การประมาณศักยภาพการผลิตเอทานอลที่เกิดจากวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งจากการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

The Estimated Potential of Ethanol Production from Maize Residue in Northern Thailand

รุ่งนภา ตุรงค์เรือง[1] ณัฐต์ณิชา สุขเกษม[1] พัชรี อินธนู[2] และธเนศ ไชยชนะ[1*]

Rungnapha Turongruang[1] Natthanicha Sukasem[1] Patcharee Intanoo[2] and Tanate Chaichana[1*]

[1] สาขาวิศวกรรมพลังงานทดแทน วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[2] สาขาเคมีอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสิ่งทอ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[1]Program in Renewable Energy Engineering, School of Renewable Energy, Maejo University, Chiang Mai 50290

[2]Program in Industrial Chemistry and Textile Technology, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290

[*]Corresponding author: Tel.: 081 5406768. E-mail address: tanatecha@gmail.com

Received: 15 September 2022, Revised: 29 March 2023, Accepted: 24 April 2023, Published online: 30 August 2023

Abstract

The objective of this research is to study the amount of maize residue and estimate the potential for ethanol production from maize residue in northern Thailand during the 2019/2020 period. The maize residue consists of six parts: stem and leaf, husk and cob, stem, leaf, cob, and husk. The study found that maize residue is generated after the harvest process and two main parts, namely stem and leaf, and husk and cob, account for 80.2% and 19.8% of the total amount of maize residue generated annually. To utilize maize residue for ethanol production, a two-stage chemical pretreatment process was used, followed by fermentation with 5.77 percent by mass of S. cerevisiae YSC2 yeast under controlled conditions in a batch reactor, with an initial temperature and pH at 48 hours. The experimental results showed that the cob had the highest ethanol concentration at 23.27 grams per liter and an ethanol yield of 0.23 grams per gram of dry matter. Based on the findings, the potential ethanol production from maize residue in the 2019/2020 period was estimated to be 345.54 million liters per year, with an energy potential equal to 7,078.8 terajoules per year. These results indicate that maize residue can be a significant source of ethanol production and energy in the region.

Keyword: Maize residue, Bioethanol, The two-stage chemical pretreatment

EC พลังงานเพื่อชุมชน (Energy for Community)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณวัสดุชีวมวลและการผลิตเอทานอลจากการวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย แบ่งวัสดุเป็น 6 ประเภท คือ ลำต้นและใบ เปลือกและซัง ลำต้น ใบ ซัง และเปลือก ในการวิเคราะห์พบว่าวัสดุที่ยังไม่ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ลำต้นและใบ เปลือกและซัง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80.2 และ 19.8 ของปริมาณวัสดุเหลือทิ้งที่เกิดต่อปีการเพาะปลูก ในศึกษาการผลิตเอทานอลจากวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้ง 6 ประเภท จะใช้กระบวนการปรับภาพทางเคมีแบบ 2 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน และเชื้อยีสต์ *S.cerevisiae YSC2* ที่ร้อยละ 5.77 โดยมวล ภายใต้สภาวะการควบคุมอุณหภูมิและความเป็นกรดด่าง ในระยะเวลาการหมักที่ 48 ชั่วโมง ในถังปฏิกรณ์แบบกะ พบว่าวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งประเภท ซังข้าวโพด ให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดที่ 23.27 กรัมต่อลิตร คิดเป็นผลได้ของเอทานอลเท่ากับ 0.23 กรัมต่อกรัม(ชีวมวล) ดังนั้นปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้จากวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกิดขึ้นในปี 2562/63 เท่ากับ 345.54 ล้านลิตรต่อปี และคิดเป็นศักยภาพทางด้านพลังงานเท่ากับ 7,528.49 เทระจูลต่อปี

คำสำคัญ: วัสดุชีวมวลเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไบโอเอทานอล กระบวนการปรับภาพทางเคมี 2 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน

บทนำ

ในหลายประเทศทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญต่อประเด็นเรื่องสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศให้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งประเทศไทยก็เล็งเห็นถึงความสำคัญจึงได้กำหนดนโยบายโดยมีเป้าหมายในการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิเป็นศูนย์ (Carbon Neutrality) ภายในปีคริสต์ศักราช 2065-2070 [1] ด้วยนโยบายการส่งเสริมการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (E20) เป็นน้ำมันเบนซินเกรดพื้นฐานภายในปี 2566 [2] น้ำมันแก๊สโซฮอล์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลที่ความบริสุทธิ์ 99.5 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ของเอทานอลกับน้ำมันแก๊สโซลีน (น้ำมันเบนซิน) ที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิล 80 เปอร์เซ็นต์ [3] และจากสถานการณ์ดังกล่าวปริมาณความต้องการเอทานอลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอีกในอนาคต จึงเกิดปัจจัยเสี่ยงที่จะขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังมีวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลซึ่งก็คือ วัสดุชีวมวลเหลือทิ้งทางการเกษตร อาทิเช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฟางข้าว เหง้ามันสำปะหลัง ใบและต้นอ้อย เป็นต้น

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีปริมาณการเพาะปลูกสูงในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย และจากการศึกษางานวิจัยของ ยินนิตรา และคณะ (2563) ที่ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณวัสดุเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่เพาะปลูกและวิธีการจัดการวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย พบว่าหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเกิดวัสดุเหลือทิ้งประเภทลำต้นและใบ เฉลี่ย 729.03 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้งการเพาะปลูก และเกษตรกรมีวิธีการจัดการวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งแบบผิดวิธีซึ่งไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ เช่น การไถกลบ การเผาทิ้งในที่โล่ง และการทิ้งไว้ในพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 80 จากปริมาณวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นทั้งหมด [4]

ในกระบวนการผลิตเอทานอลจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรซึ่งเป็นวัสดุประเภทลิกโนเซลลูโลส ที่มีองค์ประกอบของ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จะประกอบไปด้วย ขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นตอนการปรับสภาพวัตถุดิบเพื่อกำจัดองค์ประกอบของลิกนินและสลายพันธะภายในโครงสร้างพืช (2) ขั้นตอนการย่อย เพื่อเปลี่ยนองค์ประกอบของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสให้เกิดเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (3) ขั้นการหมักเอทานอลเป็นกระบวนการทางชีวภาพที่อาศัยเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายน้ำตาลเกิดเป็นผลิตภัณฑ์เอทานอล

ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการผลิตเอทานอลโดยใช้วัสดุชีวมวลเหลือทิ้งจากการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยจำแนกวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ออกเป็น 6 ประเภท ซึ่งได้แก่ ลำต้นและใบ เปลือกและซัง ลำต้น ใบ ซัง และเปลือก

วิธีการวิจัย

1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัย วารสารวิชาการ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้ คือ ปริมาณการเพาะปลูก ปริมาณผลผลิต ปริมาณวัสดุชีวมวลเหลือทิ้ง และการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพทางพลังงานของวัสดุชีวมวลที่ยังไม่ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์

2. ศึกษาการผลิตเอทานอลจากวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2.1 การเตรียมวัสดุชีวมวลและการปรับสภาพ

การเตรียมวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ลำต้นและใบ เปลือกและซัง ลำต้น ใบ และเปลือก) ทำการลดขนาดและบดละเอียดด้วยเครื่องปั่น จากนั้นทำการปรับสภาพด้วยสารเคมี 2 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน ในอัตราส่วน 1 กรัมของวัสดุชีวมวลเหลือทิ้ง ต่อ 10 มิลลิลิตรของสารละลาย โดยการแช่ในสารละลายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และต่อด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 นาที โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 0.26 โดยมวลต่อปริมาตรของสารละลายกรดซัลฟิวริก ที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นล้างจนวัสดุมีสภาพเป็นกลางก่อนอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปใช้

2.2 ขั้นตอนการย่อยและการหมัก

นำวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งที่ผ่านการปรับสภาพมาย่อยต่อด้วยเอนไซม์เซลลูเลสที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.8 โดยมวล ปรับค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ที่ประมาณ 5.5-6.0 ใช้อุณหภูมิที่ประมาณ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง ในขั้นตอนการย่อยวัสดุข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากนั้นเติมเชื้อยีสต์ S.cerevisiae YSC2 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5.77 โดยมวล ลงในถังปฏิกรณ์แบบกะ การหมักภายใต้สภาวะการควบคุมอุณหภูมิเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง

3. การประเมินศักยภาพจากการผลิตเอทานอลด้วยวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ในการประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานด้วยการนำวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นจากการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงเอทานอล โดยการใช้สมการ (1) - (3)

$$VOR = (RTP_{ratio,} \times RNU_{ratio} \times VOP_{year}) \times 10^{-4} \quad (1)$$

VOR_i คือ ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Volume of maize residue; ton)

RP_{ratio} คือ สัดส่วนการเกิดวัสดุเหลือทิ้งต่อผลิต (Residue to product ratio; %)

RNU_{ratio} คือ สัดส่วนวัสดุเหลือทิ้งที่ไม่มีการใช้ประโยชน์ (Residur not used ratio; %)

VOP_{year} คือ ปริมาณผลผลิตในรอบปีการเพาะปลูกของรายจังหวัด (Volume of maize production per year; ton)

$$VOE = (VOR \times EY)/\rho_E \quad (2)$$

VOE คือ ปริมาณเอทานอลที่ผลิตได้ (ล้านลิตรต่อปี)

EY คือ ผลได้ของเอทานอล (Ethanol yield; $g_E/g_{biomass}$)

ρ_E คือ ค่าความหนาแน่นของเอทานอล (Density of ethanol; 789 kg/m^3)

$$POE = (VOE \times HHV) \times 10^{-3} \quad (3)$$

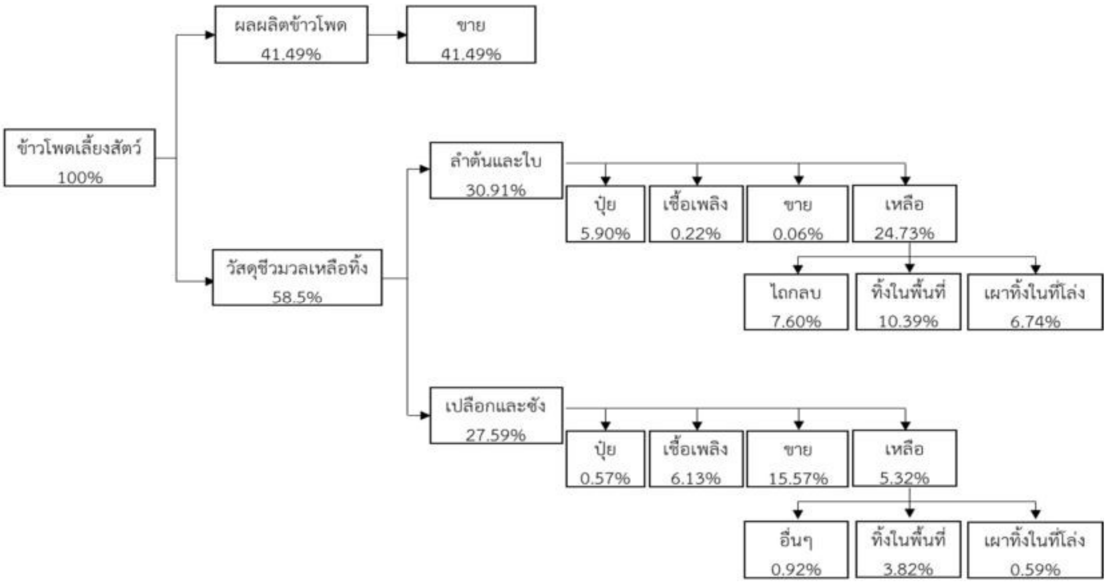
POE คือ ศักยภาพพลังงานของเอทานอล (Potential of energy; TJ/year)

HHV คือ ค่าความร้อนจำเพาะของเอทานอล (High heating value of ethanol; kJ/L)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ปริมาณวัสดุเหลือทิ้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการศึกษาปริมาณการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ภาคเหนือทั้ง 12 จังหวัด ซึ่งประกอบด้วย เชียงราย พะเยา ลำปาง ลำพูน เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ตาก สุโขทัย แพร่ น่าน อุตรดิตถ์ และพิษณุโลก ในปีพุทธศักราช 2562/63 พบว่า ปริมาณการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดอยู่ที่ 3,197,404 ไร่ ให้ปริมาณผลผลิต 2,088,554 ตัน ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 651.3 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการศึกษาองค์ประกอบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสัดส่วนมวลต่อมวล พบว่า ที่ปริมาณร้อยละ 41.49 เป็นปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรจะนำไปขายให้กับโรงสี แต่ที่ปริมาณร้อยละ 58.5 เป็นปริมาณวัสดุเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต (ดังแสดงในภาพที่ 1) คิดเป็นวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งทั้งหมด 2,249,181.9 ตัน และเมื่อศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการจัดการวัสดุเหลือทิ้งที่เกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือนำมาใช้ พบว่า เกษตรกรมีวิธีการจัดการวัสดุชีวมวลแบบผิดวิธี กล่าวคือ เป็นวิธีการที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการเพิ่มมูลค่าและอาจจะเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของการเกษตรอีกด้วย โดยคิดเป็นสัดส่วนมวลต่อมวลของวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งที่เกิดขึ้นทั้งหมดต่อวิธีการจัดการแบบผิดวิธี ในวัสดุข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประเภทลำต้นและใบ และประเภทเปลือกและซังที่ร้อยละ 24.73 และ 5.32 ตามลำดับ (ภาพที่1) ซึ่งปริมาณวัสดุเหลือทิ้งที่ยังไม่ใช้ประโยชน์เท่ากับ 1,564,847.5 ตัน คิดเป็นพลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบ เท่ากับ 0.58 ล้านตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

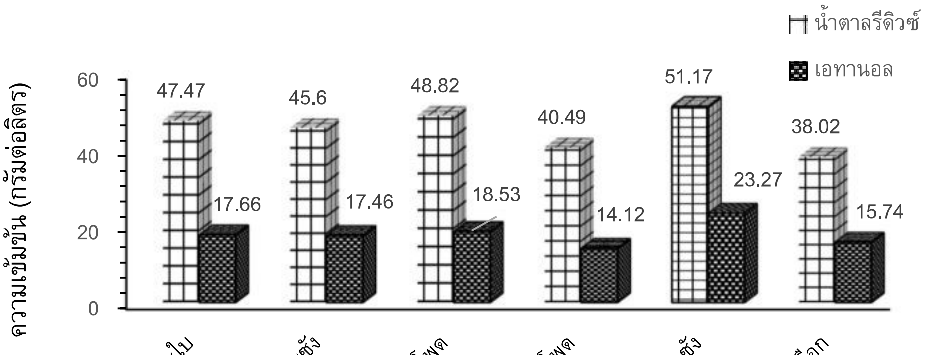


ภาพที่ 1 วัสดุองค์ประกอบและการใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2. การผลิตเอทานอลจากวัสดุข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กระบวนการผลิตเอทานอลด้วยวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในงานวิจัยนี้ ใช้ถังปฏิกรณ์แบบกะ โดยใช้เอนไซม์เซลลูเลสในการย่อยวัสดุข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพทางเคมีแบบ 2 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน ซึ่งพบว่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นมีความเข้มข้น 47.47 45.60 48.82 40.49 51.17 และ 38.02 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2) และจากการย่อยวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยการใช้เอนไซม์เซลลูเลสส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูง ซึ่งเกิดเนื่องจากการปรับสภาพทางเคมีของวัสดุชีวมวลแบบ 2 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน ที่ทำให้โครงสร้างที่มีความซับซ้อน (ความเป็นผลึกสูง) เกิด

การคลายตัวของแรงยึดเหนี่ยวภายในและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เช่น แรงอันเนื่องจากพันธะไฮโดรเจน และพันธะไกลโคซิดิกที่ตำแหน่งเบต้า (1,4) อ่อนกำลังลง เอนไซม์เซลลูเลสซึ่งเป็นทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการไฮโดรไลซิสที่ทำให้เกิดการสลายของเซลลูโลสที่พันธะบีตา-1, 4-ไกลโคซิดิก โดยจะตัดพันธะภายในสายเซลลูโลสส่งผลให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่าน้ำตาลกลูโคสโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุลขึ้น จากนั้นเมื่อเติมเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae YSC2* ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5.77 โดยมวล ทำการหมักภายใต้สภาวะการควบคุมอุณหภูมิที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ส่งผลให้ปริมาณเอทานอลที่เกิดจากใช้วัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประเภทลำต้นและใบ เปลือกและซัง ลำต้น ใบ ซัง และเปลือก มีความเข้มข้นอยู่ที่ 17.66 17.46 18.53 14.12 23.27 และ 15.74 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 2) และเมื่อศึกษาเพิ่มเติมถึงผลได้ของเอทานอลในวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งประเภทเดียวกัน พบว่าขั้นตอนและวิธีการที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีความเหมาะสมจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการหมักเอทานอลที่ดีขึ้น (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 2 ปริมาณของน้ำตาลรีดิวซ์และเอทานอลในวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 1 แสดงผลได้ของเอทานอลในกระบวนการผลิตเอทานอลจากวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ [5-7]

วัสดุ	จุลินทรีย์	พีเอช	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำตาลเริ่มต้น (g/L)	เอทานอล (g/L)	ผลได้ของเอทานอล ($g_E/g_{biomass}$)	แหล่งอ้างอิง
ซังข้าวโพด	S.cerevisiae NBRC2114	5	30	48		48.6	0.12	[5]
ซังข้าวโพด	S.cerevisiae ATCC_200062 (D5A) และ E. coli ATCC_55124	5.0-7.0	37	120		22.3	0.28	[6]
ซังข้าวโพด	S. cerevisiae 3013	6	30		46.6	24	0.13	[7]
ลำต้นและใบ	S. cerevisiae YSC2	5.5-6.0	37	48	47.47	17.66	0.18	งานวิจัยนี้
เปลือกและซัง	S. cerevisiae YSC2	5.5-6.0	37	48	45.6	17.46	0.17	งานวิจัยนี้
ลำต้นข้าวโพด	S. cerevisiae YSC2	5.5-6.0	37	48	48.82	18.53	0.19	งานวิจัยนี้
ใบข้าวโพด	S. cerevisiae YSC2	5.5-6.0	37	48	40.49	14.12	0.14	งานวิจัยนี้
ซัง	S. cerevisiae YSC2	5.5-6.0	37	48	51.17	23.27	0.23	งานวิจัยนี้
เปลือก	S. cerevisiae YSC2	5.5-6.0	37	48	38.02	15.74	0.11	งานวิจัยนี้

3. ประเมินศักยภาพการผลิตเอทานอลจากวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของปริมาณการเพาะปลูกและผลผลิตในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าปริมาณวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ยังไม่ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ที่จำแนกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ลำต้นและใบ เปลือกและซัง ลำต้น ใบ ซัง และเปลือก ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ทั้ง 12 จังหวัด ในรอบฤดูการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปีพุทธศักราช 2562/63 ซึ่งสามารถปริมาณผลิตเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 99.5 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 345.54 ล้านลิตร ตามลำดับ หรือคิดเป็นศักยภาพการผลิตพลังงานจากเอทานอลอยู่ที่ 7,528.49 เทระจูลต่อปี ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการผลิตเอทานอลโดยใช้วัสดุชีวมวลเหลือทิ้งจากการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในเขตพื้นที่ 12 จังหวัด ภาคเหนือของประเทศไทย ในปีพุทธศักราช 2562/63 ซึ่งจำแนกวัสดุออกเป็นทั้งหมด 6 ประเภท ได้แก่ ลำต้นและใบ เปลือกและซัง ลำต้น ใบ ซัง และเปลือก พบปริมาณการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมทั้งสิ้น 3,197,404 ไร่ เกิดวัสดุเหลือทิ้งที่ยังไม่ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ที่ปริมาณ 1,564,847.5 ตันต่อปี คิดเป็นศักยภาพการผลิตเอทานอลที่ผลิตได้เฉลี่ยเท่ากับ 345.54 ล้านลิตรต่อปี และคิดเป็นศักยภาพทางด้านพลังงานจากวัสดุชีวมวลเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยเท่ากับ 7,528.49 เทระจูลต่อปี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการผลิตและพัฒนาศักยภาพบัณฑิตทางด้านพลังงานทดแทนในกลุ่มประเทศอาเซียน สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีการศึกษา 2562 และ Sustainable Energy Technology Research Laboratory, SRE, MJU (SETR-Lab)

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2564). **แผนพลังงานชาติ** (National Energy Plan 2022)

[2] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2558). **แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan)**. การประชุมรับฟังความคิดเห็น แผนบริการจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง.

[3] กรมธุรกิจพลังงาน. (2556). **สำนักคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง**

[4] ยินนิตรา คำนึงผล และคณะ. (2563). การประเมินศักยภาพการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเหลือทิ้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่ปลูกกรณีศึกษาภาคเหนือของประเทศไทย. **วารสารวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชน**. 3 (1), 32-36.

[5] Prihardi, K., Kazuo, T., and Shuzo, T. (2010). Enzymatic digestion of corncobs pretreated with low strength of sulfuric acid for bioethanol production. **Journal of Bioscience and Bioengineering**. 110 (4), 453-458.

[6] Xuan, L., Tae, H., and Nhuan, P.N. (2010). Bioethanol production from corn stover using aqueous ammonia pretreatment and two-phase simultaneous saccharification and fermentation (TPSSF). **Bioresource Technology**. 101 (15), 5910-5916.

[7] Ping, L., Di, C., Zhangfeng, L., Peiyong, Q., Changjing, C., Yong, W., Chang, Z., Zheng, W. and Tianwei, T. (2016). Effect of acid pretreatment on different parts of corn stalk for second generation ethanol production. **Bioresource Technology**. 206, 86-92.