บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยนี้พบว่า เราสามารถนำกากมันสำปะหลังที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรกรรมมาใช้เป็นแหล่งคาร์บอนในกระบวนการหมักแบบอาหารแข็งด้วยรา *R. oryzae* เพื่อผลิตกรดแลกติก ซึ่งนับว่าเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น

ศึกษาและคัดเลือกเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่เติมเสริม ค่าความเป็นกรด – ด่าง และรอบการเหวี่ยง

เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำที่เติมเสริม มีผลให้การผลิตกรดแลกติกเพิ่มขึ้น การใช้อัตรารอบการเหวี่ยงในระดับต่างๆ มีผลต่อการผลิตกรดแลกติก โดยอัตรารอบการเหวี่ยงที่มากเกินไปชักนำให้ผลผลิตกรดแลกติกลดลง และภาวะที่ไม่มีการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.0 ให้ผลผลิตกรดแลกติกที่ต่ำและส่งผลให้แอคติวิตีของเอนไซม์ลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยภาวะที่มีปริมาณน้ำที่เติมเสริมลงไป 80 เปอร์เซ็นต์ รอบการเหวี่ยง 80 รอบต่อนาที ควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.0 ให้ผลผลิตกรดแลกติกได้สูงสุด คือ 206.20 มิลลิกรัมต่อกรัมกากมันแห้งเริ่มต้น

ศึกษาอิทธิพลของแหล่งไนโตรเจน

การเติมแหล่งไนโตรเจนเสริมลงไปไม่ส่งเสริมการผลิตกรดแลกติกเพิ่มขึ้น การใช้สารสกัดยีสต์และยูเรียที่ความเข้มข้นต่ำ ให้ผลผลิตกรดแลกติกสูงกว่าภาวะที่เติมลงไปในความเข้มข้นสูง และพบว่าการใช้ยูเรียที่ความเข้มข้นสูง เป็นแหล่งไนโตรเจนส่งเสริมการเจริญเติบโตของราและการผลิตกลูโคอะไมเลสอย่างเห็นได้ชัด โดยการเลี้ยงในภาวะที่มีปริมาณน้ำที่เติมเสริม 80 เปอร์เซ็นต์ รอบการเหวี่ยง 80 รอบต่อนาที ควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.0 เติมยูเรียและสารสกัดยีสต์ที่ความเข้มข้น 0.10 กรัมต่อลิตรให้ผลผลิตสูงสุดคือ 207.63 และ 208.15 มิลลิกรัมต่อกรัมกากมันแห้งเริ่มต้น ตามลำดับ และสังเกตความแตกต่างได้ชัดเจนว่า การใช้ยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจนมีผลช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *R. oryzae* ได้ดีกว่าสารสกัดจากยีสต์ ภาวะที่มีการเติมยูเรียที่ความเข้มข้น 0.3 และ 0.5 กรัมต่อลิตร ให้ผลผลิตชีวมวลสูงสุด คือ 1.39 และ1.64 กรัมต่อหนึ่งกรัมตัวอย่างแห้ง ขณะที่ภาวะที่เติมสารสกัดยีสต์ที่ความเข้มข้น 0.3 และ 0.5 กรัมต่อลิตร ให้ผลผลิตชีวมวลสูงสุด คือ 0.86 และ 0.79 กรัมต่อหนึ่งกรัมตัวอย่างแห้งตามลำดับ

ศึกษาอิทธิพลของกลูโคอะไมเลสและเซลลูเลส

ภาวะที่มีการเติมเซลลูเลสลงไปให้ผลผลผลิตกรดแลกติกสูงกว่าภาวะที่มีการเติมกลูโคอะไมเลสลงไปเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเซลลูเลสไปทำการย่อยเซลลูโลสที่อยู่ในกากมันทำให้ได้พวกออลิโกเมอร์ออกมาอีกจำนวนหนึ่ง และอาจจะไปทำให้เม็ดแป้งที่แทรกซึมหรือถูกห่อหุ้มด้วยเซลลูโลสนั้นหลุดออกมาด้วย ทำให้มีสารตั้งต้นที่จะทำการเปลี่ยนเป็นกลูโคสเพิ่มขึ้นจะเห็นกลูโคสเป็นระยะๆ ทำให้รามีปริมาณซับสเตรทที่เหมาะสมในการผลิตกรดแลกติกได้อย่างต่อเนื่อง การใช้ปริมาณกลูโคอะไมเลส 3.85 และเซลลูเลส 45 ยูนิตต่อกรัมกากมันแห้งเริ่มต้น เพียงพอต่อการย่อยแป้งและเซลลูโลสที่มีอยู่ในกากมันสด 7.5 กรัม โดยให้ผลผลิตกรดแลกติก คือ 254.30 และ 442.35 มิลลิกรัมต่อกรัมแห้งกากมันเริ่มต้น ตามลำดับ โดยปริมาณกรดแลกติกที่ได้ไม่แตกต่างจากการใช้กลูโคอะไมเลส 7.70 ยูนิตต่อกรัมกากมันแห้งเริ่มต้นและเซลลูเลส 92.50 และ 182.50 ยูนิตต่อกรัมแห้งกากมันเริ่มต้น และภาวะที่มีการเติมกลูโคอะไมเลส 3.85 ร่วมกับเซลลูเลส 45 ยูนิตต่อกรัมกากมันแห้งเริ่มต้นให้ผลผลิตกรดแลกติกสูงที่สุด คือ 463.18 มิลลิกรัมต่อกรัมกากมันแห้งเริ่มต้น เมื่อเทียบกับผลของการหมักในภาวะปกติและภาวะที่มีการเติมกลูโคอะไมเลสหรือเซลลูเลสเพียงอย่างเดียว

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการทดลองในงานวิจัยนี้ พบว่าการเติมกลูโคอะไมเลส และเซลลูเลสเพิ่มลงไปทำให้มีปริมาณกรดแลกติกเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปควรศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาเมแทบอลิซึมของราระหว่างกลไกการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลด้วยเอนไซม์ที่ราสร้างขึ้นและกลไกการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดแลกติก เพื่อให้ทราบว่ากลไกใดเป็นกลไกจำกัดในการผลิตกรดแลกติก

2. ในระหว่างการหมักพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อการผลิตกรดแลกติกของราอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยภาวะที่มีค่าความเป็นกรดที่ต่ำมาก (<4.00) และค่าความเป็นด่างสูงมาก (>6.50) ปริมาณกรดแลกติกจะน้อยอย่างชัดเจน จึงควรออกแบบระบบการเติมกรดหรือด่างเพื่อควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างให้คงที่อยู่ระหว่าง 5.00-6.50 ให้เท่ากันทุกบริเวณ โดยเฉพาะการขยายขนาดการหมัก ถังหมักที่นำมาใช้ควรมีการออกแบบหรือระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างและการคลุกเคล้าซับสเตรท ให้มีความเป็นเนื้อเดียวกันที่ดี