รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยคัดเลือกพันธุ์และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อการบริโภคสด เพิ่มมูลค่าเป็น ผลิตภัณฑ์และการนำสารสำคัญจากกล้วยไปใช้ประโยชน์

Research and Development Bananas Production for Fresh Food to Increase Quantity and Quality yields and valued

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล

Penchan Suthanukool

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยคัดเลือกพันธุ์และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อการบริโภคสด เพิ่มมูลค่าเป็น ผลิตภัณฑ์และการนำสารสำคัญจากกล้วยไปใช้ประโยชน์

Research and Development Bananas Production for Fresh Food to Increase Quantity and Quality yields and valued

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล

Penchan Suthanukool

ปี พ.ศ. 2558

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	6
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	7
กิจกรรมที่ 1.การคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยที่มีศักยภาพ	8
กิจกรรมที่ 2.การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต	30
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	104
บรรณานุกรม	109
ภาคผนวก	116

สารบัญตาราง

หน้า

กิจกรรมที่ 1.การคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยที่มีศักยภาพ

ตารางที่ 1.1 การเจริญเติบโตเฉลี่ย (ความสูง และเส้นรอบวงโคนต้น) ของกล้วยน้ำว้าต้นแม่และหน่อน้อง	12
ตารางที่ 1.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตเฉลี่ยของกล้วยน้ำว้า ต้นแม่ แต่ละสายต้น/พันธุ์	14
ตารางที่ 1.3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตเฉลี่ยของกล้วยน้ำว้า หน่อน้อง แต่ละสายต้น/พันธุ์	16
ตารางที่ 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ลำต้นเทียม ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด	19
ตารางที่ 2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ใบ ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด	20
ตารางที่ 2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ช่อดอก/ปลี ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด	22
ตารางที่ 2.4 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ใบประดับ ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด	23
ตารางที่ 2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: ดอกเพศผู้ ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด	24
ตารางที่ 2.6 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ผล ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด	27

สารบัญตาราง

หน้า

กิจกรรมที่ 2.การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

ตารางที่ 1.1 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าที่มีระยะความสุกแก่ต่างๆ	55
ตารางที่ 1.2 ค่าเฉลี่ยของค่า L ของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้รับสารยืดอายุการเก็บรักษาร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ เก็บรักษาที่ 14 °C	56
ตารางที่ 1.3 ค่าเฉลี่ยของค่า a ของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้รับสารยืดอายุการเก็บรักษาร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ เก็บรักษาที่ 14 °C	57

ตารางที่ 1.4 ค่าเฉลี่ยของค่า b ของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้รับสารยืดอายุการเก็บรักษาร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ เก็บรักษาที่ 14 °C 58

Table 2.1 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Kai banana ,were treated 1-mcp and contained in the packaging bag, were storaged at 14 °C for 40 days 63

หน้า

Table 2.2 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Kai banana ,were treated 1-mcp and contained in the packaging bag, were storaged at 14 °C for 40 days, removed at room temperature for 3 day 64

Table 2.3 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Hom banana ,were treated 1-mcp and contained in the packaging bag, were storaged at 14 °C for 49 days. 64

Table 2.4 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Kai banana ,were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 25 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14 °C for 21 days. 65

Table 2.5 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Kai banana ,were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 25 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14 °C for 21 days, removed at room temperature for 3 days. 65

Table 2.6 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Hom banana ,were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 40 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14 °C for 49 days. 66

Table 2.7 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Hom banana ,were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 40 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14 °C for 49 days, removed at room temperature for 3 days. 66

Table 2.8 Average of L, a, b value of peel in Kai banana ,were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 25 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14 °C for 7 days, removed at room temperature for 3 day. 67

Table 3.1 Average nutritional value and Alcohol Potential of selected banana varieties at ripening state (8) for 30 samples 68

Table 3.2 Average aroma scores (Isoamyl Acetate and Ethyl Ether) of banana flesh for Banana-like and Malt-like Flavor after mixing between Banana and Malt 69

Table 3.3 Average aroma scores (Isoamyl Acetate and Ethyl Ether) and Bitterness Scale (I.B.U.) of banana-hop water mixture at 70 ^{0}C 70
Table 3.4 Nutritional value of Banana cv. Namwa during Amber brewing process 70
Table 3.5 GOS yield by β-galactosidase crude preparation 72
Table 3.6 Color scores, pH, viscosity and hedonist score of banana yogurt which GOS protein extract and sugar were varied into three rations 72
Table 3.7 Average Tannin content of banana peel determinated by Gelatin Index 73
Table 3.8 Average nutritional value of various Tannin extract content in Jelly process 73
ตารางที่ 4.1 ส่วนผสมและปริมาณของสูตรการผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ 74
ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ 74
หน้า
ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ 78
ตารางที่ 4.4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ 79
ตารางที่ 4.5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ 80
ตารางที่ 4.6 คุณค่าทางโภชนาการของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำจากกล้วยเล็บมือนาง กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม 81
Table 5.1 Composition of lotion with banana peel extract formula 1 and formula 2 82
Table 5..2 Vitamin C equivalent antioxidation capacity (VCEAC) (mg/100g fresh wt.) in different type of banana peel extract that extract with ethanol on banana peel ratio 5:1 and 10 : 1 82
Table 5.3 Antioxidant activity, total phenolic content and total flavonoid content in different type of banana peel extract that extract with 70 % v/v and 90 % v/v ethanol 83
Table 5.4 pH and color score of lotion with banana peel extract formula 1 and formula 2 83
Table 5.5 Appearance of before and after stability test by freeze thaw cycle test of lotion with banana peel extract 84
Table 5.6 Acceptance test score of lotion with banana peel extract formula 1 and formula 2 84
ตารางที่ 6.1 เปอร์เซ็นต์เซลลูโลสที่สกัดได้จากต้นกล้วยอบแห้ง ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 M 87
ตารางที่ 6.2 แสดงเปอร์เซ็นต์เซลลูโลสหลังฟอกด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% 87
ตารางที่ 6.3 แสดงเปอร์เซ็นต์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสที่สังเคราะห์ได้จากเซลลูโลสจากต้นกล้วย 88
Table 7.1 Total fructan content in Klaui Nam-wa from different solvent extraction 89
Table 7.2 Total fructan content in different varieties of banana 89
Table 7.3 Total fructan content in Klaui Hom from different banana and water ratio 90

Table 7.4 Total fructan content in fructan powder 91
Table 7.5 Foam density at different level of foaming agent 92
Table 7.6 Property of residue banana powder from different foaming agent 92
Table 7.7 Sensory scores of waffle used residue banana powder from different foaming agent replace wheat flour at 20 % 93
ตาราง 8.1ค่าปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเบียร์จากข้าวบาร์เลย์เปรียบเทียบกับเบียร์จากกล้วย 94
ตารางที่ 8.2 การประเมินความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในจากเบียร์กล้วยกับเบียร์จากข้าวบาร์เล่ย์ 95
ตารางที่ 9.1 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วย 96
Table 10.1 Characteristic of different type of banana flour 99
Table 10.2 Tensile strength of pasta from durum semolina wheat, All-purpose flour and mix of durum semolina wheat and All-purpose flour 100
Table 10.3 Characteristic of pasta produced from durum semolina wheat flour and substituted with different levels of banana flour. 101
Table 10.4 Tensile strength of pasta from durum semolina wheat, All-purpose flour substituted with different levels of Klaui Nam-wa flour. 101
Table 10.5 Sensory scores of commercial pasta, pasta produced from durum semolina wheat and substituted with different levels of Klaui Nam-wa flour. 102
Table 10.6 Sensory scores of durum semolina wheat pasta and banana (Klaui Nam-wa and Klaui Khai) flour pasta with 5 % and 10 % mixture of Guar gum and Xanthan gum. 103
Table 10.7 Color score of durum semolina wheat pasta and banana flour pasta (Klaui Nam-wa and Klaui Khai) 103

สารบัญรูปภาพ

หน้า

กิจกรรมที่ 2.การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

ภาพที่ 1.1-1.8 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อของเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ได้รับกรรมวิธีต่างๆ ในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 25 และ 40 ไมครอน เก็บรักษาที่ 14 $^{\circ}$C 59

ภาพที่ 1.9-1.16 ระยะความสุกแก่ของเปลือก สีเปลือก สีเนื้อ และความหวานต่อการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยน้ำว้าที่ได้รับกรรมวิธีต่างๆ ในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 25 และ 40 ไมครอน เก็บรักษาที่ 14 $^{\circ}$C 60

ภาพที่ 1.17-1.22 กลิ่น ความฝาดต่อการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยน้ำว้า และคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยน้ำว้าที่ได้รับกรรมวิธีต่างๆ ในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 25 และ 40 ไมครอน เก็บรักษาที่ 14 $^{\circ}$C 61

Figure 2.1-2.2 A color change of peel and abnormal symptoms of pulp in “Khai” banana fruits were storage at 14 $^{\circ}$C for 21 days, remove at room temperature for 3 days. 67

Figure 2.3-2.4 A color change of peel and abnormal symptoms of pulp in “Hom” banana fruits were storage at 14 $^{\circ}$C for 49 days, remove at room temperature for 3 days 68

ภาพที่3.1 กระบวนการผลิตเบียร์กล้วย 71

ภาพที่ 6.1 เซลลูโลสจากต้นกล้วยก่อนและหลังฟอก 85

ภาพที่ 6.2 คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส 85

ภาพที่ 6.3 ฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสไม่ผสมสารเติมแต่ง 85

ภาพที่ 6.4 ฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสผสมสารเติมแต่งกลีเซอรอล 86

ภาพที่ 6.5 ฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสผสมสารเติมแต่งพอลิเอทีลีนไกลคอล 86

Figure 7.1 Fructan powder from two method drying 90

Figure 7.2 waffle from wheat flour and residue banana powder replace wheat flour at 20 % 93

ภาพที่ 8.1 แผนภูมิปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเบียร์จากข้าวบาร์เลย์เปรียบเทียบกับเบียร์จากกล้วย 95

Figure 10.1 Banana flour from Klaui Khai. A : dry milling, B : wet milling. 98

Figure 10.3 Durum semolina wheat pasta, Klaui Nam-wa pasta and Klaui Khai pasta. 104

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานโครงการวิจัยคัดเลือกพันธุ์และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อการบริโภคสด เพิ่มมูลค่าเป็น ผลิตภัณฑ์และการนำสารสำคัญจากกล้วยไปใช้ประโยชน์ประกอบด้วยหลายสาขาวิชาทั้งการปรับปรุงพันธุ์กล้วย การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การแปรรูปผลผลิตให้ได้ผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า ตลอดจนการหาข้อมูลสารตกค้างที่อาจพบได้ในผลิตภัณฑ์แปรรูป ซึ่งการดำเนินงานต่างๆ สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือของนักวิจัยทุกๆ ท่าน ในฐานะที่ทำหน้าที่เป็นหัวหน้าโครงการต้องขอขอบคุณผู้ร่วมงานทุกท่านที่ร่วมดำเนินงานเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณหน่วยงานสนับสนุนงบประมาณ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช สถาบันวิจัยพืชสวน และผู้มีส่วนร่วมทุกๆท่านที่ช่วยทำให้โครงการฯนี้สำเร็จด้วยดี

เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล
หัวหน้าโครงการฯ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ม.	=	เมตร
ซ.ม.	=	เซนติเมตร
ก.ก.	=	กิโลกรัม
mg	=	milligram
g	=	gram
gFW	=	gram Fresh Weight
C.V.	=	Coefficient of variation
ppm	=	part per million
ppb	=	part per billion
RCB	=	Randomized Complete Block Design
CRD	=	Completely Randomized Design
DMRT	=	Ducan' Multiple-Range Test
LDPE	=	Low Density Polyethylene
UTC	=	Untreated control
%	=	เปอร์เซ็นต์ (อัตราร้อยละ)
1-mcp	=	1-methycycropropene
GRAS	=	generally recognized as safe
^{o}C	=	องศาเซลเซียส
MAP	=	modified atmosphere packaging
SO_2	=	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
FOS	=	Fructo-oligosaccharide
CMC	=	Carboxymethyl cellulose
TLC	=	Thin-Layer Chromatography
GOS	=	Galacto-oligosaccharide
pH	=	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
Kcal	=	Kilo calorie
M	=	Molar
VCEAC	=	Vitamin C equivalent antioxidation capacity
v/v	=	volume/ volume

w/w	=	weight/weight
L	=	Lightness score
a	=	Green-Red Score
b	=	Blue-Yellow Score
cPs	=	centipoise

กิจกรรมที่ 1.การคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยที่มีศักยภาพ
Selection of banana on commercial potential

เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล[1/]
รักชัย คุรุบรรเจิดจิต[1/] พรรณผกา รัตนโกศล[1/]
จารินี จันทร์คำ[1/] สุภัทรา เลิศวัฒนาเกียรติ์[2/]
Penchan Suthanukool, Rakchai Kurubancherdchit,
Panpaka Rattanakosol, Charinee chankam, Supratra Lertwattanakeiat
[1/] ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย [2/] สถาบันวิจัยพืชสวน

คำสำคัญ (Key words) : กล้วย รวบรวมพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ กล้วยน้ำว้า
Banana, Collection, Selection, Khuai Nam Wa

บทคัดย่อ

ปลูกคัดเลือกกล้วยน้ำว้าจากแปลงอนุรักษ์พันธุกรรมกล้วย จำนวน 7 สายต้น/พันธุ์ คือ กล้วยน้ำว้านวลจันทร์ กล้วยน้ำว้าปากช่อง50 กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย43-1 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย43-2 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย55-3 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย55-4 และกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ระหว่าง ปี 2555-2556 พบ กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีกว่าพันธุ์อื่น ๆ (น้ำหนักเครือ 24.7 กิโลกรัม จำนวนหวี 11 หวีต่อเครือ น้ำหนักหวี 1.96 กิโลกรัม และจำนวนผลต่อหวี 17 ผล)

บันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์เบื้องต้นตามแบบ Descriptor for Musa จำนวน 80 ลักษณะของกล้วยในแปลงรวบรวมพันธุกรรม ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ได้จำนวน 39 สายพันธุ์ และเก็บข้อมูลได้บางส่วนอีกจำนวน 103 สายพันธุ์

Abstracts

Clonal Selection of *Musa* “Klaui Nam Wa”. Seven clonal selected from banana genetic conservation: Nam Wa Nuanchan, Nam Wa Pak Chong 50, Nam Wa Ubon Ratchathani, Sukhothai 43-1, Sukhothai 43-2, Sukhothai 55-3, Sukhothai 55-4 and Nam Wa Mali oong at Sukhothai Horticultural Research Center, during 2002-2003. We found that, Sukhothai 55-4 be more growth and yield than other varieties (weight of bunch 24.7 kg, number of hand per bunch 11, weighs of hand 1.96 kg and number of fruit per hand 17)

Banana Characteristics record by using Descriptor for Musa at Sukhothai Horticultural Research Center. We finished 39 accession number and some 103 accession number.

บทนำ (Introduction)

กล้วย (Musa spp.) เป็นผลไม้เขตร้อนในวงศ์ Musaceae เป็นพืชเมืองร้อน มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะเอเชียตอนใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ เป็นอาหารชนิดแรก ๆ ของมนุษย์ เป็นผลไม้เก่าแก่พอๆกับข้าว เนื่องจากกล้วยเป็นพืชที่ปลูกง่าย และใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ตั้งแต่ใช้เป็นอาหาร ใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้ เป็นเส้นใยสิ่งทอ เป็นสมุนไพร และอุปกรณ์ทางการแพทย์ กล้วยชอบอากาศร้อนชื้น มักพบกล้วยพื้นเมืองที่ทั้งที่มีเมล็ดไม่มีเมล็ดปลูกกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปแบบปล่อยปละละเลยเสมือนพืชป่าไม่มีการดูแลเหมือนพืชปลูก (เบญจมาศ ,2538) ประเทศไทยเป็นแหล่งพันธุกรรมกล้วยหลากหลายชนิด จึงมีกล้วยป่า และกล้วยปลูกอยู่ทั่วไป นับเฉพาะกล้วยกินได้ ไม่รวมกล้วยป่าอาจมีมากกว่า 50 ชนิด ที่รู้จักแพร่หลาย เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม กล้วยไข่ กล้วยหักมุก กล้วยเล็บมือนาง ส่วนกล้วยชนิดอื่นๆ อาจเป็นที่รู้จักฉพาะในท้องถิ่นเท่านั้น เช่น กล้วยนางพญา กล้วยหิน กล้วยสา กล้วยไล ทางภาคใต้ กล้วยนมสาว กล้วยหอมกะเหรี่ยง ทางภาคตะวันตก กล้วยหอมทองสั้น กล้วยนวล ทางภาคอีสาน หรือกล้วยน้ำนม กล้วยหอมจันทร์ ทางภาคเหนือ เป็นต้น บางชนิดก็เหลือเพียงชื่อ เช่น กล้วยกรัน กล้วยกรามคชสาร กล้วยนางเงย และที่กำลังใกล้จะสูญพันธุ์ก็มีอีกไม่น้อย ซึ่งสาเหตุสำคัญที่ทำให้กล้วยไทยหลายชนิดสูญพันธุ์ เนื่องมาจาก กล้วยบางชนิดมีรสชาติไม่อร่อย เช่น เปรี้ยว จืด เนื้อเละ ฯลฯ กล้วยเหล่านี้ไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค เมื่อปลูกแล้วขายไม่ได้จึงเปลี่ยนไปปลูกกล้วยเศรษฐกิจที่ตลาดต้องการแทน และจากความเจริญและการพัฒนาของชุมชนทำให้พื้นที่ปลูกเปลี่ยนสภาพไป เช่น กลายเป็นโรงงานอุตสาหกรรม หมู่บ้านจัดสรร หรือแม้กระทั่งมลภาวะต่าง ๆ ทำให้มีการปลูกกล้วยลดลง นอกจากนี้การเรียกชื่อกล้วยในแต่ละท้องถิ่นที่แตกต่างกันไปทั้งที่เป็นกล้วยชนิดเดียวกัน เนื่องจากไม่มีการจัดทำข้อมูลลักษณะทางพฤกษศาสตร์เบื้องต้นแสดงลักษณะของต้น ใบ ผล หรือชื่อพ้องของกล้วยแต่ละชนิดเอาไว้ จึงมีการเรียกชื่อใหม่ตามความเข้าใจของตน(กล้วยสูญชื่อ)

พื้นที่ปลูกกล้วย ในประเทศไทยมีประมาณ 534,193 ไร่ เป็นกล้วยน้ำว้า 369,948 ไร่ (ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) คิดเป็น 69 เปอร์เซ็นต์ นับเป็นกล้วยที่มีพื้นที่ปลูกรวมในประเทศมากกว่ากล้วยชนิดอื่น ๆ ในเขตภาคเหนือมีพื้นที่ปลูกกล้วยน้ำว้าปลูกมากที่สุด คือ 162,088 ไร่ ได้แก่ จังหวัดอุตรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร เชียงใหม่ สุโขทัย แม่ฮ่องสอน ลำปาง ตาก เป็นต้น รองลงมาเป็นภาคกลาง มีพื้นที่ปลูก 92,256 ไร่ ได้แก่จังหวัด เพชรบุรี นครสวรรค์ อ่างทอง นนทบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ราชบุรี กาญจนบุรี ปทุมธานี ชัยนาท นครปฐม เป็นต้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ปลูกกล้วยน้ำว้า 86,289 ไร่ ได้แก่ จังหวัด เลย นครราชสีมา ชัยภูมิ เป็นต้น ภาคใต้ 23,823 ไร่ ได้แก่ จังหวัดสงขลา เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) แต่ส่วนใหญ่เป็นการปลูกแบบสวนหลังบ้าน หรือสวนขนาดเล็ก กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารอยู่มากมาย เมื่อเทียบกับกล้วยอื่น ๆ ทั้งยังมีเส้นใยที่ช่วยระบบการขับถ่าย กล้วยน้ำว้าเป็นพืชที่ปลูกดูแลรักษาง่าย ประกอบกับกระแสการรับประทานเพื่อสุขภาพในปัจจุบัน ส่งผลให้กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้ ชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยม แต่ยังขาดพันธุ์ที่ดี และข้อมูลของพันธุ์ ประกอบกับกล้วยน้ำว้าที่มีปลูกอยู่ในปัจจุบันมีมากมายหลากหลายสายต้นในแต่ละท้องถิ่น ซึ่งจากการรวบรวมและอนุรักษ์พันธุกรรมกล้วย ที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย พบมีกล้วยน้ำว้าที่รวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ มากกว่า 36 ตัวอย่าง เมื่อมีการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์เบื้องต้นของกล้วยดังกล่าว พบมีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ลักษณะ เช่น ขนาด/สีของลำตนเทียม ขนาดของเครือ จำนวนหวีต่อ

เครือ ขนาดหวี จำนวนผลต่อหวี เป็นต้น การศึกษาหาสายต้นกล้วยน้ำว้าที่ดีมีคุณภาพ ให้ผลผลิตสูง จะนำไปสู่การใช้ประโยชน์และนำไปสู่การผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าของกล้วยน้ำว้า เละเป็นพันธุ์พืชทางเลือกหนึ่งในการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรต่อไป ตลอดจนรวบรวมพันธุ์กล้วย ทั้งกล้วยป่าและกล้วยปลูก จัดเป็นหมวดหมู่ตามหลักวิชาการและศึกษาลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นของกล้วยแต่ละชนิด ประโยชน์ใช้สอยต่างๆ ใช้เป็นแหล่งอนุรักษ์พันธุ์กล้วยหายากใกล้จะสูญพันธุ์ให้คงอยู่ ใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ จำแนกพันธุ์ และเป็นแหล่งศึกษาดูงานของ สถาบันการ ศึกษา เกษตรกร ตลอดจนพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวในลำดับต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

ของ 2 การทดลอง มีดังนี้

1. ปลูกคัดเลือกกล้วยน้ำว้าสายต้นดีเด่นโดยวางแผนการทดลอง Randomize Complete Block Design 3 ซ้ำ 6 หน่อต่อซ้ำ เป็นกล้วยในแปลงรวบรวมและอนุรักษ์พันธุกรรมกล้วยของศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดีให้ผลผลิตสูงได้แก่ กล้วยน้ำว้านวลจันทร์ กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 43-1 กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 43-2 กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 55-3 กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 55-4 กล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกล้วยน้ำว้า ให้ผลผลิตสูง จำนวนหวีต่อเครือมากกว่า 7 หวี มีรสชาติหวาน ไม่เปรี้ยว เตรียมพื้นที่ปลูก 2 ไร่ ไถตากดิน ยกร่องแปลงปลูกแบบหลังเต่า ใช้ระยะปลูก 4x4 เมตร และ เตรียมหลุมขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยคอกรองก้นหลุม อัตรา 5 กิโลกรัมต่อหลุม ปลูกกล้วยตามแผนการทดลอง ดูแลรักษาแปลง โดยการกำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องตัดหญ้า แต่งใบ แต่งหน่อ ตามความจำเป็น ทำโคน ใส่ปุ๋ยหลังปลูกกล้วย 3, 5และ 7 เดือน ให้น้ำหลังการใส่ปุ๋ยและเมื่อฝนทิ้งช่วง บันทึกข้อมูล การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูง เส้นรอบวงลำต้น ฯลฯ ข้อมูลผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักเครือ จำนวนหวีต่อเครือ น้ำหนักหวี จำนวนผลต่อหวี ขนาดผล ฯลฯ ข้อมูลลักษณะอื่น ๆ ที่เด่นชัดหรือดีเด่นเป็นพิเศษหรือเป็นข้อจำกัด ดำเนินการทดลอง ระหว่างตุลาคม 2554 - กันยายน 2556 ที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย สถาบันวิจัยพืชสวน

2. การรวบรวมพันธุ์และศึกษาคุณภาพและการใช้ประโยชน์จากกล้วยพันธุ์ต่างๆ เป็นการเก็บข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ของกล้วย ตาม Descriptor for Musa ในแปลงรวบรวมและอนุรักษ์พันธุกรรมกล้วยของศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ไม่มีการวางแผนการทดลอง ดูแลรักษาแปลงรวบรวมพันธุกรรมกล้วย กำจัดวัชพืชโดยใช้เครื่องตัดหญ้า แต่งใบ ทำโคน ใส่ปุ๋ย ให้น้ำหลังการใส่ปุ๋ยและเมื่อฝนทิ้งช่วง บันทึกข้อมูลลักษณะทางพฤกษศาสตร์เบื้องต้นตามแบบ Descriptor for Musa จำนวน 80 ลักษณะ เป็นลำต้นเทียม 7 ลักษณะ ใบ 18 ลักษณะ ช่อดอก หรือปลีกล้วย 11 ลักษณะ ใบประดับหรือกาบปลี 8 ลักษณะ ดอกเพศผู้ 16 ลักษณะ และ ผล 20 ลักษณะ รวมทั้งสิ้น 80 ลักษณะ คือ

<u>ลำต้นเทียม (Psudostem)</u> : ลักษณะวิสัยของใบ (Leaf habit) ความสูงลำต้นเทียม (Psudostem height) เส้นรอบวงลำต้นเทียม (Psudostem circumference) สีลำต้นเทียม (Color of Psudostem) ไขบนลำต้น (มี/ไม่มี) (Psudostem appearance) จำนวนหน่อ (Number of suckers) ตำแหน่งของหน่อข้าง (Position of sucker)

ใบ (Leaf) : ลักษณะปื้นบนโคนก้านใบ (Present of blotches) สีของปื้นบนโคนก้านใบ (Color of blotches) ร่องก้านใบ (Petiole canal leaf III) สีขอบก้านใบ (Petiole margin color) ความกว้างของขอบก้านใบ (Petiole margin width) ความยาวของแผ่นใบ (Leaf blade length) กว้างแผ่นใบ (Leaf blade width) ยาวก้านใบ (Petiole length) ลักษณะแผ่นใบ (Leaf blade) สีผิวด้านบนของใบ (Color of leaf upper surface) ความมันของแผ่นใบด้านบน สีผิวด้านใต้ใบ (Color of leaf lower surface) ความมันของแผ่นใบด้านใต้ใบ ไขด้านล่างของแผ่นใบ รูปร่างปลายใบ รูปร่างของโคนใบ สีผิวด้านบนของเส้นกลางใบ สีผิวด้านล่างของเส้นกลางใบ

ช่อดอก (Inflorescence)/ปลี (Male bud) : ความยาวก้านช่อดอก ความกว้างก้านช่อดอก สีก้านช่อดอก การมีขนบนก้านช่อดอก ตำแหน่งเครือกล้วย รูปร่างเครือกล้วย ลักษณะปรากฏของเครือ รูปร่างปลี ขนาดเส้นรอบวงปลี ความกว้างปลี ความยาวของปลีกล้วยในระยะเก็บเกี่ยว

ใบประดับ (Bract) : รูปร่างโคนใบประดับ รูปร่างปลายใบประดับ สีผิวด้านนอกของใบประดับ สีผิวด้านในของใบประดับ รอยแผลใบประดับบนแกนกลาง พฤติกรรมของใบประดับก่อนร่วง ไขบนใบประดับ ลักษณะร่องบนใบประดับ

ดอกเพศผู้ (Male flower) : พฤติกรรมของดอกเพศผู้ สีพื้นของกลีบรวมเชิงประกอบ สีของพูของกลีบรวมเชิงประกอบ สีของกลีบรวมอิสระ รูปร่างกลีบรวมอิสระ การพัฒนาตรงส่วนปลายกลีบรวมอิสระ รูปร่างตรงส่วนปลายของกลีบรวมอิสระ การยื่นของอับเรณูตรงระดับฐานพูบนกลีบรวมเชิงประกอบ สีของก้านชูอับเรณู สีอับเรณู สีพื้นของก้านเกสรเพศเมีย รูปร่างของก้านเกสรเพศเมีย สีของยอดเกสรเพศเมีย รูปร่างรังไข่ สีพื้นของรังไข่ สีของเกสรเพศผู้

ผล (Fruit) : จำนวนผลต่อหวี(Number of fruit) ความยาวผล (Fruit length) ความกว้างผล (Fruit diameter) รูปร่างของผลกล้วย(Fruit shape) รูปหน้าตัดผลตามขวาง (Transverse section of fruit) รูปร่างปลายผล (Fruit apex) การตกค้างของซากดอกที่ปลายผล(Remains of flower relict at fruit apex) ความยาวก้านผล (Fruit pedicel length) ความกว้างก้านผล (Fruit pedicel width) การปรากฏของขนบนก้านผล (Pedicel surface) / (ผิวของก้านผล) สีของเปลือกผลดิบ (Immature fruit peel color) สีของเปลือกผลสุก (Mature fruit peel color) ความหนาของเปลือก (Fruit peel thickness) สีของเนื้อผลดิบ (Pulp color before maturity) สีของเนื้อผลสุก (Pulp color at maturity) ลักษณะเนื้อ (Flesh texture) รสชาติ (Predominant taste) จำนวนเมล็ดต่อผล (Number of seeds) พื้นผิวของเมล็ด (Seed surface) รูปร่างของเมล็ด (Seed shape)

ดำเนินการทดลอง ที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2558

ผลการวิจัย (Results) และอภิปรายผล(Discussion)

1. การคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยน้ำว้าที่มีศักยภาพทางการค้าเพื่อการบริโภคผลสด/อาหารเพื่อสุขภาพ/การแปรรูป

การเจริญเติบโต

ความสูงต้นแม่ พบว่า กล้วยน้ำว้าที่คัดเลือกจากแปลงรวบรวมอนุรักษ์ พันธุกรรมกล้วยมีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นเฉลี่ย (3.00-3.73 เมตร) ดีกว่ากล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (2.70 เมตร) ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และใช้ปลูกเป็นการค้าอยู่ในปัจจุบัน โดยสายต้นกล้วยน้ำว้า สุโขทัย 55-4 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นเฉลี่ย มากที่สุด 3.73 เมตร และไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 กล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 และ กล้วยน้ำว้านวลจันทร์ (3.47 3.43 และ 3.27 เมตร ตามลำดับ) รองลงมา คือ กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 มีความสูงต้น เป็น 3.17, 3.10 และ 3.00 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1.1)

เส้นรอบวงโคนต้นแม่ พบว่า สายต้นกล้วยน้ำว้าที่คัดเลือกจากแปลงรวบรวมอนุรักษ์พันธุกรรมกล้วยมีการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย (60.8-78.7 เซนติเมตร) ดีกว่ากล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (58.0 เซนติเมตร) ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 มีการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ยมากที่สุด 78.7 เซนติเมตร และไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 (73.0เซนติเมตร) รองลงมาเป็นกล้วยน้ำว้าพันธุ์ปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย เป็น 70.0, 68.0, 68.0 และ 66.7 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 1.1)

ความสูงต้นหน่อน้อง พบว่า หน่อน้องของกล้วยน้ำว้าที่คัดเลือกจากแปลงรวบรวมอนุรักษ์ พันธุกรรมกล้วยนั้นมีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นของหน่อน้อง (ต้นปีที่2) เฉลี่ย (4.13-4.90 เมตร) ดีกว่ากล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (3.10 เมตร) ยกเว้นกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี ที่มีความสูงต้นใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง คือ 3.40 เมตร ส่วนกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นเฉลี่ย มากที่สุด 4.97 เมตร และไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 กล้วยน้ำว้านวลจันทร์ และกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 คือมีความสูงต้นเป็น 4.78, 4.70, 4.53, 4.23 และ 4.13 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1.1)

เส้นรอบวงโคนต้นหน่อน้อง พบว่า หน่อน้องของกล้วยน้ำว้าที่คัดเลือกจากแปลงรวบรวมอนุรักษ์ พันธุกรรมกล้วยนั้น มีการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย (74.3-79.4 เซนติเมตร) ดีกว่ากล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (65.2 เซนติเมตร) ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 มีขนาดเส้นรอบวงโคนต้น (71.8 เซนติเมตร) ใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง ส่วนกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 มีการเจริญเติบโตด้านเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ยมากที่สุด 79.4 เซนติเมตร และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกล้วยน้ำว้าพันธุ์ปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 กล้วย

น้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 กล้วยน้ำว้านวลจันทร์ และกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี มีเส้นรอบวงโคนต้นเฉลี่ย คือ 79.3, 79.2, 76.7, 76.7 และ 74.3 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1.1)

ในด้านการเจริญเติบโต พบว่า กล้วยน้ำว้าที่คัดเลือกทั้งต้นแม่ และหน่อน้องมีการเจริญเติบโต ทั้งความสูงต้น และเส้นรอบวงโคนต้นดีกว่าหรือใกล้เคียง กล้วยน้ำว้ามะลิอ่องที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 และกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 มีการเจริญเติบโตดีกว่าพันธุ์อื่น ๆ รองลงมาเป็นกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย43-2 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย43-1 และกล้วยน้ำว้านวลจันทร์

ตารางที่ 1.1 การเจริญเติบโตเฉลี่ย (ความสูง และเส้นรอบวงโคนต้น) ของกล้วยน้ำว้าต้นแม่และหน่อน้อง

กรรมวิธี	ต้นแม่		หน่อน้อง	
	ความสูงต้น (ม.)	เส้นรอบวงโคนต้น(ซ.ม.)	ความสูงต้น (ม.)	เส้นรอบวงโคนต้น (ซ.ม.)
กล้วยน้ำว้านวลจันทร์	3.27 ab	60.8 c	4.23 ab	76.7 a
กล้วยน้ำว้าปากช่อง50	3.43 ab	70.0 b	4.13 ab	79.3 a
กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี	3.17 bc	68.0 bc	3.40 bc	74.3 a
กล้วยน้ำว้า สุโขทัย 43-1	3.00 bc	66.7 bc	4.70 a	79.2 a
กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 43-2	3.10 bc	68.0 bc	4.53 a	71.8 ab
กล้วยน้ำว้าสุโขทัย55-3	3.47 ab	73.0 ab	4.78 a	79.4 a
กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 55-4	3.73 a	78.7 a	4.97 a	76.7 a
กล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง	2.70 c	58.0 d	3.10 c	65.2 b
CV (%)	8.94	6.47	11.4	5.97

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

ต้นแม่ (ผลผลิตปีแรก)

น้ำหนักเครือ พบว่า กล้วยน้ำว้าสายต้น/พันธุ์ที่คัดเลือกให้ผลผลิตเป็นน้ำหนักเครือเฉลี่ย (12.5-24.7 กิโลกรัม) มากกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (10.1 กิโลกรัม) โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 ให้ผลผลิตเป็นน้ำหนักเครือเฉลี่ย 24.7 กิโลกรัม สูงกว่าสายต้น/พันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าอุบลราช ธานี กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 ให้ผลผลิต 20.0, 18.7 และ 17.6 กิโลกรัมตามลำดับ (ตารางที่ 1.2)

จำนวนหวีต่อเครือ พบว่า กล้วยน้ำว้าสายต้น/พันธุ์ที่คัดเลือก มีจำนวนหวีต่อเครือเฉลี่ย (8-11 หวี) มากกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (7 หวี) โดย

กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 มีจำนวนหวีต่อเครือเฉลี่ยสูงสุด (11 หวี) ไม่แตกต่างกันทาสถิติกับกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 (10 หวี) รองลงมาเป็นกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 กล้วยน้ำว้านวลจันทร์ กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 (9, 9, 8, 8 และ 8 หวี ตามลำดับ) (ตารางที่ 1.2)

น้ำหนักหวี พบว่า กล้วยน้ำว้าสายต้น/พันธุ์ที่คัดเลือก ให้น้ำหนักหวีเฉลี่ย 1.60-1.96 กิโลกรัมมากกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (1.23 กิโลกรัม) ยกเว้น กล้วยน้ำว้านวลจันทร์ มีน้ำหนักหวีเฉลี่ย 1.20 กิโลกรัมใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 มีขนาดหวีเฉลี่ยใหญ่ที่สุด (1.96 กิโลกรัม) ใกล้เคียงกับ กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 และกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 (1.84, 1.80, 1.75 และ 1.70 กิโลกรัม ตามลำดับ) (ตารางที่ 1.2)

จำนวนผล พบว่า กล้วยน้ำว้าสายต้น/พันธุ์ที่คัดเลือก มีจำนวนผลเฉลี่ย 15.3-17.0 ผลต่อหวี มากกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง 14.2 ผลต่อหวี ยกเว้น กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 และกล้วยน้ำว้านวลจันทร์ มีจำนวนผลเฉลี่ย 14.9 และ 13.2 ผลต่อหวี ใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัยมีจำนวนผลตเฉลี่ยสูงสุด (17.0 ผลต่อหวี) ใกล้เคียงกับ กล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี (16.7 และ 16.0 ผลต่อหวี ตามลำดับ) รองลงมาคือกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 มี 15.3 ผลต่อหวี (ตารางที่ 1.2)

น้ำหนักผล พบว่า กล้วยน้ำว้าสายต้น/พันธุ์ที่คัดเลือก ให้น้ำหนักผลเฉลี่ย (109-134 กรัม) มากกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (81.8 กรัม) ยกเว้น กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 กล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 และกล้วยน้ำว้านวลจันทร์ มีน้ำหนักหวีเฉลี่ยใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง คือ 106, 98.9, 95.4 และ 82.2 กรัม ตามลำดับ โดยกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี มีน้ำหนักผลเฉลี่ยสูงสุด คือ 134 กรัม รองลงมาเป็น กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 และ กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 (121, 109 กรัม ตามลำดับ) (ตารางที่ 1.2)

ความยาวผล พบว่า กล้วยน้ำว้าสายต้น/พันธุ์ที่คัดเลือก มีความยาวผลเฉลี่ย (12.3-15.1 เซนติเมตร) มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (12.0 เซนติเมตร) โดยกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี มีความยาวผลเฉลี่ยสูงสุด (15.1 เซนติเมตร) ซึ่งมีความยาวผลเฉลี่ยไม่แตกต่างกับกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 (14.1 และ 13.8 เซนติเมตร ตามลำดับ) รองลงมาเป็นกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 ให้ความยาวผลเฉลี่ยเท่ากัน คือ 13.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.2)

เส้นรอบวงกลางผล พบว่า กล้วยน้ำว้าสายต้น/พันธุ์ที่คัดเลือก มีเส้นรอบวงผลเฉลี่ยมากกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ กับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (12.2 เซนติเมตร) ยกเว้นกล้วยน้ำว้านวลจันทร์ ที่มีขนาดเส้นรอบวงผลเฉลี่ย (12.1 เซนติเมตร) ใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง โดยกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี มีเส้นรอบวงผลเฉลี่ยสูงสุด (13.6 เซนติเมตร) ซึ่งไม่แตกต่างกับกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-

1 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 กล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 ให้เส้นรอบวงผลเฉลี่ย คือ 13.4, 13.1, 12.9, 12.8 และ 12.8 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ความหนาเปลือกผล พบว่า กล้วยน้ำว้าทุกสายต้น/พันธุ์ รวมทั้งกล้วยน้ำว้ามะลิอ่องมีความหนาเปลือกผลเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความหนาเปลือกผลเฉลี่ย 0.11-.012 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.2)

ในด้านผลผลิต พบว่า กล้วยน้ำว้าที่คัดเลือกให้ผลผลิตขนาดใหญ่กว่ากล้วยน้ำว้ามะลิอ่องที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 ให้ผลผลิตเป็นน้ำหนักเครือ จำนวนหวีต่อเครือ น้ำหนักหวี และจำนวนผลต่อหวี มากกว่า กล้วยน้ำว้าพันธุ์อื่น ๆ (24.7 กิโลกรัม 11 หวีต่อเครือ 1.96 กิโลกรัมต่อหวี 17 ผลต่อหวี ตามลำดับ) รองลงมาเป็นกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2

ตารางที่ 1.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตเฉลี่ยของกล้วยน้ำว้า ต้นแม่ แต่ละสายต้น/พันธุ์

กรรมวิธี	น้ำหนักเครือ (กก.)	จำนวนหวีต่อเครือ (หวี)	น้ำหนักหวี (กก.)	จำนวนผลผลต่อหวี)	น้ำหนักผล (ก.)	ความยาวผล (ซม.)	เส้นรอบวงกลางผล (ซม.)	หนาเปลือก (ซม.)
กล้วยน้ำว้านวลจันทร์	12.5 e	8 cd	1.20 c	13.2 e	82.2 c	12.3 bc	12.1 c	0.11
กล้วยน้ำว้าปากช่อง50	20.0 b	10 ab	1.70 ab	16.7 ab	98.9 bc	13.2 bc	12.9 ab	0.11
กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี	18.7 bc	9 bc	1.84 ab	16.0 abc	134 a	15.1 a	13.6 a	0.12
กล้วยน้ำว้า สุโขทัย 43-1	16.0 cd	8 cd	1.75 ab	15.3 bcd	109 abc	13.2 bc	13.4 a	0.12
กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 43-2	13.4 de	8 cd	1.60 b	14.9 cd	95.4 bc	13.2 bc	12.8 abc	0.11
กล้วยน้ำว้าสุโขทัย55-3	17.6 bc	9 bd	1.80 ab	15.8 abcd	106 bc	13.8 abc	12.8 abc	0.12
กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 55-4	24.7 a	11 a	1.96 a	17.0 a	121 ab	14.1 ab	13.1 a	0.11
กล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง	10.1 f	7 d	1.23 c	14.2 de	81.8 c	12.0 c	12.2 bc	0.11
CV (%)	9.63	10.6	8.5	5.65	13.5	7.52	3.19	10.5
F test	**	**	**	**	**	*	**	ns

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

** = significant at 1% level * = significant at 5% level ns = not significant

หน่อน้อง (ผลผลิตปีที่ 2)

น้ำหนักเครือ การให้ผลผลิตปีที่สองของกล้วยน้ำว้าแต่ละสายต้น/พันธุ์ พบว่า ให้น้ำหนักเครือเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดย กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 ให้ผลผลิตเป็นน้ำหนักเครือเฉลี่ย (18.5 กิโลกรัม) สูงกว่าสายต้น/พันธุ์ อื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างจากกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 และกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 (17.9, 17.6 และ 17.4 กิโลกรัม ตามลำดับ) ส่วนกล้วยน้ำว้านวลจันทร์ กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 ให้น้ำหนักเครือเฉลี่ย (15.2, 14.6 และ 12.6 กิโลกรัม ตามลำดับ) ใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (14.7 กิโลกรัม) (ตารางที่ 1.3)

จำนวนหวีต่อเครือ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 มีจำนวนหวีต่อเครือเฉลี่ย (11.2 หวีต่อเครือ) สูงกว่าสายต้น/พันธุ์ อื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างจากกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี กล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 (10.6, 10.6 และ 10.1 หวีต่อเครือ ตามลำดับ) ส่วนกล้วยน้ำว้านวลจันทร์ กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 ให้จำนวนหวีต่อเครือเฉลี่ย (9.28, 8.33 และ 8.33 หวีต่อเครือ ตามลำดับ) ใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (8.00 หวีต่อเครือ) (ตารางที่ 1.3)

น้ำหนักหวี พบว่า กล้วยน้ำว้าทุกสายต้น/พันธุ์ รวมทั้งกล้วยน้ำว้ามะลิอ่องมีน้ำหนักหวีเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักหวีเฉลี่ย 1.41-1.71 กิโลกรัม (ตารางที่ 1.3)

จำนวนผลต่อหวี พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 มีจำนวนผลต่อหวีเฉลี่ย (17.0 ผลต่อหวี) สูงกว่าสายต้น/พันธุ์ อื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างจากกล้วยน้ำว้านวลจันทร์ กล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 (16.6, 16.5 และ 16.3 ผลต่อหวี ตามลำดับ) ส่วน กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 ให้จำนวนผลต่อหวีเฉลี่ย (16.1 และ 15.4 ผลต่อหวีตามลำดับ) ใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (16.1 ผลต่อหวี) (ตารางที่ 1.3)

น้ำหนักผล พบว่า กล้วยน้ำว้าทุกสายต้น/พันธุ์ รวมทั้งกล้วยน้ำว้ามะลิอ่องมีน้ำหนักผลเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 74.3-98.5 กรัม (ตารางที่ 1.3)

ความยาวผล กล้วยน้ำว้าทุกสายต้น/พันธุ์ รวมทั้งกล้วยน้ำว้ามะลิอ่องมีความยาวผลเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความยาวผลเฉลี่ย 12.3-13.7 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.3)

เส้นรอบวงกลางผล พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-1 มีเส้นรอบวงกลางผลเฉลี่ย (13.3 เซนติเมตร) สูงกว่าสายต้น/พันธุ์ อื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างจากกล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี และกล้วยน้ำว้านวลจันทร์ (12.9 และ 12.7เซนติเมตร ตามลำดับ) ส่วนกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-3 กล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 43-2 ให้จำนวนผลต่อหวีเฉลี่ย (12.5, 12.3, 12.2 และ 12.1เซนติเมตร ตามลำดับ) ใกล้เคียงกับกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง (12.6 เซนติเมตร) (ตารางที่ 1.3)

ความหนาเปลือกผล พบว่า กล้วยน้ำว้าทุกสายต้น/พันธุ์ รวมทั้งกล้วยน้ำว้ามะลิอ่องมีความหนาเปลือกผลเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความหนาเปลือกผลเฉลี่ย 0.11-.012 เซนติเมตร (ตารางที่ 1.3)

การให้ผลผลิตในปีที่ 2 พบว่า กล้วยน้ำว้าที่คัดเลือกส่วนใหญ่ยังคงให้ผลผลิตดีกว่ากล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง ที่ใช้เป็นพันธุ์การค้า โดยกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 ให้ผลผลิตเป็นน้ำหนักเครือ จำนวนหวีต่อเครือ และจำนวนผลต่อหวี มากกว่า กล้วยน้ำว้าพันธุ์อื่น ๆ (18.5 กิโลกรัม 11.2 หวีต่อเครือ 17 ผลต่อหวี ตามลำดับ) รองลงมาเป็นกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 และ กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี

ตารางที่ 1.3 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตเฉลี่ยของกล้วยน้ำว้า หน่อน้อง แต่ละสายต้น/พันธุ์

กรรมวิธี	น้ำหนักเครือ (กก.)	จำนวนหวีต่อเครือ (หวี)	น้ำหนักหวี (กก.)	จำนวนผลต่อหวี (ผล)	น้ำหนักผล (ก.)	ความยาวผล (ซม.)	เส้นรอบวงกลางผล (ซม.)	หนาเปลือก (ซม.)
กล้วยน้ำว้านวลจันทร์	15.2 abc	9.28 bc	1.70	16.6 ab	95.7	13.7	12.7 abc	0.11
กล้วยน้ำว้าปากช่อง50	17.4 ab	10.6 a	1.56	16.5 ab	83.2	13.3	12.5 bc	0.11
กล้วยน้ำว้าอุบลราชธานี	17.9 ab	10.6 a	1.63	16.3 ab	94.1	13.7	12.9 ab	0.12
กล้วยน้ำว้า สุโขทัย 43-1	14.6 bc	8.33 cd	1.71	16.2 ab	98.5	13.3	13.3 a	0.12
กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 43-2	12.6 c	8.33 cd	1.41	15.4 c	74.3	12.3	12.1 c	0.11
กล้วยน้ำว้าสุโขทัย55-3	17.6 ab	10.1 ab	1.53	16.1 bc	86.6	13.5	12.3 bc	0.11
กล้วยน้ำว้าสุโขทัย 55-4	18.5 a	11.2 a	1.41	17.0 a	74.3	12.5	12.2 bc	0.12
กล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง	14.7 bc	8.00 d	1.53	16.1 bc	88.2	13.2	12.6 bc	0.11
CV (%)	11.2	7.3	15.3	2.6	15.4	5.4	2.9	12.5
F test	*	**	ns	*	ns	ns	*	ns

Means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

** = significant at 1% level * = significant at 5% level ns = not significant

2. ศึกษาคุณภาพและการใช้ประโยชน์จากกล้วยพันธุ์ต่าง ๆ

- ปรับปรุงแปลงรวบรวมพันธุ์กล้วย หลังจากถูกน้ำท่วมในช่วงเดือนสิงหาคม 2554
- ศึกษาและบันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์เบื้องต้น จากแปลงรวบรวมพันธุกรรมกล้วยตาม Descriptor for Musa จำนวน 80 ลักษณะ กล้วยที่เก็บข้อมูลครบทุกทุกลักษณะตาม Descriptor แล้วมีจำนวน 39 สายพันธุ์ ได้แก่ น้ำว้าขาวแพร่ น้ำว้าครั่ง น้ำว้าค่อม น้ำว้าดำ น้ำว้าแดงนครพนม น้ำว้าเตี้ย น้ำว้าท่าแม่จันเชียงราย น้ำว้านครพนม น้ำว้านครศรีธรรมราช น้ำว้านวลจันทร์ น้ำว้านวลท่าตะเกียบ น้ำว้านวลป่าโมกอ่างทอง น้ำว้าปากช่อง 50 น้ำว้าพัทลุง น้ำว้าเพชรบุรี น้ำว้าแพร่ น้ำว้ามะลิอ่อง น้ำว้าแม่จันเชียงราย น้ำว้ายักษ์ น้ำว้าอุบล ข้างกุฏิไส้ลาย จีนพัทลุง ทองขี้แมว ทองส้ม นมสวรรค์ นากค่อม(แดงอิสราเอล) เปรี้ยวบ้านไร่ ลามัต แลนดี้ หอมพม่า ลูกมากท่าตะเกียบ หอมเขียว หอมจำปา หอมทิพย์นครสวรรค์ แส้ม้า ป่ามูเซอตาก เทพรส ไข่ทองร่วง โอกินาวา (ตารางที่ 2.1-2.6) และเก็บข้อมูลได้บางส่วน จำนวน 103 สายพันธุ์
- **การใช้ประโยชน์จากกล้วย**

<u>ราก ลำต้นแท้</u> มีสารแทนนินช่วยในเรื่องของแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก รากของกล้วยตีบต้มช่วยแก้ร้อนในและนำมาทำสมุนไพรรักษาโรคตามแผนโบราณทั้งของไทย จีน อินเดีย ชาวอินเดียใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญของยารักษา

โรคเบาหวาน รักษาผิวหนังที่แดงปวดเนื่องจากถูกแดดเผา น้ำคั้นจากรากช่วยแก้โรคคอหอยพอก แก้ปวดฟัน รักษาโรคขัดเบา แก้ร้อนในโดยล้างรากกล้วยดิบ 5-6 รากให้สะอาดหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่น้ำให้ท่วมรากต้มให้เดือด 15 นาที ดื่มวันละ 3-4 ครั้ง ครั้งละ 1 แก้วหลังอาหาร แก้อาการปวดฟัน ล้างรากกล้วย 1 กำมือให้สะอาดต้มกับน้ำให้เดือด 15 นาที เติมเกลือลงไปให้มีรสเค็มจัด ทิ้งไว้ให้เย็นนำมาอมทุกครั้งที่ปวดฟัน

ลำต้นเทียม ใช้ทำอาหารแทนผัก เช่น แกงหยวกกล้วย แกงส้ม แกงคั่วฯ ใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น อาหารของสุกร หยวกกล้วยหั่นเป็นท่อนๆ ใช้เป็นทุ่นสำหรับหัดว่ายน้ำของเด็กแทนห่วงยาง กาบกล้วยใช้ทำเส้นใย ทำเชือกหรือเอามาทอผ้า ใช้ประโยชน์ในงานฝีมือ ในประเพณีเผาศพของคนไทยโดยใช้กาบกล้วยที่ขาวสะอาด เช่น กาบของกล้วยตานีนำมาแกะสลักรองที่เชิงตะกอน เรียกว่า การแทงหยวก

ใบ ใบกล้วยเรียกว่า ใบตอง คนไทยใช้ใบตองมาในกิจกรรมต่างๆ ตั้งแต่เกิดจนตาย เช่น รองรับอาหาร รองเด็กอ่อนแรกเกิด เพราะที่ใบตองมีผิวเป็นมันเลือดที่ติดมากับตัวเด็กจะไม่เปื้อนกับผ้าซึ่งซักออกยาก คนป่วยที่เป็นฝีดาษ คนตาย จะให้นอนบนใบตอง ใช้แผ่นใบสำหรับห่อของ มวนบุหรี่ และใช้ใน งานประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น ทำกระทง เย็บแบบ ทำบายศรี ฯลฯ กล้วยที่นิยมใช้มากใบคือ กล้วยตานี เพราะมีใบที่ใหญ่ เหนียว และมีสีเขียวเป็นเงา เมื่อนำไปประดิษฐ์หรือเย็บ สวยงามไม่แตกง่ายเหมือนใบกล้วยชนิดอื่น ใบกล้วยที่ใช้รองลงมาคือ กล้วยน้ำว้า แผ่นใบกล้วยอ่อนถ้านำไปอังไฟให้อ่อนนิ่มแล้วนำมาพอกตรงบริเวณที่ขัดยอก จะทำให้อาการดังกล่าวหายได้

ก้านกล้วย มีสารแทนนิน ใช้ห้ามเลือด ยางกล้วยเมื่อหยดลงที่แผลจะช่วยห้ามเลือด ใช้ทำของเล่นเด็ก เช่น ม้าก้านกล้วย ปืน และนำมาทำเชือก มัดฟางข้าว

ดอก หรือ ปลี คือ ดอกตัวผู้ นิยมรับประทานหัวปลีแทนผัก โดยแกะเอากาบปลีส่วนนอกออกทิ้ง ส่วนในที่อ่อนนำมาทำเป็นเครื่องเคียงอาหารหลายชนิด เช่น ก๋วยเตี๋ยวผัดไทย กะปิหลน เป็นต้น นำมาปรุงอาหาร เช่น ยำหัวปลี แกงเลียง แกงหัวปลี ใช้ได้ทั้งหัวปลีของกล้วยป่า กล้วยตานี กล้วยน้ำว้า เนื่องจากมีรสชาติดีกว่าหัวปลีของกล้วยชนิดอื่น (ไม่ฝาด/) หัวปลีของกล้วยบางชนิดรับประทานไม่ได้เพราะมีรสขม เช่น กล้วยไข่ กล้วยหอม ช่วยบำรุงน้ำนมมารดา ต้ม คั้นใช้น้ำแก้ปวดท้อง แก้เบาหวาน หรือลดน้ำตาลในเลือดเพราะมีสารจำพวก Triterpene หรือ steroid ปลีตากแห้งยังใช้รักษาโรคโลหิตจาง เพราะมีธาตุเหล็กมาก

ผล รับประทานได้ทั้งอ่อนดิบ แก่ และสุก คือ

- ผลดิบที่ยังอ่อนอยู่ของกล้วยป่าและกล้วยตานี (เมล็ดของกล้วยยังอ่อน) ใช้ปรุงอาหาร เช่น แกงลูกกล้วย แกงป่า ส้มตำ ชาวเวียดนามใช้เป็นเครื่องเคียงของอาหารญวน
- ผลดิบที่แก่แล้วนำมาเชื่อม ทอดกรอบ หรือฉาบ
- ผลสุก มีรสชาติอร่อย มากน้อยขึ้นกับชนิดของกล้วย กล้วยบางชนิดใช้รับประทานสด บางชนิด ต้องนำมาทำให้สุกด้วยความร้อน เช่น ต้มหรือเผา นอกจากนี้สามารถนำมาประกอบอาหารและแปรรูปได้หลายชนิด
- กล้วยหักมุกได้ชื่อว่าใช้รักษาโรคกระเพาะได้เป็นอย่างดี มีการศึกษาการใช้กล้วยแทนของว่างในผู้สูงอายุเพศหญิงที่อาศัยในเขตสังคม อุตสาหกรรม พบว่าอัตราป่วยด้วยโรคต่างๆลดลง และพบว่ากล้วยช่วยให้กลุ่มพนักงานบัญชีที่เพิ่มกล้วยเสริมกับอาหารปกติ พนักงานจะร่าเริงแจ่มใส ตั้งใจทำงาน และไม่เหนื่อยง่าย เทียบกับอีกกลุ่มที่ไม่ได้กินกล้วย และในบ้านพักคนชราผู้สูงอายุ ๑๑๗ คน ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของกล้วยนาน ๑๖-

๓๐ วัน พบว่าช่วยให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น ระบบย่อยอาหารทำงานเป็นปรกติ ไม่มีอาการธาตุพิการอาหารไม่ย่อย และยังเหมาะกับผู้ป่วยเบาหวานเพราะระดับน้ำตาลจะสม่ำเสมอต่อเนื่อง (นิรนาม, 2543)

- กล้วยดิบจะมีสารแทนนินสามารถรักษาอาการท้องเดินชนิดไม่รุนแรงได้ วิธีใช้คือ ใช้กล้วยน้ำว้าห่ามรับประทานดิบ ครั้งละครึ่ง-หนึ่งผล หรือใช้กล้วยน้ำว้าดิบ ฝานเป็นแว่นบาง ๆ ตากแดดให้แห้ง บดเป็นผงใช้ชงน้ำร้อนดื่ม ครั้งละครึ่ง-หนึ่งผล ควรงดอาหารทุกชนิด ประมาณ 2 มื้อ เพื่อให้ท้องได้พักตัว เราใช้กล้วยดิบระงับอาการท้องเดินแล้ว ก็ยังใช้กล้วยสุกเป็นยาระบายได้ด้วย เนื่องจากกล้วยสุกมีเพคตินสูง ช่วยให้ถ่ายคล่อง (กล้วย : เรื่องกล้วยๆ เรื่องป่วยเรื่องเล็กฝ่ายวิชาการ สถาบันการแพทย์แผนไทย) เวลารับประทานควรเคี้ยวให้ละเอียด เพราะกล้วยมีแป้ง 20-25 % ของเนื้อกล้วย ถ้าเคี้ยวไม่ละเอียด น้ำย่อยภายในกระเพาะ ซึ่งปกติมีน้ำย่อยสำหรับย่อยแป้งอยู่น้อยจะต้องทำงานมาก และมักจะไม่พอที่จะย่อยกล้วยได้เร็วหรือให้หมดโดยเร็ว กล้วยจึงอืดในกระเพาะ

- แก้อ่อนเพลีย เนื่องจากกล้วยให้พลังงานมาก อีกทั้งมีวิตามินบำรุงร่างกายหลายชนิด ดังนั้นเมื่อร่างกายอ่อนเพลีย ให้รับประทานกล้วยน้ำว้าสุกจะรู้สึกสดชื่นขึ้น ประเทศจีนใช้กล้วยดิบที่แก่ไปนึ่งให้สุกนำมาตากแห้ง บดเป็นผงใช้เป็นตัวยาชูกำลัง

- กำจัดกลิ่นปาก ให้รับประทานกล้วยน้ำว้าหรือกล้วยสุกชนิดอื่นหลังจากตื่นนอนตอนเช้าเป็นประจำแล้วค่อยแปรงฟัน กลิ่นปากจะทุเลาลง

- ช่วยให้ผิวสวย การรับประทานกล้วยน้ำว้าสุกอย่างน้อยวันละ 3 ผล เป็นประจำ จะช่วยให้ผิวมีน้ำมีนวลผิวไม่แห้ง

<u>เปลือกกล้วย</u> ใช้ทาบริเวณยุงกัดหรือมดกัด ผื่น คัน ทาบริเวณส้นเท้าที่แตกจะช่วยสมานแผลได้ ใช้เปลือกกล้วยหอมถูบริเวณที่มือลอก หรือเป็นผื่นแดง เป็นประจำทุกวัน ไม่นานอาการนี้จะหายไป

<u>เมล็ด</u> เมล็ดกล้วยมีเปลือกที่แข็ง งอกค่อนข้างช้า นิยมนำมาทำเครื่องประดับ เช่น ทำสายสร้อย หรือลูกประคำ เพราะเมล็ดมีขนาดสม่ำเสมอและมีสีดำ โดยเฉพาะเมล็ดของกล้วยนวลและกล้วยผาซึ่งมีขนาดใหญ่ เมื่อนำมาร้อยเป็นลูกประคำจึงมีความสวย และเมื่อมีการลูบคลำมาก ๆ จะเป็นเงา

ตารางที่ 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ลำต้นเทียม ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด

พันธุ์	ลักษณะวิสัยของใบ	ความสูงลำต้นเทียม	เส้นรอบวงลำต้นเทียม	สีลำต้นเทียม	ไขบนลำต้น	จำนวนหน่อ	ตำแหน่งของหน่อข้าง
น้ำว้าขาวแพร่	กึ่งตั้งตรง	230	65	Yellow Green Group 145 A	มี	11	ทำมุมกับต้นแม่
น้ำว้าครั่ง	กึ่งตั้งตรง	380	61	Yellow Green Group 144 A	มี	13	ทำมุมกับต้นแม่
น้ำว้าค่อม	ตั้งขึ้น	280	77.5	Yellow Green Group 144 A	มี	7	ทำมุมกับต้นแม่
น้ำว้าดำ	กึ่งตั้งตรง	280	56	Yellow Green Group 146 B	มี	4	ใกล้
น้ำว้าแดงนครพนม	ตั้งขึ้น	320	72	Yellow Green Group 146 D	มี	6	ใกล้
น้ำว้าเตี้ย	โค้งลง	250	76.8	Yellow Green Group 145 A	มี	9	ทำมุมกับต้นแม่
น้ำว้าท่าแม่จันเชียงราย	โค้งลง	350	77	Yellow Geen Group 144 B	มี	9	ขนานกับต้นแม่
น้ำว้านครพนม	ปานกลาง	570	76	Yellow Green Group 144 B	มี	6	ชิดขนานกับต้นแม่
น้ำว้านครศรีธรรมราช	โค้งลง	530	80	Yellow Green Group 144 A	มี	9	ขนานกับต้นแม่
น้ำว้านวลจันทร์	โค้งลง	540	79	Yellow Green Group 144 A	มี	7	ชิดขนานกับต้นแม่
น้ำว้านวลท่าตะเกียบ	กึ่งตั้งตรง	555	71	Yellow green Group 144 A	มี	7	ทำมุมกับต้นแม่
น้ำว้านวลป่าโมกอ่างทอง	กึ่งตั้งตรง	650	68	Yellow Green Group 145 A	ไม่มี	11	ชิดขนานกับต้นแม่
น้ำว้าปากช่อง 50	กึ่งตั้งตรง	600	82	Yellow Green Group 144 A	มี	12	ชิดขนานกับต้นแม่
น้ำว้าพัทลุง	กึ่งตั้งตรง	390	67.3	Yellow Green Group 144 A	มี	12	ทำมุม
น้ำว้าเพชรบุรี	โค้งลง	320	71	Yellow Green Group 144 B	มี	5	ทำมุมกับต้นแม่
น้ำว้าแพร่	กึ่งตั้งตรง	330	62	Yellow Green Group 144 A	มี	4	ทำมุม
น้ำว้ามะลิอ่อง	กึ่งตั้งตรง	450	73.8	Yellow Green Group 144 A	มี	9	ทำมุมกับต้นแม่
น้ำว้าแม่จันเชียงราย	กึ่งตั้งตรง	300	67	Brown Group 200 B	มี	5	ใกล้
น้ำว้ายักษ์	กึ่งตั้งตรง	410	71	Yellow Green Group 144 A	มี	9	ทำมุมกับต้นแม่
น้ำว้าอุบล	โค้งลง	280	66	Yellow Green Group 144 B	มี	8	ทำมุมกับต้นแม่
ข้างกุฏิไส้ลาย	กึ่งตั้งตรง	300	44	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	12	ทำมุม
จีนพัทลุง	โค้งลง	355	58	Yellow Green Group 146 A	มี	6	ชิดกับต้นแม่
ทองขี้แมว	โค้งลง	240	30	Yellow Green Group 152 D	มี	2	ห่างจากต้นแม่
ทองส้ม	กึ่งตั้งตรง	270	52	Yellow Green Group 146 C	มี	9	ห่างจากต้นแม่
นมสวรรค์	ตั้งขึ้น	390	45	Yellow Green Group 146 B	ไม่มี	7	ขนานกับต้นแม่
นากค่อม(แดงอิสราเอล)	โค้งลง	260	50	Greyed Purple Group 183 A	ไม่มี	2	ทำมุมกับต้นแม่
เปรี้ยวบ้านไร่	กึ่งตั้งตรง	370	56.5	Yellow Green Group 146 B	มี	8	ทำมุมกับต้นแม่
ลามัต	กึ่งตั้งตรง	180	45	Yellow Green Group 145 A	มี	3	ใกล้
แลนดี้	โค้งลง	400	65	Yellow Green Group 144 A	มี	10	ทำมุมกับต้นแม่
หอมพม่า	กึ่งตั้งตรง	290	53.5	Yellow Green Group 1444 A	ไม่มี	4	ขนานกับต้นแม่
ลูกมากท่าตะเกียบ	กึ่งตั้งตรง	370	60	Yellow Green Group 152 C	มี	10	ขนานกับต้นแม่

พันธุ์	ลักษณะวิสัยของใบ	ความสูงลำต้นเทียม	เส้นรอบวงลำต้นเทียม	สีลำต้นเทียม	ไขบนลำต้น	จำนวนหน่อ	ตำแหน่งของหน่อข้าง
หอมขียว	โค้งลง	230	43	Green Group 143 C	มี	7	ทำมุมกับต้นแม่
หอมจำปา	กึ่งตั้งตรง	270	34	Yellow Green Group 152 D	ไม่มี	1	ห่างจากต้นแม่
หอมทิพย์นครสวรรค์	โค้งลง	260	41	Yellow Green Group 145 A	ไม่มี	4	ขนานกับต้นแม่
แส้ม้า	โค้งลง	230	39	Yellow Green Group 146 A	ไม่มี	6	ขนานกับต้นแม่
ป่ามูเซอตาก	ตั้งขึ้น	230	32	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	5	ขานกับต้นแม่
พันธุ์	**ลักษณะวิสัยของใบ**	**ความสูงลำต้นเทียม**	**เส้นรอบวงลำต้นเทียม**	**สีลำต้นเทียม**	**ไขบนลำต้น**	**จำนวนหน่อ**	**ตำแหน่งของหน่อข้าง**
เทพรส	กึ่งตั้งตรง	540	70	Yellow Green Group 146 A	มี	8	ทำมุมกับต้นแม่
ไข่ทองร่วง	กึ่งตั้งตรง	200	45	Yellow Green Group 147 C	ไม่มี	5	ใกล้
โอกินาวา	กึ่งตั้งตรง	280	45	Yellow Green Group 144 A	มี	3	ขนานกับต้นแม่

ตารางที่ 2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ใบ ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด

พันธุ์	ลักษณะปื้นบนโคนก้านใบ	สีของปื้นบนโคนก้านใบ	ร่องก้านใบ	สีขอบก้านใบ	ความกว้างของขอบก้านใบ	ความยาวของแผ่นใบ	กว้างแผ่นใบ	ยาวก้านใบ	ลักษณะแผ่นใบ	สีผิวด้านบนของใบ	ความมันของแผ่นใบด้านบน	สีผิวด้านใต้ใบ	ความมันของแผ่นใบด้านใต้ใบ	ไขด้านล่างของแผ่นใบ	รูปร่างปลายใบ	รูปร่างของโคนใบ	สีผิวด้านบนของเส้นกลางใบ	สีผิวด้านล่างของเส้นกลางใบ
น้ำว้าขาวแพร่	น้อย	Brown Group 200 A	เปิด	Yellow Green Group 145 C	ปานกลาง	156	74	44	คลื่น	Green Group 137 A	มัน	Green Group 137 C	ด้าน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 C	Yellow Green Grou 144 D
น้ำว้าครั่ง	ปานกลาง	Brown Group 200 b	ปิดซ้อนกัน	Yellow Green Group 145 C	ไม่มี	251	69	69	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 A	ด้าน	มี	ตรง	แหลมทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 B	Yellow Green Grou 144 B
น้ำว้าค่อม	น้อย	Brown Group 200 C	เปิดและตั้งขึ้น	Grayed Yellow Group 166 A	แคบ	144	69	34	คลื่น	Green Group 137 A	มัน	Green Group 137 D	ด้าน	มี	มน	มนทั้งสองข้าง	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 146 D
น้ำว้าดำ	มี	Brown Group 200 A	ร่องเปิดปานกลาง	Greyed Purple Group 187 A	แคบ	165	57	57	เป็นคลื่น	Green Group 137 A	ด้าน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรงขอบมน	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 146 A	Yellow Green Grou 146 D
น้ำว้าแดงนครพนม	มี	Brown Group 200 B	เปิดกว้างและขอบก้านใบขนานกัน	Brown Group 200 A	แคบ	198	75	63	คลื่น	Green Group 137 A	ด้าน	Green Group 137 A	มัน	มี	ตรงขอบมน	มนทั้งสองด้านและเยื้องกัน	Green Group 137 C	Yellow Green Grou 145 A
น้ำว้าเตี้ย	น้อย	Brown Group 200 A	เปิด	Yellow Green Group 145 C	ปานกลาง	140	75	42	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	ด้าน	ไม่มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 147 B	Yellow Green Grou 144 D
น้ำว้าท่าแม่จันเชียงราย	ปานกลาง	Brown Group 200 B	เปิด	Yellow Green Group 145 C	แคบ	235	72	60	คลื่น	Yellow Green Group 146 A	มัน	Yellow Green Group 146 B	ด้าน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green group 144 A	Yellow Green Grou 145 C
น้ำว้านครพนม	ปานกลาง	Brown Group 200 B	ร่องปิด	Red Group 56 A	ไม่มี	197	75	89	คลื่น	Yellow Green Group 147 B	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	กลมทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 B	Yellow Green Grou 144 B
น้ำว้านครศรีธรรมราช	ปานกลาง	Brown Group 200 B	เปิด	Yellow Green Group 145 B	แคบ	245	66	72	คลื่น	Green Group 137 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 144 D
น้ำว้านวลจันทร์	น้อย	Brown Group 200 B	ร่องปิดซ้อนทับกัน	Greyed Orange Group 164 D	ไม่มี	264	56	89	คลื่น	Green Group 137 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 145 A	Yellow Green Grou 145 B
น้ำว้านวลท่าตะเกียบ	ปานกลาง	Brown Group 200 B	ปิดซ้อนทับกัน	Greyed Orange Group 164 D	ไม่มี	195	47	64	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	ด้าน	มี	ตรง	แหลมทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 147 B	Yellow Green Grou 145 B
น้ำว้านวลป่าโมกอ่างทอง	น้อย	Brown Group 200 B	ปิด	Yellow Green Group 145 C	ไม่มี	239	52	86	คลื่น	Yellow Green Group 146 A	มัน	Yellow Green Group 146 C	มัน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 B	Yellow Green Grou 144 D
น้ำว้าปากช่อง 50	ปานกลาง	Brown Group 200 B	ร่องปิด	Greyed Red Group 174 D	ไม่มี	284	66	93	เป็นคลื่น	Yellow Green Group 146 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	กลมทั้ง 2 ด้าน	Yellow Green Group 144 B	Yellow Green Grou 145 C
น้ำว้าพัทลุง	น้อย	Brown Group 200 B	ปิด	Greyed Yellow Group 161 C	-	204	56	67	คลื่น	Green Group 137 A	มัน	Green Group 137 C	มัน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 144 B
น้ำว้าเพชรบุรี	ปานกลาง	Brown Group 200 B	ปิด	Yellow Green Group 144 C	ไม่มี	208	66	48	คลื่น	Yellow Green Group 146 A	มัน	Yellow Green Group 146 B	ด้าน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 B	Yellow Green Grou 144 C
น้ำว้าแพร่	ปานกลาง	Brown Group 200 C	ปิด	Yellow Group 145 D	ไม่มี	224	63	57	คลื่น	Yellow Green Group 146 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	ด้าน	มี	ตรง	มนทั้งสองข้าง	Yellow Green Group 146 C	Yellow Green Grou 144 D
น้ำว้ามะลิอ่อง	น้อย	Brown Group 200 C	ปิด	Red Purple Grou 63 C	-	198	56	64	คลื่น	Yellow Green Group 146 A	มัน	Yellow Green Group 146 B	ด้าน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 c	Yellow Green Grou 144 B

พันธุ์	ลักษณะปื้นบนโคนก้านใบ	สีของปื้นบนโคนก้านใบ	ร่องก้านใบ	สีขอบก้านใบ	ความกว้างของขอบก้านใบ	ความยาวของแผ่นใบ	กว้างแผ่นใบ	ยาวก้านใบ	ลักษณะแผ่นใบ	สีผิวด้านบนของใบ	ความมันของแผ่นใบด้านบน	สีผิวด้านใต้ใบ	ความมันของแผ่นใบด้านใต้ใบ	ไขด้านล่างของแผ่นใบ	รูปร่างปลายใบ	รูปร่างของโคนใบ	สีผิวด้านบนขอเส้นกลางใบ	สีผิวด้านล่างของเส้นกลางใบ
น้ำว้าแม่จันเชียงราย	ไม่มี	ไม่มี	ขอบใบซ้อนทับกัน	Brown Group 200 B	แคบ	179	62	57	เป็นคลื่น	Green Group 137 A	ด้าน	Green Group 137 C	มัน	มี	มน	มนทั้งสองด้านและเยื้องกัน	Green Group 137 C	Yellow Green Grou 148 B
น้ำว้ายักษ์	น้อย	Brown Group 200 A	ปิด	Yellow Green Group 145 C	ไม่มี	226	60	75	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 146 B	Yellow Green Grou 145 C
น้ำว้าอุบล	น้อย	Brown Group 200 B	เปิด	Yellow Green Group 145 C	ปานกลาง	208	61	48	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	ด้าน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 144 C
ข้างกฎุไส้ลาย	ปานกลาง	Brown Group 200 B	เปิด	Greyed Purple Group 183 B	ปานกลาง	230	73	61	เรียบ	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 146 B	Yellow Green Grou 145 B
จีนพัทลุง	ปานกลาง	Brown Group 200 B	เปิดออกและขอบก้านใบตั้งตรง	Greyed Red Group 182 B	ปานกลาง	190	67	62	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 146 A	Greyed Orange Group 179 D
ทองขี้แมว	มาก	Brown Group 200 D	เปิด	Greyed Purple Group 183 B	ปานกลาง	124	39	42	คลื่น	Green Group 137 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	ด้าน	ไม่มี	ตรง	แหลมทั้งสองข้าง	Green Group 143 C	Yellow Green Grou 145 B
ทองส้ม	ปานกลาง	Brown Group 200 A	ร่องเปิดปานกลางตรงและขอบก้านใบตั้งขึ้น	Greyed Red Group 180 D	ปานกลาง	252	73	60	คลื่น	Green Group 137 A	มัน	มี	ตรง	มี	ตรง	ด้านหนึ่งมนด้านหนึ่งแหลม	Yellow Green Group 144 A	Greyed Orange Group 174 D
นมสวรรค์	ปานกลาง	Brown Group 200 A	เปิด	Greyed Red Group 181 C	ปานกลาง	235	66	81	เรียบ	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	ด้าน	ไม่มี	ตรง	มนข้างหนึ่งแหลมข้างหนึ่ง	Yellow Green Group 146 A	Greyed Orange Group 165 D
นากค่อม(แดงอิสราเอล)	ปานกลาง	Brown Group 200 A	เปิดกว้างและแผ่ออก	Greyed Purple Group 147 A	กว้าง	226	60	33	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 146 B	มัน	ไม่มี	ตรง	แหลมทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 A	Greyed Orange Group 174 B
เปรี้ยวบ้านไร่	มาก	Brown Group 200 A	เปิดและขอบใบตั้งขึ้น	Greyed Red Group 180 C	ปานกลาง	175	58	53	เรียบ	Green Group 137 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Greyed Orange Group 177 A	Greyed Red Group 179 C
ลามัต	มี	Brown Group 200 A	เปิดและแผ่ออก	Greyed Purple Group 158 A	กว้าง	Red Purple Group 63 C	55	40	คลื่น	Green Group 138 A	ด้าน	Green Group 138 A	มัน	ไม่มี	ตรง	แหลมทั้งสองข้าง	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 145 C
แลนดี้	ปานกลาง	Brown Group 200 A	เปิดและตั้งขึ้น	Greyed Orange Group 176 A	ปานกลาง	200	58	55	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	ด้าน	มี	ตรง	มนข้างหนึ่งแหลมข้างหนึ่ง	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 145 C
หอมพม่า	ปานกลาง	Brown Group 200 A	เปิด	Brown Group 200 A	ปานกลาง	193	62	63	เรียบ	Green Group 139 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	ไม่มี	ตรง	แหลมทั้งสองข้าง	Green Group 143 A	Yellow Green Grou 145 C
ลูกมากท่าตะเกียบ	มาก	Brown Group 200 A	เปิด	Brown Group 200 A	ปานกลาง	222	70	68	เรียบ	Green Group 137 B	ด้าน	Yellow Green Group 147 C	ด้าน	มี	ตรง	มนทั้งสองข้าง	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 146 A
หอมขียว	มาก	Brown Group 200 A	เปิด	Greyed Purple Group 183 A	มาก	150	59	46	คลื่น	Yellow Green Group 146 A	ด้าน	Yellow Green Group 147 B	ด้าน	มี	ตรง	มนข้างหนึ่งแหลมข้างหนึ่ง	Yellow Green Group 144 B	Yellow GReen Group 145 C
หอมจำปา	ปานกลาง	Brown Group 200 B	เปิด	Greyed Purple Group 184 A	ปานกลาง	170	44	68	คลื่น	Yellow Green Group 144 A	ด้าน	Yellow Green Group 146 B	ด้าน	ไม่มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 C	Yellow Green Grou 145 C
หอมทิพย์นครสวรรค์	มาก	Brown Group 200 A	เปิด	Greyed Orange Group 166 A	ปานกลาง	206	59	65	เรียบ	Yellow Green Group 137 A	มัน	Yellow Green Group 137 C	มัน	ไม่มี	ตรง	แหลมทั้งสองข้าง	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 145 C

พันธุ์	ลักษณะปื้นบนโคนก้านใบ	สีของปื้นบนโคนก้านใบ	ร่องก้านใบ	สีขอบก้านใบ	ความกว้างของขอบก้านใบ	ความยาวของแผ่นใบ	กว้างแผ่นใบ	ยาวก้านใบ	ลักษณะแผ่นใบ	สีผิวด้านบนของใบ	ความมันของแผ่นใบด้านบน	สีผิวด้านใต้ใบ	ความมันของแผ่นใบด้านใต้ใบ	ไขด้านล่างของแผ่นใบ	รูปร่างปลายใบ	รูปร่างของโคนใบ	สีผิวด้านบนของเส้นกลางใบ	สีผิวด้านล่างของเส้นกลางใบ
แส้ม้า	ปานกลาง	Brown Group 200A	เปิด	Greed Purple Droup 186 A	ปานกลาง	155	52	46	คลื่น	Green Group 137 C	มัน	Yellow Green Group 146 B	ด้าน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 A	Yellow Orange Group 176 D
ป่ามูเซอดาก	มาก	Brown Group 200 A	เปิดแคบ	Greyed Purple Group 183 A	น้อย	145	42.5	38	เรียบ	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	แหลมทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 146 A	Yellow Green Grou 145 C
เทพรส	น้อย	Brown Group 200 A	เปิด	Yellow Green Group 152 D	แคบ	270	70	82	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	มัน	Yellow Green Group 147 B	มัน	มี	ตรง	มนทั้งสองด้าน	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 144 B
ไข่ทองร่วง	มี	Brown Group 200 A	เปิดกว้างและขอบก้านใบแผ่ออก	Red Purple Grou 59 A	ปานกลาง	170	62	54	เป็นคลื่น	Green Group 137 B	ด้าน	Green Group 143 C	ด้าน	ไม่มี	ตรงขอบมน	มน	Yellow Green Group 144 A	Yellow Green Grou 145 C
โอกินาวา	ปานกลาง	Brown Group 200 B	เปิด	Greyed Purple Group 185 B	ปานกลาง	185	52	44	คลื่น	Yellow Green Group 147 A	ด้าน	Yellow Green Group 147B	ด้าน	ไม่มี	ตรง	แหลมทั้งสองข้าง	Yellow Green Group 144 B	Yellow Green Grou 144 D

ตารางที่ 2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ช่อดอก/ปลี ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด

พันธุ์	ความยาวก้านช่อดอก	ความกว้างก้านช่อดอก	สีก้านช่อดอก	การมีขนบนก้านช่อดอก	ตำแหน่งเครือกล้วย	รูปร่างเครือกล้วย	ลักษณะปรากฏของเครือ	รูปร่างปลี	ขนาดเส้นรอบวงปลี	ความกว้างปลี	ความยาวของปลีกล้วยในระยะเก็บเกี่ยว
น้ำว้าขาวแพร่	58	5.9	Yellow Green Group 144 B	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	โปร่ง	ลูกข่าง	37.2	10.4	28.5
น้ำว้าครั่ง	62	5.7	Yellow Green Group 144 B	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	แน่น	รูปหอก	24	7.6	22
น้ำว้าค่อม	70	7.9	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	โปร่ง	ปานกลาง	31.9	10.5	24.5
น้ำว้าดำ	62.2	6.1	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	แน่น	รูปหอก	38	10.9	25
น้ำว้าแดงนครพนม	53.6	8.4	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	แน่น	รูปหอก	31	10	30
น้ำว้าเตี้ย	63	8.1	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	แน่น	รูปหอก	38.4	12	31.5
น้ำว้าท่าแม่จันเชียงราย	65	6.2	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	แน่น	รูปหอก	38	11.7	28
น้ำว้านครพนม	81	10	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	เป็นบันไดเวียน	แน่น	คล้ายลูกข่าง	40	16	30
น้ำว้านครศรีธรรมราช	63	7.6	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	โปร่ง	คล้ายลูกข่าง	38	14	30
น้ำว้านวลจันทร์	84	6.2	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ปานกลาง	แน่น	ลูกข่าง	36	10.9	30.2
น้ำว้านวลท่าตะเกียบ	75	9	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	แน่น	รูปหอก	35	12	29
น้ำว้านวลป่าโมกอ่างทอง	73	9.2	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	แน่น	ปานกลาง	39	13.3	29
น้ำว้าปากช่อง 50	81	7	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	เป็นบันไดเวียน	แน่น	คล้ายลูกข่าง	33	13	26
น้ำว้าพัทลุง	72	4.8	Yellow Green Group 144 B	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	แน่น	รูปหอก	29.7	8.7	26.7
น้ำว้าเพชรบุรี	41	5.04	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	แน่น	คล้ายลูกข่าง	40	12.5	31
น้ำว้าแพร่	52	4.9	Yellow Green Group 145 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	แน่น	ลูกข่าง	37	11.6	2.8
น้ำว้ามะลิอ่อง	56	6.7	Yellow Green Group 144	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	เวียน	แน่น	ปานกลาง	25.5	8.4	22
น้ำว้าแม่จันเชียงราย	62	6.2	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	โปร่ง	รูปหอก	38.3	11.5	31
น้ำว้ายักษ์	58	6	Yellow Green Group 146 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	แน่น	รูปหอก	39.4	12.5	31
น้ำว้าอุบล	30	9.3	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	แน่น	ปานกลาง	40	14	33
ข้างกุฏิไส้ลาย	28	3.5	Green Group 137 A	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	โปร่ง	คล้ายลูกข่าง	23	7.2	15.2
จีนพัทลุง	59.2	6.8	Yellow Green Group 146 A	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	แน่นมาก	ลูกข่าง	27.1	8.2	22
ทองขี้แมว	33.5	4.8	ทำมุม	มี	Yellow Green Group 146 A	บันไดเวียน	โปร่ง	ลูกข่าง	19	6	15.5
ทองส้ม	74	6.2	Yellow Green Group 146 A	มี	ทำมุม	เป็นบันไดเวียน	แน่นมาก	ลูกข่าง	28	10	21
นมสวรรค์	75	4.9	Yellow Green Group 146 A	มี	ทำมุม	ก้านเครือโค้ง	แน่น	รูปหอก	25	7.7	23
นากค่อม(แดงอิสราเอล)	31	4.3	Brown Group 200 B	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	โปร่ง	คล้ายรูปไข่	28.5	10	24
เปรี้ยวบ้านไร่	64	3.8	Yellow Green Group 144 A	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	แกนเครือโค้ง	แน่น	ปานกลาง	22.1	7.1	19.5
ลามัต	40	65	Yellow Green Group 144 A	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	โปร่ง	ลูกข่าง	26	9	20
แลนดี้	67	6.3	Yellow Green Group 144 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	แกนเครือโค้ง	โปร่ง	รูปหอก	33.5	9.7	30
หอมพม่า	30	6.86	Yellow Green Group 144 A	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	แกนของเครือเกือบตรง	แน่น	ลูกข่าง	23	8	15
ลูกมากท่าตะเกียบ	78	6.6	Yellow Green Group 146 A	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	แน่น	ลูกข่าง	28.5	8.9	24
หอมขียว	35	3.7	Yellow Green Group 146 A	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	โปร่ง	รูปหอก	22.2	6.9	18
หอมจำปา	33	3.5	Yellow Green Group 146 A	ไม่มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	โปร่ง	ลูกข่าง	21.5	6.5	19

พันธุ์	ความยาวก้านช่อดอก	ความกว้างก้านช่อดอก	สีก้านช่อดอก	การมีขนบนก้านช่อดอก	ตำแหน่งเครือกล้วย	รูปร่างเครือกล้วย	ลักษณะปรากฏของเครือ	รูปร่างปลี	ขนาดเส้นรอบวงปลี	ความกว้างปลี	ความยาวของปลีกล้วยในระยะเก็บเกี่ยว
หอมทิพย์นครสวรรค์	65	4.5	Yellow Green Group 144 A	มี	ทำมุม	บันไดเวียน	โปร่ง	คล้ายลูกข่าง	24	9	18
แส้ม้า	42	5.6	Yellow Green Group 144 A	มี	แนวดิ่ง	บันไดเวียน	แน่น	รูปหอก	24.5	7.8	21
ป่ามูเซอตาก	39	4.2	Yellow Green Group 144 A	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	โปร่ง	รูปหอก	21.6	6.6	18
เทพรส	46	7	Yellow Green Group 146 B	ไม่มี	ทำมุม	บันไดเวียน	โปร่ง	รูปหอก	30	10	27
ไข่ทองร่วง	43	6.4	Yellow Green Group 144 A	มี	ห้อยในแนวดิ่ง	บันไดเวียน	แน่น	รูปหอก	32	10.2	30
โอกินาวา	54	4.6	Yellow Green Group 146 C	มี	ห้อยลงในแนวดิ่ง	ทรงกระบอก	แน่น	รูปหอก	30.2	9.6	29.8

ตารางที่ 2.4 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ใบประดับ ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด

พันธุ์	รูปร่างโคนใบประดับ	รูปร่างปลายใบประดับ	สีผิวด้านนอกของใบประดับ	สีผิวด้านในของใบประดับ	รอยแผลใบประดับบนแกนกลาง	พฤติกรรมของใบประดับก่อนร่วง	ไขบนใบประดับ	ลักษณะร่องบนใบประดับ
น้ำว้าขาวแพร่	ปานกลาง	มนและแตกออก	Greyed Orange Group 176 A	Greyed Red Group 179 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าครั่ง	ปานกลาง	มนและแตกออก	Greyed Purple 183 A	Red Group 46 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าค่อม	ไหล่แคบ	มน	Greyed Purple Group 183 B	Greyed Red Group 179 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าดำ	ปานกลาง	มนทั้งสองด้าน	Greyed Purple Group 183 A	Greyed Red Group 179 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าแดงนครพนม	แคบ	มน	Greyed Purple Group 184 B	Greyed Purple Group 179 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าเตี้ย	ไหล่กว้าง	มนและแตกออก	Greyed Purple Group 183 C	Red Group 46 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าท่าแม่จันเชียงราย	ปานกลาง	มนและแตกออก	Greyed Red Group 178 A	Red Group 46 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้านครพนม	ไหล่แคบ	มนและแตกออก	Greyed Orange Group 176 A	Greyed Orange Group 179 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้านครศรีธรรมราช	ไหล่แคบ	แหลม	Greyed Orange Group 176 B	Greyed Purple Group 185 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้านวลจันทร์	ไหล่กว้าง	มน	Greyed Purple Group 183 B	Grayed Red Group 179 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้านวลท่าตะเกียบ	ปานกลาง	มนและแตกออก	greyed Orange Group 176 A	Red Group 46 A	ชัด	ม้วน	มี	ชัด
น้ำว้านวลป่าโมกอ่างทอง	ไหล่แคบ	มนทั้งสองด้าน	Greyed Orange Group 176 A	Red Group 45 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าปากช่อง 50	ไหล่แคบ	มน	Greyed Orange Group 176 B	Red Group 45 A	ชัด	ม้วน	มี	ชัด
น้ำว้าพัทลุง	ไหล่กว้าง	แหลม	Greyed Orange Group 176 A	Red Group 45 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าเพชรบุรี	ปานกลาง	มน	Greyed Orange Group 176 A	Red Group 46 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าแพร่	ปานกลาง	มนและแตกออก	Greyed Purple Group 183 B	Red Group 46 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้ามะลิอ่อง	ปานกลาง	ปานกลาง	Greyed Purple Group 183 A	Grayed Red Group 179 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าแม่จันเชียงราย	ปานกลาง	มน	Greyed Purple Group 184 B	Greyed Orange Group 171 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้ายักษ์	ปานกลาง	มนและแตกออก	Greyed Orange Group 176 A	Greyed Red Group 179 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
น้ำว้าอุบล	ไหล่กว้าง	ปานกลาง	Greyed Orange Group 176 A	Greyed Red Group 178 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
ข้างกุฏิไส้ลาย	ไหล่กว้าง	เรียวแหลม	Greyed Purple Group 187 A	Greyed Orange Group 172 B	ชัด	ม้วน	ไม่มี	มี
จีนพัทลุง	ไหล่กว้าง	มนทั้งสองด้าน	Greyed Purple Group 187 A	Red Group 46 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
ทองขี้แมว	ไหล่กว้าง	เรียวแหลม	Greyed Purple Group 187 A	Greyed Orange Group 172 B	ชัด	ม้วน	ไม่มี	มี
ทองส้ม	ไหล่แคบ	แหลม	Brown Group 200 A	Greyed Purple Group 185 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
นมสวรรค์	ไหล่กว้าง	มนข้างหนึ่งแหลมข้างหนึ่ง	Geyed Purple Group 187 A	Greyed Purple Group 185 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
นากค่อม(แดงอิสราเอล)	ไหล่แคบ	ปานกลาง	Greyed Purple Group 187 A	Greyed Purple Group 185 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
เปรี้ยวบ้านไร่	ปานกลาง	ปานกลาง	Greyed Purple Group 187 A	Greyed Purple Group 185 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
ลามัต	ไหล่แคบ	เรียวแหลม	Greyed Purple Group 187 A	Greyed Orange Group 176 C	ชัด	ม้วน	มี	มี
แลนดี้	ปานกลาง	มนและแตกออก	Greyed Purple Group 187 A	Greyed Red Group 180 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
หอมพม่า	ไหล่เคบ	แหลม	Greyed Purple Group 187 A	Greyed Orange Group 173 B	ชัด	ม้วน	ไม่มี	มี
ลูกมากท่าตะเกียบ	ปานกลาง	ปานกลาง	Brown Group 200 A	Greyed Purple Group 185 A	ชัด	ม้วน	มี	มี
หอมขียว	ไหล่กว้าง	แหลม	Greyed Purple Group 187 A	Greyed Orange Group 172 B	ชัด	ม้วน	มี	มี
หอมจำปา	ปานกลาง	เรียวแหลม	Greyed Purple Group 187 A	Greyed Red Group 178 D	ชัดเจน	ม้วน	ไม่มี	มี
หอมทิพย์นครสวรรค์	ไหล่แคบ	เรียวแหลม	Greyed Purple Group 183 A	Greyed Orange Group 172 C	ชัด	ม้วน	ไม่มี	มี

พันธุ์	รูปร่างโคนใบประดับ	รูปร่างปลายใบประดับ	สีผิวด้านนอกของใบประดับ	สีผิวด้านในของใบประดับ	รอยแผลใบประดับบนแกนกลาง	พฤติกรรมของใบประดับก่อนร่วง	ไขบนใบประดับ	ลักษณะร่องบนใบประดับ
ป่ามูเซอตาก	ป่านกลาง	เรียวแหลม	Greyed purple Group 183 A	Greyed Orange Group 171 A	ชัด	ม้วน	ไม่มี	มี
เทพรส	ป่านกลาง	มน	Greyed Orange Group 176 C	Greyed Red Group 178 D	ชัด	ไม่ม้วน	มี	มี
ไข่ทองร่วง	ไหล่แคบ	มน	Greyed Purple Group 185 A	Greyed Orange Group 172 A	ชัด	ม้วน	ไม่มี	มี
โอกินาวา	ไหล่แคบ	มนและแตกออก	Brown Group 200 A	Greyed Purple Group 185 A	ชัด	ม้วน	มี	มี

ตารางที่ 2.5 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: ดอกเพศผู้ ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด

พันธุ์	พฤติกรรมของดอกเพศผู้	สีพื้นของกลีบรวมเชิงประกอบ	สีของพูของกลีบรวมเชิงประกอบ	สีของกลีบรวมอิสระ	รูปร่างกลีบรวมอิสระ	การพัฒนาตรงส่วนปลายกลีบรวมอิสระ	รูปร่างตรงส่วนปลายของกลีบรวมอิสระ	การยื่นของอับเรณูตรงระดับฐานพูบนกลีบรวมเชิงประกอบ	สีของก้านชูอับเรณู	สีอับเรณู	สีพื้นของก้านเกสรเพศเมีย	รูปร่างของก้านเกสรเพศเมีย	สีของยอดเกสรเพศเมีย	รูปร่างรังไข่	สีพื้นของรังไข่	สีของเกสรเพศผู้
น้ำว้าขาวแพร่	ร่วงหลังใบประดับ	Greyed Red Group 182 B	Yellow Orange Group 16 A	Yellow White Group 158 C	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	พัฒนา	แหลมเล็ก	ระดับเดียวกับฐานพู	Yellow Group 10 D	Orange Group 24 D	Yellow Group 4 D	โค้งใต้ยอดเกสรเพศเมีย	Yellow Orange Group 16 B	ตรง	Yellow Group 4 D	Red Group 37 A
น้ำว้าครั่ง	ร่วงก่อนใบประดับ	Greyed Purple 186 A	Yellow Orange Group 17 C	Greyed Purple Group 186 A	รูปพัด	พัฒนาเล็กน้อย	แหลมเล็ก	อยู่เหนือฐานพู	Yellow Group 4 D	Red Group 37 B	Yellow Group 11 C	ตรง	Yellow Group 11 C	ตรง	Yellow Group 4 D	Greyed Purple Group 186 B
น้ำว้าค่อม	ติดทน	Greyed Red Group 180 D	Yellow Orange Group 15 B	Orange white Group 159 B	ไข่	พัฒนา	สามเหลี่ยม	ต่ำกว่าระดับฐานพู	Yellow Group 11 C	Yellow orange Group 14 C	Yellow white Group 158 D	โค้ง	Yellow Orange Group 23 C	โค้ง	Yellow white Group 158 C	Red Group 36 B
น้ำว้าดำ	ร่วงพร้อมใบประดับ	Yellow Group 8 A	Yellow Orange Group 19 D	White Group 155 C	รูปไข่	พัฒนาเล็กน้อย	เรียวเล็ก	อยู่เหนือฐานพู	White Group 155 D	Yellow Orange Group 17 C	White Group 155 D	ตรง	Yellow Group 12 B	ตรง	Yellow Orange Group 19 D	Red Purple Group 62 C
น้ำว้าแดงนครพนม	ร่วงก่อนใบประดับ	Yellow Group 13 B	Red Group 52 B	Greyed White Group 156 D	รูปไข่	พัฒนาปานกลาง	สามเหลี่ยม	ระดับเดียวกับฐานพู	Yellow Group 8 D	Orange Red Group 33 D	Yellow White Group 158 C	ตรง	Yellow Group 9 B	โค้ง	Orange White Group 159 B	Red Purple 62 A
น้ำว้าเตี้ย	ร่วงหลังใบประดับ	Red Group 39 A	Yellow Orange Group 39 A	Red Group 36 C	สี่เหลี่ยม ผืนผ้า	พัฒนา	แหลมยาว	ระดับเดียวกับฐานพู	Yellow Group 4 D	Red Group 38 D	Yellow Group 4 D	ตรง	Yellow Orange Group 19 A	ตรง	Yellow Group 4 D	Red Group 37 B
น้ำว้าท่าแม่จันเชียงราย	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 47 C	Yellow Orange Group 23 A	Yellow White Group 158 D	รูปพัด	พัฒนา	แหลมเล็ก	ต่ำกว่าระดับฐานพู	Yellow Group 4 D	Red Group 37 B	Yellow Group 8 D	ตรง	Yellow Orange Group 16 B	ตรง	Yellow Group 8 D	Red Group 39 B
น้ำว้านครพนม	ร่วงหลังใบประดับ	Greyed Red Group 182 C	Yellow Orange Group 14 A	Yellow White Group 158 C	สี่เหลี่ยม ผืนผ้า	พัฒนา	สามเหลี่ยม	ต่ำกว่าฐานพู	Yellow Group 11 D	Red Group 137 A	Yellow White Group 158 C	ตรง	Yellow Orange Group 19 B	ตรง	Yellow Group 4 D	Red 39 C
น้ำว้านครศรีธรรมราช	ร่วงหลังใบประดับ	Greyed Purple Group 184 B	Yellow Orange Group 21 B	Yellow Group 8 C	สี่เหลี่ยม ผืนผ้า	พัฒนา	สามเหลี่ยม	ต่ำกว่าฐานพู	Orange Group 24 C	Yellow Group 8 D	Yellow Group 8 D	ตรง	Yellow Orange Group 22 C	โค้ง	Yellow Group 8D	Red Group 37 D
น้ำว้านวลจันทร์	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 39 B	Yellow Orange Group 15 B	White Group 155 D	ไข่	พัฒนา	สามเหลี่ยม	ต่ำกว่าระดับฐานพู	Yellow Group 4 D	Red Group 37 A	Yellow Group 4 D	ตรง	Yellow Orange Group 158 A	โค้ง	Yellow Group 11 A	Red Group 39 B
น้ำว้านวลท่าตะเกียบ	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 37 B	Yellow Orange Group 16 A	Yellow White Group 158 D	รูปไข่	พัฒนา	แหลมเล็ก	ต่ำกว่าฐานพู	Yellow Group 8 D	Greyed Orange Group 171 D	Yellow Group 8 D	โค้งใต้ยอดเกสรเพศเมีย	Yellow Orange Group 19 A	ตรง	Yellow Group 4 D	Red Group 179 D
น้ำว้านวลป่าโมกอ่างทอง	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 49 B	Yellow Orange Group 17 A	Yellow Group 11 D	สี่เหลี่ยม ผืนผ้า	พัฒนามาก	สามเหลี่ยม	ต่ำกว่าฐานพู	Yellow Group 8 C	Red Group 49 B	Yellow Group 8 D	ตรง	Yellow Orange Group 16 C	ตรง	Yellow Group 8 D	Red Group 39 D
น้ำว้าปากช่อง 50	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 49 A	Yellow Orange Group 15 B	Yellow Group 11 D	สี่เหลี่ยม ผืนผ้า	พัฒนา	สามเหลี่ยม	ต่ำกว่าฐานพู	Yellow Group 8 C	Orange Group 29 C	Yellow Group 4 D	ตรง	Yellow Orange Group 18 B	ตรง	Yellow Group 4 D	Red Group 37 B
น้ำว้าพัทลุง	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 38 B	Yellow Orange Group 14 A	Yellow White Group 158 C	กลม	พัฒนา	แหลมเล็ก	ต่ำกว่าฐานพู	Yellow White Group 158 A	Red Group 37 C	Yellow White Group 158 D	โค้งใต้ยอดเกสรตัวผู้	Yellow Orange Group 18 A	ตรง	Yellow Group 4 D	Red Group 38 A
น้ำว้าเพชรบุรี	ร่วงก่อนใบประดับ	Greyed Red Group 181 B	Yellow Orange Group 17 B	Yellow Group 11 D	สี่เหลี่ยม ผืนผ้า	พัฒนา	สามเหลี่ยม	ต่ำกว่าฐานพู	Yellow Group 8 D	Red Group 37 B	Yellow Group 11 D	ตรง	Yellow Orange Group 22 C	ตรง	Yellow Group 4 D	Red Group 37 B

พันธุ์	พฤติกรรมของดอกเพศผู้	สีพื้นของกลีบรวมเชิงประกอบ	สีของพูของกลีบรวมเชิงประกอบ	สีของกลีบรวมอิสระ	รูปร่างกลีบรวมอิสระ	การพัฒนาตรงส่วนปลายกลีบรวมอิสระ	รูปร่างตรงส่วนปลายของกลีบรวมอิสระ	การยื่นของอับเรณูตรงระดับฐานพูบนกลีบรวมเชิงประกอบ	สีของก้านชูอับเรณู	สีอับเรณู	สีพื้นของก้านเกสรเพศเมีย	รูปร่างของก้านเกสรเพศเมีย	สีของยอดเกสรเพศเมีย	รูปร่างรังไข่	สีพื้นของรังไข่	สีของเกสรเพศผู้
น้ำว้าแพร่	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 47 A	Yellow Orange Group 21 B	Red Group 36 D	่เหลี่ยม ผืนผ้า	พัฒนา	สามเหลี่ยม	ต่ำกว่าระดับฐานพู	Yellow Group 4 D	Red Group 37 C	Yellow Group 11 D	ตรง	Yellow Orange Group 20 B	ตรง	Yellow Group 2 D	Orange Red Group 35 C
น้ำว้ามะลิอ่อง	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 39 B	Yellow Orange Group 17 B	White Group 155 A	รูปไข่	พัฒนา	แหลมเล็ก	ระดับเดียวกับฐานพู	Yellow Group 4 D	Red Group 37 A	Yellow Group 4 D	ตรง	Yellow Orange Group 19 A	ตรง	Yellow Group 2 D	Red Group 38 B
น้ำว้าแม่จันเชียงราย	ร่วงพร้อมใบประดับ	Red Group 37 A	Yellow Orange Group 15 A	Greyed White Group 156 D	รูปไข่	พัฒนาเล็กน้อย	สามเหลี่ยม	ต่ำกว่าฐานพู	White Group 155 C	Orange Red Group 33 B	White Group C	ตรง	Yellow Orange Group 19 B	ตรง	White Group 155 C	
น้ำว้ายักษ์	ร่วงหลังใบประดับ	Red Group 39 B	Yellow Orange Group 14 A	Yellow White Group 158 D	กลม	พัฒนา	แหลมเล็ก	ต่ำกว่าฐานพู	Yellow Group 8 D	Orange Group 29 C	Yellow Orange Group 19 D	ตรง	Yellow Orange Group 20 B	ตรง	Yellow Group 4 D	Red Group 37 C
น้ำว้าอุบล	ร่วงก่อนใบประดับ	Greyed Red Group 180 B	Yellow Orange Group 17 A	Red Group 49 D	รูปไข่	พัฒนาเล็กน้อย	แหลมเล็ก	ระดับเดียวกับฐานพู	Yellow Group 11 D	Red Group 37 B	Yellow Group 11 D	ตรง	Yellow Orange Group 20 B	ตรง	Yellow Group 10 D	Red Group 37 B
ข้างกุฏิไส้ลาย	ร่วงก่อนใบประดับ	Yellow Group 11 C	Yellow Group 14 B	Yellow White Group 158 B	รูปไข่	พัฒนา	สามเหลี่ยม	อยู่เหนือฐานพู	Yellow White Group 158 C	Red Group 36 B	Yellow White Group 158 C	โค้ง	Orange Group 26 B	โค้ง	Yellow Group 4 C	Yellow White Group 158 B
จีนพัทลุง	ร่วงก่อนใบประดับ	Greyed Purple Group 186 A	Yellow Orange Group 17 A	White Group 155 A	รูปไข่	พัฒนา	สามเหลี่ยม	เหนือระดับฐานพู	Yellow Group 4 D	Yellow Orange Group 18 A	Yellow Group 4 D	ตรง	Yellow Orange Group 14 C	โค้งลง	Yellow Group 2 D	Red Group 37 B
ทองขี้แมว	ร่วงก่อนใบประดับ	Yellow Group 11 C	Yellow Orange Group 14 A	Yellow Group 4 D	รูปพัด	พัฒนามาก	เรียวเล็ก	อยู่เหนือระดับฐานพู	Yellow Group 2 D	Red Group 37 B	White Group 155 A	ตรง	Yellow Orange Group 22 B	โค้ง	Yellow Group 2 C	Yellow Group 8 C
ทองส้ม	ร่วงก่อนใบประดับ	Yellow Group 11 D	Yellow Orange Group 21 B	Yellow Group 11 D	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	พัฒนา	แหลมยาว	อยู่เหนือฐานพู	Yellow Group 11 D	Greyed Orange Group 164 C	Yellow Group 11 D	โค้งบริเวณโคน	Yellow Group 11 A	โค้งบริเวณโคน	Yellow Group 8 C	Yellow Group 11 C
นมสวรรค์	ร่วงพร้อมใบประดับ	Red Group 48 A	Yellow Orange Group 17 A	Yellow Group 4 D	รูปพัด	พัฒนาเล็กน้อย	สามเหลี่ยม	อยู่เหนือระดับฐานพู	Yellow Group 4 D	Yellow Orange Group 22 C	White Group 155 D	ตรง	Yellow Orange Group 20 A	โค้ง	Yellow Green Group 150 D	Red Group 37 B
นากค่อม(แดงอิสราเอล)	ร่วงหลังใบประดับ	Greyed Red Group 181 A	Yellow Orange Group 15 B	Yellow White Group 158 C	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	พัฒนามาก	รูปสามเหลี่ยม	อยู่เหนือฐานพู	Yellow White Group 158 D	Yellow Orange Group 16 D	White Group 155 C	ตรง	Yellow Orange Group 16 C	โค้ง	Yellow Group 9 D	Greyed Red Group 182 A
เปรี้ยวบ้านไร่	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 58 A	Yellow Orange Group 23 A	Yellow Group 2 D	กลม	พัฒนา	สามเหลี่ยม	เหนือระดับฐานพู	Yellow Group 2 D	Yellow Orange Group 18 A	White Group 155 D	โค้งบริเวณโคน	Yellow Orange Group 15 B	โค้ง	Yellow Group 2 C	Yellow Group 11 C
ลามัต	ร่วงก่อนใบประดับ	Yellow Group 10 D	Yellow Group 11 B	Yellow group 11 D	กลม	พัฒนามาก	แหลมยาว	อยู่เหนือระดับฐานพู	Yellow Group 11 D	Greyed Orange Group 177 C	Yellow Group 11 D	ตรง	Yellow Orange Group 19 A	โค้ง	Yellow Group 2 C	Yellow Group 11 D
แลนตี้	ร่วงหลังใบประดับ	Yellow Group 11 D	Yellow Group 9 A	Yellow Group 8 D	รูปพัด	พัฒนามาก	แหลมยาว	ระดับเดียวกับฐานพู	White Group 155 A	Yellow Orangr Group 18 B	White Group 155 D	โค้งตรงกลาง	Yellow Orange Group 22 B	โค้ง	Yellow Group 8 D	Yellow Group 11 D

พันธุ์	พฤติกรรมของดอกเพศผู้	สีพื้นของกลีบรวมเชิงประกอบ	สีของพูของกลีบรวมเชิงประกอบ	สีของกลีบรวมอิสระ	รูปร่างกลีบรวมอิสระ	การพัฒนาตรงส่วนปลายกลีบรวมอิสระ	รูปร่างตรงส่วนปลายของกลีบรวมอิสระ	การยื่นของอับเรณูตรงระดับฐานพูบนกลีบรวมเชิงประกอบ	สีของก้านชูอับเรณู	สีอับเรณู	สีพื้นของก้านเกสรเพศเมีย	รูปร่างของก้านเกสรเพศเมีย	สีของยอดเกสรเพศเมีย	รูปร่างรังไข่	สีพื้นของรังไข่	สีของเกสรเพศผู้
ลูกมากท่าตะเกียบ	ร่วงก่อนใบประดับ	Yellow Orange Group 18 D	Yellow Orange Group 21 A	Yellow Group 11 D	กลม	ไม่พัฒนา	ไม่มี	อยู่เหนือฐานพู	Yellow Group 11 D	Greyed Orange Group 187 B	Yellow Group 11 D	โค้งบริเวณโคน	Yellow Orange Group 19 A	ตรง	Yellow Group 4 C	Yellow Group 8 C
หอมขียว	ติดทน	Yellow Group 8 D	Yellow Orange Group 15 A	Yellow Group 2 D	กลม	พัฒนา	แหลมเล็ก	อยู่เหนือระดับฐานพุ	Yellow Group 2 D	Red Group 37 B	White Group 155 D	ตรง	Yellow Orange Group 22 B	โค้ง	Yellow Group 11 D	Yellow Group 8 D
หอมจำปา	ร่วงก่อนใบประดับ	Yellow White Group 158 A	Yellow Orange Group 14 A	Yellow White Group 158 C	รูปไข่	พัฒนามาก	สามเหลี่ยม	อยู่เหนือฐานพู	Yellow White Group 158 C	Orange White Group 159 A	Yellow White Group 158 C	ตรง	Yellow Orange Group 22 A	ตรง	Yellow Group 5 D	Yellow Group 11 C
หอมทิพย์นครสวรรค์	ดอกเพศผู้ยังคงติดทน	Greyed Yellow Group 162 D	Yellow Orange Group 21 B	Yellow Group 11 D	รูปพัด	พัฒนามาก	สามเหลี่ยม	อยู่เหนือฐานพู	Greyed Brown Group 199 A	Greyed Orange Group 165 B	Yellow Group 11 D	ตรง	Yellow Orange Group 23 C	โค้ง	Yellow Group 8 D	Yellow Group 11 C
แส้ม้า	ร่วงก่อนใบประดับ	Red Group 51 B	Yellow Orange Group 23 A	Yellow Group 10 D	กลม	พัฒนา	แหลม	เหนือระดับฐานพุ	Yellow Group 4 D	Orange Group 27 A	Yellow Group 4 D	ตรง	Yellow Orange Group 16 C	ตรง	Yellow Group 2 D	Red Group 37 B
ป่ามูเซอตาก	ร่วงก่อนใบประดับ	Yellow Group 10 D	Yellow Orange Group 17 A	Yellow Group 10 D	รูปพัด	พัฒนา	สามเหลี่ยม	อยู่เหนือฐานพู	Yellow Group 10 D	Orange Group 29 D	Yellow Group 4 D	ตรง	Yellow Orange Group 26 A	ตรง	Yellow Group 2 D	Yellow Group 10 D
เทพรส	ร่วงหลังใบประดับ	Yellow Orange Group 16 D	Yellow Orange Group 17 D	Yellow Orange Group 19 D	กลม	พัฒนา	สามเหลี่ยม	อยู่เหนือฐานพู	Yellow Group 11 D	Greyed Orange Group 165 A	Yellow Orange Group 19 D	โค้งใต้ยอดเกสรเพศเมีย	Yellow Orange Group 19 C	ตรง	Yellow Group 8 C	Yellow Orange Group 16 D
ไข่ทองร่วง	ร่วงหลังใบประดับ	Yellow Group 11 C	Yellow Group 13 B	Yellow Group 11 D	กลม	พัฒนามาก	แหลมยาว	อยู่เหนือฐานพู	Yellow Group 4 D	Greyed Orange Group 174 B	Yellow Group 4 D	ตรง	Yellow Orange Group 16 A	โค้ง	Yellow Green Group 145 C	Yellow Group 11 C
โอกินาวา	ร่วงหลังใบประดับ	Greyed Red Group 180 A	Yellow Orange Group 20 A	Yellow Group 8 D	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	พัฒนาเล็กน้อย	แหลมเล็ก	เหนือระดับฐานพู	Yellow Group 4 D	Greyed Orange Grop 177 D	Yellow Group 8 D/Greyed Brown Group 199 A	ตรง	Yellow Orange Group 19 A	โค้ง	Yellow Group 4 C	Greyed Red Group 182 D

ตารางที่ 2.6 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ของกล้วย จำนวน 39 ชนิด : ผล

พันธุ์	จำนวนผลต่อหวี	ความยาวผล	ความกว้างผล	รูปร่างของผลกล้วย	รูปหน้าตัดผลตามขวาง	รูปร่างปลายผล	การตกค้างของซากดอกที่ปลายผล	ความยาวก้านผล	ความกว้างก้านผล	การปรากฏของขนบนก้านผล	สีของเปลือกผลดิบ	สีของเปลือกผลสุก	ความหนาของเปลือก	สีของเนื้อผลดิบ	สีของเนื้อผลสุก	ลักษณะเนื้อ	รสชาติ	เมล็ดต่อผล	พื้นผิว/รูปร่างของเมล็ด
น้ำว้าขาวแพร่	18	10.5	2.9	ตรง	กลม	คอขวด	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	2.6	0.9	ไม่มี	Yellow Green Group 146 C	Yellow Group 13 B	0.2	Orange White Group 159 D	Yellow Group 11 D	นุ่ม	หวาน	ไม่มี	-
น้ำว้าครั่ง	18	10.7	3	ตรง	เป็นเหลี่ยมชัดเจน	ทู่	มีส่วนฐานของก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	3.6	1.1	ไม่มี	Yellow Green Group 146 B	Yellow Orange Group 16 C	0.22	Orange White Group 159 D	Yellow Group 11 C	นุ่ม	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้าค่อม	18	10.5	3.3	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีเกสรตัวเมียติดอยู่	4.2	1.3	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 12 C	0.16	Yellow White Group 158 C	Yellow Group 10 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้าดำ	16	8.4		ตรง	เป็นเหลี่ยมชัดเจน	ทู่	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	2.6	0.8	ไม่มี	Yellow Green Group 152 B	Greyed Brown Group 199 A	0.17	Orange White Group 159 B	Yellow White Group 158 D	นุ่ม	หวานเล็กน้อย	ไม่มี	-
น้ำว้าแดงนครพนม	16	12	4.3	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีเกสรตัวเมียติดอยู่	3.8	1.4	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 13 B	0.12	Yellow White Group 158 C	Yellow Group 11 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้าเตี้ย	20	9.6	3.3	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	3.5	1	ไม่มี	Green Group 138 B	Yellow Group 13 C	0.18	Yellow White Group 158 C	Yellow Group 11 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้าท่าแม่จันเชียงราย	18	9.7	3.2	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	3.2	1	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 13 C	0.15	Yellow White Group 158 D	Yellow Group 11 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้านครพนม	20	11.6	3.4	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	ไม่มี	4.6	1	ไม่มี	Green Group 143 C	Yellow Group 12 C	0.17	Orange White group 159 C	Yellow Group 11 C	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้านครศรีธรรมราช	18	10	3.4	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีเกสรตัวเมียติดอยู่	3.8	1.2	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Orange Group 14 C	0.11	Orange White Group 159 C	Yellow Orange Group 18 B	นุ่ม	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้านวลจันทร์	17	10.8	4.1	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีเกสรเพศเมียติดอยู่	2.3	1.2	ไม่มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Group 8 D	0.15	Yellow White group 158 C	Yellow Group 11 C	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้านวลท่าตะเกียบ	20	12	3.6	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	ไม่มี	4.2	0.9	ไม่มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Group 10 C	0.12	Orange White Group 159 B	Yellow Orange Group 19 C	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้านวลป่าโมกอ่างทอง	16	10.7	3.2	ตรง	กลม	คอขวด	มีส่วนฐานของก้านเกสรเพศเมียยื่นออกมา	2.8	1	ไม่มี	Yellow Green Group 145 A	Yellow Orange Group 12 C	0.12	Yellow White Group 158 C	Yellow White Group 158 B	นุ่ม	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้าปากช่อง 50	18	10.5	3.5	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีเกสรเพศเมียติดอยู่	3.9	1.04	ไม่มี	Green Group 143 C	Yellow Group 12 C	0.09	Yellow White Group 158 B	Yellow Group 11 D	นุ่ม	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้าพัทลุง	14	12.2	3.8	ตรง	กลม	คอขวด	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	1.9	1	ไม่มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Group 11 A	0.14	Yellow White Group 158 C	Yellow Group 8 D	นุ่ม	หวานมาก	ไม่มี	-
น้ำว้าเพชรบุรี	14	9.46	2.9	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	แหลม	มีเกสรตัวเมียติดอยู่	2.1	1.12	ไม่มี	Green Group 138 B	Yellow Orange Group 14 C	0.13	Yellow White Group 158 C	Yellow Group 11 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-

พันธุ์	จำนวนผลต่อหวี	ความยาวผล	ความกว้างผล	รูปร่างของผลกล้วย	รูปหน้าตัดผลตามขวาง	รูปร่างปลายผล	การตกค้างของซากดอกที่ปลายผล	ความยาวก้านผล	ความกว้างก้านผล	การปรากฏของขนบนก้านผล	สีของเปลือกผลดิบ	สีของเปลือกผลสุก	ความหนาของเปลือก	สีของเนื้อผลดิบ	สีของเนื้อผลสุก	ลักษณะเนื้อ	รสชาติ	เมล็ดต่อผล	พื้นผิว/รูปร่างของเมล็ด
น้ำว้าแพร่	15	9.2	3.2	ตรง	กลม	คอขวด	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	1.4	0.7	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 13 B	0.1	Yellow White Group 158 B	Yellow Group 8 D	นุ่ม	หวานมาก	ไม่มี	-
น้ำว้ามะลิอ่อง	18	10.9	3.5	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	แหลม	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	2.8	1	ไม่มี	Yellow Green Group 145 C	Yellow Group 12 C	0.21	Orange White Group 159 B	Orange White Group 159 C	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้าแม่จันเชียงราย	15	9.4	2.6	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	2.2	0.9	ไม่มี	Yellow Green Group 145 A	Yellow Orange Group 14 C	0.05	Yellow White Group 158 B	Yellow White Group 158 B	นุ่ม	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้ายักษ์	16	10.3	3.3	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	2.7	0.9	ไม่มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Group 11 A	0.09	Yellow White Group 158 B	Yellow Group 11 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
น้ำว้าอุบล	18	11.9	3.4	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	4.1	1.2	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 11 B	0.19	Yellow White Group 158 A	Yellow Orange Group 19 C	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
ข้างกุฏิไส้ลาย	20	9.5	2.9	โค้ง	กลม	แหลม	มีส่วนฐานของก้านเกสรเพศเมียยื่นออกมา	2	0.8	มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Orange Group 14 C	0.12	Yellow White Group 158 B	Yellow Group 13 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
จีนพัทลุง	18	10.9	3.6	ตรง	กลม	คอขวด	ไม่มี	3	1.2	ไม่มี	Yellow Green Group 145 A	Yellow 11 A	0.11	Yellow White Group 158 A	Yellow 11 D	นุ่ม	หวานอมเปรี้ยว กลิ่นคล้ายน้ำว้า	ไม่มี	-
ทองขี้แมว	20	8.9	2	โค้ง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	ทู่	มีฐานเกสรเพศเมียติดอยู่	2.1	0.7	มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Orange Group 15 B	0.15	Yellow White Group 158 B	Yellow Orange Group 15 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	-	-
ทองส้ม	19	11.3	3.7	ตรงบริเวณส่วนปลายผล	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	ไม่มี	2.8	1.1	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 11 A	0.12	Yellow White Group 158 B	Yellow Group 11 D	แน่น	เปรี้ยว	ไม่มี	-
นมสวรรค์	16	11	3.1	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	ไม่มี	2.3	1	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 11 A	0.15	Yellow White Group 158 C	Yellow Group 11 C	แน่น	เปรี้ยว	2	ขรุขระ
นากค่อม(แดงอิสราเอล)	15	9.5	3.4	โค้ง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	ทู่	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	1.1	1	มี	Greyed Orange Group 166 A	Greyed Orange Group 172 B	0.22	Yellow Group 8 D	Yellow Orange Group 19 B	นุ่ม	หวานหอมอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
เปรี้ยวบ้านไร่	12	9	3	ตรง	กลม	คอขวด	ไม่มี	2.3	1	ไม่มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Group 11 A	0.17	Yellow White Group 158 B	Yellow White Group 158 B	นุ่ม	เปรี้ยว และมีกลิ่นเล็กน้อย	ไม่มี	-
ลามัต	14	13.4	3.4	ตรง	กลม	กลม	มีฐานเกสรเพศเมียติดอยู่	1	1.1	ไม่มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Group 13 C	0.2	Yellow White Group 158 A	Yellow Orange Group 18 B	แน่น	หวานหอม	ไม่มี	-

พันธุ์	จำนวนผลต่อหวี	ความยาวผล	ความกว้างผล	รูปร่างของผลกล้วย	รูปหน้าตัดผลตามขวาง	รูปร่างปลายผล	การตกค้างของซากดอกที่ปลายผล	ความยาวก้านผล	ความกว้างก้านผล	การปรากฏของขนบนก้านผล	สีของเปลือกผลดิบ	สีของเปลือกผลสุก	ความหนาของเปลือก	สีของเนื้อผลดิบ	สีของเนื้อผลสุก	ลักษณะเนื้อ	รสชาติ	เมล็ดต่อผล	พื้นผิว/รูปร่างของเมล็ด
แลนดี้	18	12.76	3.6	ตรง	กลม	คอขวด	ไม่มี	1.9	0.9	ไม่มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Group 11 A	0.15	Yellow White Group 158 C	Yellow Group 8 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	-	-
หอมพม่า	18	10.5	3.4	โค้ง	กลม	ปลายทู่	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	2.2	1.2	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Orange Group 16 C	0.2	Yellow White Group 158 A	Yellow Group 11 D	นุ่ม	หวานหอม	ไม่มี	-
ลูกมากท่าตะเกียบ	18	10.2	3.4	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	ปลายทู่	ไม่มี	2.5	1	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 11 A	0.09	Yellow White Group 159 A	Yellow Group 13 D	นุ่ม	เปรี้ยวอมหวาน	ไม่มี	-
หอมขียว	9	9.4	4	ตรง	กลม	ทู่	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	1.4	1.3	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Orange Group 15 C	0.3	Yellow White Group 158 A	Yellow Orange Group 16 D	นุ่ม	หวานหอม	-	-
หอมจำปา	16	7.1	2.1	โค้ง	กลม	แหลม	ไม่มี	1.8	0.6	ไม่มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Group 13 B	0.12	Orange White Group 159 D	Yellow Group 13 D	นุ่ม	หวานอมเปรี้ยว	6	ขรุขระ
หอมทิพย์นครสวรรค์	12	9.4	3.1	โค้ง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	ปลายทู่	มีส่วนฐานของก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	1.6	1.3	มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 11 A	0.19	Yellow White Group 158 C	Yellow Group 11 C	นุ่ม	หวานหอม	ไม่มี	-
แส้ม้า	16	10.2	3.4	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	ไม่มี	2.2	1.1	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 11 A	0.16	Yellow Orange Group 19 C	Yellow Group 11 A	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
ป่ามูเซอตาก	18	9	2.2	ตรง	กลม	แหลม	ไม่มี	1.9	0.7	มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Group 13 C	0.11	Yellow White Group 158 C	Yellow Group 11 D	แน่น	หวานอมเปรี้ยว	ไม่มี	-
เทพรส	6	21	7.5	ตรง	เป็นเหลี่ยมชัดเจน	มน	ไม่มี	6	2.2	ไม่มี	Green Group 137 A	Yellow Orange 21 B	0.55	Yellow White Group 158 C	Yellow Orange Group 19 D	นุ่ม	หวาน	ไม่มี	-
ไข่ทองร่วง	20	14	3.8	โค้งบริเวณโคน	กลม	ทู่	มีส่วนฐานของก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	1.7	1.1	มี	Yellow Green Group 144 B	Yellow Orange Group 16 C	0.19	Yellow White Group 158 A	Yellow Orange Group 18 D	นุ่ม	หอมหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย	ไม่มี	-
โอกินาวา	14	12.2	3	ตรง	เป็นเหลี่ยมเล็กน้อย	คอขวด	มีก้านเกสรเพศเมียติดอยู่	2.4	1.3	ไม่มี	Yellow Green Group 144 A	Yellow Group 13 B	0.24	Yellow White Group 158 C	Yellow Orange Group 18 C	เละ	หวานน้อย	ไม่มี	-

กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

Activity Development of Using of Nutrition Content of Banana and Development of New Processing Product in High Value add

อารีรัตน์ การุณสถิตชัย[1/] โกเมศ สัตยาวุธ[1/] ภูวสินธ์ ชูสิน[2/] ศิริลออ ราชบุตร[2/] วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร[1/] ศิริพร เต็งรัง[1/] อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์[1/] ประยูร เอ็นมาก[1/] กนกศักดิ์ ลอยเลิศ[1/] รุ่งทิวา รอดจันทร์[1/] เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล[3/]

Areerat Karunsatitchai, Komate Satayawut, Puvasin Choosin, Sirillaor Ratchabut, Wimonwan Wattanawichit, Siriporn Tengrang, Akanit Pisalwadcharin, Prayoon Enmak, Kanoksak Loylerd, Roongtiwa Rodchan, Penchan Suthanukool

[1/]กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

[2/]กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช [3/]ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย

คำสำคัญ (Key words): กล้วย การเก็บรักษาคุณภาพก่อนการแปรรูป การยืดอายุการเก็บรักษา เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำ เครื่องดื่มที่มีสารอาหารพร้อมใช้สำหรับร่างกาย ผลิตภัณฑ์ที่มีสารประกอบแทนนินสูง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้น น้ำตาลฟรุกแตน และไอศกรีมไขมันต่ำ ผลิตภัณฑ์โลชั่น บรรจุภัณฑ์พลาสติกชีวภาพ สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์

Banana, Quality for Processing, Extending Shelf Life, Low Alcoholic Beverage, Prebiotic Product, High Tannin Product, Low Fat Ice Cream, Lotion, Bioplastics, Sulfur dioxide

บทคัดย่อ

การรมกล้วยด้วย 1-mcp ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 24 ชั่วโมง ร่วมกับการเคลือบด้วยสารละลายกรดซิตริค (0.25-1.00%) และไคโตซาน (0.25-0.50%) เก็บในถุงแอคทีพหนา 25-40 ไมครอน และเก็บที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสุกของกล้วยหอม กล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้า ได้ 14-49 วัน โดยกล้วยยังคงมีคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพเหมาะสมต่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมกล้วย นอกจากนี้พบว่ากล้วยมีศักยภาพในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพหลายประเภท ได้แก่ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำ เครื่องดื่มที่มีสารอาหารพร้อมใช้สำหรับร่างกาย (prebiotic) ผลิตภัณฑ์ที่มีสารประกอบแทนนินสูง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้น น้ำตาลฟรุกแตน และไอศกรีมไขมันต่ำ ทั้งนี้รวมถึงผลิตภัณฑ์โลชั่น และบรรจุภัณฑ์พลาสติก อย่างไรก็ตามการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วยหลายชนิดจำเป็นต้องใช้สารประกอบซัลไฟด์ หรือก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ไม่ให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจทำให้มีสารตกค้างเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จาก

การสุ่มตัวอย่างกล้วย 25 ประเภทตัวอย่างจากตลาด พบการปนเปื้อนของ SO_2 ตกค้างระหว่าง 2.01-13.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าที่น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ที่กำหนดให้ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

Abstract

Treatment of 1-mcp fumigation at 1,000 ppb for 24 hours with citric acid (0.25-1.00%) and chitosan (0.25-0.50%) dipping, contained in 25-40 micron (thickness) active bag and stored at 14°C could decelerate maturity rate of banana fruit cvs. Nam Wa, Hom and Kai for 15-49 days. All banana fruits contained acceptable nutrition values and quality for processing to banana milk. In current research, banana was potentially processed to various healthy products namely, low alcoholic beverage, prebiotic product, high tannin product, pasta, low fat ice cream, lotion and bioplastics. However, several banana products may contain with sulfide compounds or sulfur dioxide (SO_2) for extending shelf life purpose. High SO_2 contamination can cause a health risk. Thus, 25 types of banana products were sampled from local markets and analyzed for SO_2 residues. The residues of all products were between 2.01 and 13.54 mg/kg which not over than FAO/WHO recommendation

บทนำ (Introduction)

ประเทศไทยมีพื้นที่ให้ผลผลิตกล้วยไข่ 34,197 ไร่ และกล้วยหอม 86,640 ไร่ โดยมีปริมาณการส่งออกและบริโภคกล้วยไข่ภายในประเทศ 26,235 และ 69,919 ตัน ปริมาณส่งออกและบริโภคกล้วยหอมภายในประเทศ 1,475 และ 234,273 ตัน ปัญหาการตลาดของกล้วยไข่และกล้วยหอมในอดีต คือ ผลผลิตกล้วยไข่ส่วนใหญ่จะออกในช่วงฤดูกาล คือ ระหว่างเดือนสิงหาคม–กันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่ในประเทศจีนมีผลไม้ชนิดอื่นๆ ออกหลายชนิด ทำให้ทางจีนหยุดการรับซื้อ ดังนั้นหากจะส่งออกกล้วยไข่ไปประเทศจีน ต้องผลิตให้ออกในช่วงตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเมษายนหรือกว่านั้น กล้วยหอมประสบปัญหาการรับซื้อจากญี่ปุ่นลดลง เนื่องจากคุณภาพไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะเรื่องขนาดผล ปัญหาโรคและแมลง และราคาที่สูงขึ้น ทำให้ไม่สามารถส่งออกได้ (ข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ประกอบกับ กล้วยมีอายุการเก็บรักษาสั้น เปลือกบาง บอบช้ำได้ง่าย กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ ยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสดก่อนแปรรูป สร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์แปรรูป และสร้างมูลค่าเพิ่มจากสิ่งเหลือใช้จากการผลิตหรือแปรรูปกล้วย ตลอดจนหาสารเคมีตกค้างเพื่อรับรองความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์แก่ผู้บริโภค

เริ่มจากเทคโนโลยีการเก็บรักษาผลิตผลสดก่อนการแปรรูป ศึกษาผลของ1-methycycropropene (1-mcp) ร่วมกับบรรจุภัณฑ์ยืดอายุใน กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมและกล้วยไข่เพื่อยืดอายุและคงคุณภาพวัตถุดิบที่เหมาะสมกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย และเปรียบเทียบผลของการเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS ในการยืดอายุและชะลอความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมและกล้วยไข่ที่ผ่านการรมด้วย 1-mcp ร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในกระบวนการเตรียมความพร้อมในการยืดอายุการเก็บรักษา คงคุณภาพของวัตถุดิบให้เหมาะสมกับกับเครื่องดื่มแต่ละชนิด ก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเพื่อเครื่องดื่มสุขภาพต่อไป ดังนั้น การเตรียมความพร้อมวัตถุดิบ ด้านการยืดอายุการเก็บรักษาคงคุณภาพทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมสดหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อกระบวนการแปรรูปเพื่อเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ จึงเป็นเป้าหมายหนึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้

Klieber (2003) การรมด้วย 1-mcp ที่ความเข้มข้น 300 nL/L เป็นเวลา 24 ชม. ที่ 22°C สามารถยืดอายุการเก็บรักษากล้วยได้เป็น 2 เท่า สอดคล้องกับรายงานผลของการใช้ 1-mcp กับกล้วยที่ระดับความสุกแก่ต่างๆ ของ Clara และคณะ (2002) พบว่า การรมด้วย 1-mcp ที่ความเข้มข้น 1000 nL/L นาน 24 ชั่วโมง ที่ 20 °C กับกล้วยที่มีความสุกแก่ระยะที่ 3 และ 4 คือเปลือกกล้วยเปลี่ยนเป็นสีจากเขียวเป็นเหลืองปนเขียว สามารถลดการหายใจ การเปลี่ยนสีของเปลือก และความแน่นเนื้อ โดยปราศจากกลิ่นหรือคุณภาพที่ผิดปกติ เนื่องจาก 1-mcp มีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยเข้าจับที่ receptor site แย่งกับเอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ จึงสามารถชะลอหรือยับยั้งการเสื่อมคุณภาพของผลิตผลเกษตรได้ (Serek *et al*., 1994)

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (MAP- modified atmosphere packaging) ร่วมกับการเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ ส่งผลต่อกระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นในอัตราช้าลง การลดปริมาณออกซิเจน มีผลต่อการยับยั้งการเกิดออกซิไดซ์ของสารประกอบฟีนอลจนได้สารสีน้ำตาล อัตราการหายใจและการสร้างเอทิลีนเกิดขึ้นในอัตราต่ำ และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น มีสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทิลีน (จริงแท้, 2538) การใช้ถุง/ฟิล์มบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ เป็นวิธี MAP ที่น่าสนใจ เนื่องจากบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ มีสมบัติยอมให้ก๊าซที่ใช้ในกระบวนการหายใจผ่านเข้าออกได้ดีและสอดคล้องกับอัตราการใช้และสร้างก๊าซในกระบวนการหายใจของผักและผลไม้ที่บรรจุ ทำให้เกิดบรรยากาศดัดแปลงแบบสมดุล (Equilibrium Modified Atmosphere –EMA) และมีสมบัติพิเศษอื่น เช่น ดูดซับเอทิลีนเพื่อชะลอการสุก และสามารถเลือกให้ก๊าซ/น้ำผ่านแบบพิเศษ ทำให้เกิดฝ้าน้อยและมีความแข็งแรง

การเคลือบสารยืดอายุกลุ่ม (generally recognized as safe, GRAS) เป็นสารเคมีที่ไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะเป็นสารที่นำมาใช้ในการประกอบอาหารอยู่แล้ว เช่น ไคโตซาน กรดซิตริค กรดซาลิไซลิก เกลือ carbonate bicarbonate methyl jasmonate และ methyl salicylate ซึ่งมีสมบัติในการควบคุมโรค บางชนิดสามารถควบคุมโรคทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว แต่ปัจจุบันนิยมศึกษาในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวกันมาก เช่นการใช้ sodium carbonate ควบคุมโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง เพื่อลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา

การใช้สารสกัดจากสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ไคโตซาน ซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่เป็นองค์ประกอบชนิดหนึ่งของผนังเซลล์เปลือกของสัตว์ประเภทกุ้ง ปู ปลาหมึก มีสมบัติควบคุมโรคต่างๆทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งส่งเสริม

การสังเคราะห์สารคล้าย lignin ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เพิ่มความแข็งแรงให้กับลำต้นพืช ช่วยยืดอายุผลไม้และผักโดยลดอัตราการหายใจ และการสูญเสียน้ำ (Banos *et al*., 2006) ได้แก่ การพ่นหรือจุ่มกล้วยด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1 % สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของ mycelium และการงอกของสปอร์ของ *Collectotricum musae* เป็นเชื้อสาเหตุก่อโรคแอนแทรคโนสในกล้วย กลุ่ม AAA- Cavendish ได้ (Xiangchun *et al*, 2009) ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ควบคุมโรคเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี

การใช้กรดอะซิตริค กรดซิตริค สามารถต้านทานต่อโรคแอนแทรคโนสกล้วยหอม เกิดจากเชื้อสาเหตุจาก *Collectotrichum musae* ได้ พบว่า ชะลอการเกิดโรคและลดความรุนแรงของอาการของโรคได้ ขณะที่ผลกล้วยมีการสุกและความอ่อนนุ่มของเนื้อเป็นปกติ (Niranjala *et al*., 2001) การใช้กรดซาลิไซลิกในการควบคุมโรคหวีเน่าในกล้วยหอม สามารถควบคุมความรุนแรงของโรคได้ หลังเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ รวมทั้งชะลอการสุกของกล้วยหอมได้ (Srivastava *et al*., 2000, บุญญวดี และคณะ, 2553)

ขั้นตอน การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตผลเกษตรเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ได้แก่ การใช้แป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น เป้าหมายหลักคือ การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยเกรดต่ำ โดยทั่วไป แป้ง สามารถ ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แป้งฟลาว (Flour) และแป้งสตาร์ช (Starch) ซึ่งแป้งทั้งสองชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน โดยแป้งฟลาวหมายถึงแป้งที่ผลิตจากผลิตผลเกษตรต่าง ๆ เช่น แป้งสาลี แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า เป็นต้น โดยนำวัตถุดิบมาโม่ บด หรือตีให้ละเอียด ทำให้แป้งฟลาวมีองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในวัตถุดิบทั้งหมด ส่วนแป้งสตาร์ช หมายถึงแป้งที่ผลิตจากผลิตผลทางการเกษตรเช่นเดียวกัน แต่กรรมวิธีผลิตจะแยกเอาเฉพาะส่วนคาร์โบไฮเดรท โดยให้มีสารอื่นปะปนมาน้อยที่สุด องค์ประกอบของแป้งสตาร์ชส่วนใหญ่จึงเป็นคาร์โบไฮเดรท (สุดาทิพย์, 2545)

แป้งกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์จากกล้วยดิบ ซึ่งดัชนีเก็บเกี่ยวกล้วยตามมาตรฐานความแก่ของกล้วยขึ้นอยู่กับเหลี่ยมของผลกล้วย (เบญจมาศ, 2545) ดังนี้

- ผลแก่เต็มที่ 100 % (Full) คือผลที่ไม่มีเหลี่ยมเลย
- ความแก่ประมาณ 90 % (Full ¾) คือผลที่มีเหลี่ยมแต่ไม่ชัดเจน
- ความแก่ประมาณ 80 % (Light full ¾) คือ ผลที่เห็นเหลี่ยมชัดเจน
- ความแก่ประมาณ 70 % (Light ¾) คือผลที่มีขนาดครึ่งหนึ่งของผลโตเต็มที่

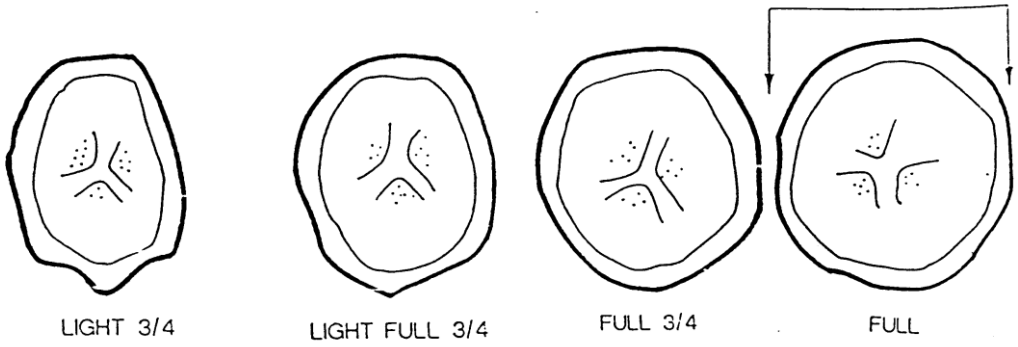


Figure 1 Cross section of banana in difference age. (เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2545)

ภาพตัดขวางของกล้วยระยะต่าง ๆ ดังแสดงใน Figure 1 โดยดัชนีเก็บเกี่ยวของกล้วยน้ำว้าที่ระดับความแก่ 70 80 90 และ 100 % สามารถเก็บเกี่ยวกล้วยน้ำว้าหลังจากที่กล้วยแทงปลีแล้ว 15 16 17 และ 18 สัปดาห์ตามลำดับ (สุดาทิพย์, 2545) การผลิตแป้งกล้วยจะนิยมใช้กล้วยในระยะความแก่ ประมาณ 90 % (Full ¾) เนื่องจากกล้วยดิบมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย น้ำ แป้ง โปรตีน ไขมัน เส้นใย วิตามิน เกลือ แร่ต่าง ๆ โดยมีปริมาณแป้ง แคลเซียม เหล็ก และโปแตสเซียม สูงกว่าแป้งหลายชนิด เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งกล้วยจัดเป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรมเกษตรที่มีคุณค่า เป็นการถนอมอาหารและ สามารถนำไปเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และผลิตภัณฑ์ขนมไทย โดยแป้งกล้วยจะมีกลิ่นเฉพาะตัว มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีรวมตัวกับน้ำได้ดี คือ เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวใสเมื่อปล่อยให้เย็นจะเกิดลักษณะคล้ายวุ้นเนื่องจากเป็นแป้งที่มีอะไมโลสสูง จึงทำให้มีคุณสมบัติพิเศษเหมาะที่จะนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ดี โดยผลิตภัณฑ์บางชนิดสามารถใช้แป้งกล้วยทดแทนได้สูงถึงร้อยละ 50 (สิรินาถ, 2542) ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้ผลิตและนำแป้งกล้วยไปใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น

อาหารประเภทเส้นเป็นอาหารที่นิยมแพร่ไปทั่วโลก เนื่องจากมีความสะดวกสบาย และรวดเร็วในการเตรียม ราคาไม่แพง สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน และสามารถดัดแปลงทำอาหารได้หลากหลายชนิด เส้นพาสต้า เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยมักกะโรนี (Macaroni) สปาเกตตี (Spaghetti) เวอร์มิเซลลิ (Vermicelli) ลาซันยา (Lasagna) และผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่มีรูปร่างและขนาดคล้ายๆ กัน ซึ่งมักเรียกชื่อตามลักษณะของแป้ง เช่น โบว์ ข้องอ หอย รูปสัตว์ต่างๆ และเส้นเกลียว เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแป้งสาลีที่มีกลูเตนสูง อย่างแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา (Marti and Pagani, 2013) ซึ่งได้จากการบดข้าวสาลีชนิดดูรัม มีลักษณะเมล็ดสีเหลือง มีความใสแข็ง เนื้อเมล็ดแข็งต่อการโม่เนื่องจากมีโปรตีนสูง (10 - 15 % ที่ความชื้น 14 %) โดยเซโมลินาจะมีการบดเนื้อส่วนเอนโดสเปิร์ม (Endosperm)ในเมล็ดหยาบของข้าวสาลีชนิดดูรัม เซโมลินามีขนาดใหญ่กว่าแป้งทั่วไป โดยในการผลิตพาสต้าอาจผสมส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ไข่ แป้งถั่วเหลือง แป้งข้าวโพดหยาบ และกลูเตน นำมาผสมกับน้ำ นวดให้เข้ากัน เข้าเครื่องอัดด้วยความดัน ออกมาเป็นรูปร่างต่างๆ กัน โดยทั่วไปจะมีขายในลักษณะแห้งซึ่งเก็บรักษาง่าย เมื่อต้องการบริโภคก็นำมาต้มในน้ำเดือด แล้วสะเด็ดน้ำก่อนปรุงกับเนื้อ ผัก เนยสด เนยแข็ง และซอสต่าง ๆ (ปิยนุช, 2548)

แป้งสาลี และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแป้งสาลี ส่วนใหญ่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยเฉพาะแป้งสาลีชนิดดูรัมเซโมลิน่า เป็นแป้งสาลีที่มีราคาสูง ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยก็ได้มีงานวิจัยจำนวนมากศึกษาการใช้แป้งจากพืชชนิดต่าง ๆ ทดแทนการใช้แป้งสาลี เช่น การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในการผลิตแครกเกอร์ (มุทิตา, 2548) การใช้แป้งข้าวหอมมะลิพัฒนาเส้นสปาเกตตี้ (ปิยนุช, 2548) การใช้แป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กที่อบด้วยไมโครเวฟ (กุลกัญญา, 2548) การใช้แป้งสาลีผสมแป้งมันสำปะหลังผลิตแป้งพิซซ่า (ปถมาภรณ์, 2548) การพัฒนาเส้นบะหมี่จากแป้งข้าวเจ้าพร้อมบริโภคแช่แข็ง (ชุลีกร, 2549)

นอกจากนี้ ในปัจจุบันมีผู้บริโภคจำนวนมากมีอาการแพ้อาหารที่มีกลูเตน (Coeliac Disease) ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดกลูเตน (Gluten free) ได้รับความสนใจมากขึ้นด้วย กลูเตนเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่มีในแป้งสาลี และธัญพืชบางชนิด สามารถเพิ่มความเหนียวนุ่ม ขึ้นฟู ให้กับผลิตภัณฑ์จากแป้งสาลี การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดกลูเตนในปัจจุบันจะทำมาจาก ข้าว ข้าวโพด มันฝรั่ง และพืชอื่น ๆ ที่ไม่มีกลูเตนเป็น

องค์ประกอบ ทำให้แป้งจากพืชเหล่านี้มีคุณสมบัติในการผลิตผลิตภัณฑ์ไม่ดีเท่าการใช้แป้งสาลี จึงมีการเติม โปรตีน กัม หรือสารกลุ่มอิมัลซิไฟเออร์ต่าง ๆ โดยแป้งพืชที่พิจารณามาพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลอดกลูเตนจะต้องเป็นแป้งที่มีอะไมโลสสูง เพื่อสมบัติด้านการคืนตัวของแป้งสุก (Retrograde) (Marti and Pagani, 2013) ซึ่งการพัฒนาการอาหารปลอดกลูเตนจากแป้งกล้วยมีแนวโน้มการทดแทนได้ค่อยดี เนื่องจากแป้งกล้วยมีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น มีสมบัติเป็นแป้งที่ทนต่อการย่อย (resistant starch) ให้พลังงานต่ำ และยังมีสารประกอบฟีนอลเป็นองค์ประกอบ (Zandonadi *et al*., 2012)

ในปัจจุบัน ผู้บริโภคเอาใจใส่ในสุขภาพมากขึ้นเนื่องจากโรคภัยหลายชนิดเกิดจากการบริโภคที่ไม่ถูกหลักโภชนาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภาวะโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจขาดเลือด โรคหลอดเลือดอุดตัน และโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งการบริโภคอาหารที่มีปริมาณโคเลสตอลน้อย สามารถป้องกันและลดปัจจัยเสี่ยงต่อโรคดังกล่าวได้ (สมใจ และคณะ, 2529) และการบริโภคอาหารที่อุดมไปด้วยใยอาหาร รวมถึงใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble fiber) โดยใยอาหารนี้จะละลายน้ำและมีลักษณะเป็นเจลเกาะติดกับโมเลกุลของไขมันจากอาหารที่รับประทานเข้าไป จึงสามารถช่วยป้องกันและลดการดูดซึมไขมันเข้าสู่กระแสเลือดได้ หลังจากนั้นจะถูกขับออกไปทางอุจจาระ จึงช่วยลดระดับไขมันและน้ำตาลในคนไข้ที่มีปัญหาดังกล่าวได้ดี เมื่อศึกษาข้อมูลในกล้วยพันธุ์ต่างๆ พบว่า กล้วยเป็นแหล่งอุดมไปด้วยโพแทสเซียมสูงช่วยในการขับโซเดียมซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความดันเลือดสูงออกทางปัสสาวะ จึงลดการบวมของร่างกาย มีวิตามินบี 1 และบี 2 ช่วยเร่งการเผาผลานน้ำตาลและไขมัน มีแมกนีเซียมช่วยควบคุมความดันเลือด ให้พลังงานน้อย มีโปรตีนและเส้นใยทั้งที่ย่อยได้และย่อยไม่ได้ช่วยระบบการขับถ่ายของร่างกายให้ดีขึ้น รวมทั้งมีสารไฟโตเคมิคัลช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระและป้องกันมะเร็งได้ จึงเหมาะที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ดังนั้น การพัฒนาอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากกล้วย ถือเป็นทางเลือกในการสร้างมูลค่าเพิ่มที่น่าสนใจทางหนึ่ง ได้แก่ เครื่องดื่มที่มีสารอาหารพร้อมใช้สำหรับร่างกาย (Synbiotic) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตกล้วย การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำในรูปแบบเบียร์ และการประยุกต์ใช้แทนนินจากเปลือกกล้วยในรูปแบบผงและเจลลี่ และไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำโดยใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมันเพื่อปรับปรุงคุณภาพของไอศกรีมให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากการลดไขมันในไอศกรีมมีผลทำให้คุณภาพของไอศกรีมด้อยลง เช่น ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ และกลิ่นรสด้อยลง จึงเป็นที่มาของการพัฒนาปรับปรุงสูตรการผลิตโดยใช้สารทดแทนไขมันจากมอลโทเด็กซ์ทริน เพื่อช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสและความรู้สึกในปาก (mouth feel) ให้ดีขึ้น โดยมีรายงานวิจัยที่ศึกษาการนำมอลโทเด็กซ์ทรินมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีมกะทิไขมันต่ำ พบว่ามอลโทเด็กซ์ทรินสามารถทำหน้าที่เลียนแบบคุณลักษณะของไขมันในไอศกรีมกะทิไขมันต่ำได้และทำให้พลังงานที่ได้รับลดลงจากไอศกรีมกะทิไขมันเต็ม (ปิยะธิดา, 2551)

นอกจากนี้ ได้มีการศึกษาการพัฒนาระบบมาตรฐานกระบวนการผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มจากกล้วย โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แปรรูปจากกล้วย เป็นเป้าหมายหนึ่งที่ส่งเสริมการตลาดของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากกล้วยทั้งตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูป พบว่าการใช้สารกลุ่มซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งในการยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์ ลดการเน่าเสียของผลกล้วยที่ผ่านการแปรรูปและยืดอายุในการเก็บรักษาในอาหารและเครื่องดื่มแปรรูปเพื่อรอการกระจายสินค้าไปจนถึงมือผู้บริโภค ดังนั้น การใช้ในปริมาณที่เหมาะสมและมีปริมาณสารตกค้างไม่เกินค่ามาตรฐานที่องค์กร

ที่ประเมินความความปลอดภัยของการใช้วัตถุเจือปนอาหาร จึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่งแล้ว โดยมีขอบเขตในการศึกษาในเครื่องดื่มเบียร์กล้วย และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากกล้วยที่ทำการผลิตภายในประเทศไทย

การเพิ่มมูลค่าจากสารสกัดจากกล้วยในเวชภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ได้แก่ การศึกษาฤทธิ์ต้านการออกซิเดชั่นนของสารสกัดจากเปลือกกล้วยและการประยุกต์ใช้ในการผลิตโลชั่น เป้าหมายคือ เพิ่มมูลค่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง กล้วยไข่ และกล้วยเล็บมือนาง เนื่องจาก กล้วยเป็นผลไม้ที่มีการบริโภคมากที่สุดชนิดหนึ่งของโลก จึงทำให้กล้วยเป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอล (Vinson, Su, Zubik, and Bose, 2001) และกล้วยยังมีสารประกอบโดพามีน (dopamine) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีความสามารถในการทำลานอนุมูลอิสระ DPPH· ได้ดีกว่าอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น glutathione, butylated hydroxyanisole, hydroxytoluene, flavone luteolin, flavonol quercetin, catechin โดยโดพามีนจะพบมากในเปลือกและปลีกล้วย รวมถึงกล้วยสุก (Kanazawa and Sakakibara, 2000) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าในสารสกัดเปลือกกล้วยมีสารต้านอนมูลอิสระ gallocatechin โดยในเปลือกกล้วยจะมีปริมาณสูงกว่าในปลี (Someya, Yoshiki, and Okubo, 2002) นอกจากนี้ยังมีการใช้ประโยชน์เป็นสมุนไพร เช่น ราก และลำต้นใต้ดิน ช่วยแก้ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก กาบกล้วยมาวางที่ลำตัวช่วยลดไข้ ใบใช้อังไฟนำมาประคบบริเวณปวดเมื่อย ผลใช้บำรุงน้ำนมมารดา เปลือกกล้วยทาบริเวณยุงกัด กานกล้วยใช้ห้ามเลือด ผลดิบแก้ท้องผูก เป็นต้น

ประเทศไทยมีการแปรรูปผลไม้จำนวนมากโดยเฉพาะกล้วย ก่อให้เกิดเปลือกผลไม้ซึ่งเป็นสิ่งเหลือใช้ในระดับอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงสมบัติการต้านอนุมูลอิสระเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งเปลือกของผลไม้เป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอล แคโรทีนอยด์ (carotenoids) และสารสำคัญอื่นๆ (De Sotillo, Hadley, and Holm, 1994) โดยมีรายงานว่าเปลือกกล้วยและเปลือกมะเขือเทศเป็นแหล่งของสารประกอบแคโรทีนอยด์ที่ดี (Subagio, Morita, and Sawada, 1996) นอกจากนี้ยังพบว่าเส้นใยอาหารที่ได้จากเปลือกผลไม้เช่นเปลือกมะม่วงมีสมบัติในการต้านออกซิเดชันสูง โดยพบว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่า DL-**α**-tocopherol ที่ใช้เป็นสารต้านออกซิเดชันทางการค้า (Larrauri, Rupérez, and Saura-Calixto, 1997)

และการผลิตบรรจุภัณฑ์ชีวภาพจากกล้วย ได้แก่ การผลิตฟรุตแตนผลจากกล้วยและประโยชน์กากกล้วย มีเป้าหมายและขอบเขต คือ ผลิตฟรุกแตนผงและกากกล้วยที่เหลือมาใช้ประโยชน์จากกล้วยหอม กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยเล็บมือนางและกล้วยหักมุก ในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการรักษาสุขภาพมากยิ่งขึ้น งานวิจัยใหม่ ๆพบว่า นอกเหนือจากคุณค่าทางวิตามินเกลือแร่และใยอาหารแล้ว สาร pre-biotic อย่างเช่น Inulin และ Fructo-oligosaccharide (FOS) หรือที่อาจเรียกรวม ๆ ว่าฟรุกแตน (Fructan) ยังให้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ให้โทษในลำไส้ Roberfroid *et al*., 1998 ป้องกันอาการท้องผูก (Nyman, 2002) เพิ่มอัตราการดูดซึมแคลเซียม (Abrams *et al*., 2005)ช่วยให้ระบบลำไส้ทำงานได้เป็นปกติ (Kleessen and Blaut, 2005) และยังช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งลำไส้อีกด้วย (Van Loo *et al*., 2005) พืชที่เป็นแหล่งของฟรุกแตนได้แก่ แก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) และมีงานวิจัยจำนวนมากรายงานผลของสารพรีไบโอติกประเภทฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีต่อสุขภาพ งานวิจัยที่เกี่ยวกับปริมาณของฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ในกล้วยเริ่มมีมากขึ้นเช่นในรายงานของ Campbell *et al*. (1997) พบว่ากล้วยมีปริมาณ FOS 10.9 % ต่อน้ำหนักแห้ง และ Homme (2001) รายงานว่าในกล้วยบดมีปริมาณ FOS 1.3 mg/g ดังนั้นเพื่อเป็นการใช้ประโยชน์กล้วย

ที่มีราคาต่ำ และกล้วยตีนเต่าซึ่งมีมูลค่าต่ำ จึงควรศึกษาการผลิตฟรุกแตนผงจากกล้วย และการใช้ประโยชน์จากกากกล้วยที่เหลือ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตกล้วยได้

และการผลิตพลาสติกชีวภาพจากต้นกล้วยเพื่อประยุกต์ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ เป้าหมายและขอบเขต คือ นำเซลลูโลสจากต้นกล้วยมาสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose: CMC) เพื่อผลิตพลาสติกชีวภาพ เนื่องจากการผลิตพืชเพื่อการส่งออก ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพจะถูกเลือกไป ทิ้งผลผลิตที่ไม่ได้ตามมาตรฐานส่งออกไว้หรือการนำกล้วยไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จะมีเศษที่เหลือใช้ เช่น เปลือก ส่วนของลำต้นเทียม ฯ ทิ้งเป็นขยะซึ่งเป็นปัญหากับเกษตรกรผู้ผลิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นการศึกษาการใช้ประโยชน์จากกล้วยและสิ่งเหลือใช้ของกล้วยเศรษฐกิจ (กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม กล้วยไข่) ไม่ว่าจะแปรรูปอย่างง่ายที่เกษตรกรทำได้เองหรือในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่า เป็นการสร้างอาชีพและเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่ง

คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส หรือ ซีเอ็มซี (Carboxymethyl Cellulose, CMC) เป็น “โพลิเมอร์ชีวภาพ” ที่มีบทบาทสำคัญมากในอุตสาหกรรมหลายชนิด มีการนำเข้าเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ได้จากการทำปฏิกิริยาของเอลฟาเซลลูโลสปริมาณสูงกับอีเธอร์ริไฟอิงเอเจนต์ในสภาวะด่างเมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายหนืดใส ไม่มีกลิ่น และไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย สามารถใช้ประโยชน์ได้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมซักฟอก สิ่งทอ กระดาษ สี กาว เซรามิก อาหารและยา และด้านการเกษตร โดยวัตถุดิบในการเตรียมซีเอ็มซี ในต่างประเทศส่วนใหญ่ผลิตจากไม้ยืนต้น เช่น สน และยูคาลิปตัส เนื่องจากให้เยื่อเซลลูโลสที่มีคุณภาพสูง ประเทศไทยมีพืชและผลไม้หลายชนิดที่สามารถนำมาสกัดแยกเยื่อเซลลูโลสคุณภาพสูงได้ เช่น ชานอ้อย ข้าวโพด และเปลือกทุเรียน ซึ่งเป็นสิ่งเหลือใช้จำนวนมากจากการเกษตร ที่สามารถเพิ่มมูลค่าได้ (กฤษณา) ซึ่งได้มีงานทดลองเตรียมคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (ซีเอ็มซี) จากเปลือกทุเรียนโดยการทำปฏิกิริยาของเยื่อเอลฟาเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนกับสารอีเทอร์ริฟายอิงเอเจนต์ในสภาวะด่าง พบว่ามีคุณภาพใกล้เคียงกับซีเอ็มซีเกรดการค้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ (กฤษณา และคณะ, 2548) และเตรียมฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (ซีเอ็มซี) จากเปลือกทุเรียน เพื่อใช้เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ โดยใช้กลีเซอรอลและโพลิเอทิลีนไกลคอลเป็นสารเติมแต่ง พบว่าฟิล์มซีเอ็มซี เข้มข้นร้อยละ 4.5 ของปริมาตรน้ำ ที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 1.2 มีศักยภาพในการใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ที่ละลายน้ำได้ (นิลวรรณ และคณะ)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ส่วนของพืชหรือผลไม้ที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบสามารถนำมาสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสได้ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำต้นกล้วยมาสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสได้ เนื่องจากเป็นพืชที่มีปริมาณเซลลูโลสสูง และสามารถนำไปพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าต่อไป นอกเหนือจากการนำมาใช้ประโยชน์โดยการทำปุ๋ย เชือก กระดาษ และอุตสาหกรรมสิ่งทอ ฯลฯ โดยนอกจากจะช่วยเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรแล้ว ยังช่วยลดภาวะโลกร้อนจากการลดประมาณขยะจากภาคการเกษตร และการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

กิจกรรมย่อย การศึกษาเทคโนโลยีการเก็บรักษาผลผลิตก่อนการแปรรูป

1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและการเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

<u>การศึกษาสารยืดอายุการเก็บรักษาร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเพื่อยืดอายุและคงคุณภาพกล้วยน้ำว้าหลังเก็บเกี่ยว</u>

1. กล้วยน้ำว้าที่ใช้ในการทดลองได้จากสวนของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยน้ำว้าจังหวัดสุโขทัย โดยเก็บเกี่ยวคัดเลือกกล้วยน้ำว้าที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ มีความสม่ำเสมอ สี ขนาด น้ำหนัก แล้วพ่น/จุ่มด้วยสารยืดอายุการเก็บรักษา แล้วปล่อยให้แห้ง 30 นาที บ่มให้สีเปลือกเปลี่ยนจากเขียวเป็นเหลืองปนเขียว นาน 4 วัน และรมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 24 ชั่วโมง 20 $^{\circ}$C ก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ LDPE มีการเติม additive ป้องกันการเกิดหยดน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 วัน แล้วนำมาทำการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Factorial 3x2 in completely randomized design (CRD) โดยให้แต่ละกรรมวิธีมี 5 ซ้ำๆละ 4 ผล ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คือ ชนิดของสารยืดอายุการเก็บรักษา มี 3 ชนิด คือ น้ำเป็นตัวควบคุม อิมาซาลิลเป็นสารเคมีควบคุมเชื้อรา และไคโตซานเป็นสารสกัดจากสิ่งมีชีวิต

ปัจจัยที่ 2 คือ ความหนาบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ LDPE (low density polyethylene) มีการเติม additive เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ขณะทำการเก็บรักษา มี 2 ระดับ คือ 25 และ 40 ไมครอน

รวมเป็นกรรมวิธีทั้งหมด 6 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยน้ำ (ตัวควบคุม) เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แอคทีพ ความหนา 25 ไมครอน

กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยน้ำ (ตัวควบคุม) เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แอคทีพ ความหนา 40ไมครอน

กรรมวิธีที่ 3 จุ่มด้วยอิมาซาลิล (สารเคมี) ความเข้มข้น 2 ml/l เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แอคทีพ ความหนา 25 ไมครอน

กรรมวิธีที่ 4 จุ่มด้วยอิมาซาลิล (สารเคมี) ความเข้มข้น 2 ml/l เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แอคทีพ ความหนา 40ไมครอน

กรรมวิธีที่ 5 พ่นด้วยสารละลายไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แอคทีพ ความหนา 25 ไมครอน

กรรมวิธีที่ 6 พ่นด้วยสารละลายไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แอคทีพ ความหนา 40 ไมครอน

<u>การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยวที่มีความแก่ 80% ตามความสุกแก่ 4 ระยะ</u> คือ

ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระยะที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่า สีเขียว

ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลือง แต่ปลายยังเป็นสีเขียว

ระยะที่ 8 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีสีน้ำตาลมากขึ้น (สุกมากเกินไป เนื้อเริ่มอ่อนตัวและมีกลิ่นแรง)

ระยะเวลา เริ่ม ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ

สวนกล้วยน้ำว้าเพื่อการส่งออกจังหวัดสุโขทัย

ศูนย์วิจัยพืชสวนสุโขทัย

ห้องปฏิบัติการโภชนาการ ตึก สวป ชั้น 2 กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ตึก สวป. ชั้น7 กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและยืดอายุเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยหอมและกล้วยไข่ในขั้นตอนเตรียมวัตถุดิบก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

<u>การศึกษาการใช้ 1-mcp ร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคยืดอายุ เพื่อรักษาคุณภาพกล้วยไข่และกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย</u>

%การเปลี่ยนเป็นสีเหลือง	0	20	40	60	80	100	100
การเกิดจุดสีน้ำตาล	-	-	-	-	-	-	++

ให้กรรมวิธียืดอายุ เครื่องดื่มนมกล้วย

ระดับการสุกกล้วยไข่และกล้วยหอมที่เหมาะกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย คือ ระยะเปลือกกล้วยเปลี่ยนจากสีเขียวกลาย เป็นสีเหลือง 60-80% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

เป้าหมายหลัก คือ ยืดอายุการเก็บรักษากล้วยที่มีระยะการสุกเหมาะสมกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วยให้นานที่สุด

กล้วยไข่และกล้วยหอมที่ใช้ในการทดลองได้จากสวนของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไข่จังหวัดจันทบุรี และเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยหอมจังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดสุโขทัย โดยเก็บเกี่ยวคัดเลือกกล้วยไข่และกล้วยหอมดิบที่มีความแก่ 70 % มีความสม่ำเสมอ สี ขนาด น้ำหนัก ทำความสะอาดด้วยคลอล็อก ความเข้มข้น 500 ppm พร้อมเด็ดเกสรดอกที่แห้งออก จุ่มในสารละลายอิมาซาลิล ความเข้มข้น 2 มล./ลิตร และสารละลายเอทิฟอน ความ

เข้มข้น 500 ppm ปล่อยให้แห้ง นาน 30 นาที รมด้วยสาร 1- mcp ความเข้มข้น 0 และ1,000 ppb นาน 24 ชั่วโมง 25 °C แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ยืดอายุ ตามกรรมวิธีที่กำหนด ได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีนและถุงแอคทีฟ LDPE ที่มีการเติม additive ป้องกันการเกิดหยดน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ หนา 25 และ 40 ไมครอนร่วมกับตัวดูดซับเอทิลีน เก็บรักษาไว้ที่ 14 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % นาน 60 วัน บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุก 3 วันตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 6 กรรมวิธีๆละ 7 ซ้ำๆ ละ 4 ผล ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 รมด้วยสาร 1-mcp ความเข้มข้น 0 ppb และบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน
กรรมวิธีที่ 2 รมด้วยสาร 1-mcp ความเข้มข้น 0 ppb และบรรจุในถุงแอคทีฟ หนา 25 ไมครอน
กรรมวิธีที่ 3 รมด้วยสาร 1-mcp ความเข้มข้น 0 ppb และบรรจุในถุงแอคทีฟ หนา 40 ไมครอน
กรรมวิธีที่ 4 รมด้วยสาร 1-mcp ความเข้มข้น 1,000 ppb และบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน
กรรมวิธีที่ 5 รมด้วยสาร 1-mcp ความเข้มข้น 1,000 ppb และบรรจุในถุงแอคทีฟ หนา 25 ไมครอน
กรรมวิธีที่ 6 รมด้วยสาร 1-mcp ความเข้มข้น 1,000 ppb และบรรจุในถุงแอคทีฟ หนา 40 ไมครอน

<u>ศึกษาการใช้เคลือบสารยืดอายุกลุ่ม GRAS เพื่อยืดอายุและรักษาคุณภาพกล้วยไข่และกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย</u>

กล้วยไข่และกล้วยหอมที่ใช้ในการทดลองได้จากสวนของเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไข่จังหวัดจันทบุรี และเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยหอมจังหวัดเพชรบุรีโดยเก็บเกี่ยวคัดเลือกกล้วยไข่และกล้วยหอมดิบที่มีความแก่ 70 % มีความสม่ำเสมอ สี ขนาด น้ำหนัก ทำความสะอาดด้วยคลอล็อก ความเข้มข้น 500 ppm พร้อมเด็ดเกสรดอกที่แห้งออก จุ่มในสารละลายอิมาซาลิล ความเข้มข้น 2 มล.ต่อลิตร และสารละลายเอทิฟอน ความเข้มข้น 500 ppm ปล่อยให้แห้ง นาน 30 นาที รมด้วยสาร 1- mcp ความเข้มข้น 1,000 ppb นาน 24 ชั่วโมง 25 °C และจุ่ม/สเปรย์สารเคลือบตามกรรมวิธีที่กำหนด ปล่อยให้แห้ง นาน 30 นาที มีกรรมวิธีดังต่อไปนี้

กรรมวิธี ที่ทดสอบกับกล้วยไข่

กรรมวิธีที่ 1 จุ่มด้วยอิมาซาลิล (สารเคมี) ความเข้มข้น 2 ml/l
กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 %
กรรมวิธีที่ 3 จุ่มด้วยกรดซาลิไซลิค ความเข้มข้น 0.010 %
กรรมวิธีที่ 4 จุ่มด้วยกรดซิตริค ความเข้มข้น 0.25 %
กรรมวิธีที่ 5 จุ่มด้วยกรดซิตริค ความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับ ไคโตซาน ความเข้มข้น 0.25 %

กรรมวิธี ที่ทดสอบกับกล้วยหอม

กรรมวิธีที่ 1 จุ่มด้วยอิมาซาลิล (สารเคมี) ความเข้มข้น 2 ml/l
กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยไคโตซาน ความเข้มข้น 0.5 %
กรรมวิธีที่ 3 จุ่มด้วยกรดซาลิไซลิค ความเข้มข้น 0.025 %
กรรมวิธีที่ 4 จุ่มด้วยกรดซิตริค ความเข้มข้น 0.5 %
กรรมวิธีที่ 5 จุ่มด้วยกรดซิตริค ความเข้มข้น 0.5 % ร่วมกับ ไคโตซาน ความเข้มข้น 0.5 %

แล้วบรรจุในถุงแอคทีฟ LDPE ที่มีการเติม additive ป้องกันการเกิดหยดน้ำภายในบรรจุภัณฑ์ และสามารถคงการสุกและคุณภาพของกล้วยไข่และกล้วยหอมที่เหมาะเป็นวัตถุดิบของการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย โดยบรรจุ ร่วมกับตัวดูดซับเอทิลีน สามารถจำแนกการบรรจุถุงตามชนิดของกล้วย ดังนี้

กล้วยไข่บรรจุในถุงแอคทีฟที่มีความหนา 25 ไมครอน

กล้วยหอมบรรจุในถุงแอคทีฟที่มีความหนา 40 ไมครอน

และนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 14 $^{\circ}$C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % นาน 56 วัน บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทุก 7 วัน และย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน เพื่อสังเกตุการสุกและอาการผิดปกติที่เกิดขึ้น วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 5 กรรมวิธีๆละ 6 ซ้ำๆละ 4 ผล

ระยะเวลา เริ่ม 1 ตุลาคม 2556 สิ้นสุด 30 กันยายน 2558

สถานที่ดำเนินการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

กิจกรรมย่อย การพัฒนาอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากกล้วย

การผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากกล้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1.การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำเพื่อสุขภาพจากกล้วย

ศึกษาคัดเลือกชนิดของกล้วยเพื่อใช้ในการแปรรูปและศักยภาพในการผลิตแอลกอฮอล์

ศึกษาความเป็นไปได้ในการหมักแอลกอฮอล์จากกล้วยโดยคัดเลือกกล้วยจาก 3 พันธุ์หลัก ทำการทดลองหมักแอลกอฮอล์โดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*สายพันธุ์ HHD1 หมักเป็นเวลา 10 วัน จากนั้นบันทึกข้อมูลสารอาหารที่สำคัญ ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ และปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำ

ศึกษากระบวนการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำโดยประยุกต์จากหลักการผลิตเบียร์แบบแอมเบอร์ (การผลิตเบียร์แบบยีสต์ลอย) แบ่งออกเป็นสามช่วง ได้แก่

1.ศึกษากระบวนการหมักมอลท์ ทดลองใช้กล้วยต้มทั้งเปลือก แล้วบดเนื้อกล้วยสุกไว้บนตะแกรงก่อนนำไปผึ่งแดดให้แห้ง จากนั้นศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมที่ไม่บดบังกลิ่นกล้วย แล้วนำมาคั่ว บดและร่อนร่วมกับเนื้อกล้วย ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและลักษณะปรากฏของเนื้อกล้วยด้วยสายตา การทดสอบทางเคมีและประสาทสัมผัส

2.ศึกษากระบวนการผลิตน้ำวอร์ทเพื่อการพัฒนากลิ่น ศึกษาอัตราส่วนการผลิตน้ำวอร์ทจากกล้วยโดยศึกษาปริมาณน้ำและปริมาณฮอปที่เหมาะสม ต่ออุณหภูมิของการต้มน้ำวอร์ทที่ 100 ^{0}C และ 70 ^{0}C ตามลำดับ ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและลักษณะปรากฏของเนื้อกล้วยด้วยสายตา การทดสอบทางเคมีและประสาทสัมผัส

3.ศึกษากระบวนการหมักเบียร์แบบยีสต์ลอย ศึกษาการหมักเบียร์ของน้ำวอร์ทกล้วยทั้ง 3 ชนิด โดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ BAbeerทำการหมักนาน 10 วัน บันทึกข้อมูลปริมาณสารอาหาร ปริมาณแอลกอฮอล์ ความต่อเนื่องของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ระยะเวลา เริ่ม 1 ตุลาคม 2553 สิ้นสุด 30 กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

2.การผลิตเครื่องดื่มที่มีสารอาหารพร้อมใช้สำหรับร่างกาย (Synbiotic) จากกล้วย

ศึกษาคัดเลือกชนิดของกล้วยเพื่อใช้ในการแปรรูปเครื่องดื่มพร้อมใช้สำหรับร่างกาย

ศึกษาความเป็นไปได้ในการสกัดสาร Galacto-oligosaccharide หรือ GOS จากกล้วย 3 พันธุ์ นำกล้วยมาเตรียมสารสกัดน้ำตามวิธีของ Roy et al., 1991 โดยใช้ความเย็น แล้วเก็บน้ำที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิ 7 ^{0}C (น้ำกล้วย) ทดลองแปรผันความร้อน (45 และ 65 ^{0}C) เป็นเวลา 30 นาที บันทึกข้อมูลปริมาณ GOS ที่วิเคราะห์ด้วย Thin-Layer Chromatography : TLC (B. rabiu, 2001) จากนั้นทดลองทำแห้งแบบผงและบันทึกข้อมูลปริมาณ GOS ที่เปลี่ยนแปลง

ศึกษาวิธีการที่เหมาสมในการสกัด GOS และสารคอลลอยด์ที่เหมาะสมในการช่วยสกัด

ศึกษาสารคอลลอยด์ที่ใช้สกัด GOS โดยแบ่งเป็นสารสกัดจากเวย์โปรตีนจากนม เคซีนจากนมและอัลบูมินจากไข่ขาว สกัดตามแบบวิธีแบบ WBBH Beverage ของ Yadav et al., 2010 โดยการใช้อุณหภูมิที่ศึกษาร่วมกับการผสมเวย์โปรตีน เคซีนหรืออัลบูมินที่ 45 ^{0}C แล้วใช้กระบวนการ Spray dryer ร่วมกับใช้มอล์โตเดกตรินเบอร์ 20 เป็นสารตัวจับ จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนคงเหลือด้วยวิธีKjeldahl (AOAC 2000) และอัตราการผลิต GOS ด้วยเอนไซม์ β-galactosidase (B.Rabiu, 2001) แล้วทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากโปรตีนสกัดจากกล้วย : โยเกิร์ตกล้วย

ศึกษาสูตรในการผลิตโยเกิร์ตกล้วยที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้โปรตีนสกัดจากกล้วยและน้ำตาลเป็น 26 : 0 %, 21 : 5% และ 16 : 10% โดยน้ำหนักทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนา และวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพได้แก่ สีในระบบ L,a,b ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความหนืด (cPs) และค่าความชอบ (Hedonic score)

ระยะเวลา เริ่ม 1 ตุลาคม 2553 สิ้นสุด 30 กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

3.ศึกษาสารประกอบแทนนินจากเปลือกกล้วยในรูปแบบผลและเจลลี่

คัดเลือกชนิดของกล้วยเพื่อใช้ในการแปรรูปและการสกัดแทนนินจากเปลือกกล้วยโดยความร้อน

ศึกษาความเป็นไปได้ในการสกัดแทนนินจากเปลือกกล้วย โดยคัดเลือกกล้วยมาโดยมุ่งเน้น 3 พันธุ์หลัก วิเคราะห์ปริมาณแทนนินโดยใช้น้ำร้อน โดยการวัดจากดชนีเจลลาติน การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ศึกษาความเป็นไปได้ในการสกัดแทนนินจากเปลือกกล้วย โดยใช้ทดสอบทำแห้งโดยวิธีอบโดยเปรียบเทียบ จากการให้ความร้อนโดยตรง การอบด้วยลมร้อน การอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และการทำแห้งด้วยความเย็น แล้ววิเคราะห์ข้อเสียข้อดี แล้วนำผงแทนนินที่ได้มาศึกษาความเสถียรการเปลี่ยนแปลงในการก่อเจล ปริมาณแทนนินคงเหลือ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นแทนนินจากเปลือกกล้วย

ศึกษาสูตรในการผลิตเยลลี่เปลือกกล้วยที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้แทนนินสกัดจากกล้วยที่ผลิตได้ วางแผนการทดลองแบบ CRD แปรระดับของอัตราส่วนระหว่างแทนนินสกัดจากกล้วยและน้ำตาลเป็น 30:0%, 20:5%, 10:10% และ 0:20% โดยน้ำหนักทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนา และวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพได้แก่ ความชื้น ปริมาณเถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ไฟเบอร์และปริมาณแพคติน

ระยะเวลา เริ่ม 1 ตุลาคม 2553 สิ้นสุด 30 กันยายน 2554

สถานที่ดำเนินการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

4 การผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำโดยใช้มอลโทเด็กซ์ตรินเป็นสารทดแทนไขมัน

ชนิดของกล้วยที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ กล้วยเล็บมือนาง, กล้วยน้ำว้า, กล้วยไข่, และกล้วยหอม โดยระยะการสุกของกล้วยที่เหมาะสมสำหรับนำมาแปรรูปเป็นไอศกรีม คือ กล้วยที่มีระยะการสุกที่ 7 เนื่องจากมีการสุกเต็มที่ และมีกลิ่นหอม รวมทั้งมีรสชาติที่หวานทำให้สามารถลดปริมาณน้ำตาลซูโครสในสูตรการผลิตไอศกรีมได้ นอกจากนี้ในกล้วยสุกเพคตินที่ไม่ละลายน้ำจะลดลงและเพคตินที่ละลายน้ำได้ (soluble pectin) จะเพิ่มขึ้น (สังคม, 2547) ทำให้เพคตินที่ละลายน้ำได้สามารถเกิดอันตรกิริยากับน้ำได้มากขึ้นซึ่งจะส่งผลให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมเรียบเนียนมากขึ้นด้วย

การทดลองสูตรการผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำโดยใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมัน

วางแผนการทดลองแบบ (Completely randomized design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการทดลองกล้วยแต่ละชนิดมีสูตรการผลิต 8 กรรมวิธี, กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ อัตราส่วนของปริมาณไขมันและสารทดแทนไขมันมอลโทเด็กซ์ทรินมี 4 ระดับ และปริมาณน้ำตาลมี 2 ระดับ กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง คือ

กรรมวิธีที่ 1. สูตรมาตรฐาน โดยกำหนดปริมาณไขมันเป็น 5% (สูตรควบคุม) ปริมาณน้ำตาล 3 %

กรรมวิธีที่ 2. สูตรมาตรฐาน โดยกำหนดปริมาณไขมันเป็น 5% (สูตรควบคุม) ปริมาณน้ำตาล 6 %

กรรมวิธีที่ 3. สูตรไขมัน 3 % (ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทริน 2 % ของปริมาณไขมันทั้งหมดในสูตรควบคุม) ปริมาณน้ำตาล 3 %

กรรมวิธีที่ 4. สูตรไขมัน 3 % (ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทริน 2 % ของปริมาณไขมันทั้งหมดในสูตรควบคุม) ปริมาณน้ำตาล 6 %

กรรมวิธีที่ 5. สูตรไขมัน 2 % (ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทริน 3 % ของปริมาณไขมันทั้งหมดในสูตรควบคุม) ปริมาณน้ำตาล 3 %

กรรมวิธีที่ 6. สูตรไขมัน 2 % (ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทริน 3 % ของปริมาณไขมันทั้งหมดในสูตรควบคุม) ปริมาณน้ำตาล 6 %

กรรมวิธีที่ 7. สูตรไขมัน 1 % (ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทริน 4 % ของปริมาณไขมันทั้งหมดในสูตรควบคุม) ปริมาณน้ำตาล 3 %

กรรมวิธีที่ 8. สูตรไขมัน 1 % (ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทริน 4 % ของปริมาณไขมันทั้งหมดในสูตรควบคุม) ปริมาณน้ำตาล 6 %

สูตรการผลิตและกรรมวิธีการผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ (ดัดแปลงจาก Marshall และ Arbuckle, 1996) (ส่วนประกอบของสูตรการผลิตไอศกรีมเหลวแสดงดังตารางที่ 1) โดยมีวิธีการผลิต ดังนี้

ผสมส่วนผสมแห้ง ได้แก่ สารให้ความคงตัว, อิมัลซิไฟเออร์ และน้ำตาลเข้าด้วยกัน หลังจากนั้นนำไปละลายในน้ำร้อนและให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ต่อไปใส่วัตถุดิบที่เป็นของแห้งได้แก่ หางนมผง, น้ำตาลเด็กซ์โตรส และมอลโทเด็กซ์ทริน ละลายให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำวัตถุดิบที่เป็นของเหลวได้แก่ น้ำนมขาดมันเนยและวิปปิ้งครีมเติมลงไป คนจนละลายดีและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที จนส่วนผสมละลายเข้ากันดี จากนั้นเติมเนื้อกล้วยลงไป (ไม่ควรปอกเปลือกกล้วยทิ้งไว้เนื่องจากเนื้อกล้วยจะสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศซึ่งทำให้เกิดสีน้ำตาลในเนื้อกล้วยได้) นำส่วนผสมไปปั่นในเครื่องปั่นผสมอาหารโดยใช้ความเร็วสูงนาน 2 นาที เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันและเป็นการโฮโมจิไนเซอร์ส่วนผสมไอศกรีมเหลวที่ได้ หลังจากนั้นพาสเจอร์ไรซ์ส่วนผสมทันทีเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของกล้วย โดยทำการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที เมื่อทำการพาสเจอไรส์ส่วนผสมเสร็จแล้วนำส่วนผสมไอศกรีมเหลวใส่ถุงพลาสติกและหล่อเย็นส่วนผสมในอ่างน้ำแข็งเพื่อลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ขั้นตอนต่อไปนำไอศกรีมเหลวดังกล่าวบ่มที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำไอศกรีมเหลวที่ผ่านการบ่มมาปั่นในเครื่องปั่นไอศกรีมเป็นเวลา 45 นาที บรรจุไอศกรีมที่ได้ลงในถ้วยพลาสติกมีฝาปิด และนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -30 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านต่าง ๆ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid, %) โดยใช้ Hand refractometer

1.2 วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของไขมัน โดยวิธี Roese–Gottlieb

1.3 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนทั้งหมดโดยวิธี Kjeldahl Method

1.4 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2000)

1.5 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC (2000)

2. การศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ ดังนี้

2.1 การวัดโอเวอร์รัน (overrun) โดยวิธีของ (Arbuckle, 1986)

โอเวอร์รัน (overrun) หมายถึง ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของไอศกรีมจากส่วนผสมไอศกรีมเหลวเนื่องจากการอัดอากาศในระหว่างการผลิต การวัดโอเวอร์รันของไอศกรีมโดยกำหนดปริมาตรคงที่ ชั่งน้ำหนักไอศกรีมเหลวในถ้วยพลาสติกขนาดความจุ 30 มิลลิลิตร บันทึกน้ำหนักไอศกรีมเหลว หลังจากปั่นเป็นไอศกรีม

ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่บรรจุในถ้วยพลาสติกใบเดิม บันทึกค่าน้ำหนักไอศกรีมที่ได้ นำข้อมูลไปคำนวณค่าโอเวอร์รันดังสมการต่อไปนี้

$$\text{โอเวอร์รัน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{(น้ำหนักไอศกรีมเหลว-น้ำหนักไอศกรีม)}\times 100}{\text{น้ำหนักไอศกรีม}}$$

2.2 การวัดอัตราการละลาย ดัดแปลงจากวิธีของ (จุฑารัตน์, 2549) บรรจุไอศกรีมลงในถ้วยพลาสติกให้ได้น้ำหนัก 50 ± 5 กรัม นำไอศกรีมไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -30 ± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง วัดอัตราการละลายที่อุณหภูมิห้อง 25 ± 1 องศาเซลเซียสโดยวางไอศกรีมบนตะแกรงร่อน (Test sieve) ขนาด 20 mesh รองรับไอศกรีมที่ละลายด้วยบิกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เริ่มวัดอัตราการละลายเมื่อไอศกรีมมีอุณหภูมิ -10 ± 0.1 องศาเซลเซียสที่ระดับความลึก 1 เซนติเมตรจากผิวหน้าไอศกรีม โดยวัดจากแท่งวัดอุณหภูมิ (thermocouple) จากนั้นชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายทุก 10 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายในทุกๆ 10 นาทีคิดเทียบน้ำหนัก 100 กรัม ดังสมการข้างล่าง

$$\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลายต่อ 100 กรัม} = \frac{\text{น้ำหนักไอศกรีมที่ละลาย}}{\text{น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น}} \times 100$$

จากนั้นนำค่าน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายต่อ 100 กรัมที่ได้สร้างกราฟกับเวลา (นาที) เพื่อหาความชันรายงานเป็นอัตราการละลายต่อ 100 กรัม

2.3 การวัดเนื้อสัมผัสไอศกรีม โดยวิธีของ (กนกพร, 2545) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) อาศัยแรงกดที่กระทำต่อไอศกรีมด้วยระยะทางคงที่โดยบรรจุไอศกรีมลงถ้วยพลาสติก บันทึกน้ำหนัก นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้หัววัดชนิดทรงกรวยเบอร์ P/45C โหลดเซลล์รับน้ำหนักได้ 50 กิโลกรัมความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนทดสอบ ขณะทดสอบ หลังทดสอบ 2.0 1.0 และ 1.0 มิลลิเมตร/วินาที ตามลำดับ วัดแรงเมื่อหัววัดลึก 15 มิลลิเมตร เริ่มวัดเนื้อสัมผัสเมื่อไอศกรีมมีอุณหภูมิ -12 ± 0.1 องศาเซลเซียส ที่ระดับความลึกจากผิวหน้า 1 เซนติเมตร

2.4 การวัดค่าสี ในระบบ CIE L* a* และ b* โดยเครื่องวัดสี

2.5 การวัดค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยใช้หัวเข็มขนาด No. 1 ความเร็ว 50 รอบต่อนาที วัดความหนืดของไอศกรีมเหลวหลังผ่านการบ่มที่อุณหภูมิประมาณ 4 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยเครื่องวัดความหนืด อ่านค่าที่ได้หลังมอเตอร์หมุน 30 วินาที ควบคุมอุณหภูมิตัวอย่างที่ 20 ± 1 องศาเซลเซียส

3. การศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (Consumer test)

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และทดสอบการให้คะแนนความชอบโดยวิธี Hedonic scoring test 9 point ซึ่งมีระดับคะแนน 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) เพื่อประเมินความชอบในลักษณะสำคัญต่าง ๆ ของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ โดยใช้ตัวอย่างไอศกรีมกล้วยสูตรมาตรฐานที่ไม่มีการลดไขมันเป็นตัวอย่างควบคุม ปัจจัยที่ใช้ทดสอบได้แก่ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความรู้สึกในปาก และความชอบโดยรวม จำนวนผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน 15 คน

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำจากกล้วยทั้ง 4 ชนิด

เก็บรักษาไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำจากกล้วยทั้ง 4 ชนิด ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ศึกษาคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ คุณภาพทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๕๔) พ.ศ. ๒๕๕๖ เรื่อง ไอศกรีมเพื่อประเมินหาอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

5. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ (สูตรที่แนะนำสำหรับการผลิต) จากกล้วยทั้ง 4 ชนิดดังรายการต่อไปนี้ โปรตีน ไขมันทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร พลังงานทั้งหมด น้ำตาลทั้งหมด วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2

ระยะเวลา เริ่ม 1 ตุลาคม 2555 สิ้นสุด 30 กันยายน 2556

สถานที่ดำเนินการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

กิจกรรมย่อย การเพิ่มมูลค่าจากสารสกัดจากกล้วยในเวชภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

5. ศึกษาฤทธิ์ต้านการออกซิเดชั่นของสารสกัดจากเปลือกกล้วยและการประยุกต์ใช้ในการผลิตโลชั่น

การศึกษาการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วย ศึกษาถึงผลของอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อปริมาตรตัวทำละลายและศึกษาผลความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้สกัดต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วย โดยเปลือกกล้วยที่ใช้ศึกษาเป็นเปลือกกล้วยสุก ซึ่งมีวิธีการดังนี้

การศึกษาผลของอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อปริมาตรตัวทำละลายต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกกล้วย

ศึกษาการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วยในตัวอย่างกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยไข่ โดยชั่งตัวอย่างเปลือกกล้วยปั่นละเอียด เติมเอทานอล 95 % v/v ลงในตัวอย่างเปลือกกล้วย ในอัตราส่วน เอทานอล : เปลือกสด 10 : 1 และ 5 : 1 แช่ทิ้งไว้ 3 วัน จากนั้นกรองแยกกาก แล้วนำกากไปสกัดซ้ำจนกระทั่งสารละลายที่ได้มีสีจาง แล้วนำสารละลายที่ได้จากการสกัดระเหยแห้งแบบลดความดัน และปรับปริมาตรด้วย เอทานอล 95 % v/v เก็บตัวอย่างสารสกัดที่ 4 °C เพื่อรอการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การศึกษาผลความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้สกัดต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วย

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 factorial in RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยปัจจัยที่ 1 คือความเข้มข้นของเอทานอลที่ใช้สกัด 2 ความเข้มข้น คือ 95 และ 70 % v/v และปัจจัยที่ 2 คือ กล้วย 4 ชนิดได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม กล้วยไข่ และกล้วยเล็บมือนาง สกัดตัวอย่างเปลือกกล้วยโดยชั่งตัวอย่างเปลือกกล้วยปั่นละเอียด เติมตัวทำละลายลงในตัวอย่างเปลือกกล้วย ในอัตราส่วน เอทานอล : เปลือกสด 5 : 1 แช่ทิ้งไว้ 3 วัน จากนั้นกรองแยกกาก แล้วนำกากไปสกัดซ้ำจนกระทั่งสารละลายที่ได้มีสีจาง แล้วนำสารละลายที่ได้จากการสกัดระเหยแห้งแบบลด

ความดัน และปรับปริมาตรด้วย เอทานอล 95 % v/v เก็บตัวอย่างสารสกัดที่ 4 °C เพื่อรอการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH•(Scavenging of the Stable Radical DPPH• assay)

การศึกษาความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH• (Scavenging of the Stable Radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl- DPPH• assay) โดยสร้างกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐาน L-ascorbic acid (วิตามิน ซี) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 – 0.10 mg/mL กับเปอร์เซ็นต์การจับอนุมูล DPPH• (%SA)

การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS radical

การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS radical โดยประยุกต์ใช้วิธีของ Kim, et al.,(2003) โดยมีวิธีการดังนี้

เตรียม สารละลาย ABTS• โดยผสม 1 mM AAPH กับ 2.5 mM ABTS ใน phosphate-buffered saline (pH 7.4; 100 mM potassium phosphate buffer ที่มี 150 mM NaCl) ให้ความร้อนสารละลายผสมในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 68°C เป็นเวลา 13 นาที จะได้สารละลาย ABTS• สีเขียวน้ำเงิน ปรับค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 nm ให้เป็น 0.650 ± 0.020 โดยเติม phosphate-buffered saline

ตัวอย่าง 20 µL เติมใน สารละลาย ABTS• 980 µL บ่มในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 10 นาที ในที่มืด เทียบกับตัวอย่างควบคุม วัดการดูดกลืนแสงที่ลดลงที่ 734 nm หาค่าความสามารถต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดของตัวอย่างโดยทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระ ABTS• โดยสมมูลกับวิตามินซี หรือ vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) ในรูปมิลลิกรัม vitamin C ต่อ 100 mL

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกกล้วย จะใช้วิธีคำนวณจากกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกในเอทานอล ความเข้มข้น 0.01 – 0.10 mg/mL โดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกกล้วย ใช้วิธีคำนวณจากกราฟมาตรฐานโดยจากสารละลายมาตรฐานคาเตชินในเอทานอล ความเข้มข้น 0 – 100 mg/L (Kim, Jeong, and Lee, 2003)

ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

1.เตรียมโลชั่นจำนวน 2 ตำรับโดยปรับปรุงสูตรจาก Hand and body Lotion (BF Goodrich Specialty Chemicals, 1999) โดยส่วนประกอบดังแสดงใน Table 1 สูตรละ 3 ซ้ำ โดยมีวิธีการเตรียมโลชั่นดังนี้

- ชั่งส่วนผสมตามสูตร โดยแยกส่วนของวัฏภาคน้ำ ได้แก่ น้ำ Carbopol 940, propylene glycol, glycerin และวัฏภาคน้ำมัน ได้แก่ Mineral oil, Stearic acid, Glyceryl monostearate, Lanolin, Cetyl alcohol, glyceryl myristate
- ให้ความร้อนส่วนผสมในวัฏภาคน้ำและน้ำมันที่ 65°C เพื่อให้ส่วนผสมที่เป็นของแข็งหลอมละลาย
- เทส่วนผสมวัฏภาคน้ำมันลงในน้ำ ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องตีไข่แบบไฟฟ้า ประมาณ 2 นาที
- เติม Triethanolamine
- คนส่วนผสมจนอุณหภูมิลดลงเป็น 40°C เติมสารกันเสีย glydant น้ำหอม และสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนาง
- คนส่วนผสมให้เข้ากันประมาณ 10 นาที จะได้โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

2. ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย ได้แก่ ค่า pH และวัดค่าสี L* a* b* และทดสอบความคงสภาพ (มผช.551/2553) โดยเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ (4 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ (45 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้จนครบ 4 ครั้ง นำมาวางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นเปรียบเทียบกับสภาพเดิมของผลิตภัณฑ์
3. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โลชั่นผลสมสารสกัดเปลือกกล้วย

วัดค่าทางประสาทสัมผัสวิธี Descriptive Analysis ในอาสาสมัครจำนวน 30 คน ให้คะแนนความเข้ม ในคุณลักษณะ สีขาว, กลิ่น, ความเป็นเนื้อเดียวกัน, ความละเอียดของเนื้อโลชั่น, ความยากง่ายในการทา, การซึมสู่ผิว , ความเหนียวเหนอะหนะ, ความชุ่มชื้นผิว และกลิ่นหลังทา

ระยะเวลาดำเนินการ : เริ่ม 1 ตุลาคม 2553 สิ้นสุด 30กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ **:** กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

กิจกรรมย่อย การผลิตบรรจุภัณฑ์ชีวภาพจากกล้วย

6. การผลิตพลาสติกชีวภาพจากต้นกล้วยเพื่อประยุกใช้เป็นบรรจุภัณฑ์

<u>การเตรียมเซลลูโลสจากต้นกล้วย</u>

1. ทำความสะอาดต้นกล้วย
2. หั่นเป็นเส้นเล็กๆ แล้วนำไปอบให้แห้ง
3. ต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 M ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
4. กรองเยื่อแล้วล้างด้วยน้ำสะอาด 3-4 ครั้ง จนไม่มีฟอง
5. ต้มภายใต้สภาวะเดิมซ้ำอีกครั้ง
6. ปั่นเยื่อจนเส้นใยแยกออกจากกัน
7. บีบเอาน้ำออกจนหมาด

8. ฟอกเยื่อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% w/v เติมโซเดียมซิลิเกต และแมกนีเซียมซัลเฟต ร้อยละ 2 และ 0.05 ของน้ำหนักตัวอย่างตามลำดับ ปรับพีเอชให้เป็นด่างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ต้มที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส
9. ล้างเยื่อด้วยน้ำสะอาด 3-4 ครั้ง และฟอกครั้งอีกครั้งด้วยวิธีการเดิม
10. นำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
11. บดให้ละเอียดด้วยเครื่อง Armfield

<u>การเตรียมคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสจากต้นกล้วย</u>

1. ชั่งผงเซลลูโลสที่แห้งสนิท 15 กรัม
2. เติมไอโซโพรพิวแอลกอฮอล์ 350 มิลลิลิตร คนด้วย Magnetic Bar
3. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40% ปริมาตร 50 มิลลิลิตร คนต่อไปอีก 30 นาที
4. เติมกรดคลอโรแอซิติกแอซิด 18 กรัม คนให้เข้ากันนาน 40 นาที
5. ปิดปากบีกเกอร์ด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ แล้วอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 3.5 ชั่วโมง
6. สารละลายจะแยกออกเป็น 2 ชั้น รินส่วนที่เป็นสารละลายใสทิ้ง
7. เติมเมทานอลความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
8. ปรับ pH ของสารละลายให้เป็นกลางด้วย 90% อะซิติกแอซิด กรองแยกสาร
9. ล้างสารที่ได้ด้วยเอทานอลความเข้มข้น 70% ปริมาตร 300 มิลลิลิตร โดยแช่ทิ้งไว้ 10 นาที
10. กรองส่วนที่เป็นของเหลวทิ้ง แล้วทำซ้ำอีก 5 ครั้ง
11. ล้างด้วยเมทานอลเข้มข้น 99.99% ปริมาตร 300 มิลลิลิตร
12. กรองเอาส่วนของแข็ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท จะได้คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC)
13. หาคุณสมบัติของคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC) ได้แก่ สี ความชื้น สมบัติการละลายน้ำ ความบริสุทธิ์ และองศาการแทนที่ (Degree of Substitution, DS)

<u>การเตรียมพลาสติกชีวภาพ</u>

นำผงคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสจากต้นกล้วย 9.0 กรัม เติมสารเติมแต่ง ตามกรรมวิธี ต้มกับน้ำกลั่น ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส กวนด้วย magnetic stirrer จนละลายหมด จากนั้นขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิลม์บนแผ่นกระจกขนาด 30 x 30 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร อบแผ่นฟิลม์ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วลอกแผ่นฟิล์มออกจากกระจก ทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น เช่น สีของฟิล์ม การยืดตัว และความอ่อนตัว

การทดสอบสารเติมแต่ง ตามกรรมวิธีที่กำหนด

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) 4 ซ้ำ 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม คือ พลาสติกชีวภาพจากต้นกล้วยไม่เติมสารเติมแต่ง

กรรมวิธีที่ 2 พลาสติกชีวภาพจากต้นกล้วย เติมสารเติมแต่งกลีเซอรอล 10% 20% 30% และ 40% โดยน้ำหนัก

กรรมวิธีที่ 3 พลาสติกชีวภาพจากต้นกล้วย เติมสารเติมแต่งพอลิเอทีลีนไกลคอล 10% 20% 30% และ 40% โดยน้ำหนัก

ระยะเวลา เริ่มต้น 1ตุลาคม 2553 สิ้นสุด 30 กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลการเกษตร

7. การผลิตฟรุตแตนผงจากกล้วยและประโยชน์กากกล้วย

<u>การศึกษาปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดในกล้วย</u>

1.การศึกษาผลของตัวทำละลายต่อการสกัดฟรุกแตน

ศึกษาเปรียบเทียบสกัดฟรุกแตนจากกล้วยด้วยน้ำและเอทานอล 70 % v/v โดยใช้เนื้อกล้วยน้ำว้าดิบปั่นละเอียด 1 g สกัดด้วยน้ำร้อน และเอทานอล 70 % v/v ร้อน อุณหภูมิ 80°C ปริมาตร 80 ml อย่างละ 5 ซ้ำ นำมาแช่ในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำและเอทานอล 70 % v/v เป็น 100 ml กรองแยกกากด้วยผ้ามัสลิน เก็บส่วนสารละลาย หาปริมาณ total fructans ในกล้วย โดยวิธี enzymatic /spectrotometric method (AOAC official method 999.03)

ขั้นตอนการวิเคราะปริมาณฟรุกแตนมีดังนี้

1.1 กำจัดซูโครส แป้งและน้ำตาลรีดิวซ์ โดยปิเปิตตัวอย่างสารสกัด 0.2 mL ใส่ในหลอดทดลองแล้วเติมเอ็นไซม์ Sucase/Amylase ปริมาตร 0.2 mL แล้วนำไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาเติมสารละลาย alkaline borohydride ปริมาตร 0.2 mL เขย่าอย่างแรงแล้วบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 30 นาทีเพื่อเปลี่ยนน้ำตาลรีดิวซ์ให้เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ จากนั้นนำมาเติมสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 200 mM ปริมาตร 0.5 mL แล้วเขย่าอย่างแรง จะได้เป็น solution S

1.2 ไฮโดรไลซีสและวิเคราะห์ปริมาณฟรุกแตน โดยปิเปิต solution S0.2 mL ใส่ในหลอดทดลองจำนวน 3 อันโดย 2 อันเป็น sample และ อีกหนึ่งอันเป็น sample blank เติมเอ็นไซม์ fruxtanaseปริมาตร 0.1 mL ใน sample และเติมสารละลายบัฟเฟอร์โซเดียมอะซีเตต 0.1 M ปริมาตร 0.1 mL ในsample blank บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 30 นาที เพื่อไฮโดรไลซ์ฟรุกแตนให้เป็นฟรุกโตสและกลูโคส จากนั้นเติมสารละลาย PAHBAH Working Reagent ในทุกหลอดทดลอง พร้อมสารละลายมาตรฐาน D-fructose และ reagent blank นำไปแช่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 6 นาที แล้วนำมาแช่ในน้ำอุณหภูมิปกติ 5 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 nM คำนวณปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดจากสมการ

$$Fructan(\%w/w) = \Delta A \times F \times \frac{V}{W} \times 2.48$$

โดย ΔA = ค่าการดูดกลืนแสงของ sample- ค่าการดูดกลืนแสงของ sample blank

F = 54.5 µg D-Fructose/ค่าการดูดกลืนแสงของ 54.5 µg D-Fructose

V = ปริมาตรของสารสกัด

W = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้สกัด (mg)

2.การศึกษาปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดในกล้วยนิยมบริโภคชนิดต่าง ๆ

การทดลองจะศึกษาปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดในกล้วยนิยมบริโภคทั้งในกล้วยดิบและกล้วยสุก ได้แก่ กล้วยหอม กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยเล็บมือนาง และกล้วยหักมุก วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำโดยซื้อตัวอย่างกล้วยดิบจากตลาดไท โดยนำตัวอย่างกล้วยแต่ละชนิดมาล้างด้วยน้ำสะอาด ตัดออกจากหวี ปอกเปลือกใช้เฉพาะส่วนเนื้อ และบดให้ละเอียด ชั่งตัวอย่างกล้วยบดละเอียด 1 g ทำการสกัดฟรุกแตนด้วยน้ำกลั่นอุณหภูมิ 80°C และแช่ในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น กรองแยกกาก เก็บส่วนสารละลาย แล้วหาปริมาณ total fructans ในกล้วย โดยวิธี enzymatic /spectrotometric method (AOAC official method 999.03) หลังจากนั้นรอให้กล้วยสุกแล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณ total fructans เช่นเดียวกัน

3.การศึกษาอัตราส่วนกล้วยต่อปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการสกัด

การศึกษาอัตราส่วนกล้วยหอมต่อปริมาณน้ำร้อนที่เหมาะสมในการสกัดจะศึกษาที่ 3 อัตราส่วน คือ 10 : 100 20 : 100 และ 30 : 100 สกัดในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิที่ 80°C เป็นเวลา 15 นาที หลังจากการกรองแยกกากเก็บสารละลาย แล้วนำกากที่เหลือสกัดซ้ำอีก 1 ครั้ง นำสารละลายที่ได้จากการสกัดแต่ละซ้ำหาปริมาณฟรุกแตนโดยวิธี enzymatic/spectrotometric method โดยใช้ Fructan Assay kit (AOAC official method 999.03)

<u>การศึกษาการทำแห้งสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยหอม</u>

การศึกษาการทำแห้งสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยหอมจะทำการศึกษาเปรียบเทียบการทำแห้งแบบพ่นฝอยกับการระเหยแห้งภายใต้สูญญากาศแล้วอบแห้งด้วยลมร้อน เตรียมตัวอย่างสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยโดยใช้กล้วยหอมดิบบดละเอียด 300 กรัม เติมน้ำร้อนอุณหภูมิ 80°C ปริมาตร 1 ลิตร สกัดในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิที่ 80°C เป็นเวลา 15 นาที แล้วกรองด้วยผ้ามัสลินเก็บสารละลาย แล้วนำไปทำแห้งดังนี้

1 การทำแห้งแบบพ่นฝอย นำสารสกัดที่ได้ทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิขาเข้า 160 °C อุณหภูมิขาออก 80°C

2 การระเหยแห้งภายใต้สูญญากาศแล้วอบแห้งด้วยลมร้อน นำสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยที่ได้ระเหยแห้งเครื่องระเหยแห้งภายใต้สูญญากาศที่อุณหภูมิ 40°C ความดัน 72 mbar แล้วนำตะกอนที่ได้มาอบด้วยตู้อบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง

ตัวอย่างสารสกัดฟรุกแตนผงจากการทำแห้งนำมาวิเคราะห์มาปริมาณ total fructans โดยวิธี enzymatic /spectrotometric method (AOAC official method 999.03)

<u>การใช้ประโยชน์กากกล้วยที่เหลือจากการสกัดฟรุกแตน</u>

1.ศึกษาการทำแห้งกากกล้วยแบบโฟม

การทำแห้งกากกล้วยที่เหลือจากการสกัดฟรุกแตนโดยการทำแห้งแบบโฟม ประยุกต์ใช้วิธีการของ Thuwapanichayanan *et al*. (2008) ซึ่งรายงายว่าความหนาแน่นของโฟมกล้วยบดที่เหมาะสมคือ 0.5 g/mL โดยศึกษาสารก่อโฟม 6 ชนิด ได้แก่ Soy protein, Methocel K4M, Egg white powder, Soy protein ผสม methocel K4M อัตราส่วน 1 : 1, Soy protein ผสม egg white powder อัตราส่วน 1 : 1และ methocel K4M ผสม egg white powder อัตราส่วน 1 : 1

หาปริมาณสารก่อโฟมที่เหมาะสม

การหาปริมาณสารก่อโฟมที่เหมาะสมในการทำแห้งกากกล้วยที่เหลือจากการสกัดฟรุกแตนโดยการทำแห้งแบบโฟม โดยเติมปริมาณสารก่อโฟมแต่ละชนิดปริมาณต่าง ๆ โดยใส่สารก่อโฟมเป็นผงแห้ง ลงในกากกล้วย ตีปั่น ด้วยเครื่องแป้งหัวตะกร้อ เป็นเวลา 20 นาที หา foam density โดยนำโฟมใส่ในกระบวกตวงและชั่งน้ำหนัก

ศึกษาการทำแห้งแบบโฟม

หลังจากได้ปริมาณสารก่อโฟมที่เหมาะสมในการทำโฟมกากกล้วยที่เหลือจากการสกัดฟรุกแตนแล้ว นำสารก่อโฟมแต่ละชนิดในปริมาณเหมาะสมทำโฟมกากกล้วย แล้วเกลี่ยลงในถาดที่รองด้วยฟิล์มพลาสติกให้มีความหนาของโฟมประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าสีของผงกากกล้วยที่ได้

2. ศึกษาการประยุกต์ใช้ผงกากกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตวาฟเฟิล

ในการศึกษาการประยุกต์ใช้ผงกากกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตวาฟเฟิลจะเลือกผงกากกล้วยจากสารก่อโฟม 3 ชนิด ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตวาฟเฟิลในอัตราการทดแทนที่ 20% ของปริมาณแป้ง ซึ่งเป็นปริมาณที่สุชาดา (2549) ได้รายงานว่าเป็นปริมาณเหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังเนื่องจากมีการจัดเรียงตัวของเซลอากาศใกล้เคียงกับแป้งสาลีมากที่สุด ในการผลิตวาฟเฟิลได้ประยุกต์สูตรการทำวาฟเฟิลจากสูตร Crispy buttermilk waffles จาก The secret life of a chef's wife โดยมีส่วนผสมดังนี้

แป้งอเนกประสงค์	200	กรัม
ผงฟู	10	กรัม
เกลือ	3	กรัม
เนยจืด	40	กรัม
ไข่ไก่	2	ฟอง
นมสด	330	กรัม

<u>วิธีทำ</u>

1. ผสมนมสดไข่แดงและเนย อุ่นให้เนยละลายแล้วผสมให้เข้ากัน
2. ร่อนแป้ง ผงฟู และเกลือ ใส่ในส่วนผสมเหลว
3. คนให้ส่วนผสมเข้ากัน
4. ตีไข่ขาวจนเซ็ตตัวเป็นโฟม แล้วใส่ คนส่วนผสมอย่างเบามือจนไม่เห็นไข่ขาว
5. เปิดกระทะวาฟเฟิลร้อน
6. หยอดแป้งวาฟเฟิลลงในกระทะอบจนสุก

จากนั้นนำวาฟเฟิลที่ได้วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้ผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 20 คน โดยมีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน ดังนี้

1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด 2 หมายถึงไม่ชอบมาก 3 หมายถึงไม่ชอบปานกลาง

4 หมายถึงไม่ชอบเล็กน้อย 5 หมายถึงเฉย ๆ 6 หมายถึงชอบเล็กน้อย
7 หมายถึงชอบปานกลาง 8 หมายถึงชอบมาก 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด
ระยะเวลาดำเนินการ: เริ่มต้น 1ตุลาคม 2555 สิ้นสุด 30 กันยายน 2557
สถานที่ดำเนินการ: กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

กิจกรรมย่อย การพัฒนาระบบมาตรฐานกระบวนการผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มจากล้วย

8. ศึกษาปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์จากข้าวบาร์เล่ย์

1.จัดเตรียมอุปกรณ์ของการวิเคราะห์และวางแผนการสุ่มเก็บตัวอย่าง

2. นำเบียร์กล้วยที่ได้มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างเป็น มิลลิกรัม/กิโลกรัม จำนวน 27 ตัวอย่าง แบ่งเป็นเบียร์จากกล้วยน้ำว้า ๙ ตัวอย่าง เบียร์จากกล้วยไข่ 9 ตัวอย่าง เบียร์จากกล้วยหอม 9 ตัวอย่าง

3. วิธีวิเคราะห์การทดสอบหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์เบียร์

ทางห้องปฏิบัติการสารเจือปนได้ใช้วิธีทดสอบที่เป็นมาตรฐานสากลโดยใช้วิธีวิเคราะห์ทดสอบ AOAC International.2012.official Methods of Analysis of AOAC มีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

3.1 เทสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% ลงในขวดรูปชมพู่ ปริมาตรเท่ากับปริมาตรทั้งหมดที่จะใช้ในการทดสอบแต่ละชุดการทดสอบ หยดสารละลายเมธิลเรดจนได้สารละลายสีชมพู จากนั้นไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.01 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

3.2 ติดตั้งเครื่องกลั่นโดยให้ขวดกลั่น C ตั้งอยู่บนเตาไฟฟ้าเติมน้ำกลั่นประมาณ 400 มิลลิลิตร ลงในขวดกลั่น C เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 4 N ปริมาตร 90 มิลลิลิตรลงในกรวยแยก B เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% ลงในหลอดแก้ว G ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ควบคุมเครื่องควบแน่นให้เย็นโดยการผ่านน้ำเย็นจากอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิให้มีความเย็น ≤ 15 ^{o}C ผ่านแก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์และมีอัตราการไหลของแก๊ส 200 มิลลิลิตรต่อนาทีเป็นระยะเวลา 15 นาที ก่อนใส่ตัวอย่าง 50 ml ที่มี 5% เอทานอล 100 มิลลิลิตร ฟองอากาศจะปุดขึ้นที่ขวดกลั่น C และหลอด G ทั้งนี้เพื่อไล่ออกซิเจนออกจากระบบให้หมด

3.3 นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ในขวดกลั่น C ในแต่ละชุดที่ทำการกลั่นต้องมีการทำ Recovery โดยการเติมสารละลายมาตรฐานฟอร์มัลดีไฮโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

3.4 ปล่อยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกออกจากกรวยแยก B ลงในขวดกลั่น Cและให้เหลือไว้ประมาณ 1-2 มิลลิลิตร เพื่อกันไม่ให้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ SO_2 ที่ทำการสกัดระเหยออกไป

3.5 ให้ความร้อนที่ขวดกลั่น C ปรับความร้อนให้ได้อัตราส่วนของสิ่งกลั่น (condenser) เป็น 80 – 90 หยดต่อนาที ทำการรีฟลักซ์ (reflux) จับเวลาทันทีหลังจากกลั่น เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง 45 นาที ถ้ามีตัวอย่างมีสารกลุ่มซัลไฟต์ จะเกิดแก๊ส SO_2 ไหลผ่านเครื่องควบแน่นที่เย็น E โดยมีหลอดนำแก๊ส SO_2 ไปเก็บไว้ที่หลอด G ซึ่งบรรจุสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% ปริมาตร 30 ml แก๊ส SO_2 จะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ได้กรดซัลฟูริก และจะสังเกตเห็นว่าสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองกลายเป็นสีชมพูแดง

3.6 เมื่อครบตามระยะเวลานำหลอด G ออก ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.01 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นจุดยุติ (end point) บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

ภาพชุดกลั่นสำหรับหาปริมาณ SO_2 ตามแบบวิธีของ Optimized Monier – Williams

1.1 จุกปิดกรวยแยก 24/40 (A)

1.2 กรวยแยกขนาด 120 มิลลิลิตร 24/40 (B)

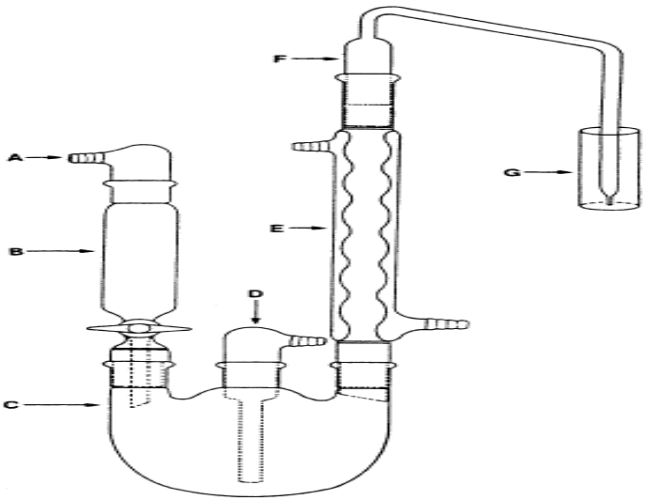
1.3 ขวดก้นกลมสามคอ ขนาด 1000 มิลลิลิตร 24/40 (C)

1.4 หลอดแก้วที่เป็นทางเข้าของแก๊สไนโตรเจน 24/40 (D)

1.5 เครื่องควบแน่น 24/40 (E)

1.6 หลอดนำผ่านของแก๊ส SO2 24/40 (F)

1.7 หลอดแก้วสำหรับบรรจุสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3 เซนติเมตร สูง 18 เซนติเมตร 24/40 (G)



การคำนวณหาค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

$$SO_2\ (mg/kg) = \frac{32.03 \times V \times N \times 1000}{W}$$

ตัวแปร

V = ปริมาของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ หน่วยเป็น มิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ หน่วยเป็น นอร์มอล

W = น้ำหนักตัวอย่าง หน่วยเป็น กรัม

32.03 = Milligram ของ Sulfur dioxide ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ Sodium hydroxide 1 mmol

1000 = Correction Factor to 10,000 ml Solution

Recovery ทุกชุดของตัวอย่างที่จะทำการทดสอบแต่ละครั้ง จะต้องมีการทำ Fortified Sample โดยการเติมสารสารละลายมาตรฐานฟอร์มัลดีไฮโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 500 - 1500 ug. ปริมาตร 1 มล. 2 มล.และ 3 มล. ลงในตัวอย่าง อย่างน้อย 10% ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด แล้วดำเนินการทดสอบ

เช่นเดียวกับตัวอย่าง โดยค่า% Recovery ต้องอยู่ในช่วง 80 - 110 % กรณีที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดให้ทำการทดสอบใหม่

การคำนวณ

% Recovery = Fortified Sample Conc. (มก./กก.) – Sample Conc. (มก./กก.) x 100

Expected Conc. (มก./กก.)

ระยะเวลาดำเนินการ: เริ่มต้น 1ตุลาคม 2553 สิ้นสุด 30 กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ: กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

กิจกรรมย่อย การพัฒนาระบบมาตรฐานกระบวนการผลิตภัณฑ์จากกล้วย

9. ศึกษาปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วย

1.จัดเตรียมอุปกรณ์ของการวิเคราะห์และวางแผนการสุ่มเก็บตัวอย่าง

2. นำผลิตภัณฑ์จากกล้วยที่ได้มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างเป็น มิลลิกรัม/กิโลกรัมจำนวน 144 ตัวอย่าง

3.วิธีวิเคราะห์การทดสอบหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วย

ทางห้องปฏิบัติการสารเจือปนได้ใช้วิธีทดสอบที่เป็นมาตรฐานสากลโดยใช้วิธีวิเคราะห์ทดสอบ AOAC International.2012. official Methods of Analysis of AOAC มีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

3.1 เทสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% ลงในขวดรูปชมพู่ ปริมาตรเท่ากับปริมาตรทั้งหมดที่จะใช้ในการทดสอบแต่ละชุดการทดสอบหยดสารละลายเมธิลเรดจนได้สารละลายสีชมพู จากนั้นไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.01 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

3.2ติดตั้งเครื่องกลั่นโดยให้ขวดกลั่น C ตั้งอยู่บนเตาไฟฟ้าเติมน้ำกลั่นประมาณ 400 มิลลิลิตร ลงในขวดกลั่น C เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 4 N ปริมาตร 90 มิลลิลิตรลงในกรวยแยก B เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3%ลงในหลอดแก้ว G ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ควบคุมเครื่องควบแน่นให้เย็นโดยการผ่านน้ำเย็นจากอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิให้มีความเย็น ≤ 15 °C ผ่านแก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์และมีอัตราการไหลของแก๊ส 200 มิลลิลิตรต่อนาทีเป็นระยะเวลา 15 นาที ก่อนใส่ตัวอย่าง 50 ml ที่มี 5% เอทานอล 100 มิลลิลิตร ฟองอากาศจะปุดขึ้นที่ขวดกลั่น C และหลอด G ทั้งนี้เพื่อไล่ออกซิเจนออกจากระบบให้หมด

3.3นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ในขวดกลั่น Cในแต่ละชุดที่ทำการกลั่นต้องมีการทำ Recovery โดยการเติมสารละลายมาตรฐานฟอร์มัลดีไฮโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

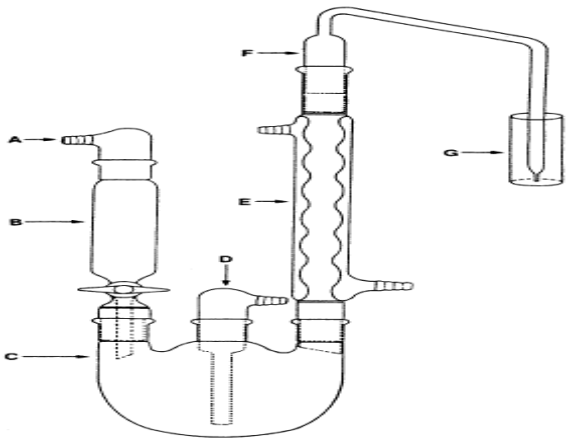
3.4ปล่อยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกออกจากกรวยแยก Bลงในขวดกลั่น Cและให้เหลือไว้ประมาณ 1-2 มิลลิลิตร เพื่อกันไม่ให้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์SO_2 ที่ทำการสกัดระเหยออกไป

3.5ให้ความร้อนที่ขวดกลั่น C ปรับความร้อนให้ได้อัตราส่วนของสิ่งกลั่น (condenser) เป็น 80 – 90 หยดต่อนาที ทำการรีฟลักซ์ (reflux) จับเวลาทันทีหลังจากกลั่น เป็นระยะเวลา 1ชั่วโมง 45 นาที ถ้ามีตัวอย่าง

มีสารกลุ่มซัลไฟต์ จะเกิดแก๊ส SO_2ไหลผ่านเครื่องควบแน่นที่เย็น E โดยมีหลอดนำแก๊สSO_2ไปเก็บไว้ที่หลอด G ซึ่งบรรจุสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% ปริมาตร 30 ml แก๊ส SO_2จะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ได้กรดซัลฟูริก และจะสังเกตเห็นว่าสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองกลายเป็นสีชมพูแดง 3.6เมื่อครบตามระยะเวลานำหลอด G ออก ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.01 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นจุดยุติ (end point) บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

ภาพชุดกลั่นสำหรับหาปริมาณ SO_2 ตามแบบวิธีของ Optimized Monier – Williams

1.1 จุกปิดกรวยแยก 24/40 (A)
1.2 กรวยแยกขนาด 120 มิลลิลิตร 24/40 (B)
1.3 ขวดก้นกลมสามคอขนาด 1000 มิลลิลิตร 24/40 (C)
1.4 หลอดแก้วที่เป็นทางเข้าของแก๊สไนโตรเจน 24/40 (D)
1.5 เครื่องควบแน่น 24/40 (E)
1.6 หลอดนำผ่านของแก๊ส SO2 24/40 (F)
1.7 หลอดแก้วสำหรับบรรจุสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 3 เซนติเมตร สูง 18 เซนติเมตร 24/40 (G)



การคำนวณหาค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

$$SO_2\ (mg/kg) = \frac{32.03XV\ X\ N\ X\ 1000}{W}$$

ตัวแปร

V =ปริมาของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ หน่วยเป็น มิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ หน่วยเป็น นอร์มอล

W =น้ำหนักตัวอย่าง หน่วยเป็น กรัม

32.03 = Milligram ของ Sulfur dioxide ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับ Sodium hydroxide 1 mmol

1000 = Correction Factor to 10,000 ml Solution

Recoveryทุกชุดของตัวอย่างที่จะทำการทดสอบแต่ละครั้ง จะต้องมีการทำ Fortified Sample โดยการเติมสารสารละลายมาตรฐานฟอร์มัลดีไฮโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ความเข้มข้น 500 - 1500 ug. ปริมาตร 1 มล. 2 มล.และ 3 มล. ลงในตัวอย่าง อย่างน้อย 10% ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด แล้วดำเนินการทดสอบเช่นเดียวกับตัวอย่าง โดยค่า% Recovery ต้องอยู่ในช่วง 80 - 110% กรณีที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดให้ทำการทดสอบใหม่

การคำนวณ

$$\%\ Recovery = \frac{Fortified\ Sample\ Conc.\ (มก./กก.) - Sample\ Conc.\ (มก./กก.)\ x\ 100}{Expected\ Conc.\ (มก./กก.)}$$

ระยะเวลาดำเนินการ: เริ่มต้น 1ตุลาคม 2555 สิ้นสุด 30 กันยายน 2556

สถานที่ดำเนินการ: กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

กิจกรรมย่อย การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตผลเกษตรเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

10. การใช้แป้งกล้วยชนิดต่างๆ ทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

<u>การศึกษาการผลิตแป้งจากกล้วยชนิดต่าง ๆ</u>

ศึกษาการผลิตแป้งจากกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยไข่ โดยกรรมวิธีการผลิต 2 แบบ คือ วิธีการโม่แห้ง และวิธีการโม่เปียก วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำแป้งกล้วยที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ ของแป้งกล้วยที่ผลิตได้

1 การผลิตแป้งกล้วยโดยวิธีการโม่แห้ง

นำกล้วยมาแกะเอาส่วนเนื้อแช่ในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.3 % w/v จากนั้นนำเนื้อกล้วยมาฝานให้เป็นแผ่นบางด้วยเครื่องหั่นสไลด์ แล้วแช่ในสารละลายโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.3 % w/v เป็นเวลา 25 นาที แล้วล้างด้วยน้ำเปล่า ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ นำไปอบด้วยตู้อบแบบ heat pump ที่อุณหภูมิ 50 ^{o}C เป็นเวลา 17 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้ละเอียด

2 การผลิตแป้งกล้วยโดยวิธีการโม่เปียก

นำกล้วยมาแกะเอาส่วนเนื้อแช่ในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 0.3 % w/v แล้วแช่สารละลายโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.3 นาน 25 นาที แล้วล้างด้วยน้ำเปล่า บดกล้วยให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นละเอียด นำมาใส่ถาดแล้วเข้าตู้อบแบบ heat pump ที่อุณหภูมิ 50 ^{o}C เป็นเวลา 17 ชั่วโมง แล้วนำมาบดให้ละเอียด

<u>ศึกษาสมบัติของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ</u>

นำแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตได้มาศึกษาสมบัติทางเคมี และกายภาพดังนี้

1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยประกอบด้วย การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และความชื้น (AOAC, 1995) ศึกษาปริมาณแป้งโดยวิธี Glucoamylase method ส่งวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสารอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณฟรุกแตนทั้งหมด โดยวิธี enzymatic/spectrotometric method (AOAC official method 999.03) (AOAC, 1999)

2 ศึกษาปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

การศึกษาปริมาณน้ำอิสระของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ Novasina รุ่น TH 200

3 ศึกษาค่าสีของแป้งกล้วย

การศึกษาค่าสีของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ โดยใช้เครื่องวัดสี Chroma meter, Minolta รุ่น CR 400 วัดค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b)

4 ศึกษาขนาดอนุภาคของแป้งกล้วย

ศึกษาขนาดอนุภาคและการกระจายตัวของขนาดเม็ดแป้งด้วยเครื่อง Image Analyser ส่งวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5 ศึกษาช่วงอุณหภูมิเจลาติไนซ์ และค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชัน

การศึกษาช่วงอุณหภูมิเจลาติไนซ์และค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชัน โดยวิธี Differential scanning calorimeter ส่งวิเคราะห์ที่หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลัง สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<u>การศึกษาการประยุกต์ใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น</u>

1 การศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป

การศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป ที่ดัดแปลงสูตรของ (ปิยนุช วังศิลาบัตร, 2548) โดยแป้ง 3 ชนิด คือ แป้งสาลีดูรัมเซโมลินา แป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว และแป้งสาลีดูรัมเซโมลิน่าผสมแป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าวในสัดส่วนที่เท่ากัน โดยมีวิธีการคือ ผสมแป้งกับน้ำ โดยใช้แป้ง 140 กรัม น้ำ 80 กรัม ผสมให้เข้ากัน แล้วนวดแป้งโดยให้เครื่องนวด 10 นาที ใช้เวลาในการพักโดโดยใช้พลาสติกคลุมแป้ง 15 นาที แล้วรีดให้เป็นแผ่นและตัดเส้นโดยเครื่องทำพาสต้า ใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว เป็นแป้งทำนวล แล้ววัดสามารถทนต่อแรงดึงสูงสุดของเส้นเทียบกับเส้นพาสต้าในท้องตลาดโดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส TA.TX-Plus หัววัด Spaghetti tensile Grips (A/SPR) และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 10 คน

2 ศึกษาการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้า

การศึกษาการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้าโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้า และแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตโดยวิธีโม่แห้ง ทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาที่ระดับร้อยละ 10 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้ง ผลิตเส้นพาสต้าโดยวิธีการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป วางแผนการทดลองแบบ RCB ศึกษาคุณภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ของตัวอย่างเส้นพาสต้า ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 1995)

2.2 การศึกษาค่าสีของเส้นพาสต้าโดยปั่นเส้นพาสต้าให้ละเอียด แล้ววัดสีด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter, Minolta รุ่น CR 400 วัดค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b)

2.3 ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดการต้านแรงดึงขาดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA.TX-Plus ใช้หัววัด Spaghetti tensile Grips (A/SPR) ของเส้นพาสต้าที่ต้มในน้ำเดือด 6 นาที แล้วแช่ในน้ำเย็นทันที

2.4 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวมกับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 10 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนา

3 ศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วย

การศึกษาผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วย โดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้า และแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตโดยวิธีโม่แห้ง โดยศึกษาผลของชนิดของสารเพิ่มคุณสมบัติ 2 ชนิด ได้แก่ Carboxymetylcellulose (CMC) และ กัวกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 และผลของปริมาณสารเพิ่มคุณสมบัติที่ร้อยละ 5 และ 10 ของปริมาณแป้งทั้งหมด โดยมีวิธีการดังนี้

3.1 การศึกษาผลของชนิดของสารเพิ่มคุณสมบัติ 2 ชนิด ได้แก่ Carboxymetylcellulose (CMC) และกัวกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 ในการผลิตสานพาสต้าจากแป้วกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่ โดยมีวิธีการดังนี้ ร่อนแป้งกล้วย 190 กรัม ผสมกับสารเพิ่มคุณสมบัติ 10 g จากนั้นนำของผสมมาผสมกับน้ำ 170 กรัม แล้วนวดแป้งโดยให้เครื่องนวด 10 นาที แล้วรีดให้เป็นแผ่นและตัดเส้นโดยเครื่องทำพาสต้า ใช้แป้งข้าวโพดเป็นแป้งทำนวล

3.2 การศึกษาผลปริมาณสารเพิ่มคุณสมบัติ โดยใช้กัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 ในปริมาณร้อยละ 5 และ 10 ของปริมาณแป้งทั้งหมด โดยร่อนผสมแป้งกล้วยและใช้กัมกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 ตามอัตราส่วน แล้วนำมาผสมกับน้ำ 170 กรัม นวดแป้งโดยให้เครื่องนวด 10 นาที แล้วรีดให้เป็นแผ่นและตัดเส้นโดยเครื่องทำพาสต้า ใช้แป้งข้าวโพดเป็นแป้งทำนวล แล้วการศึกษาค่าสีของเส้นพาสต้าโดยปั่นเส้นพาสต้าให้ละเอียด และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวมกับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 10 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนา ของเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยที่ต้มในน้ำเดือดผสมเกลือและน้ำมันพืชเล็กน้อย 8 นาที เทียบกับเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป (ต้ม 6 นาที)

ระยะเวลาดำเนินการ: เริ่มต้น 1ตุลาคม 2554 สิ้นสุด 30 กันยายน 2555

สถานที่ดำเนินการ: กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ผลการวิจัย (Results) อภิปรายผล (Discussion)

กิจกรรมย่อย การศึกษาเทคโนโลยีการเก็บรักษาผลผลิตก่อนการแปรรูป

1 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและการเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ

กล้วยน้ำว้าที่ได้รับ1-MCP และสารยืดอายุการเก็บรักษาที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ความหนา 25 (AP 25) และ 40 (AP 40) ไมครอน เกิดการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำและใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 1.1 และ 1.2)

คุณภาพของเนื้อและเปลือกของกล้วยน้ำที่บรรจุใน AP 25 และ AP 40 เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา พบว่า เนื้อกล้วยน้ำว้ามีปริมาณกรดลดลงมาก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นจนคงที่ สอดคล้องการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยที่ระยะสุกแก่ พบว่า ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีค่าสูงขึ้น เมื่อสีเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียว(สุกแก่ระยะที่ 1) สีเขียวปนเหลือง(สุกแก่ระยะที่ 3 และ 4) สีเหลือง โดยปลายผลเป็นสีเขียว (สุกแก่ระยะที่ 5)จนถึงระยะที่เปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งผล (สุกแก่ระยะที่ 6)หลังจากนั้นจะมีค่าคงที่ จนกระทั่งเปลือกกล้วยกลายสีน้ำตาลทั้งผล (สุกแก่ระยะที่ 8) (ภาพที่ 1.3, 1.4, 1.5 และ 1.6) ซึ่งระยะสุกแก่ที่ 4 และ 8 เป็นระยะที่เหมาะสมในการแปรรูปเป็นนมกล้วยและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำ เนื่องจากวัตถุดิบเพื่อการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มทั้ง 2 ชนิด ต้องมีผลสุก มีปริมาณน้ำตาลสูงและคาร์โบไฮเดรตต่ำ การทำเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำจำเป็นต้องใช้ผลกล้วยน้ำว้าสุกนำไปหมัก ดังนั้นระยะสุกแก่ที่มีผลสีเหลืองทั้งผลจนกระทั้งเป็นสีน้ำตาลทั้งหมด จึงเป็นระยะที่เหมาะสมในการทำเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำ

(เบญจมาส,2545; อารีรัตน์ และ โกเมศ, 2554) โดยที่เนื้อกล้วยน้ำว้ายังมีความแน่นเนื้ออยู่ที่ 19.33-24.67 นิวตันต่อพื้นที่ ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 1.7 -1.8 และตารางที่ 1.1)

นอกจากนี้ พบว่า การใช้ AP40 เกิดการพัฒนาสีของเปลือกเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ AP25 โดยสีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่บรรจุใน AP40 เริ่มมีจุดน้ำตาลเกิดขึ้น (สุกแก่ระยะที่ 7) หลังเก็บรักษานาน 12 วัน ส่วนการใช้ AP25 สีเปลือกกล้วยน้ำว้า เกิดจุดสีน้ำตาลเมื่อใกล้สิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 1.2, 1.3, 1.4 และภาพที่ 1.9, 1.10)

หากเปรียบเทียบการใช้สารยืดอายุการเก็บรักษา พบว่า กล้วยที่บรรจุใน AP25 และได้รับการทรีตท์ไคโตซาน เกิดการพัฒนาของสีเปลือกช้าที่สุด รองมาคือ การใช้อิมาซาลิลและน้ำซึ่งเป็นตัวควบคุม ตลอดอายุการเก็บรักษาผลผลิต ส่วนกล้วยที่บรรจุใน AP40 การใช้ไคโตซานสามารถชะลอการเปลี่ยนสีเปลือกได้ดีในช่วง 3-9 วันแรกในการเก็บรักษา หลังจากนั้นเกิดการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารยืดอายุการเก็บรักษาอื่น (ตารางที่ 1.1, 1.2, 1.3 และภาพที่ 1.9, 1.10)

ตารางที่ 1.1 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าที่มีระยะความสุกแก่ต่างๆ

รายการวิเคราะห์		กล้วยน้ำว้าที่มีความสุกแก่ระยะที่			
		1	4	5	8
Moisture	g/100g	63.54	63.25	64.68	69.32
Protein (%Nx6.25)	g/100g	0.83	0.76	0.75	0.74
Fat	g/100g	0.24	0.27	0.31	0.22
Ash	g/100g	0.71	0.76	0.81	0.70
Carbohydrate	g/100g	34.68	31.96	33.45	29.02
รายการวิเคราะห์		กล้วยน้ำว้าที่มีความสุกแก่ระยะที่			
		1	4	5	8
Energy	Kcal/100g	144.2	145.31	139.59	121.02
calcium	mg/100g	5.75	5.19	5.89	5.17
Phosphorus	mg/100g	29.64	29.63	31.34	24.99
Potassium	mg/100g	326.83	291.56	310.32	284.29
Iron	mg/100g	0.35	0.29	0.28	0.17
Total Sugar	g/100g	13.80	20.11	17.08	20.80

ตารางที่ 1.2 ค่าเฉลี่ยของค่า L ของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้รับสารยืดอายุการเก็บรักษาร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ เก็บรักษาที่ 14 °C

อายุการเก็บรักษา	ความหนาบรรจุภัณฑ์ (ไมครอน)		ค่าเฉลี่ย	Diff
	25	40		

ตัวควบคุม	3	83.20	85.33	84.26	2.13ns
	6	65.55	73.13	69.34	7.57**
	9	72.57	73.63	73.10	1.06ns
	12	70.87	66.93	68.90	-3.94*
	15	68.80	64.53	66.67	-4.2*
	ค่าเฉลี่ย	72.20	72.71	B-MEAN72.45	0.51ns
อิมาซาลิล	3	82.73	82.95	82.84	0.21ns
	6	71.50	65.42	68.46	-6.07**
	9	71.90	71.95	71.93	0.04ns
	12	63.89	68.05	65.97	4.15*
	15	66.38	67.04	66.71	0.66ns
	ค่าเฉลี่ย	71.28	71.08	B-MEAN71.18	-0.19ns
0.25 % Chitosan	3	83.47	86.40	84.93	2.93ns
	6	72.94	68.70	70.82	-4.23*
	9	70.02	69.50	69.76	-0.51ns
	12	59.60	67.01	63.30	7.41**
	15	61.51	65.66	63.58	4.15*
	ค่าเฉลี่ย	69.50	71.45	B-MEAN70.47	1.94ns
ค่าเฉลี่ยรวม		70.99	71.75	71.37	0.75ns
F-test อายุการเก็บรักษา (C)		<1	**		
บรรจุภัณฑ์ (B)		909	ns		
สารยืดอายุการเก็บรักษา (A)		369	ns		
CxB		990	ns		
CxA		474	ns		
BxA		588	ns		
CxBxA		659	ns		

CV=8.3%

ค่าเฉลี่ยในแถว (หรือ สดมภ์)เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 1.3 ค่าเฉลี่ยของค่า a ของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้รับสารยืดอายุการเก็บรักษาร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเก็บรักษาที่ 14 $^{\circ}$C

	อายุการเก็บรักษา	ความหนาบรรจุภัณฑ์ (ไมครอน)		ค่าเฉลี่ย	Diff
		25	40		
ตัวควบคุม	3	3.69	2.80	3.25	-0.88ns
	6	5.11	4.31	4.71	-0.80ns
	9	4.59	3.08	3.83	-1.50ns
	12	7.03	9.81	8.42	2.78*

	15	8.92	10.59	9.75	1.66ns
	ค่าเฉลี่ย	5.87	6.12	B-MEAN5.99	0.25ns
อิมาซาลิล	3	2.49	2.99	2.74	0.50ns
	6	3.45	5.66	4.55	2.21*
	9	4.67	3.88	4.27	-0.78ns
	12	9.62	7.82	8.72	-1.79ns
	15	10.72	9.94	10.33	-0.77ns
	ค่าเฉลี่ย	6.19	6.06	B-MEAN6.12	-0.13ns
0.25 % Chitosan	3	3.26	1.41	2.33	-1.84ns
	6	2.93	3.46	3.20	0.53ns
	9	4.75	6.08	5.41	1.33ns
	12	12.94	8.45	10.69	-4.49**
	15	12.10	8.58	10.34	-3.52**
	ค่าเฉลี่ย	7.20	5.59	B-MEAN6.39	-1.60ns
	ค่าเฉลี่ยรวม	6.42	5.92	6.17	-0.49ns
F-test อายุการเก็บรักษา (C)		‹1	**		
บรรจุภัณฑ์ (B)		764	ns		
สารยืดอายุการเก็บรักษา (A)		373	ns		
CxB		949	ns		
CxA		242	ns		
BxA		471	ns		
CxBxA		781	ns		

CV=46.6%

ค่าเฉลี่ยในแถว (หรือ สดมภ์)เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 1.4 ค่าเฉลี่ยของค่า b ของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้รับสารยืดอายุการเก็บรักษาร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ เก็บรักษาที่ 14 °C

		ความหนาบรรจุภัณฑ์ (ไมครอน)			
	อายุการเก็บรักษา	25	40	ค่าเฉลี่ย	Diff
ตัวควบคุม	3	30.50	31.20	30.85	0.7ns
	6	30.42	36.60	33.51	6.18**
	9	39.36	41.45	40.40	2.08ns
	12	35.72	33.29	34.51	-2.42ns
	15	40.32	32.76	36.54	-7.55**
	ค่าเฉลี่ย	35.26	35.06	B-MEAN35.151	-0.2
อิมาซาลิล	3	27.16	31.53	29.34	4.36*
	6	38.26	31.17	34.71	-7.08**
	9	39.15	36.24	37.69	-2.9*
	12	30.24	32.56	31.40	2.31ns
	15	36.09	37.73	36.91	1.63ns
	ค่าเฉลี่ย	34.18	33.84	B-MEAN34.01	-0.33ns
0.25 % Chitosan	3	32.06	31.58	31.82	-0.47ns
	6	35.34	33.58	34.46	-1.75ns
	9	34.67	34.48	34.57	-0.18ns
	12	26.92	33.75	30.33	6.83**
	15	28.64	37.53	33.09	8.88**
	ค่าเฉลี่ย	31.52	34.18	B-MEAN32.85	2.65*
	ค่าเฉลี่ยรวม	33.65	34.36	34.01	0.70
F-test	อายุการเก็บรักษา (C)	7	ns		
	บรรจุภัณฑ์ (B)	655	ns		
	สารยืดอายุการเก็บรักษา (A)	561	ns		
	CxB	994	ns		
	CxA	701	ns		
	BxA	342	ns		
	CxBxA	214	ns		

CV(กรรมวิธี) = 17.9%

ค่าเฉลี่ยในแถว (หรือ สดมภ์)เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

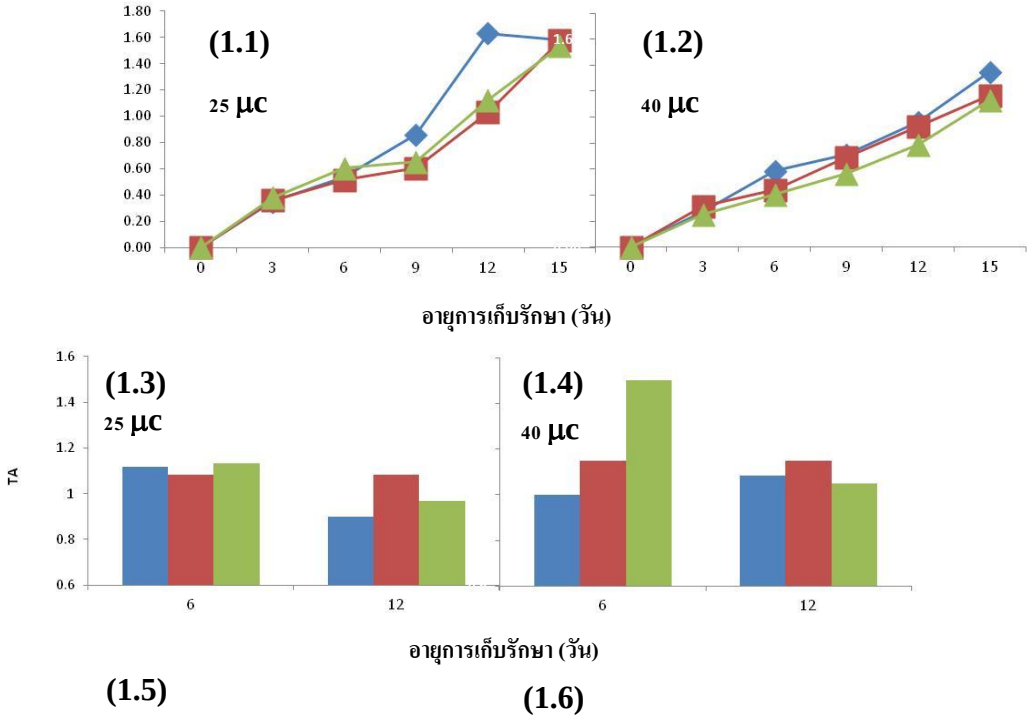
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อและเปลือกกล้วยน้ำว้า มีสาเหตุมาจากผลผลิตหลังจากตัดจากต้นแม่ ยังเกิดการหายใจและใช้อาหารเช่นเดียวกับก่อนเก็บเกี่ยว แต่อาหารที่ได้รับมีเพียงอาหารสะสมซึ่งมีปริมาณจำกัดเพียงแหล่งเดียวส่วนใหญ่ถูกใช้ในการดำรงชีพเพื่อความอยู่รอด (Roger, 1973) จึงเป็นสาเหตุหลักของการ

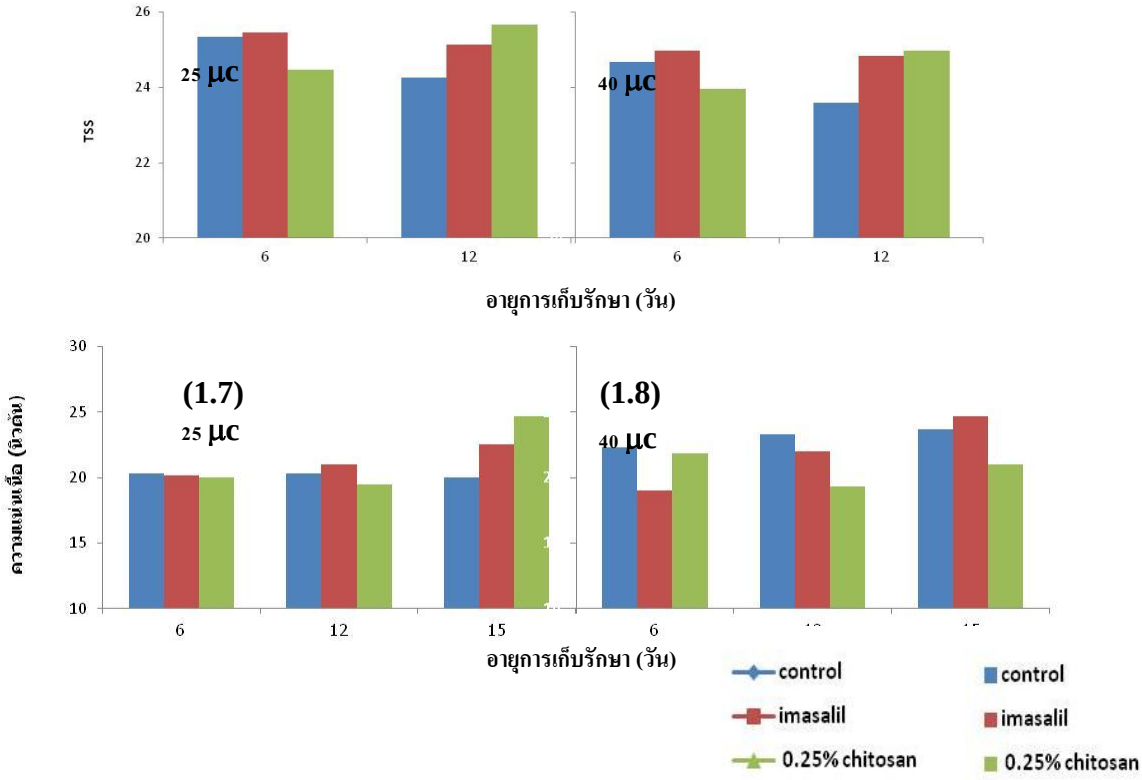
เปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการและการพัฒนาสีของเปลือกกล้วยน้ำว้า นอกจากนี้ความสามารถในการระบายความร้อนสะสมจากการหายใจของผลิตผลภายในบรรจุภัณฑ์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการและการพัฒนาสีเปลือกได้ ความสามารถดังกล่าวขึ้นอยู่กับความหนาและความพรุนของฟิลม์บรรจุภัณฑ์ หากการระบายความร้อนเกิดขึ้นช้า อุณหภูมิภายในบรรจุภัณฑ์สูงขึ้น ทำให้เกิดการเร่งการหายใจของผลิตผลเกษตรภายในบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวได้ (อนุชา, 2548) ทั้งนี้การเคลือบผิวเปลือกกล้วยน้ำว้า ให้ผลเช่นเดียวกับการใช้บรรจุภัณฑ์ยืดอายุด้วย

การยอมรับของผู้บริโภคต่อกล้วยน้ำว้าที่ได้รับสารยืดอายุการเก็บรักษาร่วมกับการบรรจุด้วย AP 25 และ AP 40 พบว่า ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคอยู่ในระดับ 2.67-3.5 คะแนน จาก 4 คะแนน ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการให้คะแนนประสาทสัมผัสตามคุณลักษณะของกล้วยน้ำว้า ด้าน สีเปลือก สีเนื้อ ความหวาน กลิ่นผิดปกติ ความฝาด พบว่า ไม่แตกต่างกันทางในทุกกรรมวิธีการใช้สารยืดอายุร่วมกับการบรรจุทั้ง 2 ระดับความหนา (ภาพที่ 9-22) และตลอดการเก็บรักษา ไม่พบการเกิดเชื้อราและการเน่าเสียของกล้วยน้ำว้า

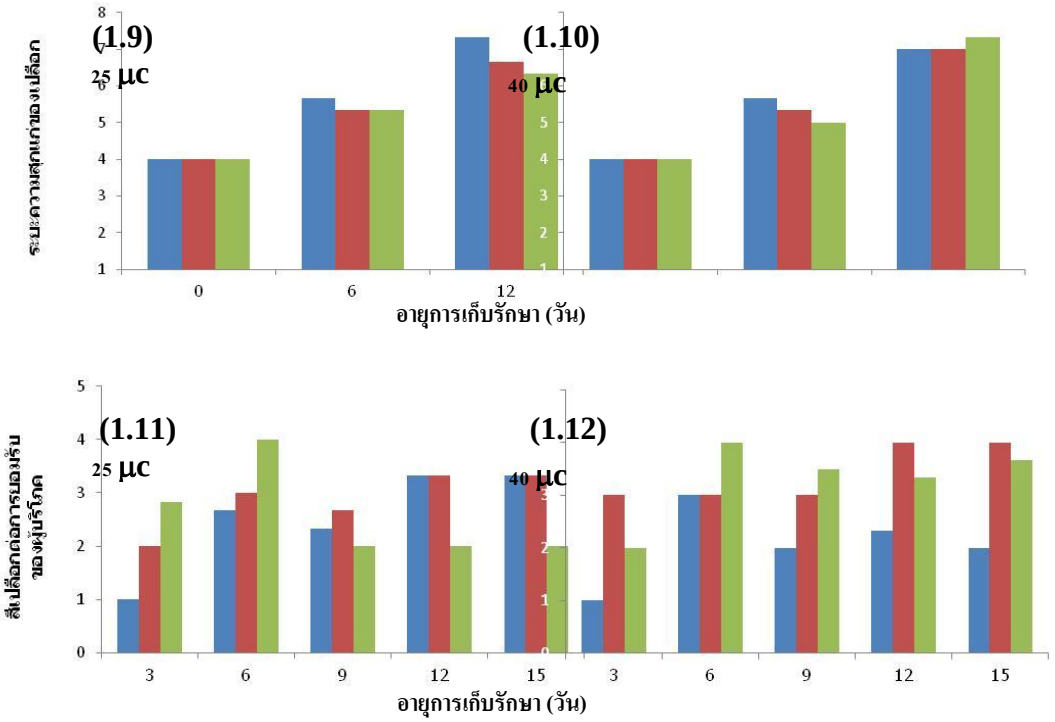
จึงกล่าวได้ว่า การใช้สารละลายไคโตซาน 0.25 % ร่วมบรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 25 ไมครอน สามารถชะลอการพัฒนาสีของเปลือก และรักษาคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อกล้วยน้ำว้าได้นานที่สุด โดยได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ได้นาน 12-15 วัน จึงเป็นกรรมวิธีแนะนำเพื่อยืดอายุและคงคุณภาพทางโภชนาการของกล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยวได้

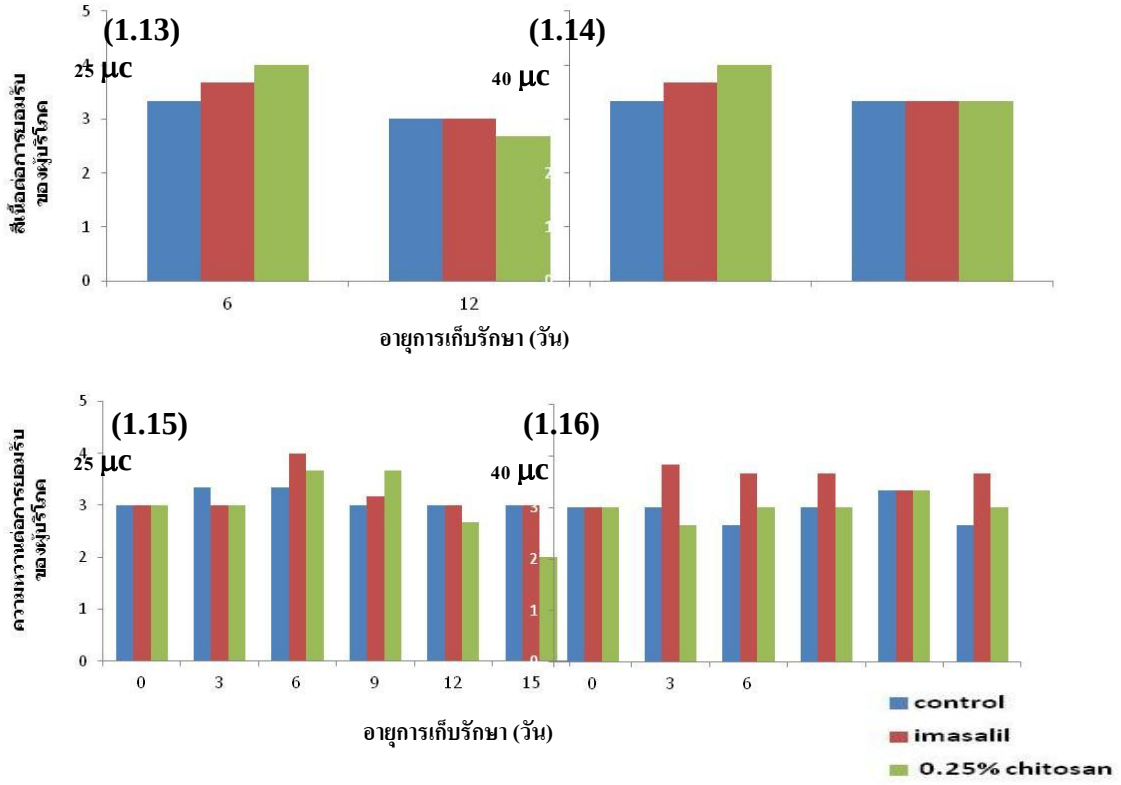
ภาพที่ 1.1-1.8 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความแน่นเนื้อ ของเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ได้รับกรรมวิธีต่างๆ ในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 25 และ 40 ไมครอน เก็บรักษาที่ 14 °C



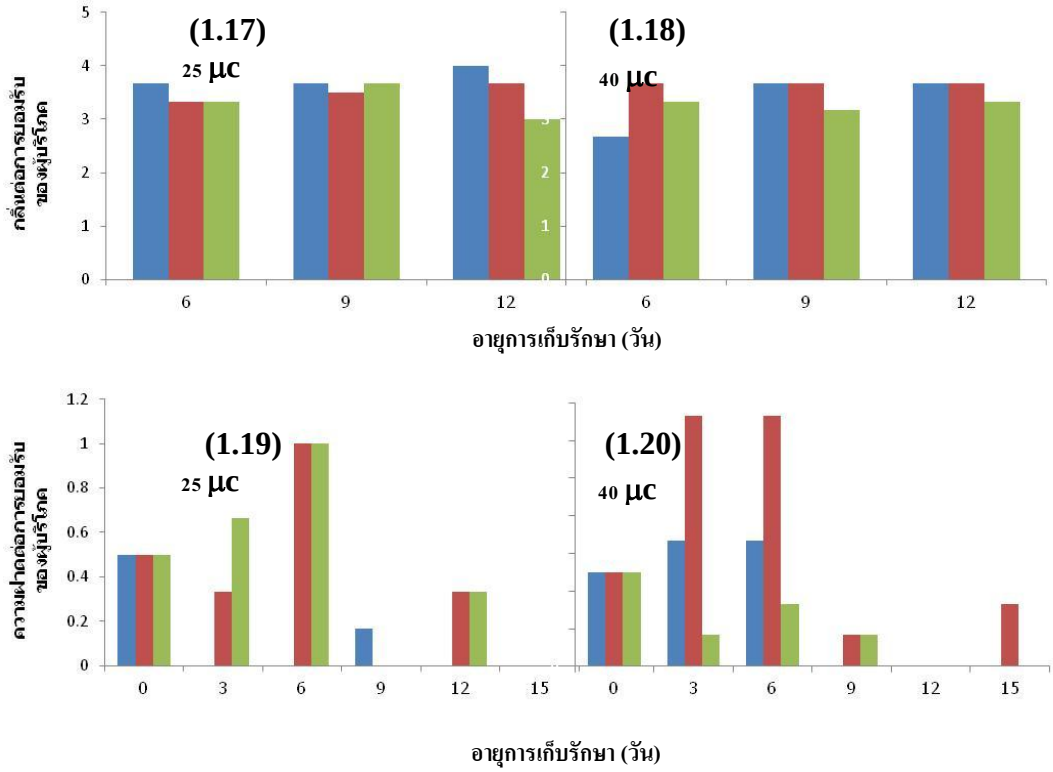


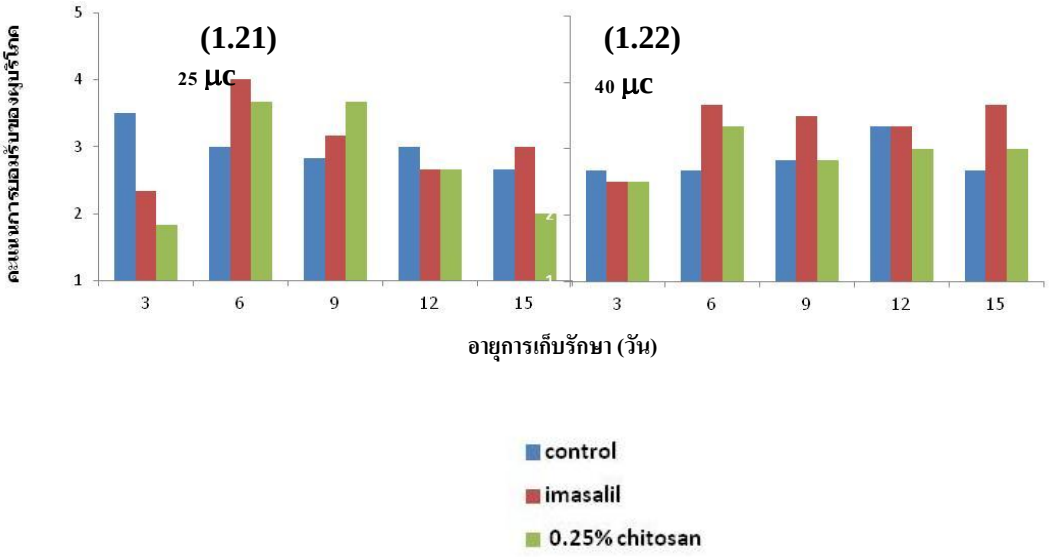
ภาพที่ 1.9-1.16 ระยะความสุกแก่ของเปลือก สีเปลือก สีเนื้อ และความหวานต่อการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยน้ำว้าที่ได้รับกรรมวิธีต่างๆ ในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 25 และ 40 ไมครอน เก็บรักษาที่ 14 °C





ภาพที่ 1.17-1.22 กลิ่น ความฝาดต่อการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยน้ำว้า และคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคกล้วยน้ำว้าที่ได้รับกรรมวิธีต่างๆ ในบรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 25 และ 40 ไมครอน เก็บรักษาที่ 14 °C





2 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและยืดอายุเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยหอมและกล้วยไข่ในขั้นตอนเตรียมวัตถุดิบก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อและเปลือกกล้วยไข่และกล้วยหอม มีสาเหตุมาจากผลผลิตหลังจากตัดจากต้นแม่ ยังเกิดการหายใจและใช้อาหารเช่นเดียวกับก่อนเก็บเกี่ยว แต่อาหารที่ได้รับมีเพียงอาหารสะสมซึ่งมีปริมาณจำกัดเพียงแหล่งเดียวส่วนใหญ่ถูกใช้ในการดำรงชีพเพื่อความอยู่รอด (Roger, 1973) จึงเป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการและการพัฒนาสีของเปลือกกล้วยไข่และกล้วยหอม การสุกของกล้วยทำให้คุณค่าโภชนาการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะแป้งมีมากในผลดิบ และจะเริ่มลดลง เปลี่ยนเป็นน้ำตาลเมื่อผลสุก ทำให้กล้วยมีรสหวานมากขึ้น (เบญจมาส, 2545) ระยะการสุกที่เหมาะสมกับการแปรรูปเครื่องดื่มนมกล้วย คือ ระยะเปลือกกล้วยเปลี่ยนจากสีเขียวกลาย เป็นสีเหลือง 60-80% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด พบว่า ระยะนี้มีการสะสมแป้งสูง ปริมาณน้ำตาลค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาระยะการสุกของกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ (อารีรัตน์, 2554) การทดลองนี้ จึงกำหนดเป้าหมายหลัก คือ ยืดอายุการเก็บรักษากล้วยที่มีระยะการสุกเหมาะสมกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วยให้นานที่สุด

เมื่อศึกษาการใช้ 1-mcp เป็นสารรมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ พบว่า สามารถชะลอการพัฒนาสีเปลือกกล้วยไข่และกล้วยหอมดิบขณะเก็บรักษาที่ 14 °C โดยคงสีเปลือกเป็นสีเหลือง 60 % ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด (ระยะการสุกที่ 4) เป็นระยะการสุกที่เหมาะกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย ได้นานมากกว่า 40 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ 1-mcp ร่วมกับบรรจุภัณฑ์โพลีเอทิลีน หรือ การใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ/บรรจุภัณฑ์โพลีเอทิลีนเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ชะลอการพัฒนาสีเปลือกกล้วยไข่ได้เพียง 14 วันเท่านั้น

การใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ หนา 25 ไมครอนกับกล้วยไข่ดิบที่ได้รับ 1-mcp สามารถชะลอการสุกเหมาะกับการเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเครื่องดื่มนมกล้วยได้นาน 40 วัน (ตารางที่ 2.1 และ 2.2) ดังนั้น ควรทำการบ่มกล้วยไข่ให้สุกได้ระยะที่เหมาะสมเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเครื่องดื่มนมกล้วยขณะทำการเก็บรักษาที่ 14 °C แทนการนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากหากย้ายผลผลิตกล้วยไข่ที่เก็บที่ 14 °C นาน 28 วัน ไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน เพื่อดูการสุกและอาการผิดปกติ พบว่า อาการสะท้านหนาวในกล้วยไข่ที่ได้ผ่านบางกรรมวิธี อาการที่พบ คือ สีเปลือกคำคล้ำหรือสีน้ำตาลเกิดขึ้น เนื่องจากการเก็บรักษากล้วยที่อุณหภูมิที่ต่ำเป็นเวลานาน ทำให้เกิดความ

เสียหายในผลผลิตทั้งทางกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนสี (discoloration) ที่ผิวนอกและเนื้อเป็นสีน้ำตาลคล้ำการสุกผิดปกติ (abnormal ripening) การสุกที่ไม่สม่ำเสมอ และทางเคมี เกิดการสะสมเอทานอลและอะเซตดิไฮด์ ส่งผลให้มีรสชาติผิดปกติ (off-flavour) (จริงแท้, 2549)

การใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ หนา 40 ไมครอนกับกล้วยหอมดิบที่ได้รับ 1-mcp สามารถชะลอการสุกเหมาะกับการเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเครื่องดื่มนมกล้วย นาน 49 วัน (ตารางที่ 3) นอกจากนี้ พบว่า การใช้ 1-mcp ร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ หนา 40 ไมครอน สามารถชะลอการสุกของผลกล้วยหอมทองโบราณได้นาน เมื่อเปรียบเทียบการใช้กับกล้วยหอมทองทางการค้า

และจากการศึกษาการใช้สารเคลือบ GRAS กับกล้วยไข่และกล้วยหอมดิบ พบว่า การเคลือบผลกล้วยไข่ดิบและกล้วยหอมดิบที่ได้รับ 1- mcp ด้วยกรดซิคริคร่วมกับไคโตซาน บรรจุในถุงแอคทีฟ เก็บรักษาที่ 14 °C สามารถเก็บรักษาได้นาน 21 และ 49 วัน (ตารางที่ 2.4, 2.5, 2.6 และ 2.7)โดยที่เปลือกผลกล้วยยังสด และคงความเขียว ไม่พบการเกิดโรค และเมื่อย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน เพื่อดูการสุกและอาการผิดปกติที่เกิดขึ้น พบว่า กล้วยไข่ที่ได้รับกรรมวิธีดังกล่าว สามารถพัฒนาการสุกเป็นปกติ และสามารถชะลอการสุกในกล้วยหอมดิบได้ โดยเนื้อกล้วยหอมดิบไม่พบอาการผิดปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบสารยืดอายุชนิดอื่น

คุณภาพของเนื้อและการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกตามความสุกแก่ของผลกล้วยไข่ดิบที่ได้รับ 1- mcp ร่วมกับการเคลือบสาร GRAS บรรจุในถุงแอคทีฟ หนา 25 ไมครอน เก็บที่ 14 °C ตลอดการเก็บรักษา เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา พบว่า วันที่ 7 ของการเก็บรักษา เปลือกของกล้วยไข่ดิบ ที่ได้รับสารเคลือบทุกกรรมวิธี เปลี่ยนจากสีเขียว เป็นสีเหลือง 20 % ของพื้นที่เปลือกทั้งหมด ไม่พบการเกิดโรค เมื่อนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน พบว่า มีการสุกเป็นปกติ มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่ กล้วยไข่ที่เคลือบด้วยสารละลายซาลิไซลิก เริ่มเกิดอาการเปลือกมีสีน้ำตาล เป็นรอยไหม้ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ที่ไม่พบอาการผิดปกติเกิดขึ้น (ตารางที่ 2.8)

หลังเก็บรักษาที่ 14 °C นาน 21 วัน พบว่า กล้วยไข่ที่ได้รับสารเคลือบทุกกรรมวิธี เนื้อกล้วยมีความอ่อนนุ่มเพิ่มขึ้นตามการสุกหรือการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกที่มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบการเกิดโรค (ภาพที่ 2.1) เมื่อนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน เพื่อสังเกตุการสุกและอาการผิดปกติ พบว่า เนื้อกล้วยไข่ที่เคลือบด้วยกรดซิตริคและไคโตซาน พัฒนาการสุกเป็นปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคลือบอื่น เนื้อกล้วยไข่ มีอาการผิดปกติ พบการฉ่ำน้ำ หรืออาการสะท้านหนาว (Chilling injury) เกิดขึ้น (ภาพที่ 2.2)

คุณภาพของเนื้อและการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมดิบที่ได้รับ 1- mcp ร่วมกับการเคลือบสาร GRAS บรรจุในถุงแอคทีฟ หนา 40 ไมครอน เก็บที่ 14 °C พบว่า วันที่ 49 ของการเก็บรักษา เปลือกของกล้วยหอมดิบ ที่ได้รับสารเคลือบทุกกรรมวิธี ยังคงสภาพความสด สีเขียว ไม่พบการเกิดโรค (ภาพที่ 2.3) เมื่อนำมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน เพื่อสังเกตุการสุกและอาการผิดปกติ พบว่า กล้วยหอมที่เคลือบด้วยกรดซิตริคและไคโตซาน พัฒนาการสุกเป็นปกติและแตกต่าง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคลือบอื่น เนื้อกล้วยหอม มีอาการผิดปกติ พบการฉ่ำน้ำ หรืออาการสะท้านหนาว (Chilling injury) เกิดขึ้น (ภาพที่ 4) หลังเก็บรักษาที่ 14 °C นานมากกว่า 49 วันจนสิ้นสุดการทดลอง พบว่า เปลือกของกล้วยหอมดิบที่ได้รับสารเคลือบทุกกรมวิธี ยังคงสีเขียวอยู่

แต่พบการเกิดโรคเป็นจำนวนมาก เมื่อย้ายไปที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน พบว่า กล้วยหอมที่เคลือบสาร GRAS ทุกกรรมวิธี มีอาการผิดปกติที่เนื้อกล้วย พบอาการสะท้านหนาว (chilling injury) เกิดขึ้นอย่างรุนแรง นอกจากนี้พบว่า การเคลือบผิวกล้วยกล้วยไข่และกล้วยหอมด้วยสาร GRAS ทุกกรรมวิธี สามารถชะลอสุกของผลกล้วย และลดการเน่าเสียที่บริเวณผลและหวีได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง

Table 2.1 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Kai banana ,were treated 1-mcp and contained in the packaging bag, were storaged at 14 °C for 40 days

Treatments	storage at 14°C for 40 days					
	L	a	b	index	firmness (newton)	tss
0 ppb 1-mcp + PE bag	59.96b	-6.46b	34.63b	2.30b	15.61cd	20.75a
0 ppb 1-mcp + 25µm AT bag	67.06a	7.15a	41.81a	6.00c	8.88d	22.58b
0 ppb 1-mcp + 40µm AT bag	57.15b	-5.98b	32.15bc	1.85ab	14.03cd	21.22ab
1,000 ppb 1-mcp + PE bag	58.36b	-8.65b	29.58c	1.00a	49.25a	21.22ab
1,000 ppb 1-mcp + 25µm AT bag	57.89b	-7.44b	32.49bc	1.40a	21.52c	21.07a
1,000 ppb 1-mcp + 40µm AT bag	59.47b	-8.31b	31.23bc	1.20z	34.57d	24.33c
mean	53.48	-4.95	33.65	5.74	23.98	27.90
CV	6.60	70.40	9.90	33.10	27.90	10.90
F-test time (C)	*	*	*	*	*	ns
Packaging bag (B)	*	*	*	*	*	ns
1-mcp (A)	ns	*	*	*	*	ns
CxA	*	*	*	*	*	ns
CxB	ns	*	*	*	*	*
BxA	*	*	*	*	*	*
CxBxA	ns	*	*	*	*	ns

Means in same column followed by same letter are not significantly different by Least significant difference of means at P ≤ 0.05 ns=non-significant, * = significant P ≤ 0.05

Table 2.2 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Kai banana ,were treated 1-mcp and contained in the packaging bag, were storaged at 14 °C for 40 days, removed at room temperature for 3 day

Treatments	storage at 14°C for 40 days , remove at room temperature for 3 days			
	L	a	b	index
0 ppb 1-mcp + PE bag	56.60ab	-1.21b	34.68b	2.97ab
0 ppb 1-mcp + 25µm AT bag	59.40a	8.59a	40.73a	6.89c
0 ppb 1-mcp + 40µm AT bag	48.41c	0.19b	22.77d	2.93ab
1,000 ppb 1-mcp + PE bag	57.09ab	-8.27c	29.35c	1.26a
1,000 ppb 1-mcp + 25µm AT bag	54.39b	-2.20b	30.81bc	2.51b
1,000 ppb 1-mcp + 40µm AT bag	55.09ab	-1.90b	32.79bc	2.48b
mean	55.16	-0.80	31.86	3.17
CV	12.60	477.10	19.10	36.00
F-test time (C)	*	*	*	*
Packaging bag (B)	*	*	*	*
1-mcp (A)	ns	*	*	*
CxA	*	*	*	ns
CxB	ns	*	*	ns
BxA	*	*	*	*
CxBxA	*	*	*	ns

Means in same column followed by same letter are not significantly different by Least significant difference of means at P ≤ 0.05 ns=non-significant, * = significant P ≤ 0.05

Table 2.3 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Hom banana ,were treated 1-mcp and contained in the packaging bag, were storaged at 14 °C for 49 days**.**

Treatments	storage at 14°C for 49 days					
	L	a	b	index	firmness (newton)	tss
0 ppb 1-mcp + PE bag	54.70b	0.90	37.04bc	1.94ab	16.03b	17.55a
0 ppb 1-mcp + 25µm AT bag	53.31b	-1.42	36.62bc	7.96d	5.07c	16.70a
0 ppb 1-mcp + 40µm AT bag	52.07b	0.51	35.37bc	7.87d	4.35c	16.90a
1,000 ppb 1-mcp + PE bag	54.18b	-0.90	34.38c	1.33a	34.59a	15.17a
1,000 ppb 1-mcp + 25µm AT bag	63.36a	1.42	45.57a	4.61c	11.60bc	19.92b
1,000 ppb 1-mcp + 40µm AT bag	59.97a	-0.51	40.76b	2.44b	12.94bc	19.05b
mean	56.27	0.00	38.29	4.36	14.10	17.55
CV	7.00	110.40	9.50	24.50	39.70	20.60
F-test time (C)	*	*	*	*	*	*
Packaging bag (B)	*	*	*	*	*	*
1-mcp (A)	ns	*	*	*	*	*
CxA	*	*	*	*	*	*
CxB	ns	*	*	*	*	*
BxA	ns	*	ns	*	ns	ns
CxBxA	*	ns	*	*	*	*

Means in same column followed by same letter are not significantly different by Least significant difference of means at P ≤ 0.05 ns=non-significant, * = significant P ≤ 0.05

Table 2.4 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Kai banana ,were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 25 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14 °C for 21 days.

kind of GRAS coating	storage at 14°C for 21 days		
	L	a	b
imasalil	61.13ab	-7.78a	28.82b
0.25% chitosan	60.29ab	-9.00b	29.35b
0.010% salicy acid	59.50b	-8.24b	31.26a
0.25% citric acid	61.41a	-8.14b	28.94b
citric acid + chitosan	59.79b	-9.04b	30.42a
mean	60.28	-8.57	29.95
CV	3.40	39.00	4.70
F-test storage time (B)	*	*	*
GRAS coating (A)	*	ns	*
BxA	*	*	*

Means in same column followed by same letter are not significantly different by Least significant difference of means at P ≤ 0.05 ns=non-significant, * = significant P ≤ 0.05

Table 2.5 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Kai banana ,were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 25 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14 °C for 21 days, removed at room temperature for 3 days.

kind of GRAS coating	storage at 14°C for 21 days , remove at room temperature for 3 days		
	L	a	b
imasalil	62.05	-7.16a	29.77
0.25% chitosan	62.44	-8.18b	30.36
0.010% salicy acid	61.77	-7.90ab	30.77
0.25% citric acid	62.10	-7.26a	30.50
citric acid + chitosan	61.87	-6.44a	31.03
mean	62.05	-7.39	30.49
CV	4.40	37.70	64.00
F-test storage time (B)	*	*	*
GRAS coating (A)	*	ns	ns
BxA	*	*	*

Means in same column followed by same letter are not significantly different by Least significant difference of means at P ≤ 0.05 ns=non-significant, * = significant P ≤ 0.05

Table 2.6 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Hom banana ,were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 40 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14 °C for 49 days.

kind of GRAS coating	storage at 14°C for 49 days		
	L	a	b
imasalil	53.62	-10.49	31.63a
0.25% chitosan	53.28	-10.10	31.50a
0.010% salicy acid	51.99	-10.38	30.75b
0.25% citric acid	52.94	-10.38	31.86a
citric acid + chitosan	52.46	-10.33	31.66a
mean	52.86	-10.34	31.48
CV	4.20	5.60	3.50
F-test storage time (B)	ns	*	*
GRAS coating (A)	ns	ns	ns
BxA	ns	*	*

Means in same column followed by same letter are not significantly different by Least significant difference of means at P ≤ 0.05 ns=non-significant, * = significant P ≤ 0.05

Table 2.7 Average of L, a, b value and index score of peel and firmness, total soluble solid of pulp in Hom banana ,were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 40 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14 °C for 49 days, removed at room temperature for 3 days.

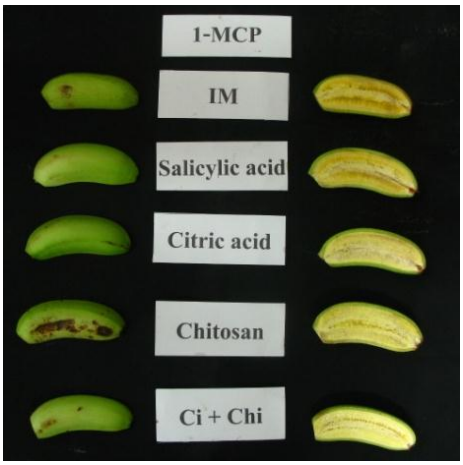
kind of GRAS coating	storage at 14°C for 49 days , remove at room temperature for 3 days		
	L	a	b
imasalil	52.64	-10.01ab	31.14
0.25% chitosan	52.38	-9.44a	30.98
0.010% salicy acid	52.82	-9.90a	31.08
0.25% citric acid	52.70	-9.60a	31.15
citric acid + chitosan	51.81	-10.38b	31.56
mean	52.47	-9.87	31.18
CV	4.50	7.60	3.70
F-test storage time (B)	ns	*	*
GRAS coating (A)	ns	*	*
BxA	*	*	*

Means in same column followed by same letter are not significantly different by Least significant difference of means at P ≤ 0.05 ns=non-significant, * = significant P ≤ 0.05

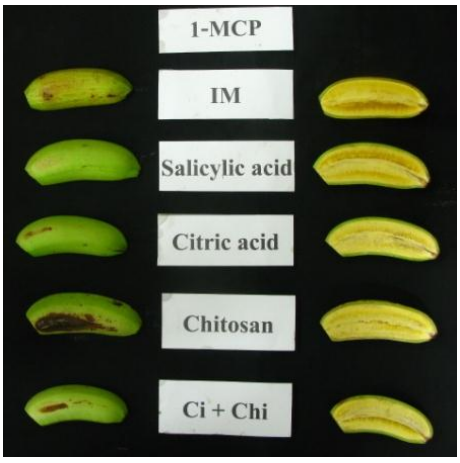
Table 2.8 Average of L, a, b value of peel in Klaui Khai, were treated 1-mcp and GRAS coating, were packed in the 25 µm thickness of active packaging bag, storaged at 14°C for 7days, removed at room temperature for 3 day.

kind of GRAS coating	Storage at 14 °C for 7 days			Removed at room temperature for 3 days		
	L	a	b	L	a	b
imasalil	60.05b	-8.32b	29.67	63.37	-7.80	29.02b
0.25% chitosan	60.96b	-8.86b	28.85	62.78	-9.00	30.95a
0.010% salicy acid	61.11b	-8.29b	29.53	63.29	-8.59	30.08ab
0.25% citric acid	61.52a	-7.65a	28.64	62.97	-9.00	29.74ab
citric acid + chitosan	60.38b	-8.81ab	29.60	61.62	-7.82	30.78a
mean	60.80	-8.38	29.26	62.81	-8.44	30.11
CV	3.40	3.90	4.70	4.40	37.70	6.40
F-test storage time (B)	*	*	*	*	*	*
GRAS coating (A)	*	ns	*	*	ns	ns
BxA	*	ns	*	*	*	*

Means in same column followed by same letter are not significantly different by Least significant difference of means at P ≤ 0.05 ns=non-significant, * = significant P ≤ 0.05

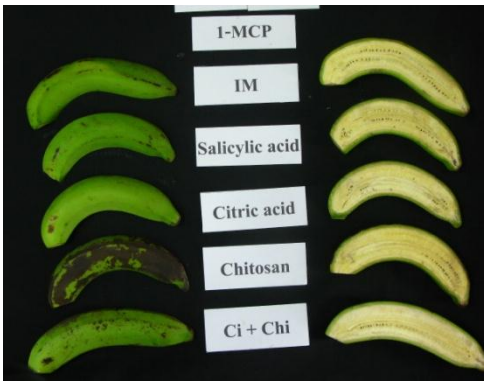


(A) Klaui Kai were kept at 14 °C for 21 days

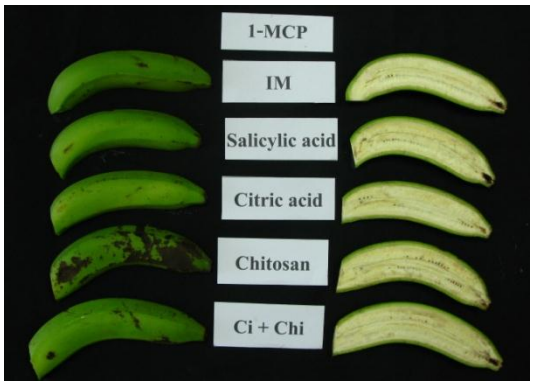


(B) Klaui Kai were kept at 14 °C for 21 days, remove at room temperature for 3 days.

Figure 2.1-2.2 A color change of peel and abnormal symptoms of pulp in "Kai" banana fruits were storage at 14 °C for 21 days, remove at room temperature for 3 days.



(A) Klaui Hom were kept at 14 °C for 49 days



(B) Klaui Hom were kept at 14 °C for 49 days, remove at room temperature for 3 days.

Figure 2.3-2.4 A color change of peel and abnormal symptoms of pulp in "Hom" banana fruits were storage at 14 °C for 49 days, remove at room temperature for 3 days.

กิจกรรมย่อย การพัฒนาอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากกล้วย

3 การผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากกล้วย

3.1 การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำเพื่อสุขภาพจากกล้วย

ศึกษาคัดเลือกชนิดของกล้วยเพื่อใช้ในการแปรรูปและศักยภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ กล้วยเป็นผลไม้ที่มีน้ำตาลและความเป็นกรดสูงเหมาะสมในการนำมาทดลองหมักแอลกอฮอล์เพื่อเพิ่มมูลค่าและคุณค่าทางอาหาร จากการนำกล้วยที่มีความสุกระดับ 6 (กึ่งสุกกึ่งดิบ) มาทำการทดลองหมักแอลกอฮอล์โดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ HHD1 หมักนาน 10 วัน พบว่าคุณค่าทางอาหารและศักยภาพในการผลิตแอลกอฮอล์ของกล้วยทั้ง 3 สายพันธุ์ มีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง (Table 3.1) กล้วยน้ำว้าถือเป็นกล้วยที่มีความโดเด่นมากโดยเฉพาะปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดจากการหมักกว่า 7 % โดยปริมาตร นอกจากนี้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระที่ยับยั้งการหมักในเนื้อกล้วยยังไม่มีมากเมื่อเทียบกับกล้วยอีก 2 สายพันธุ์ กล้วยน้ำว้าจึงน่าจะมีศักยภาพดีที่สุดในการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำ

Table 3.1 Average nutritional value and Alcohol Potential of selected banana varieties at ripening state (8) for 30 samples

Nutrition Fact (100 g of product)	Unit	Banana varieties		
		Hom Thong	Khai	Namwa
Total Energy	Kcal	131	145	153
Total fat	gram	0.2	0.2	0.2
Protein	gram	1.0	1.9	1.2
Carbohydrate	gram	31.4	34.4	36.2
Fiber	gram	0.3	0.4	0.5
Calcium	milligram	26	24	26
Phosphorus	milligram	46	22	32

Iron	milligram	0.6	0.5	0.4
Potassium	milligram	350	380	352
Magnesium	milligram	10	18	17
Vitamin A total	I.U.*	132	-	43
Vitamin B1	milligram	0.13	0.02	0.07
Vitamin B2	milligram	0.03	0.09	-
Nutrition Fact	Unit	Banana varieties		
(100 g of product)		Hom Thong	Khai	Namwa
Calcium	milligram	7	16	9
Niacin	milligram	0.4	0.4	0.4
TSC **	Brix	15	13	19
TAP **	% vol/vol	4.0	5.2	7.0
Total Acid Content (Sulfure value)	mg	3.1	2.5	3.4

*I.U. = Internationnal Unit, **TSC = Total Soluble Solid Content,

***TAP = Titrable Alcohol Potential

ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำ

ศึกษากระบวนการหมักมอลท์ การสกัดกล้วยนั้นทำได้ยาก เนื่องจากเนื้อกล้วยมีส่วนประกอบของโพลีแซคคาไรด์ เช่น แป้ง น้ำตาล เฮมิเซลลูโลส สารประกอบแพคติคและการรวมกันในโครงสร้างเนื้อเยื่อ ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะขัดขวางการสกัดน้ำผลไม้ เราจึงใช้เนื้อกล้วยทดลอง โดยใช้กล้วยต้มทั้งเปลือก แล้วบดเนื้อกล้วยสุกไว้บนตะแกรงก่อนนำไปตากให้แห้ง จากนั้นเติมมอลท์จากประเทศเยอรมัน โดยกลิ่นของมอลท์ (สารมาตรฐาน : เอทิลอีเทอร์) จะต้องไม่กลบกลิ่นกล้วย (สารมาตรฐาน : ไอโซอามิลอาซีเตท) (Table 3.2) ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและลักษณะปรากฏของเนื้อกล้วยด้วยสายตาและทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยจมูกอิเล็กทรอนิกส์ พบว่ากลิ่นจากมอลท์ส่งผลต่อกลิ่นกล้วยน้ำว้าน้อยกว่า กล้วยอีก 2 สายพันธุ์ที่แทบจะโดนกลิ่นมอลท์กลบไปหมด ทั้งนี้ระดับ ทั้งนี้ระดับความสุกของกล้วยระดับ 6 ที่นำมาใช้นั้น เราพบว่ากล้วยดิบตากแห้งมีกลิ่นคล้ายมอลท์อยู่มาก โดยเฉพาะในกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

Table 3.2 Average aroma scores (Isoamyl Acetate and Ethyl Ether) of banana flesh for Banana-like and Malt-like Flavor after mixing between Banana and Malt.

Mait : Banana (gram : gram)	Aroma scores Namwa		Aroma scores Hom Thong		Aroma scores Khai	
	Banana-like Flavor	Malt-like Flavor	Banana-like Flavor	Malt-like Flavor	Banana-like Flavor	Malt-like Flavor
0 : 1000	90.43a	2.36a	87.03a	5.36a	79.78a	8.36a
300 : 700	65.25b	32.25b	45.25b	62.25a	45.15b	68.08a
500 : 500	32.56c	78.25c	30.15c	79.01a	29.62c	86.23a
700 : 300	13.20d	85.53d	7.20d	91.68b	8.20d	93.36b
1000 : 0	0.58e	95.78e	0.58d	95.78c	0.58d	95.78c

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05).

ศึกษากระบวนการผลิตน้ำวอร์ทเพื่อการพัฒนากลิ่น การผลิตน้ำวอร์ทจากกล้วยจะแบ่งผงมอลท์ผสมออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะผสมน้ำเปล่าต้มที่ 100 ^{0}C และส่วนที่สองนำไปผสมกับฮอปเพื่อพัฒนาความขม และกลิ่นที่ต่างกันในกล้วยแต่ละสายพันธุ์โดยสิ้นเชิง (Table 3.3) กล้วยไข่แม้จะมีระดับความขม (international Bitterness Unit : IBU) ที่สูง (IBU 25 - 26) จนเกือบได้ระดับเบียร์เกรดแอมเบอร์ที่ต้องการ (IBU 30 -33) แต่กลิ่นของกล้วยไข่ไม่ชัดเจน โดยพบเพียงกลิ่นมอลท์และฮอปที่กลบกลิ่นกล้วยลงไป เช่นเดียวกับกล้วยหอมที่มีกลิ่นน้อยไปโดยสิ้นเชิง ส่วนกล้วยน้ำว้าฮอปส่งผลชัดเจนต้องค่าระดับความขมเพื่อการผลิตเบียร์แอมเบอร์ที่ IBU อยู่ที่ 30 -33 และมีกลิ่นกล้วยที่โดดเด่น ดังนั้นจากผลการทดลองข้างต้นทั้งหมด กล้วยน้ำว้าจึงมีคุณสมบัติโดดเด่นกว่ากล้วยไข่และกล้วยหอมสำหรับผลิตแอลกอฮอล์

Table 3.3 Average aroma scores (Isoamyl Acetate and Ethyl Ether) and Bitterness Scale (I.B.U.) of banana-hop water mixture at 70 ^{0}C

Hop : Banana mixture (gram: gram)	Aroma scores Namwa			Aroma scores Hom Thong			Aroma scores Khai		
	Banana-like Flavor	Malt-like Flavor	I.B.U	Banana-like Flavor	Malt-like Flavor	I.B.U	Banana-like Flavor	Malt-like Flavor	I.B.U
0 : 1000	67.38a	1.23a	23a	62.30a	2.20a	20a	42.43a	4.61a	21a
400 : 600	56.22a	40.05ab	32ab	45.25a	75.25ab	24b	39.13a	68.08ab	25b
500 : 500	30.65b	77.07bc	24b	20.15b	79.01bc	24b	12.62b	86.23bc	25b
600 : 400	11.30c	85.55c	22b	7.20b	91.39c	23b	8.20c	92.06c	22b
1000 : 0	0.02c	65.12c	16c	0.02c	65.12d	16c	0.02c	65.12d	16c

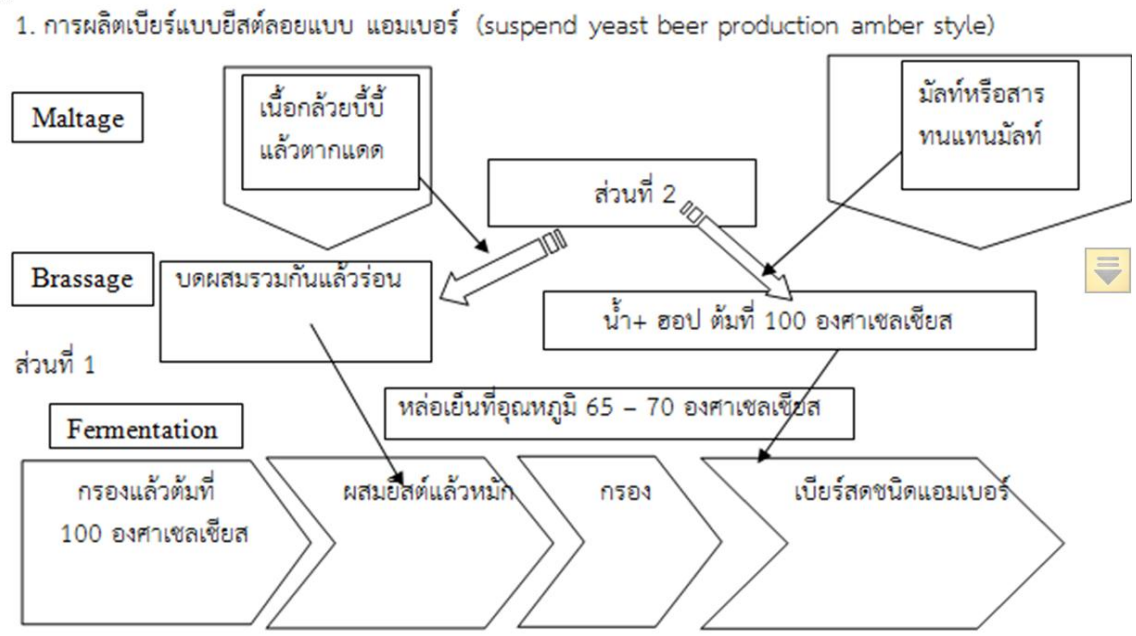
Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05).

ศึกษากระบวนการหมักเบียร์แบบยีสต์ลอย การหมักเบียร์ของน้ำวอร์ทกล้วยทั้ง 3 ชนิด เราใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*สายพันธุ์ BAbeerหมักเป็นเวลา 10 วัน พบว่าอัตราการหมักของกล้วยทั้ง 3 ชนิด เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยกล้วยไข่จะหมักเสร็จก่อน (Figure 3.1) เนื่องจากปริมาณน้ำตาลที่น้อยกว่าและกล้วยหอมทองจะเกิดการชะลอการหมักและการหยุดหมักอย่างชัดเจนทำให้ส่งผลต่อการเกิดฟองในการผลิตเบียร์ กล้วยน้ำว้ามีอัตราการเกิดฟองที่สม่ำเสมอและชัดเจนกว่ากล้วยชนิดอื่นตลอดการหมัก ดังนั้นทางผู้ทดลองจึงเลือกศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณค่าทางอาหารของกล้วยน้ำว้าในกระบวนการผลิตเบียร์และพบว่ากระบวนการนี้สามารถถนอมคุณค่าอาหารได้มากและเมื่อเปรียบเทียบกับเบียร์ตามท้องตลาดแล้วเบียร์กล้วยมีคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะปริมาณวิตามินและแร่ธาตุที่โดดเด่นและน่าสนใจที่สุด (Table 3.4)

Table 3.4 Nutritional value of Banana cv. Namwa during Amber brewing process

Nutrition Fact (100 g of product)	Unit	Banana-Malt mixture	Wort mixture	Banana Beer	Local Beer 1	Local Beer 2
Total Energy	Kcal	344	270	29	35	31
Water	gram	9.6	24.7	90.7	91	92
Total fat	gram	2.5	1.6	0.02	-	-
Protein	gram	8.5	7.0	0.7	0.3	0.5
Carbohydrate	gram	77.4	65.5	6.1	4	3.6
Indigestible Carb.	gram	2.1	2.7	0	0	0
Ash	gram	1.94	1.25	0.30	-	0.2
Lysine	gram	3.3	3.7	7.2	-	-
Calcium	milligram	9.8	6.9	1.8	8	1
Phosphorus	milligram	288	234	46	11	7
Phytic acid	milligram	150	63	10	-	-
Potassium	milligram	347	268	94	40	-
Sodium	milligram	12.9	10.9	2.3	3	-
Nutrition Fact (100 g of product)	Unit	Banana-Malt mixture	Wort mixture	Banana Beer	Local Beer 1	Local Beer 2
Thiamine	microgram	364	331	390	0.5	40
Riboflavin	milligram	88	170	55	20	50
Niacin	milligram	3.8	4.0	0.6	0.6	0.4
Alcohol	% vol/vol.	-	-	5%	5%	5.8%

ภาพที่3.1 กระบวนการผลิตเบียร์กล้วย



3.2 การผลิตเครื่องดื่มที่มีสารอาหารพร้อมใช้สำหรับร่างกายจากกล้วย

ศึกษาคัดเลือกชนิดของกล้วยเพื่อใช้ในการแปรรูปเครื่องดื่มพร้อมใช้สำหรับร่างกาย เป็นที่รู้กันว่ากล้วยเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากมีส่วนประกอบของโปรตีน และแลคโตสสูง การสกัดสารอาหารพร้อมใช้สำหรับร่างกายจากกล้วยมุ่งเน้นสกัดสาร Galacto-oligosaccharide หรือ GOS ที่มาจากแลคโตสในเนื้อกล้วยโดยการสกัดด้วยความร้อน (B. Ritika, 2010) จากการทดลองพบว่าเราสามารถสกัดด้วยความร้อนที่ 45 ^{0}C เป็นเวลา 30 นาที และกล้วยไข่ถือเป็นกล้วยที่ได้สารสกัด GOS ออกมามากที่สุด (Figure 3.2) อย่างไรก็ตามหากนำไปเข้ากระบวนการทำแห้งแบบฝอยนั้น ปริมาณของ GOS จะลดลงจนหายไปเลย ดังนั้นเพื่อเก็บรักษา GOS เพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์แปรรูปอื่น เราจึงจำเป็นต้องศึกษาสารคอลลอยด์ที่เหมาะสมในการสกัด GOS จากเนื้อกล้วยไข่ ศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัด GOS และสารคอลลอยด์ที่เหมาะสมในการสกัด

โปรตีนจากนมและไข่ถือเป็นโปรตีนที่มนุษย์ต้องการในชีวิตประจำวันและสามารถนำมาประยุกต์ในเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพได้อย่างดี จากการทดสอบเปรียบเทียบโปรตีนจากนมและไข่มาใช้ในการสกัด GOS จากกล้วยไข่ในอัตราส่วน 1 : 9 โดยใช้ความร้อนสกัดอีกครั้งที่ 45 ^{0}C ร่วมกับน้ำตาลเพื่อการพัฒนารสชาติ (Yadav et al., 2010) พบว่าเวย์โปรตีนสามารถจับ GOS ได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับโปรตีนชนิดอื่น (Table 3.5) และปริมาณ GOS สามารถคงสภาพได้แม้ผ่านกระบวนการทำแห้งแบบฝอยแล้ว อย่างไรก็ตามในการประเมินความพึงพอใจกับผู้บริโภค เคซีนกลับได้รับความนิยมสูงมากกว่าเวย์โปรตีน ทั้งนี้เนื่องจากกลิ่นของนมที่ไม่หืนและคาวจนเกินไปเมื่อเทียบกับเวย์โปรตีน

Table 3.5 GOS yield by β-galactosidase crude preparation

Mixture Banana Juice with	GOS yield after WBBH process		GOS yield After Spray-dryer process	Total Protein (gram)
	Before heating at 45 ^{0}C	After heating at 45 ^{0}C		
Pure Banana Juice	22.3%a	50.3%a	9.58%a	19a
Whey Protein	13.69%b	42.5%b	39.83%b	14b
Casein Protein	13.25%b	31.25%c	24.56%c	13b
Albumin Protein	12%c	28.96%d	13.25%d	11c

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05).

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตกล้วย จากการทดลองผลิตโยเกิร์ตสูตรต่างๆ โดยการแปรปริมาณโปรตีนสกัดและน้ำตาล พบว่าปริมาณโปรตีนสกัดที่ลดลงทำให้ค่า b หรือค่าสีน้ำเงิน – เหลืองลดลงระหว่าง 13.39-14.98 นอกจากนี้ความหนืดของโยเกิร์ตจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดจาก 286.25 เป็น 152.36 cPs (Table 3.6) อย่างไรก็ตามปริมาณดังกล่าวไม่มีผลต่อ pH ผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าโยเกิร์ตที่ได้รับคะแนนนิยมสูงสุด คือ โยเกิร์ตที่มีอัตราส่วนของโปรตีนสกัดและน้ำตาลที่ 21 : 5% ของส่วนประกอบทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากหากมีโปรตีนสกัดมากไปทำให้ไม่ได้กลิ่นกล้วยหรือหากน้ำตาลมากเกินไปจะมีรสหวานมาก

Table 3.6 Color scores, pH, viscosity and hedonist score of banana yogurt which GOS protein extract and sugar were varied into three rations.

Protein : Sugar Ratio (% w/w)	Color scores			pH	Viscosity (cPs)	Hedonist score * (/10 point)
	Lightness score (L)	Green-Red Score (a)	Blue-Yellow Score (b)			
26 : 0	14.93a	2.95a	14.98a	3.12a	286.25a	2
21 : 5	17.33b	3.04a	13.02b	3.11a	183.18b	8
16 : 10	18.97c	3.03a	12.39c	3.12a	153.36b	4

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05).

3.3 ศึกษาสารประกอบแทนนินจากเปลือกกล้วยในรูปแบบผงและเจลลี่

คัดเลือกชนิดของกล้วยเพื่อใช้ในการแปรรูปและการสกัดแทนนินจากเปลือกโดยความร้อน เปลือกกล้วยประกอบไปด้วยแทนนินที่มีความสามารถช่วยในการขับถ่าย และเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดจากเปลือกกล้วยที่นำมาศึกษา ผู้ทดลองจึงทำการสกัดแทนนินจากเปลือกที่เหลือใช้โดยใช้น้ำร้อนในการสกัดเปลือกกล้วยขูดเนื้อติดเปลือกออกทั้งสามชนิด แต่ไม่พบความแตกต่างของปริมาณนินจากเปลือกกล้วยโดยปริมาณจะอยู่ที่ 142.80 – 148.20 กรัมต่อเปลือกกล้วย 1,000 กรัม วิเคราะห์โดยดัชนีเจลลาติน ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการสกัดแทนนินจากเปลือกกล้วยโดยใช้ทดสอบทำแห้งเปลือกกล้วยโดยวิธีอบนั้น พบว่า การอบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้ปริมาณแทนนินลดลงมาก (132.25 – 122.28 กรัม) และมีกลิ่นราออกมาชัดเจน ต่างกับการใช้การอบด้วยลมร้อนที่ 60 ^{0}C

เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและการให้ความร้อนโดยตรงสามารถคงปริมาณแทนนินได้กว่า 80% ส่วนการทำแห้งด้วยความเย็นนั้นเราสามารถเก็บแทนนินไว้ได้หมดหากแต่ใช้เวลานานถึง 5 วัน และมีค่าใช้จ่ายสูงมาก ดังนั้นการทำแห้งด้วยลมร้อนจึงถือเป็นการสกัดที่ง่ายและดีที่สุดในการผลิตแทนนินผงที่ได้ปริมาณแทนนินประมาณ140.25 – 137.04 กรัม (Table 3.7)โดยเมื่อนำผงแทนนินที่ผ่านกระบวนการทั้งหมดทดสอบการก่อเจลด้วยแพคติน พบว่าแทนนินมีปริมาณเหลืออยู่กว่า 89% ในทุกตัวอย่าง ดังนั้นเพื่อง่ายต่อการบริโภคจึงมีการศึกษาการผลิตเยลลี่แทนนินต่อไป

Table 3.7 Average Tannin content of banana peel determinated by Gelatin Index

For 1,000 gram of Banana	Banana varieties		
	Namwa	Hom Thong	Khai
Total Tannin	142.80	148.20	146.58
Heat-dried process	140.01	139.85	140.25
Hot air dryer process	138.25	137.04	140.02
Sun dryer process	122.28	124.02	1322.25
Freeze dryer process	141.75	147.25	146.01
Percentage of Tannin after Jelly process	88%	89%	89%

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05).

การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นแทนนินจากเปลือกกล้วย

ทดลองผลิตเยลลี่สูตรต่างๆ โดยการแปรปริมาณแทนนินสกัดและน้ำตาล พบว่าหากเพิ่มปริมาณสารสกัดจะมีผลต่อความชื้นของเนื้อวุ้นจาก 3.31% เป็น 42.92% อย่างไรก็ตามสาระสำคัญอย่างอื่นจะมีปริมาณลดลง ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน (จาก 5.50 เป็น 0.62 กรัม) ไขมัน (จาก 2.24 เป็น 0.22 กรัม) คาร์โบไฮเดตร (จาก 76.58 เป็น 54.25 กรัม) ไฟเบอร์ (จาก 55.46 เป็น 4.64 กรัม) เพคติน (จาก 10.71 เป็น 0.84 กรัม) รวมถึงปริมาณเถ้า(จาก 13.22 เป็น 1.04 กรัม) (Table 3.8) ทั้งนี้หลักเกณฑ์ในการตัดสินจึงเป็นการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้บริโภคสามารถยอมรับวุ้นแทนนินที่มีสารสกัดได้ที่ 20 กรัม ซึ่งมีลักษณะเนื้อสัมผัสดีและไม่มีรสเฝื่อนชัดเจน

Table 3.8 Average nutritional value of various Tannin extract content in Jelly process

Nutrition Fact (100 g of product)	Unit	No Tannin extract	10 grams of extract	20 grams of extract	30 grams of extract
Energy	Kcal	348	221	238	584
Crude Fat	gram	2.24	0.22	0.39	0.53
Crude Protein	gram	5.50	0.62	1.11	1.52
Carbohydrate	gram	76.58	54.25	57.41	62.80
Total dietary fiber	gram	55.46	4.64	8.50	12.70
Insoluble fiber	gram	36.23	3.33	5.92	8.85
Soluble fiber	gram	18.91	1.42	2.64	3.96
Total pectin	gram	10.71	0.84	1.31	1.82

4. การผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำโดยใช้มอลโทเด็กซ์ตรินเป็นสารทดแทนไขมัน

องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยหอม, กล้วยไข่, กล้วยเล็บมือนาง และกล้วยน้ำว้าทั้ง 8 สูตรการผลิต โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตของไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดพบว่าไอศกรีมกล้วยทั้ง 8 สูตรการผลิตมีปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.2) โดยเมื่อทำการลดไขมัน ปริมาณไขมันในสูตรไอศกรีมที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณลดลง รวมทั้งการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินและการเพิ่มปริมาณน้ำตาลมีผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในตัวอย่างไอศกรีมกล้วยมีปริมาณสูงขึ้น เนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมันที่จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซคคาไรด์ที่เกิดจากกระบวนการไฮโดรไลซ์สตาร์ชด้วยกรดหรือเอนไซม์โดยประกอบด้วยยูนิตของ D-glucose (Owasu, 2005) ดังนั้นการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินจึงมีผลทำให้วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้สูงขึ้น นอกจากนี้ปริมาณไขมันในสูตรไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำที่วิเคราะห์ได้มีปริมาณลดลงจากสูตรควบคุม และยังมีปริมาณไขมันน้อยกว่าตัวอย่างไอศกรีมแต่งกลิ่นรสกล้วยหอมที่ขายในท้องตลาดซึ่งมีไขมันถึงร้อยละ 9.34 จึงเป็นผลดีต่อผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมปริมาณไขมันในร่างกายรวมทั้งยังได้ประโยชน์จากมอลโทเด็กซ์ทรินซึ่งจัดเป็น Functional food ประเภท prebiotic ด้วย

ตารางที่ 4.1 ส่วนผสมและปริมาณของสูตรการผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

Treatment	Cream (%w/w)	Sucrose (%w/w)	Dextrose (%w/w)	Low fat milk (%w/w)	Skim milk (%w/w)	Water (%w/w)	Emulsifier (%w/w)	Banana (%w/w)	Maltodextrin (%w/w)
FAT 1%	3	3, 6	2.75	35	2	23, 20	0.25	27	4
FAT 2%	5	3, 6	2.75	35	2	22, 19	0.25	27	3
FAT 3%	7	3, 6	2.75	35	2	21, 18	0.25	27	2
Control	12	3, 6	2.75	35	2	18, 15	0.25	27	0

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

Type of Banana	Fat (%) / Sugar (%)	Chemical composition (%w/w)			
		Protein	Fat	Carbohydrate	solid
Lebmuanang	F 1% / S 3%	1.42b	2.09d	22.77a	24.10a
	F 1% / S 6%	1.43b	2.10d	22.68a	24.80a
	F 2% / S 3%	1.42b	3.15c	22.11a	25.20a
	F 2% / S 6%	1.44b	3.15c	22.61a	25.80a
	F 3% / S 3%	1.46a	4.18b	19.05b	25.10a
	F 3% / S 6%	1.46a	4.14b	19.89b	26.00a
	F 5% / S 3%	1.49a	5.30a	17.50c	24.80a
	F 5% / S 6%	1.49a	5.31a	18.24bc	25.60a
Namwa	F 1% / S 3%	1.37b	1.83d	22.23a	25.42a
	F 1% / S 6%	1.37b	1.83d	22.75a	26.00a
	F 2% / S 3%	1.38ab	2.82c	20.83a	25.68a
	F 2% / S 6%	1.38ab	2.83c	21.11a	26.00a
	F 3% / S 3%	1.40a	3.89b	19.65b	25.37a
	F 3% / S 6%	1.40a	3.89b	20.23a	26.20a
	F 5% / S 3%	1.43a	5.14a	18.87b	25.81a
	F 5% / S 6%	1.43a	5.13a	19.55b	26.60a
Khai	F 1% / S 3%	1.96b	1.60d	20.92a	24.25a
	F 1% / S 6%	1.96b	1.62d	20.77a	24.80a
	F 2% / S 3%	2.01b	2.60c	18.55b	23.61b
	F 2% / S 6%	2.01b	2.61c	19.02a	24.20a
	F 3% / S 3%	2.05b	3.27b	18.16b	24.14a
	F 3% / S 6%	2.05b	3.27b	18.90b	25.00a
	F 5% / S 3%	2.15a	5.17a	15.59c	23.65b
	F 5% / S 6%	2.15a	5.17a	16.07c	24.20a
Hom	F 1% / S 3%	1.85b	1.92d	19.38a	23.65b
	F 1% / S 6%	1.85b	1.92d	20.06a	24.40a
	F 2% / S 3%	1.90b	2.80c	18.77b	24.00b
	F 2% / S 6%	1.90b	2.80c	19.70a	25.00a
	F 3% / S 3%	1.96a	3.66b	17.24c	23.50b
	F 3% / S 6%	1.96a	3.68b	18.13b	24.40a
	F 5% / S 3%	2.00a	5.22a	16.32c	24.10a
	F 5% / S 6%	2.00a	5.22a	17.14c	25.00a

Note $^{a-c}$ Values with the same letter in column are not significantly different ($p<0.05$)

คุณภาพทางด้านกายภาพของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

ความหนืดของไอศกรีมเหลว

การลดปริมาณไขมันของไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ กล้วยหอม, กล้วยไข่, กล้วยเล็บมือนาง และกล้วยน้ำว้า จากสูตรควบคุมร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 3, 2 และ 1 โดยใช้สารทดแทนไขมันมอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 2, 3 และ 4 เปรียบเทียบกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมซึ่งมีปริมาณไขมันร้อยละ 5 พบว่าการลดปริมาณไขมันและการเติมสารทดแทนไขมันมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลการ

ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำจากกล้วยแต่ละชนิดแสดงดังตารางที่ 4.3 ซึ่งพบว่าเมื่อลดไขมันจากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 3, 2 และ 1 และทำการทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรินตามสัดส่วนของปริมาณไขมันที่ลดลงไป ไอศกรีมเหลวหรือไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยความหนืดของไอศกรีมจะขึ้นอยู่กับปริมาณไขมัน และสารให้ความคงตัว ปริมาณไขมันที่ลดลงมีผลทำให้ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ลดลง แต่เมื่อทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทริน ส่งผลให้ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์เพิ่มขึ้น การที่มอลโทเด็กซ์ทรินสามารถเพิ่มความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ได้เพราะเป็นสารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นโมเลกุลของสตาร์ชที่ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมาก โดยสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ และรวมตัวกับน้ำได้ดี สามารถเกิดเป็นโครงสร้างร่างแหสามมิติ ทำให้โมเลกุลของน้ำอิสระน้อยลง จำกัดการเคลื่อนที่ของน้ำ และองค์ประกอบอื่นๆที่ละลายน้ำได้ นอกจากนี้ความหนืดที่เพิ่มขึ้นยังเป็นผลมาจากกระบวนการแปรรูป เช่น การพาสเจอร์ไรซ์ การโฮโมจิไนซ์ และการบ่ม เป็นต้น (Marshall and Arbuckle, 1996) รวมทั้งองค์ประกอบของเนื้อกล้วยซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้ง และเพคติน สามารถให้ความหนืดแก่ไอศกรีมมิกซ์ได้ซึ่งมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมแข็งมีความเรียบเนียน ละเอียดมากขึ้น

<u>ร้อยละการขึ้นฟูและความแน่นแข็งของไอศกรีม</u>

ร้อยละการขึ้นฟูและความแน่นแข็งของไอศกรีมกล้วยที่ทำการลดไขมันจากร้อยละ 5 เป็นร้อยละ 3, 2 และ 1 และทำการทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรินตามสัดส่วนของปริมาณไขมันที่ลดลง พบว่าเมื่อนำไอศกรีมมิกซ์ที่ผ่านการบ่มมาผ่านกระบวนการปั่นตีอากาศและแช่เยือกแข็ง ไอศกรีมที่ได้มีการขึ้นฟูลดลง เมื่อวัดแรงกดอัดพบว่าแรงกดสูงสุดสูงกว่าไอศกรีมสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าไอศกรีมมีความแน่นแข็งเพิ่มขึ้น ทำให้ทนต่อแรงกดอัดที่ทำให้เสียรูปร่างได้มากขึ้น (จุฑารัตน์, 2549)

<u>อัตราการละลายของไอศกรีม</u>

การวัดอัตราการละลายของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ พบว่าไอศกรีมที่ทำการลดไขมันเป็นร้อยละ 3, 2 และ 1 และเติมมอลโตเด็กซ์ทรินเพื่อทดแทนไขมัน อัตราการละลายของไอศกรีมสูงขึ้นตามปริมาณไขมันที่ทำการลดลงและตามอัตราของมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากโครงสร้างของไอศกรีมสามารถคงอยู่ได้ด้วยกระบวนการ partial coalescence หรือ destabilized fat ของเม็ดไขมันซึ่งเชื่อมโยงกันเป็นร่างแหล้อมรอบเซลล์อากาศ และมีผลึกน้ำแข็งกระจายตัวอยู่ในส่วนของของเหลวที่ไม่แข็งตัว (Marshall and Arbuckle, 1996) ซึ่งโครงสร้างของไอศกรีมดังกล่าวช่วยชะลอและรักษารูปร่างของไอศกรีมขณะละลาย ดังนั้นไอศกรีมลดไขมันจึงละลายเร็วเนื่องจากมีไขมันในปริมาณน้อยจึงทำให้โครงสร้างร่างแหของไขมันมีน้อยเพราะโอกาสเกิด partial coalescence น้อยลง รวมทั้งไขมันยังถูกแทนที่ด้วยน้ำหรือผลึกน้ำแข็งซึ่งมีอุณหภูมิในการหลอมเหลวต่ำกว่าผลึกไขมัน (Campbell and Pelan, 1998) นอกจากนี้การเติมมอลโทเด็กซ์ทรินทำให้ไอศกรีมลดไขมันละลายเร็วขึ้นเนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทรินเพิ่มปริมาณของแข็งในสูตรไอศกรีมมีผลทำให้จุดเยือกแข็งของไอศกรีมต่ำลง และทำให้ส่วนที่เป็นของเหลวแข็งตัวช้ากว่าจึงละลายเร็วกว่าเมื่อเทียบกับไอศกรีมลดไขมันที่เติมมอลโตเด็กซ์ทรินในปริมาณน้อยกว่า ซึ่งไอศกรีมที่มีคุณภาพด้านการละลายที่ดีนั้นควรมีการละลายไม่ช้าหรือเร็วเกินไป สามารถคงรูปร่างขณะละลาย และของเหลวที่ละลายมีลักษณะเป็นเนื้อเดียว โดยไอศกรีมที่มีการละลายช้าเป็นคุณสมบัติที่ไม่ดีของไอศกรีมเพราะมีผลต่อเนื้อสัมผัส การได้รับกลิ่นรสในปากน้อยลง ดังนั้นการเติมมอลโท

เด็กซ์ทรินในปริมาณที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสให้ใกล้เคียงกับไอศกรีมสูตรควบคุม ซึ่งถ้าหากไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำที่ผลิตได้มีการละลายเร็วเกินไปสามารถเพิ่มปริมาณสารให้ความคงตัวในสูตรการผลิตเพื่อช่วยชะลอการละลายของผลึกน้ำแข็งได้

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในสูตรการผลิต เนื่องจากการผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำความหวานส่วนหนึ่งได้มาจากน้ำตาลชนิดต่างๆที่มีอยู่ในเนื้อกล้วย ดังนั้นสูตรการผลิตนี้สามารถลดน้ำตาลในสูตรการผลิตจากการผลิตไอศกรีมทั่วไปที่มีการใช้น้ำตาลมากกว่าร้อยละ 10 ของสูตรการผลิต ซึ่งสูตรการผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำของการศึกษานี้กำหนดปริมาณน้ำตาลที่ร้อยละ 3 และร้อยละ 6 พบว่าการเพิ่มปริมาณน้ำตาลจากร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 6 มีผลทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดในส่วนผสมเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลทำให้ความแน่นแข็งของไอศกรีม และความหนืดของไอศกรีมมิกซ์มีค่าสูงขึ้น แต่มีผลทำให้ร้อยละการขึ้นฟูต่ำลง รวมทั้งมีอัตราการละลายสูงขึ้น เนื่องจากการเพิ่มปริมาณน้ำตาลมีผลทำให้จุดเยือกแข็งของไอศกรีมมิกซ์ต่ำลง เมื่อจุดเยือกแข็งของไอศกรีมต่ำลงไอศกรีมก็จะมีลักษณะที่นิ่มขึ้น แต่ถ้าต่ำจนเกินไปไอศกรีมก็จะเหลว และละลายได้เร็วขึ้น ดังนั้นในสูตรการผลิตไอศกรีมต้องมีการใช้น้ำตาลในปริมาณที่เหมาะสมเพราะน้ำตาลมีผลต่อคุณสมบัติของไอศกรีม คือ ช่วยเพิ่มความหนืด และปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีมให้ดีขึ้น ถ้าใช้น้ำตาลในปริมาณที่สูงเกินไปจะมีผลทำให้ไอศกรีมนิ่มเหลวได้ง่าย มีเนื้อที่แข็งเกินไป และมีลักษณะเหนียวหนืด ละลายเร็ว รวมทั้งมีรสหวานมากเกินไป ทั้งนี้ยังขึ้นกับชนิดของสารให้ความหวานที่เลือกใช้ด้วย (Marshall and Arbuckle, 1996) ซึ่งการกำหนดปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในสูตรการผลิตนอกจากจะพิจารณาจากคุณสมบัติทางด้านกายภาพของไอศกรีมแล้ว ยังต้องพิจารณาร่วมกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้วยจึงจะได้ไอศกรีมที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี รวมทั้ง เนื้อสัมผัส และรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

<u>ค่าสีของไอศกรีม</u>

การศึกษาค่าสีของไอศกรีมจากกล้วยทั้ง 4 ชนิดที่ทำการลดปริมาณไขมันและทดแทนไขมันในปริมาณต่างๆกัน เมื่อพิจารณาค่า a* ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างสีแดงกับสีเขียวพบว่าเมื่อทำการลดไขมันและเพิ่มปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินในไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิด ตัวอย่างไอศกรีมมีค่า a* มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นสีแดงมากขึ้นตามปริมาณไขมันที่ลดลงและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่า b* ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างสีเหลืองกับสีน้ำเงินพบว่าตัวอย่างไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดมีค่า b* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าเมื่อทำการลดปริมาณไขมันและเพิ่มปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินตัวอย่างไอศกรีมกล้วยมีความเป็นสีเหลืองน้อยลงตามปริมาณไขมันที่ลดลงและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาค่า L* ซึ่งใช้กำหนดค่าความสว่างของเนื้อสี พบว่าตัวอย่างไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดมีค่า L* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งความสว่างของเนื้อสีลดลงตามปริมาณไขมันที่ลดลงและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏด้านสีของไอศกรีมจากกล้วยแต่ละชนิด พบว่าไอศกรีมจากกล้วยน้ำว้ามีสีขาวคล้ายไอศกรีมนม ไอศกรีมจากกล้วยหอมมีสีขาวอมเหลือง ไอศกรีมจากกล้วยเล็บมือนางและกล้วยไข่มีสีขาวค่อนไปทางเหลือง

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale พบว่าปริมาณไขมันและสารทดแทนไขมันที่ต่างกันมีผลทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.4) โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับคุณสมบัติทางด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส ความรู้สึกในปาก และความชอบรวม ในไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุม และไอศกรีมกล้วยที่มีไขมันร้อยละ 3 และปริมาณน้ำตาลร้อยละ 3 มากที่สุด โดยไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมได้รับคะแนนความชอบรวมมากที่สุดรองลงมาคือไอศกรีมกล้วยที่มีไขมัน และน้ำตาลร้อยละ 3 การลดไขมันในไอศกรีมมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความเรียบเนียนต่ำและทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างจากไอศกรีมสูตรควบคุมเนื่องจากการลดไขมันลงทำให้ขาดโครงสร้างร่างแหของไขมันซึ่งล้อมเซลล์อากาศจึงทำให้เซลล์อากาศขนาดเล็กสามารถเคลื่อนที่มาเชื่อมกันเป็นเซลล์อากาศขนาดใหญ่ได้ในระหว่างกระบวนการแช่เยือกแข็งไอศกรีมและระหว่างกระบวนการเก็บรักษาไอศกรีม รวมทั้งแรงดันภายในเซลล์อากาศขนาดเล็กมากกว่าเซลล์อากาศขนาดใหญ่ทำให้เซลล์อากาศขนาดเล็กสามารถรวมกันเป็นเซลล์อากาศขนาดใหญ่ และส่งผลให้โมเลกุลน้ำเคลื่อนที่มารวมกันกลายเป็นผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ทำให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสที่หยาบหรือเกิด icy (Walstra and Jonkman, 1998) นอกจากนี้การลดไขมันทำให้ไอศกรีมมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสด้อยลง โดยไอศกรีมกล้วยที่มีไขมันร้อยละ 3 มีคุณภาพด้านกลิ่นรสใกล้เคียงกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมแต่ไอศกรีมที่มีไขมันร้อยละ 2 และ 1 คุณภาพด้านกลิ่นรสแตกต่างจากไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากไขมันเป็นตัวพากลิ่นรสและหน่วงกลิ่นรสไว้ ทำให้ไอศกรีมที่ทำการลดไขมันในปริมาณเยอะกว่าได้รับคะแนนการยอมรับต่ำเมื่อเทียบกับไอศกรีมไขมันสูตรควบคุม

ดังนั้นจากคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำทำให้ทราบว่า คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำแปรผันโดยตรงกับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส การรับความรู้สึกในปาก และรสชาติของไอศกรีม เพราะฉะนั้นเนื้อสัมผัสจึงเป็นคุณลักษณะหลักที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

จากผลการศึกษาทางกายภาพและประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่าการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินลงในไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมมิกซ์ได้ โดยทำให้ไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดเพิ่มขึ้นเนื่องจากมอลโทเด็กซ์ตรินสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำและเกิดโครงสร้างคล้ายเจล ซึ่งสามารถปรับปรุงคุณสมบัติการไหลของไอศกรีมมิกซ์ให้ดีขึ้น เมื่อนำมาผ่านกระบวนการตีอากาศการขึ้นฟูต่ำลงทำให้ได้ไอศกรีมเนื้อแข็งขึ้นซึ่งทนต่อแรงกดอัดที่ทำให้เสียรูปร่างได้มากขึ้น (จุฑารัตน์, 2549) ดังนั้นมอลโตเด็กซ์ทรินจึงสามารถช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและลักษณะเนื้อสัมผัสของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำได้

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

Type of Banana	Fat (%) / Sugar (%)	Mix viscosity (cP)	Overrun (%)	Total soluble Solid (%)	Melting rate (%min^{-}	Hardness (Kg Force)	Color		
							L*	a*	b*
Lebmuanang	F 1% / S 3%	374.4	17.20d	25.80a	2.48a	2.98a	76.05a	1.44a	10.21b
	F 1% / S 6%	389.2	16.43d	26.20a	2.60a	3.44a	77.33a	1.57a	10.32b
	F 2% / S 3%	328.3	24.90c	24.50b	1.87b	1.97b	76.92a	1.26b	10.82b
	F 2% / S 6%	342.6	22.82c	25.00b	2.04b	2.68a	78.61a	1.43a	10.93b
	F 3% / S 3%	302.7	27.50b	24.00b	1.65c	1.59c	78.91a	1.10b	11.00a
	F 3% / S 6%	317.2	26.32b	24.80b	1.78c	1.98b	79.88a	1.51a	11.89a
	F 5% / S 3%	206.2	33.90a	22.00c	1.34d	1.38c	81.82a	0.63c	11.81a
	F 5% / S 6%	220.9	31.14a	22.80c	1.49d	1.84b	82.43a	0.67c	12.22a
Namwa	F 1% / S 3%	461.3	21.44d	26.00a	1.79a	2.67a	77.64a	1.82a	9.84a
	F 1% / S 6%	477.3	20.37d	26.20a	1.99a	2.86a	77.85a	1.93a	9.74a
	F 2% / S 3%	396.6	28.50c	24.50b	1.51b	1.35b	78.89a	1.67a	10.07a
	F 2% / S 6%	410.7	27.29c	24.80b	1.88a	1.69b	79.49a	1.74a	10.31a
	F 3% / S 3%	361.2	33.10b	23.50c	1.38c	1.06c	79.52a	1.49b	10.26a
	F 3% / S 6%	380.8	32.95b	23.80c	1.51c	1.34b	79.94a	1.51b	10.50a
	F 5% / S 3%	287.8	48.00a	23.00c	1.21d	0.89c	80.51a	1.24c	10.60a
	F 5% / S 6%	294.4	47.39a	23.40c	1.34d	1.04c	80.30a	1.21c	10.52a
Khai	F 1% / S 3%	387.6	20.75d	23.00a	1.93a	3.28a	56.48	5.36a	5.10b
	F 1% / S 6%	399.4	20.43d	23.40a	2.14a	3.61a	56.64	5.22a	5.24b
	F 2% / S 3%	343.9	25.00c	22.50a	1.68b	2.55b	57.04	5.54a	5.89b
	F 2% / S 6%	360.8	24.75c	22.80a	1.78b	2.98b	58.00	5.43a	5.76b
	F 3% / S 3%	312.4	30.00b	22.00ab	1.45c	2.04c	62.08a	5.01b	6.85a
	F 3% / S 6%	331.9	29.49b	22.60a	1.59c	2.53b	63.24a	5.12b	6.66a
	F 5% / S 3%	221.5	45.00a	21.40b	1.23d	1.92c	65.75a	4.69c	6.94a
	F 5% / S 6%	232.4	44.93a	21.80b	1.34d	2.24c	65.60a	4.75c	6.69a
Hom	F 1% / S 3%	351.7	15.65d	23.50a	2.24a	3.60a	65.36	2.46a	9.05b
	F 1% / S 6%	364.7	15.38d	23.50a	2.31a	3.92a	64.38	2.32a	9.11b
	F 2% / S 3%	321.9	20.40c	23.00a	1.95b	2.41b	69.70a	2.25a	9.50b
	F 2% / S 6%	327.2	20.05c	23.00a	2.08b	2.65b	67.49a	2.53a	9.45b
	F 3% / S 3%	297.5	25.50b	22.50ab	1.72c	2.12c	73.63a	2.08b	9.97a
	F 3% / S 6%	309.4	24.37b	22.50ab	1.91b	2.35b	74.68a	2.33a	9.81a
	F 5% / S 3%	217.3	32.00a	22.00b	1.54d	1.90c	74.49a	2.05b	10.26a
	F 5% / S 6%	228.4	31.11a	22.00b	1.67c	2.18c	75.23a	2.10b	10.55a
Commercial	Ice-cream			35.73		1.05			

Note $^{a-c}$ Values with the same letter in column are not significantly different ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

Type of Banana	Fat (%)	Sensory acceptability				
		Colour	Taste/flavor	Texture	Mouth feel	Over all
Lebmuanang	F 1% / S 3%	6.82a	6.18a	6.10b	6.10b	5.87c
	F 1% / S 6%	6.33b	6.01a	6.44b	5.87c	5.44c
	F 2% / S 3%	6.10b	6.20a	6.27b	6.18b	6.20a
	F 2% / S 6%	6.31b	5.58b	6.88b	6.34b	6.12b
	F 3% / S 3%	6.73a	6.55a	7.09a	6.82a	6.55a
	F 3% / S 6%	6.41b	6.21a	7.54a	6.94a	6.23a
	F 5% / S 3%	6.82a	6.49a	7.35a	6.91a	6.91a
	F 5% / S 6%	6.98a	6.11a	7.58a	7.09a	6.55a
Namwa	F 1% / S 3%	6.00b	5.50b	7.00b	6.00c	5.50c
	F 1% / S 6%	6.55a	4.88c	7.31b	6.28b	5.14c
	F 2% / S 3%	6.00b	5.50b	7.20b	6.50b	5.80bc
	F 2% / S 6%	6.34b	5.12b	7.65a	6.56b	5.42c
	F 3% / S 3%	6.50a	6.50a	7.50a	6.80a	6.20b
	F 3% / S 6%	6.45a	6.14a	7.77a	6.84a	6.11b
	F 5% / S 3%	6.50a	6.50a	7.61a	7.00a	7.00a
	F 5% / S 6%	6.98a	5.88b	7.68a	6.89a	6.78a
Khai	F 1% / S 3%	4.75b	6.05b	5.25c	5.15c	5.50b
	F 1% / S 6%	4.03b	5.90b	5.81c	5.01c	5.32b
	F 2% / S 3%	4.75b	6.50a	5.80c	5.50c	5.75b
	F 2% / S 6%	4.44b	5.95b	6.23b	5.59c	5.43b
	F 3% / S 3%	5.00a	6.65a	6.75b	6.60b	6.40a
	F 3% / S 6%	5.21a	6.24a	7.04a	6.49b	6.15a
	F 5% / S 3%	5.50a	6.78a	7.15a	7.25a	6.95a
	F 5% / S 6%	5.55a	6.19a	7.44a	7.03a	6.54a
Hom	F 1% / S 3%	4.80b	6.40b	5.00c	5.40c	5.20b
	F 1% / S 6%	4.59b	5.49c	5.21c	5.31c	5.12b
	F 2% / S 3%	6.80a	6.80a	6.60b	6.80a	6.80a
	F 2% / S 6%	6.97a	5.98c	6.55b	6.43b	6.43a
	F 3% / S 3%	6.40a	7.23a	6.20b	6.87a	6.80a
	F 3% / S 6%	6.94a	6.77a	6.84a	6.38b	6.49a
	F 5% / S 3%	6.83a	6.80a	6.80a	7.20a	7.10a
	F 5% / S 6%	7.00a	6.60b	7.20a	6.93a	6.87a

Note $^{a-c}$ Values with the same letter in column are not significantly different ($p<0.05$)

อายุการเก็บรักษา

จากการศึกษาคุณภาพด้านอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำที่ผลิตจากกล้วยหอม กล้วยน้ำว้า กล้วยเล็บมือนาง และกล้วยไข่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดและไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๕๔) พ.ศ. ๒๕๕๖ เรื่อง ไอศกรีม) เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดที่อายุการเก็บรักษา 1-4 สัปดาห์ (ตารางที่ 4.5) พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผ่านไป 3 สัปดาห์กลิ่นของไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดมีกลิ่นของกล้วยด้อยลง ดังนั้นอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดคือ อายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ที่สภาวะอุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

Type of Banana	Week	Sensory acceptability				
		Colour	Taste/flavor	Texture	Mouth feel	Over all
Lebmuanang	1	6.53a	7.12a	7.35a	7.14a	6.98a
	2	6.44a	6.91a	7.30a	6.99a	6.86a
	3	6.09b	6.85a	7.25a	6.91a	6.69a
	4	5.95b	5.40b	7.20a	6.77b	5.98b
Namwa	1	6.90a	6.62a	7.71a	7.46a	6.91a
	2	6.84a	6.59a	7.65a	7.32a	6.85a
	3	6.76a	6.51a	7.58a	7.39a	6.77a
	4	6.22b	5.34b	7.49a	7.21b	6.25b
Khai	1	6.04a	7.05a	6.96a	6.79a	6.70a
	2	5.89a	6.84a	6.83a	6.62a	6.55a
	3	5.32b	6.71a	6.77a	6.60a	6.48a
	4	5.01b	5.56b	6.74a	6.43b	6.09b
Hom	1	6.83a	7.45a	7.24a	7.18a	7.15a
	2	6.75a	7.31a	7.19a	7.11b	7.09a
	3	6.69a	6.99a	7.02a	6.87a	6.88a
	4	6.45b	6.30b	6.96a	6.69b	6.52b

Note [a-b] Values with the same letter in column are not significantly different ($p<0.05$)

คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำที่ผลิตจากกล้วยทั้ง 4 ชนิด สูตรที่มีไขมันร้อยละ 3 ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรินร้อยละ 2 และปริมาณน้ำตาลร้อยละ 3 พบว่าการบริโภคไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำจากกล้วยเล็บมือนาง กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม 100 กรัม จะได้รับพลังงานทั้งหมด 89.20, 89.62, 86.80 และ 83.70 กิโลแคลอรี่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) เมื่อเทียบพลังงาน

ทั้งหมดกับไอศกรีมนมแต่งกลิ่นรสกล้วยหอมที่ผลิตทางการค้าพบว่ามีพลังงานทั้งหมด 114.60 กิโลแคลอรี่ ซึ่งเห็นได้ว่าไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำที่ผลิตจากการทดลองนี้ มีค่าพลังงานที่ได้รับทั้งหมดจากการบริโภคต่ำกว่าไอศกรีมนมแต่งรสกล้วยหอมที่ผลิตทางการค้า ดังนั้นไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำที่ผลิตจากการทดลองนี้จึงเหมาะกับผู้บริโภคที่ต้องการลดพลังงานที่ได้รับจากการบริโภคผลิตภัณฑ์ไอศกรีมได้ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำจากไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิดยังอุดมไปด้วยใยอาหาร วิตามินบี 1 และ บี 2 อีกด้วย

ตารางที่ 4.6 คุณค่าทางโภชนาการของไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำจากกล้วยเล็บมือนาง กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม

Nutrition Fact* (100 g of product)	Unit	Lebmuanang Ice-cream	Namwa Ice-cream	Khai Ice-cream	Hom Ice-cream
Protein	gram	1.47	1.38	2.11	1.94
Total fat	gram	4.12	3.92	3.72	3.65
Carbohydrate	gram	19.80	19.95	18.20	17.35
Fiber	gram	0.52	0.69	0.76	0.67
Total Energy	Kcal	89.20	89.62	82.80	83.70
Sugar	gram	14.53	13.85	14.90	15.58
Vitamin B1	milligram	0.01	0.01	0.01	0.01
Vitamin B2	milligram	0.01	0.01	0.01	0.01

กิจกรรมย่อย การเพิ่มมูลค่าจากสารสกัดจากกล้วยในเวชภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

5. ศึกษาฤทธิ์ต้านการออกซิเดชั่นของสารสกัดจากเปลือกกล้วยและการประยุกต์ใช้ในการผลิตโลชั่น

<u>การศึกษาการสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วย</u>

การศึกษาผลของอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อปริมาตรตัวทำละลายต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเปลือกกล้วย

จากการศึกษาสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วย ในตัวอย่างกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยไข่ โดยใช้อัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือกกล้วย เป็น 10 : 1 และ 5 : 1 พบว่า การสกัดทั้งสองอัตราส่วนสกัดซ้ำ 3 ซ้ำ จึงทำให้สารละลายที่สกัดได้มีสีจาง โดยหลังจากการระเหยแห้งแล้วสารสกัดจากเปลือกกล้วยจะมีสีน้ำตาลดำ จากการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยสังเกตความสามารถในการจับ DPPH• สารสกัดเปลือกกล้วยทั้ง 3 ชนิดแสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH• ผลการทดลองดังแสดง Table 5.2 จะเห็นว่าโดยใช้อัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือก 5 : 1 มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับการสกัดโดยใช้อัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือก 10 : 1 ในตัวอย่างเปลือกกล้วยทั้ง 3 ชนิด ดังนั้นอัตราส่วนเอทานอลต่อเปลือก

กล้วยที่สามารถสกัดสารสกัดเปลือกกล้วยที่มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระเหมาะสมคือ 5 : 1 เนื่องจากใช้ปริมาณตัวทำละลายน้อยกว่า

Table 5.1 Composition of lotion with banana peel extract formula 1 and formula 2

phase	Ingredients	content (%)	
		formula 1	formula 2
Water phase	Water	80.0	81.5
	Carbopol 940	0.1	0.1
	Propylene glycol	0.8	0.8
	Glycerin	5.0	5.0
	Glydant	0.2	0.2
	Banana peel extract (Klaui Leb mue nang)	5.0	5
Oil phase	Mineral oil	4.0	4.0
	Stearic acid	2.0	0.5
	Glyceryl monostearate	1.1	1.1
	Lanolin	0.5	0.5
	Cetyl alcohol	0.2	0.2
	glyceryl myristate	0.5	0.5
	Triethanolamine	0.5	0.5
	fragrance	0.1	0.1

Table 5..2 Vitamin C equivalent antioxidation capacity (VCEAC) (mg/100g fresh wt.) in different type of banana peel extract that extract with ethanol on banana peel ratio 5:1 and 10 : 1

No.	Sample	Ethanol and banana peel ratio	
		5 : 1	10 : 1
1	Klaui Nam-wa	3.13 ± 1.05	3.37 ± 1.56
2	Klaui Hom	103.65 ± 11.25	115 ± 10.34
3	Klaui Khai	46.98 ± 2.78	45.68 ± 3.08

ศึกษาผลความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้สกัดต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วย

การสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีการสกัดที่นิยมใช้ในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากพืช ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของตัวทำละลาย เนื่องจากองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระและความเป็นขั้วของสารประกอบที่แตกต่างกัน (Sultana, Anwar, and Ashraf, 2009) จึงทำให้ความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้สกัดมีผลต่อ

ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจากการศึกษาผลของความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้สกัดต่อความสามารถต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเปลือกกล้วยโดยใช้สารละลายเอทานอล 95 %v/v และ 70 %v/v สกัดเปลือกกล้วยสุก 4 ชนิด คือ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง กล้วยไข่ และกล้วยเล็บมือนาง แล้วหาความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH· และ ABTS· ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ให้ผลการทดลองดังแสดงใน Table 5.3 จะเห็นได้ว่าการสกัดด้วยเอทานอล 70 %v/v สามารถสกัดเปลือกกล้วยให้ความสามารถต้านอนูมลอิสระ ปริมาณสารประกอลฟีนอลทั้งหมด สูงกว่าเอทานอล 95 %v/v โดยความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH· สอดคล้องกับ วิธี ABTS· และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดโดยเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีความสามารถต้านอนมูลอิสระสูงที่สุด สำหรับการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ในสารสกัดเปลือกล้วยทั้ง 4 ชนิด จะเห็นสารสกัดเปลือกกล้วยทั้ง 4 ชนิด มีสารประกอบฟลาโวนอยด์ อยู่ระหว่าง 1.67 - 50.92 mg/100 g fresh wt. as catechin ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลมาก ชี้ให้เห็นว่า สารประกอบฟีนอลในสารสกัดเปลือกกล้วยมีสารประกอบฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบและยังมีสารประกอบฟีนอลชนิดอื่นอยู่อีกด้วย

Table 5.3 Antioxidant activity, total phenolic content and total flavonoid content in different type of banana peel extract that extract with 70 % v/v and 90 % v/v ethanol

Type of banana	Antioxidant activity (mg vitamin C/100 g fresh wt.)		total phenolic (mg/100 g fresh wt. as gallic acid)	total flavonoid (mg/100 g fresh wt. as catechin)
	DPPH	ABTS		
95 % v/v EtOH				
Klaui Nam-wa	24.00e	69.21e	104.74g	2.93e
Klaui Hom	88.87b	174.19bc	124.81d	35.78b
Klaui Khai	47.08cd	100.50d	107.83f	1.67e
Klaui Leb mue nang	87.80b	189.28b	159.72b	29.78c
70 % v/v EtOH				
Klaui Nam-wa	36.53de	145.00c	104.40g	0.51e
Klaui Hom	64.33c	171.70bc	115.79e	11.34d
Klaui Khai	59.43c	164.89bc	128.97c	13.85d
Klaui Leb mue nang	147.90a	286.08a	179.01a	50.92a

Means within the same column followed by different letter are significantly different at 5% level by DMRT

ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

จากการศึกษาเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วยโดยศึกษาคุณสมบัติของโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 มีความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 7.35 – 7.55 ซึ่งตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว กำหนดความเป็นกรดด่าง ระหว่าง 5.0 – 8.0 (มผช.551/2553) สีของโลชั่นเป็นสีขาว ดังแสดงใน Table 5.4 และจากการทดสอบความคงสภาพพบว่าโลชั่นทั้งสองสูตรเป็นโลชั่นที่มีความคงตัวไม่แยกชั้น (Table 5.5)

Table 5.4 pH and color score of lotion with banana peel extract formula 1 and formula 2

property	formula	
	1	2
pH	7.35	7.55
L	78.01	80.02
a*	-0.77	-0.82
b*	0.87	0.85

Table 5.5 Appearance of before and after stability test by freeze thaw cycle test of lotion with banana peel extract

formula	before stability test	after stability test
formula 1	Homogeneously Little buble Normol color and smell	Homogeneously Little buble Normol color and smell
formula 2	Homogeneously Little buble Normol color and smell	Homogeneously Little buble Normol color and smell

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โลชั่นผลสมสารสกัดเปลือกกล้วย

วัดค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสในอาสาสมัครจำนวน 30 คน ให้คะแนนความเข้ม ในคุณลักษณะ สีขาว, กลิ่น, ความเป็นเนื้อเดียวกัน, ความละเอียดของเนื้อโลชั่น, ความยากง่ายในการทา, การซึมสู่ผิว, ความเหนียวเหนอะหนะ, ความชุ่มชื้นผิว และกลิ่นหลังทาโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 พบว่าโลชั่นผสมสารสกัดจากเปลือกกล้วยทั้งสูตร 1 และ สูตร 2 ผู้บริโภคให้การยอมรับให้ด้านคุณลักษณะ สีขาว กลิ่น ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความชุ่มชื่นของผิว กลิ่นหลังการทา และการยอมรับโดยรวมในระดับที่ไม่แตกต่างกันทาง

สถิติ แต่การยอมรับความละเอียดของเนื้อโลชั่น ความยากง่ายในการทา และความเหนียวเหนอะหนะ ของโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากมีการปรับลดปริมาณของกรดสเตียริกซึ่งเป็นกรดไขมันที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มความข้นหนืดในโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 2 ลง ทั้งนี้ผู้บริโภคทั้งหมดยังให้การยอมรับโดยรวมของโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน (Table 5.6) ดังนั้นโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย สูตร 1 และ สูตร 2 จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตโลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วย

Table 5.6 Acceptance test score of lotion with banana peel extract formula 1 and formula 2

Characteristic	Score	
	Formula 1	Formula 2
White [ns]	4.4 ± 0.5	4.3 ± 0.5
smell [ns]	4.6 ± 0.5	4.4 ± 0.5
Homogeneity [ns]	3.5 ± 0.5	3.4 ± 0.5
Lotion fineness	3.7 ± 0.6	3.3 ± 0.5
Difficulty to apply	4.0 ± 0.5	3.7 ± 0.5
To adsorb into the skin [ns]	4.3 ± 0.5	4.4 ± 0.5
The sticky	4.0 ± 0.6	4.5 ± 0.5
Moisture of the skin. [ns]	4.4 ± 0.5	4.4 ± 0.5
After apply smell [ns]	4.3 ± 0.5	4.4 ± 0.5
Overall acceptance. [ns]	4.2 ± 0.5	4.3 ± 0.5

ns = not significant (P>0.05)

กิจกรรมย่อย การผลิตบรรจุภัณฑ์ชีวภาพจากกล้วย

6 การผลิตพลาสติกชีวภาพจากต้นกล้วยเพื่อประยุกใช้เป็นบรรจุภัณฑ์

การเตรียมคาร์บอก**ซีเมทธิลเซลลูโลส** (CMC) จากต้นกล้วย เริ่มจากการสกัดเซลลูโลสจากต้นกล้วยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 M ซึ่งพบว่าได้เซลลูโลสประมาณร้อยละ 20.25 ของน้ำหนักต้นกล้วยอบแห้ง ดังตารางที่ 6.1 โดยเซลลูโลสที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นใยยาว สีน้ำตาล ดังรูปที่ 6.1 (a) และเมื่อนำเซลลูโลสที่สกัดได้มาฟอกด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์ 30% พบว่าได้เซลลูโลสสีขาว ดังรูปที่ 6.1 (b) อ่อนนุ่มมากขึ้น เนื่องจากการฟอกเป็นการกำจัดลิกนินออก โดยเซลลูโลสหลังฟอกมีน้ำหนักประมาณร้อยละ 74.65 ของน้ำหนักเซลลูโลสก่อนฟอก ดังตารางที่ 6.2 เมื่อนำเซลลูโลสที่ผ่านการฟอกแล้วไปบดละเอียด แล้วนำไปสังเคราะห์ด้วยกรดคลอโรอะซิติก จะได้คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส (CMC) ประมาณร้อยละ 140.89 ของน้ำหนักเซลลูโลสตั้งต้น ดังตารางที่ 6.3 โดยคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสที่สังเคราะห์ได้ มีลักษณะเป็นของแข็ง

ละเอียด สีเหลืองอ่อน ดังรูปที่ 6.2 ละลายน้ำได้ดี มีความชื้น12.62% มีความบริสุทธิ์ 95.33% และมีองศาการแทนที่ เท่ากับ 1.02

(1a) เซลลูโลสจากต้นกล้วยก่อนฟอก

(1b) เซลลูโลสจากต้นกล้วยหลังฟอก

ภาพที่ 6.1

คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส (CMC) จากต้นกล้วย

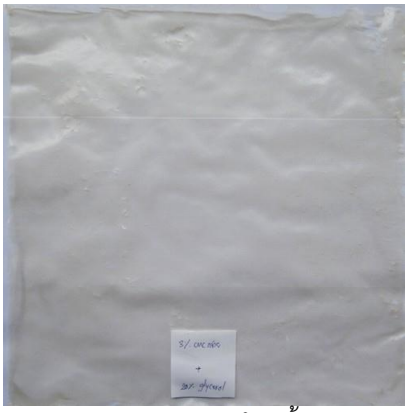
ภาพที่ 6.2

ผลจากการเตรียมฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสจากต้นกล้วย โดยเปรียบเทียบการเติมสารเติมแต่ง 2 ชนิด คือ กลีเซอรอล และพอลิเอทธิลีนไกลคอล ที่ 10% 20% 30% และ 40% โดยน้ำหนัก พบว่าฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสที่ไม่ผสมสารเติมแต่ง มีสีขาวขุ่นอมเหลือง โปร่งแสง มีความแข็งและลอกออกจากกระจกได้ยาก ทำให้ฉีกขาดง่าย ดังรูปที่ 6.3

ภาพที่ 6.3 ฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสไม่ผสมสารเติมแต่ง

ฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสผสมสารเติมแต่งกลีเซอรอล 10% 20% 30% และ 40% โดยน้ำหนัก มีสีน้ำตาลอ่อน ขุ่น โปร่งแสง มีความอ่อนตัว นิ่มเหนียว สามารถลอกออกจากกระจกได้ง่าย ดังรูปที่ 6.4 โดยฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสผสมกลีเซอรอล 40% โดยน้ำหนัก จะมีความอ่อนตัวมากที่สุด จนสามารถพับงอได้ ดังรูปที่ 6.4 (D-2)

(6.4A) กลีเซอรอล 10% โดยน้ำหนัก



(6.4B) กลีเซอรอล 20% โดยน้ำหนัก

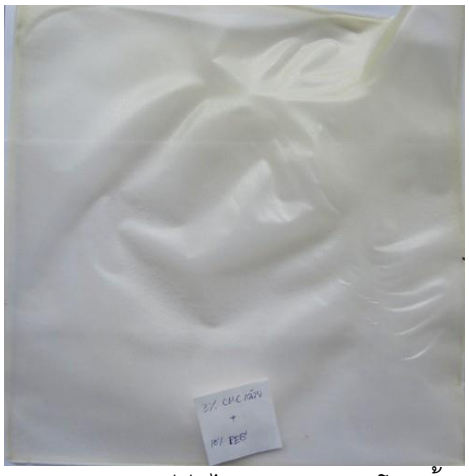
(6.4C) กลีเซอรอล 30% โดยน้ำหนัก

(6.4D-1) กลีเซอรอล 40% โดยน้ำหนัก

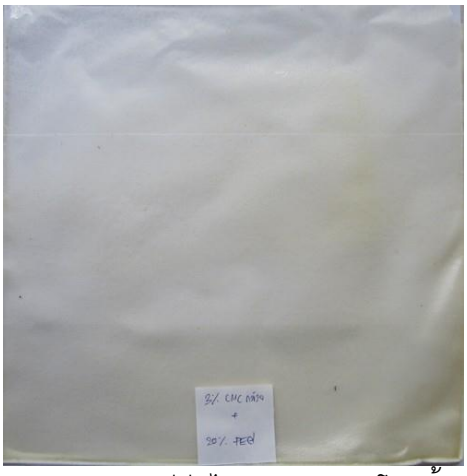
(6.4D-2) กลีเซอรอล 40% โดยน้ำหนัก

ภาพที่ 6.4 ฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสผสมสารเติมแต่งกลีเซอรอล

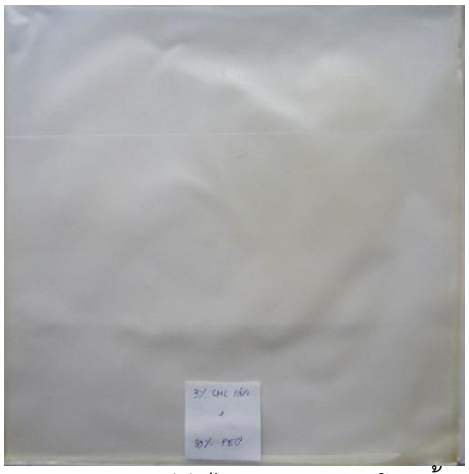
ส่วนฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสผสมสารเติมแต่งพอลิเอทีลีนไกลคอล 10% 20% 30% และ 40% โดยน้ำหนัก มีสีน้ำตาลอ่อน ขุ่น โปร่งแสง หดตัว โดยมีความอ่อนตัวกว่าฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสที่ไม่ผสมสารเติมแต่ง แต่แข็งกว่าฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสผสมสารเติมแต่งกลีเซออล ดังรูปที่ 6.5



6.5(1) พอลิเอทีลีนไกลคอล 10% โดยน้ำหนัก



6.5(2) พอลิเอทีลีนไกลคอล 20% โดยน้ำหนัก



6.5(3) พอลิเอทีลีนไกลคอล 30% โดยน้ำหนัก

6.5(4) พอลิเอทีลีนไกลคอล 40% โดยน้ำหนัก

ภาพที่ 6.5 ฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสผสมสารเติมแต่งพอลิเอทีลีนไกลคอล

ตารางที่ 6.1 เปอร์เซ็นต์เซลลูโลสที่สกัดได้จากต้นกล้วยอบแห้ง ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 M

ที่	นน. ต้นกล้วยอบแห้ง (กรัม)	นน. เซลลูโลสที่สกัดได้ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เซลลูโลสที่สกัดได้
1	500.1199	109.7744	21.9496
2	500.9280	97.6977	19.5033
3	500.1731	100.6835	20.1297
4	500.6413	96.0438	19.1842
5	500.9907	93.3495	18.6330
6	500.8761	103.1917	20.6022
7	500.1591	106.9100	21.3752
8	500.0351	105.9138	21.1813
9	500.9432	109.7859	21.9158
10	500.2481	97.0777	19.4059
11	500.2011	97.4799	19.4881
12	500.0096	91.0532	18.2103
13	500.9499	113.2574	22.6085
14	500.9021	96.5225	19.2697
AVG	**500.5127**	**101.3386**	**20.2469**

ตารางที่ 6.2 แสดงเปอร์เซ็นต์เซลลูโลสหลังฟอกด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30%

ที่	นน. เซลลูโลสก่อนฟอก (กรัม)	นน. เซลลูโลสหลังฟอก (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เซลลูโลสหลังฟอก
1	69.8225	50.4404	72.2409
2	63.9131	43.9815	68.8145
3	51.1964	45.0555	88.0052
4	109.7744	86.1907	78.5162
5	141.8074	104.4479	73.6548
6	157.3108	108.6105	69.0420
7	133.8769	87.2389	65.1635
8	97.6977	69.9782	71.6273
9	100.6835	77.1715	76.6476
10	96.0438	75.2764	78.3772
11	93.3495	68.3164	73.1835
12	103.1917	81.3181	78.8029
13	106.9100	85.5766	80.0455
14	109.7859	77.9829	71.0318
AVG	**102.526**	**75.82754**	**74.65378**

ตารางที่ 6.3 แสดงเปอร์เซ็นต์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสที่สังเคราะห์ได้จากเซลลูโลสจากต้นกล้วย

ที่	นน. ผงเซลลูโลสตั้งต้น (กรัม)	นน. CMC ที่สังเคราะห์ได้ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ CMC ที่สังเคราะห์ได้
1	15.0522	19.4978	129.5346
2	15.3066	22.5190	147.1195
3	15.5835	20.5288	131.7342
4	15.0010	19.9058	132.6965
5	15.0006	21.3868	142.5730
6	15.3585	23.8040	154.9891
7	15.0303	19.9524	132.7478
8	15.0159	21.7421	144.7939
9	15.0093	22.2800	148.4413
10	15.0274	22.1767	147.5751
11	15.0135	20.1199	134.0121
12	15.0203	20.3020	135.1637
13	15.0287	21.7103	144.4589
14	15.0320	22.0458	146.6591
AVG	**15.1057**	**21.28367**	**140.8928**

7. การผลิตฟรุตแตนผงจากกล้วยและประโยชน์กากกล้วย

<u>การศึกษาปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดในกล้วย</u>

การศึกษาผลของตัวทำละลายต่อการสกัดฟรุกแตน จากการศึกษาเปรียบเทียบสกัดฟรุกแตนจากกล้วยด้วยน้ำและเอทานอล 70 % v/v หาปริมาณ total fructans ในกล้วย โดยวิธี enzymatic /spectrotometric method (AOAC official method 999.03) ให้ผลการทดสอบดังแสดงใน Table 7.1 จะเห็นได้ว่าการสกัดฟรุกแตนในกล้วยน้ำว้า โดยใช้น้ำเป็นตัวละลายสามารถสกัดฟรุกแตนดีกว่า สารละลายเอทานอล 70% v/v โดยมีปริมาณฟรุกแตนที่สกัดได้จากการสกัดด้วยน้ำและสารละลายเอทานอล 70% v/v เฉลี่ย 0.225 % และ 0.149 % ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชนิดของฟรุกแตนในกล้วยน้ำว้าที่มีขนาดโมเลกุลเล็ก

Table 7.1 Total fructan content in Klaui Nam-wa from different solvent extraction

sample	Total fructan content (% w/w)	
	water	70 % v/v ethanol
1	0.254	0.166
2	0.221	0.153
3	0.198	0.145
4	0.206	0.134
5	0.247	0.148
average	0.225	0.149

การศึกษาปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดในกล้วยนิยมบริโภคชนิดต่าง ๆ

การทดลองจะศึกษาปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดในกล้วยนิยมบริโภคทั้งในกล้วยดิบและกล้วยสุก ได้แก่ กล้วยหอม กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยเล็บมือนาง และกล้วยหักมุก วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำผลการวิเคราะห์ปริมาณฟรุกแตนแสดงใน Table 7.2 พบว่าปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดในกล้วยน้ำว้าสุก กล้วยไข่สุก และกล้วยเล็บมือนางสุก มีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดสูงกว่าในกล้วยดิบ แต่กล้วยหอมดิบมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดสูงกว่ากล้วยหอมสุก และกล้วยหักมุกดิบและสุกมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Table 7.2 Total fructan content in different varieties of banana

Banana variety	Total fructan content (% w/w)	
	Unripe banana	ripe banana
Klaui Hom	0.3235 ab	0.2174 bc
Klaui Nam-wa	0.2137 bc	0.3197 ab
Klaui Khai	0.1581 c	0.3199 ab
Klaui Leb mue nang	0.0997 c	0.3620 a
Klaui Hak Muk	0.1496 c	0.1293 c

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05) by DMRT test.

การศึกษาอัตราส่วนกล้วยต่อปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการสกัด

การศึกษาอัตราส่วนกล้วยหอมต่อปริมาณน้ำร้อนที่เหมาะสมในการสกัดจะศึกษาที่ 3 อัตราส่วน คือ 10 : 100 20 : 100 และ 30 : 100 ผลการทดลองแสดงดัง Table 7.3 พบว่าในการสกัดครั้งที่ 1 อัตราส่วนกล้วยหอมต่อปริมาณน้ำร้อน10 : 100 20 : 100 และ 30 : 100 จะได้ปริมาณฟรุกแตนเฉลี่ย 0.174 0.294 และ 0.305% ตามลำดับ จะเห็นได้เมื่ออัตราส่วนของกล้วยหอมมากขึ้น จะสามารถสกัดฟรุกแตนในการสกัดครั้งที่ 1 ได้มากขึ้น ส่วนการสกัดครั้ง 2 จะเป็นปริมาณฟรุกแตนที่เหลือในส่วนกากที่เหลือจากการสกัดครั้งที่ 1 ซึ่งพบว่าทั้งสามอัตราส่วนจะมีปริมาณฟรุกแตนเหลือในปริมาณที่น้อยคือ 0.021 0.013 และ 0.054% ตามลำดับ ดังนั้นการสกัดฟรุกแตนจากกล้วยหอมที่อัตราส่วนกล้วยหอมต่อน้ำร้อนเป็น 30 : 100 เหมาะสมกว่าที่ 20 : 100 และ 10 : 100

Table 7.3 Total fructan content in Klaui Hom from different banana and water ratio

ratio	Total fructan content (% w/w)	
	1^{st} extract	2^{nd} extract
10 : 100	0.174	0.021
20 : 100	0.297	0.013
30 : 100	0.305	0.054

<u>การศึกษาการทำแห้งสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยหอม</u>

การทำแห้งแบบพ่นฝอย

จากการทดลองทำแห้งโดยนำสารสกัดที่ได้ทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิขาเข้า 160 ^{o}C อุณหภูมิขาออก 80^{o}C พบว่าไม่สามารถทำแห้งสารสกัดได้ในปริมาณมาก เนื่องจากสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยหอมจะมีลักษณะสารละลายที่มีความหนืดเล็กน้อยเนื่องจากการสกัดด้วยน้ำร้อนอาจสกัดสารกลุ่ม

เพคตินซึ่งสามารถละลายได้น้ำร้อนเช่นเดียวกันออกมาด้วยจึงทำให้สารสกัดที่ได้เป็นสารละลายหนืด เมื่อทำแห้งเป็นระยะเวลานานจะทำให้หัวฉีดอุดตัน อีกทั้งผงสารสกัดที่ได้ยังไม่ค่อยแห้ง ต้องนำมาอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมงจึงจะมีน้ำหนักคงที่ ผงสารสกัดที่ได้มีลักษณะเป็นสีขาวขุ่นออกเหลือง ดังแสดงใน Figure 7.1A

7.1(A) Spray drying

7.1(B) Evaporation under vacuum and hot air oven

Figure 7.1 Fructan powder from two method drying

การระเหยแห้งภายใต้สูญญากาศแล้วอบแห้งด้วยลมร้อน

จากการทดลองทำแห้งโดยนำสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยที่ได้ระเหยแห้งเครื่องระเหยแห้งภายใต้สูญญากาศที่อุณหภูมิ 40°C ความดัน 72 mbar แล้วนำกากตะกอนที่ได้มาอบด้วยตู้อบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง แล้วนำมาบดเป็นผงละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร จะได้ผงสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยหอมที่มีเหลืองแกมเขียวดังแสดงใน Figure 7.1B โดยสีของผงสารสกัดที่ได้จะมีสีเข้มกว่าผงสารสกัดที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณฟรุกแตนในตัวอย่างผงสารสกัดฟรุกแตนจากการทำแห้งทั้ง 2 วิธี เทียบกับตัวอย่างฟรุกแตนที่มีขายในท้องตลาดดังแสดงใน Table 7.4 จะเห็นได้ว่าผงสารสกัดฟรุกแตนจากการทำแห้งแบบพ่นฝอยจะมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดสูงกว่าผงสารสกัดจากระเหยแห้งภายใต้สูญญากาศแล้วอบแห้งด้วยลมร้อนโดยมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมด 8.40 และ 5.59 % w/w ซึ่งมีปริมาณฟรุกแตนต่ำกว่าฟรุกแตนในท้องตลาด ซึ่งมีปริมาณฟรุกแตนสูง 43.12 และ 33.30 %w/w ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผงสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยหอมที่ได้ยังมีส่วนประกอบของสารที่สามารถละลายได้ในน้ำร้อนเช่นเพคตินหรือสารอื่น ๆ ละลายออกมาด้วยจึงทำให้ปริมาณผงสารสกัดที่ได้มีปริมาณมาก แต่มีปริมาณฟรุกแตนต่ำ ทั้งนี้อาจจำเป็นต้องแยกฟรุกแตนออกจากสารปนเปื้อนอื่น ๆ เพื่อให้ได้สารสกัดที่มีปริมาณฟรุกแตนที่สูงขึ้น

Table 7.4 Total fructan content in fructan powder

Sample	Total Fructan content (% w/w)
Fructan powder from spray drying	8.40
Fructan powder from oven drying	5.59
Commercial Fructan 1	43.12
Commercial Fructan 2	33.30

<u>การใช้ประโยชน์กากกล้วยที่เหลือจากการสกัดฟรุกแตน</u>

ศึกษาการทำแห้งกากกล้วยแบบโฟม

การทำแห้งกากกล้วยที่เหลือจากการสกัดฟรุกแตนโดยการทำแห้งแบบโฟม ประยุกต์ใช้วิธีการของ Thuwapanichayanan*et al*. (2008) ซึ่งรายงายว่าความหนาแน่นของโฟมกล้วยบดที่เหมาะสมคือ 0.5 g/mL โดยศึกษาสารก่อโฟม 6 ชนิด ได้แก่ Soy protein, Methocel K4M, Egg white powder, Soy protein ผสม methocel K4M อัตราส่วน 1 : 1, Soy protein ผสม egg white powder อัตราส่วน 1 : 1 และ methocel K4M ผสม egg white powder อัตราส่วน 1 : 1

การ**หาปริมาณสารก่อโฟมที่เหมาะสม**

การหาปริมาณสารก่อโฟมที่เหมาะสมในการทำแห้งกากกล้วยที่เหลือจากการสกัดฟรุกแตนโดยการทำแห้งแบบโฟม ความหนาแน่นของโฟมแสดงดัง Table 7.5 จะเห็นได้ว่า สารก่อโฟมแต่ละชนิดจะให้ปริมาณแตกต่างกันไป โดยปริมาณสารก่อโฟมที่เหมาะสมที่ให้ความหนาแน่นของโฟมเป็น 0.5 g/mL คือ Soy Protein 5 % , Egg white powder 0.5 %, Soy Protein + Methocel K4M 5 %, Soy Protein + Egg white powder และ Methocel K4M + Egg white powder0.5 % ส่วน Methocel K4M ไม่สามารถผลิตโฟมที่ความหนาแน่น 0.5 g/mLจึงเลือกที่ให้ความหนาแน่นของโฟมต่ำสุดคือ 1%

ศึกษาการทำแห้งแบบโฟม

เมื่อทดสอบนำสารก่อโฟมแต่ละชนิดในปริมาณเหมาะสมทำโฟมกากกล้วย แล้วเกลี่ยลงในถาดที่รองด้วยฟิล์มพลาสติกให้มีความหนาของโฟมประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร จะได้ผงกากกล้วยสีน้ำตาลอ่อน คุณสมบัติของผงกากกล้วยที่ได้แสดงดัง Table 7.6 จะเห็นได้ว่า ค่าความชื้นของผงกากกล้วยอยู่ในช่วง 3.98 – 7.27 โดยการใช้ soy protein จะให้ผงกากกล้วยที่มีความชื้น และปริมาณน้ำอิสระสูงสุด ส่วนกากกล้วยจากสารก่อโฟมชนิดอื่น ๆ มีค่าความชื้นและปริมาณอิสระที่ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณค่าสีของผงกากกล้วยจะเห็นได้ว่า ผงกากกล้วยที่ใช้ soy protein เป็นสารก่อโฟมจะมีสีเข้มที่สุดโดยมีค่าความสว่าง (L*) ต่ำกว่าตัวอย่างอื่น ๆ ผงกากกล้วยที่ใช้สารก่อโฟมชนิดอื่น ๆ จะมีสีใกล้เคียงกัน โดย egg white powder และ Methocel K4M + Egg white powder เป็นสารก่อโฟมที่ใช้ปริมาณต่ำกว่าสารก่อโฟมชนิดอื่น คือ 0.5 % จึงได้เลือกผงกากกล้วยโดยใช้ egg white powder และ Methocel K4M + Egg white powder เป็นสารก่อโฟม และเลือก Soy Protein + Methocel K4M 5 % ซึ่งใช้

สารก่อโฟมในปริมาณสูง ในการศึกษาการใช้ผงกากกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตวาฟเฟิลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเนื้อสัมผัสของวาฟเฟิล

Table 7.5 Foam density at different level of foaming agent

Foaming agent	% in total mixture	Foam density (g/ml)
Soy Protein	1	0.994
	3	0.571
	5	0.532
Methocel K4M	0.5	0.872
	1	0.765
	2	0.963
Egg white powder	1	0.403
	0.5	0.498
	0.3	0.652
Soy Protein + Methocel K4M	1	1.076
	3	0.786
	5	0.512
Soy Protein + Egg white powder	0.5	0.543
	0.7	0.502
	1	0.467
Methocel K4M + Egg white powder	0.3	0.407
	0.5	0.514
	1	0.744

Table 7.6 Property of residue banana powder from different foaming agent

Property	Soy Protein	Methocel K4M	Egg white powder	Soy Protein + Methocel K4M	Soy Protein + Egg white powder	Methocel K4M + Egg white powder
Moisture (%)	7.29	4.45	4.87	5.63	3.98	4.14
A_w	0.515	0.137	0.371	0.275	0.115	0.202
Lightness score (L*)	61.98	68.70	64.98	70.34	67.25	68.08
Green- red score (a*)	3.33	2.65	3.15	2.25	2.46	2.77
Blue – yellow score (b*)	9.35	9.65	11.21	9.26	9.27	10.10

ศึกษาการประยุกต์ใช้ผงกากกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตวาฟเฟิล

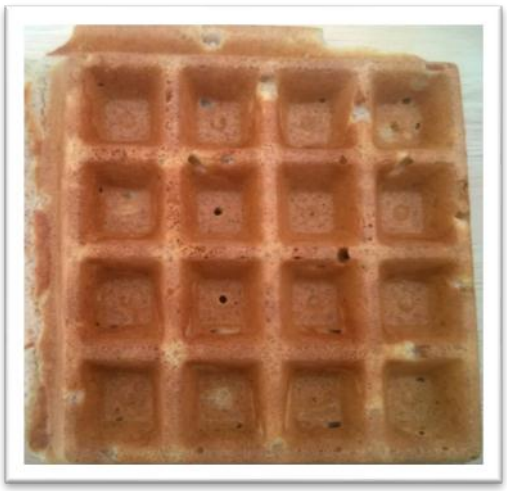
ในการศึกษาการประยุกต์ใช้ผงกากกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตวาฟเฟิลจะเลือกผงกากกล้วยจากสารก่อโฟม 3 ชนิด คือ egg white powder, Methocel K4M + Egg white powder และ Soy Protein + Methocel K4M 5 % ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตวาฟเฟิลในอัตราการทดแทนที่ 20% ของปริมาณแป้ง ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 20 คน แสดงดัง Table 7.7 จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคให้การยอมรับในลักษณะปรากฏ สีวาฟเฟิลที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงกล้วยต่ำกว่าวาฟเฟิลสูตรทั่วไป เนื่องจากวาฟเฟิลที่ผสมผงกากกล้วยจะมีสีที่เข้มกว่าวาฟเฟิลสูตรทั่วไปดังแสดงใน Figure 7.2 แต่ยังคงอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับชอบเล็กน้อย ผู้บริโภคให้การยอมรับในกลิ่นและรสชาติวาฟเฟิลสูตรทั่วไประดับชอบเล็กน้อยทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก วาฟเฟิลสูตรทั่วไปนี้เป็นสูตรพื้นฐานสำหรับรับประทานคู่กับอาหารชนิดอื่น ๆ ซึ่งไม่ได้เติมน้ำตาล ซึ่งผู้บริโภคคนไทยส่วนใหญ่จะนิยมรับประทานวาฟเฟิลที่มีรสหวานเล็กน้อยจึงให้การยอมรับในระดับชอบเล็กน้อย และให้การยอมรับกลิ่นและรสชาติของวาฟเฟิลที่ผสมผงกากกล้วยในระดับที่ต่ำกว่า ในส่วนของเนื้อสัมผัสผู้บริโภคจะให้การยอมรับวาฟเฟิลที่ผสมผงกากกล้วยที่ใช้ Soy Protein + Methocel K4M ในระดับต่ำกว่าตัวอย่างวาฟเฟิลอื่น ๆ เนื่องจากการใช้ Soy Protein + Methocel K4M เป็นสารก่อโฟมจะใช้ในปริมาณ 5% ซึ่งสูงกว่าสารก่อโฟมอีกสองชนิด ทำให้วาฟเฟิลที่ได้มีลักษณะที่แข็งกรอบกว่าตัวอย่างวาฟเฟิลอื่น ส่วนความความชอบโดยรวมผู้บริโภคให้การยอมรับวาฟเฟิลที่ผสมผงกล้วยที่ใช้ egg white powder เป็นสารก่อโฟมในระดับที่ไม่ต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95 % กับวาฟเฟิลสูตรทั่วไป คือชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ดังนั้นการใช้ egg white powderเป็นสารก่อโฟมในการทำแห้งแบบโฟมกากกล้วยที่เหลือจากการสกัดฟรุกแตนมากกว่าสารก่อโฟมชนิดอื่น ๆ เนื่องจากใช้ประมาณน้อย และเมื่อนำผงแป้งมาประยุกต์ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตวาฟเฟิลผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับใกล้เคียงกับวาฟเฟิลสูตรทั่วไป

Table 7.7 Sensory scores of waffle used residue banana powder from different foaming agent replace wheat flour at 20 %

Foaming agent	Appearance	color	smell	flavor	texture	Overall liking
white egg powder	6.90b	6.80b	6.50a	5.70b	6.20b	6.45a
Methocel K4M + Egg white powder	6.35bc	6.05c	5.85b	5.15b	5.95b	5.95bc
Soy Protein + Methocel K4M	6.20c	6.50bc	6.25ab	5.40b	5.15c	5.50c
Control waffle	7.55a	7.75a	6.80a	6.40a	7.25a	7.25a

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05) by DMRT test.

(A) control waffle from wheat flour



(B) waffle used residue banana powder replace wheat flour at 20 %

Figure 7.2

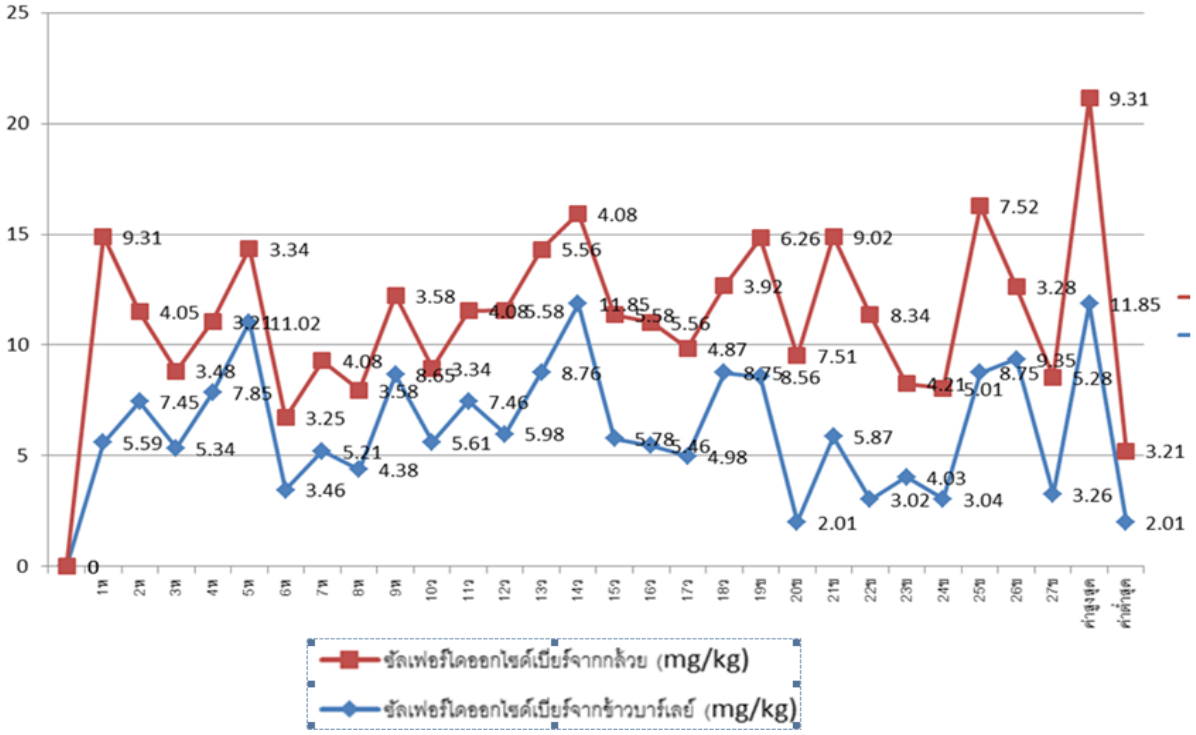
กิจกรรมย่อย การพัฒนาระบบมาตรฐานกระบวนการผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มจากกล้วย

8. ศึกษาปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์จากข้าวบาร์เล่ย์

ตาราง 8.1 ค่าปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเบียร์จากข้าวบาร์เลย์เปรียบเทียบกับเบียร์จากกล้วย

NO.	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เบียร์จากข้าวบาร์เลย์ (mg/kg)	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เบียร์จากกล้วย (mg/kg)	หมายเหตุ
1 กล้วยหอม	5.59	9.31	มาตรฐานในไทยตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 (พ.ศ.2543) กำหนดให้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท (hermectically sealed container) ไม่เกิน 70 mg/kg (ผ่านเกณฑ์มาตรากำหนด)
2 กล้วยหอม	7.45	4.05	
3 กล้วยหอม	5.34	3.48	
4 กล้วยหอม	7.85	3.21	
5 กล้วยหอม	11.02	3.34	
6 กล้วยหอม	3.46	3.25	
7 กล้วยหอม	5.21	4.08	
8 กล้วยหอม	4.38	3.58	
9 กล้วยหอม	8.65	3.58	
10 กล้วยน้ำว้า	5.61	3.34	
11 กล้วยน้ำว้า	7.46	4.08	
12 กล้วยน้ำว้า	5.98	5.58	
13 กล้วยน้ำว้า	8.76	5.56	
14 กล้วยน้ำว้า	11.85	4.08	
15 กล้วยน้ำว้า	5.78	5.58	
16 กล้วยน้ำว้า	5.46	5.56	
17 กล้วยน้ำว้า	4.98	4.87	
18 กล้วยน้ำว้า	8.75	3.92	
19 กล้วยไข่	8.56	6.26	
20 กล้วยไข่	2.01	7.51	
21 กล้วยไข่	5.87	9.02	
22 กล้วยไข่	3.02	8.34	
23 กล้วยไข่	4.03	4.21	
24 กล้วยไข่	3.04	5.01	
25 กล้วยไข่	8.75	7.52	
26 กล้วยไข่	9.35	3.28	
27 กล้วยไข่	3.26	5.28	

ภาพที่ 8.1 แผนภูมิปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเบียร์จากข้าวบาร์เลย์เปรียบเทียบกับเบียร์จากกล้วย



จากกราฟ เห็นได้ว่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วย (เบียร์กล้วย) มีปริมาณที่สูงสุดอยู่ที่ 9.31 มิลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งเมื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกับค่าประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 214 (พ.ศ. 2543) กำหนดให้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท (hermectically sealed container) ได้ไม่เกิน 70 mg/kg แสดงว่าค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินค่า และจากการทดลองศึกษาซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการวิเคราะห์ (ตัวอย่างเบียร์กล้วย) 27 ตัวอย่าง ได้ปริมาณค่าเฉลี่ย 5.07 มิลิกรัมต่อกิโลกรัม

คำนวนทางสถิติ เมื่อนำช่วงข้อมูลที่ได้มาเข้าโปรแกรมทางสถิติโดยใช้ช่วงข้อมูลซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากข้าวบาร์เลย์เปรียบเทียบกับช่วงข้อมูลซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากกล้วย โดยใช้ T-test ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 8.2 การประเมินความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในจากเบียร์กล้วยกับเบียร์จากข้าวบาร์เล่ย์

Group Statistics

N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
27 (เบียร์บาร์เลย์)	6.3507	2.54274	.48935
27 (เบียร์กล้วย)	5.0696	1.83666	.35347

Independent Samples Test

t-test for Equality of Means

t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
2.122	52.000	.039	1.28111	.60366	.06979	2.49244
2.122	47.325	.039	1.28111	.60366	.06693	2.49529

กิจกรรมย่อย การพัฒนาระบบมาตรฐานกระบวนการผลิตภัณฑ์จากกล้วย

9. ศึกษาปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วย

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากกล้วยจากแหล่งผลิต จำนวน 144 ตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์หาซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามวิธีมาตรฐานจาก AOAC (2000)990.28 Chapter 47,หน้า 29-30 พบว่า ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่มีค่าสูงสุดที่ตรวจวัดได้ เท่ากับ 13.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ผลิตภัณฑ์จากกล้วย เท่ากับ 6.20 มิลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่พบซัลเฟอร์ไดออกไซด์จำนวน 22 ตัวอย่าง เป็นข้าวเกรียบกล้วย 3 ตัวอย่าง กล้วยทอดอบกรอบ 4 ตัวอย่าง กล้วยรวมผลไม้อบกรอบ 3 ตัวอย่าง อาหารเด็กเล็กจากกล้วย 5 ตัวอย่าง กล้วยอบกรอบ 4 ตัวอย่าง และไซรัปกล้วย 3 ตัวอย่าง และเมื่อนำผลวิเคราะห์มาเทียบเคียงในมาตรฐานวัตถุเจือปนอาหาร (แนบท้ายประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ลงวันที่ 3 พฤศจิกายน 2547 กำหนดการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) ในพืชผักผลไม้ชนิดแห้ง แช่อิ่ม ไม่เกิน 1,500 mg/kg) พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากกล้วยทั้งหมดมีปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินเกณฑ์ค่ามาตรฐานสามารถบริโภคได้ (ตารางที่ 9.1)

ตารางที่ 9.1 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วย

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	จำนวน (ตัวอย่าง)	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (mg/kg)	
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
1	กล้วยอบเนย	6	2.31	5.46
2	กล้วยกวน	6	9.86	13.32
3	ทอฟฟี่กล้วย	6	5.61	12.34
4	ข้าวเกรียบกล้วย	6	**ไม่พบ**	5.64
5	กล้วยอบนิ่ม	6	8.64	10.63
6	กล้วยม้วน	6	4.34	8.91
7	กล้วยทอดอบกรอบ	6	**ไม่พบ**	3.24
8	กล้วยรวมผลไม้อบกรอบ	6	**ไม่พบ**	3.54
9	กล้วยอบกรอบสอดไส้มะขาม	6	3.25	6.35
10	กล้วยดองในน้ำหวาน	6	4.65	6.78
11	น้ำหวานกล้วย	6	5.21	12.13
12	กล้วยอบน้ำผึ้ง	6	3.24	11.34
13	กล้วยไข่ตากแห้ง	6	1.32	7.85
14	กล้วยเล็บมือนางตากแห้ง	6	3.12	6.89
15	กล้วยน้ำว้าอบน้ำผึ้ง	6	2.04	5.32
16	กล้วยรสลาบ	6	3.45	6.51
17	กล้วยรสไก่	6	2.61	4.35
18	กล้วยรสพิซซ่า	6	2.54	5.24
19	กล้วยอบกรอบ	6	**ไม่พบ**	3.51
20	อาหารเด็กเล็กจากกล้วย	6	**ไม่พบ**	3.26
21	กล้วยเคลือบช็อคโกแล็ค	6	5.63	13.58
22	กล้วยเคลือบสตอเบอรี่	6	4.56	12.34
23	กล้วยเคลือบชาเขียว	6	6.48	13.54
24	ไซรัปกล้วย	6	**ไม่พบ**	
	ค่าเฉลี่ย			6.20
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			3.30

กิจกรรมย่อย การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตผลเกษตรเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

10. การใช้แป้งกล้วยชนิดต่างๆ ทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น

<u>การศึกษาการผลิตแป้งจากกล้วยชนิดต่าง</u> **ๆ**

ในการศึกษาการผลิตแป้งกล้วยจากกล้วย 3 ชนิด คือ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยไข่ โดยวิธีการโม่แห้งและโม่เปียกนั้น ได้ปริมาณผลแป้งคิดเป็นปริมาณร้อยละ 11.19 – 18.57 ของน้ำหนักกล้วยดิบทั้งผล โดยผลผลิตแป้งกล้วยที่ได้จะมีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียดและมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของกล้วยแต่ละชนิด จากการศึกษาสมบัติในด้านต่าง ๆ ของแป้งกล้วยแต่ละชนิด ให้ผลดังนี้ (ตารางที่ 10.1)

1.การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย ความชื้น คาร์โบไฮเดรต และปริมาณแป้ง จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ของแป้งกล้วย คือคาร์โบไฮเดรต โดยมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก ปริมาณแป้งของแป้งกล้วยชนิดทั้ง 3 ชนิด อยู่ระหว่างร้อยละ75.50 – 83.53 ซึ่งสูงกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา (ร้อยละ 74.94) (ปิยนุช วังศิลาบัตร, 2548) ซึ่งเป็นสาลีชนิดที่นิยมใช้เส้นพาสต้า ทำให้สามารถพิจารณานำแป้งกล้วยมาใช้ทดแทนแป้งสาลีได้ แต่แป้งกล้วยมีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าแป้งสาลี โดยมีโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ 2.54 – 4.48 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา (ร้อยละ 12.31) (ปิยนุช วังศิลาบัตร, 2548) และแป้งสาลี (ร้อยละ 7 – 11) (Ronsivalli and Vieira, 1992) ซึ่งแป้งกล้วยน้ำว้ามีปริมาณโปรตีนต่ำสุด ทำให้เป็นข้อจำกัดในการนำแป้งกล้วยมาทดแทนแป้งสาลี โดยโปรตีนของแป้งสาลีจะส่งผลถึงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ จึงต้องมีการทดลองหาปริมาณการทดแทนที่เหมาะสม นอกจากนี้แป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ มีปริมาณเถ้าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.78 – 4.09 และปริมาณเส้นใยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.83 – 1.19 ซึ่งสูงกว่าแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา (ร้อยละ 0.93) (ปิยนุช วังศิลาบัตร, 2548) แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยมีปริมาณแร่ธาตุมากกว่า ซึ่งแร่ธาตุที่พบมากในกล้วยได้แก่ โปแตสเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัสและแคลเซียม (Bello-Pérez, Agama-Acevedo, Sánchez-Hernández, and Paredes-López, 1999) นอกจากนี้การศึกษาปริมาณฟรุกแตนซึ่งเป็นสารพรีไบโอติกส์ที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกายพบว่าแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ มีปริมาณฟรุกแตนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยร้อยละ 0.058 และมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาปริมาณใยอาหารในแป้งกล้วยดิบ ซึ่งมีปริมาณฟรุกแตน 0.05 g/100 g (Menezes *et al*., 2011)

2.การศึกษาปริมาณน้ำอิสระ

ปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลต่อการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ซึ่งจากการศึกษาปริมาณน้ำอิสระในแป้งกล้วยแต่ละชนิดมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เฉลี่ย 0.352 จัดอยู่ในช่วงผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ซึ่งการผลิตแป้งด้วยกรรมวิธีโม่แห้งและโม่เปียก และชนิดของกล้วยทำให้ให้ได้แป้งกล้วยที่ปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกันสถิติ ($p > 0.05$)

3. การศึกษาค่าสีของแป้งกล้วย

จากการศึกษาค่าสีแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะเป็นสีขาวออกเหลืองถึงน้ำตาลเทา เมื่อนำมาวัดค่าสี มีค่าความสว่าง (L) อยู่ระหว่าง 75.52 – 82.69 ค่าสีแดงอยู่ระหว่าง -0.15 – 1.92 และ ค่าสีเหลืองอยู่ระหว่าง 7.63 – 12.05 ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าสีโดยรวมแล้วแป้งกล้วยไข่โดยวิธีโม่แห้งจะมีสีเหลืองนวลชัดเจนกว่าแป้งกล้วยชนิดอื่น และวิธีโม่แห้งจะให้สีของแป้งกล้วยเป็นสีเหลืองนวลมากกว่าวิธีโม่เปียก (รูปที่ 10.1) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการผลิตโดยวิธีโม่แห้งนั้นจะแช่สารละลายโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.3 นาน 25 นาที ล้างด้วยน้ำเปล่า ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ก่อนนำไปอบแห้ง ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสสารละลายโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์สูงกว่าการแช่ทั้งลูกในกรรมวิธีโม่เปียก จึงสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกรรมวิธีโม่แห้งได้ดีกว่าวิธีการโม่เปียก ซึ่งการนำแป้งกล้วยไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอาจมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำกว่าการใช้แป้งสาลี

Figure 10.1 Banana flour from Klaui Khai. A : dry milling, B : wet milling.

4.ศึกษาขนาดอนุภาคของแป้งกล้วย

ขนาดอนุภาคของแป้งจะมีผลต่อสมบัติของแป้ง เช่น ความหนืด การเกิดเจลของแป้ง ซึ่งจากการศึกษาขนาดอนุภาคของแป้งกล้วยด้วยเครื่อง Image Analyser พบว่าแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ มีขนาดอนุภาคอยู่ระหว่าง 10 – 59 μm ซึ่งมีขนาดอนุภาคเล็กกว่าการศึกษาแป้งกล้วย (*Musa cavendishii*) ที่มีรายงานก่อนหน้านี้โดยมีขนาดระหว่าง 70 – 110 μm (Bezerra, Amante, de Oliveira, Rodrigues, and da Silva, 2013) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชนิดของกล้วยและกรรมวิธีการผลิตกล้วยที่แตกต่างกัน

5.ศึกษาช่วงอุณหภูมิเจลาติไนซ์ และค่าพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชัน

การเกิดเจลาติไนซ์หรือการสุกของเม็ดแป้งเป็นการทำลายโครงร่างผลึกของเม็ดแป้ง ขึ้นอยู่กับ ขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้ง ปริมาณอะไมโลส ความเป็นผลึก ปริมาณโปรตีน และไขมัน (Ronsivalli and Vieira, 1992) จากการศึกษาช่วงอุณหภูมิเจลาติไนซ์ของแป้งกล้วยชนิดต่าง ๆ พบว่าแป้งกล้วยทั้ง 3 ชนิดมีอุณหภูมิเจลาติไนซ์อยู่ในช่วงระหว่าง 77.42 - 81.00°C และมีพลังงานในการเกิดเจลาติไนเซชันอยู่ระหว่าง 12.18 - 14.45 J/g ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิเจลาติไนซ์ของแป้งกล้วยกับแป้งสาลี (52 – 63°C) แป้งเมล็ดทุเรียน (63 - 66°C) แป้งมัน

สำปะหลัง (58.5 – 70°C) และแป้งข้าวโพด (62 – 72°C) (สิรินาถ ตัณฑเกษม, 2542) พบว่าแป้งกล้วยทั้ง 3 มีอุณหภูมิเจลาติไนซ์สูงกว่า

Table 10.1 Characteristic of different type of banana flour

Characteristic	Dry milling			Wet milling		
	Kluai Nam-wa	Kluai Hom	Kluai Khai	Kluai Nam-wa	Kluai Hom	Kluai Khai
Chemical composition						
Moisture (%)	7.93a	7.00a	7.20a	6.23a	6.94a	6.24a
Ash (%)	1.78d	2.55c	2.19cd	2.58c	4.09a	3.11b
Lipid (%)	0.24bc	0.34a	0.27b	0.19c	0.20c	0.21bc
Protein (%)	2.54b	4.02a	4.48a	2.22b	4.08a	4.39a
starch (%)	83.53a	75.50c	77.85bc	80.78ab	75.97c	78.66bc
Fiber (%)	0.95a	1.04a	0.83a	1.19a	1.15a	1.06a
Fructans (%)	0.048a	0.072a	0.081a	0.048a	0.065a	0.036a
Physical property						
a_w	0.341a	0.333a	0.375a	0.302a	0.392a	0.368a
Lightness score (L)	82.69a	80.22a	80.75a	78.96a	75.52a	77.66a
Green-Red score (a)	0.90ab	0.64ab	-0.15b	1.92a	1.82a	1.83a
Blue-Yellow score (b)	7.63d	7.97cd	12.05a	9.13bc	7.86d	9.64b
Partical size (μm)	10 - 59	10 – 56	10 – 48	10 – 58	10 - 58	10 -58
Gelatinization temperature (°C)	80.50 ± 0.50	80.17 ± 0.00	77.42 ± 0.12	79.59 ± 0.12	81.00 ± 0.00	78.44 ± 0.10
Gelatinization energy (J/g)	14.45 ± 0.34	12.90 ± 0.17	12.18 ± 0.21	13.74 ± 0.02	12.27 ± 0.09	12.35 ± 0.47
Yield (%)	17.48a	15.22ab	15.58a	18.57a	11.19b	14.90ab

Means within the same row followed by different letter are significantly different (P<0.05) by DMRT test.

การศึกษาการประยุกต์ใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น

1 การศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป

จากการศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปโดยแป้ง 3 ชนิดคือ แป้งสาลีดูรัมเซโมลินา แป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว และแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาผสมแป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าวในสัดส่วนที่เท่ากัน พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดการต้านแรงดึงขาด พบว่าเส้นพาสต้าจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลิน่าซึ่งเป็นแป้งสาลีที่นิยมใช้ในการผลิตพาสต้า (ปิยนุช วังศิลาบัตร, 2548) สามารถต้านแรงดึงขาดได้สูงกว่า แป้งสาลีอเนกประสงค์ และแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาผสมแป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว คือ 58.325 52.506 และ 56.743 g ตามลำดับ (ตารางที่

10.2) แต่สามารถต้านแรงดึงขาดได้ต่ำกว่าเส้นพาสต้าทางการค้ายี่ห้อ Agnesi (62.889 g) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกรรมวิธีผลิตที่แตกต่างกันทำให้เส้นพาสต้าทางการค้าจึงมีความเหนียวมากกว่าแม้จะผลิตด้วยแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาเช่นเดียวกัน

เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 10 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนาในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม พบว่า เส้นพาสต้าที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดจากผู้บริโภคคือ เส้นพาสต้าทางการค้ายี่ห้อ Agnesi ซึ่งรองลงมาได้แก่ เส้นพาสต้าจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา

Table 10.2 Tensile strength of pasta from durum semolina wheat, All-purpose flour and mix of durum semolina wheat and All-purpose flour.

sample	Tensile strength (g)
durum semolina wheat	58.325b
all-purpose flour	52.506c
mix of durum semolina wheat and All-purpose flour	56.743b
Commercial pasta (Agnesi)	62.889a

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05).

2.ศึกษาการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้า

เมื่อนำแป้งกล้วยทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้าโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้า และแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตโดยวิธีโม่แห้ง ทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาที่ระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้ง ผลิตเส้นพาสต้าโดยวิธีการผลิตเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป พบว่าที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่สามารถรีดให้เป็นแผ่นละตัดเส้นได้ที่ระดับร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักแป้ง แต่ที่ระดับร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้ง แป้งที่ได้จะมีลักษณะร่วนไม่เหนียวทำให้ไม่สามารถรีดให้เป็นแผ่นและตัดเส้นได้ เมื่อนำเส้นพาสต้าที่ผลิตได้จากการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาศึกษาคุณภาพในด้านต่าง ๆ เทียบกับเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปให้ผลดังนี้

2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ของเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา และเส้นพาสต้าที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่ทดแทนที่ร้อยละ 10 และ 20 ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย ความชื้น คาร์โบไฮเดรต และปริมาณแป้ง จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีของเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจะแตกต่างกับเส้นพาสต้าที่ใช้แป้งกล้วยทั้งสองชนิดทดแทนอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 10.3) โดยเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจะมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.90 ซึ่งสูงกว่าเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่ ตามลำดับ เนื่องจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินามีปริมาณโปรตีนสูงกว่าแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ การใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลิน่าในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณโปรตีนลดลงในเส้น

พาสต้าลดลงด้วย ส่วนปริมาณเถ้า เส้นใย และไขมัน ในเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยจะมีปริมาณสูงกว่าเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาในการผลิตเส้นพาสต้าจะช่วยเพิ่มแร่ธาตุและสารอาหารต่าง ๆ ให้กับผลิตภัณฑ์ได้ด้วย

2.2 การศึกษาค่าสีของเส้นพาสต้า

การศึกษาค่าสีของเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปเทียบกับเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยให้ผลดังแสดงใน ตารางที่ 10.3 พบว่าเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ที่ระดับร้อยละ 10 และ 20 ของปริมาณทั้งหมด มีค่าความสว่าง (L) อยู่ระหว่าง 68.33 – 75.88 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป (78.94) เนื่องจากแป้งกล้วยทั้งสองชนิดคือแป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่มีสีคล้ำกว่าแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา ค่าสีแดง (a) เส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยจะมีค่าน้อยกว่าเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป ส่วนค่าสีเหลือง (b) ของเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยจะมีค่ามากกว่าเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

Table 10.3 Characteristic of pasta produced from durum semolina wheat flour and substituted with different levels of banana flour.

characteristic	durum semolina wheat flour	% substituted with Klaui Nam-wa		% substituted with Klaui Khai	
		10	20	10	20
Chemical composition					
moisture (%)	11.12c	10.52d	10.69d	11.85b	12.20a
ash (%)	0.42e	0.56d	0.66b	0.63c	0.72a
lipid (%)	0.06d	0.11c	0.14 b	0.18a	0.17a
protien (%)	8.90a	8.08bc	7.72c	8.23b	7.93bc
fiber (%)	1.11abc	1.30a	1.24ab	0.84bc	0.76c
Physical property					
Aw	0.77c	0.66e	0.74d	0.78b	0.80a
Lightness score (L)	78.94a	73.57c	75.88b	70.57d	68.37e
Green-Red score (a)	0.42e	1.85b	1.33d	1.63c	2.36a
Blue-Yellow score (b)	12.74a	9.55c	10.17b	9.07d	8.15e

Means within the same row followed by different letter are significantly different ($P<0.05$) by DMRT test.

2.3 การศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัส

การศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสโดยวัดการต้านแรงดึงขาดให้ผลแสดงใน ตารางที่ 10.4 จะเห็นได้ว่าเมื่อทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 ของปริมาณแป้งทั้งหมด มีการต้านแรงดึงขาดของเส้นพาสต้าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป แต่การทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 20 จะทำให้การต้านแรงดึงขาดลดลง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณโปรตีนในเส้นพาสต้าที่ลดลงไป

Table 10.4 Tensile strength of pasta from durum semolina wheat, All-purpose flour substituted with different levels of Klaui Nam-wa flour.

sample	Tensile strength (g)
durum semolina wheat	56.275a
10 % substituted	58.830a
20 % substituted	47.128b

Means within the same column followed by different letter are significantly different (P<0.05).

2.4 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 10 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนาในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม ของเส้นพาสต้าทางการค้า เส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา และเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 และ 20 ให้ผลดัง ตารางที่ 10.5 จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคยอมรับสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 และ 20ในระดับเดียวกับเส้นพาสต้าจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา ส่วนความนุ่มและความเหนียวของผลิตภัณฑ์จะได้รับคะแนนการยอมรับน้อยลงเมื่อทดลองด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 และ 20 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการวัดการต้านแรงดึงขาด เส้นพาสต้าที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดจากผู้บริโภคคือ เส้นพาสต้าทางการค้ายี่ห้อ Agnesi ซึ่งเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา และเส้นพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 และ 20 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Table 10.5 Sensory scores of commercial pasta, pasta produced from durum semolina wheat and substituted with different levels of Klaui Nam-wa flour.

Qualities	Commercial pasta (Agnesi)	durum semolina wheat flour	% substituted with Klaui Nam-wa	
			10	20
Color	4.75a	3.75b	3.38b	3.38b
Smell	4.38a	3.75ab	3.75ab	3.50b
Flavor	4.12a	3.75a	3.88a	3.62a
Tenderness	4.25a	3.25a	2.50c	2.50c
toughness	3.88a	3.25a	3.00bc	2.62c
Overall liking	4.38a	3.25b	3.25b	3.25b

Means within the same row followed by different letter are significantly different (P<0.05) by DMRT test.

3 ศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วย

ในการผลิตเส้นพาสต้าที่ปลอดกลูเตน จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ขาดคุณสมบัติของกลูเตนที่ช่วยเพิ่มความเหนียวนุ่มให้กับผลิตภัณฑ์จึงจำเป็นต้องใช้สารเพิ่มคุณสมบัติให้กับแป้ง ซึ่งในการศึกษาการผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่จะใช้ CMC และ กัวกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วนร้อยละ 50 โดยที่ CMC กัวกัมและแซนแทนกัม เป็นสารไฮโดรคอยลอยด์ที่นิยมใช้เป็นสารเจือปนอาหารเพื่อเป็นสารให้อิมัลชันคงตัว เพิ่มความข้นหนืด และเป็นสารพรีไบโอติกส์ซึ่งเป็นอาหารของแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในลำไส้ด้วย ซึ่งการใช้กัวกัมผสมแซนแทนกัมจะทำให้ช่วยเพิ่มความข้นหนืดมากขึ้น

3.1 การศึกษาผลของชนิดของสารเพิ่มคุณสมบัติ

จากการศึกษาผลของชนิดของสารเพิ่มคุณสมบัติ 2 ชนิด ได้แก่ CMC และ กัวกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1ในอัตราส่วนร้อยละ 5 ของปริมาณแป้งทั้งหมดในการผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่ พบว่า การใช้กัวกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 เป็นสารเพิ่มคุณสมบัติที่เหมาะสมกว่า CMC เนื่องจากเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยทั้งสองชนิดที่ใส่ใช้กัวกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 สามารถรีดเป็นแผ่นและตัดเส้นได้ ในขณะที่เส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยทั้งสองชนิดที่ใส่ CMC จะไม่สามารถรีดเป็นแผ่นและตัดเส้นได้เลย

3.2 การศึกษาผลปริมาณสารเพิ่มคุณสมบัติ

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกึ่งฝึกฝนจำนวน 10 คน ด้วยแบบทดสอบเชิงพรรณนาในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม ในการศึกษาผลของปริมาณสารเพิ่มคุณสมบัติโดยใช้กัมกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 ในปริมาณร้อยละ 5 และ 10 ของปริมาณแป้งทั้งหมด ของเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยที่ต้มในน้ำเดือดผสมเกลือและน้ำมันพืชเล็กน้อย 8 นาที เทียบกับเส้นพาสต้า

สูตรทั่วไป (ต้ม 6 นาที) แสดงใน ตารางที่ 10.6 จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคยอมรับสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าสูตรทั่วไปและเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ทั้งที่ใช้กัมกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 ในปริมาณร้อยละ 5 และ 10 ของปริมาณแป้งทั้งหมด ส่วนความนุ่มและความเหนียวของผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ ได้รับคะแนนการยอมรับน้อยกว่าเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป สำหรับการใช้สารเพิ่มคุณสมบัติกัมกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 ในปริมาณร้อยละ 5 และ 10 ของปริมาณแป้งทั้งหมดได้รับคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันทั้งในผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ ส่วนการศึกษาค่าสีของเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ ที่ใช้กัมกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 ในปริมาณร้อยละ 5 เทียบกับพาสต้าสูตรทั่วไปให้ผลดังแสดงใน ตารางที่ 10.7 พบว่าเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยไข่จะมีค่าความสว่าง (L) น้อยกว่าเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยน้ำว้า และเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปโดยมีค่า 65.58 76.24 และ 76.49 ค่าสีแดง (a) เส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยไข่(3.37) และ กล้วยน้ำว้า (3.10) สูงกว่าเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป (0.23) ส่วนค่าสีเหลือง (b) เส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจะมีค่าสูงกว่าเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ เนื่องจากเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจะมีสีเหลืองนวล แต่เส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยว้าและแป้งกล้วยไข่จะมีสีน้ำตาลเข้มกว่า โดยเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยไข่จะมีสีเข้มที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 10.3

Table 10.6 Sensory scores of durum semolina wheat pasta and banana (Klaui Nam-wa and Klaui Khai) flour pasta with 5 % and 10 % mixture of Guar gum and Xanthan gum.

Qualities	durum semolina wheat flour	Klaui Nam-wa		Klaui Khai	
		5 %	10 %	5 %	10 %
Color	3.87a	3.62a	3.87a	3.87a	3.87a
Smell	3.75a	3.62a	3.62a	3.75a	3.75a
Flavor	3.87a	3.12bc	3.00c	3.37b	3.12bc
Tenderness	3.50a	2.37b	2.37b	2.37b	2.62b
toughness	3.50a	2.00b	2.00b	2.00b	2.00b
Overall liking	3.37a	3.37a	3.12a	3.25a	3.37a

Means within the same row followed by different letter are significantly different ($P<0.05$) by DMRT test.

Table 10.7 Color score of durum semolina wheat pasta and banana flour pasta (Klaui Nam-wa and Klaui Khai)

Color score	durum semolina wheat pasta	Klaui Nam-wa pasta	Klaui Khai pasta
Lightness score (L)	76.49	76.24	65.58
Green-Red score (a)	0.23	3.10	3.37
Blue-Yellow score (b)	14.67	7.55	6.50

durum semolina wheat pasta | Klaui Nam-wa pasta | Klaui Khai pasta

Figure 10.3 Durum semolina wheat pasta, Klaui Nam-wa pasta and Klaui Khai pasta.

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

กิจกรรมที่ 1.การคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยที่มีศักยภาพ

การคัดเลือกสายต้นกล้วยน้ำว้า พบ ทุกสายต้นที่คัดเลือกมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีกว่ากล้วยน้ำว้ามะลิอ่องที่ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และกล้วยน้ำว้าสายต้นสุโขทัย 55-4 เจริญเติบโตดีที่สุด คือมีความสูงต้น 3.73 เมตร น้ำหนักเครือ 24.7 กิโลกรัม มี 11 หวีต่อเครือ น้ำหนักหวีเฉลี่ย 1.96 กิโลกรัม จำนวนผล 17 ผลต่อหวี แต่เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มาจากแปลงปลูกแห่งเดียว ซึ่งควรจะได้น้ำพันธุ์ที่ได้ปลูกทดสอบกับพันธุ์การค้าในท้องถิ่นที่เป็นแหล่งปลูกในภาคอื่น ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในการแนะนำพันธุ์ให้แก่เกษตรกรต่อไป

ศึกษาและบันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์เบื้องต้น จากแปลงรวบรวมพันธุกรรมกล้วยตาม Descriptor for Musa จำนวน 80 ลักษณะ กล้วยที่เก็บข้อมูลครบทุกทุกลักษณะตาม Descriptor แล้วมีจำนวน 39 สายพันธุ์ ได้แก่ น้ำว้าขาวแพร่ น้ำว้าครั่ง น้ำว้าค่อม น้ำว้าดำ น้ำว้าแดงนครพนม น้ำว้าเตี้ย น้ำว้าท่าแม่จันเชียงราย น้ำว้านครพนม น้ำว้านครศรีธรรมราช น้ำว้านวลจันทร์ น้ำว้านวลท่าตะเกียบ น้ำว้านวลป่าโมกอ่างทอง น้ำว้าปากช่อง 50 น้ำว้าพัทลุง น้ำว้าเพชรบุรี น้ำว้าแพร่ น้ำว้ามะลิอ่อง น้ำว้าแม่จันเชียงราย น้ำว้ายักษ์ น้ำว้าอุบล ข้างกุฏิไส้ลาย จีนพัทลุง ทองขี้แมว ทองส้ม นมสวรรค์ นากค่อม(แดงอิสราเอล) เปรี้ยวบ้านไร่ ลามัต แลนดี้ หอมพม่า ลูกมากท่าตะเกียบ หอมเขียว หอมจำปา หอมทิพย์นครสวรรค์ แส้ม้า ป่ามูเซอตาก เทพรส ไข่ทองร่วง โอกินาวา และเก็บข้อมูลได้บางส่วน จำนวน 103 สายพันธุ์

กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

การเก็บรักษาผลผลิตก่อนการแปรรูป

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและการเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ

1. การใช้ไคโตซานความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ความหนา 25 ไมครอน สามารถชะลอการพัฒนาสีของเปลือก และรักษาคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อกล้วยน้ำว้าได้นานที่สุด

2. การใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 40 ไมครอน สามารถเร่งการพัฒนาสีเปลือกของกล้วยน้ำว้าหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 25 ไมครอน

3. การใช้สารละลายไคโตซานความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ความหนา 25 ไมครอน สามารถชะลอการเปลี่ยนสีของเปลือกได้นาน 12 วัน เมื่อเปรียบเทียบการใช้ร่วมกับบรรจุภัณฑ์แอคทีฟความหนา 40 ไมครอน ชะลอได้นาน 3-9 วัน

4. กรรมวิธีการใช้สารยืดอายุร่วมกับการใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟทุกกรรมวิธี ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงตลอดการเก็บรักษากล้วยน้ำว้านาน 15 วัน

5.ระยะสุกแก่ของกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่ม คือ ความสุกแก่ระยะที่ 4 ระยะเปลือกกล้วยเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเหลืองปนเขียว เหมาะสมกับการผลิตเครื่องดื่มนมกล้วย และความสุกแก่ระยะที่ 8 ระยะที่เปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มทั้งผล เหมาะสมกับการทำเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำ

คุณค่าทางโภชนาการและยืดอายุเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยหอมและกล้วยไข่ในขั้นตอนเตรียมวัตถุดิบก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ

1.ระดับการสุกกล้วยไข่และกล้วยหอมที่เหมาะกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มนมกล้วย คือ ระยะเปลือกกล้วยเปลี่ยนจากสีเขียวกลาย เป็นสีเหลือง 60-80% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด ซึ่งเป็นระยะการสุกเดียวกับกล้วยน้ำว้าที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเครื่องดื่มนมกล้วย

2.การใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ หนา 25 ไมครอน กับกล้วยไข่ดิบที่ได้รับ 1-mcp สามารถชะลอการสุกเหมาะกับการเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเครื่องดื่มนมกล้วยได้นาน 40 วัน ขณะเก็บรักษาที่ 14 $^{\circ}$C

3.การใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟหนา 40 ไมครอน กับกล้วยหอมดิบที่ได้รับ 1-mcp สามารถชะลอการสุกเหมาะกับการเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเครื่องดื่มนมกล้วย นาน 49 วัน ขณะเก็บรักษาที่ 14 $^{\circ}$C

4.การเคลือบผลกล้วยไข่ดิบและกล้วยหอมดิบที่ได้รับ 1- mcp ด้วยกรดซิคริคร่วมกับไคโตซาน บรรจุในถุงแอคทีฟ เก็บรักษาที่ 14 $^{\circ}$C สามารถเก็บรักษาได้นาน 21 และ 49 วัน โดยที่เปลือกผลกล้วยยังสด และคงความเขียว ไม่พบการเกิดโรค และเมื่อย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง นาน 3 วัน เพื่อดูการสุกและอาการผิดปกติที่เกิดขึ้น พบว่า กล้วยไข่ที่ได้รับกรรมวิธีดังกล่าว สามารถพัฒนาการสุกเป็นปกติ และสามารถชะลอการสุกในกล้วยหอมดิบได้ โดยเนื้อกล้วยหอมดิบไม่พบอาการผิดปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบสารยืดอายุชนิดอื่น

5.การเคลือบผิวกล้วยกล้วยไข่และกล้วยหอมด้วยสาร GRAS ทุกกรรมวิธี สามารถชะลอสุกของผลกล้วยและลดการเน่าเสียที่บริเวณผลและหวีได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง

การพัฒนาอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากกล้วย

การผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากกล้วย

1. การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำจากกล้วย ใช้กล้วยน้ำว้าที่ความสุกระดับ 6 มาหมักให้ได้แอลกอฮอล์ 7% โดยปริมาตร มีระดับความขมอยู่ที่ IBU 30–33 เป็นคุณภาพเบียร์ประเภทแอมเบอร์ สามารถรักษากลิ่นกล้วยน้ำว้าโดยไม่โดนกลบด้วยกลิ่นมอลท์หรือฮอประหว่างขั้นตอนการผลิตเบียร์ และคงคุณค่าทางอาหารของเบียร์กล้วยอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับเบียร์ตามท้องตลาด

2. การผลิตเครื่องดื่มที่มีสารอาหารพร้อมใช้ ทำการสกัดสาร Galacto-oligosaccharide (เป็นสารสำคัญสำหรับพัฒนาการของเด็กร่วมกับนม) จากกล้วยด้วยความร้อนที่ 45^{0}C เป็นเวลา30 นาที โดยกล้วยไข่ได้สารสกัด GOS มากที่สุด โดยการประยุกต์ใช้สารคอลลอยด์ชนิดเวย์โปรตีนอัตราส่วน 1 : 9 สกัดด้วยความร้อน 45 นาที อีกครั้ง ก่อนนำไปเข้ากระบวนการทำแห้ง อย่างไรก็ตามผู้บริโภคกลับยอมรับสารสกัดที่ใช้ร่วมกับเคซีนมากกว่า โดยสารสกัดดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตกล้วยที่ผู้บริโภคยอมรับอัตราส่วนสารสกัดต่อน้ำตาลที่ 21 : 5 ของส่วนประกอบทั้งหมด

3. เปลือกกล้วย หลังจากขูดเนื้อกล้วยออกยังมีสาระสำคัญ เช่น แทนนินเพื่อสกัดนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยในการลดน้ำหนักและการขับถ่ายโดยปริมาณแทนนินด้วยดัชนีเจลลาตินของเปลือกกล้วยจะอยู่ที่ 142.8 – 148.3 กรัมต่อเปลือกกล้วย 1 กิโลกรัม การสกัดแทนนินโดยการอบลมร้อนที่ 60^0C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สกัดได้แทนนินกว่า 90 % ของแทนนินทั้งหมด สามารถนำแทนนินผงดังกล่าวไปใช้ในการผลิตเยลลี่แทนนินเพื่อง่ายต่อการบริโภคและพบว่าในเจลลี่แทนนินที่มีสารสกัด 20 กรัม เป็นปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับและไม่มีรสเฝื่อน

การผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำโดยใช้มอลโทเด็กซ์ตรินเป็นสารทดแทนไขมัน

กล้วยที่เหมาะสำหรับนำมาแปรรูปเป็นไอศกรีม ได้แก่ กล้วยหอม และกล้วยเล็บมือนาง เนื่องจากมีกลิ่นรสที่เด่นชัด รวมทั้งมีสีและเนื้อสัมผัสที่ดี โดยระยะการสุกของกล้วยที่เหมาะสำหรับนำมาแปรรูปเป็นไอศกรีม คือ กล้วยที่มีระยะการสุกที่เจ็ด เนื่องจากมีการสุกเต็มที่ มีกลิ่นหอม รวมทั้งมีรสชาติหวาน ทำให้สามารถลดปริมาณน้ำตาลในสูตรการผลิตไอศกรีมได้ การลดปริมาณไขมัน และเพิ่มปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินตามสัดส่วนของไขมันที่ลดลงรวมทั้งการเพิ่มปริมาณน้ำตาลในไอศกรีมกล้วยทั้ง 4 ชนิด มีผลทำให้ตัวอย่างไอศกรีมมีค่าสีแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม โดยค่า a* มากขึ้น ค่า b* และ ค่า L* ลดลง ปริมาณของแข็งทั้งหมดในส่วนผสมเพิ่มขึ้น ทำให้ความความหนืดของไอศกรีมมิกซ์มีค่าสูงขึ้น ความแน่นแข็งของไอศกรีมมากขึ้น แต่ร้อยละการขึ้นฟูต่ำลง และมีอัตราการละลายสูงขึ้น โดยไอศกรีมกล้วยที่มีไขมันร้อยละ 3 ทดแทนไขมันด้วยมอลโทเด็กซ์ทรินร้อยละ 2 และปริมาณน้ำตาลร้อยละ 3 ของส่วนผสม ให้การขึ้นฟูและความแน่นเนื้อใกล้เคียงกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุมมากที่สุด ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับไอศกรีมกล้วยสูตรควบคุม (ไขมันร้อยละ 5) มากที่สุด

การเพิ่มมูลค่าจากสารสกัดจากกล้วยในเวชภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

สารสกัดจากเปลือกกล้วย ฤทธิ์ต้านการออกซิเดชั่น และการประยุกต์ใช้ในการผลิตโลชั่น

1. การสกัดสารจากเปลือกกล้วย โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย อัตราส่วนของตัวทำละลายต่อเปลือกกล้วยที่ 5 : 1 เหมาะสมกว่า 10 : 1

2. การสกัดสารสกัดจากเปลือกกล้วยโดยใช้สารละลายเอทานอล 70 % v/v สามารถสกัดสารสกัดเปลือกกล้วยที่มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าการสกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95 % v/v

3. สารสกัดเปลือกกล้วยเล็บมือนางมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลทั้งหมดสูงกว่ากล้วยหอม กล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้า ตามลำดับ

4. สารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดเปลือกกล้วยส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอล ซึ่งมีสารประกอบฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบและยังมีสารประกอบฟีนอลชนิดอื่นอยู่อีกด้วย

5. การประยุกต์ใช้สารสกัดเปลือกกล้วยในผลิตภัณฑ์โลชั่น โดยการผลิตด้วยสูตร 1 และ สูตร 2 ได้โลชั่นผสมสารสกัดเปลือกกล้วยเนื้อสีขาว มีที่ช่วง pH เหมาะสมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว (มผช. 551/2553) มีความคงสภาพ และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน

6. ควรศึกษาถึงองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบโดพามีน กาแลกโตคาเตชิน ในเปลือกกล้วย เพื่อให้ทราบถึงสารสำคัญที่มีอยู่ในเปลือกกล้วย และการทดสอบประสิทธิภาพทางด้านการใช้งานผลิตภัณฑ์โลชั่น

การผลิตบรรจุภัณฑ์ชีวภาพจากกล้วย

การผลิตพลาสติกชีวภาพจากต้นกล้วยเพื่อประยุกใช้เป็นบรรจุภัณฑ์

พลาสติกชีวภาพ หรือคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose : CMC) สามารถสังเคราะห์ได้จากการนำเซลลูโลสจากต้นกล้วยมาทำปฏิกิริยากับกรดคลอโรอะซิติกแอซิดในสภาวะเบส ได้ CMC ร้อยละ 140.89 ของน้ำหนักเซลลูโลสตั้งต้น เป็นผงสีเหลืองอ่อน ละลายน้ำได้ดี มีความบริสุทธิ์ประมาณ 95.35 % ความชื้น 12.64% และมีองศาการแทนที่ เท่ากับ 1.02 เมื่อนำ CMC มาทดสอบขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์ม โดยการเติมสารเติมแต่ง 2 ชนิด คือ กลีเซอรอล และพอลิเอทธิลีนไกลคอล ที่ 10%, 20%, 30% และ 40% โดยน้ำหนัก พบว่า ฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสที่ผสมกลีเซอรอล มีสีน้ำตาลอ่อน ขุ่น โปร่งแสง มีความอ่อนตัว และเหนียว ฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสที่ผสมพอลิเอทีลีนไกลคอล มีสีขาวขุ่นอมเหลือง โปร่งแสง แข็งกว่าฟิล์มที่ผสมกลีเซอรอล แต่น้อยกว่าฟิล์มที่ไม่ผสมสารเติมแต่ง ส่วนฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสที่ไม่ผสมสารเติมแต่ง มีสีขาวขุ่นอมเหลือง โปร่งแสง แข็ง และฉีกขาดง่าย จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสผสมกลีเซอรอลไปพัฒนาต่อเป็นบรรจุภัณฑ์ต่อไป โดยทดสอบคุณสมบัติของฟิล์มเพิ่มเติม เช่น ความต้านทานต่อแรงดึง เปอร์เซ็นต์การยืดตัว อัตราการซึมผ่านของน้ำและออกซิเจน และการย่อยสลายทางชีวภาพ เป็นต้น และทดลองขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์

การผลิตฟรุตแตนผงจากกล้วยและประโยชน์กากกล้วย

การสกัดฟรุกแตนจากกล้วยโดยใช้น้ำเป็นตัวละลายสามารถสกัดฟรุกแตนได้ดีกว่าสารละลายเอทานอล 70% โดยกล้วยหอมดิบเป็นกล้วยที่มีความเหมาะสมในการสกัดฟรุกแตนมากกว่ากล้วยชนิดอื่น ๆ เนื่องจากเป็นกล้วยดิบที่มีปริมาณฟรุกแตนสูงและสามารถนำกากที่เหลือจากการสกัดมาผลิตเป็นผงกากกล้วยต่อได้ อัตราส่วนกล้วยหอมต่อน้ำที่เหมาะสมในการสกัดฟรุกแตนคือ 30: 100 เมื่อทดสอบทำแห้งสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยหอมโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอยและการระเหยแห้งภายใต้สูญญากาศแล้วอบแห้งด้วยลมร้อนผงสารสกัดฟรุกแตนจากการทำแห้งแบบพ่นฝอยจะมีปริมาณฟรุกแตนทั้งหมดสูงกว่าผงสารสกัดจากระเหยแห้งภายใต้สูญญากาศแล้วอบแห้งด้วยลมร้อน แต่มีปริมาณฟรุกแตนต่ำกว่าฟรุกแตนในท้องตลาด อาจจำเป็นต้องแยกฟรุกแตนออกจากสารปนเปื้อนอื่น ๆ เพื่อให้ได้สารสกัดที่มีปริมาณฟรุกแตนที่สูงขึ้น กากกล้วยที่เหลือจากสกัดสามารถนำมาผลิตเป็นผงกากกล้วยโดยใช้ egg white powder 0.5 % เป็นสารก่อโฟมที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบโฟมกากกล้วยที่เหลือจากการสกัดฟรุกแตนมากกว่าสารก่อโฟมชนิดอื่น ๆ และเมื่อนำผงแป้งมาประยุกต์ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตวาฟเฟิลผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับใกล้เคียงกับวาฟเฟิลสูตรทั่วไป

ข้อเสนอแนะ คือ ผลจากการทดลองนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสกัดและกระบวนการทำแห้งสารสกัดฟรุกแตนจากกล้วยและการประยุกต์ใช้ผงกากกล้วยผลิตภัณฑ์อาหาร หรือต่อยอดเพื่อพัฒนากรรมวิธีการสกัดให้มีประสิทธิ์ภาพดีมากขึ้นต่อไป และเป็นเพิ่มมูลค่าผลิตผลทางการเกษตร

การพัฒนาระบบมาตรฐานกระบวนการผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มจากกล้วย
ปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์จากข้าวบาร์เล่ย์

ค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเบียร์กล้วยมีความปลอดภัยจากการใช้ของสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สร้างความมั่นใจต่อผู้บริโภคเบียร์จากกล้วย โดยค่าความแปรปรวน (Variances) ของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเบียร์จากข้าวบาร์เลย์และเบียร์จากกล้วยมีความต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และดูค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเบียร์จากกล้วยและบียร์จากข้าวบาร์เล่ย์ เห็นได้ว่ามีความแตกต่างกัน ถ้าดูจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation) ของซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากข้าวบาร์เลย์มีค่าสูงกว่าค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากกล้วยแสดงว่ามีการกระจายตัวของช่วงข้อมูลมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแหล่งที่ไปเก็บตัวอย่างจากข้าวบาร์เลย์มีความหลากหลายรวมไปถึงอุณหภูมิและแสงสว่างทำให้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์สลายตัวได้ ทำให้ค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากข้าวบาร์เลย์จึงมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation) เท่ากับ 2.54 ซึ่งสูงกว่าค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วย

การพัฒนาระบบมาตรฐานกระบวนการผลิตภัณฑ์จากกล้วย
ปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จากกล้วย

จากการสุ่มเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากผลิตภัณฑ์จากกล้วยรวมทั้งสิ้น 144 ตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่มีการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในกระบวนการผลิต ไม่ว่าจะเป็นการ ล้าง/แช่ก่อนแปรรูป หรือ ตั้งใจเติมเพื่อช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์ หรือให้สีผลิตภัณฑ์ไม่ดำ น่ารับประทาน แต่สามารถบริโภคได้ ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งคณะกรรมการ JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ประเมินความปลอดภัยของการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ได้กำหนดค่าปริมาณการบริโภคต่อวัน(Acceptable Daily Intake: ADI) ของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เท่ากับ 0.7 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน

ข้อเสนอแนะ

1. เผยแพร่ข้อมูลคุณภาพผลิตภัณฑ์จากกล้วยด้านสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้กับผู้สนใจทั่วไป

2.ให้คำแนะนำแก่ผู้ประกอบการผลิตให้ตระหนักถึงวิธีและปริมาณการใช้ให้เป็นไปตามที่กฎระเบียบที่กำหนดของภาครัฐ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

3.ใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาให้ข้อคิดเห็นการกำหนดมาตรฐานสินค้าระดับประเทศและมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตผลเกษตรเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่
การใช้แป้งกล้วยชนิดต่างๆ ทดแทนแป้งในผลิตภัณฑ์อาหารเส้น

1. การผลิตแป้งกล้วยจากกล้วย 3 ชนิดได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยไข่ โดยวิธีโม่แห้งและโม่เปียก จะได้แป้งกล้วยที่มีสีจะมีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียดและมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ของกล้วยแต่ละชนิด โดยวิธีการ

โม่แห้งให้สีของแป้งสีเหลืองนวลมากกว่าวิธีการโม่เปียก ซึ่งประกอบด้วยร้อยละของปริมาณความชื้น 6.23 – 7.933 โปรตีน 2.22 – 4.48 ไขมัน 0.19 – 0.34 เถ้า 1.78 – 4.09 แป้ง 75.50 – 83.53 และฟรุกแตน 0.036 – 0.081

2. การศึกษาการใช้แป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยไข่ ทดแทนแป้งในการผลิตเส้นพาสต้า พบว่าสามารถใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีดูรัมเซโมลินาได้สูงสุดร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด หากทดแทนด้วยแป้งกล้วยในปริมาณสูงกว่านี้ แรงต้านแรงดึงขาดของเส้นพาสต้าลดลง แป้งไม่สามารถรีดเป็นแผ่นและตัดเส้นได้ โดยระดับการทดแทนด้วยแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 10 มีแรงต้านแรงดึงขาดของเส้นพาสต้าในระดับเดียวกับเส้นพาสต้าสูตรทั่วไป

3. การผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยจำต้องใช้สารเพิ่มคุณสมบัติ โดยการใช้กัมกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 ร้อยละ 5 ของปริมาณแป้งทั้งหมด ดีกว่าการใช้ CMC และการใช้กัมกัมผสมแซนแทนกัมในอัตราส่วน 1 : 1 ร้อยละ 5 และ 10 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การยอมรับด้านความนุ่มและความเหนียวของเส้นต่ำกว่าเส้นพาสต้าสูตรทั่วไปจากแป้งสาลีดูรัมเซโมลินา

4. สามารถนำวิธีการผลิตเส้นพาสต้าโดยใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีและเส้นพาสต้าจากแป้งกล้วยเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและลดต้นทุนการผลิตจากการทดลองนี้ไปเผยแพร่ให้กับกลุ่มเกษตรกรและวิสาหวิสาหกิจชุมชนเพื่อให้เกิดการผลิตเพื่อให้เกิดการผลิตในเชิงพานิชย์ได้

5. สามารถนำสูตรผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในอาหารสำหรับการบำบัดโรคในกลุ่มผู้ป่วยต่างๆ โดยพัฒนาเป็นอาหารที่มีฤทธิ์เป็นยาเพื่อใช้เป็นทางเลือกของการโภชนบำบัดให้เหมาะกับกลุ่มอาการของผู้ป่วยนั้นๆ โดยการเพิ่มชนิดของผักและผลไม้เพื่อให้ได้สารพฤกษเคมีต่างๆ ตามต้องการ

เอกสารอ้างอิง (References)*

กิจกรรมที่ 1.การคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยที่มีศักยภาพ

กองคุ้มครองพันธุ์พืช. 2552. เอกสารประกอบการประชุมการสร้างหลักเกณฑ์การตรวจสอยลักษณะประจำพันธุ์พืช : กล้วย (Musa spp.) .76p.

กองแผนงานและวิชาการ. 2534. สรุปผลงานกลุ่มไม้ผล ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534). หน้า 70-71. ใน: สรุปผลงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

กัลยาณี สุวิทวัส และคณะ สถานีวิจัยปากช่อง สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch53/group06/kalayanee_su/index_04.html ค้นเมื่อ 2 ก.ค. 2556

นิรนาม. . กล้วย, สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 30

นิรนาม, กล้วย : เรื่องกล้วยๆ เรื่องป่วยเรื่องเล็กฝ่ายวิชาการ สถาบันการแพทย์แผนไทย

นิรนาม, **ประวัติความเป็นมาของกล้วย** แหล่งที่มาhttp://202.143.128.66/~kruya/m651/pro6/m67/banana/p1.html 25 สค. 2543

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2538. กล้วย. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บริษัท ประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 290 หน้า.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2545. กล้วย. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 357 หน้า.

เพ็ญจันทร์ สุทธานุกูล. 2549. การอนุรักษ์พันธุกรรมกล้วย. ศูนย์วิจันพืชสวนสุโขทัย. กรมวิชาการเกษตร. 65 หน้า

ศูนย์สารสนเทศ. 2556. พื้นที่ปลูกไม้ผล. กรมส่งเสริมการเกษตร,

สถาบันวิจัยพืชสวน.2552. เรื่องของกล้วย. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ เรื่อง การเพิ่มศักยภาพการผลิตและส่งออกกล้วยไทย. สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ. 17 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตและผลผลิตเฉลี่ยไม้ผล 2541-2550

Anonymous. "Musa", *World Checklist of Selected Plant Families*, Royal Botanic Gardens, Kew, สืบค้นเมื่อ 2013-01-06

Descriptors for IPGRI International Plant Genetic Resources Institute IPGRI Banana (Musa spp.) 59p.

Liberty Hyde Bailey, *The Standard Cyclopedia of Horticulture*. 1916. pp. 2076–9

Jeff Daniells, Lois Englberger and Adelino Lorens. 2011.Banana and plantain (Musa spp.) in Special Crops for Pacific Island Agroforestry 2007-11. 23p

Simmonds, N.W. and K.Shepherds, 1955. The Taxonomy and Origin of the cultivated bananas. J.Linn.Soc. (Bot.) 55:302-312.

UPOV. 2010. Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability : Banana. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. Geneva. 44p.

กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

กนกพร ลีลาวิโรจน์สกุล. 2545. ผลของกะทิที่ผ่านความร้อนต่อคุณสมบัติของไอศกรีมกะทิ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กุลกัญญา ศศะภูริ. 2548. การผลิตแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปเพื่อการอบด้วยไมโครเวฟ. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กมลพร จอมพันธ์ ณัฐวดี จินาพันธ์ และ พิพัฒน์ คำไทย. การผลิตฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสจากเยื่อฟางข้าวแบบโซดาแอนทราควิโนน. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.irpus.or.th/project_file/2551/C057_R51D05006_Complete.pdf. สืบค้น 30 กรกฎาคม 2552.

กฤษณา ศิรเลิศมุกุล. เซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.material.chula.ac.th/Radio47/September/radio9-4.htm สืบค้น 17 กุมภาพันธ์ 2552.

กฤษณา ศิรเลิศมุกุล ศรีไฉล ขุนทน ณัฐภรณ์ สุวรรณโณ และ สุนันท์ พงษ์สามารถ. 2548. การเตรียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน. 31st Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology, 18-20 October 2005.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยชนิดต่างๆในส่วนที่รับประทาน

กองโภชนาการ, มปป. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วย กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข http://piak168.tripod.com/list7.html

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 396 หน้า

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 453 หน้า

จุฑารัตน์ โกวิทยา. 2549. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของไอศกรีมวานิลลาลดไขมันที่ใช้อินูลินเป็นสารทดแทนไขมัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชุลีกร วัชรารัตน์. 2549. ผลิตภัณฑ์บะหมี่จากแป้งข้าวพร้อมบริโภคเยือกแข็ง. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ถิรนันท์ วาราตรีวิทย์ สุพัฒน์ คำไทย และพรชัย ราชตนะพันธุ์. ผลของกระบวนการฟอกต่อคุณสมบัติทางกลของฟิล์มคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสจากเปลือกมะละกอ. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.irpus.or.th/project_file/2549_2007-06-05_R14903004.pdf. สืบค้น 30 กรกฎาคม 2552.

เบญจมาศ ศิลาย้อย.2545. กล้วย. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 357 หน้า.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2545. กล้วย. กรุงเทพฯ: ประชาชน.

ปถมาภรณ์ หาญพานิช. 2548. การพัฒนาแป้งพิซซ่าจากแป้งสาลีผสมฟลาวมันสำปะหลัง. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยนุช วังศิลาบัตร. 2548. การพัฒนาเส้นสปาเกตตีอบแห้งจากแป้งข้าวหอมมะลิ. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัชราภรณ์วชิรศิริ. ใยอาหารจากเปลือกกล้วยเพิ่มคุณค่าให้ของกินเทียบเท่าเส้นใยนำเข้า. หนังสือพิมพ์คม ชัด ลึก. 8 ตุลาคม 2550.

นิลวรรณ คงถาวร บุณยรัตน์ พิพัฒน์ศิริขจร ปิยะพร เขมะโรจน์ และ กฤติกา ตันประเสริฐ. ผลของสารเติมแต่งต่อสมบัติของฟิล์มคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนเพื่อใช้เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.irpus.or.th/project_file/2551/I351A05018_Complete.pdf. สืบค้น 6 สิงหาคม 2552.

นิลวรรณ ลีอังกูรเสถียร, สุชาติ วิจิตรานนท์, ปัญจพร เลิศรัตน์, ภิรมย์ ขุนจันทึก, เสริมสุข สลักเพ็ชร และ อรวินทินี ชูศรี. 2551. ศึกษาการผลิตเงาะ. (วันที่ 19 ก.ค.53) เข้าถึงได้จากอินเตอร์เน็ต http://it.doa.go.th/refs/index.php

บุญญวดี จิระวุฒิ, สุภา อโนธารมณ์ และรัตตา สุทธยาคม. 2553. การควบคุมโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยว. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2553.สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 121 หน้า

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2545. กล้วย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. 357 หน้า

ปิยะธิดา เกิดช่วย. 2551. การใช้เวย์โปรตีนเข้มข้นและมอลโทเด็กซ์ทริน ในไอศกรีมกะทิไขมันต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มุทิตา ไทยวงศ์. 2548. การทดแทนแป้งกล้วยและการประยุกต์ใช้ไมโครเวฟในการผลิตแครกเกอร์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิไล รังสาดทอง .2547. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด เบียร์ หน้า 56-60

ศิวพร ศิวเวช .2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2552. เรื่องของกล้วย. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่อง การเพิ่มศักยภาพการผลิต

และส่งออกกล้วยไทย. สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ. 107 หน้า.

สิรินาถ ตัณฑเกษม. 2542. สมบัติของแป้งจากเมล็ดทุเรียนและการนำไปใช้ประโยชน์: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2547. สรีรวิทยาของพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุชาดา ไม้สนธิ์ (2549) การใช้ประโยชน์จากแป้งกล้วยน้ำว้าในผลิตภัณฑ์ขนมอบ. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 110 หน้า

สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น. 2545. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์การอาหาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.2547. ตารางการใช้สารเจือปน. สืบค้นจาก http://www.fda.moph.go.th/fda-net/html/product/food/ntf/DirtyFood3Attach.html (วันที่เข้าถึง 23 พ.ค. 2556)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2553. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว. มผช. 551/2553. 7 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตและผลผลิตเฉลี่ยไม้ผล 2541-2550

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตและผลผลิตเฉลี่ยไม้ผล 2543-2552

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตและผลผลิตเฉลี่ยไม้ผล ปี 2556. แหล่งที่มา www.oae.go.th/download/download_journal/commodity56.pdf. 29 กุมภาพันธ์ 2559.

อารีรัตน์ การุณสถิตย์ชัย และโกเมศ สัตยาวุธ. 2554. ศึกษาปัจจัยระยะการสุกแก่ของกล้วยที่เหมาะสมกับการแปรรูปเป็นเครื่องดื่ม ศึกษาปัจจัยระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อรักษากลิ่นของกล้วยก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูปและศึกษากรรมวิธียืดอายุกล้วยหลังการเก็บเกี่ยวก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2554. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 354 หน้า

อารีรัตน์ การุณสถิตย์ชัย และโกเมศ สัตยาวุธ. 2555. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและการเก็บรักษาคุณภาพของกล้วยน้ำว้าก่อนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2555.สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 399 หน้า

อารีรัตน์ การุณสถิตย์ชัย, บุญญวดี จิระวุฒิ และชวเลิศ ตรีกรุณาสวัสดิ์. 2552. ศึกษาการใช้สารชะลอการเกิดสีน้ำตาลต่อผลลิ้นจี่ตัดแต่งในสภาพบรรยากาศดัดแปลง. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2552. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 377 หน้า

อนุชา พันธุเวช. 2548. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพส้มสายน้ำผึ้งในระหว่างการขนส่งทางรถบรรทุก.การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5. หน้า 224.

Abrams, S.A., Griffin, I.J., Hawthorne, K.M., Liang, L., Gunn, S.K., Darlington, G. and Ellis, K.J. 2005.

A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. The American Journal of Clinical Nutrition. 82(2): 471-476.

Aker K.C., Robinson C.W., Growth of *Candida utils* on single-and multicomponent-sugar substrates and waste banana pulp liquors for single-cell protein production, *MIRCEN* journal, 1987, 3, 255-274.

Akoh, C.C. 1998. Fat replacers. Food Technol. 52: 47-53.

AOAC. 1995. Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Arlington, Virginia.

AOAC. 1999. AOAC Ofiicial Method 999.03 Measurement of Total Fructan in Foods. Journal of AOAC International. 82.

A.O.A.C. In Association of Official Analytical Chemists, 17th ed. A.O.A.C. Inc. Arlington, Virginia, USA. 2000.

AOAC. 2006. Ofiicial Method of analysis of AOAC International. 18th. Association of Official Analytical Chemist. Gaithersburg, Md.

AOAC.2012.Official Method Analysis of AOAC. 19th edition.AOAC fficial Method 990.28 Sufites in Foods Optimized Monier-Williams Method.Chapters 47 p.33-35

Akubor P.I., Obio S.O., Nwadomere K.A., ObiomahE.. 2003. Production and quality Evaluation of Banana wine, *Plant foods for human nutrition*58 : 1-6.

Akubor P.I., 2005. Production and quality evaluation of non-fermented beverage prepared from dehydrated plantain pulp, *Eur.Food ResTechnol*, 220:1252-155.

Arbuckle, W.S. 1986. Ice Cream. 4 th ed. AVI Publishing Co. Inc., New York

Banos, S.B., A.N.H. Lauzardo, M.G.V. Valle, M.H. Lopez, E.A. Barka, E.B Molina and C.L. Wilson. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**. 25: 108-118.

Bello-Pérez, L. A., Agama-Acevedo, E., Sánchez-Hernández, L., and Paredes-López, O. 1999. Isolation and Partial Characterization of Banana Starches. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(3), 854-857. doi: 10.1021/jf980828t

Bezerra, C. V., Amante, E. R., de Oliveira, D. C., Rodrigues, A. M. C., and da Silva, L. H. M. 2013. Green banana (Musa cavendishii) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. Industrial Crops and Products, 41(0), 241-249.

Campbell, J. M., Bauer, L. L., Fahey, G. C., Hogarth, A. J. C. L., Wolf, B. W., & Hunter, D. E. (1997). Selected Fructooligosaccharide (1-Kestose, Nystose, and 1F-β-Fructofuranosylnystose)

Composition of Foods and Feeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(8), 3076-3082.

Campbell, I.J. and B.M.C. Pelan. 1998. The influence of emulsion stability on the properties of ice cream, pp. 25-36. In Ice Cream. Proceeding of the International Symposium Held in Athens, Greece, 18-19 September 1997-1998.

Clara, P., E.V. de B. Vilas-Bonas, M. Benichou and A.A. Kader. 2002. Variability in responses of partially ripe bananas to 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**. 28: 75-85.

Codex Alimentarius Commission .2005. Jont FAO/WHO Food Standards Programmed, Report of the 37th session of the Codex Committee on Food Additive and Contaminants, The Hague, Netherlands

Codex General Standard for Food Additive .2005. Codex Stan 192-1995, Rev 6-2005

De Sotillo, D. R., Hadley, M., and Holm, E. T. 1994. Potato Peel Waste: Stability and Antioxidant Activity of a Freeze-Dried Extract. *Journal of Food Science, 59*(5), 1031-1033. doi: 10.1111/j.1365-2621.1994.tb08182.x

European Parliament and Council Directive .2005. No. 95/2/EC on Food additives

Homme, C. L., Peschet, J.L., Puigserver, A., Biagini, A. (2001). Evaluation of fructans in various fresh and stewed fruits by high-performance anion-exchange chromatography with pulsed amperometric detection. J Chromatogr A., 920, 291–297.

Kanazawa, K., and Sakakibara, H. 2000. High Content of Dopamine, a Strong Antioxidant, in Cavendish Banana. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48*(3), 844-848. doi: 10.1021/jf9909860

Kleessen, B. and Blaut, M. 2005. Modulation of gut mucosal biofilms. The British Journal of Nutrition. 93: S35-S40.

Klieber, A. Bagnato, R. Barrett, M. Sedgley. 2003. Effect of post-ripening atmosphere treatments on banana. **Acta Horticulturae**. 600: 51-54.

Kyamuhangire, W. 1990.Banana juice extraction and processing.MSc. Thesis, Kensington Univ., UK.

Larrauri, J. A., Rupérez, P., and Saura-Calixto, F. 1997. Mango peel fibres with antioxidant activity. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A, 205*(1), 39-42. doi: 10.1007/s002170050120

Marshall, R.T. and W.S. Arbuckle . 1996. Ice cream . 5 th ed. International Thomson Publishing , New York. 349 p.

Marti, A., and Pagani, M. A. 2013. What can play the role of gluten in gluten free pasta? Trends in Food Science & Technology, 31(1), 63-71.

Menezes, E., Tadini, C., Tribess, T., Zuleta, A., Binaghi, J., Pak, N., . . . Lajolo, F. 2011. Chemical Composition and Nutritional Value of Unripe Banana Flour (Musa acuminata, var. Nanicão). Plant Foods for Human Nutrition, 66(3), 231-237.

Mepba HN, Akpapunam MA, Berepub NA. 1990, Preliminary studies on the production of non-fermented beverage from dehydrated banana pulp.*Nig Food8*: 126-129.

Muir, J.G., Shepherd, S.J., Rosella, O., Rose, R., Barrett, J.S. and Gibson, P.R. 2007. Fructan and Free Fructose Content of Common Australian Vegetables and Fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55: 6619-6627.

Natvig, E.E., Ingham, S.C., Ingham, B.H., Cooperband, L.R. and Roper, T.R. 2002. *Salmonella enterica* serovars *typhimurim* and *Escherichia coli* contamination of root and leaf vegetables grown in soils with incorporated bovine manure. Applied and Environmental Microbiology. 68: 2737-2744.

Niranjala Perera, O.D.A. and A.M. Karunaratne. 2001. Response of bananas to postharvest acid treatments. **J. Hort. Sci. Biot.** 76 (1): 70-76.

Nyman, M. 2002. Fermentation and bulking capacity of ingestible carbohydrates: the case of inulin and oligofructose. The British Journal of Nutrition. 87: S163-S168.

Owusu-Apenten, Richard .2005. Introduction to Food chemistry. CRC Press, Boca Raton, Florida (USA). 272 pp ISBN 9780849317248 [Book (authored)]

Rabiu B.A., Jay A.J., Gibson G.R., Rastall R.A., 2001. Synthesis and fermentation properties of novel galacto-oligosaccharide by β-galactosidases from *Bifidobacterium* species. App. Env. Micro., Vol. 67:2526-2530.

Roberfroid, M. B. (2007). Inulin-type fructans: functional food ingredients. *Journal of Nutrition*, *137*, 2493S–2502S.

Robinson, J.C. 1996. Bananas and plantains. Crop Production Science in Horticulture 5. CAB International, Walling, UK.

Rogers, M. N. 1973. An historical and critical review of post-harvest physiological research on cut flower. **HortSci.** 8: 189-194.

Ronsivalli, L. J., and Vieira, E. R. 1992. Elementary food science. 3rd ed. New York, Van Nostrand Reinhold.

Roy L.G., G. Mukherjee and S.K.Majumdar, 1991.Production of lactic acid from potato fermentation.Ind. J.Exp. Biol., 29:681-681.

Serek, M., E. C. Sisler and M. S. Reid. 1994. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 119 (6): 1230-1233.

Simmonds N.W., Shepherds K., 1955. The Taxonomy and Origin of the cultivated bananas.J.Linn.Soc. (Bot.) 55:302-312.

Someya, S., Yoshiki, Y., and Okubo, K. 2002. Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish). *Food Chemistry, 79*(3), 351-354. doi: http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00186-3

Srivastava, M.K. and U.N. Dwivedi. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. **Pl.Sci** 158:87-96.

treatments on banana. **Acta Horticulturae**. 600: 51-54.

Subagio, A., Morita, N., and Sawada, S. 1996. Carotenoids and Their Fatty-Acid Esters in Banana Peel. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 42*(6), 553-566.

Van Loo, J.A.B., Clune, Y. and Collins, J.K. 2005. The SYCAN projects: Goals, setups, first results and settings of the human intervention study. The British Journal of Nutrition. 93: S91-S98.

Vinson, J. A., Su, X., Zubik, L., and Bose, P. 2001. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49*(11), 5315-5321. doi: 10.1021/jf0009293

Walstra, P. and M. Jonkman. 1998. The role of milk fat and protein in ice cream, pp. 17-24. In Ice Cream. Proceedings of the International Symposium Held in Athens, Greece, 18-19 September 1997-1998.

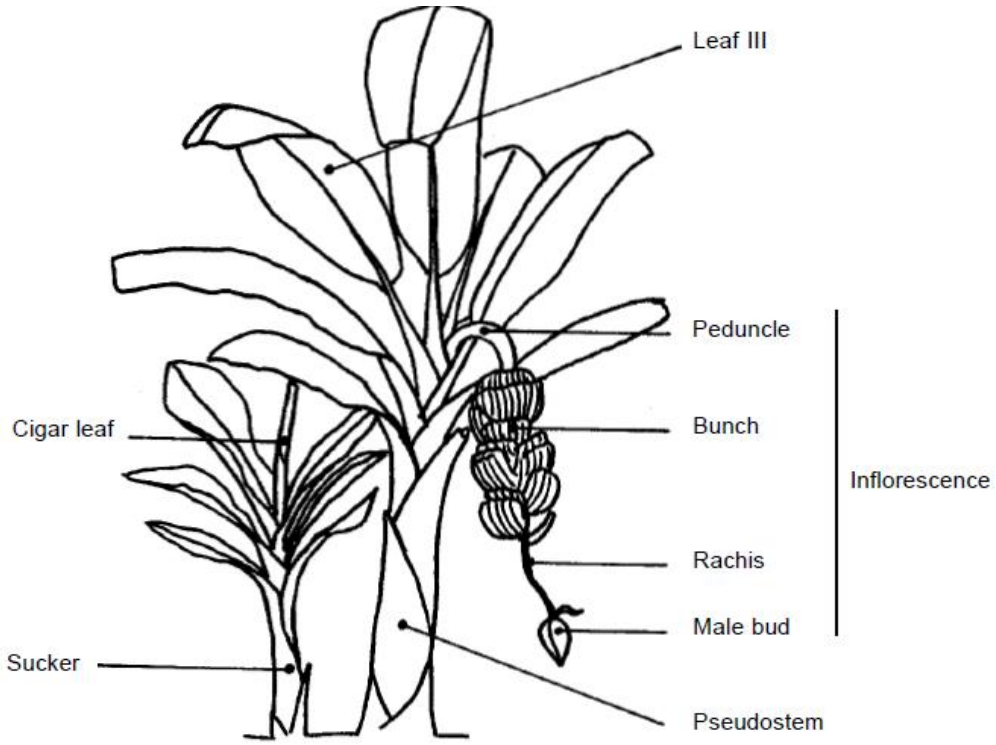
Xiangchun, M., Yanxia, T., Junguang, X., Ganjun, Y. and Deqiu, L. 2009. Effect of oligo-chitosan treatment on controlling postharvest anthracnose disease in banana fruit. Source http://www.phtnet.org/research/view-abstract.asp?research_id=mg723

Yadav R.B., Yadav B.S., Kalia N., 2010. Development and storage studies on whey-based banana herbal (*Menthaarvensis*) beverage. Amer. J. Food tech. 121-129.

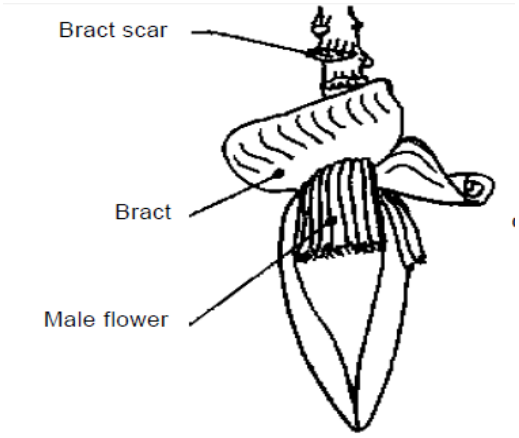
Zandonadi, R. P., Botelho, R. B. A., Gandolfi, L., Ginani, J. S., Montenegro, F. M., and Pratesi, R. 2012. Green Banana Pasta: An Alternative for Gluten-Free Diets. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 112(7), 1068-1072.

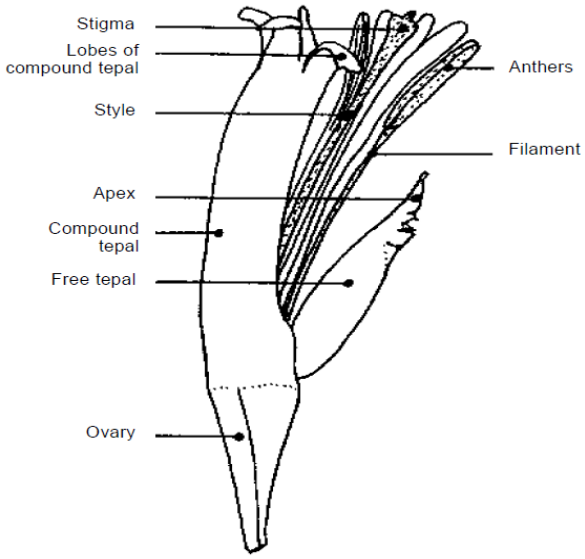
ภาคผนวก

กิจกรรมที่ 1.การคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยที่มีศักยภาพ



Explanations for individual characteristics of Musa





ส่วนต่างๆ ของปลี/ช่อดอก และดอกกล้วย

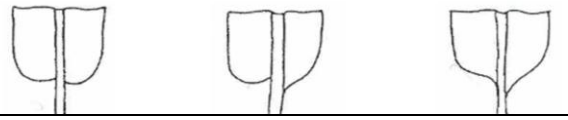
Descriptor for Banana (*Musa* spp.)

ลำต้นเทียม (Psudostem)

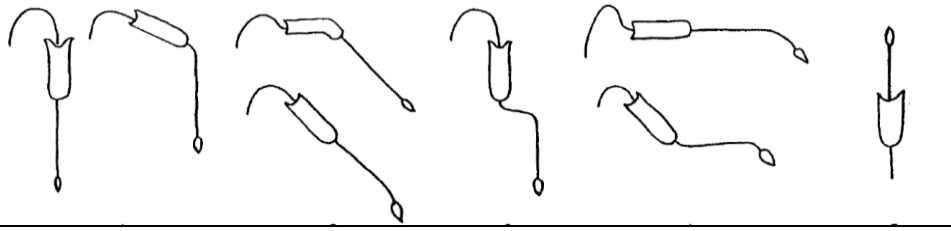
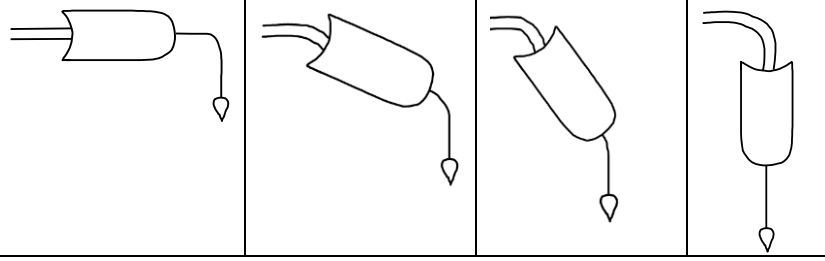
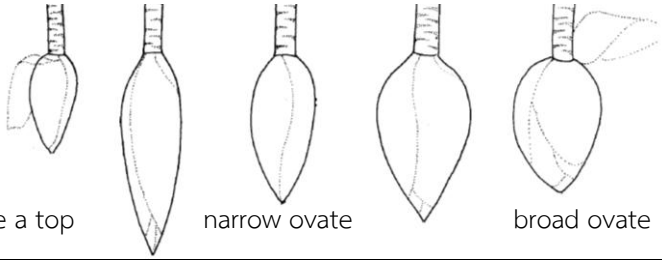
ลำต้นเทียม (Psudostem)	1	ลักษณะวิสัยของใบ (Leaf habit)	Erect Intermedia Drooping			
	2	ความสูงลำต้นเทียม (Psudostem height)	Recorded from the base of pseudostem to emerging point of the peduncle			
	3	เส้นรอบวงลำต้นเทียม(วัดสูงจากโคนต้น 0.30 m) (Psudostem circumference)				
	4	สีลำต้นเทียม(ระบุรหัส) (Color of Psudostem)				
	5	ไขบนลำต้น() (Psudostem appearance)	มี	ไม่มี		
	6	จำนวนหน่อ (Number of suckers)				
	7	ตำแหน่งของหน่อข้าง (Position of sucker)	ห่างต้นแม่มากกว่า 50ซม	ใกล้/ตั้งตรง	ใกล้/เอียง	

ใบ (Leaf)

ใบ(Leaf)	8	ลักษณะปื้นบนโคนก้านใบ	Sparse blotching	Small blotches	Large blotches	Extensive pigmentation	Without pigmentation
	9	สีของปื้นบนโคนก้านใบ(ระบุรหัส) (Color of blotches)					
	10	ร่องก้านใบ (Petiole canal leaf III)	curved outwards	Straight	slightly curved inwards	moderately curved inward	Overlapping
	11	สีขอบก้านใบ(ระบุรหัส) (Petiole margin color)					
	12	ความกว้างของขอบก้านใบ (Petiole margin width)					
	13	ความยาวของแผ่นใบ (Leaf blade length)					
	14	กว้างแผ่นใบ (Leaf blade width)					
	15	ยาวก้านใบ (Petiole length)					
	16	ลักษณะแผ่นใบ (Leaf blade)					
	17	สีผิวด้านบนของใบ(ระบุรหัส) (Color of leaf upper surface)					
	18	ความมันของแผ่นใบด้านบน				Dull	Shiny
	19	สีผิวด้านใต้ใบ(ระบุรหัส) (Color of leaf lower surface)					
	20	ความมันของแผ่นใบด้านใต้ใบ				Dull	Shiny
	21	ไขด้านล่างของแผ่นใบ	Very little or no	Few wax	Moderately waxy	Very waxy	
	22	รูปร่างปลายใบ					

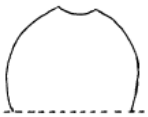
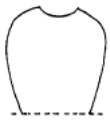
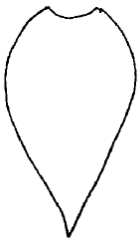
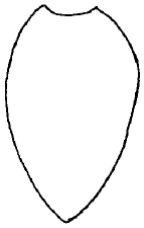
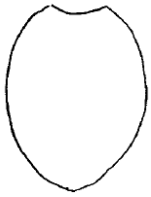
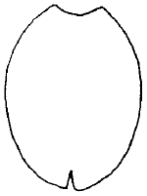
	23	รูปร่างของโคนใบ Both sides rounded One side rounded, one pointed Both sides pointed 
	24	สีผิวด้านบนของเส้นกลางใบ(ระบุรหัส)
	25	สีผิวด้านล่างของเส้นกลางใบ

ช่อดอก (Inflorescence)/ปลี (Male bud)

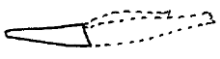
ช่อดอก(Inflorescence)/ปลี(Male bud)	26	ความยาวก้านช่อดอก		
	27	ความกว้างก้านช่อดอก		
	28	สีก้านช่อดอก(ระบุรหัส)		
	29	การมีขนบนก้านช่อดอก	มี	ไม่มี
	30	ตำแหน่งเครือกล้วย Falling vertically At an angle With a curve Horizontal Erect 		
	31	รูปร่างเครือกล้วย Cylindrical Irregular Conical 		
	32	ลักษณะปรากฏของเครือ absent or very weak Weak Medium Strong 		
	33	รูปร่างปลี Lanceolate medium ovate  Like a top narrow ovate broad ovate		
	34	ขนาดเส้นรอบวงปลี		

	35	ความกว้างปลี
	36	ความยาวของปลีกล้วยในระยะเก็บเกี่ยว

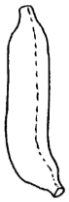
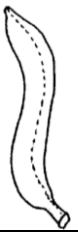
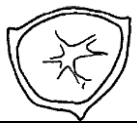
ใบประดับ (Bract)

ใบประดับ(Bract)	37	รูปร่างโคนใบประดับ	Small shoulder	Medium 	Large shoulder 			
	38	รูปร่างปลายใบประดับ	narrow acute 	broad acute	right angle 	Obtuse 	Emarginate 	
	39	สีผิวด้านนอกของใบประดับ(ระบุรหัส)						
	40	สีผิวด้านในของใบประดับ(ระบุรหัส)						
ใบประดับ(Bract)	41	รอยแผลใบประดับบนแกนกลาง	WEAK			STRONG		
	42	พฤติกรรมของใบประดับก่อนร่วง	Revolute (rolling)			Not revolute (not rolling)		
	43	ไขบนใบประดับ				มี	ไม่มี	
	44	ลักษณะร่องบนใบประดับ			ไม่มีร่อง	มีร่องปานกลาง	ร่องลึกมาก	

ดอกเพศผู้ (Male flower)

ดอกเพศผู้(Male flower)	45	พฤติกรรมของดอกเพศผู้	ร่วงก่อนเปิดกาบ	ร่วงพร้อมกาบ	ร่วงหลังกาบ	ไม่ร่วง
	46	สีพื้นของกลีบรวมเชิงประกอบ(ระบุรหัส)				
	47	สีของพูของกลีบรวมเชิงประกอบ(ระบุรหัส)				
	48	สีของกลีบรวมอิสระ(ระบุรหัส)				
	49	รูปร่างกลีบรวมอิสระ	Rectangular	Oval	Rounded	Fan-shaped
	50	การพัฒนาตรงส่วนปลายกลีบรวมอิสระ	Little or no visible sign of development		Developed	Very developed
	51	รูปร่างตรงส่วนปลายของกลีบรวมอิสระ		Thread-like	Triangular	Obtuse
	52	การยื่นของอับเรณูตรงระดับฐานพูบนกลีบรวมเชิงประกอบ		Exserted	Same level	Inserted
	53	สีของก้านชูอับเรณู(ระบุรหัส)				
	54	สีอับเรณู(ระบุรหัส)				
	55	สีพื้นของก้านเกสรเพศเมีย(ระบุรหัส)				
	56	รูปร่างของก้านเกสรเพศเมีย (Style Shape)	Straight	Curved under stigma	Curved at the base	Curved twice
	57	สีของยอดเกสรเพศเมีย(Stigma color)				
	58	รูปร่างรังไข่(Ovary shape) Straight  Arched				
	59	สีพื้นของรังไข่ (Ovary basic color)				
	60	สีของเกสรเพศผู้				

ผล (Fruit)

ผล(Fruit)	61	จำนวนผลต่อหวี(Number of fruit)				
	62	ความยาวผล (Fruit length)				
	63	ความกว้างผล (Fruit diameter)				
	64	รูปร่างของผลกล้วย (Fruit shape)	Straight	Straight in the distal part 	Curved	Curved in ‘S’ shape 
	65	รูปหน้าตัดผลตามขวาง (Transverse section of friut)	Pronounced ridges 	Slightly ridged	Rounded	
	66	รูปร่างปลายผล(Fruit apex)	Pointed Lengthily pointed Blunt-tipped Bottle-necked Rounded			
	67	การตกค้างของซากดอกที่ปลายผล (Remains of flower relict at fruit apex)	Without any floral relicts Persistent style Base of the style prominent			
	68	ความยาวก้านผล(Fruit pedicel length)				
	69	ความกว้างก้านผล(Fruit pedicel width)				
	70	การปรากฏของขนบนก้านผล(Pedicel surfece) / (ผิวของก้านผล)			มีขน	ไม่มีขน
	71	สีของเปลือกผลดิบ				
	72	สีของเปลือกผลสุก(Mature fruit peel color)				
	73	ความหนาของเปลือก(Fruit peel thickness)				
	74	สีของเนื้อผลดิบ([Pulp color before maturity)				
	75	สีของเนื้อผลสุก(Pulp color at maturity)				
	76	ลักษณะเนื้อ(Flesh texture)			Firm	Soft
	77	รสชาติ(Predomenant taste)				
	78	จำนวนเมล็ดต่อผล				

	79	พื้นผิวของเมล็ด(Seed surface)		Smooth		Wrinkled
	80	รูปร่างของเมล็ด(Seed shape)	Flat	Angular	Globular	Rounded

ที่มา : Descriptors for IPGRI International Plant Genetic Resources Institute IPGRI Banana (Musa spp.) และ UPOV. 2010. Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability : Banana. International Union for the Protection of New Varieties of Plants.

ภาคผนวก

กิจกรรมที่ 2 การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดใหม่ๆเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต

การผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำโดยใช้มอลโทเด็กซ์ตรินเป็นสารทดแทนไขมัน

สูตรและต้นทุนการผลิตไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ

ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ (กล้วยหอม กล้วยเล็บมือนาง กล้วยไข่) (สูตรผลิต 500 กรัม) ประกอบด้วย

ส่วนผสม

น้ำตาลทราย	10.0	กรัม
สารให้ความคงตัวตัว (คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส)	1.0	กรัม
อิมัลซิไฟเออร์ (ไดกลีเซอไรด์)	1.0	กรัม
หางนมผง	16.0	กรัม
มอลโทเด็กซ์ทริน	12.0	กรัม
น้ำตาลเด็กซ์โตรส	10.0	กรัม
น้ำ	60.0	กรัม
นมสด	190.0	กรัม
วิปปิ้งครีม	40.0	กรัม
กล้วยหอม, กล้วยเล็บมือนาง, กล้วยไข่	160.0	กรัม

ต้นทุนการผลิตต่อ 1 สูตร (500 กรัม)

ไอศกรีมกล้วยหอม 55 บาท

ไอศกรีมกล้วยเล็บมือนาง 50 บาท

ไอศกรีมกล้วยไข่ 45 บาท

ไอศกรีมกล้วยไขมันต่ำ (กล้วยน้ำว้า) (สูตรผลิต 500 กรัม) ประกอบด้วย

ส่วนผสม

น้ำตาลทราย	10.0	กรัม
สารให้ความคงตัวตัว (คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส)	1.0	กรัม
อิมัลซิไฟเออร์ (ไดกลีเซอไรด์)	1.0	กรัม
หางนมผง	16.0	กรัม
มอลโทเด็กซ์ทริน	12.0	กรัม
น้ำตาลเด็กซ์โตรส	10.0	กรัม
น้ำ	80.0	กรัม
นมสด	190.0	กรัม

วิปปิ้งครีม	40.0	กรัม
กล้วยน้ำว้า	140.0	กรัม

<u>ต้นทุนการผลิตต่อ 1 สูตร (500 กรัม)</u>

ไอศกรีมกล้วยน้ำว่า 45 บาท

การผลิตพลาสติกชีวภาพจากต้นกล้วยเพื่อประยุกใช้เป็นบรรจุภัณฑ์

วิธีทดสอบหาค่าความชื้นของคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส

ชั่งคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส 3.00 ± 0.1 กรัม อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์

ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปคำนวณหาความชื้น ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ความชื้นของคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส = (B-A x 100) / B

เมื่อ A = น้ำหนักคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสหลังอบ B = น้ำหนักคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสก่อนอบ

วิธีทดสอบหาค่าความบริสุทธิ์ของคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส

ชั่งคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส 3.00 ± 0.1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร เติม 80% เอธานอล ปริมาตร 150 มิลลิลิตร อุ่นในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส คนด้วยแท่งแก้ว 10 นาที เติม 80% เอธานอล ปริมาตร 150 มิลลิลิตร คนด้วยแท่งแก้วต่ออีก 10 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลาย ล้างด้วย 80% เอธานอล อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ล้างด้วย 95% เอธานอล ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และ ไดเอธิลอีเทอร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร นำตะกอนที่ไม่ละลายไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปคำนวณหาค่าความบริสุทธิ์ ดังนี้

ความบริสุทธิ์ของคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส = (A x 10,000) / (B(100-C))

เมื่อ A = น้ำหนักคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสหลังอบ

B = น้ำหนักคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสก่อนอบ

C = เปอร์เซ็นต์ความชื้นของคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส

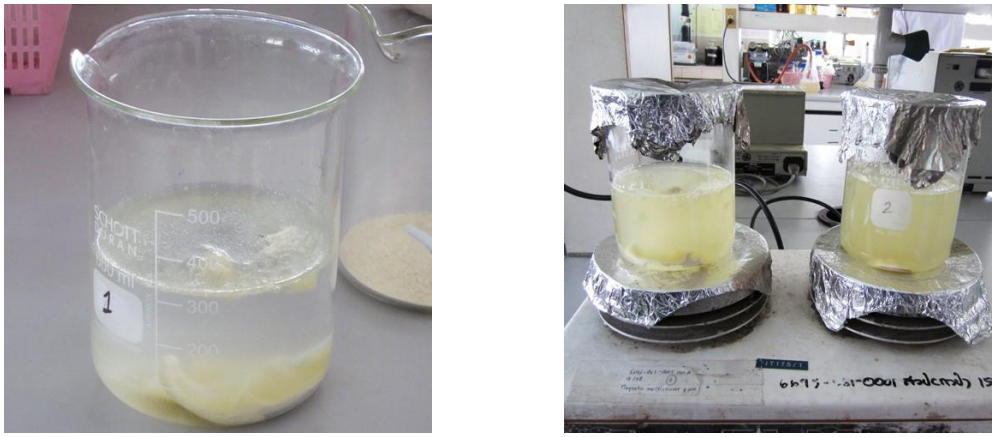
วิธีทดสอบหาค่าองศาการแทนที่ของคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส ตามวิธี Copper Precipitation

ชั่งคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส 0.15 กรัม ละลายในน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร เติม 10% Copper (II) nitrate.3H_2O ปริมาตร 30 มิลลิลิตร กวนด้วยแท่งแก้ว ถ้าไม่เกิดตะกอนให้เติม 10% Copper (II) nitrate.3H_2O อีก 30 มิลลิลิตร กรองตะกอนเกลือของทองแดง ละลายในน้ำ 200 มิลลิลิตร คนด้วยแท่งแก้วให้ละลาย เจือจางด้วยน้ำอีก 800 มิลลิลิตร เติม 10% Copper (II) nitrate.3H_2O ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปรับพีเอชด้วย กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น จนได้พีเอช 2.5 และปรับพีเอชด้วย 0.8 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ จนได้พีเอช 4.2 - 4.5 กรองตะกอน Copper (II) carboxymethyl cellulose นำตะกอนไปอบที่อุณหภูมิ 125 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก Copper (II) carboxymethyl cellulose จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ

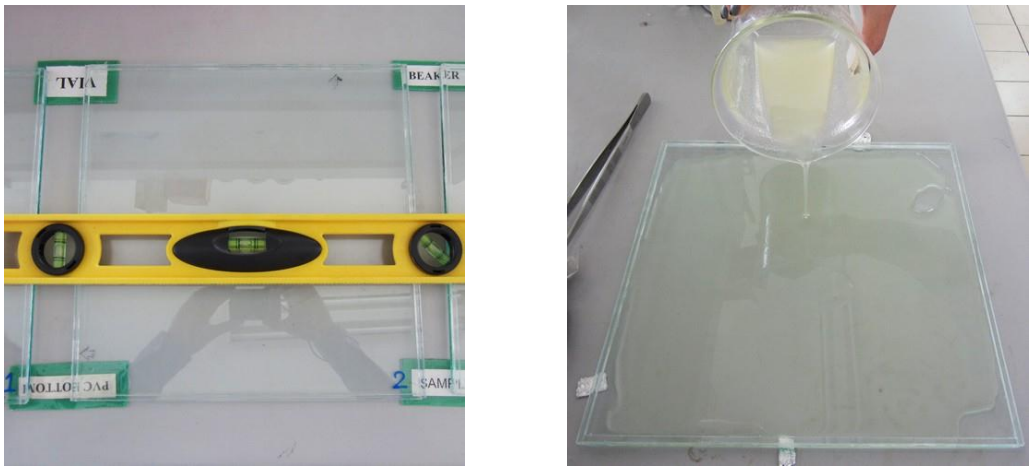
500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก Copper (II) Oxide แล้วนำไปคำนวณหาค่าองศาการแทนที่ ดังนี้ ค่าองศาการแทนที่ D.S. = 4.075 R / (1-2.323 R)

เมื่อ R = อัตราส่วนของ Copper (II) Oxide ต่อ Copper (II) carboxymethyl cellulose

การขึ้นรูปฟิล์มคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสจากต้นกล้วย (พลาสติกชีวภาพ)



รูปที่ 6 การผสมเซลลูโลสกับสารเติมแต่งเพื่อเตรียมพลาสติกชีวภาพจากเซลลูโลส



รูปที่ 7 การเตรียมแผ่นฟิล์มคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลส : CMC (พลาสติกชีวภาพ) บนแผ่นกระจก

ตาราง ปริมาณสารอาหารในกล้วยที่นำมาศึกษา

ชนิดกล้วย (100 กรัม)	ปริมาณสารอาหาร					ปริมาณเกลือแร่					ปริมาณวิตามิน				
	พลังงาน (cal)	Pt (g)	Fats (g)	Carb (g)	Fiber (g)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	K (mg)	Mg (mg)	TotA (I.U.)	B1 (mg)	B2 (mg)	C (mg)	Niacin (mg)
กล้วยไข่	145	1.5	0.2	34.4	0.4	24	22	0.5	380	18	-	0.02	0.09	16	0.4
กล้วยน้ำว้า	170	1.2	0.2	38	0.3	29	59	0.5	320	15	112	0.06	0.03	5	0.3
กล้วยหอม	131	1.1	0.2	31.4	0.3	26	46	0.6	350	10	132	0.13	0.03	7	0.4

ตาราง ความเป็นไปได้ในการหมักแอลกอฮอล์

ชนิดกล้วย (1000 g)	Alcohol potential fermentative				
	Carb (g)	Solid soluble content (Brix)	Titrate Alcohol Volume (TAV)	Total Acid Content (SO_4)	Annex
กล้วยไข่	344	15	5.20%	2.5	Average from 30 samples from Sukhothai/ Chanthaburi/ Chumporn/ Talatthai grandmarket/ local vendors
กล้วยน้ำว้า	380	19	7.00%	3.4	
กล้วยหอม	314	14	4.00%	3.1	

ตาราง เปรียบเทียบสารอาหารที่เหลือในเบียร์กล้วย

NO.	พลังงาน (Ca)	Water (g)	Pt (g)	Lysine (g)/100pt	Fats (g)	Carb (g)	Indigestible Carb (g)	Ash (g)	Ca (g)	P (g)	Ca/P	Phytic (mg)	K (mg)	Na (mg)	Thiamine (µg)
เนื้อกล้วยสุ่ม	344	9.6	8.5	3.3	2.5	77.4	2.1	1.94	9.8	288	0.033	150	347	12.9	364
มัลท์	270	24.7	7	3.7	1.6	65.5	2.7	1.25	6.9	234	0.026	63	268	10.9	331
เบียร์กล้วย	29 (+15*)	90.7	0.7	7.2	0.02	6.1	0	0.3	1.8	46	0.021	10	94	2.3	390