



## รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลัง

โดย

นางสาวพิมพ์ลภัส หลอดกระโทก รหัสนักศึกษา 6140201110

นางสาวสุจิตตรา อ้นทะยันต์ รหัสนักศึกษา 6140201121

โปรแกรมวิชาเคมี

การวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลัง

นางสาวพิมพ์ภัส หลอดกระโทก รหัสนักศึกษา 6140201110

นางสาวสุจิตตรา อ้นทะยันต์ รหัสนักศึกษา 6140201121

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

2564

ชื่องานวิจัย	การวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลัง
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี)
ผู้วิจัย	นางสาวพิมพ์ลภัส หลอดกระโทก นางสาวสุจิตตรา อันทะยันต์
ที่ปรึกษา	นางบังอร ไกรกระโทก
อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.วราวุธ ณะมูล
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปีการศึกษา	2564

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งมันสำปะหลัง โดยกระบวนการการวิเคราะห์นี้ เป็นกระบวนการที่ควบคุมคุณภาพของสินค้าให้เป็นไปตามคุณสมบัติที่บริษัทกำหนด ซึ่งได้เราได้ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ โดยผลของการศึกษาและวิเคราะห์เป็นดังนี้ น้ำแป้งทำการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของน้ำแป้งเท่ากับ 21.5 ค่า pH ของน้ำแป้งเท่ากับ 4.84 ค่าปริมาณ  $\text{SO}_2$  ในน้ำแป้งเท่ากับ 21.50 ppm, แป้งหมัดทำการวิเคราะห์ค่าความชื้นของแป้ง (%M) เท่ากับ 38.23% ค่า pH ของแป้งเท่ากับ 5.42 ค่า Conductivity ของแป้งเท่ากับ 106.98 S/m ปริมาณ  $\text{SO}_2$  ในแป้งเท่ากับ 87.89 ppm ค่า Residue ของแป้งเท่ากับ 42.28 ppm และแป้งแห้งทำการวิเคราะห์ ค่าความชื้นของแป้ง (%M) เท่ากับ 11.71% ความขาวของแป้ง (%W) เท่ากับ 95.6% ค่า pH ของแป้งเท่ากับ 6.09 ค่า Conductivity ของแป้งเท่ากับ 73.9 S/m ปริมาณ  $\text{SO}_2$  ในแป้งเท่ากับ 5.12 ppm ค่า Residue ของแป้งเท่ากับ 7.63 ppm การหาค่า pulp เท่ากับ 0.0006% และการหา 100 mate เท่ากับ 99.54 % ความเหนียวของน้ำแป้ง แป้งหมัด และแป้งแห้ง เท่ากับ 840 B.U. สีของแป้ง ค่าความสะอาดของแป้งแห้งสะอาด สีของแป้ง สีขาวใสและ การเติมในน้ำต่างชั้นน้ำเป็นสีขาวหรือสีเหลือง

ผลจากการควบคุมการตรวจสอบและวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลังพบว่า เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทกำหนด และเป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการ โดยที่สินค้าหรือบริการต้องสร้างความพึงพอใจและความเชื่อมั่นให้แก่ลูกค้า

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิชาสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากคุณบังอร ไกรระโทก ซึ่งเป็นพี่เลี้ยงที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา และพี่พนักงาน Lab QC Line3 ทุกท่าน ผู้ซึ่งได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนตรวจทานปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของรายงานวิจัยฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ กระทั่งอำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีตลอดระยะเวลาการทำงานวิจัย คณะผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของทุกท่าน ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราวุธ ณะมูล ที่กรุณาได้รับเป็นอาจารย์มานิเทศศึกษา ณ สถานประกอบการ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อบรม สั่งสอน ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณบริษัท โรงงานแป้งมันเอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการวิจัยและทำให้รายงานวิชาสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวพิมพ์ภัส หลอดกระโทก

สุจิตตรา อันทะยันต์

2564

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ	1
1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับองค์กร	1
1.3 ที่มาและความสำคัญ	1
1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	3
1.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	3
1.6 ระยะเวลาในการปฏิบัติงานและสภาพการทำงาน	4
1.7 วัตถุประสงค์	4
1.8 ขอบเขตการวิจัย	4
1.9 ตัวแปรของการวิจัย	4
1.10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง	5
2.2 กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง	10
2.3 องค์ประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	13
3.2 สารเคมี	13
3.3 วิธีการเตรียมสารเคมี	14
3.4 วิธีการทดลอง	14

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ผลการศึกษาสมบัติของแป้ง Native เบื้องต้น	22
บทที่ 5 สรุป วิเคราะห์ และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง	24
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	24
บรรณานุกรม	25
ภาคผนวก ก	27
ภาคผนวก ข	32
ประวัติผู้วิจัย	33

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ข้อมูลทั่วไป	2
1.2 ข้อมูลธุรกิจ	2
2.1 องค์ประกอบในน้ำมัน ปริมาณ (ต่อ100 กรัมน้ำหนักแห้งน้ำมัน)	11
2.2 องค์ประกอบในหัวมัน ปริมาณ (ต่อ 100 กรัมน้ำหนักหัวมัน)	12
ตารางที่ 4.1 บันทึกผลวิเคราะห์ น้ำแป้ง	22
ตารางที่ 4.2 บันทึกผลวิเคราะห์ แป้งหมาด	22
ตารางที่ 4.3 บันทึกผลวิเคราะห์ แป้งแห้ง	23

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แผนที่ กรุงเทพมหานคร-บริษัท แป้งมันเอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด	1
2.1 มันสำปะหลัง	5
2.2 ต้นมันสำปะหลัง	7



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

บริษัท แป้งมันเี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด ตั้งอยู่ที่ เลขที่15 หมู่ 12 บ้านดอนไร่ ถนนเสิงสาง-ปะคำ ตำบลลูกโปสถ อำเภอสาง จังหวัดนครราชสีมา 30330 เบอร์โทรศัพท์ 044-4570404



รูปที่ 1.1 แผนที่ กรุงเทพ-บริษัท แป้งมันเี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด  
ที่มา : ฐานวัฒน์ โชติพงศ์กิตติ์

### 1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับองค์กร

บริษัท แป้งมันเี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด (ผู้ผลิตและผู้ค้าแป้งมันสำปะหลังรายใหญ่ของไทย) ซึ่งมีโรงงานแป้งมันสำปะหลังในเครือถึง 3 แห่ง กำลังการผลิตรวมกันราววันละ 2,700 ตัน โดยปัจจุบันบริษัทฯ เป็นผู้รับจ้างผลิตแป้งมันสำปะหลังดิบและแป้งมันสำปะหลังแปรรูป ให้กับสินค้าแบรนด์ต่างๆ กว่า 380 แบรินด์ ในหลายอุตสาหกรรม อาทิ อุตสาหกรรมยา สีทาบ้าน แผ่นผ้าติดหลังคาบ้าน และมีการนำเข้าเครื่องจักรที่ทันสมัยจากเยอรมนีมาใช้ในการผลิต จึงมีส่วนช่วยลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตและลดภาระต้นทุน พร้อมกันนี้ บริษัทฯ อยู่ระหว่างศึกษาความเป็นไปได้ในการเข้า

ไปตั้งโรงงานแป้งมันสำปะหลังแห่งใหม่ใน สปป.ลาว เพราะเห็นว่าห้วมันสดที่ปลูกใน สปป.ลาว มีคุณภาพดีและมีราคาถูก (ฐานเศรษฐกิจ, 31 มี.ค. - 2 เม.ย. 2559)

### 1.2.1 ข้อมูลทั่วไปของ บริษัท แป้งมันเอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด

#### ตารางที่ 1.1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อนิติบุคคล	แป้งมันเอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด
เลขทะเบียนนิติบุคคล	0305536000206
เลขทะเบียนนิติบุคคล (เดิม)	บอจ.นม.853
วันเดือนปีที่จดทะเบียน	วันที่ 9 ก.พ. 2536 (29 ปี 2 เดือน 0 วัน)
สถานภาพกิจการ	ยังดำเนินกิจการอยู่
ประเภทธุรกิจ	บริษัทจำกัด
ปีที่ส่งงบการเงิน	2559, 2560, 2561, 2562, 2563

#### ตารางที่ 1.2 ข้อมูลธุรกิจ

ทุนจดทะเบียนปัจจุบัน (บาท)	150,000,000
มูลค่าบริษัท	897,670,402 บาท (598.45% ของทุน)
ขนาดธุรกิจ	Large
หมวดธุรกิจ (A-U)	C : การผลิต
กลุ่มธุรกิจ (TSIC)	10622 : การผลิตสตาร์ชมันสำปะหลัง
วัตถุประสงค์	ส่งออก ผลิตและจำหน่ายส่งแป้งมันสำปะหลัง
บริษัทที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน	เอนเนรัล สตาร์ช จำกัด ไทยวา จำกัด (มหาชน) สงวนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด สงวนวงษ์สตาร์ช จำกัด

### 1.2.3 วิสัยทัศน์ของบริษัท

มุ่งมันพัฒนา อย่างต่อเนื่อง เพื่อลูกค้าพึงพอใจห่วงใยสังคม

### 1.3 ที่มาและความสำคัญ

อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังถือเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้ผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นอันดับ3ของโลก โดยมีผลผลิตต่อปีประมาณ 22.2 ล้านตันต่อปี ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีโรงงานที่ผลิตแป้งมันสำปะหลังทั้งหมด 69 โรงงาน แบ่งเป็นโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังดิบ 47 โรงงาน โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังตัดแปรรูป 13 โรงงาน และโรงงานทั้งสองประเภท 9 โรงงาน (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (กสอ.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) )

นอกจากนี้ มันสำปะหลังยังเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตอาหารสำหรับสัตว์และมนุษย์ ซึ่งต้องคำนึงผู้บริโภคเป็นอันดับแรก รวมไปถึงการควบคุมวัตถุดิบตลอดจนกระบวนการผลิต ดังนั้นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพจึงมีความสำคัญมาก เนื่องจากคุณภาพของสินค้าหรือบริการจะต้องเป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการ โดยที่สินค้าหรือบริการต้องสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า สร้างความเชื่อมั่นได้ว่า ลูกค้าจะเลือกใช้สินค้าหรือบริการของบริษัทต่อไป การผลิตที่ทำให้เกิดของเสียหรือของด้อยคุณภาพ จะต้องมียุทธศาสตร์แก้ไขปรับปรุงเพื่อป้องกันการเกิดของเสีย หรือลดจำนวนของเสียให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง คือ น้ำแป้งมันสำปะหลัง แป้งหยาบ และแป้งแห้ง ซึ่งในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพนี้ ทำการตรวจสอบค่าความเข้มข้น ความชื้น ความขาว ความเหนียว สีของแป้ง การตกตะกอนในน้ำต่าง ค่า pH ค่า Conductivity ค่าSO<sub>2</sub> ค่าความสะอาด และค่าResidue ซึ่งกระบวนการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมดนี้ จะเป็นการยืนยันได้ว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพตามที่บริษัทกำหนด

### 1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง : นักศึกษาฝึกงาน

ลักษณะงาน : ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง

### 1.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อ-สกุล : บังอร ไกรระโทก

ตำแหน่ง : หัวหน้าแผนก QC Line 3

### 1.6 ระยะเวลาในการปฏิบัติงานและสภาพการทำงาน

เริ่มต้นการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาวันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ.2564 สิ้นสุดการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2565

## 1.7 วัตถุประสงค์

1.7.1 เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลัง

1.7.2 เพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทกำหนด

1.7.3 เพื่อตรวจสอบหาปริมาณของสารเคมีในผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลัง

## 1.8 ขอบเขตการวิจัย

1.8.1 ขอบเขตด้านการศึกษาค้นคว้า

1.8.1.1 ตรวจสอบและวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลัง

1.8.1.2 ตัวอย่างในการวิเคราะห์คือ น้ำแป้งมันสำปะหลัง แป้งหมาด และแป้งแห้ง

1.8.1.3 สถานที่ที่ทำการวิเคราะห์คือ บริษัทแป้งมันเอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด

## 1.9 ตัวแปรของการวิจัย

1.9.1 ตัวแปรต้นคือ การศึกษาการตรวจสอบและวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลัง

1.9.2 ตัวแปรตามคือ ค่าที่ได้จากกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ

1.9.3 ตัวแปรควบคุม เช่น กระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นจนจบ การบวนการตรวจสอบคุณภาพ อุปกรณ์ สารเคมี เป็นต้น

## 1.10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

10.1 เพื่อควบคุมการตรวจสอบและวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลังว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทกำหนดหรือไม่

10.2 ทำให้ได้คุณภาพของสินค้าหรือบริการจะต้องเป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการ โดยที่สินค้าหรือบริการต้องสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า สร้างความเชื่อมั่นได้ว่าลูกค้า

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีอายุอยู่ได้หลายปี ปลูกง่าย ทนทานต่อความแห้งแล้ง และเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ โดยมันสำปะหลังมีชื่อสามัญตามภาษาท้องถิ่นหลายชื่อดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* (L.) Crantz



รูปที่ 2.1 มันสำปะหลัง  
ที่มา : จินดารัตน์ สิริวิจักขณ์

#### 2.1.1 ชนิดของมันสำปะหลัง

สำหรับประเทศไทยมีพันธุ์ของมันสำปะหลังที่ปลูกทั่วไปอยู่ 3 กลุ่ม ได้แก่

##### 2.1.1.1 พันธุ์ชนิดหวาน (Sweet type)

เป็นมันสำปะหลังที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) ต่ำ เป็นพันธุ์ที่ใช้หัวเพื่อการบริโภคได้โดยตรง รสไม่ขม มีทั้งชนิดเนื้อร่วน นุ่มและชนิดเนื้อเหนียวแน่น นิยมนำมาเชื่อม ปิ้ง เผา ไม่มีการปลูกเป็นพื้นที่ใหญ่ ๆ เนื่องจากมีตลาดจำกัด ในประเทศไทยมีพันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ พันธุ์ห่านาฮี และ พันธุ์ระยอง 2 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรปรับปรุงขึ้น พันธุ์นี้สังเกตได้ที่ก้านใบมีสีแดงเข้ม ทั้งก้าน และเปลือกของหัวขรุขระ มีสีน้ำตาล หัวมักมีสีออกเหลือง

##### 2.1.1.2 พันธุ์ชนิดขม (Bitter type)

เป็นมันสำปะหลังที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) สูงกว่าชนิดแรก และมีรสขมเนื้อหยาบ ไม่เหมาะสำหรับการบริโภคของมนุษย์หรือใช้หัวมันสดเลี้ยงสัตว์โดยตรง แต่เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณแป้งสูง จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปต่าง ๆ เช่น แป้งมัน มันเส้น มันอัดเม็ด

และแอลกอฮอล์ การแปรรูปเป็นอาหารโดยใช้ความร้อน เช่น ตากแดด เผาและต้ม สามารถจะทำให้ไซยาไนด์แตกตัวหมดไป ทำให้รสขมลดลงได้ ในประเทศไทย พันธุ์ชนิดขม เป็นพันธุ์ที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุด เพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมนำไปแปรรูป เพื่อผลิตเป็นมันเส้น มันอัดเม็ด แป้งมัน และผลิตเอทานอลแอลกอฮอล์ ได้แก่ พันธุ์ระยอง 1 ระยอง 2 ระยอง 3 ระยอง 5 ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 60 ระยอง 72 ระยอง 90 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ พันธุ์ห้วยบง 60 ห้วยบง 80 ลักษณะประจำพันธุ์นี้ คือ ก้านใบมีสีเขียวอ่อนปนแดง หัวเรียบ มีสีขาว

### 2.1.1.3 พันธุ์ที่ใช้ประดับ

ใช้ปลูกเป็นไม้ประดับตามสถานที่ต่างๆเพื่อความสวยงาม มีชื่อเรียกว่า มันต่าง เนื่องจากใบมีแถบสีขาวและเหลือง กระจายตามความยาวของใบ และยังมีพันธุ์มันป่า ใช้ปลูกเพื่อให้ร่มเงา เป็นไม้พุ่มขนาดกลางถึงใหญ่พบได้แบจังหวัดชลบุรี และระยอง (สถาบันวิชาและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558)

### 2.1.2 อนุกรมวิธานของมันสำปะหลัง

การจัดหมวดหมู่ของมันสำปะหลัง มีดังนี้

- ชั้น (Class) : Angiospermae
- ชั้นย่อย (Subclass) : Dicotyledoneae
- อันดับ (Order) : Geraniales
- วงศ์ (Family) : Euphorbiaceae
- สกุล (Genus) : *Manihot*

### 2.1.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่สำคัญ (กรมพัฒนาที่ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2559.) คือ

2.1.3.1 ลำต้น มันสำปะหลังมีลำต้นตั้งตรง สูงประมาณ 2-4 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 เซนติเมตร สีของลำต้นแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ส่วนที่อยู่ใกล้ยอดมักมีสีเขียว และส่วนที่ต่ำลงมามีสีแตกต่างกันออกไป เช่น สีน้ำเงินเขียว สีเทาเงิน สีเหลือง จนถึงสีน้ำตาล โดยทุกส่วนของลำต้นมียางสีขาว การแตกกิ่งของมันสำปะหลังแตกต่างกันตามพันธุ์ ซึ่งมีตั้งแต่ไม่แตกกิ่ง (Unbranched) แตกกิ่ง 2 กิ่ง (Dichotomus branching) แตกกิ่ง 3 กิ่ง (Trichotomus branching) แต่ไม่เกิน 4 กิ่ง กิ่งที่แตกออกจากลำต้นหลักเรียกว่า Primary branch ส่วนกิ่งที่แตกออกจาก Primary branch เรียกว่า Secondary branch บนลำต้นหรือกิ่งของมันสำปะหลังจะเห็น รอยหลุมตรงของก้านใบเรียกว่า รอยแผลใบ (Leaf scar) โดยเป็นรอยต่อระหว่างก้านใบกับลำต้นหรือกิ่ง ระยะระหว่างรอยแผลใบ 2 รอยต่อ

กันเรียกว่า ความยาวชั้น (Storey length) ด้านบนเหนือ รอยแผลใบจะมีตา (Bud) ซึ่งจะงอกเป็นต้นใหม่เมื่อนำท่อนพันธุ์ไปปลูก



รูปที่ 2.2 ต้นมันสำปะหลัง

ที่มา : สถาบันวิชาและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3.2 ใบ จะหมุนเวียนรอบลำต้น (Spiral) มีการจัดเรียงตัว (Phyllotaxy) ค่อนข้างคงที่แน่นอน คือ  $2/5$  ก้านใบ (Petiole) ต่อระหว่างลำต้นหรือกิ่งกับตัวแผ่นใบ ก้านใบอาจมีสีเขียว หรือสีแดง ตัวใบหรือแผ่นใบ (Lamina) จะเว้าเป็นหยักลึกเป็นแฉก (Palmately lobe) จำนวนหยักมีตั้งแต่ 3-9 หยัก และบริเวณโคนก้านใบติดกับลำต้นมีหูใบ (Stipule)

2.1.3.3 ดอก มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีช่อดอกแบบ Panicle คือ มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่บน ต้นเดียวกัน (Monoecious plant) ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกดอกกัน แต่อยู่ในช่อดอก (Inflorescence) เดียวกัน ช่อดอกจะเกิดตรงปลายยอดของลำต้นหรือกิ่งหรืออาจเกิดตรงรอยต่อที่เกิดการแตกกิ่ง ดอกตัวผู้มักเกิดบริเวณส่วนปลาย หรือยอดของช่อดอก มีก้านดอก กลีบรองดอกหรือกลีบเลี้ยง 5 กลีบ แต่ไม่มีกลีบดอก ภายในดอกมีเกสรตัวผู้ 10 อัน แบ่งเป็น 2 วงๆ ละ 5 อัน เกสรตัวผู้วงในมีก้านชูเกสรตัวผู้สั้นกว่า วงนอก ดอกตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้ มักเกิดอยู่บริเวณส่วนโคนของช่อดอก ไม่มีกลีบดอก แต่มีกลีบรองดอก หรือกลีบเลี้ยง 5 กลีบ เช่นเดียวกับดอกตัวผู้ ตรงกลางจะเป็นเกสรตัวเมีย รังไข่ (Ovary) มี 3 Carpel ภายในแต่ละ Carpel มีไข่ (Ovule) อยู่ 1 ใบ ในช่อดอกเดียวกันดอกตัวเมียจะบานก่อนดอกตัวผู้ 7-10 วัน

2.1.3.4 ผลและเมล็ด หลังการผสมเกสรแล้วรังไข่ก็จะเจริญเติบโตขยายใหญ่กลายเป็นผลแบบ Capsule ผลขนาดโตเต็มที่จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณครึ่งนิ้ว ยาว 1-1.5 เซนติเมตร ภายในมี 3 ช่อง แต่ละช่องมีเมล็ด 1 เมล็ด รูปร่างยาวรี มีสีน้ำตาล และมีลายดำ เมื่อแก่จะแตกดีดเมล็ดกระเด็นออกไป

2.1.3.5 ราก หรือ หัว มันสำปะหลังมีระบบรากเป็นแบบ 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) หรือกรดพริสซิก (Prussic acid) ซึ่งมีพิษ จะมีอยู่มากในส่วนของเปลือกมากกว่าเนื้อของหัว (ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP 2022)

#### 2.1.4 การขยายพันธุ์มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ปักลงในดิน คือ ใช้ส่วนของลำต้นที่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไป นำมาตัดเป็นท่อนให้มีขนาดยาว 20-30 เซนติเมตร (มีตาประมาณ 7-10 ตา) แล้วปักลงในดิน ใช้นิยมปลูกด้วยเมล็ด เนื่องจากมันสำปะหลังไม่ค่อยติดเมล็ด และเก็บเมล็ดลำบาก เมล็ดมีระยะพักตัวกว่า 2 เดือน ต้องเพาะต้นกล้าก่อนย้ายปลูกลาน 1 เดือน และมักเกิดการผสมพันธุ์แบบ Inbreeding ได้ง่าย รวมถึงใช้เวลาปลูกลาน การปลูกด้วยเมล็ดจึงทำเฉพาะในโครงการผสมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์เท่านั้น (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560)

#### 2.1.5 การปลูกลำต้นมันสำปะหลัง (ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร, 2551)

2.1.5.1 ฤดูปลูก มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถปลูกได้เกือบตลอดทั้งปี อาจแบ่งฤดูปลูกได้เป็น 2 ฤดู คือ ต้นฤดูฝน (เดือนมีนาคม-พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (เดือนกันยายน-พฤศจิกายน) ซึ่งช่วงปลูกที่เหมาะสมควรเลือกวันปลูกเพื่อให้มันสำปะหลังอายุ 1-5 เดือน อยู่ในสภาพที่ขาดน้ำน้อยที่สุด การปลูกเพื่อการผลิตท่อนพันธุ์ควรปลูกต้นฤดูฝน เนื่องจากมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตได้ดี ได้ปริมาณท่อนพันธุ์มาก ส่วนการผลิตหัวมันสดช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมขึ้นกับสภาพพื้นที่แหล่งปลูกลำต้นมันสำปะหลัง โดยทั่วไปการปลูกลายฤดูฝนจะให้ผลผลิตสูงกว่า

2.1.5.2 การเตรียมดิน ควรไถพรวนให้ลึก 20-30 เซนติเมตร โดยไถกลบเศษเหลือของพืช เช่น ลำต้น เหง้า ใบ และยอดของมันสำปะหลังที่เหลือจากการเก็บเกี่ยว ไม่ควรเผาหรือเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่เพาะปลูก เนื่องจากการเผาทิ้งหรือขนย้ายไปทิ้งจะทำให้ธาตุอาหารสูญหายไปเป็นจำนวนมาก การไถควรทำ 1-2 ครั้ง ด้วยผาน 3-4 สลับกับผาน 7 เพื่อพลิกดินชั้นล่างกลับขึ้นมา นอกจากจะทำให้ดินร่วนซุยแล้ว ยังนำเอาธาตุอาหารที่ถูกชะล้างลงไปดินชั้นล่างกลับขึ้นมาอยู่ในดินชั้นบนให้มันสำปะหลังนำไปใช้ได้



2.1.5.3 การคัดเลือกท่อนพันธุ์ปลูก ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ปลูกควรได้จากต้นที่มีอายุ ตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไป และไม่ควรเกิน 18 เดือน ขนาดของท่อนพันธุ์ใหม่สด ไม่บอบช้ำ ปราศจากโรค แมลง ตัดต้นพันธุ์ยาวประมาณ 20 เซนติเมตร เมื่อปลูกในฤดูฝน และตัดต้นพันธุ์ยาวประมาณ 25 เซนติเมตร เมื่อปลูกในช่วงปลายฤดูฝน โดยท่อนพันธุ์จะต้องมีตาอย่างน้อย 5-7 ตาต่อท่อนพันธุ์

2.1.5.4 วิธีการปลูก การปลูกมันสำปะหลังมีอยู่หลายวิธี ได้แก่ การปลูกแบบวางนอน (ฝัง) เป็นวิธีที่ไม่ค่อยนิยมปลูกกัน และการปลูกแบบปัก เป็นวิธีนี้ที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน ซึ่งสามารถปลูกแบบ ยกร่อง หรือไม่ยกร่องก็ได้ ขึ้นอยู่กับความสะดวก โดยปักท่อนพันธุ์ให้ตั้งตรง ลึก ประมาณ 5-10 เซนติเมตร หากปลูกในฤดูแล้งให้ปักลึก 15 เซนติเมตร และปลูกบนพื้นราบ โดยใช้ เชือกที่ทำเครื่องหมายบอกระยะวางเป็นแนวในการปลูก วิธีนี้ทำให้ระยะปลูกสม่ำเสมอ

2.1.5.5 ระยะปลูก การปลูกมันสำปะหลังใช้ระยะแตกต่างกัน โดยระยะแถวประมาณ 70 - 100 เซนติเมตร ระยะหลุมประมาณ 50-100 เซนติเมตร ส่วนใหญ่ระยะปลูกประมาณ 80 x 100 เซนติเมตร หรือ 100 x 100 เซนติเมตร สามารถปลูกได้ตั้งแต่ 1,600-2,500 ต้นต่อไร่ ทั้งนี้ การปลูกมัน สำปะหลังให้แถวถี่ขึ้นจะสิ้นเปลืองท่อนพันธุ์ แต่จะช่วยลดการกัดกร่อนผิวดิน และช่วยเก็บน้ำไว้ในดิน เพิ่มขึ้น

## 2.1.6 การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังควรเลือกเก็บเกี่ยวในช่วงที่เหมาะสมตั้งแต่อายุ 12-18 เดือน ผลผลิตสูงขึ้น เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุมากขึ้น การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุข้ามปีจะได้ผลผลิตสูงขึ้นเกือบเป็น 2 เท่า เมื่อเทียบกับเก็บเกี่ยวในปีเดียว แต่หัวมันสำปะหลังที่อายุเกิน 18 เดือน จะให้เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวสด ต่ำ คุณภาพของแป้งไม่ได้มาตรฐาน มีปริมาณเส้นใยสูง โดยการเก็บเกี่ยวมี 2 วิธี (มูลนิธิสถาบันพัฒนา มันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2543) คือ

2.1.6.1 ใช้แรงงานคน โดยตัดต้นมันสำปะหลังให้เหลือส่วนล่างของลำต้นไว้ประมาณ 30-70 เซนติเมตร จากนั้นขุดหัวมันสำปะหลังขึ้นมาด้วยจอบ หรือใช้วิธีถอนในกรณีที่ดินมีความชื้นสูง นำมา สับเหง้าออก และขนส่งไปยังโรงงานเพื่อแปรรูป

2.1.6.2 ใช้เครื่องทุ่นแรง ในพื้นที่ที่มีปัญหาขาดแคลนแรงงานจะมีการใช้เครื่องทุ่นแรงติด ทำयरรถแทรกเตอร์ สำหรับการพลิกหน้าดินเพื่อให้หัวมันสำปะหลังหลุดจากดิน จากนั้นใช้แรงงานคน เดินตามไปตัดหัวมันออกจากเหง้า และขนส่งไปโรงงานเพื่อแปรรูป

## 2.2 กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง (ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP 2022)

### 2.2.1 การเตรียมวัตถุดิบคือการทำความสะอาดหัวมันสำปะหลังและปอกเปลือก

2.2.1.1 ร่อนดินทราย ใช้รถตักป้อนหัวมันสำปะหลังสู่ถังป้อน (root hopper) สายพานลำเลียง (belt conveyor) จะพาหัวมันเข้าสู่เครื่องร่อนดินทราย (root siever) เป็นการทำความสะอาดเพื่อทรายและหินที่ติดมากับมันสำปะหลัง ด้วยการร่อน (sieve) และทำให้ผิวหน้าของหัวมันหลุดออก

2.2.1.2 สับแยกเหง้า (chopping) เพื่อแยกเหง้าของหัวมันสำปะหลังออก ซึ่งแข็งเป็นอุปสรรคในการโม่หัวมัน

2.2.1.3 การปอกเปลือก (peeling)

2.2.1.4 ล้างทำความสะอาด (washing) โดยทั่วไปใช้น้ำพ่นฝอยฉีดที่หัวมัน

### 2.2.2 โม่หัวมัน (rasping)

หลังจากมันสำปะหลังผ่านกระบวนการทำความสะอาดแล้ว จะถูกนำเข้าสู่เครื่องโม่หัวมัน (root hopper) ก่อนเพื่อสับเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1-2 นิ้ว จากนั้นนำเข้าเครื่องโม่ (rasper) เพื่อบดหัวมันพร้อมเติมน้ำให้สามารถโม่ได้ง่ายขึ้นได้มันบดมีลักษณะเป็น ของเหลวข้น (middle fresh pulp) ที่มีส่วนผสมของแป้ง น้ำ กากมัน และสารอาหารต่างๆ รวมทั้งสิ่งเจือปนต่างๆ

### 2.2.3 เครื่องแยกกากหยาบ (coarse extractor)

เครื่องแยกกากจะทำการแยกกากมันสำปะหลังที่ไม่ได้ใช้ในกระบวนการผลิตออกจากน้ำแป้งโดยน้ำแป้งที่ได้จากเครื่องโม่หัวมัน จะมาผ่านเครื่องแยกกากหยาบ 2 ครั้ง กากหยาบที่ได้จากกระบวนการผลิตนี้จะถูกส่งต่อไปยังโรงอัดกาก

### 2.2.4 เครื่องแยกกากละเอียด (fine extractor)

น้ำแป้งภายหลังจากผ่านเครื่องแยกกากหยาบ มาแล้วนั้น ยังมีเยื่อของมันสำปะหลังหรือกากอ่อนรวมอยู่ในน้ำแป้ง ซึ่งจะทำให้น้ำแป้งที่ได้มีคุณภาพไม่ดี ดังนั้นน้ำแป้งภายหลังจากผ่านเครื่องแยกกากหยาบมาแล้ว จะถูกนำมาผ่านเครื่องแยกกากละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

### 2.2.5 น้ำแป้ง 20 โบเม่

น้ำแป้งที่ผ่านกระบวนการแยกกากละเอียด จะถูกนำมาปรับความเข้มข้น และความบริสุทธิ์ โดยการผ่านเครื่องแยกน้ำ (separator) 2 ครั้ง ซึ่งจะทำให้น้ำแป้งที่ผ่านกระบวนการนี้ จะมีความเข้มข้นประมาณ 20 โบเม่

### 2.2.6 เครื่องสลัดแป้ง (centrifuge)

น้ำแป้งที่ได้จะไหลเข้าสู่เครื่องสลัดแป้ง ซึ่งจะทำการแปรสภาพน้ำแป้งเป็นแป้งหมาด โดยแป้งหมาดจะถูกส่งเข้าไปใน 2 กระบวนการผลิตคือ การผลิตแป้งมันสำปะหลังดิบ (native tapioca starch)

### 2.2.7 เครื่องอบแห้ง (flash dryer)

แป้งหมากจะถูกลำเลียงตามสายพานเข้าสู่เครื่องอบแห้ง เพื่อผ่านลมร้อน ทำให้แป้งหมากมีความชื้นลดลงจากนั้นก็ทำให้เย็นลง แล้วส่งผ่านไปตามไซโลไปยังเครื่องร่อนแป้ง ซึ่งปัจจุบันเครื่องอบแห้งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการอบแห้ง

### 2.2.8 เครื่องร่อนแป้ง (sieve)

แป้งที่ผ่านเครื่องอบแห้งมานั้น จะถูกนำมาผ่านเครื่องร่อนแป้ง เพื่อคัดขนาดเม็ดแป้งให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

### 2.2.9 เครื่องบรรจุแป้ง

แป้งที่ผลิตได้จะถูกนำมาบรรจุใส่ถุงขนาด 850 และ 900 กิโลกรัม

## 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง

หัวมันสำปะหลังสด มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประกอบสำคัญในหัวมันสำปะหลัง คือสตาร์ช (starch) ซึ่งมีถึง 70 - 80% โดยน้ำหนักแห้ง มันสำปะหลังจึงเป็นพืชที่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต (ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP 2022)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบในเนื้อมัน ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้งเนื้อมัน)

องค์ประกอบในเนื้อมัน	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้งเนื้อมัน)
แป้ง	71.9-85.0 %
โปรตีน	1.57-5.78 %
เส้นใย	1.77-3.98 %
เถ้า	1.20-2.80 %
ไขมัน	0.06-0.43 %
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่แป้ง	3.59-8.66 %
โพแทสเซียม	0.43 (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ฟอสฟอรัส	0.08 (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
กรดไฮโดรไซยานิก	100 ppm

(ที่มา : มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2543)

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบในหัวมัน ปริมาณ (ต่อ 100 กรัมน้ำหนักหัวมัน)

องค์ประกอบในหัวมัน	ปริมาณ (ต่อ 100 กรัมน้ำหนักหัวมัน)
น้ำ	60.21-75.32 %
เปลือก	4.08-14.08 %
เนื้อแป้ง	25.87-41.88 %

(ที่มา : มุลินธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2543)

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาการวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์จากแป้งมันสำปะหลัง ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง โดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี จากบริษัท โรงงานแป้งมันเอี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

#### 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.1 เครื่องวัดความเหนียวแป้ง (Brabender Viscograph)
- 3.1.2 เครื่องวัดความขาวแป้ง (Whiteness Tester) รุ่น C-130 บริษัท Kell Electric Laboratory
- 3.1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Analytical balance) รุ่น MS204TS/00 บริษัท Mettler Toledo
- 3.1.4 เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH meter) รุ่น pH510 บริษัท Mettler Toledo
- 3.1.5 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)
- 3.1.6 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) รุ่น UNB500 บริษัท Memmert
- 3.1.7 เครื่องวัดการนำไฟฟ้าของของเหลว (Conductivity meter)
- 3.1.8 เครื่องวัดความชื้นแป้ง(Flour Moisture Meter)
- 3.1.9 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (Precision Balance)
- 3.1.10 ไฮโดรมิเตอร์(Hydrometer )
- 3.1.11 ตะแกรงร่อนขอบแอสตนเลส (Test Sieve)

#### 3.2 สารเคมี

- 3.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide ; NaOH )
- 3.2.2 ไอโอดีน (Iodine ; I<sub>2</sub>)
- 3.2.3 โพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide ; KI)
- 3.2.4 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มอล (Standard Volumetric Solution 0.1N ; Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O)
- 3.2.5 แป้งแห้ง
- 3.2.6 Starch Indicator 0.5%

### 3.3 วิธีการเตรียมสารเคมี

#### 3.3.1 สารละลายไอโอดีนเข้มข้น 0.032 นอร์มอล (0.032 N Iodine)

ชั่งสารไอโอดีน 1.00XX กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ 1.50XX กรัม ใส่ในบีกเกอร์เดียวกัน เติมน้ำกลั่นเล็กน้อย ใช้แท่งแก้วคนสาร คนจนสารทั้งสองละลาย เทสารละลายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 250 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าขวดวัดปริมาตรจนสารละลายผสมกัน จากนั้นทดสอบหาค่าความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตเข้มข้น 0.1 นอร์มอล และเก็บสารละลายไว้ในขวดเก็บสาร พร้อมเขียนฉลากโดยระบุข้อความต่อไปนี้ ชื่อสาร ความเข้มข้น วันที่เตรียม ชื่อผู้เตรียม เป็นต้น

#### 3.3.2 น้ำแป้งสุกเข้มข้น 0.5% (Starch 0.5 %)

ชั่งแป้ง 0.2562 กรัม เติมน้ำกลั่นต้มสุกปริมาตร 50 ml ใช้แท่งแก้วคนสารคนให้เข้ากัน นำมาต้มบนเตาให้ความร้อนจนสารละลายเป็นสีใส ทิ้งไว้ให้สารละลายเย็น และเก็บสารละลายไว้ในขวดเก็บสาร พร้อมเขียนฉลากโดยระบุข้อความต่อไปนี้ ชื่อสาร ความเข้มข้น วันที่เตรียม ชื่อผู้เตรียม เป็นต้น

### 3.3 วิธีการทดลอง

#### 3.3.1 วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำแป้ง (ทำการวิเคราะห์ทุก 1 ชั่วโมง)

##### 3.3.1.1 เก็บตัวอย่างน้ำแป้งมันสำปะหลังจากถังเก็บน้ำแป้งมันสำปะหลัง

##### 3.3.1.2 วัดความหนาแน่นของน้ำแป้งสำปะหลัง เพื่อคำนวณความเข้มข้น

นำน้ำแป้งมันสำปะหลังใส่กระบอกตวงขนาด 250 ml จากนั้นใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดความเข้มข้นของน้ำแป้งมันสำปะหลัง แล้วอ่านค่าความหนาแน่นที่สเกลของไฮโดรมิเตอร์ จากนั้นบันทึกผลเพื่อคำนวณความเข้มข้น

##### 3.3.1.3 วัดค่า pH ของน้ำแป้งมันสำปะหลัง

นำน้ำแป้งมันสำปะหลังใส่บีกเกอร์แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง pH Meter จากนั้นอ่านค่าและบันทึกผล

##### 3.3.1.4 วัดค่า Conductivity ของน้ำแป้งมันสำปะหลัง

นำน้ำแป้งมันสำปะหลังใส่บีกเกอร์แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Conductivity meter จากนั้นอ่านค่าและบันทึกผล

### 3.3.1.5 หาค่า Residue ของน้ำแ่่งมันสำปะหลัง

โดยนำน้ำแ่่งมันสำปะหลัง ปริมาตร 1000 ml มาร้อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 45 ไมครอน เบอร์ 325 จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างเอาตะกอนจากตะแกรง ใส่หลอดเซนติพิวัก นำตะกอนที่ได้ไป Suction โดยกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์1 ที่ทำการซั้งน้ำหนักกระดาษกรองไว้แล้ว จากนั้นนำกระดาษกรองไปอบจนแห้ง แล้วนำไปซั้งน้ำหนัก และคำนวณหาค่าResidue

สูตรการคำนวณ

$$\text{Residue ของน้ำแ่่ง (ppm)} = \frac{(X_2 - X_1) \times 1,000,000}{\text{ความเข้มข้น}}$$

กำหนดให้

$X_1$  คือกระดาษกรองหนัก

$X_2$  คือกระดาษกรอง+กากหนัก

### 3.3.1.6 หาค่าความสะอาดของน้ำแ่่งมันสำปะหลัง

นำน้ำแ่่งมันสำปะหลัง ปริมาตร 1000 ml มาร้อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 63 ไมครอน เบอร์ 230 จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างเอาตะกอนจากตะแกรง ใส่หลอดเซนติพิวัก นำตะกอนที่ได้ไป Suction โดยกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์1 แล้วนำกระดาษกรองไปอบจนแห้ง จากนั้นสังเกตและบันทึกผล

### 3.3.1.7 หาค่า $SO_2$ น้ำแ่่ง

นำแ่่ง 200ml นำไป Suction โดยผ่านกระดาษกรอง เบอร์1 จากนั้นนำน้ำแ่่งที่ได้จากการ Suction มาปริมาตร 50 ml ไปไทเทรตด้วยสารละลายไอโอดีน เข้มข้น 0.032 N (วิเคราะห์ 2ซ้่า) จากนั้นคำนวณหาค่า  $SO_2$  และบันทึกผล

สูตรการคำนวณ

$$(V_2 - V_1) \times 640 \times 0.032 = SO_2 \text{ (ppm)}$$

กำหนดให้

$V_1$  คือปริมาตรก่อนการไทเทรต

$V_2$  คือปริมาตรหลังการไทเทรต

### 3.3.1.8 การหาความเหนียวในน้ำแป้ง (Viscosity)

เก็บตัวอย่างจากน้ำแป้งรวมแต่ละถัง นำน้ำแป้งรวมมาร้อนผ่านตะแกรงขนาด 45 ไมครอน เบอร์ 325 ปริมาตร 500 ml นำไป Suction โดยกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 หนึ่งแห่ง ชั่งน้ำหนักแป้งที่ได้และบันทึกข้อมูล วัดความขึ้นของแป้ง โดยชั่งแป้ง 5.0000 กรัม ใส่ในเครื่องวัดความขึ้น จากนั้นอ่านค่าที่ได้และบันทึกผล และคำนวณหาน้ำหนักแป้งที่ต้องชั่ง เพื่อนำไปใส่เครื่องทำความเหนียว

#### สูตรการคำนวณ

$$\text{น้ำหนักของแป้งที่ต้องใช้ทำความเหนียว(กรัม)} = 2700 / (100 - \% \text{ ความขึ้นของแป้ง})$$

ชั่งแป้ง xx.xx กรัม บนตาชั่ง จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนน้ำหนักครบ 450 กรัม คนให้เข้ากัน จากนั้นใส่เครื่องทำความเหนียว

### 3.3.2 วิธีการตรวจสอบคุณภาพแป้งหมาด (ทำการวิเคราะห์ทุก 30 นาที)

#### 3.3.2.1 เก็บตัวอย่างแป้งหมาดจากห้องบรรจุแป้งหมาด

#### 3.3.2.2 วัดความขึ้นของแป้งหมาด

ชั่งแป้งหมาด 5.0000 กรัม ใส่ในเครื่องวัดความขึ้น จากนั้นอ่านค่าที่ได้และบันทึกผล

#### 3.3.2.3 วัดค่า pH ของแป้งหมาด

ชั่งแป้งหมาดมา 20 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 80 ml แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง pH Meter จากนั้นอ่านค่าและบันทึกผล

#### 3.3.2.4 วัดค่า Conductivity ของแป้งหมาด

ชั่งแป้งหมาดมา 40 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 60 ml แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Conductivity Meter จากนั้นอ่านค่าและบันทึกผล

#### 3.3.2.5 หาค่า Residue ของแป้งหมาด (ppm)

ชั่งแป้งหมาด 1000 กรัม ละลายแป้งหมาดด้วยน้ำประปา แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 45 ไมครอน เบอร์ 325 จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างเอาตะกอนจากตะแกรง ใส่หลอดเซนติฟิวก์ นำตะกอนที่ได้ไป Suction โดยกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่ทำการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองไว้แล้ว จากนั้นนำกระดาษกรองไปอบจนแห้ง แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาค่า Residue



สูตรการคำนวณ

$$\text{Residue ของแป้งหมาด(ppm)} = \frac{(X_2 - X_1) \times 100,000,000}{100 - \text{ความชื้น}}$$

กำหนดให้

$X_1$  คือกระดาษกรองหนัก

$X_2$  คือกระดาษกรอง+กากหนัก

### 3.3.2.6 หาค่าความสะอาดของแป้งหมาด

ชั่งแป้งหมาด 280 กรัม ละลายแป้งหมาดด้วยน้ำประปา แล้วนำไปร้อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 63 ไมครอน เบอร์ 230 จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างเอาตะกอนจากตะแกรงใส่หลอดเซนติฟิวก์ นำตะกอนที่ได้ไป Suction โดยกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำกระดาษกรองไปอบจนแห้ง จากนั้นสังเกตและบันทึกผล

### 3.3.2.7 หาค่า $\text{SO}_2$ โดยชั่งแป้งหมาด

ชั่งแป้งหมาด 25 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 250 ml นำไป Suction โดยผ่านกระดาษกรอง เบอร์ 1 จากนั้นนำน้ำแป้งหมาดที่ได้จากการ Suction มาปริมาตร 100 ml ไปไทเทรตด้วยสารละลายไอโอดีน เข้มข้น 0.032 N (วิเคราะห์ 2 ซ้ำ) จากนั้นคำนวณหาค่า  $\text{SO}_2$  และบันทึกผล

สูตรการคำนวณ

$$(V_2 - V_1) - B \times 0.032 \times 3200 = \text{SO}_2 \text{ (ppm)}$$

กำหนดให้

$V_1$  คือปริมาตรก่อนการไทเทรต

$V_2$  คือปริมาตรหลังการไทเทรต

B คือปริมาตรสารละลายไอโอดีนจากการไทเทรตด้วย Blank

### 3.3.2.8 ตรวจสอบความสะอาดของแป้งหมาดด้วยน้ำด่าง (Sodium hydroxide)

ชั่งแป้งหมาด 46 กรัม เติมน้ำด่างปริมาตร 70 ml ร่อนแป้งตกตะกอนแยกชั้น จากนั้นสังเกตสีของน้ำที่อยู่เหนือตะกอนแป้งและบันทึกผล

### 3.3.2.9 การดูสีของแป้งหมาด

โดยชั่งแป้งหมาดมา 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย จากนั้นเติมน้ำเดือดคนจนแป้งสุก สังเกตสีและบันทึกผล

### 3.3.2.10 การหาความเหนียวในแป้งหมาด (Viscosity)

วัดความชื้นของแป้ง โดยชั่งแป้ง 5.xxxx กรัม ใส่ในเครื่องวัดความชื้น จากนั้นอ่านค่าที่ได้และบันทึกผล และคำนวณหาน้ำหนักแป้งที่ต้องชั่ง เพื่อนำไปใส่เครื่องทำความเหนียว

สูตรการคำนวณ

$$\text{น้ำหนักของแป้งที่ต้องใช้ทำความเหนียว(กรัม)} = 2700 / (100 - \% \text{ ความชื้นของแป้ง})$$

ชั่งแป้ง xx.xx กรัม บนตาชั่ง จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนน้ำหนักครบ 450 กรัม คนให้เข้ากัน จากนั้นใส่เครื่องทำความเหนียว

### 3.3.3 วิธีการตรวจสอบคุณภาพแป้งแห้ง (ทำทุก 30 นาที)

#### 3.3.2.1 เก็บตัวอย่างแป้งแห้งจากห้องบรรจุแป้งแห้ง

#### 3.3.2.2 วัดความขาวของแป้งแห้ง

ทำการบรรจุตัวอย่างแป้งแห้งลงในที่บรรจุตัวอย่าง จากนั้นนำเข้าเครื่องวัดความขาว อ่านค่าและบันทึกผล (วิเคราะห์ 3 ซ้ำ)

#### 3.3.2.3 วัดความชื้นของแป้งแห้ง

ชั่งแป้งแห้ง 5.xxxx กรัม ใส่ในเครื่องวัดความชื้น จากนั้นอ่านค่าที่ได้และบันทึกผล

#### 3.3.2.4 วัดค่า pH ของแป้งแห้ง

ชั่งแป้งแห้งมา 20 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 80 ml แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง pH Meter จากนั้นอ่านค่าและบันทึกผล

#### 3.3.2.5 วัดค่า Conductivity ของแป้งแห้ง

ชั่งแป้งแห้งมา 40 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 60 ml แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Conductivity Meter จากนั้นอ่านค่าและบันทึกผล

#### 3.3.2.6 หาค่า Residue ของแป้งแห้ง (ppm)

ชั่งแป้งแห้ง 1000 กรัม ละลายแป้งแห้งด้วยน้ำประปา แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 44 ไมครอน เบอร์ 325 จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างเอาตะกอนจากตะแกรง ใส่หลอดเซนติฟิก นำตะกอนที่ได้ไป Suction โดยกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่ทำการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองไว้แล้ว จากนั้นนำกระดาษกรองไปอบจนแห้ง แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาค่า Residue

สูตรการคำนวณ

$$\text{Residue ของแป้งแห้ง(ppm)} = \frac{(X_2 - X_1) \times 100,000,000}{100 - \text{ความชื้น}}$$

กำหนดให้

$X_1$  คือกระดาษกรองหนัก

$X_2$  คือกระดาษกรอง+กากหนัก

### 3.3.2.7 หาค่าความสะอาดของแป้งแห้ง

ชั่งแป้งแห้ง 280 กรัม ละลายแป้งแห้งด้วยน้ำประปา แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 63 ไมครอน เบอร์ 230 จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างเอาตะกอนจากตะแกรง ใส่หลอดเซนติฟิวก์ นำตะกอนที่ได้ไป Suction โดยกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์1 แล้วนำกระดาษกรองไปอบจนแห้ง จากนั้นสังเกตและบันทึกผลหาค่าความสะอาด

### 3.3.2.8 หาค่า $\text{SO}_2$

ชั่งแป้งแห้ง 25 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 250 ml นำไป Suction โดยผ่านกระดาษกรอง เบอร์1 จากนั้นนำน้ำแป้งแห้งที่ได้จากการ Suction มาปริมาตร 100 ml ไปไทเทรตด้วยสารละลายไอโอดีน เข้มข้น 0.032 N (วิเคราะห์ 2ซ้ำ) จากนั้นคำนวณหาค่า  $\text{SO}_2$  และบันทึกผล

สูตรการคำนวณ

$$(V_2 - V_1) \times 0.032 \times 3200 = \text{SO}_2 \text{ (ppm)}$$

กำหนดให้

$V_1$  คือปริมาตรก่อนการไทเทรต

$V_2$  คือปริมาตรหลังการไทเทรต

B คือปริมาตรสารละลายไอโอดีนจากการไทเทรตด้วยBlank

### 3.3.2.9 ตรวจสอบความสะอาดของแป้งแห้งด้วยน้ำด่าง(Sodium hydroxide)

ชั่งแป้งแห้ง 34 กรัม เติมน้ำด่างปริมาตร 70 ml ร่อนแป้งตกตะกอนแยกชั้น จากนั้นสังเกตสีของชั้นน้ำด้านบนและบันทึกผล

### 3.3.2.10 การดูสีของแป้งแห้ง

ซังแป้งแห้ง 8 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย จากนั้นเติมน้ำเดือด คนจนแป้งสุก สังเกตสีและบันทึกผล

### 3.3.2.11 ทดสอบความละเอียดของแป้ง

ซังแป้งแห้ง 100 กรัม แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 149 ไมครอน เบอร์ 100 จากนั้นนำกากแป้งแห้งที่ไม่ผ่านตะแกรงร่อน ไปชั่งน้ำหนัก คำนวณและบันทึกผล

สูตรการคำนวณ

$$\text{Sieve 100 mesh} = 100\text{-น้ำหนัก}$$

### 3.3.2.12

โดยซังแป้งแห้ง 50 กรัม ละลายแป้งแห้งด้วยน้ำประปา 1000 ml แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 44 ไมครอน เบอร์ 325 จากนั้นใช้น้ำกลั่นล้างเอาตะกอนจากตะแกรงใส่หลอดเซนติฟิวก์ แล้วนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง แล้วอ่านตามสเกลของหลอดเซนติฟิวก์

### 3.3.2.10 การหาความเหนียวในแป้งแห้ง (Viscosity)

วัดความชื้นของแป้ง โดยซังแป้ง 5.0xxx กรัม ใส่ในเครื่องวัดความชื้น จากนั้นอ่านค่าที่ได้และบันทึกผล และคำนวณหาน้ำหนักแป้งที่ต้องซัง เพื่อนำไปใส่เครื่องทำความเหนียว

สูตรการคำนวณ

$$\text{น้ำหนักของแป้งที่ต้องใช้ทำความเหนียว(กรัม)} = 2700 / (100 - \% \text{ ความชื้นของแป้ง})$$

ซังแป้ง xx.xx กรัม บนตาชั่ง จากนั้นเติมน้ำกลั่นจนน้ำหนักครบ 450 กรัม คนให้เข้ากัน จากนั้นใส่เครื่องทำความเหนียว

### 3.3.4 วิเคราะห์% Total Starch ในกากสด

3.3.4.1 ซังกากสด 80.00XX กรัม

3.3.4.2 นำไปใส่ถ้วยเสตนเลส เติมน้ำกลั่นปริมาตร 300 ml

3.3.4.3 เติม Enzyme Amylase เข้มข้น 1 ml

3.3.4.4 นำไปต้มในบนเตาให้ความร้อน เมื่ออุณหภูมิถึง 90 องศาเซลเซียส จับเวลา 10 นาที

3.3.4.5 นำมา Suction ให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก และบันทึกผล

3.3.4.6 นำกากสดใส่แคน 5 กรัมจำนวน 2 แคน

3.3.4.7 นำกากหลังต้มใส่แคน 5 กรัมจำนวน 2 แคน

3.3.4.8 เข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง

3.3.4.9 นำออกมาวางไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก จากนั้นคำนวณหา% Total Starch ในกากสด

สูตรการคำนวณ

$$\% \text{แป้งในกาก} = \frac{(\% \text{แป้งในกากก่อนต้ม} - \% \text{แป้งในกากหลังต้ม})}{\% \text{แป้งในกากหลังต้ม} \times 100}$$

3.3.5 วิธีวิเคราะห์ Free Starch Loos (%FSL)

1. เก็บตัวอย่างกากมาวิเคราะห์ความชื้น

2. ชั่งกาก 100.00xx กรัม บันทึกรับน้ำหนักไว้ คำนวมน้ำหนักกากแห้ง

3. ตวงน้ำกลั่น 1 ลิตร นำกากที่ชั่งมาละลายให้เข้ากัน

4. กรองผ่านตะแกรง 325 mesh

5. ขนาด 110 mm จดบันทึกน้ำหนัก

6. นำส่วนที่ผ่านตะแกรง ไปSuction โดยกรองผ่านกระดาษกรองจนแห้งสนิท

7. ชั่งและจดบันทึกน้ำหนัก

8. นำมาวิเคราะห์ความชื้นและคำนวณน้ำหนักแป้งแห้ง

สูตรการคำนวณ

$$\%FSL = \frac{(\text{น้ำหนักแป้งแห้ง} \times 100)}{\text{น้ำหนักกากแห้ง}}$$

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### ผลการศึกษาสมบัติของแป้ง Native เบื้องต้น

ตารางที่ 4.1 บันทึกผลวิเคราะห์ น้ำแป้ง

เวลา		pH	Residue (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	ความเข้มข้น	ความสะอาด
ตรวจสอบ	บันทึก					
09.00	09.10	4.91	34.62	9.21	21.5	Pass
09.30	09.30	4.84	10.29	10.24	21.7	Pass
10.30	10.40	4.78	10.29	45.05	21.4	Pass
เฉลี่ย		4.84	18.40	21.50	21.5	Pass

ตารางที่ 4.2 บันทึกผลวิเคราะห์ แป้งหมาด

เวลา		%M	pH	Residue (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppm)	Cond.	ความ สะอาด	ซง
ตรวจสอบ	บันทึก							
13.50	14.05	34.72	5.28	18.53	76.80	108.56	Pass	ขาวใส
14.20	14.35	38.48	5.24	75.58	-	-	-	-
14.50	15.05	39.89	5.28	16.96	89.60	-	Pass	ขาวใส
15.20	15.40	38.93	5.75	17.02	-	-	-	-
15.50	16.10	39.15	5.59	83.31	97.28	105.40	-	ขาวใส
เฉลี่ย		38.23	5.42	42.28	87.89	106.98	Pass	ขาวใส

ตารางที่ 4.3 บันทึกผลวิเคราะห์ แบ่งแห้ง

เวลา		%M	pH	Residue		Pulp	SO <sub>2</sub> (ppm)	Cond.	%W	Sieve 100 mesh
ตรวจสอบ	บันทึก			(ppm)	%					
06.20	06.30	11.70	6.29	6.00	0.0005	0.02	-	-	95.9	-
06.50	07.00	11.48	6.23	8.58	0.0007	0.02	5.12	-	95.4	99.59
07.20	07.30	11.61	6.09	9.16	0.0008	0.02	-	-	95.5	-
07.50	08.00	12.28	5.94	8.20	0.0006	0.02	5.12	73.9	95.9	99.49
08.20	08.30	11.47	5.88	6.21	0.0005	0.02	-	-	95.2	-
เฉลี่ย		11.71	6.09	7.63	0.0006	0.02	5.12	73.9	95.6	99.54

## บทที่ 5

### สรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งมันสำปะหลัง โดยกระบวนการการวิเคราะห์นี้ เป็นกระบวนการที่ควบคุมคุณภาพของสินค้าให้ เป็นไปตามคุณสมบัติที่บริษัทกำหนด ซึ่งได้เราได้ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์น้ำแป้งมันสำปะหลัง แป้งหมัดที่ได้จากมันสำปะหลัง และแป้งแห้งที่ได้จากมันสำปะหลัง โดยผลของการศึกษาและ วิเคราะห์เป็นดังนี้ น้ำแป้งทำการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของน้ำแป้งเท่ากับ 21.5 ค่า pH ของน้ำแป้ง เท่ากับ 4.84 ค่าปริมาณ  $\text{SO}_2$  ในน้ำแป้งเท่ากับ 21.50 ppm และค่าความสะอาดของแป้งสะอาด, แป้งหมัดทำการวิเคราะห์ ค่าความชื้นของแป้ง (%M) เท่ากับ 38.23% ความเหนียวของแป้งเท่ากับ 840 B.U. ค่า pH ของแป้งเท่ากับ 5.42 ค่า Conductivity ของแป้งเท่ากับ 106.98 S/m ปริมาณ  $\text{SO}_2$  ใน แป้งเท่ากับ 87.89 ppm ค่า Residue ของแป้งเท่ากับ 42.28 ppm ค่าความสะอาดของแป้งสะอาด สีของแป้ง สีขาวใส และการเติมในน้ำต่างชั้นน้ำเป็นสีขาวหรือสีเหลือง และแป้งแห้งทำการวิเคราะห์ ค่าความชื้นของแป้ง (%M) เท่ากับ 11.71% ความขาวของแป้ง (%W) เท่ากับ 95.6% ค่า pH ของแป้ง เท่ากับ 6.09 ค่า Conductivity ของแป้งเท่ากับ 73.9 S/m ปริมาณ  $\text{SO}_2$  ในแป้งเท่ากับ 5.12 ppm ค่า Residue ของแป้งเท่ากับ 7.63 ppm ค่าความสะอาดของแป้งสะอาด การหาค่า pulp เท่ากับ 0.0006% และการหา 100 mate เท่ากับ 99.54 % ความเหนียวของแป้งเท่ากับ 840 B.U. สีของแป้ง ค่าความสะอาดของแป้งแห้งสะอาด สีของแป้ง สีขาวใสและ การเติมในน้ำต่างชั้นน้ำเป็นสีขาวหรือ สีเหลือง

ซึ่งการกระบวนการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของสินค้าเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดว่า สินค้า ตลอดจนกระบวนการผลิตได้มาตรฐานหรือไม่ เกิดการผิดพลาดในส่วนใด เพื่อให้ทราบว่า ควรแก้ไขและปรับปรุงตรงไหน เพื่อให้ผู้ผลิต ผลิตสินค้าให้ออกมาใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดให้มากที่สุด และเป็นที่น่าเชื่อถือของลูกค้า

#### 5.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อควบคุมการตรวจสอบและวิเคราะห์กระบวนการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากแป้งมัน สำปะหลังว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทกำหนดหรือไม่

2. ทำให้ได้คุณภาพของสินค้าหรือบริการจะต้องเป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการ โดยที่สินค้าหรือ บริการต้องสร้างความพึงพอใจและความเชื่อมั่นให้แก่ลูกค้า



## บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (ม.ป.ป.).  
อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง. <http://www.thailandtapiocastarch.net/technology-detail/4/2/>
- จินดารัตน์ สิริวิจักขณ์. (11, พฤษภาคม 2563). มันสำปะหลัง พี่ชไร่เศรษฐกิจ โภชนาการสูงดีต่อร่างกาย. Hello คุณหมอ. <https://hellokunmor.com/โภชนาการเพื่อสุขภาพ/ข้อมูลโภชนาการ/มันสำปะหลัง-โภชนาการ-ประโยชน์/>
- ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP 2022. (ม.ป.ป.). มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์. <http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/339-tapioca-and-products?showall=1&limitstart=>
- ฐานวัฒน์ โชติพงศ์กิตติ. (ม.ป.ป.). บริษัท แป้งมันเยี่ยมเฮงอุตสาหกรรม จำกัด. <http://www.jobbk.com/jobs/profile/48035>
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. (2543). ข้อมูลทั่วไป และการปลูกมันสำปะหลังที่ดี. <http://www.tapiocathai.org/Mainpage.html>
- ศูนย์สารสนเทศ กรมวิชาการเกษตร. (2551). การจำแนกพันธุ์มันสำปะหลัง. <http://at.doa.go.th/mealybug/download/การจำแนกพันธุ์.pdf>
- สถาบันวิชาและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (16, มิถุนายน 2558). มันสำปะหลัง : การจำแนกชนิดและสายพันธุ์มันสำปะหลัง. <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=18052>
- Export-Import Bank of Thailand. (21, มีนาคม 2559). โรงแป้งเยี่ยมเฮงฯ คาดยอดจำหน่ายรวมปี 2559 พุ่งแตะระดับ 1 หมื่นล้านบาท. <https://kmc.exim.go.th/detail/economy-news/20190703115748626>

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

### การคำนวณ

#### 1. การคำนวณหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulferdioxide;SO<sub>2</sub>)

##### 1.1 การหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำแข็งมันสำปะหลัง

###### ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดให้

ปริมาตรของสารละลายไอโอดีนก่อนการไทเทรตเท่ากับ 0.00 ml

ปริมาตรของสารละลายไอโอดีนหลังการไทเทรต เท่ากับ 2.50 ml

สูตรการคำนวณ

$$(V_2 - V_1) \times 640 \times 0.032 = \text{SO}_2 \text{ (ppm)}$$

กำหนดให้

V<sub>1</sub> คือปริมาตรก่อนการไทเทรต

V<sub>2</sub> คือปริมาตรหลังการไทเทรต

แทนค่าตัวเลขลงในสูตร

$$(2.50 - 0.00) \times 640 \times 0.032 = 51.20 \text{ ppm}$$

ดังนั้น ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำแข็งมันสำปะหลังมีค่าเท่ากับ 51.20 ppm

##### 1.2 การคำนวณหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแป้งหมาด/แป้งแห้ง

###### ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดให้

ปริมาตรของสารละลายไอโอดีนก่อนการไทเทรต เท่ากับ 5.50 ml

ปริมาตรของสารละลายไอโอดีนหลังการไทเทรต เท่ากับ 6.40 ml

สูตรการคำนวณ

$$(V_2 - V_1) - B \times 0.032 \times 3200 = \text{SO}_2 \text{ (ppm)}$$

กำหนดให้

V<sub>1</sub> คือปริมาตรก่อนการไทเทรต

V<sub>2</sub> คือปริมาตรหลังการไทเทรต

B คือปริมาตรสารละลายไอโอดีนจากการไทเทรตด้วยBlank

แทนค่าตัวเลขลงในสูตร

$$(6.40-5.50)-0.2 \times 0.032 \times 3200 = 92.16\text{ppm}$$

ดังนั้นปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแป้งหมาด/แป้งแห้งมีค่าเท่ากับ 71.68 ppm

## 2. การหาค่าResidue

2.1การหาค่าResidue น้ำแป้งมันสำปะหลัง

ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดให้

กระดาษกรองหนัก 0.3452 กรัม

กระดาษกรอง+กากหนัก 0.3640 กรัม

ความหนาแน่นน้ำแป้ง 21.5 (521.236)

สูตรการคำนวณ

$$\text{Residue (ppm)} = \frac{(X_2 - X_1) \times 1,000,000}{\text{ความหนาแน่น}}$$

กำหนดให้

X<sub>1</sub> คือกระดาษกรองหนัก

X<sub>2</sub> คือกระดาษกรอง+กากหนัก

แทนค่าตัวเลขลงในสูตร

$$\frac{(0.3640 - 0.3450) \times 1,000,000}{521.236} = 36.45\text{ppm}$$

ดังนั้นค่าResidueในน้ำแป้งมันสำปะหลังมีค่าเท่ากับ 36.45 ppm

2.2 การหาResidue แป้งหมาด

ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดให้

กระดาษกรองหนัก 0.3332กรัม

กระดาษกรอง+กากหนัก 0.3431 กรัม

ความชื้น 39.54

สูตรการคำนวณ

$$Residue (ppm) = \frac{(X_2 - X_1) \times 100,000,000}{100 - \text{ความชื้น}}$$

กำหนดให้

$X_1$  คือ กระจกกรองหนัก

$X_2$  คือ กระจกกรอง+กากหนัก

แทนค่าตัวเลขลงในสูตร

$$\frac{(0.3431 - 0.3332) \times 100,000,000}{100 - 39.54} = 163.74 \text{ ppm}$$

ดังนั้นค่า Residue ในแป้งหมาดมีค่าเท่ากับ 36.45 ppm

### 2.3 การหา Residue แป้งแห้ง

ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดให้

กระจกกรองหนัก 0.3332 กรัม

กระจกกรอง+กากหนัก 0.3431 กรัม

ความชื้น 11.23

สูตรการคำนวณ

$$Residue (ppm) = \frac{(X_2 - X_1) \times 100,000,000}{100 - \text{ความชื้น}}$$

$$Residue (\%) = \frac{(X_2 - X_1) \times 1000}{100}$$

กำหนดให้

$X_1$  คือ กระจกกรองหนัก

$X_2$  คือ กระจกกรอง+กากหนัก

แทนค่าตัวเลขลงในสูตร

$$\text{Residue (11.15 ppm)} = \frac{(X2 - X1) \times 100,000,000}{100 - 11.23}$$

$$\text{Residue 0.0009 \%} = \frac{(0.3431 - 0.3332) \times 1000}{100}$$

ดังนั้นค่าResidue ในแป้งหมาดมีค่าเท่ากับ 11.15ppmและ 0.0009%

### 3. การหา%แป้งในกาก (%Total starch)

ตัวอย่างการคำนวณ

กำหนดให้

เปอร์เซ็นต์ MC เริ่มต้น = 81.0023 %

เปอร์เซ็นต์ MC หลังต้ม = 80.2569%

น้ำหนักกากแห้งก่อนต้ม = 14.2367%

น้ำหนักกากแห้งหลังต้ม = 9.8265%

สูตรการคำนวณ

$$\% \text{แป้งในกาก} = \frac{(\% \text{แป้งในกากก่อนต้ม} - \% \text{แป้งในกากหลังต้ม})}{\% \text{แป้งในกากหลังต้ม} \times 100}$$

แทนค่าตัวเลขลงในสูตร

$$\frac{(14.2367 - 9.8265)}{9.8265 \times 100} = 30.9776 \%$$

### 4. การหาความเหนียวน้ำแป้งรวม

ตัวอย่างการคำนวณ

หาน้ำหนักของแป้งที่ต้องใช้ในการทำความเหนียว

กำหนดให้

ความชื้นของแป้งในน้ำแป้ง 47.52

สูตรการคำนวณ

$$\text{น้ำหนักแป้งที่จะใช้หาความเหนียว(กรัม)} = \frac{2700}{(100 - \text{ความชื้น})}$$

แทนค่าตัวเลขในสูตร

$$51.44(\text{กรัม}) = \frac{2700}{(100 - 47.52)}$$

## ภาคผนวก ข

### การเตรียมสารละลาย

การเตรียมน้ำแข็งสุกเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

คำนวณน้ำหนักแข็ง ความเข้มข้น ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก/ปริมาตรของสารละลายน้ำแข็ง ปริมาตร 50 ml

จากสมการ

$$\text{ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร} = (\text{น้ำหนักตัวถูกละลาย/ปริมาตรของสารละลาย}) \times 100$$

แทนที่

$$0.5 = (\text{น้ำหนักตัวถูกละลาย}/50) \times 100$$

$$\text{น้ำหนักตัวถูกละลาย} = 0.2500 \text{ กรัม}$$

วิธีการเตรียมการละลายน้ำแข็งสุกเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร

ชั่งแข็ง 0.2500 กรัม ใส่ปิกเกอร์ จากนั้นละลายด้วยน้ำปราศจากไอออนเล็กน้อย จนสารละลายเข้ากัน เติมน้ำต้มสุก 50ml จากนั้นต้มบนเตาให้ความร้อนจนเดือดและ ทิ้งไว้ให้เย็น



## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวพิมพ์ภัส หลอดกระโทก
วัน เดือน ปี ที่อยู่ปัจจุบัน	วันที่ 24 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540 บ้านเลขที่ 103 หมู่ 12 ตำบลเฉลียง อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา 30250
E-mail address	6140201110@nrru.ac.th
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ. 2554 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนบ้านเฉลียง(คุรุราษฎร์บำรุง) ตำบลเฉลียง อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา 30250 ปี พ.ศ. 2557 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนครบุรี ตำบลบ้านใหม่ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา 30250 ปี พ.ศ. 2560 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนครบุรี ตำบลบ้านใหม่ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา 30250

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวสุจิตตรา อันทะยันต์
วัน เดือน ปี ที่อยู่ปัจจุบัน	วันที่ 12 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2542 บ้านเลขที่ 44 หมู่ 5 ตำบลบ้านราษฎร์ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา 30330
E-mail address	6140201121@nrru.ac.th
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ. 2554 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนอนุบาลสกุลจิตร ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา 30330 ปี พ.ศ. 2557 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเสิงสาง ตำบลเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา 30330 ปี พ.ศ. 2560 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเสิงสาง ตำบลหนองเสิงสาง อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา 30330