รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ

(PROCEEDINGS)

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ครั้งที่ 1
"ท้องถิ่นภิวัตน์"
ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21

IC 2016

NSRU

วันพุธที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2559

ณ โรงแรมแกรนด์ฮิลล์รีสอร์ทแอนด์สปา

คำนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์เป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นที่เสริมสร้างพลังปัญญาของแผ่นดิน ฟื้นฟูพลังการเรียนรู้ เชิดชูภูมิปัญญาของท้องถิ่น สร้างสรรค์ศิลปะวิทยาการ เพื่อความเจริญก้าวหน้ามั่นคง และยั่งยืนของประชาชนตามอุดมการณ์สำคัญของมหาวิทยาลัยราชภัฏซึ่งเล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้จัดให้มีการประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ครั้งที่ 1 ในหัวข้อ "ท้องถิ่นภิวัตน์ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21" ที่สะท้อนถึงอุดมการณ์สำคัญในการพัฒนาชุมชนท้องถิ่น ทั้งนี้เพื่อนำบทเรียนและชุดความรู้ดังกล่าวมาสื่อสารสาธารณะ โดยผ่านกระบวนการนำเสนอผลงานวิจัยและการประชุมเสวนาทางวิชาการเพื่อความอภิวัฒน์ของชุมชนท้องถิ่นต่อไป

ทั้งนี้ขอขอบคุณเครือข่ายวิจัยที่ได้ร่วมกันจัดงานประชุมวิชาการในครั้งนี้ ได้แก่ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สวรรค์ประชารักษ์ นครสวรรค์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ และ Hue University College of Foreign Languages ที่ให้การสนับสนุนการจัดงานด้วยดีมาตลอด ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สารจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น ที่เสริมสร้างพลังปัญญาของแผ่นดิน ฟื้นฟูพลังการเรียนรู้ เชิดชูภูมิปัญญาของท้องถิ่น สร้างสรรค์ศิลปวิทยาการ เพื่อความเจริญก้าวหน้ามั่นคงและยั่งยืนของปวงชน ตามปรัชญาสำคัญของมหาวิทยาลัยราชภัฏดังนั้น มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ได้เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้จัดให้มีการประชุมสัมมนาวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ครั้งที่ 1 "ท้องถิ่นภิวัตน์" ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของท้องถิ่นในศตวรรษที่ 21 (The 1st National and International Conference of Nakhon Sawan Rajabhat University "Understanding the Change of Localization in the 21st Century" ICNSRU2016) ซึ่งจัดโดยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ร่วมกับ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สวรรค์ประชารักษ์ นครสวรรค์ และHUE Universityประเทศเวียดนาม รวมทั้งได้รับการสนับสนุนในด้านต่างๆ ทั้งจากส่วนราชการ ภาครัฐ ภาคเอกชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดนครสวรรค์และอุทัยธานีเป็นอย่างดียิ่งการจัดการประชุมนี้ จะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักวิชาการ นักวิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ที่เป็นหลักคิดในการนำไปใช้ในการพัฒนาชุมชนท้องถิ่น ผลผลิตอันเกิดจากงานวิจัยจะได้รับการเผยแพร่ซึ่งนำไปสู่การใช้ประโยชน์ในการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นและประเทศให้เกิดความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน รวมทั้งเกิดเครือข่ายความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างสถาบันการศึกษา ส่วนราชการ ภาครัฐ ภาคเอกชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ขอขอบคุณ วิทยากร ผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัย/สถาบันเจ้าภาพร่วมจัดการประชุม ผู้สนับสนุนการจัดงานทุกภาคส่วน คณะทำงานทุกฝ่าย นักวิจัยผู้นำเสนอผลงานวิจัย ตลอดจนผู้มีเกียรติทุกท่านที่เข้าร่วมการประชุม ที่ทำให้การประชุมนี้ ประสบความสำเร็จบรรลุวัตถุประสงค์ทุกประการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ ชำนาญกิจ)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

กองบรรณาธิการ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยรัตน์ ปราณี
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ นิยม
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลดา เดชาเกียรติไกร ธีรการุณวงศ์
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณิชา กาวิละ
5. อาจารย์ ดร.สมญา อินทรเกษตร
6. อาจารย์ ดร.เรณู อยู่เจริญ
7. อาจารย์อธิกัญญ์ แพรต่วน
8. นางสาวประทานพร กัลยา
9. นางสาวชนาพร สรวงเทพ
10. นางสาวชนิดา คลีฉายา

รายชื่อผู้ประเมิน

1. รองศาสตราจารย์ ดร.เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ผลประเสริฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ธัชคณิน จงจิตวิมล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
4. รองศาสตราจารย์ ดร.พัชราภา สิงห์ธนสาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
5. รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แสงทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
6. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ขันกสิกรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
7. รองศาสตราจารย์ ดร.ทินพันธุ์ เนตรแพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยรัตน์ ปราณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ สิงห์ทองชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณิชา กาวิละ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม นาคอ้าย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา ลี้ตระกูล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลหล้า ตรีเอกานุกูล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา มิ่งฉาย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
16. นาวาเอก ดร.อนุชา ม่วงใหญ่	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
17. ร.ต.อ. ดร.วิเชียร ตันศิริคงคล	มหาวิทยาลัยบูรพา
18. ดร.สติธร ธนานิธิโชติ	สำนักวิจัยและพัฒนาสถาบันพระปกเกล้า
19. ดร.สุภาเพ็ญ ปาณะวัฒนพิสุทธิ์	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สวรรค์ประชารักษ์ นครสวรรค์

สภาวะที่เหมาะสมของการหมักเอทานอลจากแป้งเหลือทิ้งโรงงานผลิตขนมจีนที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก

ศรีอุบล ทองประดิษฐ์,* อดุลย์สมาน สุขแก้ว, ธณิกานต์ ธรสินธุ์,* และ วีรพงศ์ เชียรสงค์***

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของการหมักเอทานอลจากแป้งเหลือทิ้งที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเพื่อให้ได้สารละลายน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ผลการวิจัยพบว่าการย่อยแป้งจากน้ำทิ้งโรงงานขนมจีนด้วยกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 5 จะได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดเท่ากับ 497.91±0.69 กรัมต่อลิตร เมื่อนำสารละลายดังกล่าวมาหมักด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 ร้อยละ 10 พบปริมาณเอทานอลเท่ากับ ร้อยละ 8.27 ที่ระยะเวลาของการหมัก 8 วัน

คำสำคัญ: แป้งเหลือทิ้ง,ขนมจีน,เอทานอล, การหมัก, กรดซัลฟูริก

Abstract

The objective of this study was tooptimal study ofthe waste starch hydrolysis from Thai rice vermicelli factory with concentrations of sulfuric acid for converting monosaccharide. The resultsfound that the waste starch hydrolysis with sulfuric acid 5%v/v had a highest reducing sugar equal to497.91±0.69 g/L. The optimal of reducing sugar solution fermented with 10% of*Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339found that the highest amount of ethanol equal to 8.27% of the 8-day of fermentation.

Keywords : Waste Starch, Thai Rice Vermicelli, Fermentation**,** Sulfuric Acid

บทนำ

กระบวนการย่อยเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว(นครทิพยาวงศ์, 2522) เพื่อนำมาใช้ในการผลิตเป็นพลังงานทดแทนได้อาทิ ก๊าซชีวภาพ บิวทานอล และเอทานอล เป็นต้น(วราวุฒิครูส่งและรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2532)การที่จะย่อยให้แป้งให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่มีปริมาณสูงนั้น สามารถทำได้ยากและต้องอาศัยปัจจัยด้านต่างๆมาควบคุมเพื่อสามารถนำสารละลายน้ำตาลดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ได้ต่อไป(นครทิพยาวงศ์, 2522; ชมพูนุชหาญนันทวัฒน์และศิริวัฒนาบัญชรเทวกุล, 2547) ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าน้ำมันปิโตรเลียมที่ใช้กับเครื่องยนต์มีแนวโน้มที่ลดลงเนื่องจากการบริโภคมีอัตราที่สูงขึ้นตามความต้องการของประชากร (ชัชนันท์นิวาสวงษ์และเฉลิมเรืองวิริยะชัย, 2555) การแก้ไขโดยใช้เอทานอลเป็นแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อใช้ผสมในน้ำมัน ก็เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดปัญหาวิกฤตพลังงานได้ (Niblickand Landis, 2016)การที่ผลิตสารละลายน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานเริ่มต้นสามารถหาได้หลากหลายแหล่ง ได้แก่ 1) แหล่งที่เป็นกลุ่มลิกโนเซลลูโลส เช่น ฟางข้าว ซังข้าวโพด ชานอ้อย เป็นต้น เป็นแหล่งพลังงานที่น่าสนใจเพราะมีต้นทุนต่ำ แต่ปัญหาของการย่อยโดยใช้แหล่งพลังงานนี้มักมีความยุ่งยากต่อการย่อยสลายเป็นน้ำตาลและจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคหลายๆเทคนิคมาเชื่อมโยงต่อกัน 2) แหล่งที่เป็นกลุ่มแป้ง เช่น มันสำปะหลัง สามารถย่อยได้ดีกว่ากลุ่มแรกเพราะแป้งมีโครงสร้างโมเลกุลที่เล็กกว่า และไม่มีความซับซ้อนต่อการย่อยสลาย แต่ปัญหาในวัตถุดิบดังกล่าวจะมีต้นทุนที่สูงอยู่และ 3)แหล่งที่เป็นกลุ่มน้ำตาล เช่น กากน้ำตาล น้ำอ้อย เป็นต้น เป็นแหล่งพลังงานที่สามารถนำมาหมักได้และมีต้นทุนสูงไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน (Khoo, 2015)เมื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าต่อการนำแหล่งวัตถุดิบมาย่อยเพื่อเปลี่ยนเป็นเอทานอลนั้น เห็นว่าแหล่งพลังงานจากแป้งเป็นแหล่งพลังงานที่เหมาะสมต่อการนำมาย่อยเพื่อให้เกิดประโยชน์ได้ แม้ว่าแหล่งดังกล่าวจะต้องใช้ต้นทุนในการผลิตอยู่ แต่ถ้าหากมีการนำแป้งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตขนมจีนนอกจากเป็นการลดในเรื่องค่าใช้จ่ายในวัตถุดิบเริ่มต้นต่อการย่อยเพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานเอทานอลแล้วยังสามารถช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง ดังนั้นในงานวิจัยจึงมุ่งศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการหมักเอทานอลจากแป้งเหลือทิ้งโรงงานผลิตขนมจีนที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกในระดับชวดทดลองโดยย่อยแป้งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตขนมจีนโดยใช้กรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวสูงสุดนำมาหมักด้วยเชื้อยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5339 เพื่อเปลี่ยนเป็นเอทานอลต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ (Raw material)

แป้งจากน้ำทิ้งโรงงานขนมจีน อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และเชื้อยีสต์สายพันธุ์*Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5339 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

2. วิธีการ

2.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำแป้งเหลือทิ้งด้วยกรดซัลฟิวริก

1) เตรียมผงแป้งจากน้ำแป้งเหลือทิ้ง โดยนำน้ำแป้งที่ได้จากโรงงานผลิตขนมจีนมากรองแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นของแข็งด้วยผ้าข้าวบาง นำส่วนที่เป็นของแข็งไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 125ไมครอน แล้วเก็บในถุงพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิห้อง(ศรีอุบล ทองประดิษฐ์ และอดุลย์สมาน สุขแก้ว, 2559)

2) เตรียมน้ำแป้งให้มีความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยใช้ผงแป้งที่เตรียมได้จากข้อที่ 1) จำนวน 20 กรัม บรรจุลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 50 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้ศึกษา คือ ร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ปริมาตรโดยปริมาตร ที่มีเข้มข้นที่เท่ากัน จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยพร้อมกวนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วกรองด้วยกระดาษกรองWhatmanเบอร์ 2เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS(Rocha et al, 2015; Teramura, et al, 2013; Zhu, 2015) ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้จากการย่อยสลายด้วยกรดซัลฟิวริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆและคัดเลือกระดับความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกที่สามารถย่อยแป้งแล้วได้น้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด

2.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการหมักเอทานอลจากแป้งที่ผ่านการย่อยสลายด้วยกรดซัลฟิวริก

นำสารละลายน้ำตาลที่ได้จากการย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกที่ระดับความเข้มข้นที่ผ่านการคัดเลือก มาเตรียมเป็นน้ำหมักและปรับสภาพดังนี้ คือ ปรับอุณหภูมิของน้ำหมักเท่ากับ 32.5 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 และไม่เติมแหล่งไนโตรเจนแล้วเติมเชื้อยีสต์สายพันธุ์ *S. cerevisiae* TISTR 5339 ร้อยละ 10 จากนั้นวัดความเข้มข้นของเอทานอล และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้น ในแต่ละวัน (Yücelet al, 2015; Joannis-Cassan et al, 2014;Tanet al, 2015)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1 ผลการศึกษาความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกที่เหมาะสมในการย่อยน้ำแป้ง

จากการศึกษาย่อยน้ำแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 ด้วยกรดซัลฟิวริก ที่ความเข้มข้นต่างๆ (ร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5) พบว่าการย่อยด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 5 ได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ สูงสุดเท่ากับ 497.91±0.69 กรัมต่อลิตร ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการย่อยสารละลายน้ำแป้งด้วยกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่1 ซึ่งแสดงว่าการใช้กรดซัลฟิวริกที่มีความเข้มข้นที่ขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของการย่อยแป้งได้ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามถ้าหากมีการใช้กรดที่มีความเข้มสูงขึ้นมากๆ ก็จะส่งผลต่อการสร้างสารพิษต่อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในการหมัก และส่งผลทำให้ปริมาณเอทานอลไม่เกิดขึ้นได้ (Torre-González et al, 2016) ดังนั้นในจุดที่มีการศึกษานี้สามารถบ่งชี้ต่อการที่นำสารละลายน้ำตาลสูงสุดที่ผ่านการย่อยนำมาหมักเพื่อเปลี่ยนเป็นเอทานอลได้

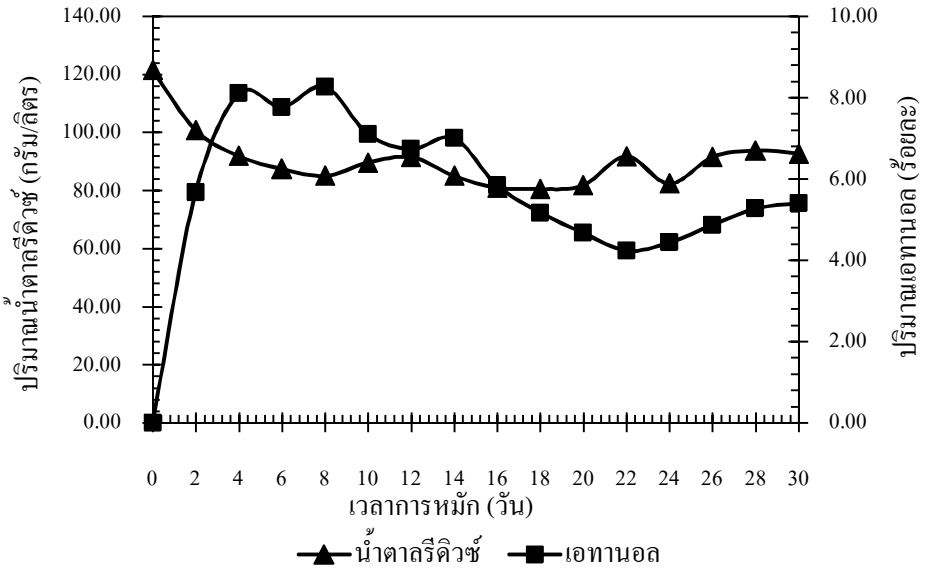
ตารางที่ 1ความเข้มข้นของกรดซัลฟิวริกต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้จากย่อยน้ำแป้งร้อยละ 20

กรดซัลฟิวริก (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (กรัมต่อลิตร)
1	220.32^{จ}±3.43
2	259.15^{ง}±0.69
3	408.13^{ข}±2.75
4	303.31^{ค}±4.12
5	497.91^{ก}±0.69

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวสดมภ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P > 0.05$)

2 ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการหมักเอทานอลสูงสุดจากน้ำแป้งที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก

ผลจากการศึกษาการหมักเอทานอลจากสารละลายน้ำตาลที่ได้จากการย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกที่ระดับความเข้มข้นที่ผ่านการคัดเลือก มาปรับสภาพให้มีอุณหภูมิของน้ำหมักเท่ากับ 32.5 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 และไม่เติมแหล่งไนโตรเจนเนื่องจากแหล่งไนโตรเจนไม่มีผลต่อการผลิตแอลกอฮอล์และสามารถลดต้นทุนในการผลิตอีกทางหนึ่ง แล้วศึกษาระยะเวลาในการหมักเอทานอลจากน้ำแป้งเหลือทิ้งด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์*S.cerevisiae*TISTR 5339ร้อยละ 10 เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า เชื้อยีสต์ *S.cerevisiae*TISTR 5339จะมีการใช้น้ำตาลเพื่อผลิตเอทานอลส่งผลให้ปริมาณเอทานอลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง ที่ 8 วัน จะพบปริมาณเอทานอลสูงสุด ร้อยละ 8.27 เมื่อระยะเวลาผ่านไปหลังจากวันที่ 8 ก็พบว่าปริมาณเอทานอลจะลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ในทางกลับกันปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ไม่ลดลง ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และเอทธานอลที่หมักด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisia* TISTR 5339 ที่อุณหภูมิ 32.5 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ

ทั้งนี้ในการย่อยน้ำแป้งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตขนมจีนที่มีองค์ประกอบเป็นไดแซ็กคาไรด์ และ พอลิแซ็กคาร์ไรด์ ถูกย่อยด้วยสารละลายกรด ได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (ศุภวรรณตันตยานนท์และคณะ, 2547)ซึ่งในน้ำแป้งที่ถูกย่อยด้วยสารละลายกรดเจือจาง และที่ใช้อุณหภูมิสูงขึ้นน้ำตาลเฮกโซส จะเกิดการเสียน้ำ 3 โมเลกุล(วรรณาตุลยธัญ, 2549; Prado et al, 2016) ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการหมักเอทานอลได้ ส่งผลให้เกิดสารเฟอร์ฟูรัล, 5-ไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรัล (HMF) เป็นต้น (เสรีมหาวิชัดและเฉลิมเรืองวิริยะชัย, 2555) ทำให้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ *S. cerevisiae*TISTR 5339ไม่สามารถนำน้ำตาลรีดิวซ์ไปใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึมได้ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและทำให้ความสามารถของการใช้น้ำตาลของจุลินทรีย์ลดลง นอกจากนี้ความเข้มข้นของเอทานอลที่เพิ่มขึ้นสูงสุด ที่ 8 วัน และมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ เพราะเชื้อมีการใช้เอทานอลในกระบวนการเมทาบอไลต์ และความเข้มข้นของเอทานอลที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกระบวนการหมักมีผลต่อการเจริญเติบโตของยีสต์โดยจากผลการศึกษาของ รัชนีกร หมวดพล (2552) พบว่าสภาวะที่เอทานอลถูกผลิตขึ้นมาจะมีผลต่ออัตราการตายของเซลล์ยีสต์ โดยปริมาณเอทานอลที่ถูกผลิตขึ้นจะไปเปลี่ยนองค์ประกอบของลิพิดและฟอสโฟลิพิดเมมเบรน ของเซลล์ยีสต์ ทำให้ความสามารถในการทนต่อความร้อนของยีสต์ลดลงและนอกจากนี้การที่มีปริมาณเอทานอลลดลงอาจเป็นไปได้ว่าเกิดสภาวะสิ้นสุดของกระบวนการหมัก ซึ่งสามารถสังเกตจากเชื้อยีสต์ที่ตกตะกอนอยู่จะเกิดการย่อยสลายตัวเองอย่างช้าๆ แล้ววัยวะภายในเซลล์จะเกิดการย่อยสลายกลุ่มสารชีวโมเลกุล ได้แก่ กรดนิวคลีอิก ไขมันโปรตีนและโพลีแซคคาไรด์เมื่อมีการถูกย่อยด้วยเอนไซม์ และเซลล์ยีสต์ก็ปลดปล่อยผลิตภัณฑ์ต่างๆ ออกมาสู่ภายนอกเซลล์ ได้แก่ เปปไทด์กรดอะมิโน กรดไขมัน และนิวคลีโอไทด์ต่างๆ ได้ (Alexandre, 2013)อย่างไรก็ตามการที่มีการศึกษาเพิ่มเติมในแง่ของการศึกษาปัจจัยและกระบวนการหมักเพื่อสามารถให้ได้ปริมาณเอทานอลที่สูงและมีต้นทุนต่ำก็เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้ต่อไปได้ในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

สภาวะที่เหมาสะสมในการย่อยน้ำแป้งเหลือทิ้งจากโงงานผลิตขนมจีนด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริกที่ความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 5 ปริมาตรโดยปริมาตร ให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุดเท่ากับ 497.91±0.69 กรัมต่อลิตร

สภาวะที่เหมาะสมในการหมักน้ำตาลรีดิวซ์ที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์*S.cerevisiae* TISTR 5339 ร้อยละ 10 เป็นระยะเวลา 1เดือน จะได้ความเข้มข้นของเอทานอลสูงสุดเท่ากับร้อยละ 8.27 และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์คงเหลือเท่ากับ 85.01 กรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาของการหมัก 8 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทุนสำหรับการวิจัย ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้จัดสรรให้กับ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช พื้นที่ทุ่งใหญ่

เอกสารอ้างอิง

ชมพูนุชหาญนันทวัฒน์และศิริวัฒนาบัญชรเทวกุล.
2547. **การผลิตน้ำตาลจากการย่อยสลายโมเลกุลจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยใช้การฉายรังสีแกมมาร่วมกับกรดซัลฟูริก**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ชัชนันท์นิวาสวงษ์และเฉลิมเรืองวิริยะชัย.
2555. **การผลิตเซลลูโลสิกเอทานอลในประเทศไทย**. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 4 (4): 1073-1088.
นครทิพยาวงศ์.
2522. **เทคโนโลยีการแปรสภาพชีวมวล**. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
รัชนีกรหมวดพล.
2552. **การผลิตเอทานอลจากน้ำอัดลมหมดอายุโดยยีสต์*Saccharomyces cerevisiae***. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมคณะบัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
วรรณาตุลยธัญ.
2549. **เคมีอาหารของคาร์โบไฮเดรต**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
วราวุฒิครูส่งและรุ่งนภาพงศ์สวัสดิ์มานิต.
2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
ศรีอุบลทองประดิษฐ์และอดุลย์สมานสุขแก้ว.
2559. สภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลายแป้งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตขนมจีนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส. *ใน.***Book สภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสลายแป้งเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตขนมจีนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส**. กรุงเทพฯ: DVDMakerco.,Ltd. หน้า 513-517.
ศุภวรรณตันตยานนท์และคณะ.
2547. **ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์บนพื้นฐานความปลอดภัยทางเคมีและการลดมลพิษ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
เสรีมหาวิชัดและเฉลิมเรืองวิริยะชัย.
2555. **การผลิตลิกโนเซลลูโลสิกเอทานอลจากสารละลายที่ได้จากการย่อยลำต้นมันสาปะหลังด้วยวิธีการหมักแบบกะด้วยยีสต์*Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5048**. Veridian E-Journal: 429-445.
Alexandre, H.
2013. **Flor yeasts of *Saccharomyces cerevisiae*-Their ecology, genetics and metabolism**. International Journal of Food Microbiology. 167 (2): 269-275.
Joannis-Cassan, C., Riess, J., Jolibert, F. and Taillandier, P.
2014. **Optimization of very high gravity fermentation process for ethanol production from industrial sugar beet syrup**. Biomass and Bioenergy. 70: 165-173.

Khoo, H. H.
2015. **Review of bio-conversion pathways of lignocellulose-to-ethanol: Sustainability assessment based on land footprint projections**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 46: 100-119.
Niblick, B. and Landis, A. E.

2016. **Assessing renewable energy potential on united states marginal and contaminated sites**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 60: 489-497.

Prado, J. M., Lachos-Perez, D., Forster-Carneiro, T. and Rostagno, M. A.

2016. **Sub- and supercritical water hydrolysis of agricultural and food industry residues for the production of fermentable sugars: A review**. Food and Bioproducts Processing. 98: 95-123.

Rocha, G. J. M., Gonçalves, A. R., Nakanishi, S. C., Nascimento, V. M. and Silva, V. F. N.

2015. **Pilot scale steam explosion and diluted sulfuric acid pretreatments: Comparative study aiming the sugarcane bagasse saccharification**. Industrial Crops and Products. 74: 810-816.

Tan, L., Sun, Z.-Y., Okamoto, S., Takaki, M., Tang, Y.-Q., Morimura, S. and Kida, K.

2015. **Production of ethanol from raw juice and thick juice of sugar beet by continuous ethanol fermentation with flocculating yeast strain kf-7**. Biomass and Bioenergy. 81: 265-272.

Teramura, H., Oshima, T., Matsuda, F., Sasaki, K., Ogino, C., Yamasaki, M. and Kondo, A.

2013. **Glucose content in the liquid hydrolysate after dilute acid pretreatment is affected by the starch content in rice straw**. Bioresource Technology. 149: 520-524.

Torre-González, F. J. D. l., Narváez-Zapata, J. A., López-y-López, V. E. and Larralde-Coron, C. P.

2016. **Ethanol tolerance is decreased by fructose in *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeasts**. LWT - Food Science and Technology. 67: 1-7.

Yücel, H. G. and Aksu, Z.

2015. **Ethanol fermentation characteristics of *Pichiastipitis* yeast from sugar beet pulp hydrolysate: Use of new detoxification methods**. Fuel. 158: 793-799.

Zhu, S., Huang, W., Huang, W., Wang, K., Chen, Q. and Wu, Y.

2015. **Pretreatment of rice straw for ethanol production by a two-step process using dilute sulfuric acid and sulfomethylation reagent**. Applied Energy. 154: 190-196.