

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังรายใหญ่ของโลกโดยประมาณร้อยละ 60 ของแป้งมันสำปะหลังที่ผลิตได้จะส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศที่เหลือก็จะถูกนำไปใช้ภายในประเทศ เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ เช่น ขนมขบเคี้ยว สาธูลอดช่อง เป็นต้น เป็นสารเพิ่มความหนืดในอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมผลิตผงชูรส อุตสาหกรรมสารให้ความหวาน อุตสาหกรรมแป้งแปรรูป และใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล เป็นต้น ซึ่งราคาหัวมันดิบนั้นขึ้นอยู่กับค่าการส่งออกเป็นสำคัญ หากปีใดราคาผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังดี ราคาของหัวมันสำปะหลังดิบก็จะดีตามไปด้วย แต่หลายปีที่ผ่านมาราคาหัวมันดิบมีราคาค่อนข้างต่ำมากซึ่งต่ำกว่า 1 บาทต่อกิโลกรัม เนื่องจากต้นทุนการผลิตสูงกว่าประเทศคู่แข่งสำคัญ คือ อินโดนีเซีย ทำให้ไทยถูกขายตัดราคา ประกอบกับประเทศประชาคมยุโรปมีความเข้มงวดในการนำเข้ามันเส้นและมันอัดเม็ด เพื่อทำอาหารสัตว์มากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของไทยมีอัตราปริมาณการส่งออกลดลง ส่งผลทำให้ราคามันสำปะหลังลดลงตามไปด้วย (ผู้ส่งออก, 2545) ดังนั้นจึงต้องมีการแปรรูปมันสำปะหลัง เพื่อให้ราคามันสำปะหลังดีขึ้น อุตสาหกรรมกลูโคส อุตสาหกรรมฟรุคโตส และอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล ก็เป็นอุตสาหกรรมในการแปรรูปมันสำปะหลังอีกเพิ่มมูลค่าที่สำคัญ และเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวสูง ซึ่งจะขยายตัวตามอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่มที่กำลังมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันมีการทำการสลายแป้งเพื่อผลิตน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสทั่วประเทศมากกว่า 200,000 ตันต่อปี โดยประมาณ 100,000 ตันใช้เป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมผงชูรส และแอล-ไลซีน (L-lysine) คาดว่าความต้องการในปีต่อไปจะเพิ่มขึ้นเป็น 300,000 ตัน ซึ่งในประเทศไทยมีการศึกษาเกี่ยวกับการแปรรูปมันสำปะหลังให้เป็นสารให้ความหวานน้อยมาก ดังนั้นการศึกษการแปรรูปมันสำปะหลังโดยการสลายด้วยเอนไซม์ใน ระดับใหญ่ (large-scale) จึงมีความสำคัญมาก เนื่องจากประสิทธิภาพของการสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลขึ้นอยู่กับความสามารถในการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ เวลา การผสม (mixing) ฯลฯ จึงควรทำในสภาวะที่เหมาะสม เช่น การศึกษาในห้องปฏิบัติการก่อน เช่น ที่ปริมาตร 5 ถึง 10 ลิตร เมื่อศึกษาจนได้ขั้นตอน และวิธีการที่เหมาะสมแล้วจึงใช้วิธีขยายส่วนการผลิตขึ้นสู่ระดับปริมาณมาก เช่น ในระดับนำร่อง (pilot-scale) ก่อนที่จะขยายขนาดสู่ระดับอุตสาหกรรมต่อไป

ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสลายแป้งในรูปของแป้งมันสำปะหลัง และมันเส้นให้เป็นน้ำตาล โดยวิธีทางกายภาพและชีวภาพ จากนั้นทำการขยายขนาดในปฏิกรณ์ชีวภาพขนาด 10 ลิตร เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง กลศาสตร์ของเหลว (fluid dynamics) และผลผลิตที่ได้ (product yield) เพื่อจะใช้เป็นข้อมูลสำหรับการขยายส่วน (scale-up) ในระดับโครงการนำร่องหรืออุตสาหกรรมต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการเปลี่ยนแป้งในรูปของมันเส้น และแป้งมันสำปะหลังให้เป็นน้ำตาล โดยการใช้ สารเคมีและ เอนไซม์
2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบถังกวน
3. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลในถังปฏิกรณ์ โดยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกวนผสม (mixing) กลศาสตร์ของเหลว และผลผลิตที่ได้ (product yield) เพื่อใช้เป็นข้อมูลการขยายส่วน

สมมติฐานของการวิจัย

1. สภาวะที่เหมาะสมในการสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลโดยใช้สารเคมีและเอนไซม์แตกต่างกัน
2. สภาวะที่เหมาะสมในการสลายแป้งเป็นน้ำตาลของมันสำปะหลังและมันเส้นแตกต่างกัน
3. สภาวะที่เหมาะสมในการสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลในระดับปริมาณมากในปฏิกรณ์ ชีวภาพสามารถขยายส่วนได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ทราบถึงสถานะที่เหมาะสม ขั้นตอน และวิธีการในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลในปฏิกรณ์ชีวภาพ
2. ทำให้เข้าใจถึงกระบวนการในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลในถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบถังกวนได้ดียิ่งขึ้น
3. ทำให้ทราบถึงวิธีการและเทคนิคการสลายแป้งให้เป็นน้ำตาลในปฏิกรณ์ชีวภาพแบบถังกวนอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถที่จะขยายส่วนต่อไปได้ ซึ่งจะมีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์จริงในระดับอุตสาหกรรมการผลิตสารชีวภาพต่าง ๆ ที่ใช้กลูโคสที่ได้จากการสลายแป้งเป็นวัตถุดิบ

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาหาสถานะที่เหมาะสมในการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลจากมันสำปะหลังในรูปของมันเส้น และแป้งมันสำปะหลังสำเร็จรูป โดยใช้สารเคมี และเอนไซม์ แล้วจะทำการขยายขนาดของการทดลองจากปริมาณน้อยระดับหลอดทดลองขึ้นสู่ระดับในปฏิกรณ์ชีวภาพแบบถังกวนขนาด 4 ลิตร และ 10 ลิตร ตามลำดับ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การย่อยแป้งด้วยเอนไซม์ (enzyme hydrolysis) หมายถึง การทำให้โมเลกุลของแป้งที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงโดยการตัดโมเลกุลของแป้งด้วยเอนไซม์
2. การย่อยแป้งด้วยกรด (acid hydrolysis) หมายถึง การทำให้โมเลกุลของแป้งที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงโดยการตัดโมเลกุลของแป้งด้วยกรด
3. การทำให้แป้งสุก (gelatinization) หมายถึง การทำให้สารแขวนลอยแป้งร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส เพื่อให้แป้งแตกออกมาละลายกับน้ำเกิดเป็นเจลใส และมีความหนืดสูง
4. การย่อยแป้งครั้งแรก หรือการทำให้เป็นของเหลว (liquefaction) หมายถึง การย่อยแป้งครั้งแรกเพื่อให้โมเลกุลแป้งมีขนาดเล็กและลดความหนืดของแป้งเริ่มต้นมีค่า DE ประมาณ 15 ขึ้นไป
5. การย่อยน้ำแป้งครั้งที่สองหรือสุดท้าย (saccharification) หมายถึง การย่อยแป้งครั้งสุดท้ายเพื่อให้โมเลกุลแป้งเล็กลงเป็นน้ำตาล โมเลกุลเดี่ยวโดยมีค่า DE ประมาณ 30 ขึ้นไป และ ความหนืดลดลง ความหนืดประมาณ 3 เท่าของน้ำ หลังผ่านกระบวนการนี้จะได้สารละลายใส

6. Dextrose Equivalent (DE) หมายถึง ร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่ในตัวอย่าง เรียกว่า สมมูลเดกซ์โทรส