การผลิตแป้งมันเทียนและการประยุกต์ใช้ในอาหาร

PRODUCTION OF "MAN THIAN" (*Dioscorea brevipetiolata* PRAIN AND BURKILL) FLOUR AND THE APPLICATION FOR FOOD PRODUCT CERTIFICATION

วิทยานิพนธ์

ของ

มยุรี ภิญโญศักดิ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สิงหาคม 2564

การผลิตแป้งมันเทียนและการประยุกต์ใช้ในอาหาร

PRODUCTION OF “MAN THIAN” (*Dioscorea brevipetiolata* PRAIN AND BURKILL) FLOUR AND THE APPLICATION FOR FOOD PRODUCT CERTIFICATION

วิทยานิพนธ์

ของ

มยุรี ภิญโญศักดิ์

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สิงหาคม 2564

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

การผลิตแป้งมันเทียนและการประยุกต์ใช้ในอาหาร

Production of "Man thian" (*Dioscorea brevipetiolata* Prain and Burkill)

Flour and the Application for Food Product Certification

มยุรี ภิญโญศักดิ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานสอบวิทยานิพนธ์

(อาจารย์ ดร.บุณฑริกา สุมะนา)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร ฉิมเลี้ยง)

..... กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิศา ชัยกุล)

ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศชัย จิตร์อารี)

วันที่ 23 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

มยุรี ภิญโญศักดิ์. (2564). **การผลิตแป้งมันเทียนและการประยุกต์ใช้ในอาหาร.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการเกษตร). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์ ประธานกรรมการ
Ph.D. (Biotechnology)

รองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร ฉิมเลี้ยง กรรมการ
Ph.D. (Animal Science)

บทคัดย่อ

มันเทียนเป็นมันป่า ลำต้นเป็นเถาเลื้อย หัวมันเทียนมีลักษณะเป็นทรงกระบอก เรียวยาว เปลือกมีสีเหลืองอ่อนหรือสีน้ำตาล ส่วนเนื้อที่รับประทานได้จะมีสีขาว ในอดีตมันเทียนเป็นพืชที่เคยมีอยู่มากตามป่าธรรมชาติแต่ปัจจุบันกำลังจะสูญหายไปในไม่ช้านี้ ด้วยเหตุผลนี้สวนพฤกษศาสตร์ระยอง จึงต้องการอนุรักษ์และส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพืชมันเทียน การพัฒนาพืชมันเทียนเป็นแป้งเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเก็บรักษาแป้งมันเทียนไว้สำหรับผู้บริโภคตลอดทั้งปี ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งมันเทียน วิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งที่ได้ และประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร การทดลองทำได้โดยเตรียมตะกอนแป้งจากหัวมันเทียนและทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 9 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ นำแป้งที่ผ่านการทำแห้งมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี และใช้เป็นส่วนผสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งเท้ายายม่อมในการทำผลิตภัณฑ์ขนมชั้น

จากผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาที่ทำแห้งแป้งมันเทียนทั้ง 3 ช่วงเวลา มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และค่าสี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แป้งที่ได้มีสีขาวนวลคล้ายแป้งกลอย ไม่พบกลิ่นของมันเทียนและกลิ่นไหม้ จึงเลือกเตรียมแป้งมันเทียนโดยใช้เวลาการทำแห้ง 8 ชั่วโมง และนำแป้งที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมชั้น โดยทดแทนแป้งเท้ายายม่อมด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ตามลำดับ นำขนมชั้นที่ผลิตได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9- point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ผลการประเมิน แสดงให้เห็นว่าแป้งมันเทียนสามารถนำมาใช้ทดแทนแป้งเท้ายายม่อมในผลิตภัณฑ์ขนมชั้นได้ทุกระดับ คือ ร้อยละ 25 50 75 และ 100

ผลการศึกษาที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมันเทียนเป็นพืชเศรษฐกิจเพื่อสร้างรายได้เพิ่มให้กับเกษตรกรและคนในชุมชน

คำสำคัญ : มันเทียน แป้งมันเทียน ขนมชั้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Mayuree Pinyosak. (2021). **Production of "Man thian" (*Dioscorea brevipetiolata* Prain and Burkill) Flour and the Application for Food Product Certification.** Thesis M. S. (Agricultural Technology). Chanthaburi: Rambhai Barni Rajabhat University.

Thesis Advisors

Assistant Professor Dr. Yardrung Suwannarat Ph.D. (Biotechnology) Chairman

Associate Professor Dr.Thaworn Chimliang Ph.D. (Animal Science) Member

Abstract

Prain and Burkill, hereinafter referred to by the Thai translation of Man thian, is a wild yam. It is a long cylindrical tuber that has a vine stem. The peel color is yellow or brown and the edible part is white. In the past, Man thian was found in the forest, but it will disappear soon. With this reason, the Rayong Botanical Garden organization needs to protect and promote this plant for utilization as a local plant. The development of Man thian to be a flour and use as a material for food products is a way to store this flour for the consumers throughout the year. This research aimed to: 1) study the optimal conditions to produce Man thian flour, 2) to analyze the properties of the obtained flour and, 3) apply for food product certification. The experiment was carried out by preparing precipitated flour and drying it at the temperature of 50 °C for 8, 9 and 10 hours, respectively. The obtained flour was analyzed for chemical and physical properties and utilized for partial substitution of Arrowroot (*Tacca leontopetaloides* (L.) Kuntze) flour in steamed layer cake.

The results showed that the protein content, carbohydrate content, ash content, moisture content, water activity and color of the Man thian flour by using different drying times were not significantly different ($p>0.05$). The Man thian flour color was white, which is similar to the arrowroot flour. Raw Man thian and burning smell were not detected. By the results, the Man thian flour that was dried for 8 hours was selected to apply for steamed layer cake production by substitution of the Arrowroot flour for 0, 25, 50, 75, and 100%, respectively. The steamed layer cake product was evaluated for sensory quality by using 50 panelists using a 9 - point hedonic scale. The evaluation results revealed that the Man thian flour could be used to substitute the Arrowroot flour in the steamed layer cake product at every level including 25, 50, 75, and 100%.

The achieved results could be used to encourage the farmers to plant Man thian as an economic crop to earn extra income of farmers and community members.

Keywords: Man tian, Man tian flour, Steamed layer cake

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือให้คำแนะนำอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ถาวร ฉิมเลี้ยง กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.บุญฑริกา สุมะนา ผู้ทรงคุณวุฒิ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้เกียรติเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทิศา ชัยกุล ที่กรุณามาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สราวุธ แสงสว่างโชติ ที่ให้คำปรึกษาระหว่างการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ นายวัชนะ บุญชัย หัวหน้าหน่วยงานสวนพฤกษศาสตร์ระยอง ที่ให้ความอนุเคราะห์หัวมันเทียนสดเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาวิจัย และนางสาวสุภัตรา เจริญเวชธรรม เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการด้านพฤกษศาสตร์ สวนพฤกษศาสตร์ระยอง ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลเอกสารด้านวิชาการพืชมันเทียนในครั้งนี้

สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายที่ได้รับจากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

มยุรี ภิญโญศักดิ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ

หน้า

สารบัญ ..... (1)

สารบัญตาราง ..... (3)

สารบัญภาพ ..... (4)

สารบัญภาพภาคผนวก ..... (5)

บทนำ 1

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

พืชวงศ์กลอย Dioscoreaeceae 4

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมันเทียน 5

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันเทียน 6

การใช้ประโยชน์พืชวงศ์กลอย 7

การใช้ประโยชน์พืชท้องถิ่นมันเทียน 8

พฤกษเคมีเบื้องต้น 10

พฤกษเคมีที่พบในพืชวงศ์กลอย 11

การลดพิษ 12

การผลิตแป้ง 14

วิธีทำแป้งจากหัวเท้ายายม่อม 14

องค์ประกอบทางเคมีของแป้ง 14

โครงสร้างและส่วนประกอบของสตาร์ช 15

อะไมโลส 16

อะไมโลเพกติน 17

ลักษณะเม็ดสตาร์ช 18

การเกิดรีโทรเกรเดชัน 18

ออกซาเลท 19

การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส 22

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 24

งานวิจัยต่างประเทศ 24

งานวิจัยในประเทศ 26

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
อุปกรณ์และวิธีการ	29
วัสดุดิบ	29
สารเคมี	29
อุปกรณ์ในการแปรรูปและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ	29
สถานที่ทำการทดลอง	30
วิธีการทดลอง	30
ผลและการวิจารณ์	34
สรุปผลข้อเสนอแนะ	42
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	43
ภาคผนวก	49
ประวัติย่อผู้วิจัย	61

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การแบ่งกลุ่มสารทุติยภูมิ (Secondary Metabolites).....	10
2	สูตรพื้นฐานตำรับขนมชั้นที่ใช้ในการทดลอง.....	32
3	สูตรทดแทนแป้งเท้ายายม่อมด้วยแป้งมันเทียนในปริมาณต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ตามลำดับ.....	32
4	ผลองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแป้งมันเทียนที่ทำแห้งโดยใช้อุณหภูมิทำแห้ง 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 9 และ 10 ชั่วโมง.....	38
5	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมชั้น.....	41

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ลักษณะพฤกษศาสตร์ต้นมันเทียนเพศผู้	6
2	ลักษณะพฤกษศาสตร์ต้นมันเทียนเพศเมีย	7
3	โครงสร้างของสตาร์ช	16
4	โครงสร้างโมเลกุลอะไมโลส	17
5	โครงสร้างโมเลกุลอะไมโลเพคติน	17
6	กราฟการเกิดเจลาติไนซ์และรีโทรเกรเดชัน	19
7	สูตรโครงสร้างของกรดออกซาเลทและเกลือออกซาเลท	20
8	การแบ่งประเภทวิธีการทดสอบของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	23
9	ลักษณะหัวมันเทียนสดที่นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แป้งมันเทียน (ก) หัวมันเทียนสด (ข) ลักษณะของตะกอนแป้งมันเทียน (ค) แป้งมันเทียนที่ผ่านการทำแห้ง และบดปั่น	34
10	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมชั้นจากแป้งมันเทียน	39

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวก **หน้า**

1 ขั้นตอนการผลิตแป้งมันเทียน (ก) หัวมันเทียนสด (ข) ล้างทำความสะอาดและปลอกเปลือก (ค) หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ (ง) แช่น้ำเกลือ (จ) เปลี่ยนน้ำเกลือใหม่ทุก ๆ 24 ชั่วโมง (จ) แช่ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำที่แช่มันเทียนใส..... 51

2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งมันเทียน ทำขนมชั้น (ก) ผสมน้ำตาลกับกะทิตั้งไฟกลาง เดือดยกลง (ข) นำน้ำตาลกับกะทิที่ได้นวดกับแป้งผสม (แป้งเท้ายายม่อม แป้งข้าวเจ้า แป้งมันเทียน) (ค) แบ่งเป็น 2 ส่วนสีขาวน้ำกะทิใส่น้ำลอยดอกมะลิ สีเขียวใส่น้ำใบเตยคั้นข้น (ง) หยอดน้ำแป้งสีขาวใส่ในถาดสลับสีเขียว (จ) นึ่งในถาดร้อนชั้นละ 3 - 5 นาที (ฉ) ขนมชั้น..... 54

3 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (ก) แบบประเมินและผลิตภัณฑ์ขนมชั้น (ข) ผู้ทดสอบทำแบบประเมินผลิตภัณฑ์ขนมชั้น..... 55

4 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ก) ทำการย่อยตัวอย่างและนำเข้าเครื่องกลั่นโปรตีน (ข) สารละลายหลังการกลั่น (ค) สารละลายหลังการไตรเตรท..... 57

5 การวิเคราะห์ปริมาณปริมาณเถ้า (ก) ชั่งถ้วยกระเบื้อง (ข) เผาตัวอย่างในเตาเผาความร้อนสูง (ค) ถ้วยใส่ตัวอย่างเถ้าที่ได้จากการเผา (ง) ทิ้งให้เย็นในโถดูด..... 58

6 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ก) ชั่งน้ำหนักกระป๋องพร้อมฝากระป๋อง (ข) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่ในกระป๋อง (ค) อบกระป๋องในตู้อบ โดยเปิดฝาออก (ง) ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น..... 59

7 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ก) นำตัวอย่างใส่ในชุดกลั่น Soxhlet (ข) เครื่องระเหยสุญญากาศ..... 60

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทนำ

ความเป็นมา

มันเทียน หรือมันแดงดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Dioscorea brevipetiolata* Prain & Burkill (เต็ม สมิตินันทน์. 2557 : 203) เป็นพืชในวงศ์กลอย (Dioscoreaceae) ชาวบ้านในท้องถิ่นภาคตะวันออกนิยมเรียกว่า “มันเทียน” มีลักษณะเป็นไม้เลื้อยล้มลุก มีลำต้นใต้ดิน หรือที่เรียกกันว่าหัวใต้ดินที่สะสมอาหาร ซึ่งมันเทียนเป็นพืชที่เคยมีอยู่มากตามป่าธรรมชาติในอดีต แต่ปัจจุบันกำลังจะสูญหายไปจากธรรมชาติ เนื่องจากการใช้ประโยชน์อย่างไม่ยั่งยืน มันเทียนในประเทศไทย พบได้ในหลายจังหวัดทางภาคอีสาน และภาคตะวันออก สำรวจพบที่จังหวัดชลบุรี จันทบุรี ระยอง และตราด นิยมนำมารับประทานตั้งแต่สมัยโบราณ (วัชนะ บุญชัย และคณะ. 2558 : 1 - 2) พืชในวงศ์กลอยมีประโยชน์และมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง เป็นทั้งพืชอาหารและพืชสมุนไพร เช่นเดียวกับมันป่า (Wild Yams) อีกหลายชนิดได้แก่ มันนก มันพร้าว มันเสา มันขมิ้น กลอย และเท้ายายม่อม เป็นต้น ซึ่งมันป่าเหล่านี้มักถูกขุดมาบริโภค โดยไม่ได้ปลูกทดแทน หัวที่ขุดมาจากธรรมชาติเป็นการใช้ประโยชน์อย่างเดียวโดยไม่ขยายพันธุ์ ทำให้มันพื้นบ้านบางชนิดเริ่มหายากและบางชนิดสุ่มเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ไปจากธรรมชาติ โดยเฉพาะมันเทียน ซึ่งชาวบ้านในชุมชนท้องถิ่นภาคตะวันออก ตำบลชากพง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง นิยมขุดมันเทียนออกจากป่าเพื่อนำมาขาย และใช้ประโยชน์ด้านบริโภคมากที่สุด แต่ในปัจจุบันระบบนิเวศป่าถูกคุกคามโดยฝีมือชาวบ้านในพื้นที่เอง มีการขุดแร่ทรายแก้วขาย การสร้างอาคารบ้านเรือน และทำบ่อเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น ทำให้พื้นที่เปลี่ยนแปลงสภาพไป ส่งผลให้จำนวนประชากรมันเทียนในธรรมชาติลดน้อยลง มันเทียนจึงถูกจัดเป็นพืชที่อยู่ในกลุ่มพันธุ์ไม้ที่ถูกคุกคามและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ (สุพัตรา เจริญเวชธรรม และคณะ. 2561 : 68) ข้อมูลและเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้องเชิงวิชาการด้านสมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และข้อมูลด้านการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากแป้งมันเทียนยังมีจำนวนน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับพืชในวงศ์กลอยอื่น ๆ มีรายงานการวิจัยการนำพืชในวงศ์กลอยมาทำเป็นแป้งและใช้ประโยชน์ด้านอาหารหลากหลาย อาหารที่ผลิตจากหัวมัน *Dioscorea* Yams เป็นเมนูที่ทำง่ายและแพร่หลายทั่วโลก โดยหัวสด (Fresh Yams) พบว่า มักนำมารับประทานโดยการนำมาเผา ต้ม หรือทอด (Abass and et al. 2003 : 131 - 138) สำหรับในประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมนำพืชวงศ์กลอยมาประกอบเป็นอาหารว่างและของหวาน โดยพืชวงศ์กลอยที่นิยมนำมาบริโภคมากที่สุด คือ สกุล Dioscorea ซึ่งเป็นสกุลที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด (เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่. 2547 : 159 - 167) มนุษย์ได้มีการนำพืชวงศ์กลอย มาใช้เป็นพืชอาหารเพื่อทดแทนอาหารประเภทแป้งจากข้าว รับประทานเพื่อให้ความอบอุ่นและพลังงานแก่ร่างกาย ส่วนแป้งที่สกัดได้จากหัวเท้ายายม่อมสามารถนำไปใช้ในการให้ความข้นหนืด

แก่อาหาร เช่น ราดหน้า กระเพาะปลา ทำให้อาหารมีความข้นหนืดสูง มีความคงตัว ไม่แยกชั้น และสามารถใช้ในการทำขนมได้หลายชนิด เช่น ขนมชั้น ขนมเทียนแก้ว ขนมบัวลอย ลอดช่องสิงคโปร์ เม็ดทับทิม ขนมกะละแม (สุภาภรณ์ ภัทรสุทธิ. 2543 : 15) ส่วนแป้งมันเทียนในประเทศไทยยังไม่พบการศึกษาวิจัยคุณสมบัติที่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจมุ่งเน้นที่จะนำหัวมันเทียนมาทำการศึกษาวิจัยต่อยอดด้านสมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพ และข้อมูลด้านการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากแป้งมันเทียน โดยแปรรูปหัวมันเทียนสดให้เป็นแป้งมันเทียนโดยใช้วิธีภูมิปัญญาแบบเดิม และใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาแป้งมันเทียน จากนั้นจึงนำแป้งที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ขนมชั้น การศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของแป้งมันเทียนจะทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานนำมาประกอบการเลือกใช้แป้งให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ซึ่งเป็นโอกาสในการเพิ่มศักยภาพและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืชมันเทียน เพื่อส่งเสริมให้ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจเพิ่มมูลค่า และการใช้ประโยชน์จากพืชท้องถิ่น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งมันเทียน
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งมันเทียน
3. เพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ใช้แป้งมันเทียนทดแทนแป้งเท้ายายม่อม

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะนำหัวมันเทียนที่ปลูกในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์ระยองมาแปรรูปเป็นแป้งมันเทียนโดยหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งมันเทียน เมื่อได้แป้งมันเทียนแล้วจึงนำมาศึกษาสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพ และนำแป้งที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมชั้นโดยใช้แป้งมันเทียนทดแทนแป้งเท้ายายม่อมในการทำผลิตภัณฑ์

สถานที่การทำวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการวิจัย คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี
2. สวนพฤกษศาสตร์ระยอง หมู่ 2 ตำบลชากพง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประโยชน์ของการวิจัย

1. มีข้อมูลด้านวิชาการเกี่ยวกับการผลิตแป้งมันเทียนที่ถูกต้อง เหมาะสม เป็นขั้นตอน และเป็นระบบเพื่อนำไปใช้ประโยชน์และเผยแพร่

2. สามารถนำแป้งมันเทียนที่ผลิตได้มาประยุกต์ในการใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารได้อย่างเหมาะสม

3. มันเทียนได้รับการอนุรักษ์และส่งเสริมการเพาะขยายพันธุ์ปลูกให้เป็นพืชเศรษฐกิจต่อไป สร้างรายได้ให้กับชุมชนในท้องถิ่นได้ใช้ประโยชน์จากมันเทียนอย่างยั่งยืน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การผลิตแป้งมันเทียนและการประยุกต์ใช้ในอาหาร ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลรายละเอียดตามหัวข้อ ดังนี้

พืชวงศ์กลอย Dioscoreaeceae

ในประเทศไทยพบพืชวงศ์กลอย 3 สกุล ได้แก่ (1) สกุลกลอย Dioscorea พบจำนวน 42 ชนิด (2) สกุล Trichopus จำนวน 1 ชนิด และ (3) สกุลเท้ายายม่อม Tacca พบจำนวน 5 ชนิด และพืชวงศ์กลอยที่นิยมนำมาบริโภคมากที่สุด ได้แก่ สกุลกลอย Dioscorea ซึ่งเป็นสกุลที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด พืชหัว (Tuber) ในสกุลกลอย อยู่ในตระกูล Dioscorea วงศ์ Dioscoreaeceae (สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน. 2533 : 141 - 148) ในต่างประเทศเรียกว่า Yam หรือ Wild Yam ซึ่งพบมากว่า 600 ชนิดทั่วโลกแตกต่างกันไปตามแต่ละ Species (เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่. 2547 : 159 - 167)

ตัวอย่างของพืชในวงศ์กลอย (ธาริน นาคศรีอาภรณ์. 2547 : 4) ได้แก่ *Dioscorea dumetorum* (African Bitter Yam) ซึ่งมีแหล่งกำเนิดอยู่ในแถบแอฟริกาตะวันตก (West Africa) ในหัวสดพบ สารพิษที่เป็นอัลคาลอยด์ (Alkaloid) และมีรสขม คือ Dihydrodioscorine ซึ่งสามารถกำจัดออกได้โดยการแช่หรือต้มในน้ำที่เปลี่ยนบ่อย ๆ

Dioscorea hispida (Asiatic Bitter Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศอินเดีย จีนทางตอนใต้ (South China) และนิวกินี ประกอบด้วยสารพิษพวก Tropane Alkaloid คือ Dioscorine ซึ่งสามารถใช้ เป็นยาพิษสำหรับล่าสัตว์ของนักล่าพื้นเมืองในประเทศแอฟริกา สามารถรับประทานได้โดยการหั่นเป็นแผ่นบาง ๆ แล้วแช่หรือต้มในน้ำที่มีการเปลี่ยนบ่อย ๆ

Dioscorea opposita หรือ *Dioscorea batatas* (Chinese Yam or Cinnamon Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีน ไต้หวันและญี่ปุ่น พบว่า สามารถปลูกได้ในประเทศแถบยุโรป เพื่อนำมาใช้แทนมันฝรั่งในสภาวะที่มันฝรั่งขาดแคลนในช่วงปี ค.ศ. 1840

Dioscorea trifida (Cush - cush Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบอเมริกาใต้ทางตอนเหนือ ในปัจจุบันพบว่า มีการปลูกมากในแถบแคริบเบียน เป็นพืชตระกูลกลอยที่มีความสำคัญในการนำไปบริโภคมากที่สุดชนิดหนึ่ง

Dioscorea alata (Greater Yam or Asiatic Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แต่ในปัจจุบันปลูกกันอย่างกว้างขวางในแถบร้อนชื้น เป็นพืชตระกูลกลอยที่ให้ผลผลิตมากที่สุด

Dioscorea japonica (Japanese Yam) มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่ง คือ Yamatoimo (Mountain Potato) มีถิ่นกำนิดในประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี และไต้หวัน มีเอนไซม์ Diatase ในปริมาณมาก ซึ่งช่วยในการย่อยได้ สามารถนำมารับประทานดิบได้ โดยเรียกว่า Tororo

Dioscorea bulbifera (Potato Yam, Aerial Yam or Air Potato) มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแอฟริกา ปัจจุบันพบว่าปลูกได้ในแถบอเมริกาใต้แคริบเบียน และบางส่วนของประเทศอังกฤษตอนใต้ด้วย บางชนิดจะไม่มีหัวใต้ดิน (Underground Tubers) เหมือนพืชตระกูลกลอยทั่วไปแต่จะมีหัวอากาศ (Aerial Tubers) พบว่า *Dioscorea bulbifera* ที่ปลูกในแถบเอเชียตะวัน ออกเฉียงใต้จะมีสารพิษน้อยกว่าที่ปลูกในแถบแอฟริกา

Dioscorea rotunda (White Guinea Yam or White Yam) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแอฟริกาตะวันตก เป็นหนึ่งในสี่ของพืชตระกูลกลอยที่สำคัญ ที่ใช้บริโภคในแถบแอฟริกาตะวันตก ซึ่งนิยมนำมาทำเป็นอาหารพื้นเมืองชื่อ Fufu

Dioscorea cayensis (Yellow Guinea Yam or Yellow Yam) มีถิ่นกำเนิดในพื้นที่ที่เป็นป่าของแอฟริกาตะวันตก ปัจจุบันปลูกมากในแอฟริกา และ West Indies เป็นหนึ่งในสี่ ของพืชตระกูลกลอยที่ใช้บริโภคที่สำคัญของโลก

กลอยที่พบในประเทศไทย คือ *Dioscorea hispida* Dennst เป็นพืชพื้นเมืองแถบเอเชียเขตร้อนและแพร่กระจายไปยังฝั่งตะวันตกทางซีกโลกใต้ พบมากทางภาคเหนือเทือกเขาหิมาลัย พม่า ไทย จีน ลาว กัมพูชาและมาเลเซีย (สมพร สุริยันต์. 2543 : 628 - 630) นอกจากนี้ยังพบตามป่าที่ฝนตกชุกในอินเดีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน และนิวกินีอีกด้วย (ทิพย์พรรณ สดากร. 2536 : 491 - 492)

สำหรับในประเทศไทยจากการรวบรวมข้อมูลของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม พบว่า มีการปลูกกลอยกันถึง 42 จังหวัด เช่น กระบี่ กาญจนบุรี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครศรีธรรมราช ลำพูน สุรินทร์ สุโขทัย เป็นต้น (เกศรินทร์ มณีนูน. 2556 : 798)

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมันเทียน

มันเทียนเป็นพืชหัว (Tuber) ในวงศ์กลอย (Dioscoreaceae) ซึ่งจัดอยู่ในสกุล D*ioscorea* เช่นเดียวกับมันป่า (Wild Yams) อีกหลายชนิด เช่น มันนก มันพร้าว มันแกว มันเสา มันขมิ้น และกลอย เป็นต้น โดยมันเทียนมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Dioscorea brevipetiolata* Prain & Burkill มีชื่อสามัญว่า “มันแดงดง” (เต็ม สมิตินันท์. 2557 : 203) สามารถพบได้แทบทุกภาคในประเทศไทย ยกเว้น เขตภาคใต้ เป็นพืชที่มีประโยชน์และมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง เป็นทั้งพืชอาหารและพืชสมุนไพร มีหัวสีเหลืองหรือสีขาวนวลคล้ายเทียนไข จึงมีชื่อเรียกว่า “มันเทียน” สามารถรับประทานได้ (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553 : 40)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันเทียน

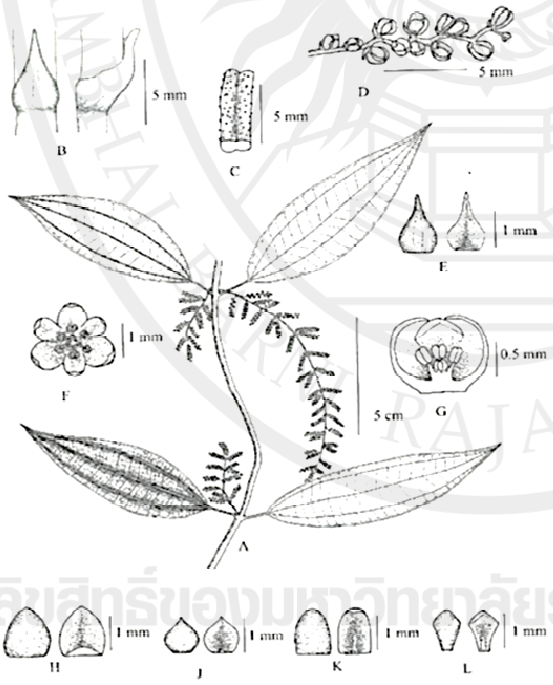
ลำต้นใต้ดิน หรือหัวใต้ดินที่สะสมอาหารจำพวกแป้ง (Tuber) จำนวน 1 หัวต่อหนึ่งฤดูกาล ซึ่งจะพักตัวในฤดูแล้ง คือในช่วงเดือนพฤศจิกายน มีลักษณะทรงกระบอก กว้าง 1.6 - 3 เซนติเมตร ยาวได้ถึง 30 เซนติเมตร และเมื่อเจริญเติบโตมากพอถึงจุดหนึ่งจะมีเส้นขนปกคลุมที่ลำต้นใต้ดิน (ภาพประกอบ 1 และภาพประกอบ 2)

ลำต้น (Stem) เป็นไม้เลื้อยล้มลุก เถากลมยาวได้ถึง 5 เมตร รัศมีรอบวงของลำต้น 0.5 - 4 มิลลิเมตร ไม่มีหนาม (ภาพประกอบ 1)

ใบ (Leaf) เป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้าม แผ่นใบเหนียวกลับหนัง รูปไข่แกมรี ถึงรูปไข่กว้าง ความกว้างใบประมาณ 2.5 - 4 เซนติเมตร ความยาวใบประมาณ 6 - 9 เซนติเมตร มีเส้นใบ 3 เส้น ออกจากโคนใบ ขอบใบเรียบ ฐานใบรูปลิ่มหรือฐานใบตัด ปลายใบแหลมถึงเรียวแหลม ก้านใบยาว 0.4 - 2 เซนติเมตร เกล็ดใบกว้าง 1.5 - 2 มิลลิเมตร ยาว 2.4 - 3.5 มิลลิเมตร (ภาพประกอบ 1)

ดอกหรือดอกช่อ (Inflorescences) ช่อดอกห้อยลง ดอกแยกเพศ แยกต้น ดอกย่อย ขนาดเล็กมาก จำนวนมาก (ภาพประกอบ 1 และภาพประกอบ 2)

1. ดอกเพศผู้ (Male Flower) ขนาด 0.7 - 1.1 มิลลิเมตร (ภาพประกอบ 1)
2. ดอกเพศเมีย (Female Flower) ขนาด 1.5 - 2 มิลลิเมตร (ภาพประกอบ 2)

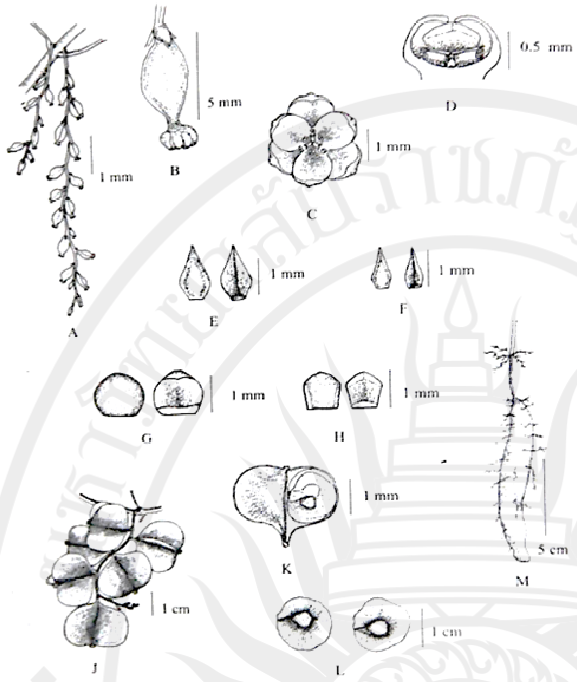


(A) การเรียงของใบและบริเวณดอกที่ออกตามซอกใบ
(B) ใบเกล็ด
(C) ลำต้นใต้ดิน
(D) ช่อดอกเพศผู้
(E) ใบประดับแรก
(F) ดอกเพศผู้
(G) ภาพภายในแสดงฐานรองดอกและเกสรเพศผู้
(H,J) ใบประดับ
(K, L) กลีบเลี้ยงชั้นนอกและชั้นใน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพประกอบ 1 ลักษณะพฤกษศาสตร์ต้นมันเทียนเพศผู้

ที่มา : Wilkin and Thapyai. 2009 : 867



(A) ช่อดอกเพศเมีย
(B) ดอกด้านข้าง
(C) ดอกเพศเมีย
(D) ภาพภายในดอกแสดงฐานรองดอก
(E, F) ใบประดับ
(G, H) กลีบเลี้ยงชั้นนอกและชั้นใน
(J) ช่อผล
(K) ผลแก่แบบแคปซูล
(L) เมล็ดแบบ
มีปีก
(M) ลำต้นใต้ดินมีเส้นขนขนาดเล็กปกคลุม

ภาพประกอบ 2 พฤกษศาสตร์ต้นมันเทียนเพศเมีย
ที่มา : Wilkin and Thapyai. 2009 : 283 - 315

การใช้ประโยชน์พืชวงศ์กลอย

พืชวงศ์กลอย เป็นพืชที่มีการกระจายพันธุ์ทั่วโลก มีรายงานการใช้ประโยชน์ทั้งเป็นพืชอาหารและพืชสมุนไพร ในประเทศไทยมีรายงานการศึกษาทบทวนพืชในสกุลนี้ พบจำนวน 42 ชนิด และระบุว่าส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้เป็น พืชอาหาร รายงานเกี่ยวกับการนำมาใช้เป็นพืชสมุนไพรยังมีจำนวนน้อย ชนิดที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์แผนไทยมีเพียง 3 ชนิด คือ *D. bulbifera* L., *D. hispida Dennst.* และ *D. membranacea* Pierre ex Prain & Burkill (เกศรินทร์ มณีนูน. 2556 : 797 - 807)

มนุษย์ได้มีการนำพืชวงศ์กลอย มาใช้เป็นพืชอาหารเพื่อทดแทนอาหารประเภทแป้งจากข้าว รับประทานเพื่อให้ความอบอุ่นและพลังงานแก่ร่างกาย หัวของพืชวงศ์กลอย เป็นแหล่งสารอาหารต่าง ๆ ที่มีคุณภาพบางชนิด ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน คาร์โบรไฮเดรต เกลือแร่ และวิตามิน เป็นต้น (Treche. 1996 : 1 - 24; Bhandari and et al. 2003 : 129 - 135; Maneenoon and et al. 2008 : 385 - 394; Shanthakumari and et al. 2008 : 319 - 325)

อาหารที่ผลิตจากหัวมัน *Discorea* Yams เป็นเมนูที่ทำง่ายและแพร่หลายทั่วโลก โดยหัวสด (Fresh Yams) พบว่า มักนำมารับประทานโดยการนำมาเผา ต้ม หรือทอด (Abass and et al. 2003 :

131 - 138; Baah. 2009 : 1 - 193) สำหรับในประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมนำพืชวงศ์กลอยมาประกอบเป็นอาหารว่างและของหวาน และชนเผ่าบางกลุ่มยังคงรับประทานพืชสกุลนี้เป็นอาหารหลัก เช่น ชนเผ่าซาไกบริเวณเทือกเขาบรรทัด ที่มีพืชอาหารหลักเป็นพืชสกุลกลอย 13 ชนิด โดยแบ่งเป็นชนิดที่นิยมรับประทาน จำนวน 8 ชนิด และชนิดที่จำเป็นต้องรับประทานในช่วงที่ขาดแคลนอาหาร จำนวน 5 ชนิด เนื่องจากบางชนิดมีพิษ ต้องใช้เวลากำจัดสารพิษ บางชนิดมีรสขมและมีเนื้อแป้งแข็งเป็นเส้นใยมาก ไม่น่ารับประทาน (Maneenoon and et al. 2008 : 385 - 394) โดยพืชวงศ์กลอยที่นิยมนำมาบริโภคมากที่สุด คือ สกุล Dioscorea ซึ่งเป็นสกุลที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด (เกศรินทร์ มณีนูน. 2556 : 797 - 807)

การใช้ประโยชน์พืชท้องถิ่นมันเทียน

แม้ว่าการศึกษาเกี่ยวกับมันเทียนในด้านต่าง ๆ จะยังไม่ปรากฏแพร่หลายในระดับประเทศ จากรายงานการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามของสวนพฤกษศาสตร์ระยอง พบว่า ในระดับท้องถิ่นชาวบ้านได้นำมันเทียนมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานานแล้ว ซึ่งในอดีตมันเทียนเคยมีอยู่มากในเขตท้องถิ่นชุมชนบ้านพลงไสวและบ้านมาบเหลาชะโอน ตำบลชากพง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง แต่ปัจจุบันกำลังจะสูญหายไปจากธรรมชาติ เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์อย่างไม่ยั่งยืน และรายงานดังกล่าว ยังพบว่า การใช้ประโยชน์จากหัวมันเทียนของชาวบ้านในท้องถิ่น แบ่งออกเป็นสองด้านหลัก ๆ ได้แก่ การนำหัวมันเทียนสดไปจำหน่ายเพื่อสร้างรายได้ และนำมาบริโภค (วัชนะ บุญชัย และคณะ. 2558 : 1 - 2)

ในปัจจุบันไม่มีการเพาะขยายพันธุ์ปลูกต้นมันเทียนกันอย่างจริงจัง และมีการขุดมันเทียนจากป่าธรรมชาติเพื่อนำมันเทียนมาใช้ประโยชน์อย่างไม่ยั่งยืน จึงทำให้มันเทียนเป็นพืชที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของแป้งที่ได้จากมันเทียนจะทำให้ทราบถึงคุณลักษณะเด่นของแป้งมันเทียนและความแตกต่างเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแป้งที่ได้จากพืชชนิดอื่น เพื่อเพิ่มมูลค่าและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากมันเทียน แม้ว่าจะยังไม่ปรากฏรายงานการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพและการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารอย่างกว้างขวางในระดับประเทศ แต่ในระดับท้องถิ่น จากรายงานการสำรวจของสวนพฤกษศาสตร์ระยองที่ได้กล่าวถึงในข้างต้น พบว่า ชาวบ้านมีการนำมันเทียนมาใช้ประโยชน์รวมถึงนำมาเป็นอาหารมาเป็นเวลาช้านานแล้ว โดยการนำมาต้มเป็นกะทิ ทำขนมกะยาสาด ต้มจิ้มน้ำตาล และแกงบวด เป็นต้น ซึ่งเนื้อของหัวมันเทียนนั้นมีสีขาว เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะเป็นแป้งเนื้อละเอียด คล้ายกับแป้งกลอย มีรสหวานเล็กน้อย เนื้อจะมีความหนืดใส คืนตัวยาก คล้ายแป้งเท้ายายม่อม ใช้ทำขนมได้หลายอย่าง

จากข้อมูลข้างต้นอาจพอสรุปได้ว่า แป้งมันเทียนอาจมีคุณลักษณะของแป้งที่คล้ายคลึงกับพืชในวงศ์เดียวกัน คือ เท้ายายม่อม (*Tacca leontopetaloides* Ktze) และกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) ซึ่งมันเทียนและกลอย เมื่อนำมาดับพิษแล้วสามารถนำมาบริโภคได้เลยด้วยการนึ่ง ต้ม หรือบวด โดยไม่ต้องสกัดเป็นแป้งก่อน ในขณะที่เท้ายายม่อมมักถูกนำมาสกัดเป็นแป้งก่อนเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทั้งคาวและหวาน

แป้งเท้ายายม่อมที่สกัดได้สามารถนำไปใช้ในการให้ความข้นหนืดแก่อาหาร เช่น ราดหน้า กระเพาะปลา ทำให้อาหารมีความข้นหนืดสูง มีความคงตัว ไม่แยกชั้น และสามารถใช้ในการทำขนมได้หลายชนิด เช่น ขนมชั้น ขนมเทียนแก้ว ขนมบัวลอย ขนมลืมกลืน ลอดช่องสิงคโปร์ เม็ดทับทิม ขนมกะละแม (จรูญศรี พลเวียง. 2543 : 106 - 114) ในด้านการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารกล่าวได้ว่า คนในชุมชนท้องถิ่นนิยมนำมันเทียน กลอย และแป้งเท้ายายม่อมมาบริโภคในรูปแบบของหวานมากกว่าอาหารคาว

สะอาด กล่อมสกุล (ออนไลน์. 2557) รายงานว่า แป้งเท้ายายม่อมสามารถนำมาใช้ประกอบอาหารและทำขนมได้หลายชนิด เมื่อนำไปประกอบอาหารจะให้ความเหนียวหนืดและใส เมื่อทำให้เย็นจะมีความเหนียวตัวมากกว่าแป้งมันสำปะหลัง จึงนิยมนำมาผสมกับแป้งชนิดอื่น ๆ เช่น ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า เพื่อให้ได้อาหารที่มีความข้นเหนียวและเป็นมันวาว เช่น ขนมชั้น ขนมเปียกปูนหรือขนมน้ำดอกไม้ ขนมกรวย ขนมกล้วย ขนมกงหรือขนมกงเกวียน ขนมช่อม่วง ขนมดอกลำเจียก ขนมดอกอัญชัน ขนมเทียนแก้ว ขนมทองเอก ขนมเรไร ขนมวุ้นกรอบ ขนมฟักเขียว ขนมฟักทอง ขนมมันสำปะหลัง ขนมหัวผักกาด ขนมถ้วยหน้ากะทิ ลอดช่องกะทิ กะละแม เสวย ข้าวเกรียบปากหม้อ ข้าวฟ่างเปียก ครองแครงกะทิ เต้าส่วน ทับทิมกรอบ บัวลอย เสน่ห์จันทร์ ใช้ผสมกับแป้งถั่วเขียวเพื่อทำซ่าหริ่ม หรือนำมาผสมกับแป้งเผือกและแป้งสาลีเพื่อทำขนมเค็ก ขนมพุดดิ้ง และขนมปัง สำหรับอาหารคาวจะนำมาใช้เป็นส่วนผสมในซุปเห็ดเจ ราดหน้า กระเพาะปลา หอยทอด เป็นต้น สอดคล้องกับจรูญศรี พลเวียง (2543 : 106 - 114) ที่อธิบายว่าแป้งเท้ายายม่อมมีลักษณะเบา นุ่ม เป็นละออง ทำให้ขนมนุ่มใสมันเป็นเงา ช่วยให้ขนมมีลักษณะดี นิยมนำแป้งเท้ายายม่อมมาผสมร่วมกับแป้งชนิดอื่นเพื่อให้ได้ลักษณะขนมที่ต้องการ เช่น ในการทำขนมชั้นจากแป้งข้าวเจ้าจะผสมแป้งเท้ายายม่อมด้วยให้ได้ลักษณะใส เป็นประกายเหนียวขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

พฤกษเคมีเบื้องต้น

นงลักษณ์ ห้วยหงษ์ทอง (2559 : 9) อธิบายว่า พฤกษเคมี (Phytochemicals) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่พบในพืช โดยมีขอบเขตเกี่ยวกับการสกัดสารสำคัญจากพืช การแยกสารให้บริสุทธิ์ การหาสูตรโครงสร้าง และการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารเคมีที่แยกได้จากพืช การวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญในพืช ตลอดจนการศึกษากระบวนการชีวสังเคราะห์ และกระบวนการสลายสารเคมีในพืช เป็นต้นสารเคมีที่พบในพืชมีจานวนมาก สามารถแบ่งกลุ่มสารเคมีในพืชตามสารตั้งต้นของสารเหล่านี้ได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ สารปฐมภูมิ (Primary Metabolites) สารปฐมภูมิ (Primary Metabolites) เป็นสารเคมีพื้นฐานที่พบในพืชชั้นสูงโดยทั่วไป พบได้ในพืชเกือบทุกชนิด เป็นกลุ่มสารที่เกี่ยวข้องกับเมตาโบลิซึมที่จำเป็นของเซลล์ส่วนใหญ่เป็นสารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และกระบวนการชีวสังเคราะห์กรดอะมิโนบางชนิด ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน กรดอะมิโน เอนไซม์ เป็นต้น และสารทุติยภูมิ (Secondary Metabolites) เป็นสารประกอบที่พบแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด สารเหล่านี้มักแสดงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอย่างชัดเจน สารทุติยภูมิสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ (ตาราง 1)

ตาราง 1 การแบ่งกลุ่มสารทุติยภูมิ (Secondary Metabolites)

สารทุติยภูมิ	กลุ่มย่อยของสารทุติยภูมิ
1. อัลคาลอยด์ (Alcaloids)	-
2. สารกลุ่มฟีนอลิก (Phenolic Compounds)	- ฟีนอล และฟีนอลิกไกลโคไซด์ (Phenol and Phenolic Glycosides)
	- คูมาริน (Coumarins)
	- ฟลาโวนอยด์ (Flavonids)
	- แทนนิน (Tannins)
	- ควิโนน (Quinone
3. เทอร์พีนอยด์ และสเตอรอยด์ (Terpenoids and Steroids)	
3.1 กลุ่มเทอร์พีนอยด์	- ซาโปนิน (Saponins)
	- โมโนเทอร์พีน (Monoterpenes)
	- เซสควิเทอร์พีน (Sesquiterpenes)
	- ไดเทอร์พีน (Diterpenes)
	- ไตรเทอร์พีน (Triterpenes)
	- เตตราเทอร์พีน (Tetraterpenes)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 1 (ต่อ)

สารทุติยภูมิ	กลุ่มย่อยของสารทุติยภูมิ
3.2 กลุ่มสเตอรอยด์	- น้ำมันหอมระเหย (Volatile Oils) - เรซิน และโอเลโอเรซิน (Resins and Oleoresins) - ซาโปนิน (Saponins) - คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (Cardiac Glycosides) - ไกลโคไซด์ชนิดอื่น ๆ (Other Glycosides)
4. สารกลุ่มกลูโคซิโนเลท (Glucosinolate Compounds)	-

ที่มา : นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. 2544 : 14

พฤกษเคมีที่พบในพืชวงศ์กลอย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า ในตระกูล Discoreaceae หรือ Wild Yam มีพฤกษเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นทั้งแหล่งอาหารให้แก่ร่างกายและมีสรรพคุณทางยา แต่ในขณะเดียวกันหากร่างกายได้รับในปริมาณที่มากเกินไปก็อาจก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นกัน รายละเอียดดังรายงานการศึกษาต่อไปนี้

กองวิจัยทางการแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2519 : 141 - 142) รายงานว่า พืชในตระกูล Discoreaceae มีสารสเตียรอยด์ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า ไดออสจีนิน (Diosgenine) ที่สามารถนำมาใช้เป็นตัวนำในการสังเคราะห์ฮอร์โมนต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพสูง สามารถสกัดได้จากต้นไม้ 2 ชนิด มากที่สุด คือ *Dioscorea composite* Helmsl และ *Dioscorea terpinapensis* Uline ซึ่งพบในประเทศเม็กซิโก โดยให้สารไดออสจีนินสูงถึงร้อยละ 5 สำหรับในประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้นำหัวมันจำพวก (*Dioscorea* sp.) จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ มันเสา มันเหลี่ยม มันขิง มันดง มันเทียน มันเขาวัว มันสำปะหลังตีนช้าง และมันอีมุ้งมาสกัดเพื่อหาสารไดออสจีนิน พบว่า มีเพียง 3 ชนิดที่มีปริมาณไดออสจีนินบริสุทธิ์ที่แยกได้ถึงร้อยละ 0.03 ซึ่งอาจไม่สูงนัก ทั้งนี้ปริมาณของสารที่พบขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เนื่องจากมันเหล่านี้เป็นมันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สุพินยา บุญมานพ (2554 : 70 - 74) รายงานว่า ในหัวกลอย *Dioscorea hispida* Dennst. ประกอบด้วย สารพิษพวกแอลคาลอยด์ (Alkaloid) และสเตอร์รอย (Steroid) เช่น ไดออสคอรีน Dioscorine, $C_{13}H1_9O_2H$ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ยาสเตียรอยด์ และฮอร์โมนหลายชนิด ซาโปจินิน (Sapogenine) ไดออสจินิน (Diosgenine) และทาทาคลอรีน (Tatacorine)

สุภาภรณ์ ปิติภรณ์ (2559 : 30 - 33) รายงานว่า ในกลอยมีสารทริปโตเฟน (Tryptophen) ที่มีคุณสมบัติช่วยให้อารมณ์ดี ลดอาการซึมเศร้า คลายความเครียดได้ และในกลอยสารทริปโตเฟนมากกว่าในข้าวเหนียว นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าชาวอินเดียนแดงได้นำสารไดออสจีนิน (Diosgenine) ซึ่งมีอยู่ในมันป่า (Wild Yam) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dioscorea villosa* พบในสหรัฐอเมริกา มาใช้เป็นยาลดอาการปวด ปวดประจำเดือน ลดอาการไม่สบายตัวในผู้หญิงวัยทอง ลดการอักเสบ เป็นต้น ซึ่งสารไดออสจีนินนี้มีคุณสมบัติเป็นไฟโทเอสโตเจน คือ ออกฤทธิ์คล้าย ๆ กับเอสโตรเจน ซึ่งเป็นฮอร์โมนส์เพศหญิงจึงมีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นฮอร์โมนทดแทนจากธรรมชาติ

จันทร์เฉิดฉาย สังเกตกิจ (2558 : 1 - 5) ได้ทำการวิเคราะห์โดยน้ำหนักแห้งของหัวเท้ายายม่อม จากชายฝั่งทะเลไอวอรี พบว่า สารอาหารที่มีอยู่ในแป้ง ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม ประกอบไปด้วย คาร์โบไฮเดร ร้อยละ 89.4 โปรตีนร้อยละ 5.1 ไขมันร้อยละ 0.2 ไฟเบอร์ร้อยละ 8 เถ้าร้อยละ 3.2 เซลลูโลสร้อยละ 2.1 แคลเซียมร้อยละ 0.27 และฟอสฟอรัสร้อยละ 0.20 พบกรดอะมิโน พวกอาร์จินีน กรดกลูตามิก กรดแอสพาร์ติก ลิวซีนไลซีน และวาลีน นอกจากนี้ยังพบสารให้รสขม β - sitosterol, Cerylic Alcohol, Taccalin, Alkaloids และ Steroidal Sapogenins ร้อยละ 2.2 หัวเท้ายายม่อมที่ยังอ่อนจะมีรสขมมากกว่าหัวเท้ายายม่อมที่แก่ สาร Sapogenins ที่อยู่ในหัวมีฤทธิ์ที่รุนแรงในการกำจัดพวกทาก แป้งเท้ายายม่อมมีปริมาณอะไมโลสสูง ร้อยละ 20 - 30 เมื่อนำมาต้มให้สุกจะข้นหนืดและใส เมื่อทำให้เย็นจะเหนียว อยู่ตัวกว่าแป้งมันสำปะหลังและใสกว่า นิยมนำมาผสมกับแป้งชนิดอื่นเพื่อให้ได้อาหารที่มีความข้นเหนียวเป็นมันวาว นอกจากนี้แป้งเท้ายายม่อมยังเป็นแป้งที่ย่อยง่ายเหมาะสำหรับทำเป็นอาหารให้กับผู้มีปัญหาเกี่ยวกับระบบการย่อยอาหารหรือคนสูงอายุ (Flach and Rumawas. 1996 : 157)

การลดพิษ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เนื่องจากไดออสคอรีนมีความเป็นพิษ ดังนั้นการควบคุมปริมาณของสารชนิดนี้ในหัวกลอยจึงเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคทั้งในด้านเภสัชศาสตร์และโภชนาการ (Chanida Palanuvej and et al. 2014 : 803 - 806) รายงานว่า การรับประทานหัวมันในสกุล *Dioscorea* spp. ไม่เป็นอันตราย เนื่องจากมีส่วนประกอบของไดออสโครีนหรือฮิสตามีนและไซยาโนเจนต่ำกว่าเกณฑ์ความปลอดภัย

ความเป็นพิษที่สังเกตได้อาจเกิดจากในหัวของพืชเหล่านี้มีปริมาณออกซาเลต (Oxalate) อยู่ในระดับสูง และพบว่าวิธีการปรุงอาหารแบบดั้งเดิมของชนเผ่ามีประสิทธิภาพมากในการกำจัดความขม จึงทำให้หัวมันขมมีความอร่อย สอดคล้องกับรายงานของจูดี้ เว็บสเตอร์ และคณะ (Judy Webster and et al. 1984 : 1087 - 1090) เรื่อง ความเป็นพิษและความขมของว่านพระฉิม (*Dioscorea bulbifera* L.) ในประเทศออสเตรเลียเปรียบเทียบกับหัวกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) ซึ่งพบว่า เทคนิคการแปรรูปอาหารพื้นเมืองดั้งเดิมนั้น มีประสิทธิภาพมากในการกำจัดสารพิษและความขมในหัวพืช และทำให้หัวมันที่ขมมีรสชาติอร่อย

สำหรับการกำจัดพิษเบื้องต้นในหัวมันเทียน พบว่า ชาวบ้านมีวิธีกำจัดพิษโดยอาศัยวิธีภูมิทางปัญญาชาวบ้าน เช่นเดียวกับการกำจัดพิษในหัวกลอย สุพินญา บุญมานพ (2556 : 70 - 74) ได้อธิบายวิธีการเอาสารพิษ ไดออสคอรีน (Dioscorine) ออกจากกลอยก่อนนำไปบริโภค ซึ่งเป็นวิธีการทั่ว ๆ ไป ที่มีมาตั้งแต่สมัยโบราณมี ไว้ดังนี้

1. ปอกเปลือกหัวกลอยให้สะอาดหั่นเป็นแว่น แต่ละแว่นหนาประมาณ 1 - 1.5 เซนติเมตร

2. นำหัวกลอยที่หั่นแล้วไปใส่ในภาชนะ เช่น โอ่งน้ำ ไห หรือภาชนะอื่น ๆ ที่หาง่ายในท้องถิ่น ใส่ชิ้นกลอยที่หั่นแล้วลงไปในภาชนะหนาประมาณ 10 เซนติเมตร โรยเกลือให้ทั่วหน้า 1 - 2 เซนติเมตร แล้วใส่ชิ้นกลอยลงไปทำสลับกับเกลือจนกว่าจะหมด ทิ้งไว้ค้างคืน วันรุ่งขึ้นนำกลอยที่หมักออกมาล้างน้ำให้สะอาด

3. ใส่ชิ้นกลอยที่ล้างแล้วลงไปในถุงผ้าดิบหรือผ้าขาวบาง นำของหนักทับไว้เพื่อไล่น้ำเบื่อเมาของกลอยออกให้หมด หลังจากนั้นเอาชิ้นกลอยออกจากถุงผ้าเทกลับลงไปในภาชนะเดิม ใส่น้ำให้ท่วมเนื้อกลอยทิ้งไว้ข้ามคืนรุ่งเช้าจึงนำชิ้นกลอยออกมาล้างทำความสะอาดอีกครั้ง

4. ทำเช่นเดิมประมาณ 5 - 7 วัน จึงจะปลอดภัยจากสารพิษ และนำมาบริโภคหรือปรุงอาหารได้ หรือจะผึ่งแดดให้แห้งเก็บรักษาไว้

5. เมื่อจะบริโภคจึงนำชิ้นกลอยมาแช่น้ำนำไปนึ่งหรือปรุงเป็นอาหารอื่นรับประทานได้

นอกจากการแช่กลอยไว้ในภาชนะดังขั้นตอนที่กล่าวในข้างต้นแล้ว อาจนำไปแช่ไว้ในที่น้ำไหลได้ โดยแช่ประมาณ 2 - 3 วัน

สุภาภรณ์ ปิติภรณ์ (2559 : 30 - 33) ได้ให้แนวทางในการสังเกตกลอยไว้ว่า กลอยที่สามารถนำมาใช้ได้แล้วนั้นดูได้จากน้ำที่ล้างกลอยหรือแช่กลอย ถ้าน้ำใสสะอาด ไม่ขุ่น ชิมดูแล้วไม่ชาลิ้น หรือสมัยก่อนจะดูจากการที่มีปูปลามาตอดแสดงว่านำมาใช้ได้ และเมื่อได้ที่แล้วให้นำกลอยใส่ผ้าดิบหรือผ้าขาวบาง แล้วทับด้วยของหนัก เช่น ครกหรือเขียงในน้ำหนักที่พอสมควร เพื่อไล่น้ำเบื่อเมาออกจากกลอยซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 - 3 วัน

การผลิตแป้ง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า กระบวนการผลิตแป้งจากพืชโดยทั่วไป แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบบดเปียก (Wet Milling) เป็นวิธีการสกัดแป้งโดยการบดวัตถุดิบที่เปียกแล้ว ทำการกรองอากาศและเส้นใยออกจากแป้ง

2. แบบบดแห้ง (Dry Milling) เป็นวิธีการบดวัตถุดิบที่แห้งแล้วแยกเอาแป้งออกโดยใช้ตะแกรงร่อน (Screening) และใช้ลม (Air Classification) ซึ่งการบดแห้งจะสกัดแป้งออกจากวัตถุดิบได้น้อยกว่าแบบบดเปียก

วิธีทำแป้งจากหัวเท้ายายม่อม

เป็นวิธีพื้นบ้านทำได้ง่าย ๆ โดยการนำหัวเท้ายายม่อมล้างน้ำสะอาดหลาย ๆ รอบ และปอกเปลือกทิ้ง จากนั้นล้างให้สะอาดนำมาฝนบนแผ่นสังกะสีที่เจาะรูด้วยตะปู ใช้ภาชนะใส่น้ำรอรับส่วนที่ฝนได้ ก็จะได้น้ำแป้ง หรือทุ่นแรงโดยใช้เครื่องปั่นน้ำผลไม้ โดยนำหัวเท้ายายม่อมที่ปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่เครื่องปั่นเติมน้ำแล้วปั่นให้ละเอียด ก็จะได้น้ำแป้งเช่นเดียวกัน นำเอาน้ำแป้งที่ได้มากรองแยกแป้งด้วยผ้าขาวบาง เอาส่วนที่เป็นกากทิ้ง แช่ส่วนที่กรองได้ในภาชนะ 3 ชั่วโมง แป้งจะตกตะกอนอยู่ด้านล่างให้เทน้ำทิ้ง และเทน้ำใหม่ลงไปคนให้เข้ากันแล้วกรองอีกที แช่ทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาให้เทน้ำทิ้ง ทำซ้ำตามวิธีเดิม 2 - 3 ครั้ง แล้วจึงเทน้ำทิ้ง นำแป้งที่ตกตะกอน อยู่ด้านล่างมาทำให้แห้งโดยการตากแดดให้แห้งสนิท หรืออบแห้ง และนำมาบดให้ละเอียด ก็จะได้แป้งเท้ายายม่อมที่มีสีขาวละเอียด โดยแหล่งผลิตแป้งเท้ายายม่อมของภาคตะวันออกอยู่ที่จังหวัดชลบุรี เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน (ปิติพร ฤทธิเรืองเดช. 2546 : 6)

องค์ประกอบทางเคมีของแป้ง

แป้งเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งส่วนประกอบของแป้งจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดพืช สายพันธุ์ อายุ ลักษณะการปลูก ตลอดจนสภาพดินฟ้าอากาศ เมื่อส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน นอกจากนี้ส่วนประกอบของแป้งยังประกอบด้วยน้ำตาล เกลือแร่ กรดอินทรีย์ เป็นต้น เนื่องจากส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันของวัตถุดิบเหล่านี้ ทำให้มีผลต่อคุณสมบัติของแป้งที่จะนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์จากแป้งด้วย

ในปี ค.ศ. 1862 เฮวี่เบิร์ก (Heveberg) และสตอนแมน (Stonmann) ได้คิดค้นวิธีการวิเคราะห์ทางเคมี หรือที่นิยมเรียกกันโดยทั่วไปว่า วีเดอร์ (Weender Analysis) หรือพรอกซิเมท (Proximate Analysis of Food) ซึ่งนิยมใช้มาจนถึงปัจจุบัน แต่การวิเคราะห์โดยวิธีนี้อาจได้ค่าในการวิเคราะห์หาเยื่อใยไม่ถูกต้องนักเมื่อใช้ทำการวิเคราะห์หาเยื่อใยเฉพาะส่วนที่เป็นโครงสร้าง

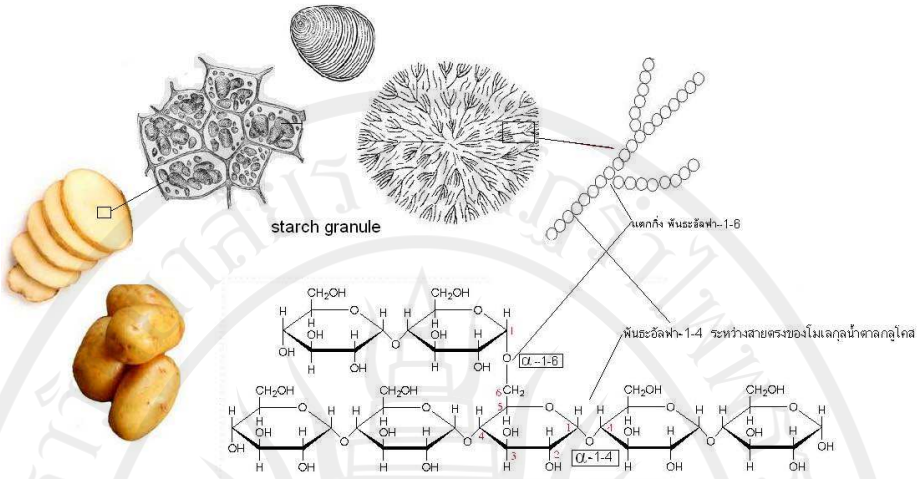
ของพืช เช่น เพคติน ลิกนิน และแฮมิเซลลูโลส ที่บางส่วนอาจละลายออกมาในรูปของ Nitrogen Free Extract (NFE) และในปัจจุบันการวิเคราะห์ตัวอย่างพืชที่มีเยื่อใยสูง วิธีวิการวิเคราะห์ที่นิยมใช้ คือ การวิเคราะห์เยื่อใยแบบดีเทอเจนท์ (Detergent Method) ซึ่งสามารถแยกองค์ประกอบทางเยื่อใยในพืชได้ การวิเคราะห์วิธีนี้จะแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มใหญ่ ๆ ความชื้น (Moisture) เถ้า (Ash) โปรตีน (Crude Protein : CP) ไขมัน (Ether Extract : EE) เยื่อใย (Crude Fiber : CF) และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย หรือส่วนประกอบที่ไม่มีไนโตรเจน (Nitrogen Free Extract : NFE) ซึ่งการวิเคราะห์แบบนี้อาศัยหลักการที่ว่า ตัวอย่างทั่วไปไม่ว่าจะเป็นตัวอย่างที่อยู่ในสภาพสด หรือพืชสด พืชหมัก เนื้อ นม ไข่ มูลสัตว์ หรืออาหารสภาพแห้งต่างมีน้ำหรือความชื้นเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยกันทั้งสิ้น ถ้าหักปริมาณน้ำออก สิ่งที่เหลือคือ วัตถุแห้ง (Dry Matter : DM) ในวัตถุแห้งจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นอินทรีย์สาร (Organic Matter) และส่วนที่เป็นอนินทรีย์สาร (Inorganic Matter) เมื่อนำตัวอย่างมาเผาส่วนที่เป็นอินทรีย์สารจะสลายตัวไปเหลือเถ้าซึ่งเป็นอนินทรีย์สาร

ในการหาปริมาณสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารแต่ละชนิดจะใช้วิธีการวิเคราะห์อาหารตามวิธีการของ The Sicentic Assoiation Dedicated to Analytical Excellence (AOAC International) การวิเคราะห์อาหารนี้เป็นการหาส่วนประส่วนประกอบหลักในอาหาร ได้แก่ ความชื้น (Moisture) เถ้า (Ash) หรือปริมาณแร่ธาตุทั้งหมด (Total Minerals) ไขมัน (Lipids) โปรตีน (Protien) และคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) จากค่าที่จะทำการให้ทราบว่าอาหารที่ทดสอบมีคุณค่ามีคุณค่าทางอาหารมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้การวิเคราะห์อาหารยังทำเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าอาหารที่ใช้ในการบริโภคมีคุณภาพและปลอดภัยสำหรับการบริโภค (กษมา ชารีโคตร. 2559 : 375) ซึ่งส่วนประกอบหลักที่นิยมวิเคราะห์ในอาหาร ได้แก่ ความชื้น (Moisture) เถ้า (Ash) ไขมัน (Crude Fat) โปรตีน (Crude Protein) กาก (Crude Fiber) หรือเส้นใยอาหาร (Dietary Fiber) คาร์โบรไฮเดรตโดยอาศัยผลต่าง (By Difference)

โครงสร้างและส่วนประกอบของสตาร์ช

สตาร์ช (Starch) คือ พอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ที่พบในพืช เช่น เมล็ดธัญพืช พืชหัว และถั่วเมล็ดแห้ง สตาร์ชประกอบด้วย อะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเพคติน (Amylopectin) (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ออนไลน์. 2557)

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



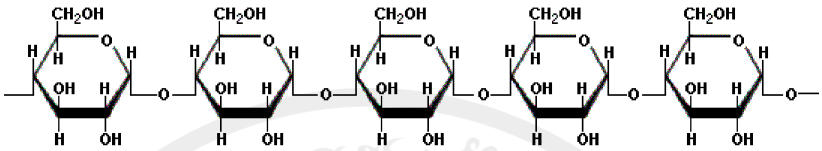
ภาพประกอบ 3 โครงสร้างของสตาร์ช

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ออนไลน์. 2557

อะไมโลส

อะไมโลส (Amylose) เป็นคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ประเภทฮอโมพอลิแซ็กคาไรด์ (Homopolysaccharide) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในโมเลกุลของสตาร์ช สตาร์ชจากพืชต่างชนิดกันมีปริมาณอะไมโลสต่างกัน ที่เหลือเป็นอะไมโลเพกทิน โมเลกุลของอะไมโลส เป็นพอลิเมอร์สายตรงของน้ำตาลดี กลูโคส (D-glucose) ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (Glycosidic Bond) ชนิด แอลฟา 1, 4 ประมาณ 200 - 2,000 หน่วย มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 150,000 ถึง 1,000,000 โดยจะผันแปรไปตามชนิดของสตาร์ช ขนาดและน้ำหนักโมเลกุลของอะไมโลสมีผลมาจาก Degree of Polymerization (DP) ของอะไมโลสที่แตกต่างกัน อะไมโลสในสตาร์ชมันฝรั่งและสตาร์ชมันสำปะหลังมี DP ของอะไมโลสอยู่ในช่วง 1,000 ถึง 6,000 จะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าในสตาร์ชข้าวโพดและข้าวสาลี ที่มี DP ของอะไมโลสอยู่ในช่วง 200 ถึง 1,200 สตาร์ชชนิดที่มีโมเลกุลของอะไมโลสยาวขึ้นจะมีแนวโน้มของการคืนตัวหรือการเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) ต่ำลง (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2542 : 303)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

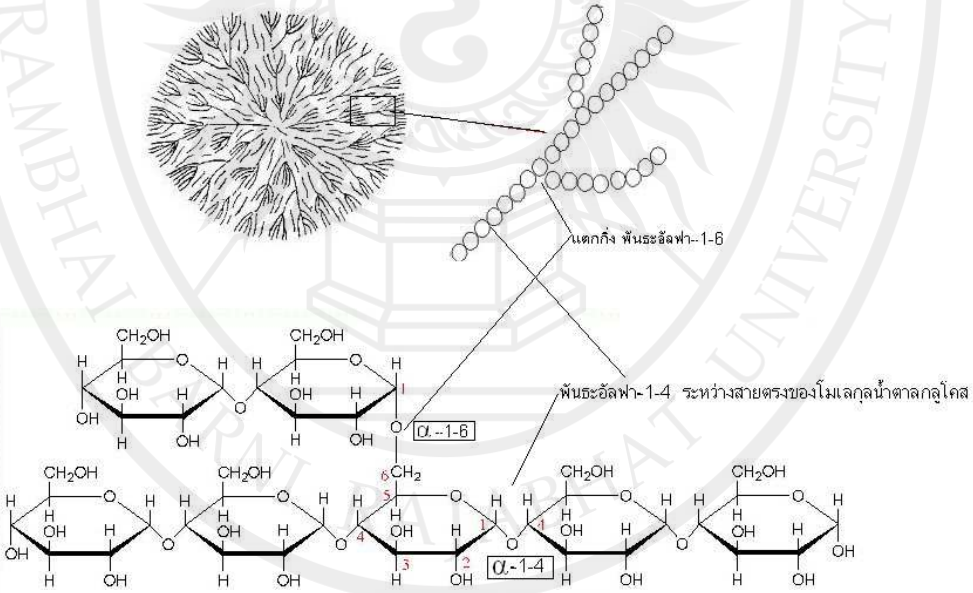


ภาพประกอบ 4 โครงสร้างโมเลกุลอะไมโลส

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ออนไลน์. 2557

อะไมโลเพกติน

อะไมโลเพกติน (Amylopectin) เป็นคาร์โบไฮเดรต พอลิแซ็กคาไรด์ ประเภทฮอโมพอลิแซ็กคาไรด์ เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส (Glucose) ที่จัดเรียงตัวเป็นสายตรงและสายแขนง โดยพันธะไกลโคไซด์ สองแบบ คือ ส่วนที่เป็นพันธะสายตรง เป็นพันธะ ชนิดแอลฟา 1, 4 เหมือนกับอะไมโลส และส่วนที่เป็นสายแขนงจะเชื่อมต่อด้วยพันธะ แอลฟา 1, 6 (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ออนไลน์. 2557)



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างโมเลกุลอะไมโลเพคติน

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ออนไลน์. 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

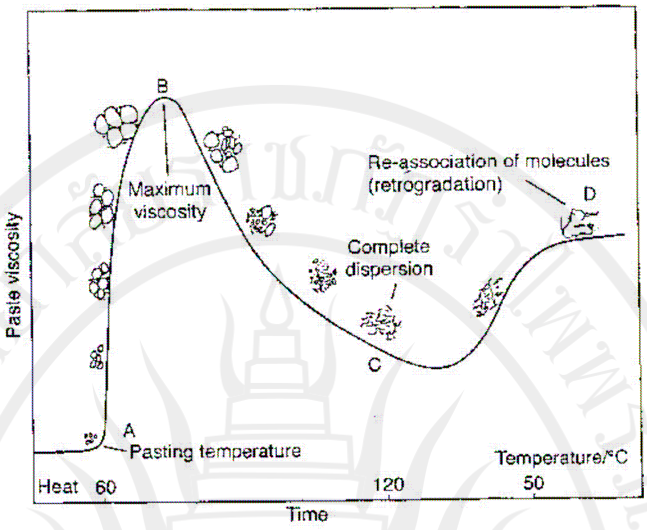
ลักษณะเม็ดสตาร์ช

การเจลาติไนซ์ (Gelatinization) คือ ปรากฏการณ์ของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส และอะไมโลเพกทิน ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ เม็ดแป้งพองตัว และความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องอุณหภูมิที่สตาร์ชเริ่มเกิดการเจลาติไนซ์ เรียกว่า Gelatinization Temperature หรือ Pasting Temperature อยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 60 - 70 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ช่วงนี้เม็ดแป้งยังคงมีสภาพอยู่ได้โดยไม่แตกออก เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นเม็ดแป้งจะพองตัวเพิ่มขึ้นและมีความหนืดสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เกิดลักษณะของน้ำแป้งข้น (Starch Paste) ความหนืดจะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่เม็ดแป้งเกิดการพองตัวสูงสุดและให้ความหนืดสูงสุด (Maximum Viscosity) จากนั้นเม็ดแป้งจะแตกถึงจุดสูงสุด ซึ่งไม่สามารถคืนสภาพได้ การเจลาติไนซ์ เป็นการสุกของสตาร์ชซึ่งเกิดจาการให้ความร้อนแก่อาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบ เกิดในการให้อาหารสุก (Cooking) ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การนึ่ง การทอด การอบ การทำให้สุกด้วยเอกซ์ทรูเดอร์ และไมโครเวฟ เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ออนไลน์. 2557)

การเกิดรีโทรเกรเดชัน

การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำสตาร์ชที่ผ่านการเจลาติไนซ์มาแล้วปล่อยให้เย็นตัวลง โมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน ซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน โมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายจะมาเชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนและขับน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล ทำให้เกิดผลึกใหม่ ตัวอย่างการเกิดรีโทรเกรเดชันในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น อาหารพวกแป้งที่ผ่านการทำให้สุก ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น หุงต้ม นึ่ง และอบ ได้แก่ ข้าวสวย ก๋วยเตี๋ยว ขนมปังหลังสุก เมื่อปล่อยตั้งทิ้งไว้จะเกิดรีโทรเกรเดชันขึ้นช้า ๆ และเพิ่มมากขึ้น เมื่อเวลานานขึ้นจะเกิดเป็นผลึกแข็ง ทำให้อาหารมีลักษณะแข็งขึ้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ออนไลน์. 2557)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

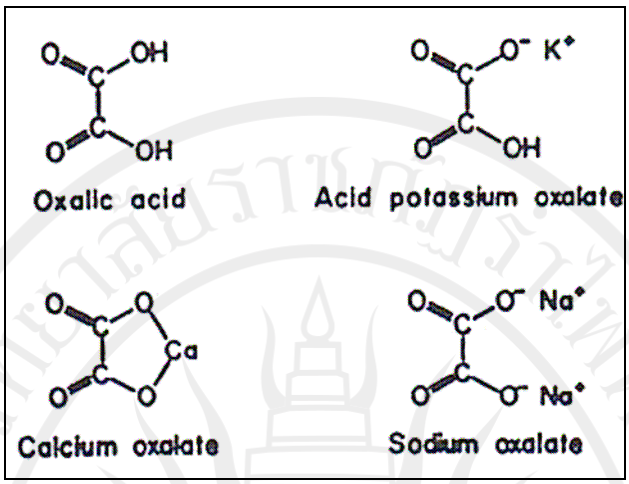


ภาพประกอบ 6 กราฟการเกิดเจลาติไนซ์และรีโทรเกรเดชัน
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ออนไลน์. 2557

ออกซาเลท

กรดออกซาลิก (Oxalic acid, $C_2H_2O_4$) เป็นกรดอินทรีย์พวกไดคาร์บอกซิลิก (Dicarboxylic Acid) ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ (Reducing Agent) และตกผลึกเมื่ออยู่ในรูปของ Monohydrate และ Dihydrate Forms เกลือออกซาเลท มี 2 ลักษณะ คือ เกลือออกซาเลทที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ แคลเซียม หรือแมกนีเซียมออกซาเลท (Calcium or Magnesium Oxalate) และเกลือออกซาเลทที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ โปตัสเซียม แอมโมเนียม หรือโซเดียมออกซาเลท (Potassium, Ammonium or Sodium Oxalates) (จันทร์เฉิดฉาย สังเกตุกิจ และคณะ. ออนไลน์. 2558) ดังแสดงสูตรโครงสร้างโมเลกุลในภาพประกอบ 7

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ภาพประกอบ 7 สูตรโครงสร้างของกรดออกซาเลทและเกลือออกซาเลท
ที่มา : Concon. 1988 : 803 - 806

ออกซาเลทพบได้ทั่วไปในพืช อาจพบในลักษณะที่เป็นผลึกไม่ละลายน้ำในรูปของแคลเซียม หรือแมกนีเซียมออกซาเลท (Calcium or Magnesium Oxalate) และในรูปของกรดออกซาลิก โปตัสเซียม แอมโมเนียม หรือโซเดียมออกซาเลท (Potassium, Ammonium or Sodium Oxalates) ที่ละลายน้ำได้ (Libert and Franceschi. 1987 : 926 - 938) พืชแต่ละชนิดมีปริมาณออกซาเลทแตกต่างกัน พืชที่มีปริมาณออกซาเลทสูง ได้แก่ ใน 100 กรัมของน้ำหนักสด ผักขม (Spinach) มีออกซาเลท 320 - 1260 มิลลิกรัม นิวซีแลนด์แยมมี 80 - 194 มิลลิกรัม ใบชา (Tea) มี 375 - 1450 มิลลิกรัม ชอกโกแลต มี 117 - 124 มิลลิกรัม และเผือก (Taro) มี 60 - 65 มิลลิกรัม เป็นต้น ส่วนพืชที่มีปริมาณออกซาเลทน้อย ได้แก่ พวกธัญพืชและผลไม้ต่าง ๆ เช่น ใน 100 กรัม ของน้ำหนักสด พบออกซาเลทในกล้วย 0.7 มิลลิกรัม แอปเปิล 1.5 มิลลิกรัม และข้าวโพด 9.1 มิลลิกรัม (Libert and Franceschi. 1987 : 926 - 938) ; (Concon. 1988 : 803 - 806) ; (Sangketkit and et al. 2001 : 389 - 397) ซึ่งในพืชแต่ละชนิดมีปริมาณออกซาเลทที่ละลายน้ำได้และไม่ละลายน้ำในสัดส่วนที่แตกต่างกันไป เช่น ในแยม (*Dioscorea* spp.) มีออกซาเลทที่ละลายน้ำได้ เพียง 11 - 24 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มันเทศมีถึง 64 เปอร์เซ็นต์ ในมันฝรั่งมี 50 เปอร์เซ็นต์ (Holloway and et al. 1989 : 337 - 341) ; (Jiru and Urga. 1995 : 13 - 18)

ออกซาเลทในพืช จะช่วยป้องกันพืชจากศัตรูพืช เช่น จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคพืช แมลง และสัตว์กินพืช เป็นต้น นอกจากนี้พืชยังสะสมแคลเซียม ในรูปของแคลเซียมออกซาเลท ซึ่งจะถูกนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตของพืชในระหว่างการงอก หรือการแตกหน่อ มนุษย์จะได้รับออกซาเลทจากการรับประทานอาหารที่รับประทานปกติเป็นประจำทุกวัน เพราะออกซาเลทมีในอาหาร

เกือบทุกชนิด เช่น เมล็ดธัญพืช พืชหัว ถั่ว ผัก ผลไม้ ชา และกาแฟ เป็นต้น นอกจากได้รับออกซาเลทจากอาหารแล้วร่างกายยังสามารถสังเคราะห์ออกซาเลทจากกรดอะมิโน หรือโปรตีน และกรดแอสคอร์บิค หรือวิตามินซี เนื่องจากออกซาเลทเป็นสารพิษและสารที่ขัดขวางการใช้แร่ธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะธาตุแคลเซียม การได้รับออกซาเลท อาจทำให้เป็นพิษอย่างเฉียบพลันหรือเรื้อรัง ถ้าได้รับออกซาเลทใน ปริมาณมาก (4 - 5 กรัม) อาจทำให้ถึงตาย โดยจะเริ่มแสดงอาการต่าง ๆ ได้แก่ คันที่ปาก ปากบวม เลือดออกที่กระเพาะอาหาร ไตวาย ปัสสาวะมีเลือด มีปริมาณแคลเซียมในเลือดต่ำ ปริมาณออกซาเลท ในเลือดสูง ช็อก หมดสติ และตาย แต่ถ้าร่างกายได้รับอาหารที่มีออกซาเลทในปริมาณน้อย แต่เป็นระยะเวลานาน ๆ จะทำให้ร่างกายไม่สามารถนำแคลเซียมไปใช้ได้ และยังเกิดการสะสมของผลึก แคลเซียมออกซาเลทในไต ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคนิ่วในไต แคลเซียมออกซาเลตพบมากถึงร้อยละ 75 ของนิ่วในทางเดินปัสสาวะ ผลึกแคลเซียมออกซาเลตจากพืชที่บริโภคเข้าไปนั้นยังมีผลโดยตรงทำให้เกิดอาการระคายเคืองกับเยื่อบุทางเดินอาหารจนเกิดอาการบวมและอักเสบได้ เช่น ผลึกรูปเข็มที่พบในบอนและว่านหมื่นปี ถ้าหากรับประทานผักที่มีผลึกแบบเข็ม ก็อาจจะเกิดอาการคันมือคันในปากหรือคอถ้าแพ้มาก ๆ อาจบวมทำให้สำลักอาหารบางรายถึงกับพูดไม่ได้ นอกจากนี้การที่ออกซาเลตทำปฏิกิริยากับ Ionized Calcium ทำให้ปริมาณ Ionized Calcium ลดลงจนส่งผลให้เกิดอาการ Hypocalcemia (การมีแคลเซียมในเลือดต่ำ) มีผลทำให้เลือดแข็งตัวช้าหากเกิดการบาดเจ็บและทำให้กล้ามเนื้อผิดปกติ (Fassett, 1973 : 43 - 59; Hodgkinson, 1977 : 250 - 265; Libert and Franceschi. 1987 : 926 - 938; Holloway and et al. 1989 : 337 - 341; Concon. 1988 : 803 - 806)

การลดปริมาณออกซาเลท สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การลวก การหุงต้ม การนึ่งและการหมัก ตัวอย่างเช่น

ออสการ์สสัน และเซฟวิจบีกัน (Oscarsson and Savage. 1997 : 145 - 149) รายงานว่า การลวกทำให้ออกซาเลทในเมล็ดถั่วเหลืองลดลงร้อยละ 28 - 39

สังเกตกิจ และคณะ (Sangketkit and et al. 2001 : 389 - 397) รายงานว่า การต้มและนึ่งพวกพืชหัวทั้งเปลือก เช่น นิวซีแลนด์แยม ไม่ทำให้ปริมาณออกซาเลทลดลงมาก ซึ่งอาจเป็นเพราะเปลือกป้องกันการละลายออกของออกซาเลทในส่วนของเนื้อ

เซฟวิจ และคณะ (Savage and et al. 2010 : 158 - 189) รายงานว่า ปริมาณออกซาเลทที่ละลายน้ำได้ในใบของผักซีลเวอร์บีท (Silverbeet) และผักขม (Spinach) ที่ผ่านการต้ม ลดลง 53 เปอร์เซ็นต์ และ 66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่า การแช่และการหมักแบบไม่ใช้อากาศ สามารลดปริมาณออกซาเลทในพืชหัวบางชนิด เช่น เผือก นิวซีแลนด์แยม (Oca) ซึ่งทำให้รสชาติเฝื่อน และการคันระคายเคือง

ลดลง เพราะเชื้อยีสต์สามารถใช้ออกซาเลทเป็นแหล่งของคาร์บอนเพื่อสร้างพลังงาน ในการเจริญเติบโต (Bradbury and Holloway. 1988 : 101 - 119; King. 1988 : 194)

การสกัดสารออกซาเลททำได้ 2 วิธี (Holloway and et al. 1989 : 337 - 341) ดังนี้

1. การสกัดด้วยน้ำ สารออกซาเลทที่สกัดออกมาได้ ได้แก่ กรดออกซาลิกอิสระ (Free Oxalic Acid) และเกลือออกซาเลทของโปตัสเซียม แอมโมเนียม และโซเดียม

2. การสกัดด้วยกรดเข้มข้น ออกซาเลทที่ได้จะเป็นปริมาณออกซาเลททั้งหมดที่มีอยู่ (Total Oxalate) ได้แก่ กรดออกซาลิก เกลือออกซาเลทที่ละลายน้ำได้ และแคลเซียมออกซาเลทที่ไม่ละลายน้ำ

การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส

ลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสเป็นผลของการประกอบกันของคุณสมบัติทางด้านกายภาพและด้านเคมี ซึ่งรวมถึงขนาดรูปร่าง จำนวน ธรรมชาติ และการจัดเรียงตัวของโครงสร้างของสารนั้น ๆ ทั้งหมดนั้นเป็นผลของโครงสร้างของวัสดุ และจากโครงสร้างของวัสดุเราสามารถทำความเข้าใจคุณสมบัติทางกายภาพและลักษณะทางเนื้อสัมผัสได้ วิธีการประเมิน ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลแป้งสามารถวัดค่าได้โดยการใช้เครื่องมือและวิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นวิธีการที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ซึ่งข้อมูลที่ได้รับนั้นรับมาจากประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การมองเห็น การดม การชิม การสัมผัส และการได้ยิน วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสนั้นเริ่มแรกจะรู้สึกได้จากการสัมผัส อย่างไรก็ตามส่วนของตาและหูสามารถให้ข้อมูลที่สำคัญในบางส่วนของลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ความรู้สึกต่าง ๆ นั้นเกิดโดยการส่งสัญญาณที่เส้นประสาทโดยผ่านทางระบบประสาทส่วนกลางไปยังสมองและจะแสดงความรู้สึกต่าง ๆ ออกมา ซึ่งมี ความเกี่ยวเนื่องกับประสบการณ์การรับรู้ในอดีต ความคาดหวัง และปัจจัยในการรับรู้อื่น ๆ (Bourne. 1982 : 33 - 47)

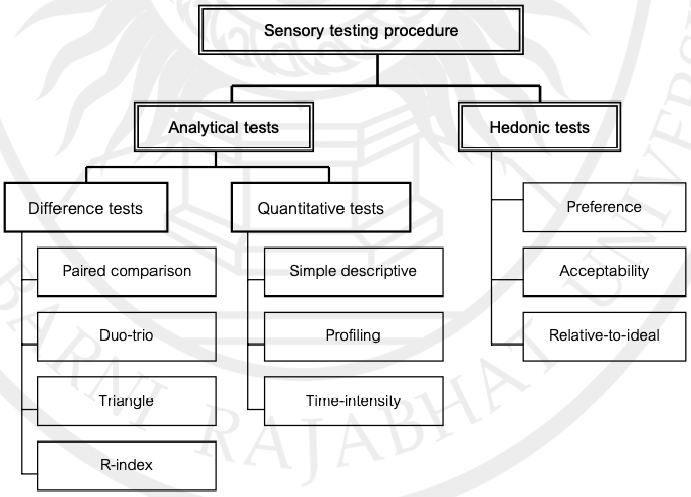
โรเซนธาล (Rosenthal. 1999 : 1 - 9) กล่าวว่า วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. วิธีการทดสอบความแตกต่าง (Discrimination/ Difference Test) เป็นวิธีการทดสอบเพื่อหาว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม ซึ่งวิธีการทดสอบสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ ทดสอบความแตกต่างโดยรวมทั้งหมด และทดสอบว่าตัวอย่างใดที่มีคุณลักษณะเฉพาะที่มากกว่าหรือน้อยกว่าตัวอย่างอื่น ๆ ตัวอย่างวิธีการทดสอบความแตกต่าง ได้แก่ Paired Comparison, Duo-trio และ R-index เป็นต้น

2. วิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Test) เป็นวิธีการทดสอบเพื่อบอกว่าอะไร คือ สิ่งที่แตกต่างและปริมาณความแตกต่างนั้นมีมากเท่าใด ตัวอย่างวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา ได้แก่ Quantitative Descriptive Analysis (QDA), The Spectrum Method, The Texture Profile Method เป็นต้น

3. วิธีการทดสอบความชอบหรือการยอมรับ (Hedonic/ Affective test) เป็นวิธีการทดสอบเพื่อบอกว่าอะไร คือ สิ่งที่ผู้ทดสอบชอบ และทำไมถึงชอบ

วิธีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสองวิธีแรกจะแตกต่างกับวิธีการที่สาม ดังแสดงในภาพประกอบ 8 วิธีการทดสอบความแตกต่างและวิธีการทดสอบเชิงพรรณนานั้นจะใช้วิธีการ Analytical Test โดยในการประเมินคุณลักษณะของอาหารจะใช้ผู้ทดสอบจำนวนน้อยที่ได้รับการคัดเลือกว่ามีความสามารถในทดสอบตัวอย่างเป็นเครื่องมือในการวัดค่า ในขณะที่วิธีการทดสอบความชอบนั้น จะใช้วิธีการ Hedonic Test ทำการวัดค่าการตอบสนองของประชากรผู้บริโภคที่มีต่ออาหารในเทอมของความชอบหรือไม่ชอบ โดยทั่วไปข้อมูลที่ได้จากวิธีการ Analytical Test และ Hedonic Test จะไม่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง เนื่องจากทั้งประเภทและจำนวนคนที่ใช้ในการทดสอบมีความแตกต่างกัน



ภาพประกอบ 8 การแบ่งประเภทวิธีการทดสอบของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ที่มา : Rosenthal. 1999 : 1 - 27

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

จูดี้ เว็บสเตอร์ และคณะ (Judy Webster and et al. 1984 : 1087 - 1090) ได้ศึกษาเรื่องความเป็นพิษและความขมของว่านพระฉิม (*Dioscorea bulbifera* L.) ในประเทศออสเตรเลียเปรียบเทียบกับหัวกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) ในประเทศไทย โดยใช้ตัวอย่างดิบซึ่งผ่านการตรวจสอบที่ซับซ้อนก่อนนำมาให้ชาวพื้นเมือง (Aborigines) ในประเทศออสเตรเลียรับประทาน เพื่อวิเคราะห์ความเป็นพิษเฉียบพลันของสารไดออสคอรีน ซึ่งเป็นสารที่มีพิษในกลุ่มอัลคาลอยด์ที่มีอยู่ในหัวของพืชทั้งสองชนิด ผลการทดลองพบว่า หัวของพืชเหล่านี้ไม่เป็นพิษ จึงนำหัวพืชมาสกัดและวิเคราะห์โดยวิธีโครมาโตกราฟีแบบชั้นบาง (Thin - layer Chromatography) เพื่อหาสาเหตุของความขม พบว่า ส่วนประกอบที่ที่สำคัญที่ทำให้เกิดรสขมคือ ไดออบูลบิน D (0.07 มิลกรัม/ กรัม) ซึ่งเป็น Furanoid Nor - diterpene ที่แยกได้ก่อนหน้านี้โดย Ida and et al (1978) นอกจากนี้วิจัยยังพบว่า เทคนิคการแปรรูปอาหารพื้นเมืองดั้งเดิมนั้นมีประสิทธิภาพมากในการกำจัดสารไดออบูลบิน (Diosbulbin, D) และทำให้หัวมันที่ขมมีรสชาติอร่อย

บันดาวี และคาวาบาตะ (Bhandari and Kawabata. 2005 : 129 - 135) ได้ศึกษาเรื่องความขมและความเป็นพิษในหัวมันป่าสกุล *Dioscorea* spp. ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำคัญสำหรับชนเผ่าในประเทศเนปาล แต่มันเหล่านี้มีรสชาติขมไม่อร่อยและบางครั้งเมื่อเกิดอาการเป็นพิษจะทำให้มีผื่นขึ้น ในการตรวจสอบความขมและความเป็นพิษใช้หัวมันป่า 4 ชนิด ที่ผ่านการดับพิษเบื้องต้นโดยชนเผ่าพื้นเมืองวิจัยพบว่า ส่วนประกอบที่ทำให้มีรสขม คือ Furanoid Norditerpenes (Diosbulbins A และ Diosbulbins A) ซึ่ง Diosbulbins A และ B ถูกพบในช่วง 0.023-0.046 และ 0.151-0.442 g kg (-1) ตามลำดับ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า Diosbulbin B ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของ 0.314 g kg (-1) เป็นสารประกอบหลักที่มีความขมเมื่อเทียบกับ Diosbulbin A (0.037 g kg (-1) และไม่พบ Alkaloid, Dioscorine และ Histamine (สารก่อภูมิแพ้) ในหัวมันตัวอย่าง แต่พบไซยาโนเจน (Cyanogen) ในปริมาณเทียบเท่าไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ที่ระดับ 3.2 - 6.0 ppm. ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าพิษในหัวมัน *Dioscorea* spp. ไม่เป็นอันตรายเนื่องจากมีส่วนประกอบของไดออสโครีนหรือฮิสตามีนและไซยาโนเจนต่ำกว่าเกณฑ์ความปลอดภัย ความเป็นพิษที่สังเกตได้อาจเกิดจากในหัวของพืชเหล่านี้มีปริมาณออกซาเลต อยู่ในระดับสูง และพบว่าวิธีการปรุงอาหารแบบดั้งเดิมของชนเผ่ามีประสิทธิภาพมากในการกำจัดความขมจึงและทำให้หัวมันขมอร่อย

ชาจีล่า และคณะ (Shajeela and et al. 2011 : 723 - 730) ได้ศึกษาเรื่องคุณค่าทางโภชนาการ และสารต้านคุณค่าทางโภชนาการของอาหารในหัวมันป่า (*Dioscorea* spp.) จากชนเผ่า Kanikkars และ Palliyars ที่อาศัยอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของเทือกเขาฆาฏ รัฐทมิฬนาฑู ประเทศ

อินเดีย ผลการทดลองพบว่า หัวมันป่าที่นำมาบริโภคส่วนใหญ่เป็นแหล่งสะสมของโปรตีน ไขมัน ไฟเบอร์ แป้ง วิตามินและแร่ธาตุ ตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสารฟีนอลิกอิสระ (Free Phenolics) ทั้งหมด ได้แก่ แทนนิน ไฮโดรเจน ไซยาไนด์ ออกซาเลตรวม อะไมเลสและสารยับยั้งทริปซิน นอกจากนี้ยังพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้สามารถยับยั้งได้ด้วยการใช้ความร้อนชื้น ดังนั้น ก่อนนำหัวมันป่ามาบริโภคควรนำมาแช่ล้างก่อนนำมาปรุงเป็นอาหารเพื่อกำจัดผลกระทบที่อาจเป็นอันตรายอันเกิดจากสารเหล่านี้

มาเรีย และคณะ (Maria and et al. 2013 : 2111 - 2118) ได้ศึกษาเรื่องปริมาณไดออสจีนิน (Diosjenine) คุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีที่สะสมในหัวของมันป่าสกุล *Dioscorea* spp. ในรัฐฮาลิสโก ประเทศเม็กซิโก วิจัยพบว่า *Dioscorea* spp. นิยมนำมาเป็นอาหาร และยังประกอบด้วยสารไดออสจีนินซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการสังเคราะห์ฮอร์โมนสเตียรอยด์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณไดโอจีนินโดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟฟี (Gas Chromatography - mass Spectrometry : GC-MS) และศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของพืชสกุล *Dioscorea* spp. โดยใช้ หัวมันป่า *Dioscorea* spp. จำนวน 60 สายพันธุ์ที่เพาะเลี้ยงในโรงเรือนจาก 11 เมืองในประเทศเม็กซิโก มาสกัดไดออสจีนินด้วยการหมักผสมกับเอทานอลร้อยละ 80 การตรวจสอบในแบบความชื้นฐานแห้งพบว่าปริมาณไดออสจีนินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ในระดับที่ได้รับการยอมรับคือ 0.02 - 0.16 mg kg (-1) ความยาว น้ำหนักหัว สัดส่วนเนื้อ/เปลือก ร้อยละของส่วนเนื้อและเปลือกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และองค์ประกอบทางเคมีขึ้นอยู่กับน้ำหนักสดที่นำเสนอความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 71.93 - 83.26โปรตีนหยาบร้อยละ 1.42 - 1.74 ขี้เถ้าร้อยละ 0.80 - 1.16 ไขมันร้อยละ 0.13 - 0.17 เส้นใยดิบร้อยละ 3.80 - 4.02 และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 13.97 - 25.44 ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า *Dioscorea* spp. เป็นแหล่งของสารอาหารสำคัญ

ชนิดา พลานุเวช และคณะ (Chanida Palanuvej and et al. 2014 : 803 - 806) ได้ศึกษาปริมาณสารไดออสคอรีน (Dioscorine) ของหัวกลอยอบแห้งในประเทศ ด้วยวิธีการ TLC-densitometry และ TLC Image Analysis โดยใช้หัวกลอยจาก 14 สถานที่ทั่วประเทศไทย ผลการทดลองพบว่าปริมาณสารไดออสโครีนในหัวกลอยอบแห้งที่ตรวจสอบด้วยวิธี TLC-densitometry และการวิเคราะห์ภาพ TLC คือ ร้อยละ 0.72 ± 0.07 w / w และร้อยละ 0.66 ± 0.07 w / w ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณสูงกว่ารายงานการศึกษาที่พบก่อนหน้านี้ซึ่งใช้หัวสด (ร้อยละ 0.017 0.060 และร้อยละ 0.12 w / w) เนื่องจากไดออสคอรีนมีความเป็นพิษ ดังนั้นการควบคุมปริมาณของสารชนิดนี้ในหัวกลอยจึงเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคทั้งในด้านเภสัชศาสตร์และโภชนาการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กุลสินเห และรานาวีรี (Kulasinhe and Ranaweera. 2019 : 43 - 59) ได้วิจัยเรื่อง ลักษณะทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และการเพิ่มมูลค่าของ *Dioscorea yams* วิจัยพบว่า ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลกพบ *Dioscorea yams* จำนวนมากที่สำคัญทั้งชนิดเดียวกันและต่างชนิด ทำให้เกิดความแตกต่างด้านลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมีและชีวภาพ *Dioscorea yams* ให้พลังงานสูง มีคาร์โบไฮเดรต พร้อมแร่ธาตุ วิตามิน และสารต้านคุณค่าโภชนาการทางอาหารในปริมาณสูงทำให้ *Dioscorea yams* มีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นแหล่งอาหารที่ได้รับความไว้วางใจและให้พลังงานที่ปลอดภัย แต่ *Dioscorea yams* มักจะมีโปรตีนน้อย ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องรับประทานร่วมกับอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนเพื่อให้มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สำหรับแร่ธาตุที่พบมากที่สุดใน *Dioscorea yams* ได้แก่ โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) สังกะสี (Zn) และธาตุเหล็ก (Fe) องค์ประกอบของมันเหล่านี้อาจแตกต่างกันไปด้วยปัจจัยหลายประการเช่น ชนิด อายุของหัว ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ สภาพดินและสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของสภาพการปลูกและโรค นอกจากนี้ยังพบว่ามันเหล่านี้มีสารประกอบฟีนอลิกจำนวนมาก ประกอบด้วย ออกซาเลต สารยับยั้งอะไมเลส แทนนิน ไฮโดรเจนไซยาไนด์ และสารยับยั้งทริปซิน เช่น สารที่ต้านคุณค่าทางโภชนาการของอาหารซึ่งสามารถทำให้เสื่อมฤทธิ์ได้โดยการอบด้วยความร้อนชื้น ในการปลูก *Dioscorea yams* ลงทุนไม่สูงแต่ได้ผลลิตปริมาณมาก สามารถเพิ่มมูลค่าได้โดยการนำส่วนต่าง ๆ มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร การแปรรูปและการเก็บรักษาก็ไม่ยาก ดังนั้น *Dioscorea yams* จึงเป็นตัวเลือกที่ดี ที่จะแก้ไขปัญหาความขาดแคลนอาหาร ในโลก

งานวิจัยในประเทศ

สุพรรณษา ขำพวง และปรีชา วันเพ็ญ (2545 : 21 - 22) ได้วิจัยเรื่องการผลิตแป้งกลอยเพื่อศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตแป้งกลอยวิจัยพบว่า โดยการนำมาอบในตู้อบแบบสุญญากาศใช้อุณภูมิในการอบที่ระดับ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ คือ 20 30 40 และ 50 ชั่วโมง พบว่า ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 20 ชั่วโมง มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 6.51 แป้งที่ได้มีสีขาว ปราศจากกลิ่นกลอย และกลิ่นไหม้จากการอบแห้ง แป้งที่ได้จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำโดนัท เพราะมีลักษณะปรากฏที่ดีกว่าแป้งกลอยที่อบในอุณหภูมิและเวลาอื่น ๆ โดยแป้งกลอยที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 30 40 และ 50 ชั่วโมง อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 30 40 และ 50 ชั่วโมง มีลักษณะปรากฏที่ไม่ดี คือ มีสีขาวหม่นจนถึงสีขาวหม่นออกเหลือง และมีกลิ่นไหม้จากการอบของแป้งกลอย เมื่อนำไปทำเป็นโดนัทจึงทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ปิติพร ฤทธิเรืองเดช (2546 : 207) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีกายภาพของแป้งเท้ายายม่อม และการนำไปใช้ประโยชน์ในขนมชั้น โดยการเปรียบเทียบคุณสมบัติของ

แป้งเท้ายายม่อมที่ผลิตได้ในระดับห้องปฏิบัติการกับแป้งที่จำหน่ายตามท้องตลาดอีก 4 ชนิด คือ แป้งเท้ายายม่อม (ร้านชูถิ่น) แป้งท้าว (ตราปลามังกร) แป้งมันสำปะหลัง (ตราปลามังกร) และแป้งข้าวเจ้า (ตรานิวเกรด) ผลการทดลองพบว่า ขนมชั้นที่มีส่วนผสมของแป้งเท้ายายม่อมที่ผลิตเองจะมีลักษณะเด่น คือ มีความสามารถในการคืนตัวกลับสู่สภาพเดิมหรือความยืดหยุ่นสูงกว่าขนมชั้นที่มีส่วนผสมของ แป้งเท้าและมันสำปะหลัง

สันทณีย์ ปัญจอานนท์, วิทวัส จิรนันทกูล และดุษฎี อุตภาพ (2557 : 185 - 197) ได้ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ และโครงสร้างโมเลกุลของแป้งกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) และแป้งมันมือเสือ (*Dioscorea esculenta* (L.) Burkill) วิจัยพบว่า แป้งกลอยมีองค์ประกอบทางเคมีคิดเป็นร้อยละ ได้แก่ โปรตีน (2.39±0.01) ไขมัน (0.11±0.00) เถ้า (0.18±0.07) ฟอสฟอรัส (52.10±2.70) และอะไมโลส (19.74±0.03) แป้งกลอยและแป้งมันมือเสือมีขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้งแตกต่างกันเล็กน้อย โดยมีลักษณะใกล้เคียงกับแป้งข้าว แป้งมันมือเสือมี Peak Viscosity และ Retrogradation สูงกว่าแป้งกลอยแต่ Pasting Temperature ต่ำกว่าแป้งกลอยเล็กน้อยแป้งมันมือเสือมีการพองตัวและปลดปล่อยอะไมโลสออกมามากกว่าแป้งกลอย จากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง เมื่อให้ความร้อนพบว่า แป้งกลอยมีความหนืดค่อนข้างคงที่ไม่พบ Breakdown และคืนตัวต่ำ จึงเหมาะในการนำไปใช้เป็นสารให้ความข้นหนืดในอาหาร

จันทร์เฉิดฉาย สังเกตกิจ และคณะ (ออนไลน์. 2558) ได้วิจัยเรื่อง สมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งเท้ายายม่อม และสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งวิจัยพบว่า หัวเท้ายายม่อมที่ปอกเปลือกและแป้งเท้ายายม่อมมีความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า คาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายย่อยได้ คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด และสตาร์ชทั้งหมด ร้อยละ 65.79 0.63 4.23 6.59 7.13 17.34 22.22 และ 6.83 ตามลาดับ และร้อยละ 12.85 0.55 0.81 2.79 0.61 82.39 85.18 และ 80.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แป้งเท้ายายม่อมมีปริมาณอะไมโลส 18.69 เปอร์เซ็นต์ ค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.29 ค่าสี N 9/0.5 สีขาว ออกซาเลทที่มีในหัวเท้ายายม่อมและแป้งเท้ายายม่อมส่วนใหญ่อยู่ในรูปของออกซาเลทที่ละลายน้ำได้ ปริมาณออกซาเลททั้งหมดในหัวเท้ายายม่อมที่มีเปลือกมีค่ามากกว่าหัวเท้ายายม่อม ที่ปอกเปลือก 3.17 และ 1.70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสดตามลำดับ แป้งเท้ายายม่อมมีปริมาณออกซาเลททั้งหมด 0.16 เปอร์เซ็นต์ พฤติกรรมความหนืดของแป้งเท้ายายม่อมมีลักษณะคล้ายกับแป้งมันสำปะหลัง มีค่าความหนืดสูงสุด (Peak) ความหนืดสุดท้ายของช่วงการทำให้เย็น (Final Viscosity) และเซตแบคก์ (Setback) มีค่า 1718.70 1040.30 1093.00 และ 409.33 BU และอุณหภูมิเริ่มเกิดเพสท์ คือ 69.83 องศา เซียลเซียส อย่างไรก็ตามแป้งเท้ายายม่อมมีความคงตัวของเจลดีกว่าแป้งมันสาปะหลัง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความหย่อนโค้ง 25.11 และ 55.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เกิดจากการย่อยแป้งเท้ายายม่อม แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง

ที่ 0 30 60 90 120 150 และ180 นาที ใน 3 สภาวะ คือ แป้งดิบ แป้งสุก และแป้งสุกที่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยเปรียบเทียบการย่อยขนมปังขาว พบว่า ลักษณะการย่อยแป้งสุกของแป้งเท้ายายม่อมจะใกล้เคียงกับแป้งมันสำปะหลัง แป้งที่มีสภาวะสุกจะถูกย่อยได้เร็วที่สุด รองลงมาคือแป้งดิบและแป้งสาปะหลังสุกทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากการทดลองผลิตขนมบัวหิมะจากแป้งเท้ายายม่อมโดยการทดแทนแป้งข้าวเจ้า 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแป้งข้าวเจ้า จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกทั้งหมด 30 คน ใช้วิธีทดสอบแบบ 9 - point Hedonic Scale พบว่า ขนมบัวหิมะจากแป้งเท้ายายม่อมได้รับการยอมรับในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะภายนอก และ ความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับขนมบัวหิมะที่ใช้เฉพาะแป้งข้าวเจ้า โดยมีความชอบอยู่ระหว่าง 6.50 - 7.56 ซึ่งหมายถึงชอบปานกลางถึงชอบมาก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

1. หัวมันเทียนได้รับความอนุเคราะห์จากแปลงปลูกขยายพันธุ์ สวนพฤกษศาสตร์ระยอง ตำบลชากพง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง
2. แป้งเท้ายายม่อม ตราซีเอ็ม
3. แป้งมันสำปะหลังชนิดพิเศษ ตรา TAPIOCA STARCH
4. แป้งข้าวเจ้า ตรายกนิ้ว
5. กะทิ ตราชาวเกาะ
6. น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ตราลิน
7. ใบเตยสด

สารเคมี

1. ปิโตเลียมอีเทอร์ ยี่ห้อ Qrec, Newzealaud
2. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) ยี่ห้อ KemAus
3. โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) ยี่ห้อ KemAus
4. กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ยี่ห้อ Anapure, Newzealaud
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ยี่ห้อ KemAus
6. เอทิลแอลกอฮอล์ (C_2H_5OH) ยี่ห้อ GAMMACO
7. กรดบอริก (H_3BO_3) ยี่ห้อ CHLOR SWIM
8. อะซีโตน (C_3H_6O) ยี่ห้อ Qrec, Newzealaud
9. เมทธิลเรด (Methyl Red) Qrec, Newzealaud
10. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ยี่ห้อ Qrec, Newzealaud
11. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ยี่ห้อ KemAus
12. แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ยี่ห้อ Qrec, Newzealaud
13. โซเดียมออกซาเลต ($Na_2C_2O_4$) ยี่ห้อ Qrec, Newzealaud
14. โปแทสเซียมเปอร์แมงกะเนต ($KMnO_4$) ยี่ห้อ Qrec, Newzealaud

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อุปกรณ์ในการแปรรูปและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

1. อุปกรณ์เครื่องครัว
2. อุปกรณ์เครื่องแก้ว

3. ภาชนะบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น CP 32025 ยี่ห้อ Satorius
5. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น TB-214 ยี่ห้อ DENVER INSTRUMENT
6. เครื่องมือไตรเตรท
7. เครื่องวัดสี รุ่น CR-10 PLUSยี่ห้อ Konica Minolta
8. เครื่องบดตัวอย่างอาหารแห้ง ยี่ห้อ Thai Grinder รุ่น 1,000 กรัม (WF-20B)
9. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น FD 115
10. เตาเผาไฟฟ้า (Furnace) ยี่ห้อ Carbolite รุ่น CWF 11-13
11. เครื่องสกัดไขมัน ยี่ห้อ VELP รุ่น FIWE6
12. ชุดวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ยี่ห้อ Buchi รุ่น -324
13. เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย ยี่ห้อ FIWE
14. เครื่อง Spectrophotometer รุ่น Biochrom Libra S22
15. เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Aw) ยี่ห้อ Novasina รุ่น ms 1 aw
16. เครื่องปั่น ยี่ห้อ Hamabishi

สถานที่ทำการทดลอง

1. สวนพฤกษศาสตร์ระยอง หมู่2 ตำบลชากพง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง
2. ห้องปฏิบัติการคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วิธีการทดลอง

1. เตรียมวัตถุดิบผลิตแป้งมันเทียน

นำหัวมันเทียนสดที่ได้จากพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์ระยอง หมู่ที่ 2 ตำบลชากพง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง เตรียมตะกอนแป้งมันเทียนโดยดัดแปลงตามวิธีของภูมิปัญญาชาวบ้านและขั้นตอนการทำอุตสาหกรรมแป้งเท้ายายม่อมในครัวเรือน (ปิติพร ฤทธิเรืองเดช. 2546 : 6) โดยเตรียมหัวมันเทียนจำนวน 15 กิโลกรัม ล้างน้ำให้สะอาด ปอกเปลือกและหั่นเป็นแว่น ๆ หนาประมาณ 1 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณ 45 ลิตร จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นนำมันเทียนที่ได้ใส่ในภาชนะพลาสติก แช่ด้วยน้ำเกลือ ความเข้มข้นร้อยละ 80 ด้วยอัตราส่วนมันเทียนต่อน้ำเกลือ เท่ากับ 1 : 3 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ปิดฝาภาชนะทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนน้ำเกลือที่ใช้แช่ ทำขั้นตอนนี้ทุก ๆ 24 ชั่วโมงทิ้งไว้เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำที่แช่มันเทียนจะใส นำหัวมันเทียนที่ผ่านการแช่น้ำเกลือแล้วมาปั่นในเครื่องปั่น โดยใช้อัตราส่วน

มันเทียนที่ผ่านการแช่น้ำเกลือต่อน้ำสะอาด เท่ากับ 1 : 1 ปั่นจนละเอียดและกรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อแยกส่วนที่เป็นน้ำแป้งกับกากออกจากกัน นำส่วนน้ำแป้งที่กรองได้แช่ในภาชนะทิ้งไว้เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แป้งจะตกตะกอนแยกออกมาอยู่ที่ก้นภาชนะ เทน้ำส่วนบนทิ้ง และเติมน้ำสะอาดปริมาณ 3 ลิตร คนให้เข้ากัน เมื่อแป้งตกตะกอนให้เทน้ำทิ้งและเติมน้ำใหม่ ทำขั้นตอนนี้ทุก ๆ 3 - 5 ชั่วโมง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำที่แช่มันเทียนจะใส จากนั้นเทน้ำออกให้เหลือแต่ส่วนแป้งมันเทียนที่ตกตะกอน เพื่อนำไปทำแห้งต่อไป ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังภาพประกอบ (ภาคผนวก ก)

2. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการผลิตทำแห้งแป้งมันเทียน

นำส่วนแป้งมันเทียนที่ได้จากการตกตะกอนแป้ง มาศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการผลิตแป้งมันเทียน โดยนำแป้งไปทำแห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลาที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 8 9 และ 10 ชั่วโมง ในการทดลองนี้มี 3 สิ่งทดลอง คือ

สิ่งทดลองที่ 1 คือ อบแป้งมันเทียนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

สิ่งทดลองที่ 2 คือ อบแป้งมันเทียนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง

สิ่งทดลองที่ 3 คือ อบแป้งมันเทียนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

หลังจากได้แป้งที่ผ่านการทำแห้งแล้ว ให้เก็บไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ทึบ แบบมีซิปล็อค ก่อนนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ (ภาคผนวก ก)

3. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของแป้งมันเทียน

นำแป้งที่ผ่านการทำแห้งมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีนใช้วิธี คาร์โบร์ไฮเดรต ตามวิธี AOAC (AOAC. Online. 2000) และอะมิโลส ตามวิธีจูเลียน (Juliano. 1971 : 334 - 338) จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ คือ ค่าสี ด้วยระบบ L* a * b* และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity, Aw) (ภาคผนวก ข)

4. ประยุกต์ใช้แป้งมันเทียนในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น

นำแป้งมันเทียนที่ได้มาทดแทนแป้งเท้ายายม่อมบางส่วนในการทำขนมชั้น โดยใช้สูตรพื้นฐานขนมชั้น ดังตาราง 2 ดัดแปลงสูตรและวิธีทำบางส่วนจากขั้นตอนการทำขนมชั้น ดังตาราง 3 (สำนักพิมพ์แสงแดด. 2554 : 6 - 8)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 2 สูตรพื้นฐานตำรับขนมชั้นที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (ร้อยละ)
แป้งเท้ายายม่อม	10.73
แป้งมันสำปะหลัง	26.84
แป้งข้าวเจ้า	5.37
กะทิ	24.15
น้ำตาลทราย	30.67
น้ำใบเตย	2.24

ที่มา : สำนักพิมพ์แสงแดด. 2554 : 6 - 8

ตาราง 3 สูตรทดแทนแป้งเท้ายายม่อมด้วยแป้งมันเทียนในปริมาณต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ตามลำดับ

ร้อยละการทดแทน	ปริมาณที่ใช้ (ร้อยละ)						
	แป้งเท้ายายม่อม	แป้งมันสำปะหลัง	แป้งข้าวเจ้า	แป้งมันเทียน	กะทิ	น้ำตาลทราย	น้ำใบเตย
0	10.73	26.84	5.37	-	24.15	30.67	2.24
25	8.05	26.84	5.37	2.68	24.15	30.67	2.24
50	5.37	26.84	5.37	5.37	24.15	30.67	2.24
75	2.68	26.84	5.37	8.05	24.15	30.67	2.24
100	-	26.84	5.37	10.73	24.15	30.67	2.24

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมชั้น โดยนำขนมชั้นที่ผลิตได้มาประเมินทดสอบคุณภาพทางทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมชั้น ด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะภายนอก และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9 - point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนทั้งหมด 30 คน มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด,

2 =ไม่ชอบมาก, 3 = ไม่ชอบ ปานกลาง, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉย, 6 = ชอบเล็กน้อย, 7 = ชอบปานกลาง, 8 = ชอบมาก, 9 = ชอบมากที่สุด

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design; RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทรีทเม้น ตามวิธีความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ผลและการวิจารณ์

ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งแป้งมันเทียน

สภาวะที่เหมาะสมในการนำพืชมันเทียนมาผลิตเป็นแป้ง คือ การเตรียมตะกอนแป้งด้วยวิธีภูมิปัญญาชาวบ้านและนำตะกอนแป้งที่ได้มาทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แป้งที่ได้ลักษณะตามภาพประกอบ 11 แป้งมันเทียนที่ได้มีสีลักษณะขาวนวล ไม่มีกลิ่นมันเทียนและกลิ่นไหม้ ซึ่งลักษณะของแป้งที่ได้จากการทำแห้งทั้ง 3 ช่วงเวลา สอดคล้องกับงานวิจัยของสุพรรณษา ขำพวง และปรีชา วันเพ็ญ (2545 : 21 - 22) เรื่องการผลิตแป้งกลอยในห้องปฏิบัติการโดยการอบแบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 ชั่วโมง แป้งที่ได้มีลักษณะปรากฏที่ดี มีลักษณะสีขาวปราศจากกลิ่นกลอย และกลิ่นไหม้ แต่ในส่วนของอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ใช้ในการอบแป้งอาจไม่สอดคล้องกันเนื่องจากวิธีการอบแตกต่างกัน และเมื่อนำแป้งมันเทียนไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้ผลการทดลองดังตาราง 4

(ก) (ข) (ค)

ภาพประกอบ 9 ลักษณะหัวมันเทียนสดที่นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แป้งมันเทียน (ก) หัวมันเทียนสด (ข) ลักษณะของตะกอนแป้งมันเทียน (ค) แป้งมันเทียนที่ผ่านการทำแห้ง และบดปั่น

ตาราง 4 จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งมันเทียน โดยใช้อุณหภูมิในการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 9 และ10 ชั่วโมง พบว่า แป้งมันเทียนที่ทำแห้งเป็นเวลา 9 ชั่วโมง มีปริมาณโปรตีนมากที่สุดร้อยละ 0.75±0.01 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับปริมาณโปรตีนเมื่อทำแห้งที่เวลา 8 และ 10 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสันทณีย์ ปัญจอานนท์ และคณะ (2557 : 185 - 197) รายงายว่าวิธีการสกัดแป้งในพืชวงศ์กลอยโดยใช้การล้างน้ำเปล่า และแช่น้ำเปล่าหลาย ๆ ครั้ง ซึ่งเป็นวิธีการสกัดแป้งจากพืชหัวโดยทั่วไปไม่สามารถชะล้างโปรตีนที่มีอยู่ในแป้งของพืชวงศ์กลอยได้ และได้ศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพและโครงสร้างโมเลกุลของแป้งกลอย พบว่า ในแป้งกลอยมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า ร้อยละ 2.39 0.11 และ 0.18 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแป้งมันเทียน จะเห็นว่าแป้งกลอยมีปริมาณ

โปรตีนที่สูงกว่าแป้งมันเทียน หรือแป้งในสายพันธุ์ *Dioscorea* spp. ด้วยกันเอง นอกจากนี้รายงานของปติพร ฤทธิ์เรืองเดช (2546 : 175) สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งเท้ายายม่อม พบว่าแป้งเท้ายายม่อมมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และความชื้น คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง คือ 0.03 0.05 99.36 และ 0.15 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแป้งมันเทียน จะเห็นได้ว่าแป้งมันเทียนมีปริมาณโปรตีน ไขมัน มากกว่าในแป้งเท้ายายม่อม คือ ร้อยละ 0.59±0.22-0.75±0.01 และ 0.05±0.01-0.13±0.01 ตามลำดับ โปรตีนในแป้งมีความสำคัญ คือ โปรตีนในเม็ดแป้งมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 1 อยู่บริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้งทำให้เม็ดแป้งเกิดประจุที่พื้นผิว ส่งผลต่อการพองตัว การดูดน้ำ การกระจายของเม็ดแป้ง และอัตราการเกิดเจลาทิไนซ์ โปรตีนในเม็ดแป้ง ทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโน กับน้ำตาลรีดิวซิง ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) มีผลต่อสี และกลิ่นของผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งชนิดแป้งเป็นแป้งที่ทำขนมปัง ซึ่งมีโปรตีนสูงอยู่ในช่วงร้อยละ 13 - 14.5 แป้งอเนกประสงค์โปรตีนในระดับปานกลางอยู่ในช่วงร้อยละ 9 - 11 และแป้งเค้ก โปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 7 - 9 เป็นแป้งที่มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด และสิ่งที่ทำให้แป้งแต่ละชนิดต่างกันก็คือ (กลูเตนิน และไกลอะดิน) มีปริมาณไม่เกินร้อยละ 15 ของปริมาณแป้ง แต่มีความสำคัญมาก เพราะมีผลโดยตรงต่อโครงสร้างและเนื้อขนมจากการเกิดกลูเตน ซึ่งถ้าแป้งชนิดไหนที่มีโปรตีนสูงก็จะมีกลูเตนสูงตามไปด้วย การเลือกใช้ประเภทแป้งให้เหมาะกับลักษณะของขนมที่ต้องการดังกล่าวข้างต้น เป็นเพียงแนวทางในการเลือกใช้แป้ง แต่ในกระบวนการผลิต แม้มีปริมาณโปรตีนที่ใกล้เคียงกัน แต่คุณภาพของแป้งที่ได้เมื่อนำมาทำขนมในสูตรเดียวกัน ขนมอาจจะมีคุณภาพไม่เหมือนกัน เนื่องจากมีปัจจัยอย่างอื่นที่มีผลต่อคุณภาพแป้งนอกเหนือจากปริมาณโปรตีน เช่น คุณภาพโปรตีน ปริมาณกลูเตน ปริมาณเถ้า สารเติมแต่งที่ใส่เพิ่มเติมในแป้ง เป็นต้น (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2542 : 303)

ไขมัน พบว่า แป้งมันเทียนที่ทำแห้ง เป็นเวลา 9 ชั่วโมง มีปริมาณไขมันมากที่สุด ร้อยละ 0.13±0.01 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับการทำแห้ง เป็นเวลา 10 ชั่วโมง ร้อยละ 0.12±0.01 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับแป้งมันเทียนที่ทำแห้งเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ร้อยละ 0.05±0.00 ซึ่งปริมาณค่าไขมันที่ทำแห้งแป้งมันเทียนเป็นเวลา 8 ชั่วโมง สอดคล้องกับงานวิจัยของปติพร ฤทธิ์เรืองเดช (2546 : 175) สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งเท้ายายม่อม และการนำไปใช้ประโยชน์ในขนมชั้น วิเคราะห์ ค่าไขมันของแป้งเท้ายายม่อมในระดับห้องปฏิบัติการ มีค่าไขมันอยู่ร้อยละ 0.03

คาร์โบไฮเดรต พบว่า แป้งมันเทียนที่ทำแห้งเป็นเวลา 8 9 และ10 ชั่วโมง แป้งมันเทียนที่ทำแห้งเป็นเวลา 9 ชั่วโมง มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุดร้อยละ 81.70±2.68 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ กับปริมาณโปรตีนเมื่อทำแห้งที่เวลา 8 และ 10 ชั่วโมง สอดคล้องกับ

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์ (ออนไลน์. 2557) กล่าวว่า พืชหัวจัดว่าว่าเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต เพราะในพืช หัวจะมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งจะรวมสตาร์ช น้ำตาล และใยอาหาร (Dietary Fiber) ในพืชหัวอยู่ระหว่าง ร้อยละ 18 - 31 กรัม

เถ้า พบว่า แป้งมันเทียนที่ทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 9 และ 10 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) พบว่า แป้งมันเทียนที่ทำแห้งเป็นเวลา 10 ชั่วโมง มีค่าสูงสุดร้อยละ 0.97±1.35 ซึ่งจากการทดลองพบว่า มีปริมาณเถ้าสูงกว่ามาตรฐานกำหนด เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์แป้งมันสัมปะหลังซึ่งเป็นแป้งที่ผลิตมาจากส่วนของรากหรือลำต้นใต้ดินของพืชหัว ตามประกาศกระทรวงพาณิช (กระทรวงพาณิช. ออนไลน์. 2562) กล่าวว่า แป้งมันสำปะหลังชนิดพิเศษต้องมีเถ้า และความชื้น ไม่เกินร้อยละ 0.20 และ 13 ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ออนไลน์. 2521) เรื่องแป้งสาลีชนิดอเนกประสงค์ ซึ่งกำหนดค่าความชื้น ไม่เกินร้อยละ 14 โปรตีน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 9.0 และเถ้า ไม่เกินร้อยละ 0.6

ความชื้น พบว่า แป้งมันเทียนที่ทำแห้งที่ 10 ชั่วโมง มีค่ามากที่สุดร้อยละ 17.57±1.00 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับปริมาณความชื้นเมื่อทำแห้งที่เวลา 9 และ 8 ชั่วโมง เท่ากับร้อยละ 17.28±2.65 และ 16.75±2.37 ตามลำดับ ซึ่งค่าความชื้นที่ได้จากการทดลองมีค่าสูงกว่ามาตรฐานกำหนด ซึ่งไม่สอดคล้องประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดให้แป้งมันสำปะหลังเป็นสินค้ามาตรฐาน (ออนไลน์. 2562) กล่าวว่า แป้งมันสำปะหลังชั้นพิเศษต้องมีเถ้า และความชื้น ไม่เกินร้อยละ 0.20 และ 13 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณอะไมโลส พบว่า แป้งมันเทียนที่ทำแห้ง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง มีปริมาณอะไมโลสมากที่สุด ร้อยละ 58.63±0.04 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับแป้งมันเทียนที่ทำแห้งเป็นเวลา 10 และ 9 ชั่วโมง ซึ่งแป้งมันเทียนมีปริมาณอะไมโลสสูง เมื่อเทียบกับงานวิจัยของปิติพร ฤทธิเรืองเดช (2546 : 59) ผลการศึกษาปริมาณอะไมโลสที่มีอยู่ในแป้งเท้ายายม่อมในห้องปฏิบัติการ แป้งเท้ายายม่อมตามท้องตลาด และแป้งมันสัมปะหลัง พบว่า มีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 23.33±0.17 23.02±0.19 และ 23.07± 0.07 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของชนิดา หันสวาสดิ์ (2551 : 179) ที่กล่าวว่าแป้งในธรรมชาติมีคุณลักษณะ ขนาด และรูปร่างของเม็ดแป้งที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง แป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูง เช่น แป้งจากธัญพืช ได้แก่ แป้งข้าวโพดและแป้งสาลี โครงสร้างร่างแหภายในเม็ดแป้งมีความแข็งแรงมาก ทำให้เม็ดแป้งพองตัวได้น้อย ส่วนแป้งจากรากหรือกลางลำต้น เช่น แป้งมันสำปะหลัง อุณหภูมิเจลาทิไนซ์ต่ำกว่าแป้งจากธัญพืช ทำให้มีการพองตัวและการละลายที่ดีกว่า และแป้งจากส่วนหัว เช่น แป้งมันฝรั่ง การพองตัวของเม็ดแป้งดีที่สุด เนื่องจากพันธะภายในร่างแหอ่อนแอ และมีโครงสร้าง

ที่ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟตที่ทำให้เกิดแรงผลักดันทางไฟฟ้า ทำให้เม็ดแป้งพองตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้ความบริสุทธิ์ของแป้งและสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในแป้งอาจส่งผลต่อคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ของแป้งได้ ถ้าแป้งมีอะไมโลสในปริมาณมากจะส่งผลต่อคุณสมบัติในด้านการพองตัว ความหนืด การยืดหยุ่นของแป้ง ทำให้แป้งมีลักษณะแข็ง ละลายและดูดซึมน้ำได้ไม่ดี และอาจจะทำให้แป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่เหมือนหรือแตกต่างกันได้ (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2542 : 303)

สำหรับค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ พบว่า แป้งมันเทียนที่ทำแห้งที่เวลาต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยแป้งมันเทียนที่ทำแห้ง เป็นเวลา 8 9 และ 10 ชั่วโมง มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ เท่ากับ 0.70±0.10 0.73±0.12 และ 0.73±0.04 ตามลำดับ

ด้านสีพบว่า แป้งมันเทียนที่ใช้เวลาทำแห้ง 8 9 และ 10 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสถิติ ($p>0.05$) มีค่าความสว่าง เท่ากับ 86.55±0.35 88.20±0.14 และ 88.65±1.63 ตามลำดับ ซึ่งแป้งมันเทียนที่ใช้เวลาทำแห้ง 10 ชั่วโมง มีค่าความสว่างมากที่สุด

ค่าความเป็นสีแดง พบว่า แป้งมันเทียนที่ใช้เวลาทำแห้ง 8 9 และ 10 ชั่วโมง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าความสว่างเท่ากับ 0.95±0.07 0.65±0.07 และ 0.75±0.21 ตามลำดับ แป้งมันเทียนที่ทำแห้งเวลา 8 ชั่วโมง มีค่าความเป็นสีแดงมากที่สุด

ค่าความเป็นสีเหลือง เท่ากับ 5.55±0.07 5.00±0.57 และ 5.15±0.64 แป้งมันเทียนที่ใช้เวลาทำแห้ง 8 ชั่วโมง มีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด

จากผลการทดลองจะเห็นว่าแป้งมันเทียนที่เตรียมได้โดยใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 9 และ 10 ชั่วโมง มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และค่าสี ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีเพียงค่าไขมัน ที่เวลาทำแห้ง 8 ชั่วโมง ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับแป้งมันเทียนที่ทำแห้งเป็นเวลา 9 และ 10 ชั่วโมง ซึ่งแป้งมันเทียนมีปริมาณค่าไขมัน ใกล้เคียงกับแป้งเท้ายายม่อม ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การเตรียมแป้งมันเทียนโดยใช้เวลาการทำแห้งเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ไปประยุกต์ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์อาหาร โดยทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนมชั้น เนื่องจากแป้งมันเทียนมีคุณสมบัติคล้ายแป้งเท้ายายม่อมจึงต้องนำแป้งอื่นมาเป็นส่วนผสม ซึ่งสอดคล้องกับศิริลักษณ์ สินธวาลัย (ออนไลน์. 2525) กล่าวว่านิยมใช้แป้งเท้ายายม่อมผสมร่วมกับแป้งชนิดอื่น ๆ เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด เพื่อให้ได้ลักษณะขนมที่มีความข้นเหนียว มันวาวตามต้องการ และจากการค้นคว้าตำรับขนมไทยพบว่า ขนมชั้นมีการใช้แป้งเท้ายายม่อมเป็นส่วนผสมมากที่สุด (สำนักพิมพ์แสงแดด. 2554 : 6 - 8) ดังนั้นเนื่องจากแป้งมันเทียนและแป้งเท้ายายม่อม ใช้ส่วนหัวสะสมอาหารของพืชมาผลิตเป็นแป้งและจะเก็บหัวได้ปีละ 1 ครั้งเหมือนกัน ดังนั้นจึงศึกษาเรื่อง

การประยุกต์ใช้แป้งมันเทียนที่ผลิตได้มาประยุกต์ในผลิตภัณฑ์อาหารทำขนมชั้นโดยใช้ทดแทนแป้งเท้ายายม่อมบางส่วน

ตาราง 4 ผลองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของแป้งมันเทียนที่ทำแห้งโดยใช้อุณหภูมิทำแห้ง 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 9 และ 10 ชั่วโมง

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)		เวลาทำแห้ง (ชั่วโมง)		
		8	9	10
โปรตีน[ns]		0.59±0.22	0.75±0.01	0.41±0.07
ไขมัน		0.05±0.00[b]	0.13±0.01[a]	0.12±0.01[a]
คาร์โบไฮเดรต[ns]		81.64±1.29	81.70±2.68	80.94±0.43
เถ้า[ns]		0.97±1.29	0.14±0.03	0.97±1.35
ความชื้น[ns]		16.75±2.37	17.28±2.65	17.57±1.00
อะไมโลส		58.63±0.04[a]	56.84±0.57[b]	57.03±0.37[b]
Aw[ns]		0.70±0.10	0.73±0.12	0.73±0.04
สี[ns]	L*	86.55±0.35	88.20±0.14	88.65±1.63
	a*	0.95±0.07	0.65±0.07	0.75±0.21
	b*	5.55±0.07	5.00±0.57	5.15±0.64

หมายเหตุ : a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการประยุกต์ใช้แป้งมันเทียนในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น

นำแป้งมันเทียนที่เตรียมได้จากอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมชั้น โดยนำแป้งมันเทียนที่ได้มาทดแทนแป้งเท้ายายม่อมบางส่วนในการทำขนมชั้น ลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมชั้น ดังภาพประกอบ 9 และเมื่อนำขนมชั้นที่ผลิตได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลดังตาราง 5

ภาพประกอบ 10 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมชั้นจากแป้งมันเทียน

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมชั้น (ตาราง 5) พบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งมันเทียน มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังนี้

ความชอบด้านลักษณะปรากฏ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 0 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.40±1.43) โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 100 (7.32±1.38) และที่ร้อยละ 25 (6.96±1.52)

ความชอบด้านสี พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดอยู่ในระดับความชอบปานกลาง (7.46±1.13) โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับผลิตภัณฑ์ ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 0 (7.40±1.36) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับเมื่อทดแทนร้อยละ 50 (6.32±1.39) 75 (6.26±1.43) และ 100 (6.70±1.71)

ความชอบด้านกลิ่น พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.16±1.30) มีความแตกต่างทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 0 (6.52±1.43) 50 (6.58±1.47) 75 (6.26±1.75) และ 100 (6.62±1.50)

ความชอบด้านรสชาติ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 0 ได้รับคะแนนสูงสุดอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.88±1.35) โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 50 (6.46±1.34) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับร้อยละ 25 (5.86±1.92) 75 (5.90±1.82) และ 100 (6.32±1.68)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 0 ได้รับคะแนนสูงสุดอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.90±1.72) โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 100 (6.38±1.58) ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 25 (5.86±1.83) ได้รับคะแนนความชอบน้อยที่สุด โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับร้อยละ 50 (5.62±1.64)

ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 0 ได้รับคะแนนสูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.24±1.52) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับร้อยละอื่น ๆ ที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียน

เมื่อพิจารณาเฉพาะสูตรที่มีการใช้แป้งมันเทียนทดแทนแป้งเท้ายายม่อมในการทำผลิตภัณฑ์ขนมชั้น สามารถใช้แป้งมันเทียนทดแทนแป้งเท้ายายม่อม ตั้งแต่ร้อยละ 25 50 75 และ 100 ตามลำดับ เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของผู้ทดสอบชิมในลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถสรุปได้ว่า สามารถนำแป้งมันเทียนทดแทนแป้งเท้ายายม่อมได้ทุกระดับในการทำผลิตภัณฑ์ขนมชั้น ซึ่งแต่ละสูตรจะทำให้ขนมชั้นมีลักษณะแตกต่างกันออกไป ดังนี้

หากเลือกทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 25 จะได้ลักษณะ สี และกลิ่น ไม่แตกต่างจากใช้แป้งมันเทียนทดแทนแป้งเท้ายายม่อมที่ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) เลือกใช้ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 50 จะได้รสชาติที่ใกล้เคียงกับขนมชั้นที่ทำมาจากแป้งเท้ายายม่อม ที่ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ถ้าเลือกใช้แป้งมันเทียนทดแทนแป้งเท้ายายม่อมในการทำผลิตภัณฑ์ขนมชั้นที่ร้อยละ100 จะให้ลักษณะปรากฏ และลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกับขนมชั้นที่ทำมาจากแป้งเท้ายายม่อม ที่ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) และเมื่อพิจารณาความชอบโดยรวม ของแต่ละสูตรที่มีแป้งมันเทียนเป็นส่วนผสม พบว่า ด้านความชอบโดยรวม สามารถเลือกใช้สูตรที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 50 75 และ 100 ตามลำดับ ถึงแม้ว่าทั้ง 3 สูตรนี้จะมีค่าความชอบโดยรวมแตกต่างจาก ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ก็ตาม และเลือกทดแทนด้วยแป้งมันเทียนร้อยละ 100 จะได้ลักษณะปรากฏที่ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมชั้น

แป้งมันเทียน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนน±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	7.40±1.43^{a}	7.40±1.36^{a}	6.52±1.43^{b}	6.88±1.35^{a}	6.90±1.72^{a}	7.24±1.52^{a}
25	6.96±1.52^{ab}	7.46±1.13^{a}	7.16±1.30^{a}	5.86±1.92^{c}	5.10±2.05^{d}	5.86±1.83^{c}
50	6.66±1.49^{b}	6.32±1.39^{b}	6.58±1.47^{b}	6.46±1.34^{ab}	5.62±1.64^{cd}	6.18±1.62^{bc}
75	6.80±1.70^{b}	6.26±1.43^{b}	6.26±1.75^{b}	5.90±1.82^{c}	6.06±1.48^{bc}	6.30±1.52^{bc}
100	7.32±1.38^{a}	6.70±1.71^{b}	6.62±1.50^{b}	6.32±1.68^{bc}	6.38±1.58^{ab}	6.54±1.96^{b}

หมายเหตุ : อักษร a-d หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมในการนำพืชมันเทียนมาผลิตเป็นแป้งมันเทียน คือ การเตรียมตะกอนแป้งด้วยวิธีภูมิปัญญาชาวบ้าน และนำตะกอนแป้งที่ได้มาทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งมีลักษณะกายภาพของแป้งที่ได้มีลักษณะที่ดี คือ แป้งมีสีขาวนวล ปราศจากกลิ่นมันเทียน และกลิ่นไหม้จากการทำแห้งแป้ง องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทียน ประกอบด้วย โปรตีนร้อยละ 0.59±0.22 ไขมันร้อยละ 0.05±0.00 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 81.64±1.29 เถ้าร้อยละ 0.97±1.29 ความชื้นร้อยละ 16.75±2.37 และอะมิโลส 58.63±0.04 สำหรับองค์ประกอบทางกายภาพของแป้งมันเทียน ประกอบด้วย ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.70±0.10 ค่าสี ความสว่าง 88.65±1.63 ค่าความเป็นสีแดง 0.95±0.07 ค่าความเป็นสีเหลือง 5.55±0.07 เมื่อนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมชั้น สามารถใช้แป้งมันเทียนทดแทนแป้งเท้ายายม่อมในการทำผลิตภัณฑ์ขนมชั้นได้ที่ร้อยละ 25 50 75 และ 100 ตามลำดับ ซึ่งการศึกษาที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกมันเทียนเป็นพืชเศรษฐกิจ เพื่อสร้างรายได้เพิ่มให้กับเกษตรกรและคนในชุมชน

ข้อเสนอแนะ

1. มันเทียน ส่วนใหญ่ยังไม่มีการปลูกกันอย่างจริงจัง ชาวบ้านส่วนใหญ่นิยมเก็บหัวมันเทียนจากป่าธรรมชาติ เพื่อนำมาบริโภค และจำหน่ายตามตลาด ไม่ใช่การเพาะปลูกเพื่อจำหน่ายซึ่งเมื่อพิจารณาการนำมันเทียนมาใช้ประโยชน์ เห็นควรให้มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาส่งเสริมการเพาะปลูก ให้เป็นพืชเศรษฐกิจในอนาคต

2. ขั้นตอนการผลิตแป้งมันเทียน อาจทำเกิดการให้สูญเสียแป้งจากขั้นตอนในการปอกเปลือกและขั้นตอนการบีบคั้นเพื่อกรองแยกส่วนที่เป็นน้ำแป้งและกากให้แยกออกจากกันซึ่งอาจทำให้สูญเสียส่วนของน้ำแป้งไปในกระบวนการนี้ จึงควรมีการนำเทคโนโลยีหรือเครื่องมือมาช่วยในขั้นตอนเหล่านี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3. ควรมีการศึกษาต่อยอดเพิ่มเติมด้านอายุการเก็บรักษาแป้งมันเทียน และคุณค่าทางโภชนาการ

4. สามารถศึกษาต่อยอดงานวิจัยแป้งมันเทียน เพื่อไปประยุต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ยา หรือเครื่องสำอาง เพื่อเพิ่มความหลากหลาย และเพิ่มมูลค่าในการใช้ประโยชน์จากแป้งมันเทียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553). **พฤกษศิลปะเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 83 พรรษา 5 ธันวาคม 2553**. กรุงเทพฯ : กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

กระทรวงพาณิชย์. (2549). **กำหนดให้แป้งมันสำปะหลังเป็นสินค้ามาตรฐานและมาตรฐานสินค้าแป้งมันสำปะหลัง**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://www.dft.go.th/th-th/Detail-Law/ArticleId/2360/-29-2549-1-2. 6 พฤศจิกายน 2562.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2542). **เทคโนโลยีของแป้ง**. กรุงเทพ : ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กษมา ชารีโคตร. (2559). **หลักการวิเคราะห์อาหาร**. (เอกสารประกอบการสอน). อุดรธานี : คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

กองวิจัยทางการแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2519). " สารสกัดจากหัวมัน," **วารสารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. 18 (2) : 141 - 142.

เกศรินทร์ มณีนูน. (2556). "สมุนไพรจากพืชสกุลกลอยในตารับยาแผนไทย," **วารสารวิทยาศาสตร์ มข**. 41 (4) : 797 - 807.

จรูญศรี พลเวียง. (2543). **เคล็ดลับการทำขนมไทย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม่บ้านจำกัด.

จันทร์เฉิดฉาย สังเกตกิจ และคณะ. (2558). **สมบัติทางเคมี กายภาพ ของแป้งเท้ายายม่อม และสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://ird.rmuti.ac.th. 5 ตุลาคม 2562.

จันทร์เฉิดฉาย สังเกตกิจ. (2558). **รายงานโครงการ การศึกษาการใช้ประโยชน์จากพืชท้องถิ่น "เท้ายายม่อม"**. สุรินทร์ : คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.

ชนิดา หันสวาสดิ์. (2551). **เคมีของแป้งและแป้งดัดแปร**. พิษณุโลก : สำนักพิมพ์คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่. (2547). **พืชวงศ์กลอยถิ่นเดียวและหายากของประเทศไทย**. พิษณุโลก : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เต็ม สมิตินันท์. (2557). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันทน์ ฉบับแก้ไข พ.ศ. 2557**. กรุงเทพฯ : สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

ทิพย์พรรณ สดากร. (2536). “กลอย,” **กสิกร**. 66 (5) : 491 - 492.

ธาริน นาคศรีอาภรณ์. (2547). **สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสตาร์ชจากกลอย Dioscorea Hispida Dennst และสตาร์ชจากกลอยที่ผ่านการดัดแปรด้วยความร้อนชื้น**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีทางอาหาร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ ห้วยหงส์ทอง. (2559). **การทดลองฤทธิ์พฤกษเคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพของสมุนไพรไทยบางชนิดที่ใช้รักษาโรคเบาหวาน**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ชีวเคมีศึกษา). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. (2544). **ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ปิติพร ฤทธิเรืองเดช. (2546). **คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของแป้งเท้ายายม่อม และการนำไปใช้ประโยชน์ในขนมชั้น**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2557). **สตาร์ช**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0501/starch. 25 ธันวาคม 2562.

วัชนะ บุญชัย และคณะ. (2558). **การขยายพันธุ์มันเทียนเพื่อการอนุรักษ์**. ระยอง : สวนพฤกษศาสตร์ระยอง.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. (2552). **นิเวศวิทยา การขยายพันธุ์และการใช้ประโยชน์เท้ายายม่อม**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://riss.rmutsv.ac.th/upload/doc/ 201903/ MeYAjABYr5NkbB5nOHz7/ MeYAjABYr5NkbB5nOHz7.pdf. 15 ธันวาคม 2562.

สมพร สุริยันต์. (2543). “กลอย พืชพื้นบ้าน,” **กสิกร**. 73 (6) : 628 - 630.

สันทณีย์ ปัญจอานนท์, วิทวัส จิรนันทกูล, และดุษฎี อุตภาพ. (2557). “สมบัติทางเคมีกายภาพและโครงสร้างโมเลกุลของแป้งกลอย (*Dioscorea hispida* Dennst.) และแป้งมันมือเสือ (*Dioscorea esculenta* (Lour.) Burkill),” **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ**. 37 (2) : 185 - 197.

สำนักงานปลัด กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. (2533). ผลิตภัณฑ์กลอย. **รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ**. กรุงเทพ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2521). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งสาลีชนิดอเนกประสงค์ มอก**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://www.tisi.go.th/data/standard/pdf_files/tis/a375-25xx.pdf. 2 พฤศจิกายน 2562.

สำนักพิมพ์แสงแดด. (2554). **ขนมนึ่ง**. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี จำกัด.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สุพรรณยา ขำพวง และปรีชา วันเพ็ญ. (2545). **ปัญหาพิเศษเรื่องการผลิตแป้งกลอย**. เพชรบุรี : สำนักวิทยบริการ สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

สุพัตรา เจริญเวชธรรม และคณะ. (2562). **รายงานโครงการศึกษาวิจัย เรื่อง อนุรักษ์และฟื้นฟูประชากร ในระบบนิเวศของพรรณไม้ที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ - มันเทียน (*Dioscorea brevipetiolata* Prain & Burkill)**. ระยอง : สวนพฤกษศาสตร์ระยอง.

สุพินญา บุญมานพ. (2556). “กลอย...พืชพื้นบ้านให้แป้ง,” **กสิกร**. 86 (6) : 70 - 74.

สุภาภรณ์ ปิติภรณ์. (2559). “กลอย พญามันป่า,” **หมอชาวบ้าน**. 38 (449) : 30 - 33.

สุภาภรณ์ ภัทรสุทธิ. (2543). “เท้ายายม่อมพืชหัวที่น่าสนใจ”. **ข่าวพฤกษศาสตร์และวัชพืช**

Abass, A.B., Olorunda, A.O., Asiedu, R. and Bokanga, M. (2003). **Effect of Age of Yam Tuber at Harvest on the Qualities of Yam Foods. In Root Crops: The Small Processor and Development of Local Food Industries for Market Economy**. **Proceedings of the 8th Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops-Africa Branch (ISTRC-AB)**, Ibadan, Akoroda, M.O. (Ed).,131 - 138.

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis (17th ed.). **Association of Official Analytical Chemists.** Virginia.

Baah, F.D. (2009). **Characterization of Water Yam (Dioscorea Alata) for Existing and Potential Food Products**. PhD Thesis, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana.

Bhandari, M. R. and Kawabata, J. (2005). Bitterness and Toxicity in Wild Yam (Dioscorea spp.) Tubers of Nepal. **Plant Foods for Human Nutrition**. 60 (3) : 129 - 135.

Bourne, M.C. (1982). **Food Texture and Viscosity**. **Concept and Measurment**. New York : Academic Press. 33 - 47.

Bradbury, J.H. and Halloway, W.D. (1988). **Chemistry of Tropical Root Crops: Significance for Nutrition and Agriculture in the Pacific**. 6th ed. Canberra : ACIAR Monograph.

Chanida Palanuvej and et al. (2014). Dioscorine Content in Dioscorea Hispida Dried Tubers in Thailand by TLC-densitometry and TLC image Analysis. **Journal of Chemical and Pharmaceutical**. 6(4) : 803 - 806.

Concon, J. M. (1988). “Food Toxicology - Principle and Concepts,” **Research**. 6(4) : 803 - 806

Fassett, D.W. (1973). “Oxalates. In Toxicants Occurring Naturally in Foods,” **National Academic of Science**. 2 (1) : 43 - 59.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Flanch M. and F. Rumawas. (1996). **Plant Resource of South-East-Asia No.9 Plant Yielding Non-Seed Carbohydrates**. Leiden : Backhuys Publishers.

Hodgkinson, A. (1977). **Oxalic Acid in Biology and Medicine**. New York : Academic Press.

Holloway, W. D., Argall, M. E., Jealous, W. T., Lee, J. A., and Bradbury, J. H. (1989). "Organic Acids and Calcium Oxalate in Tropical Root Crop," **Journal of Agricultural Food Chemistry**. 37(2) : 337 - 341.

Jiru, K. and Urga, K. (1995). "Form and Content of Oxalate and Calcium in Some Vegetable in Ethiopia," **Journal of Health**. 9 (1) : 13 - 18.

Judy Webster, Wendy Beck, and Bela Ternai. (1984). "Toxicity and Bitterness in Australian Dioscorea bulbifera L. and Dioscorea hispida Dennst. from Thailand," **Journal of Agric**. **Food Chem**. 32 (5) : 1087 - 1090.

Juliano, B.O. (1971). "A Simplified Assay for Milled-Rice Amylose", C**ereal Science Today, Minnesote, United state of America**. 16 (11) : 333 - 340.

King, S.R. (1988). **Economic Botany of the Andean Tuber CropComplex: Lepidium meyenii, *Oxalis tuberosa*, *Tropaeolumtuberosum*, and*Ullucus tuberosus***. Ph.D. Thesis. New York : The City University of New York.

Kulasinghea W.M.A.A. and K.K.T.N. Ranaweerab. (2019). "Physical, Chemical and Biological Aspects of Dioscorea Yams and Potential Value Additions," **Journal of Agriculture and Value Addition**. 2 (1) : 43 - 59.

Oscarsson, K.V. and Savage, G.P. (2007). "Composition and Availability of Soluble and Insoluble Oxalates in Raw and Cooked Taro (Colocasia esculenta var. Schott) Leaves," **Food Chemistry**. 101 (2) : 559 - 562

Libert B. and Franceschi V.R. Franceschi. (1987). "Oxalate in Crop Plants," **Journal of Agricultural Food Chemistry**. 35(2) : 926 - 938.

Maneenoon, K., Sirirugsa, P. and Sridith, K. (2008). "Ethnobotany of DioscoreaL. (Dioscoreaceae), a Major Food Plant of the Sakai Tribe at Banthad Range, Peninsular Thailand," **Ethnobotanical Research and Applications**. 6(1) : 385 - 394.

Maria de Lourdes Contreras-Pacheco and et al. (2013). "Diosgenin Quantification, Characterisation and Chemical Composition in a Tuber Collection of Dioscorea spp. in the State of Jalisco, Mexico. International," **Journal of Food Science and Technology**. 48(10) : 2111 - 2118.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Rosenthal, A.J. (1999). **Food Texture Measurment and Perception**. Gaithersburg : Aspen Publishing, Inc. USA.

Sangketkit, C., Savage, G.P., Martin, R.J. and Mason, S.L. (2001). "Oxalate Content of Raw and Cooked oca (Oxalis tuberosa)," **Journal of Food Composition and Analysis**. 14(4) : 389 - 397.

Savage, L. G.P, Vanhanen, S. M. Mason, and Ross A. B. (2000). "Effect of Cooking on the Soluble and Insoluble Oxalate Content of Some New Zealand Foods," **Journal of Food Composition and Analysis**. 13 : 201 - 206.

Shajeela P.S., Mohan V. R., Louis Jesudas L., and Tresina Soris P. (2011). "Nutritional and Antinutritional Evaluation of Wild Yam (Dioscorea spp.)," **Tropical and Subtropical Agroecosystems**. 14(2) : 723 - 730.

Wilkin, P. and Thapyai, C. (2009). **Dioscoreaceae. 10(1) Flora Of Thailand** (22-24). Bangkok : Printed Thailand At Prachachon. Co. Ltd.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

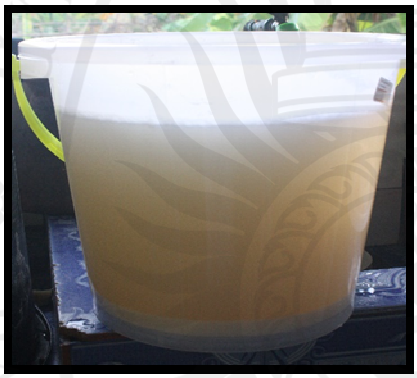
ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการผลิตแป้งมันเทียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(ก)

(ข)



(ค)

(ง)

(จ)

(ฉ)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพภาคผนวก 1 ขั้นตอนการผลิตแป้งมันเทียน (ก) หัวมันเทียนสด (ข) ล้างทำความสะอาดและปลอกเปลือก (ค) หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ (ง) แช่น้ำเกลือ (จ) เปลี่ยนน้ำเกลือใหม่ทุก ๆ 24 ชั่วโมง (จ) แช่ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำที่แช่มันเทียนใส

(ช)

(ซ)

(ฌ)

(ญ)

(ฎ)

(ฏ)

ภาพภาคผนวก 1 ขั้นตอนการผลิตแป้งมันเทียน (ต่อ) (ช) ปั่นละเอียดนาน 3 นาที (ซ) กรองด้วยผ้าขาวบาง (ฌ) น้ำแป้งทิ้งให้แป้งตกตะกอน นาน 3 - 5 ชั่วโมง (ญ) เปลี่ยนน้ำใหม่ทุก ๆ 3 - 5 ชั่วโมง (ฎ) แช่น้ำเกลือแป้งครบ 72 ชั่วโมง (ฏ) น้ำแช่มีสีใส จากนั้นเทน้ำให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นตะกอนแป้ง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(ฐ)

(ฑ)

(ฒ)

(ณ)

(ด)

(ต)

ภาพภาคผนวก 1 ขั้นตอนการผลิตแป้งมันเทียน (ต่อ) (ฐ) ตะกอนแป้งที่ได้ (ฑ) อบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง (ฒ) บดแป้งให้ละเอียด (ณ) ร่อนผ่านตะแกรง (ด) แป้งมันเทียน (ต) บรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

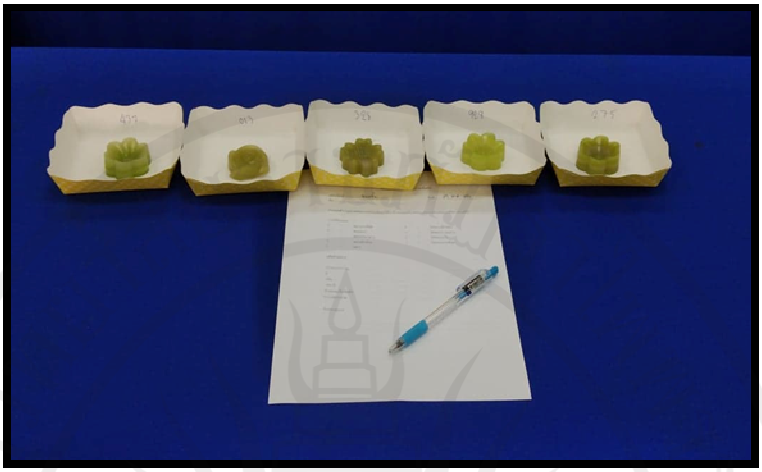
(ก) (ข)

(ค) (ง)

(จ) (ฉ)

ภาพภาคผนวก 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งมันเทียน ทำขนมชั้น (ก) ผสมน้ำตาลกับกะทิตั้งไฟกลาง เดือดยกลง (ข) นำน้ำตาลกับกะทิที่ได้นวดกับแป้งผสม (แป้งเท้ายายม่อม แป้งข้าวเจ้า แป้งมันเทียน) (ค) แบ่งเป็น 2 ส่วนสีขาวน้ำกะทิใส่น้ำลอยดอกมะลิ สีเขียวใส่น้ำใบเตยคั้นข้น (ง) หยอดน้ำแป้งสีขาวใส่ในถาดสลับสีเขียว (จ) นึ่งในถาดร้อนชั้นละ 3 - 5 นาที (ฉ) ขนมชั้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



(ก)

(ข)

ภาพภาคผนวก 3 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (ก) แบบประเมินและผลิตภัณฑ์ขนมชั้น (ข) ผู้ทดสอบทำแบบประเมินผลิตภัณฑ์ขนมชั้น

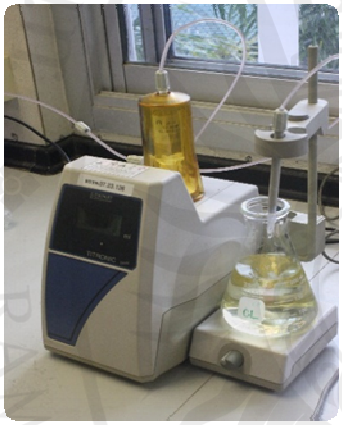
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ข

การศึกษาสมบัติทางเคมี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(ก)



(ข)

(ค)

ภาพภาคผนวก 4 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ก) ทำการย่อยตัวอย่างและนำเข้าเครื่องกลั่นโปรตีน (ข) สารละลายหลังการกลั่น (ค) สารละลายหลังการไตรเตรท

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(ก)

(ข)

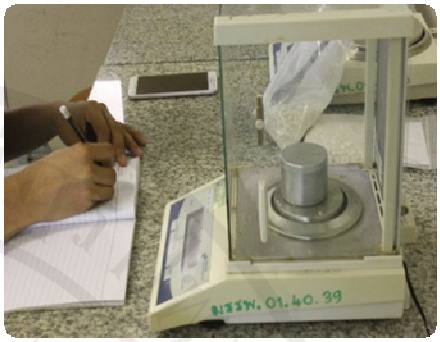
(ค)

(ง)

ภาคภาคผนวก 5 การวิเคราะห์ปริมาณปริมาณเถ้า (ก) ชั่งถ้วยกระเบื้อง (ข) เผาตัวอย่างในเตาเผาความร้อนสูง (ค) ถ้วยใส่ตัวอย่างเถ้าที่ได้จากการเผา (ง) ทิ้งให้เย็นในโถดูด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(ก)



(ข)

(ค)

(ง)

ภาพภาคผนวก 6 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ก) ชั่งน้ำหนักกระป๋องพร้อมฝากระป๋อง (ข) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่ในกระป๋อง (ค) อบกระป๋องในตู้อบ โดยเปิดฝาออก (ง) ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(ก)

(ข)

ภาพภาคผนวก 7 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ก) นำตัวอย่างใส่ในชุดกลั่น Soxhlet (ข) เครื่องระเหยสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นางสาวมยุรี ภิญโญศักดิ์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2527
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	19/2 หมู่ 5 บ้านมาบเหลาชะโอน ตำบลชากพง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง
ตำแหน่งงาน/อาชีพปัจจุบัน	พนักงานรัฐวิสาหกิจ ตำแหน่งนักจัดการพืชสวน ระดับ 5
สถานที่ทำงาน	สวนพฤกษศาสตร์ระยอง หมู่ 2 ตำบลชากพง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2542	มัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3 โรงเรียนกาญจนาภิเษก วิทยาลัยชัยภูมิ อ.เมือง จ.ชัยภูมิ
พ.ศ. 2545	มัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 โรงเรียนแก้งคร้อวิทยา อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ
พ.ศ. 2547	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาพืชศาสตร์ คณะพืชศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์
พ.ศ. 2549	ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชศาสตร์ (พืชไร่) คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี