บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ผสมเซลลูเลสและเพคติเนส สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

5.1.1 ปัจจัยหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการไฮโดรไลซิสกากมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์เซลลูเลสผสมเพคติเนสอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้แก่ ปริมาณเซลลูเลส ปริมาณเพคติเนส พีเอช และระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา โดยพีเอชเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการย่อยสลายกากมันสำปะหลังเป็นน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด

5.1.2 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำตาลรีดิวซ์และกรดไขมันระเหย คือ การหมักย่อยกากมันที่พีเอช 3 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ด้วยเอนไซม์เซลลูเลส 5 NCU และเพคติเนส 200 PGU ต่อกรัมกากแห้ง ซึ่งให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และกรดไขมันระเหย 434 และ 31 มิลลิกรัมต่อกรัมกากแห้งตามลำดับ โดยสามารถเพิ่มปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณกรดไขมันระเหยถึง 10 และ 15 เท่าจากระดับเริ่มต้น

5.1.3 การไฮโดรไลซิสกากมันด้วยเอนไซม์ก่อนนำไปหมักก๊าซ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และกรดไขมันระเหยมีผลอย่างมากต่ออัตราเร็วของการผลิตก๊าซ สภาวะที่ให้อัตราเร็วในการผลิตก๊าซสูงสุดเป็นสภาวะที่ให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และกรดไขมันระเหยสูงสุดเช่นเดียวกัน

5.1.4 หากทำการหมักกากมันเป็นเวลา 30 วัน ปริมาณก๊าซที่ได้ในกรณีที่มีการไฮโดรไลซิสก่อนการหมัก จะไม่แตกต่างกันมากนักไม่ว่าจะใช้สภาวะใด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.339-0.391 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมกากแห้ง หรือ 0.054-0.062 ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมกากเปียก (0.193-0.360 นอร์มัลลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมกากแห้ง หรือ 0.030-0.057 นอร์มัลลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมกากเปียก) ซึ่งมากกว่ากรณีของการหมักกากมันที่ไม่ผ่านการไฮโดรไลซิสประมาณสองเท่าตัว โดยสภาวะที่ 2 คือการหมักย่อยกากมันที่พีเอช 6 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ด้วยเอนไซม์เซลลูเลส 5

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

NCU และเพคติเนส 50 PGU ต่อกรัมกากแห้ง น่าจะเป็นสภาวะเหมาะสมสำหรับการทำไฮโดรไลซิส เนื่องจากสภาวะดังกล่าวใช้ปริมาณเอนไซม์และเวลาในการทำปฏิกิริยาน้อยที่สุด และใช้ค่าพีเอชสูงสุด จึงสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายต่ำ ในขณะที่ปริมาณก๊าซที่ได้ไม่แตกต่างจากสภาวะอื่นๆ มาก

5.1.5 ก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักกากมันทุกสภาวะสามารถทดแทนก๊าซหุงต้มและพลังงานไฟฟ้าได้ โดยสภาวะที่ 3 สามารถทดแทนได้มากที่สุดและประหยัดเงินในการซื้อก๊าซหุงต้มเพื่อบริโภคในครัวเรือนและพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 3.40 บาทต่อกิโลกรัมก๊าซหุงต้ม และ1.27 บาทต่อกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ ทั้งนี้ การหมักสภาวะที่ 5 มีค่าใช้จ่ายในการทดลองสูงสุดเท่ากับ 5,392.14 บาทต่อกิโลกรัมกากแห้ง ให้ปริมาณก๊าซชีวภาพสูงสุดและสามารถทดแทนค่าใช้จ่ายสำหรับก๊าซหุงต้มและพลังงานไฟฟ้าได้เพียง 3.24 และ 1.21 บาทต่อกิโลกรัมกากแห้ง ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดลองมาก เช่นเดียวกันกับสภาวะที่ 2, 3, 4 และ 6 ซึ่งปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้สามารถทดแทนค่าใช้จ่ายก๊าซหุงต้มน้อยกว่าค่าใช้จ่ายในการทดลอง ดังนั้น สภาวะการหมักที่มีการไฮโดรไลซิสกากมันก่อนนำไปหมัก จึงไม่เหมาะสมในการเดินระบบจริง เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการทดลองสูงมาก เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายก๊าซหุงต้มที่ประหยัดได้ ดังนั้น สภาวะที่เหมาะสมในการเดินระบบจริง คือ สภาวะควบคุมที่ไม่มีค่าใช้จ่ายในการทดลอง ซึ่งสามารถทดแทนค่าใช้จ่ายสำหรับก๊าซหุงต้มและพลังงานไฟฟ้าได้ 1.58 และ 0.59 บาทต่อกิโลกรัมกากแห้ง ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาครั้งต่อไป สำหรับการศึกษาชุดที่ 1 ซึ่งใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลสองระดับ อาจมีการศึกษาถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ เช่น ปริมาณของสารละลายกากมัน อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา และควรมีการแปรผันค่าของปัจจัยที่ศึกษาให้ละเอียดมากขึ้น

5.2.2 ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และกรดไขมันระเหยที่ได้หลังจากการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์นั้น อาจมีการนำไปวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบของน้ำตาลรีดิวซ์และกรดไขมันระเหย เพื่อให้ทราบชนิดของน้ำตาลรีดิวซ์และกรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้น