# บทที่ 5
# สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

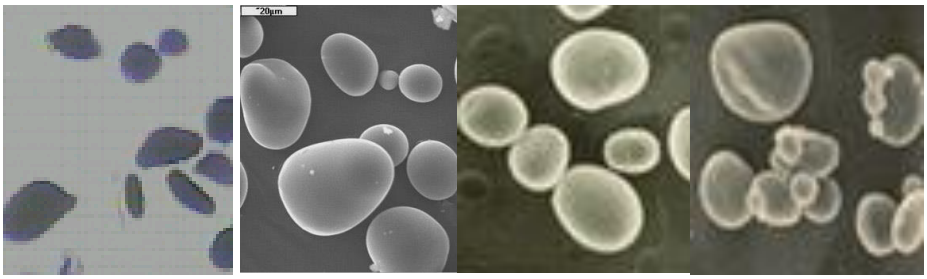
## 5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการผลิตแป้งมันหัวใหญ่และร้อยละผลผลิตของแป้งมันหัวใหญ่

จากผลการศึกษากระบวนการผลิตแป้งมันหัวใหญ่พบว่า มีปริมาณร้อยละผลผลิต (% Yield) เท่ากับ 56.48 เกิดการสูญเสียน้ำหนักไปร้อยละ 43.52 ด้วยสาเหตุสามประการ คือ ประการแรกเกิดการสูญเสียน้ำหนักในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบเนื่องจากมีการปอกเปลือกทิ้ง ประการที่สองเกิดการสูญเสียน้ำหนักในขั้นตอนการอบแห้งเนื่องจากน้ำที่ถูกระเหยออกไป ประการที่สามเกิดการสูญเสียน้ำหนักในขั้นตอนการโม่แห้งและร่อนเนื่องจากเกิดการฟุ้งกระจายของผงแป้งบางส่วนในขณะโม่และร่อน

จากการศึกษาปริมาณขนาดอนุภาคของแป้งมันหัวใหญ่พบว่า ขนาดอนุภาคของแป้งเมื่อนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 และ 80 mesh ปรากฏว่าแป้งผ่านรูตะแกรง 80 mesh ได้ทั้งหมด หรือ 100% เนื่องจากอนุภาคใดๆ ที่มีขนาดเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร($\mu$m) จะสามารถลอดผ่านรูตะแกรง 80 mesh ได้ แสดงว่าขนาดอนุภาคของแป้งมันหัวใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 180 ไมโครเมตร

## 5.2 สรุปและวิจารณ์ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพในด้านรูปร่างและวัดขนาดของเม็ดแป้งมันหัวใหญ่

จากการศึกษาพบว่าเม็ดแป้งมันหัวใหญ่มีรูปร่างหลายแบบ ได้แก่ รูปสามเหลี่ยม รูปค่อนข้างกลม และรูปกลมรี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 1.26-2.94, 0.56-1.6 และ 1.12-1.96 ไมโครเมตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกับลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งชนิดอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มของพืชหัวสะสมแป้งเช่นเดียวกันกับมันหัวใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 5.1 พบว่ารูปร่างเม็ดแป้งของแป้งมันหัวใหญ่มีลักษณะรูปร่างค่อนข้างจะคล้ายคลึงกับรูปร่างเม็ดแป้งของแป้งมันเทศ



**เม็ดแป้งมันหัวใหญ่** **เม็ดแป้งมันเทศ** **เม็ดแป้งมันฝรั่ง** **เม็ดแป้งมันสำปะหลัง**

**ภาพที่ 5.1** ภาพแสดงลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งชนิดต่างๆ [20]

เม็ดแป้งที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 0.5-10 ไมโครเมตร ถูกจัดให้เป็นเม็ดแป้งขนาดเล็ก [1] ดังนั้น เม็ดแป้งมันหัวใหญ่ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง อยู่ในช่วง 0.56-2.94 ไมโครเมตร จึงจัดได้ว่าเป็นเม็ดแป้งขนาดเล็ก ซึ่งมีความใกล้เคียงกับขนาดของเม็ดแป้งมันเทศ เมื่อเทียบกับเม็ดแป้งมันฝรั่ง และเม็ดแป้งมันสำปะหลัง ดังแสดงในตารางที่ 5.1

**ตารางที่ 5.1** แสดงค่าเปรียบเทียบขนาดของเม็ดแป้งชนิดต่างๆ [1]

| | **เม็ดแป้งมันหัวใหญ่** | **เม็ดแป้งมันเทศ** | **เม็ดแป้งมันฝรั่ง** | **เม็ดแป้งมันสำปะหลัง** |
|---|---|---|---|---|
| **ขนาด (μm)** | 0.56-2.94 | 9-15 | 15-121 | 5-35 |

## 5.3 สรุปและวิจารณ์ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพโดยการวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH value) การดูดกลืนน้ำ (water adsorption) การอุ้มน้ำ (water holding capacity) และปริมาณพลังงานโดยใช้ Bomb Calorimeter

ผลการวิเคราะห์พบว่าแป้งมันหัวใหญ่มีค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 6.35 ซึ่งมีผลต่อการคืนตัวของแป้ง คือ แป้งที่มีค่า pH อยู่ในช่วง 5-7 แป้งสามารถคืนตัวได้ดี ในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำ ความเข้มข้นของแป้งสูง [1]

ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนน้ำของแป้งมันหัวใหญ่ เท่ากับ 35.74 กรัมน้ำ ต่อ 100 กรัมแป้งแห้ง และค่าการอุ้มน้ำของแป้งมันหัวใหญ่ เท่ากับ 5.46 กรัมน้ำ ต่อ กรัมแป้งแห้ง โดยค่าการดูดกลืนน้ำจะมีส่วนสัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลเพกติน คือแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพกตินมากจะมีค่าการดูดกลืนน้ำมาก ดังแสดงค่าเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2

**ตารางที่ 5.2** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปริมาณอะไมโลเพกตินและการดูดกลืนน้ำในแป้งชนิดต่างๆ [1]

| **ชนิดแป้ง** | **แป้งมันหัวใหญ่** | **แป้งข้าวโพด** [1] | **แป้งมันสำปะหลัง** [1] | **แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว** [1] |
|---|---|---|---|---|
| อะไมโลเพกติน (%) | 43.98 | 72 | 83 | 100 |
| การดูดกลืนน้ำ (กรัมน้ำ/100 กรัมแป้งแห้ง) | 35.7 | 39.9 | 42.9 | 51.4 |

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณพลังงานของแป้งมันหัวใหญ่ เท่ากับ 3.89 Kcal/g ซึ่งเป็นค่าพลังงานที่เมื่อเทียบกับแป้งจากพืชหัวสะสมแป้งชนิดอื่น ก็จะมีความใกล้เคียงกัน เช่น แป้งมันสำปะหลังมีค่าปริมาณพลังงาน เท่ากับ 3.51 Kcal/g [21]

## 5.4 สรุปและวิจารณ์ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ในด้านการศึกษากระแสวิทยา (Rheology) ทางการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งมันหัวใหญ่

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ในด้านการศึกษากระแสวิทยา (Rheology) ทางด้านการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งมันหัวใหญ่ ด้วยเครื่องวัดค่าความหนืด (Rapid Visco Analyzer; RVA) พบว่า อุณหภูมิที่แป้งเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืดคือ 64 องศาเซลเซียส เมื่อเริ่มเข้าสู่นาทีที่ 8 แป้งมีการพองตัวมากจนมีลักษณะเป็นเจลขึ้น มีการพองตัวเต็มที่ ความหนืดสูงสุด (peak viscosity) เท่ากับ 287.5 RVU หลังจากเม็ดแป้งพองตัวเต็มที่จนแตกออก โมเลกุลของอะไมโลสขนาดเล็กกระจัดกระจายออกมาทำให้ความหนืดลดลง เมื่อทำการลดอุณหภูมิลง ค่าความหนืดต่ำสุด (holding strength) เท่ากับ 280 RVU ซึ่งจะมีค่าความหนืดที่คงตัวเพราะอะไมโลสจะจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล เกิดเป็นร่างแหสามมิติ สามารถอุ้มน้ำไว้ได้แต่ไม่ดูดน้ำเข้ามาอีก ทำให้ค่าความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (breakdown) เท่ากับ 7.5 RVU เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงอีก ลักษณะการเรียงตัวของโครงสร้างจะแน่นมากขึ้น เพราะโมเลกุลน้ำจะถูกบีบออกภายนอกเจลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น ได้ค่าความหนืดสุดท้าย เท่ากับ 338 RVU ทำให้ค่าผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (setback) เท่ากับ 58 RVU

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งมันหัวใหญ่กับแป้งมันเทศ [1] พบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยแป้งมันเทศมีอุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืดเท่ากับ 82.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจลาติไนซ์ (แป้งเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืด) อยู่ในช่วง 60-67 องศาเซลเซียส ความหนืดสูงสุดเท่ากับ 380 RVU ความหนืดต่ำสุดเท่ากับ 170 RVU ความหนืดสุดท้ายเท่ากับ 230 RVU

## 5.5 สรุปและวิจารณ์ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันหัวใหญ่

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันหัวใหญ่ในหน่วยร้อยละน้ำหนักเปียก ได้ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 8.05, 3.39, 2.37, 6.11, 0.65 และ 79.43 ตามลำดับ เมื่อนำมาเทียบกับองค์ประกอบทางเคมี ของแป้งมันเทศ [21] ดังแสดงในตารางที่ 5.3

**ตารางที่ 5.3** แสดงค่าเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันหัวใหญ่และแป้งมันเทศ

| **องค์ประกอบทางเคมี** | **แป้งมันหัวใหญ่** (%wet weight) | **แป้งมันหัวใหญ่** (%dry weight) | **มันเทศสด** (%wet weight) [21] | **แป้งมันเทศ** (%dry weight) [21] |
|---|---|---|---|---|
| ความชื้น | 8.05 | 0.00 | 75.2 | 0.0 |
| โปรตีน | 3.39 | 3.69 | 0.6 | 2.4 |
| ไขมัน | 2.37 | 2.58 | 0.1 | 0.4 |
| เถ้า | 6.11 | 6.65 | 0.8 | 3.2 |
| เส้นใย | 0.65 | 0.71 | 0.6 | 2.4 |
| คาร์โบไฮเดรต | 79.43 | 86.37 | 23.3 | 93.9 |

**<u>หมายเหตุ</u>** ข้อมูลค่าต่างๆ ขององค์ประกอบทางเคมีของมันเทศ [21] เป็นค่าที่วิเคราะห์จากมันเทศสด แต่ค่าต่างๆ ขององค์ประกอบทางเคมีของมันหัวใหญ่ที่ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เป็นค่าที่วิเคราะห์จากแป้งมันหัวใหญ่ ดังนั้นเมื่อต้องการนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างค่าองค์ประกอบทางเคมีของมันทั้งสองชนิด จึงต้องเทียบให้แป้งมันหัวใหญ่และมันเทศสดมีค่าความชื้นเป็นศูนย์ก่อนจึงจะเทียบค่าอื่นๆ ได้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลเพกตินในแป้งมันหัวใหญ่ เท่ากับ 43.98 (% น้ำหนักแป้งแห้ง) และ อะไมโลเพกตินของแป้งมันเทศ [1] เท่ากับ 37 (% น้ำหนักแป้งแห้ง) ซึ่งทั้งแป้งมันหัวใหญ่และแป้งมันเทศมีปริมาณอะไมโลเพกตินค่อนข้างน้อยเช่นกัน เมื่อเทียบกับพืชหัวสะสมแป้งชนิดอื่น

เมื่อพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพและทางเคมี มีหลายประการที่ทำให้สรุปได้ว่าแป้งมันหัวใหญ่มีแนวโน้มที่จะใช้ทดแทนแป้งมันเทศในการทำผลิตภัณฑ์อาหารได้

## 5.6 ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยนี้

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแป้งมันหัวใหญ่สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น บอกแนวโน้มของการใช้ประโยชน์ของแป้งมันหัวใหญ่ว่าน่าจะนำมาทำผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปชนิดใด หรือน่าจะนำมาใช้ทดแทนแป้งชนิดใดได้บ้าง ซึ่งต้องมีการศึกษาและวิจัยต่อไปเพื่อหาความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์สูงสุดของแป้งมันหัวใหญ่

นอกจากนี้ควรมีการศึกษาหาแนวทางการใช้ประโยชน์ของพืชสะสมแป้งที่เป็นพืชพันธุ์พื้นเมืองชนิดอื่นๆ