



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6  
The 6<sup>th</sup> STOU National Research Conference

การผลิตน้ำตาลรีดิวซ์จากการปรับสภาพก้อนเชื้อเห็ดเห็ดแก้วด้วยความร้อนชื้น

Reducing Sugar Production from Spent Mushroom Substrate by Liquid Hot Water Treatment

สาลิณี ศรีวงษ์ชัย (Salinee Sriwongchai)<sup>1</sup>

บทคัดย่อ

ก้อนเชื้อเห็ดแก้วเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจากอุตสาหกรรมการผลิตเห็ดซึ่งเป็นวัสดุลิกโนเซลลูโลสที่ประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อการผลิตน้ำตาลรีดิวซ์จากก้อนเชื้อเห็ดแก้วเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) ด้วยความร้อนชื้นภายในหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิและความดันเท่ากับ 50, 100 และ 121 องศาเซลเซียส และ 15 และ 20 ความดันบรรยากาศ ตามลำดับ เวลา 1 ชั่วโมง และวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของก้อนเชื้อเห็ดแก้ว พบว่าที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 20 ความดันบรรยากาศ ให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 8.27 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาณลิกนินลดลงหลังจากการปรับสภาพเท่ากับ 1.89 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาการผลิตน้ำตาลรีดิวซ์ของก้อนเชื้อเห็ดแก้วร่วมกันระหว่างการผลิตด้วยความร้อนชื้นและการปรับสภาพทางเคมีและชีวภาพต่อไป

**คำสำคัญ:** วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ก้อนเชื้อเห็ดแก้ว การปรับสภาพด้วยความร้อนชื้น น้ำตาลรีดิวซ์

Abstract

Spent mushroom substrate (SMS), the agricultural waste is a remnant of the production of mushroom industry and lignocellulosic byproduct containing cellulose, hemicelluloses and lignin. This study aimed to produce sugar reducing from SMS produced by *Pleurotus ostreatus* cultivation by using liquid hot water treatment in autoclave with temperature and pressure at 50, 100 and 121°C and 15 and 20 atm, respectively, for 1 hour, and determine the chemical composition. The results showed that at 121°C and 20 atm lend the highest total reducing sugar 8.27 mg/ml. Liquid hot water treatment reduced the amount of lignin by 1.89% compared to SMS before treatment. Based on the data is useful for developing reducing sugar production of SMS with the combination during hot liquid water and chemical and biological treatment.

**Keywords:** Agricultural waste, Spent mushroom substrate, Liquid hot water treatment, Reducing sugar

<sup>1</sup> สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว  
email address: salinee@buu.ac.th



## การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

### The 6<sup>th</sup> STOU National Research Conference

#### บทนำ

“ลิกโนเซลลูโลส” เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งในแต่ละปีปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจะเพิ่มมากขึ้นจนกลายเป็นปัญหาในเรื่องการกำจัดและในที่สุดอาจกลายเป็นปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมการเพาะเห็ดเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีวัสดุเหลือทิ้งที่มีส่วนประกอบของลิกโนเซลลูโลสเป็นสำคัญ นั่นคือ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในแต่ละปีปริมาณก้อนเชื้อเห็ดเก่าจะเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนการผลิตเห็ด ด้วยปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของการกำจัดที่มีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะมีการนำก้อนเชื้อเห็ดเก่ากลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง เช่น การนำก้อนเชื้อเห็ดเก่ากลับมาเพาะเห็ดใหม่ การนำก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาผลิตเป็นปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ การนำก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาทำเป็นอาหารสัตว์ การนำก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาบำบัดพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารมลพิษ เช่น PAHs หรือแม้แต่การนำก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาถมที่ (Kamei et al., 2014) ก็ตาม ซึ่งวิธีการดังกล่าวอาจไม่สามารถรองรับกับปริมาณก้อนเชื้อเห็ดเก่าที่มีจำนวนมากขึ้น จากการที่ลิกโนเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบหลักของก้อนเชื้อเห็ดเก่าและมีโครงสร้างอย่างเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดยโครงสร้างของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสมีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอย่างน้ำตาลกลูโคส แมนโนส ไซโลสและกาแลคโตสเป็นส่วนประกอบสำคัญ (พิชามญชุ์ แดงพรม และคณะ, 2556) จึงทำให้มีความน่าสนใจที่จะนำก้อนเชื้อเห็ดเก่ามาใช้ประโยชน์ ดังนั้น เพื่อให้การกำจัดและการนำกลับมาใช้ใหม่ของก้อนเชื้อเห็ดเก่ามีประสิทธิภาพและยั่งยืนในงานวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้นที่จะนำก้อนเชื้อเห็ดเก่าผ่านกระบวนการทางกายภาพด้วยวิธีความร้อนขึ้นเพื่อให้ได้น้ำตาลรีดิวซ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่นต่อไปได้ เช่น การนำน้ำตาลรีดิวซ์ไปใช้เป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ไขมันสูง ซึ่งผลผลิตที่ได้ย่อมลิดจะถูกไปใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมอาหาร ยาและเป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตไบโอเซล เป็นต้น และเป็นการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้ดียิ่งขึ้นด้วย

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อผลิตน้ำตาลรีดิวซ์จากการปรับสภาพก้อนเชื้อเห็ดเก่าด้วยความร้อนขึ้น

#### ระเบียบวิธีวิจัย

##### 1. วัตถุดิบและการเตรียมตัวอย่าง

ก้อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) ที่ใช้ในการศึกษาเตรียมในครั้งเดียวและใช้ตลอดงานวิจัย นำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดและแยกด้วยตะแกรงร่อน (sieve plate) ขนาด 45 ไมโครเมตร (พิชามญชุ์ แดงพรม และคณะ, 2556)

##### 2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของก้อนเชื้อเห็ดเก่า

###### 2.1 วิเคราะห์หาปริมาณไฮโดรเซลลูโลสด้วยวิธี acid chlorite ตามวิธีของ Browning (1963)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมประมาณ 3 กรัม ใส่ลงในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 160 มิลลิลิตร กรดอะซิติก 0.5 มิลลิลิตร และโซเดียมคลอไรด์  $1.5 \pm 0.1$  กรัม ตามลำดับ แล้วนำขวดก้นกลมไปวางลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่มีอุณหภูมิประมาณ 70 - 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1



## การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

### The 6<sup>th</sup> STOU National Research Conference

ชั่วโมง โดยเขย่าขวดอย่างสม่ำเสมอ หลังจากครบชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 เติมน้ำกรดอะซิติก 0.5 มิลลิลิตร และโซเดียมคลอไรด์  $1.5 \pm 0.1$  กรัม ลงในสารละลายที่ยังร้อนอยู่แล้วเขย่าอย่างสม่ำเสมอในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เมื่อครบชั่วโมงที่ 4 นำขวดกั่นกลมมาวางในอ่างน้ำแข็งจนกระทั่งสารละลายในขวดมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส และนำสารละลายมากรองล้างตะกอนด้วยน้ำเย็นและอะซิโตน หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วนำมาชั่งน้ำหนักและคำนวณหาปริมาณไฮโดรเซลลูโลสจากสมการ

$$\% \text{ ไฮโดรเซลลูโลส} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของไฮโดรเซลลูโลสหลังการอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่า (กรัม)}} \times 100$$

#### 2.2 วิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลสตามวิธี TAPPI (1999)

ซึ่งตัวอย่างจากการวิเคราะห์หาไฮโดรเซลลูโลสหนัก  $1.5 \pm 0.1$  กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 40 มิลลิลิตร เติมน้ำกรดอะซิติกเข้มข้น 17.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 75 มิลลิลิตร ลงไปโดยให้อุณหภูมิของสารละลายอยู่ที่  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส พร้อมคนสารละลายจนกระทั่งเยื่อกระจายสมบูรณ์ หลังจากนั้นเติมน้ำกรดอะซิติกเข้มข้น 17.5 เปอร์เซ็นต์ ลงไปโดยให้ปริมาตรรวมของสารละลายเท่ากับ 100 มิลลิลิตร คนสารละลายต่อเป็นเวลา 30 นาที เติมน้ำกลั่นลงในสารละลายปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วคนสารละลายต่อเป็นเวลา 30 นาที กรองสารละลายแล้วล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นและตามด้วยสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และนำไปอบที่ 80 องศาเซลเซียส แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเซลลูโลสจากสมการ

$$\% \text{ เซลลูโลส} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของเซลลูโลสหลังการอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่า (กรัม)}} \times 100$$

#### 2.3 วิเคราะห์หาปริมาณลิกนินตามวิธี TAPPI (2002)

ซึ่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรม  $1.0 \pm 0.1$  กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร และนำไปวางลงในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส แล้วค่อยๆ เติมน้ำกรดอะซิติกเข้มข้น 72 เปอร์เซ็นต์ ที่แช่เย็นอุณหภูมิ 10 – 15 องศาเซลเซียส ลงไป 15 มิลลิลิตร พร้อมคนอย่างสม่ำเสมอ ทุกๆ 15 นาที เพื่อให้ผสมกันดีขึ้น ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา แล้วนำออกจากอ่างน้ำแข็งมาตั้งทิ้งไว้ที่อ่างควบคุมอุณหภูมิ  $20 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พร้อมคนสารละลายอย่างสม่ำเสมอ เติมน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร ลงในขวดกั่นกลมขนาด 1000 มิลลิลิตร แล้วเทสารละลายในบีกเกอร์ลงในขวดกั่นกลม พร้อมทั้งเติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงปริมาตร 575 มิลลิลิตร ทำการสกัดแบบไหลย้อนกลับ (reflux) สารละลายเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นเทสารละลายทั้งหมดใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร ตั้งบีกเกอร์ทิ้งไว้ 1 คืน แล้วนำไปกรองและล้างตะกอนด้วย



## การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6 The 6<sup>th</sup> STOU National Research Conference

น้ำร้อน นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วนำออกมาทำให้เย็นลงในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักพร้อมคานวนหาเปอร์เซ็นต์ลิกนิน ตามสมการ

$$\% \text{ ลิกนิน} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของตะกอนหลังการอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่า (กรัม)}}$$

### 2.4 การคำนวณหาปริมาณเฮมิเซลลูโลส

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไฮโดรเซลลูโลสและเซลลูโลสดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถนำมาคำนวณหาปริมาณเฮมิเซลลูโลสตามสมการ

$$\text{Hemicellulose} = \text{Holocellulose} - \text{Cellulose}$$

### 3. การปรับสภาพก้อนเชื้อเห็ดเก่าด้วยความร้อนขึ้น

นำตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดเก่าหนัก 5 กรัม ผสมน้ำกลั่นด้วยอัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว 1 : 10 และนำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำนาน 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50, 100 และ 121 องศาเซลเซียส และที่ความดัน 2 ระดับ คือ 15 และ 20 ความดันบรรยากาศ จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งด้วยความร้อนขึ้นไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที (Wu et al., 2013) และเก็บสารละลายตัวอย่างใสส่วนบนไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS (พรรณราย ชื่นครุฑ และอัจฉรา แก้วเกล้า, 2558)

### ผลการวิจัย

#### 1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนินของก้อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรม

จากการวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนินของตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรม พบว่าตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดเก่าก่อนและหลังการปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้น มีปริมาณเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างมากที่สุด เท่ากับ 32.02 และ 30.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณเฮมิเซลลูโลสเท่ากับ 15.14 และ 13.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณลิกนินเท่ากับ 21.05 และ 19.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6  
The 6<sup>th</sup> STOU National Research Conference

ตารางที่ 1 ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนินของตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมก่อนและหลังการปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้น

| ก้อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรม       | เซลลูโลส (%) | เฮมิเซลลูโลส (%) | ลิกนิน (%) |
|----------------------------------|--------------|------------------|------------|
| ก่อนการปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้น  | 32.02±0.06   | 15.14±0.02       | 21.05±0.05 |
| หลังการปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้น* | 30.14±1.02   | 13.11±0.03       | 19.16±1.83 |

ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  SE (n=3)

\* การทดลองที่ให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดสูงสุด

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดของตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมหลังจากปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้น

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดของตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมหลังจากปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้นที่อุณหภูมิและความดันต่างกัน พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดสูงสุดได้จากการปรับสภาพในการทดลองที่ 6 เท่ากับ 8.27 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือการทดลองที่ 5 เท่ากับ 7.02 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และการทดลองที่ 4 เท่ากับ 6.88 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดของตัวอย่างก้อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมหลังจากปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้นที่อุณหภูมิและความดันต่างกัน เวลา 1 ชั่วโมง

| การทดลองที่ | กระบวนการปรับสภาพ | ปัจจัย        |               | น้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมด<br>(mg/ml) |
|-------------|-------------------|---------------|---------------|---------------------------------|
|             |                   | อุณหภูมิ (°C) | ความดัน (atm) |                                 |
| 1           | ความร้อนขึ้น      | 50            | 15            | 4.22+0.21 <sup>d</sup>          |
| 2           |                   | 50            | 20            | 5.11+0.67 <sup>c</sup>          |
| 3           |                   | 100           | 15            | 5.74+0.41 <sup>c</sup>          |
| 4           |                   | 100           | 20            | 6.88+0.55 <sup>b</sup>          |
| 5           |                   | 121           | 15            | 7.02+0.76 <sup>b</sup>          |
| 6           |                   | 121           | 20            | 8.27+0.33 <sup>a</sup>          |

a, b, c, d หมายถึง ค่าเฉลี่ยคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบด้วยวิธีที (P=0.05)

ค่าที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  SE (n=3)



## การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

### The 6<sup>th</sup> STOU National Research Conference

#### อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลอง สรุปได้ว่าเมื่อปรับสภาพตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมด้วยความร้อนขึ้นที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 20 ความดันบรรยากาศ สามารถผลิตน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดได้สูงสุดเท่ากับ 8.27 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งการปรับสภาพวัสดุลิกโนเซลลูโลสทำได้หลายวิธีการ เช่น ทางกล (บด ปั่นหรือทำให้มีขนาดเล็กลง) การให้ความร้อน การใช้ด่างและการใช้กรด เป็นต้น (สุดาทิพย์ จันทร และคณะ, 2556) ในการศึกษาครั้งนี้ เลือกวิธีการปรับสภาพตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมด้วยความร้อนขึ้น เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ไม่ ต้องมีการเติมสารเคมีเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและใช้พลังงานต่ำ ซึ่งผลผลิตที่ได้หลังจากการปรับสภาพจะอยู่ในรูปแบบกึ่ง แข็งกึ่งเหลว (slurry) โดยส่วนที่เป็นของแข็งส่วนใหญ่จะเป็นเซลลูโลส ส่วนของเหลวส่วนใหญ่จะเป็นเอมิเซลลูโลส และเกิดน้ำตาลรีดิวซ์บางส่วน (รัชพล พะวงศรีรัตน์, 2558) ผลจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างก่อน เชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมก่อนการนำไปปรับสภาพ พบองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นโครงสร้างหลัก ได้แก่ เซลลูโลส (32.02 เปอร์เซ็นต์) เอมิเซลลูโลส (15.14 เปอร์เซ็นต์) และลิกนิน (21.05 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 1) ซึ่งมีความ คล้ายคลึงกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เปลือกข้าวโพดและเปลือกมะพร้าว (วัชร อดิชนันท์กุล และเจนจิรา ภูริรักษ์พิติกร, 2013) ก่อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดเข็มทอง (Wu et al., 2013) และก่อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดหอม (Kamei et al., 2014) ปริมาณเซลลูโลสและเอมิเซลลูโลสที่มีอยู่ประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ในตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรม สามารถเปลี่ยนเป็นไปน้ำตาลรีดิวซ์ได้หลังจากการปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้น (ตารางที่ 2) ส่วนปริมาณลิกนินที่พบ ในโครงสร้างของตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถขัดขวางการเข้าทำปฏิกิริยาใน การเปลี่ยนเซลลูโลสเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ได้ เนื่องจากลิกนินทำหน้าที่ห่อหุ้มโครงสร้างของเซลลูโลส (พรหมราย ชื่นครุฑ และอัจฉรา แก้วกล้า, 2558) ในการกำจัดหรือลดปริมาณของลิกนิน สามารถทำได้ด้วยวิธีการให้ความร้อนและเพิ่ม ระยะเวลาในการปรับสภาพ (สุภาวดี ผลประเสริฐ, 2557) และเมื่อทำการปรับสภาพตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ด นางรมด้วยความร้อนขึ้นที่อุณหภูมิและความดันต่างกัน พบปริมาณเซลลูโลส เอมิเซลลูโลสและลิกนินลดลงในทุก การทดลอง (แสดงข้อมูลเฉพาะการทดลองที่ให้น้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดสูงสุด) ทั้งนี้ เนื่องมาจากการใช้ความร้อนขึ้นใน การปรับสภาพก่อนเชื้อเห็ดเก่าจะไปทำให้เกิดการแยกเอาเซลลูโลส เอมิเซลลูโลสและลิกนินออกจากกันได้ที่อุณหภูมิ สูง (รัชพล พะวงศรีรัตน์, 2558) โดยส่วนของเอมิเซลลูโลสจะเกิดการย่อยสลายและลิกนินจะถูกเปลี่ยนรูปไป และที่ อุณหภูมิสูงจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการย่อยสลายเซลลูโลสไปเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (สุภาวดี ผลประเสริฐ, 2557) ส่วน ความดันจะเป็นตัวควบคุมสถานะของน้ำในสถานะของเหลวที่อุณหภูมิสูง โดยจะส่งผลต่อเอมิเซลลูโลส ปริมาณ น้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้จากการปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้นของตัวอย่างก่อนเชื้อเห็ดเก่าเห็ดนางรมที่อุณหภูมิและความดัน ต่างกันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยที่อุณหภูมิและความดันสูงจะให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด ซึ่ง ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับระยะเวลา อุณหภูมิ ขนาดของชีวมวลและความดัน (รัชพล พะวงศรีรัตน์, 2558)



## การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

### The 6<sup>th</sup> STOU National Research Conference

#### ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาการปรับสภาพก่อนเชื้อเห็ดแก่ด้วยวิธีความร้อนขึ้นร่วมกับการปรับสภาพทางเคมี เช่น การใช้กรดซัลฟูริก หรือการใช้ด่าง เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อไป เนื่องจากมีปริมาณเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสเหลืออยู่หลังจากการปรับสภาพด้วยความร้อนขึ้นปริมาณมาก

#### เอกสารอ้างอิง

- พรรณราย ชื่นครุฑ และอัจฉรา แก้วเกล้า. (2558). การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากฟางข้าวและซังข้าวโพดโดยกระบวนการไฮโดรไลซิสด้วยกรด. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 4*: 2558, 890-900.
- พิชามญชุ์ แดงพราหม, สุดาทิพย์ จันทร และสุนีย์ นิธิสินประเสริฐ. (2556). อิทธิพลของชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อการผลิตการผลิตโออิโกแซกคาไรด์ด้วยสารละลายเอนไซม์สกัดหยาบจาก *Penicillium oxalicum* KUB-SN2-1. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 36(1) 73-84.
- รัชพล พะวงศรีรัตน์. (2558). กระบวนการปรับสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรประเภทลิกโนเซลลูโลส. *Veridian E-journal, Science and Technology Silapakorn Unuversity*, 2(1), 143-157.
- วัชร อดิชนันท์กุล และเจนจิรา ภูริรักษ์พิติกร. (2013). การปรับสภาพเปลือกข้าวโพดและเปลือกมะพร้าวด้วยของเหลวไอออนิกเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำตาลกลูโคส. *Bulletin of Applied Science*, 2(2), 26-34.
- สุภาวดี ผลประเสริฐ. (2557). การปรับสภาพวัตถุดิบพวกลิกโนเซลลูโลสสำหรับการผลิตเอทานอล. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 22(5), 641-649.
- Browning, B. L. (1963). Chlorite Holocellulose. *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composite*. New York, Interscience Publishers.
- Kamei, I., Nitta, T., Nagano, Y., Yamaguchi, M., Yamsakai, Y. & Meguro, S. (2014). Evaluation of spent mushroom waste from *Lentinula edodes* cultivation for consolidated bioprocessing fermentation by *Phlebia* sp. MG-60. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 94, 57-62.
- Technical Association of the Pulp and Paper Industry. (1999). *Alpha, beta and gamma cellulose in pulp*. Tappi Rule T203 om-88. Atlanta, Tappi Technology.
- \_\_\_\_\_. (2002). *Acid-insoluble lignin in wood and pulp*. Tappi Rule T222 om-88. Atlanta, Tappi Technology.
- Wu, S., Lan, Y., Wu, Y., Peng, Y., Chen, S., Huang, Z., Xu, L., Gelbič, I., Guan, X., Zhang, L., Zou, S. (2013). Pretreatment of spent mushroom substrate for enhancing the conversion of fermentable sugar. *Bioresource Technology*, 148, 596-600.