาร์ชจากกล้วยเปรียบเทียบกับสตาร์ชชนิดอื่นที่อุณหภูมิต่าง ๆ	28
15 กราฟความสามารถในการละลายของสตาร์ชกล้วยที่อุณหภูมิต่าง ๆ เปรียบเทียบกับสตาร์ชชนิดอื่น ๆ	29

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการพองตัวกับการละลายของสตาร์ชกล้วยเปรียบเทียบกับสตาร์ชมันฝรั่ง และสตาร์ชมันสำปะหลัง	29
17	ความหนืดที่ได้จากสตาร์ชกล้วยที่อุณหภูมิ และมีระดับระดับความสุก 0, 1 และ 2	30
18	ลักษณะเม็ดสตาร์ชของ resistant starch type 1 (ก) และ type 2 (ข)	34
19	ลักษณะการจัดเรียงตัวใหม่ของโมเลกุลแอมิโลส ในการเกิดโครงสร้างแบบเกลียวคู่ และทำให้เกิดสมบัติความเป็น resistant starch type 3	34
20	การดัดแปรสตาร์ชด้วยวิธีการทางเคมี และทำให้เกิด resistant starch type 4	34
21	ลักษณะและรูปร่างของ NWF (ก) HTF (ข) และ KHF (ค) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงปกติ ที่กำลังขยาย 10X	59
22	ลักษณะและรูปร่างของ NWF (ก) HTF (ข) และ KHF (ค) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงปกติ ที่กำลังขยาย 40X	59
23	ลักษณะและรูปร่างของ NWS (ก) HTS (ข) และ KHS (ค) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงปกติ ที่กำลังขยาย 10X	60
24	ลักษณะและรูปร่างของ NWS (ก) HTS (ข) และ KHS (ค) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงปกติ ที่กำลังขยาย 40X	60
25	ลักษณะและรูปร่างของ NWF (ก) HTF (ข) และ KHF (ค) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแสงส่องกราด ที่กำลังขยาย 1000X	61
26	ลักษณะและรูปร่างของ NWS (ก) HTS (ข) และ KHS (ค) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแสงส่องกราด ที่กำลังขยาย 1000X	61
27	ลักษณะและรูปร่างของ NWS (ก) HTS (ข) และ KHS (ค) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแสงส่องกราด ที่กำลังขยาย 2500X	61
28	กราฟแสดงกำลังการพองตัวของตัวอย่าง NWF และ NWS ที่อุณหภูมิ 55, 65, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส	68
29	กราฟแสดงร้อยละของการละลายของตัวอย่าง NWF และ NWS ที่อุณหภูมิ 55, 65, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
30	แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็ว ที่ความเข้มข้นของตัวอย่างร้อยละ 10 ของNWF	89
31	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความเข้มข้นของตัวอย่างกับค่าความหนืดสูงสุด	93
32	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของตัวอย่างกับค่าความหนืดลดลง	96
ภาพผนวกที่		
1	การเปลี่ยนแปลงสีผิวของเปลือกกล้วยตามระยะการสุก 7 ระยะ	130
2	ลักษณะการคนตัวอย่างใน lunch box ที่บรรจุน้ำแข็งบน magnetic stirrer	143
3	กราฟการพองตัวของ HTF กับ HTS (ก) และ KHF กับ KHS (ข) ที่อุณหภูมิ 55, 65, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส	152
4	กราฟการละลายของ HTF กับ HTS (ก) และ KHF กับ KHS (ข) ที่อุณหภูมิ 55, 65, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส	153
5	แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็ว ที่ความเข้มข้นของตัวอย่างร้อยละ 7, 8, 9, 10 และ 12 ของ HTF	154
6	แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็ว ที่ความเข้มข้นของตัวอย่างร้อยละ 7, 8, 9, 10 และ 12 ของ KHF	155
7	แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็ว ที่ความเข้มข้นของตัวอย่างร้อยละ 7, 8, 9, 10 และ 12 ของHTS	156
8	แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความหนืดแบบรวดเร็ว ที่ความเข้มข้นของตัวอย่างร้อยละ 7, 8, 9, 10 และ 12 ของ KHS	157
9	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับค่าความหนืดสูงสุดของตัวอย่าง HTF กับ HTS (ก) และ KHF กับ KHS (ข)	158
10	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับค่าความหนืดลดลงของตัวอย่าง HTF กับ HTS (ก) และ KHF กับ KHS (ข)	159

คุณสมบัติของแป้งและสตาร์ชจากกล้วยดิบ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

PROPERTIES OF RAW BANANA FLOUR AND STARCH USING FOR FOOD INDUSTRY

คำนำ

แป้งและสตาร์ชเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในโภชนาการของมนุษย์ สำหรับประเทศไทย อาหารที่บริโภคส่วนใหญ่ล้วนมีแป้ง และสตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลักทั้งสิ้นเช่น ข้าว ถั่วเขียว วุ้นเส้น ขนมปัง ขนม และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีแป้งและสตาร์ชเป็นส่วนประกอบ รวมถึงผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่อาหารด้วย เช่น ยา กระจก ยาง สิ่งทอต่าง ๆ โดยแป้งและสตาร์ชจากวัตถุดิบที่ต่างชนิดกันย่อมมีสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกัน จากเหตุนี้ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต มีลักษณะที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นแป้ง และสตาร์ชจึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ เช่น เป็นสารให้ความข้นหนืด ทำให้เกิดเจลหรือควบคุมความคงตัวของผลิตภัณฑ์ รวมถึงรักษาเนื้อสัมผัสของอาหารไม่ให้เสียรูปหรือเสื่อมคุณภาพเนื่องจากกระบวนการแช่เยือกแข็ง

กล้วยเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีการเจริญเติบโตง่าย จึงมีการปลูกอย่างกว้างขวางอีกทั้งยังมีจำนวนของสายพันธุ์หลากหลาย ทำให้มีปริมาณผลผลิตของกล้วยสูง ซึ่งกล้วยจัดเป็นผลไม้ที่อยู่ในกลุ่มClimacteric กล่าวคือ เมื่อกล้วยเริ่มสุก จะมีการหายใจเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดขบวนการสุกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ทั้งทางด้านองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพ เช่น สีผิว และเนื้อสัมผัส (เบญจมาศ, 2543; สมศักดิ์, 2546) ด้วยเหตุนี้จึงมีปริมาณของผลผลิตกล้วยจำนวนมากที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ และเหลือทิ้ง

กล้วยดิบจะมีปริมาณของสตาร์ชมากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ (Lii *et al.*, 1982) การศึกษาสมบัติของแป้ง และสตาร์ชจากกล้วยดิบ ทำให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นทั้งทางด้านองค์ประกอบทางเคมี, ฟิสิกส์ และเคมีเชิงฟิสิกส์ เช่น ความสามารถในการพองตัว ความสามารถในการละลาย อุณหภูมิการเกิดเจลที่ในเซชัน เป็นต้น โดยเราสามารถนำข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร หรือใช้เพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจนำไปทดแทนแป้งและสตาร์ชชนิดอื่นที่ต้องมีการนำเข้าได้ นอกจากนี้ สตาร์ชจากกล้วยดิบมีสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งคือเป็น resistant starch ซึ่งเป็นสตาร์ชที่เอนไซม์ภายในระบบทางเดินของมนุษย์ย่อยไม่ได้ และไม่

ดูดซึมในบริเวณลำไส้เล็ก แต่จะเกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ภายในลำไส้ใหญ่ได้ผลเป็นกรดไขมันสายสั้น ๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อระบบการขับถ่าย และระบบหมุนเวียนเลือด (กล้านรงค์ และเกื้อกูล, 2546; Nugent, 2005) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีงานวิจัยใดในประเทศไทยที่ศึกษาในเรื่องสมบัติการเป็น resistant starch จากพันธุ์กล้วยไทย รวมถึงข้อสรุปที่สามารถนำไปใช้และสตาarchจากกล้วยไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้อย่างแท้จริง

Resistant starch จะมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคแล้ว resistant starch ยังมีสมบัติในการช่วยปรับปรุงลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น เช่น ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบหรือทำให้เกิดความกรอบ และการขยายตัวที่ดีในขณะผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทคุกกี้ หรืออาจนำไปใช้เพื่อให้เกิดความชื้นเหนียวแก่ผลิตภัณฑ์ เป็นต้น การนำแป้ง และสตาarchกล้วยมาใช้ในการอุตสาหกรรมอาหาร น่าจะเป็นทางเลือกใหม่ของผู้ผลิต และผู้บริโภคในประเทศไทยได้

