



การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองแยกแ่งจากเมล็ดข้าวโพดโดยใช้ขบวนการ Wet milling เพื่อศึกษาถึงตัวแปรในการแช่เมล็ดข้าวโพดเพื่อนำไปแยกแ่ง รวมถึงได้ศึกษาการผลิตน้ำตาลเหลวจากข้าวโพดโดยใช้ขบวนการย่อยด้วยกรด และขบวนการย่อยด้วยกรดกับเอนไซม์ โดยศึกษาถึงตัวแปรในขั้นตอนของการย่อยแ่งในการผลิตแต่ละวิธี นอกจากนี้ยังศึกษาถึงปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์แ่งข้าวโพด และน้ำตาลเหลวจากข้าวโพด โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์แ่งข้าวโพดกับค่ากำหนดจาก Corn Industries Research Foundation และเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์น้ำตาลเหลวจากข้าวโพดจากค่ากำหนดจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

#### 6.1 ผลของตัวแปรต่าง ๆ ในการแยกแ่งจากเมล็ดข้าวโพด

ตัวแปรที่ใช่ศึกษาคือ เวลา, อุณหภูมิ และปริมาณซิลเฟอโรไดออกไซด์ในการแช่เมล็ดข้าวโพด โดยพิจารณาว่าเมล็ดข้าวโพดต้องอ่อนนุ่มเพียงพอสามารถแยกคั่นอ่อนออกจากเมล็ดข้าวโพดได้ดี มีส่วนแ่งปนกับส่วนคั่นอ่อนน้อย ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของแ่งมาก และให้เปอร์เซ็นต์แ่งมาก

จากการทดลองศึกษาผลของเวลาในการแช่เมล็ดข้าวโพดพบว่า ที่เวลาตั้งแต่ 24-120 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส, ปริมาณซิลเฟอโรไดออกไซด์ 0.2% น้ำหนัก/ปริมาตร ความชื้นของเมล็ดข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นตามเวลาในการแช่ และพบว่าความชื้นเริ่มมีตัว เมื่อเวลาถึง 48 ชั่วโมงก็มีค่า 42.3% ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของแ่งตั้งแต่ 48 ชั่วโมงขึ้นไปมีค่าใกล้เคียงกันคือประมาณ 57-59% เปอร์เซ็นต์แ่งจะมีค่ามากและเกือบคงที่เมื่อเวลาในการแช่ตั้งแต่ 48 ชั่วโมงขึ้นไป ที่เวลา 48 ชั่วโมง การแยกคั่นอ่อนได้ดี มีส่วนแ่งปนกับคั่นอ่อนน้อย ลักษณะคั่นอ่อนที่ได้แข็งและไม่แตกหัก

ผลของอุณหภูมิในการแช่เมล็ดข้าวโพดพบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นการแยกคั่นอ่อนได้ดีขึ้น ที่อุณหภูมิเพิ่มถึง 50 องศาเซลเซียส ทำการแยกคั่นอ่อนได้ดี ส่วนของคั่นอ่อนหลุดจากเมล็ดข้าวโพด และแยกออกจากเมล็ดข้าวโพดได้ดี ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของแ่งมาก

และเกือบคงที่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีกต่อไป ก็อยู่ในช่วง 58 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์แห้งมีค่ามากจนเกือบคงที่ ในช่วง 86-88%

ผลของปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ในการแช่เมล็ดข้าวโพดพบว่า ที่ 0.0% น้ำหนัก/ปริมาตร เกิดการเน่าเสียของ เมล็ดข้าวโพดในระหว่างแช่ เมื่อเพิ่มปริมาณมากขึ้น เปอร์เซ็นต์แห้งจะเพิ่มขึ้น แต่พบว่าที่ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 0.2% ขึ้นไป เปอร์เซ็นต์แห้งจะมีค่าใกล้เคียงกัน ที่ ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.2% นี้ ให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของแห้ง 58.7% และเปอร์เซ็นต์แห้ง 86.8%

คังนั้นเวลาในการแช่เมล็ดข้าวโพด	48	ชั่วโมง
อุณหภูมิในการแช่เมล็ดข้าวโพด	50	องศาเซลเซียส
ปริมาณซิลเฟอร์ไดออกไซด์ในการแช่	0.2%	น้ำหนัก/ปริมาตร

#### 6.2 เปอร์เซ็นต์ผลผลิต, ปริมาณและคุณภาพของแป้งข้าวโพด

เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของแป้งข้าวโพดที่มีสีขาวซึ่งมีปริมาณและคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดจาก Corn Industries Research Foundation คือ 49.8% ส่วนแป้งสีเหลืองมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 11.2% จะเห็นว่าในแป้งสีเหลืองนี้จะมีเปอร์เซ็นต์แห้งถึง 82.1% และมีปริมาณโปรตีน 11.9% ซึ่งถือว่าโปรตีนเป็นสิ่งเจือปนที่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งมีค่าน้อย ถ้าใช้เครื่องมือในการแยกโปรตีนออกจากแป้งที่มีประสิทธิภาพสูง ก็จะได้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของแป้งสีขาวมากขึ้น

#### 6.3 ผลของตัวแปรต่าง ๆ ในการย่อยสลายแป้งข้าวโพดให้เป็นน้ำตาลเหลวโดยวิธีการใช้กรด

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา คือ ความเข้มข้นของสารละลายแป้งข้าวโพด, ปริมาณกรดเกลือ เข้มข้น, เวลาและอุณหภูมิในการย่อย โดยที่น้ำตาลเหลวจากข้าวโพดที่ได้จากการย่อยด้วยกรดนี้ต้องมีค่าสมมูลย์ เดกโตรอสอยู่ในช่วง 50-55

จากการทดลองพบว่า การย่อยสลายแป้งข้าวโพดโดยใช้กรดเกลือ เข้มข้น 2.5% ปริมาตร / น้ำหนักแป้งแห้ง ที่ 100 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นของสารละลายแป้ง 20% จะให้ค่าสมมูลย์ เดกโตรอสมากที่สุดในช่วง 42-44 ที่เวลาการย่อย 100 นาที ส่วนที่ 30% และ 40% จะให้ค่าสมมูลย์ เดกโตรอสมากที่สุดในช่วง 53-55 และ 57-58 ที่เวลาในการย่อย 100 นาที ดังนั้นจึงเลือกที่ความ

เข้มข้นของสารละลายแบ่ง 30% เป็นสารละลายเริ่มต้นในการผลิตน้ำตาลเหลวจากข้าวโพดต่อไป

ผลของปริมาณกรดและเวลาในการย่อยแบ่งด้วยกรดเกลือเข้มข้นที่ 100 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 2.5% และเวลาในการย่อยมากกว่า 100 นาทีขึ้นไปจะได้ค่าสมมูลย์เดกโตรสมมากกว่า 50 เมื่อใช้ปริมาณกรดเกลือเข้มข้นมากกว่า 2.5% จะให้ค่าสมมูลย์เดกโตรสมมากกว่า 50 ที่เวลาการย่อยเร็วกว่า แต่ถ้าใช้ปริมาณกรดมากเกินไปจะต้องเติมด่างที่ทำให้เป็นกลางมาก และน้ำตาลเหลวที่ใช้กรดมากเกินไปจะทำให้รสชาติไม่ดี เนื่องจากใช้ปริมาณกรดเกลือเข้มข้น 2.5% นี้ ต้องใช้เวลาในการย่อยนานถึง 100 นาที เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการย่อยเป็น 121 องศาเซลเซียส และความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว พบว่าปริมาณกรดเกลือเข้มข้น 1.5% และเวลาในการย่อย 35 นาทีก็พอเพียงที่ทำให้น้ำตาลเหลวจากข้าวโพดมีค่าสมมูลย์เดกโตรส 52.83 (จากกราฟ)

ดังนั้นในการผลิตน้ำตาลเหลวจากข้าวโพดโดยใช้กรดย่อย ตัวแปรที่เหมาะสมคือ

ความเข้มข้นของสารละลายแบ่ง	30%	น้ำหนักแบ่งแห้ง / ปริมาตร
ปริมาณกรดเกลือเข้มข้น	1.5%	ปริมาตร / น้ำหนักแบ่งแห้ง
เวลาในการย่อย	35	นาที
อุณหภูมิ, ความดัน	121	องศาเซลเซียส, 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว

#### 6.4 ผลของตัวแปรต่าง ๆ ในการย่อยสารละลายแบ่งข้าวโพดให้เป็นน้ำตาลเหลวโดยวิธีใช้กรดกับ

##### เอ็นไซม์

ตัวแปรที่ใช้ศึกษาคือ ปริมาณกรดเกลือเข้มข้นที่ใช้ย่อยในช่วงการย่อยด้วยกรด, ปริมาณเอ็นไซม์ กลูโคมิเลส, เวลาในการย่อย, ความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิต่อการทำงานของเอ็นไซม์ โดยที่น้ำตาลเหลวจากข้าวโพดที่ได้จากการย่อยด้วยกรดกับเอ็นไซม์ต้องมีสมมูลย์เดกโตรสอยู่ในช่วง 90-95

จากการทดลองศึกษาผลของปริมาณกรดเกลือเข้มข้นตั้งแต่ 0.25-1.5% ที่ใช้ในช่วงการย่อยด้วยกรด พบว่าปริมาณกรดเกลือเข้มข้น 0.25% เมื่อใช้เอ็นไซม์ย่อยต่อ จะให้ค่าสมมูลย์เดกโตรสมากที่สุด ซึ่งอยู่ในช่วง 90-95

ผลของปริมาณเอ็นไซม์และเวลาพบว่า ที่ปริมาณเอ็นไซม์กลูโคมิเลส 0.125 มิลลิกรัม/100กรัม แบ่งแห้ง และเวลา 30 ชั่วโมง เหมาะสมสำหรับผลิตน้ำตาลเหลวจากข้าวโพดให้มีสมมูลย์เดกโตรส

อยู่ในช่วง 90-95

ผลของความเป็นกรด-ด่าง พบว่า ที่ความกรด-ด่าง 4.0 เหมาะสำหรับการทำงานของ เอ็นไซม์กลูโคมิเลส และผลของอุณหภูมิพบว่าที่ 60 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับการทำงานของ เอ็นไซม์ ซึ่งจะให้ค่าสมมูลย์เดกโตรสมากที่สุดและอยู่ในช่วง 90-95

ดังนั้นตัวแปรต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการผลิตน้ำตาลเหลวจากข้าว โปดโดยใช้กรดกับ เอ็นไซม์คือ

ในขั้นการย่อยแป้ง ด้วยกรด	สารละลายแป้ง	30%	น้ำหนักแป้งแห้ง / ปริมาตร
	ปริมาณกรดเกลือ เข้มข้น	0.25%	ปริมาตร / น้ำหนักแป้งแห้ง
	เวลาในการย่อย	35 นาที	
	อุณหภูมิ, ความดัน	121 องศาเซลเซียส, 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว	
ในขั้นการย่อยด้วย เอ็นไซม์	ปริมาณเอ็นไซม์	0.125	มิลลิลิตร / 100 กรัมแป้งแห้ง
	เวลาในการย่อย	30	ชั่วโมง
	ความเป็นกรด-ด่าง	4.0	
	อุณหภูมิ	60	องศาเซลเซียส

#### 6.5 การทำให้น้ำตาลเหลวจากข้าว โปดบริสุทธิ์ด้วยผง ถ่าน

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา คือ ปริมาณผง ถ่านและเวลาในการทำให้บริสุทธิ์ โดยที่จะทำให้น้ำตาลเหลวจากข้าว โปดใสบริสุทธิ์ น้ำตาลเหลวจากข้าว โปดจากวิธีการใช้กรดจะมีสี เข้มกว่าวิธีการใช้กรดกับ เอ็นไซม์ เนื่องจากใช้ปริมาณกรดเกลือ เข้มข้นมากกว่า ดังนั้นปริมาณผง ถ่านสำหรับการทำให้น้ำตาลเหลวจากข้าว โปดจากวิธีการใช้กรดและวิธีการใช้กรดกับ เอ็นไซม์บริสุทธิ์คือ 2.0% และ 1.0% น้ำหนัก/น้ำหนัก เวลาในการทำให้บริสุทธิ์เท่ากันคือ 10 นาที

#### 6.6 เเปอร์ เซนต์ผลผลิต, ปริมาณและคุณภาพของน้ำตาลเหลวจากข้าว โปด

เปอร์ เซนต์ผลผลิตของน้ำตาลเหลวจากข้าว โปดโดยการใช้กรดย่อยคือ 85.6% เมื่อเทียบกับ แป้ง และ 42.6% เมื่อเทียบกับเมล็ดข้าว โปดแห้ง และน้ำตาลเหลวจากข้าว โปดโดยใช้กรดกับ

เอ็นไซม์บีเปอร์ เซนต์ผลผลิตเป็น 79.8% เมื่อเทียบกับแป้งแห้ง และ 39.7% เมื่อเทียบกับ เมล็ดข้าวโพดแห้ง

ปริมาณและคุณภาพของน้ำตาลเหลวจากข้าวโพดทั้งสองวิธี มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ในภาคผนวกที่ ก) จะเห็นว่าน้ำตาลเหลวจากข้าวโพดโดยใช้กรดย่อยต้องผ่านการทำให้บริสุทธิ์ด้วยเรซิน เพื่อกำจัดอิมพิวริตี้ต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเกลือแกงที่ได้จากการทำให้เป็นกลาง จึงจะทำให้ค่าเดกซ์เตรอสอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับน้ำตาลเหลวจากข้าวโพดจากวิธีการใช้กรดกับเอ็นไซม์ ถึงแม้จะไม่ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ด้วยเรซินก็จะให้ค่าคุณภาพต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ถ้าผ่านเรซินแล้วจะทำให้ให้น้ำตาลเหลวจากข้าวโพดบริสุทธิ์มากยิ่งขึ้น เหมาะสมสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความบริสุทธิ์สูง