



## รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของแป้งที่ผลิตจาก  
หัวมันสำปะหลังในพื้นที่เพาะปลูกจากประเทศลาว

นางสาวเตชินี ต่อมกระโทก รหัสนักศึกษา 5940201110

นางสาวสุณิสา สุขเสริม รหัสนักศึกษา 5940201125

โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

การศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของแป้งที่ผลิตจาก  
หัวมันสำปะหลังในพื้นที่เพาะปลูกจากประเทศลาว

นางสาวเตชนี ต่อมกระโทก รหัสนักศึกษา 5940201110

นางสาวสุณิสา สุขเสริม รหัสนักศึกษา 5940201125

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

2563

ชื่องานวิจัย	การศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของแป้งที่ผลิตจากหัวมันสำปะหลังในพื้นที่เพาะปลูกจากประเทศลาว
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี)
ผู้วิจัย	นางสาวเตชินี ต่อมกระโทก นางสาวสุนิสา สุขเสริม
อาจารย์นิเทศ	ดร.เจริญศักดิ์ เลางาม อาจารย์ชุตินา เปลื้องกลาง
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปีการศึกษา	2563

### บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของแป้งที่ผลิตจากหัวมันสำปะหลัง ในพื้นที่เพาะปลูกของประเทศไทยด้วยเครื่องสีมะพร้าว โดยทำการศึกษาสมบัติของแป้งเบื้องต้น พบว่ามีค่าพีเอช เท่ากับ 6.9 และมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 564 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร และมีความขาวเท่ากับร้อยละ 83.2 จากการทดลองสรุปได้ว่าแป้งมันสำปะหลังลาวมีสมบัติเบื้องต้นคล้ายกับแป้งมันสำปะหลังไทย ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการผลิตแป้ง และการตัดสินใจรับซื้อหัวมันสำปะหลังจากพื้นที่เพาะปลูกของประเทศไทยในครั้งต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากคุณชมพูนุท ศรีมะเริง ซึ่งเป็นพี่เลี้ยงที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา และพี่ๆ พนักงาน Lab QC ทุกท่าน ผู้ซึ่งได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนตรวจทาน ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของรายงานวิจัยฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ คณะผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของทุกท่าน ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.เจริญศักดิ์ เลางาม และ อาจารย์ชุตินา เปลื้องกลาง ที่กรุณารับเป็น อาจารย์มานิเทศศึกษา ณ สถานประกอบการ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่ข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติผู้ใกล้ชิดทุกท่าน ที่คอยสนับสนุน ให้โอกาสในการศึกษา ให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา จนทำให้สามารถ ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเสร็จสมบูรณ์ลุล่วงด้วยดี

เตชินี ต่อมกระโทก

สุณิสสา สุขเสริม

2562

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	
สารบัญตาราง	
สารบัญรูป	
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ	1
1.2 เกี่ยวกับองค์กร	1
1.2.1 วิสัยทัศน์ของบริษัท	2
1.2.2 เป้าหมายของบริษัท	2
1.3 ที่มาและความสำคัญ	3
1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	3
1.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	3
1.6 ระยะเวลาในการปฏิบัติงานและสภาพการทำงาน	3
1.7 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.8 ขอบเขตการศึกษา	3
1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แผนผังกระบวนการผลิตแปงมันสำปะหลัง	4
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง	5
2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลัง	5
2.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง	8
2.2.3 ชนิดของมันสำปะหลัง	9
2.2.4 การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง	10

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	12
2.3.1 pH Meter	12
2.3.2 การนำไฟฟ้า (Conductivity)	12
2.3.3 ความหนืด (Viscosity)	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	16
3.2 วิธีการทดลอง	16
3.2.1 วิธีสกัดแป้งจากหัวมันสด	16
3.2.2 ศึกษาสมบัติของแป้ง Native เบื้องต้น	17
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	
4.1 ผลการศึกษาสมบัติของแป้ง Native เบื้องต้น	18
4.1.1 การศึกษาค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้า	18
4.1.2 การศึกษาหาร้อยละความขาวของแป้ง	18
4.1.3 การศึกษาสีของแป้งนี้	19
4.1.4 การศึกษาหาร้อยละแป้งหนีในกาก	19
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	20
บรรณานุกรม	21

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.1	องค์ประกอบหลักในหัวมันสำปะหลัง	8
ตารางที่ 2.2	องค์ประกอบในเนื้อมันสำปะหลัง	8
ตารางที่ 2.3	ส่วนประกอบทางเคมีของหัวมันสำปะหลังสดและหัวมันสำปะหลังแห้ง	9
ตารางที่ 4.1	ศึกษาค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของแป้งมันสำปะหลังลาว	18
ตารางที่ 4.2	ศึกษาร้อยละความขาวของแป้งมันสำปะหลังลาว	18
ตารางที่ 4.3	ศึกษาหาแป้งหนึ่ในกากของแป้งมันสำปะหลังลาว	19

## สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 แผนที่บริษัท สงวนวงษ์ จำกัด	1
รูปที่ 2.1 มันสำปะหลัง	5
รูปที่ 2.2 ลักษณะรากหรือหัวมันสำปะหลัง	6
รูปที่ 2.3 ลักษณะผล (A) และดอกของมันสำปะหลัง (B)	7
รูปที่ 2.4 ผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง มันอัดเม็ดและมันเส้น	11
รูปที่ 2.5 เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)	12
รูปที่ 2.6 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)	13
รูปที่ 2.7 การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเมื่อให้ความร้อน	14
รูปที่ 2.8 เครื่อง Brabender Amylograph	15



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

บริษัท สวนวนวษ์อุตสาหกรรม จำกัด ตั้งอยู่ที่ 120 หมู่ 4 ถนนราชสีมา-โชคชัย ตำบลหนองบัวศาลา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000



รูปที่ 1.1 แผนที่บริษัท สวนวนวษ์ จำกัด

### 1.2 เกี่ยวกับองค์กร

บริษัท สวนวนวษ์อุตสาหกรรม จำกัด ผลิต แปรรูป และส่งออกแป้งมันสำปะหลังให้กับโรงงาน และ อุตสาหกรรมต่างๆทั้งในและต่างประเทศ เป็นธุรกิจครอบครัวที่บริหารงานอย่างเป็นสากลและมีหลักการ มีการพัฒนาปรับปรุงโรงงานอย่างต่อเนื่อง นับเป็นโรงแป้งมันที่ริเริ่มจัดกิจกรรม 5 ส อย่างเต็มรูปแบบ และเป็นบริษัทที่มีกำลังการผลิตแป้งมันสำปะหลังมากที่สุด ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้รับการรับรองระบบ ISO9001, ISO14001, OH&SAS/TIS18001, มทร.8001, GMP, HALAL, KOSHER ฯลฯ มีบริษัทในเครือ (ในบริเวณเดียวกัน) ดังนี้

บจก. สวนวนวษ์สตาร์ชโคตรตั้ง (SWC)

บจก. ทีไฟเบอร์อินโนเวชั่น (T-Fibre) ผลิตไฟเบอร์จากกากมันสำปะหลัง

บจก. สวนวนวษ์สตาร์ช (SWS)

บจก. สวนวนวษ์เอเนอร์ยี (SWE)6

บจก. โคราซไปโอเอเนอร์ยี (KBE) ผลิตพลังงาน Bio gas

บจก. สวนวนวษ์ฟู้ดสตาร์ช

ผลิตภัณฑ์ของบริษัท สวงวนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

แป้งมันสำปะหลัง (Native Tapioca Starch) เป็นแป้งมันสำปะหลังที่ผลิตจากหัวมันสำปะหลัง สดธรรมชาติ ซึ่งไม่ผ่านการดัดแปลงพันธุกรรมและผ่านกระบวนการผลิตที่มีคุณภาพ ช่างเทคนิคที่มี ประสบการณ์ความสามารถของเครื่องจักรที่ทันสมัย ระบบการจัดการที่ดี จึงได้แป้งมันสำปะหลัง ที่สะอาด มีความเหนียวสูงและมีคุณภาพสม่ำเสมอ

แป้งมันสำปะหลังดัดแปลง (Modified Tapioca Starch) เป็นแป้งที่มีการเติมสารเคมีลงไปเพื่อ เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของแป้งแต่ละชนิด โดยแป้งมันสำปะหลังสามารถใช้ประโยชน์ ในทางอุตสาหกรรมที่มีความเฉพาะมากขึ้น เช่น อุตสาหกรรมอาหารและกระดาษ เป็นต้น

### 1.2.1 วิสัยทัศน์ของบริษัท

เป็นเลิศในการผลิตแป้งมันสำปะหลังที่มีคุณภาพสูงต้นทุนต่ำในภูมิภาคเอเชีย มุ่งเน้น พันธกิจทางธุรกิจแบบยั่งยืน มีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นองค์กรที่ผาสุก มีการ พัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า

### 1.2.2 เป้าหมายของบริษัท

คงความเป็นโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังขนาดใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ภายใต้การบริหารงานที่มีประสิทธิภาพ โดยมีกำไรที่เหมาะสมเพื่อความอยู่รอดทางธุรกิจ

## 1.3 ที่มาและความสำคัญ

จากปัญหาพื้นที่เกษตรกรรมในจังหวัดนครราชสีมาประสบภัยแล้งอย่างหนัก สาเหตุมาจากฝน ทิ้งช่วงนานหลายเดือน ส่งผลกระทบกับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งทำให้เกิดโรคระบาดในต้นมัน เช่น โรคแมลงหริ่งขาว โรคเพลี้ยแป้งลาย โรคไรแดง เป็นต้น โรคเหล่านี้จะเป็นแมลงขนาดเล็กอยู่ รวมกันเป็นกลุ่ม และเกาะนิ่งอยู่ใต้ใบมันสำปะหลัง ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนใต้ใบ พืช ทำให้เกิดโรคดำ พืชสังเคราะห์แสงได้น้อย ใบมีวนซีด ร่วง และตายลง นอกจากนี้ยังทำให้ระบบท่อน้ำและอาหารของลำต้นเกิดความเสียหาย ทำให้ต้นมันสำปะหลังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ หัวมันมีขนาดเล็กผิดปกติ ส่งผลให้ผลผลิตตกต่ำ ไม่เพียงพอต่อความต้องการของกำลังการผลิต ดังนั้นทางบริษัท สวงวนวงษ์ อุตสาหกรรม จำกัด จึงได้มีการรับซื้อหัวมันสำปะหลังจากต่างพื้นที่ โดยได้รับซื้อมัน สำปะหลังจากพื้นที่เพาะปลูกในประเทศลาว เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการและกำลังการผลิตของ ทางโรงงาน

ในการศึกษาครั้งนี้จึงสนใจที่จะศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของแป้งที่ผลิตจาก หัวมันสำปะหลัง ในพื้นที่เพาะปลูกของประเทศลาว เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการผลิตแป้ง และการตัดสินใจรับซื้อหัวมันสำปะหลังจากพื้นที่เพาะปลูกของประเทศลาวในครั้งต่อไป

#### 1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง : นักศึกษาฝึกงาน

ลักษณะงาน : ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง

#### 1.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อ-สกุล : นางสาว ชมพูนุท ศรีมะเร็ง

ตำแหน่ง : QA analysis staff

#### 1.6 ระยะเวลาในการปฏิบัติงานและสภาพการทำงาน

เริ่มต้นการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาวันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 สิ้นสุดการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาวันที่ 6 มีนาคม พ.ศ. 2563

#### 1.7 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของแป้งที่ผลิตจากหัวมันสำปะหลัง ในพื้นที่เพาะปลูกของประเทศไทย

#### 1.8 ขอบเขตการศึกษา

1.7.1 ตัวอย่างหัวมันสำปะหลังในพื้นที่เพาะปลูกของประเทศไทย

1.7.2 เพื่อศึกษาผลของความเป็นกรด-เบส สีแป้งนึ่ง และเนื้อสัมผัสของแป้งที่ผลิตจากหัวมันสำปะหลัง

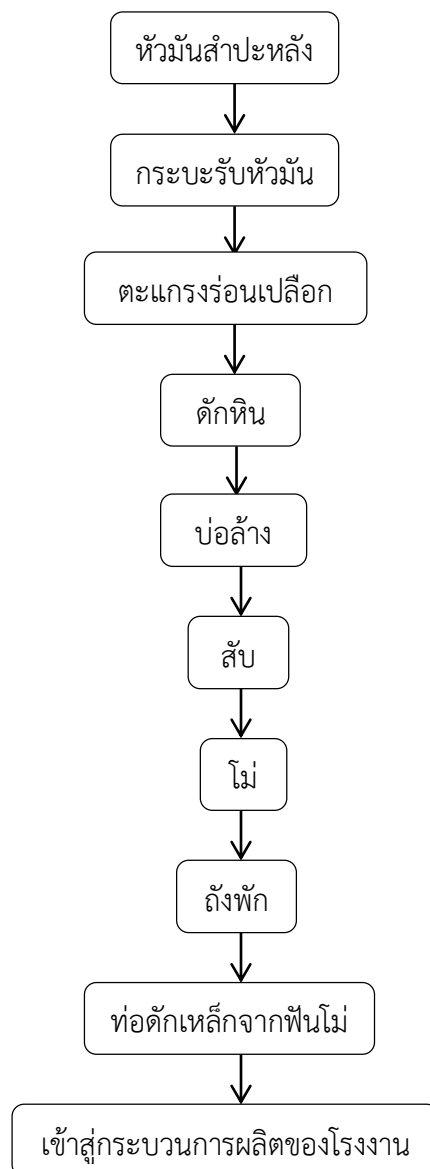
#### 1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงลักษณะทางกายภาพและคุณภาพของแป้งที่ผลิตจากหัวมันสำปะหลังในพื้นที่เพาะปลูกของประเทศไทย มาเป็นข้อมูลในการเลือกซื้อหัวมันสำปะหลังครั้งต่อไป

## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แผนผังกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง (โดยสังเขป)



## 2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง จัดเป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นไม้พุ่มยืนต้น มีอายุอยู่ได้หลายปี เป็นพืชอาหารที่ใช้เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต เป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนต่อความแห้งแล้ง ปัญหาโรคแมลงมีน้อย การเก็บเกี่ยวไม่ขึ้นกับฤดูกาลจึงสามารถจะชะลอการเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งถ้าพิจารณาจากปริมาณการผลิตพืชอาหารทั่วโลกมันสำปะหลังจัดอยู่ในลำดับที่ 8 ของ 10 อันดับแรกของพืชเศรษฐกิจโลก



รูปที่ 2.1 มันสำปะหลัง

ที่มา : <https://www.thairath.co.th/>

ชื่อสามัญ : Cassava, Tapioca, Manioc, Yuca, Mandioca

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Manihot esculenta* ( L ) Crantz

ชื่อวงศ์ : Euphorbiaceae

ชื่อท้องถิ่น : มันสำโรง (กลาง) ต้าวน้อย ต้าบ้าน (ภาคเหนือ) มันตัน มันไม้ (ภาคใต้) มันหัว (พังงา)

### 2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลัง

1. ราก (Root) หัวมันสำปะหลังมีระบบรากเป็นแบบ Adventitious root system แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ รากจริง (True or wiry roots) และรากสะสม (Modified or storage-roots) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า หัว โดยรากจริงเป็นรากที่งอกจากท่อนพันธุ์ สามารถงอกได้จาก 3 ส่วน คือ รากจากส่วนเนื้อเยื่อ รากจากส่วนตา และรากจากส่วนรอยหลุดร่วงของใบ ส่วนหัว (Tuber) ของมันสำปะหลัง คือ ส่วนรากที่ขยายใหญ่เพื่อสะสมอาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรตในส่วน Parenchyma

cell รากสะสมอาหารมีปริมาณแป้งประมาณ 15-40 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) หรือ กรดพริสซิก (Prussic acid) ซึ่งมีพิษ จะมียู่มากในส่วนของเปลือกมากกว่าเนื้อของหัวมัน



## รูปที่ 2.2 ลักษณะรากหรือหัวมันสำปะหลัง

ที่มา : <https://www.technologychaoban.com>

**2. ลำต้น (Stem)** เป็นไม้เนื้อแข็ง ลำต้นตั้งตรง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-6 ซม. สีของลำต้นแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ส่วนที่อยู่ใกล้ยอดมีสีเขียว ส่วนแก่ที่ต่ำลงมาอาจมีสีน้ำเงิน สีเหลือง หรือสีน้ำตาล ความสูงของต้น 1-5 เมตร ขึ้นกับพันธุ์ โดยพันธุ์ที่ไม่แตกกิ่ง (unbranched) ต้นจะสูง ส่วนพันธุ์ที่แตกกิ่งต้นจะสูงน้อยกว่า การแตกกิ่งของมันสำปะหลังจะแตกออกเป็น 2 กิ่ง (dichotomous branching) หรือ 3 กิ่ง (trichotomous branching) กิ่งที่แตกออกจากลำต้นหลัก เรียกว่า กิ่งชุดแรก (primary branch) ส่วนกิ่งที่แตกออกจาก กิ่งชุดแรก เรียกว่า กิ่งชุดที่สอง (secondary branch) บนลำต้นหรือกิ่งของมันสำปะหลังจะเห็นรอยหลุมรูวงของก้านใบ เรียกว่า รอยแผลใบ (leaf scar) ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างก้านใบกับลำต้นหรือกิ่ง ระยะระหว่างรอยแผลใบ 2 รอยต่อกันเรียกว่าความยาวของชั้น (storey length) ด้านบนเหนือรอยแผลใบจะมีตา (bud) ซึ่งจะงอกเป็นต้นใหม่เมื่อนำท่อนพันธุ์ไปปลูก

**3. ใบ (Leaf)** เป็นแบบใบเดี่ยว (simple leaf) การเกิดของใบจะหมุนเวียนรอบลำต้น (spiral) มีการจัดเรียงตัว (phyllotaxy) ค่อนข้างคงที่แน่นอนคือ 2/5 ก้านใบ (petiole) ต่อระหว่างลำต้นหรือกิ่งกับตัวแผ่นใบ ก้านใบอาจมีสีเขียวหรือสีแดง ตัวใบหรือแผ่นใบ (lamina) จะเว้าเป็นหยักลึกเป็นแฉก (palmately lobe) จำนวนหยักมีตั้งแต่ 3-9 หยัก ที่โคนก้านใบติดกับลำต้นมีหูใบ (stipule)

4. **ช่อดอก (Inflorescences)** เป็นพืชที่มีช่อดอกเป็นแบบ panicle คือมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (monoecious plant) แต่แยกกันอยู่คนละดอกในช่อเดียวกัน ช่อดอกจะเกิดตรงปลายยอดของลำต้นหรือกิ่ง หรืออาจเกิดตรงรอยต่อที่เกิดการแตกกิ่ง

ดอกตัวผู้ (staminate flower) มักเกิดบริเวณส่วนปลายหรือยอดของช่อดอก มีก้านดอก (pedicel) กลีบรองดอก หรือกลีบเลี้ยง (sepal) 5 กลีบ แต่ไม่มีกลีบดอก (petal) ภายในดอกมีเกสรตัวผู้ (stamen) 10 อัน แบ่งเป็น 2 วง วงละ 5 อัน เกสรตัวผู้วงในมีก้านชูเกสรตัวผู้ (filament) สั้นกว่าวงนอก

ดอกตัวเมีย (pistillate flower) มีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้ มักเกิดอยู่บริเวณส่วนโคนของช่อดอก ไม่มีกลีบดอก แต่มีกลีบรองดอกหรือกลีบเลี้ยง 5 กลีบ เช่นเดียวกับดอกตัวผู้ ตรงกลางจะเป็นเกสรตัวเมีย (pistil) รังไข่ (ovary) มี 3 carpel ภายในแต่ละ carpel มีไข่ (ovule) อยู่ 1 ใบ ในช่อดอกเดียวกันดอกตัวเมียจะบานก่อนดอกตัวผู้ 7-10 วัน การบานของดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียจะบานในเวลา 11.30-12.30 น.

5. **ผลและเมล็ด** หลังการผสมเกสรแล้ว รังไข่ก็จะเจริญเติบโตขยายใหญ่กลายเป็นผลแบบ capsule ขนาดโตเต็มที่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ซม. ยาว 1-1.50 เซนติเมตร ภายในมี 3 ช่อง แต่ละช่องมีเมล็ด 1 เมล็ด รูปร่างยาวรี มีสีน้ำตาล และมีลายดำ เมื่อแก่จะแตกติดเมล็ดกระเด็นออกไป



รูปที่ 2.3 ลักษณะผล (A) และดอกของมันสำปะหลัง (B)

ที่มา : <https://medthai.com>

### 2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของไขมันสำปะหลัง

ไขมันสำปะหลังเป็นพืชที่เก็บสะสมอาหารไว้ในราก เมื่อพืชมีการสร้างอาหารจากใบและส่วนที่เป็นสีเขียวแล้วจะสะสมในรูปของคาร์โบไฮเดรต คือ แป้งไว้ในราก ความสามารถในการสร้างและสะสมแป้งในรากมีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากพันธุ์ของไขมันสำปะหลัง อายุการเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำฝนในช่วงแรกก่อนการเก็บเกี่ยวและปัจจัยอื่นๆ จึงทำให้ส่วนประกอบของหัวมันอาจจะแตกต่างกันไป โดยทั่วไปหัวมันสำปะหลังที่มีอายุ 12 เดือน ที่ได้รับปริมาณน้ำฝนเพียงพอ และไม่มีฝนตกชุกขณะเก็บเกี่ยว จะมีส่วนประกอบแสดงดังตารางที่ 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบหลักในหัวมันสำปะหลัง

องค์ประกอบในหัวมัน	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม น้ำหนักหัวมัน)
น้ำ	60.21-75.32
เปลือก	4.08-14.08
เนื้อ (แป้ง)	25.87-41.88
ไซยาไนด์ (ppm)	2.85-39.27

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบในเนื้อมันสำปะหลัง

องค์ประกอบในเนื้อมัน	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้งเนื้อหัวมัน)
แป้ง	71.90-85.0
โปรตีน	1.57-5.78
เยื่อใย	1.77-3.98
เถ้า	1.20-2.80
ไขมัน	0.06-0.43
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่แป้ง	3.59-8.66

องค์ประกอบส่วนใหญ่ในราก นอกจากน้ำแล้วคือแป้ง ซึ่งมีถึงร้อยละ 70-80 จึงถือได้ว่ามันสำปะหลังเป็นพืชที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ให้พลังงานกับคนและสัตว์ได้ดีที่สุด โดยปกติหัวมันสำปะหลังที่มีปริมาณแป้งสูง ปริมาณน้ำจะน้อยและความหนาแน่นของหัวจะมีสูง ฉะนั้นในการตรวจสอบหรือวัดปริมาณแป้ง (เชื้อแป้ง) อย่างง่ายและรวดเร็วที่นิยมทำกัน คือ การตรวจสอบความหนาแน่น โดยการชั่งน้ำหนักหัวมันในน้ำ ถ้าน้ำหนักหัวมันในน้ำน้อยแสดงว่าหัวมันมีปริมาณน้ำมาก



และมีแป้งน้อย ในกรณีกลับกันถ้าน้ำหนักหัวมันในน้ำมากก็แสดงว่า หัวมันมีปริมาณน้ำน้อยและมีแป้งมาก

นอกจากนี้ การนำหัวมันสำปะหลังไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมมักจะต้องทำให้แห้งเพื่อลด ความชื้นก่อน เช่น อุตสาหกรรมมันเส้น อุตสาหกรรมมันอัดเม็ด หรือการสกัดเฉพาะส่วนของแป้งออกจากหัวมันสำปะหลัง โดยส่วนประกอบทางเคมีของหัวมันสำปะหลังสด และหัวมันสำปะหลังแห้ง แสดงในตารางที่ 2.3

**ตารางที่ 2.3** ส่วนประกอบทางเคมีของหัวมันสำปะหลังสดและหัวมันสำปะหลังแห้ง

ส่วนประกอบ	หัวมันสด	หัวมันแห้ง
ความชื้น (%)	63.25	10.63
คาร์โบไฮเดรต (%)	29.73	70.63
โปรตีน (%)	1.18	2.63
ไขมัน (%)	0.08	0.51
เถ้า (%)	0.85	2.20
เยื่อใย (%)	0.99	1.63
โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0.26	0.43
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0.04	0.08
กรดไฮโดรไซยานิก (ส่วนในล้านส่วน)	173	100

จากตารางจะเห็นได้ว่า เมื่อทำให้หัวมันสำปะหลังแห้งความชื้นจะมีปริมาณลดลงเหลือเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 70 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 2.63 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 0.51 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้หัวมันสำปะหลังมีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าธัญพืช หากใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพื่อทดแทนธัญพืช จะต้องเพิ่มปริมาณโปรตีนในสูตรอาหารโดยการผสมกากถั่วเหลืองหรือปลาป่น

### 2.2.3 ชนิดของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. มันสำปะหลังชนิดหวาน (Sweet type) เป็นมันสำปะหลังที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) ต่ำ เป็นพันธุ์ที่ใช้หัวเพื่อการบริโภคได้โดยตรง รสไม่ขม มีทั้งชนิดเนื้อร่วนนุ่ม และชนิดเนื้อเหนียว แน่น นิยมนำมาเชื่อม ปิ้ง เผา ในประเทศไทยไม่มีการปลูกเป็นพื้นที่ใหญ่ๆ เนื่องจากมีตลาดจำกัด ส่วนใหญ่จะปลูกรอบๆบ้าน หรือตามร่องสวน เพื่อบริโภคเองในครัวเรือน หรือเพื่อจำหน่ายตามตลาดสดในท้องถิ่นในปริมาณไม่มาก

2. มันสำปะหลังชนิดขม (Bitter type) เป็นมันสำปะหลังที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) สูงกว่ามันสำปะหลังชนิดหวาน มีรสขม เนื้อหยาบ ไม่เหมาะสำหรับการบริโภคของมนุษย์หรือใช้หัวมันสดเลี้ยงสัตว์โดยตรง แต่เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งสูง จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปต่างๆ เช่น แป้งมันสำปะหลัง มันเส้น มันอัดเม็ด และแอลกอฮอล์ การแปรรูปเป็นอาหารโดยใช้ความร้อน ได้แก่ ตากแดด เผา และต้ม ทำให้ไซยาไนด์ในมันสำปะหลังแตกตัวหมดไป ความขมจึงลดลง ซึ่งในประเทศไทยมันสำปะหลังชนิดนี้เป็นพันธุ์ที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด เพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ มันเส้น มันอัดเม็ด แป้งมันสำปะหลัง และเอทานอล

**2.2.4 การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลักได้ 3 ชนิด**

1. มันเส้น (Tapioca chips) เป็นผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังที่ถือได้ว่าเป็นการแปรรูปที่ใกล้ตัวเกษตรกรมากที่สุด เพราะเมื่อเก็บเกี่ยวหัวมันสดแล้วจะนำส่งลานมัน เกษตรกรบางรายมีลานมันเป็นของตัวเอง จึงสามารถแปรรูปโดยใช้เครื่องตัดหัวมันเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำไปตากบนลานซีเมนต์เมื่อแห้งดีแล้วก็ทำการเก็บเพื่อส่งขายเป็นวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์หรืออุตสาหกรรมมันอัดเม็ดต่อไป

2. มันอัดเม็ด (Tapioca pellets) เป็นผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังที่ได้จากการอัดมันเส้นโดยใช้เครื่องอัดภายใต้สภาวะความร้อนและความดัน หลังจากอัดแล้วจะมีลักษณะเป็นท่อนยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ความชื้นประมาณร้อยละ 14 มันอัดเม็ดมักส่งออกไปยังต่างประเทศเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอาหารสัตว์ เนื่องจากมีปริมาณแป้งสูงเหมาะสำหรับใช้เป็นแหล่งอาหารให้พลังงานของสัตว์ ปกติมันเส้น 1 กิโลกรัม สามารถผลิตเป็นมันอัดเม็ดได้ประมาณ 0.89-0.93 กิโลกรัม

ทั้งนี้มันเส้นและมันอัดเม็ดยังสามารถนำมาผลิตแอลกอฮอล์ เพื่อใช้สำหรับการผลิตสุรา และยาฆ่าเชื้อโรค รวมถึงเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลอีกด้วย

3. แป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starch) ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตแป้งมันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก แป้งมันสำปะหลังจึงถือได้ว่าเป็น “แป้งไทย” แป้งของคนไทย เนื่องจากคนไทยสามารถผลิตได้มากที่สุด มีคุณภาพสูง และราคาถูกที่สุด โดยผลิตจากการใช้หัวมันสดมาล้างน้ำทำความสะอาดแล้วนำไปชูดเปลือกออกพร้อมกับสับให้มีขนาดเล็กลง จากนั้นนำไปบดย่อยจะได้น้ำแป้งและกากมันสำปะหลัง แยกทั้ง 2 ส่วนออกจากกัน โดยนำกากมันสำปะหลังที่ถูกแยกออกมาไปตากให้แห้งเพื่อนำไปจำหน่าย หรือนำไปผสมกับมันเส้นเพื่ออัดเป็นมันอัดเม็ด ส่วนน้ำแป้งที่แยกออกมาได้จะถูกส่งไปทำให้แห้ง เพื่อผลิตเป็นแป้งมันสำปะหลังปกติ โดยแป้งมันสำปะหลังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือน และในทางอุตสาหกรรมต่างๆ ดังนี้

- อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม แป้งมันสำปะหลังสามารถนำมาใช้ได้ทั้งในรูปแบบของ แป้งแท้ๆ และแป้งดัดแปร (Modified starch) เช่น ใช้แป้งมันสำปะหลังประกอบอาหารโดยตรง ผลิตอาหารเด็ก ขนมปัง บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ก๋วยเตี๋ยว วุ้นเส้น สาकु ซอสปรุงรสต่างๆ รวมถึงใช้เป็นสารให้ความหวานในเครื่องดื่ม
- อุตสาหกรรมสิ่งทอ ใช้เคลือบเส้นใยของผ้า เพื่อให้ไม่มีขนเวลาทอ ทำให้เส้นใย แข็งแรง ทนต่อแรงเสียดสีระหว่างทอ
- อุตสาหกรรมกระดาษ ใช้ในขั้นตอนการบดเยื่อกระดาษก่อนทำเป็นแผ่น เพื่อให้กระดาษมีความเหนียว และใช้ในขั้นตอนการรีดและขัดมันหน้ากระดาษ รวมทั้งใช้เป็นตัวยึดและเพิ่มความหนาของกระดาษบางประเภท เช่น กระดาษปฏิทิน กระดาษกล่อง
- อุตสาหกรรมพลังงานทดแทน ใช้แป้งมันสำปะหลังในการผลิตเอทานอล เพื่อเป็นส่วนผสมในการผลิตแก๊สโซฮอล์
- เป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตผงชูรสและไลซีน
- ใช้เป็นตัวเจือจางในยาประเภทแคปซูล
- อุตสาหกรรมกาว เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตกาว
- วัสดุภัณฑ์ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ นำมาแปรรูปสภาพคล้ายพลาสติก ซึ่งเมื่อเติมสารโพลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ทำให้เกิดเป็นสารผสมที่สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุภัณฑ์ เพื่อใช้ทดแทนพลาสติกได้



รูปที่ 2.4 ผลิตภัณฑ์แป้งมันสำปะหลัง มันอัดเม็ดและมันเส้น

ที่มา : <https://www.isangate.com>

## 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

### 2.3.1 pH Meter



รูปที่ 2.5 เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)

ที่มา : <https://home.kku.ac.th/chuare/12/pHmeter>.

อาศัยหลักการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (electrical potential) ที่เกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรด (indicator electrode) ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลาย แล้วเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าให้เป็นค่าพีเอช โดยการเทียบค่ากับบัฟเฟอร์มาตรฐาน (Standard buffer) การคำนวณค่าพีเอชตัดแปรงมาจากสมการของเนิร์นสต์ (Nernst's equation) ซึ่งหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้า (electrical cell) ใดๆ โดยการวัดเทียบกับไฮโดรเจนอิเล็กโทรด (hydrogen electrode) ซึ่งกำหนดให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ 0.0000 โวลต์ ที่ 25 องศาเซลเซียส

### 2.3.2 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

การวัดความสามารถของน้ำ ที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคุณสมบัติขื่อนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของไอออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิ ที่ทำการวัดโดยน้ำที่มีไอออนของสารต่างๆ อยู่สามารถนำไฟฟ้าได้ ทั้งนี้ค่า Conductivity ไม่ได้เป็นค่าเฉพาะไอออนของตัวใดตัวหนึ่ง แต่เป็นค่ารวมของไอออนทั้งหมดในน้ำ ค่านี้ไม่ได้บอกให้ทราบถึงชนิดของสารที่อยู่ในน้ำนั้น บอกแต่เพียงว่ามี การเพิ่มหรือลดของไอออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น บอกแต่เพียงว่ามี การเพิ่มหรือลดของไอออนที่ละลาย ในน้ำเท่านั้น กล่าวคือ ถ้าค่า Conductivity เพิ่มขึ้นก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำมีเพิ่มขึ้นหรือ

ถ้าค่า Conductivity เพิ่มขึ้นก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำมีเพิ่มขึ้น หรือถ้าค่า Conductivity ลดลง แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำลดลง



รูปที่ 2.6 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

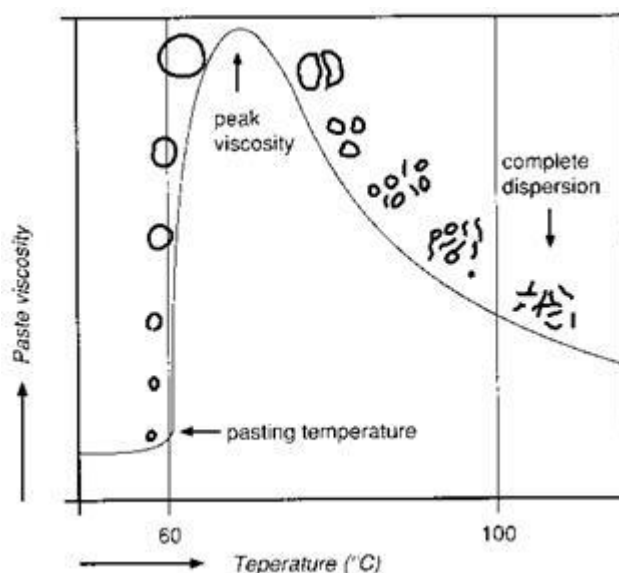
ที่มา : <https://home.kku.ac.th/chuare/12/pHmeter>.

การวัดค่าความนำไฟฟ้าสามารถวัดได้โดยอาศัยค่าความต้านทานของสารละลายที่อยู่ระหว่างขั้วแอโนด และขั้วแคโทดที่ขนานกัน ซึ่งเมื่อขั้วทั้ง 2 ชนิดจุ่มลงไปในสารละลาย ไอออนลบจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วแอโนด และไอออนบวกจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วแคโทด การเคลื่อนที่ของไอออนมีผลทำให้เกิดกระแสขึ้น เรียกว่า กระแสนอนฟาราเดอิก (Nonfaradaic Current) กระแสจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้านทานของสารละลายระหว่างขั้วทั้งสอง

### 2.3.3 ความหนืด (Viscosity)

เป็นคุณสมบัติที่สำคัญและเป็นประโยชน์มากที่สุดของแป้ง เมื่อให้ความร้อนกับน้ำแป้งทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัวและความหนืดมากขึ้น (รูปที่ 2.7) พฤติกรรมความหนืดเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างกันไปตามชนิดและสายพันธุ์ของแป้ง เมื่อเม็ดแป้งซึ่งแขวนลอยในน้ำได้รับความร้อนจนถึงระดับหนึ่งจะพองตัวได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเร็วมาก อุณหภูมิที่ความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เรียกว่า pasting temperature ความหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงความหนืดสูงสุด (peak viscosity) จากนั้นอาจลดลงหรือคงที่ขึ้นกับชนิดของแป้ง การที่แป้งมีความหนืดสูงที่สุดเนื่องจากเมื่อเม็ดแป้งมีการพองตัวมากขึ้น และมีชิ้นส่วนของเม็ดแป้ง และหรือโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินบางส่วนที่แตกสลายออกมาอยู่ในสารละลาย เมื่อส่วนที่แตกสลายและละลาย

ออกมามีมากกว่าการพองตัวที่เพิ่มขึ้นความหนืดจะเริ่มลดลง ซึ่งจะเห็นได้ชัดเมื่ออยู่ในช่วงการหุงต้มที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังนั้นค่าความหนืดของน้ำแป้งสุกจะเป็นผลมาจากการพองตัวของเม็ดแป้ง และการแตกหักของเม็ดแป้งร่วมกับการละลายออกมาของโมเลกุลแป้ง



รูปที่ 2.7 การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเมื่อให้ความร้อน

ที่มา : <https://eu.lib.kmutt.ac.th/>

เมื่อลดอุณหภูมิลง โมเลกุลอิสระที่กระจายออกมา (โดยเฉพาะส่วนของอะไมโลส) ถ้ามีขนาดโมเลกุลที่เหมาะสมคือไม่สั้นและยาวเกินไปก็จะสามารถเคลื่อนที่เข้ามาจับกัน และกักน้ำไว้ได้ทำให้ความหนืดสูงขึ้นอีก ความหนืดที่กลับสูงขึ้นนี้อีกนี้เรียกว่า setback และปรากฏการณ์นี้ก็คือการคืนตัวของแป้ง (retrogradation) ปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดได้แก่ ชนิดของแป้ง ขนาดอนุภาค สัดส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคติน อุณหภูมิ shear rate ฯลฯ แต่ที่มีผลมากที่สุดได้แก่ชนิดของแป้ง การติดตามความหนืดของน้ำแป้งสุก (paste) มีหลายวิธี การเลือกเครื่องมือใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ ที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดคือ เครื่อง Brabender Amylograph (รูปที่ 2.8) ซึ่งติดตามพฤติกรรมความหนืดของแป้งตลอดช่วงการให้ความร้อนและการทำให้เย็นลง โดยแสดงผลในรูปของความหนืดที่เปลี่ยนไปกับเวลา ขั้นตอนของการวิเคราะห์คือ เตรียมน้ำแป้งในถ้วยทรงกระบอกที่มีการหมุนด้วยความเร็วคงที่ และในขณะเดียวกันก็ให้ความร้อนแก่น้ำแป้งในอัตราคงที่จนถึงอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จากนั้นควบคุมให้อุณหภูมิคงที่ประมาณ 10-15 นาที โดยให้มีการหมุนตลอดเวลา แล้วลดอุณหภูมิลงในอัตราเท่ากันจนถึง 50 องศาเซลเซียส รักษาระดับอุณหภูมิไว้นานประมาณครึ่งชั่วโมง ในสภาวะดังกล่าวเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อนมีการพองตัวเกิดขึ้น ทำให้

เกิดความหนืดและแรงต้านบน metal pin ที่จุ่มอยู่ แรงนี้จะถูกทำให้สมดุลด้วยสปริงในส่วนของ cartridge ซึ่งต่อเชื่อมกันโดยแกนในตัวเครื่องและมีเข็มบันทึกค่าความหนืดที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดการวัด หน่วยความหนืดที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph คือ Brabender Unit (B.U.)



รูปที่ 2.8 เครื่อง Brabender Amylograph  
ที่มา : <http://www.brabender.com/89.0.html>

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.1 มันสำปะหลังจากประเทศลาว 10 กิโลกรัม
- 3.1.2 เครื่องชูดมะพร้าว
- 3.1.3 เครื่องปั่น (Blender)
- 3.1.4 เครื่องปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)
- 3.1.5 ตะแกรงร่อนขนาด 60 mesh (Sieve)
- 3.1.6 เตอบ
- 3.1.7 เครื่องวัดความหนืดของแป้ง (Brabender Visco Amylograph)

#### 3.2 วิธีการทดลอง

##### 3.2.1 วิธีสกัดแป้งจากหัวมันสด

- 3.3.1.1 สุ่มเก็บตัวอย่างหัวมันสำปะหลังจากประเทศลาวจำนวน 10 กิโลกรัม นำไปชั่งน้ำหนักและจดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
- 3.3.1.2 นำมันสำปะหลังมาชูดเปลือกออก และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำไปล้างและหั่นเป็นท่อนขนาดเล็กสำหรับบดด้วยเครื่องสีมะพร้าว
- 3.3.1.3 นำตัวอย่างที่ผ่านการบดมาปั่นประมาณ 3 นาที หลังจากนั้นนำมาคั้นโดยใช้ น้ำกลั่น 2000 มิลลิลิตร
- 3.3.1.4 ทำการทดลองข้อ 3.3.1.3 ซ้ำอีก 2 ครั้ง
- 3.3.1.5 นำน้ำแป้งที่คั้นได้กรองผ่านผ้าขาวบาง 3 ชั้น หลังจากนั้นนำน้ำแป้งไปกรองผ่านเครื่องกรองสุญญากาศจนแป้งมีลักษณะแห้งเป็นแผ่น
- 3.3.1.6 นำแป้งแห้งที่ได้มาให้ความร้อนด้วยเตอบ และบดผ่านตะแกรง ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน และนำแป้งไปหาความชื้น



### 3.2.2 ศึกษาสมบัติของแป้ง Native เบื้องต้น

#### 3.2.2.1 หาค่า pH และค่าการนำไฟฟ้า

ชั่งแป้งแล้วเติมน้ำกลั่น คนให้เข้ากันแล้วนำไปวัดค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้า

#### 3.2.2.2 ทาร้อยละเซ็นความขาว

นำแป้งที่ได้หาเปอร์เซ็นต์ความขาวด้วยเครื่องวัดความขาว

#### 3.2.2.3 ศึกษาลักษณะสีแป้งนี้

ชั่งแป้งจากนั้นเติมน้ำกลั่น คนให้เข้ากัน และนำไปนึ่ง 3 นาทีจนแป้งสุก

#### 3.2.2.4 ทาร้อยละแป้งหนีในกาก

นำกากที่ผ่านการบีบแล้วมาชั่งแล้วเติมน้ำกลั่น นำไปกรองผ่านผ้าขาวบางและบีบจนได้น้ำกาก จากนั้นนำน้ำกากที่ได้ไปกรองผ่านเครื่องกรองสุญญากาศ และนำไปอบจนแห้ง หลังจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอนเพื่อหาเปอร์เซ็นต์แป้งหนี

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการศึกษาสมบัติของแป้ง Native เบื้องต้น

##### 4.1.1 การศึกษาค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้า

เมื่อทำการศึกษาค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของแป้ง Native ได้ผลดังตารางต่อไปนี้  
ตารางที่ 4.1 ศึกษาค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าของแป้งมันสำปะหลังลาว

มันสำปะหลังลาว	
pH	Conductivity ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
6.9	564

จากตารางพบว่าค่าพีเอชของแป้งมันสำปะหลังลาวมีค่าพีเอชเท่ากับ 6.9 และมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 564 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร

##### 4.1.2 การศึกษาหาร้อยละความขาวของแป้ง

เมื่อทำการศึกษาหาร้อยละความขาวของแป้ง Native ได้ผลดังตารางต่อไปนี้  
ตารางที่ 4.2 ศึกษาหาร้อยละความขาวของแป้งมันสำปะหลังลาว

ชนิดมันสำปะหลัง	ร้อยละความขาว
มันสำปะหลังลาว	83.2

จากการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ความขาวของแป้งมันสำปะหลังลาวมีร้อยละความขาวเท่ากับ 83.2 ซึ่งความขาวของแป้งที่ได้จะมีผลโดยตรงต่อค่าพีเอช เนื่องจากแป้งที่มีค่าพีเอชที่ 5.5 - 6.5 จะมีสีปกติขาวออกเหลืองแต่แป้งที่มีค่าพีเอชมากกว่า 6.5 ขึ้นไปจะมีสีออกแดงปน ซึ่งผลที่ได้ก็จะสอดคล้องกับการศึกษาสีของแป้งนี้

#### 4.1.3 การศึกษาสีของแป้งนึ่ง

เมื่อทำการศึกษาลักษณะสีแป้งนึ่งของแป้ง Native ได้ผลดังรูปต่อไปนี้



สีแป้งมันสำปะหลังลาว (pH 6.9)



ตัวอย่างสีแป้งมันสำปะหลังไทย (pH 6.5)

จากรูป พบว่า สีของแป้งมันสำปะหลังลาวมีลักษณะสีแดงขุ่น และตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังไทยมีลักษณะสีขาวใส

#### 4.1.4 การศึกษาหาแป้งหนีในกาก

เมื่อทำการศึกษาหาแป้งหนีในกากของแป้ง Native ได้ผลดังตารางต่อไปนี้  
ตารางที่ 4.3 ศึกษาหาแป้งหนีในกากของแป้งมันสำปะหลังลาว

ชนิดมันสำปะหลัง	แป้งหนีในกาก
มันสำปะหลังลาว	1.1034

จากการศึกษาหาแป้งหนีในกากพบว่า แป้งมันสำปะหลังลาวจะมีแป้งหนีเยอะกว่าอาจเกิดจากกระบวนการสกัดน้ำแป้งที่ใช้เครื่องสีมะพร้าว โดยอาจจะสกัดแป้งออกมาได้ไม่หมด เนื่องจากหัวมันลาวที่นำมาสกัดมีลักษณะหยาบและแข็งกว่าหัวมันไทย ทำให้มีแป้งหนีไปในกากเยอะ

## บทที่ 5

### สรุป วิจัย และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป และวิจัยผลการทดลอง

จากการศึกษาสมบัติของแป้ง Native เบื้องต้น โดยศึกษาค่าพีเอชและค่าการนำไฟฟ้า พบว่ามีค่าพีเอช เท่ากับ 6.9 และมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 564 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร

การศึกษาหาร้อยละความขาวของแป้ง พบว่ามีร้อยละความขาวเท่ากับ 83.2 และศึกษาสีของแป้งนี้ พบว่าสีของแป้งมันสำปะหลังลาวมีลักษณะสีแดงชุน

จากการทดลองข้างต้นสรุปได้ว่าแป้งมันสำปะหลังลาวมีสมบัติเบื้องต้นคล้ายกับแป้งมันสำปะหลังไทย แต่แป้งมันสำปะหลังลาวที่สกัดด้วยเครื่องสีมะพร้าวมีร้อยละความขาวน้อยกว่าแป้งมันสำปะหลังไทยที่ผลิตจากโรงงาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการผลิตของทางโรงงาน และการสกัดน้ำแป้งจากเครื่องสีมะพร้าวอาจจะสกัดออกมาไม่หมด เพราะหัวมันสำปะหลังลาวมีลักษณะแข็ง และมีเมือกเยอะกว่าหัวมันสำปะหลังไทย ทำให้ความขาวที่ได้น้อยกว่า แต่จากการศึกษาลักษณะและเนื้อสัมผัสของแป้งมันสำปะหลังลาวและแป้งมันสำปะหลังไทย พบว่าความเหนียวของแป้งมันสำปะหลังลาวจะมีลักษณะเหนียวกว่าแป้งมันสำปะหลังไทย

## บรรณานุกรม

- ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. (2009). **เครื่องวัดพีเอช**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2563 จาก <https://home.kku.ac.th/chuare/12/pHmeter>.
- ไทยรัฐออนไลน์. (2019). **มันสำปะหลังไทย**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2563 จาก <https://www.thairath.co.th/news>.
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. (2018). **โรคและแมลงศัตรูพืช**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2563 จาก <https://www.tapiocathai.org>.
- ศิริรจนา กัญภัย. (2015). **เคมีและสมบัติของแป้ง**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2563 จาก <https://eu.lib.kmutt.ac.th>.
- เสริมสุข สลักเพชร. (2019). **มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2563 จาก <https://www.technologychaoban.com>.
- Medthai. (2017). **สรรพคุณและประโยชน์ของมันสำปะหลัง**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2563 จาก <https://medthai.com>.

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวเตชินี ต่อมกระโทก
วัน/เดือน/ปี	1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 259 หมู่ 1 ตำบลเฉลียง อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30250
E-mail address	techini2540@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ. 2552 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนบ้านเฉลียง (คุรุราษฎร์บำรุง) ตำบลเฉลียง อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30250 ปี พ.ศ. 2555 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนครบุรี ตำบลแชะ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30250 ปี พ.ศ. 2558 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนครบุรี ตำบลแชะ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30250 ปี พ.ศ. 2559-2562 กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวสุนิสา สุขเสริม
วัน/เดือน/ปี	2 มกราคม 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน	25 หมู่ 7 บ้านท่าพระ ตำบลภูเงิน อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ รหัสไปรษณีย์ 33110
E-mail address	Sunisa27304@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ. 2552 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนบ้านท่าพระ ตระกาศ ตำบลภูเงิน อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ รหัสไปรษณีย์ 33110 ปี พ.ศ. 2555 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนตระกาศประชาสามัคคี ตำบลตระกาจ อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ รหัสไปรษณีย์ 33110 ปี พ.ศ. 2558 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนตระกาศประชาสามัคคี ตำบลตระกาจ อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ รหัสไปรษณีย์ 33110 ปี พ.ศ. 2559-2562 กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์ บัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครราชสีมา