การศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการผลิตและใช้เชื้อเพลิงชีวภาพจากใบอ้อย

A Study Suitable Method for Production and Utilization Bio Fuel from Sugar Cane Leaves

ศิราวุธ สาระขันธ์ [1], รัชพล สันติวรากร [2]
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ. ขอนแก่น 40002
โทร 0-43244296 ต่อ 121 โทรสาร 0-43245878 E-mail : siravut_toto@hotmail.com [1], ratchaphon@kku.ac.th [2]

Siravut Sarakhun,[1] Ratchaphon Suntivarakorn [2]
Departmen of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.
Tel: 0-43244296 ext.121 Fex: 0-43245878 E-mail : siravut_toto@hotmail.com [1], ratchaphon@kku.ac.th [2]

คำสำคัญ เชื้อเพลิงชีวมวล, ใบอ้อย, พลังงานทดแทน

Keyword Biomass Fuel, Sugar Cane Leaves, Renewable Energy

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการผลิตและใช้ประโยชน์จากใบอ้อย โดยทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยใบอ้อยและเครื่องอัดใบอ้อย ซึ่งเครื่องสับย่อยใบอ้อย มีการทำงานเป็นแบบใบมีดหมุนสับ จำนวน 15 ใบ ปลายใบมีดมีลักษณะโค้งงอ มีสมรรถนะการทำงานสูงสุด 52.72 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีการใช้กำลังไฟฟ้า 1.11 กิโลวัตต์ หรือคิดเป็น 0.021 kWh/kg และเครื่องอัดใบอ้อยมีลักษณะเป็นแบบกระบอกลูกสูบอัด มีสมรรถนะการทำงานสูงสุด 42.36 กิโลกรัม/ชั่วโมง มีการใช้กำลังไฟฟ้า 4.31 กิโลวัตต์ หรือคิดเป็น 0.121 kWh/kg จากการศึกษาพบว่า การผลิตใบอ้อยสับใน 1 วัน สามารถผลิตใบอ้อยสับได้ 421.76 กิโลกรัมต่อวัน มีรายได้ 331.94 บาทต่อวัน ระยะทางที่เหมาะสมในการขนส่งใบอ้อยไปยังโรงงานผลิตไฟฟ้าที่ทำให้คุ้มค่าแก่การลงทุน คือ 16.49 กิโลเมตร สำหรับการผลิตใบอ้อยอัด ใน 1 วัน สามารถผลิตใบอ้อยอัดได้ 338.88 กิโลกรัมต่อวัน แต่ต้นทุนในการผลิตสูงกว่ารายได้ที่ได้ จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตใช้ ในการผลิตเป็นเชื้อเพลิง

Abstract

This research was a study of suitable method for production and utilization of bio fuel from sugar cane leaves. The study was design and development a shredding machine and pressing machine. The shredding machine was designed with 15 pieces of rotation blade and the shape of the end of blade was short curve. The maximum performance of shredding machine was at 52.72 kg/hr and it consumed the electricity of 1.11 kW or 0.021 kWh/kg. The pressing machine was a compressive piston-cylinder. The maximum performance of pressing machine was at 42.36 kg/hr and it consumed the electricity of 4.31 kW or 0.121 kWh/kg. It was found that the shredding machine can produce shredded sugar cane leaves 421.76 kg/day or 331.94 bath/day. It also showed that the suitable distance to transport the sugar cane leaves from sugar cane field to the power plant was 16.49 km. Further more, the pressing machine can produced compressed fuel 338.88 kg/day. For using compressed sugar cane leaves, it was revealed that using compressed fuel was not suitable to use as a compressed fuel due to high cost.

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของประชาชน ซึ่งในปัจจุบันมีความต้องการการใช้พลังงานในอัตราที่เพิ่มสูงมากขึ้นในทุกๆ ปี ทำให้ต้องจัดหาแหล่งพลังงานเพิ่มขึ้นเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ โดยในแต่ละปีประเทศไทยต้องใช้เงินจำนวนมากในการจัดหาพลังงาน ซึ่งส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ต้องสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มที่จะสูงมากขึ้น ดังนั้นเพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศลง จึงต้องมีการพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนอื่นที่ได้จากธรรมชาติภายในประเทศให้มากขึ้น

จากการศึกษาข้อมูลศักยภาพด้านพลังงานทดแทนจากชีวมวลของประเทศไทย พบว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานทดแทนจากชีวมวลรวม 80,657 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) แต่มีการผลิตพลังงานจากชีวมวลเพียง 16,658 ktoe คิดเป็นร้อยละ 20.6 ของศักยภาพพลังงาน โดยพลังงานส่วนใหญ่ที่ผลิตได้มาจากไม้ฟืน กากอ้อยและแกลบ เป็นต้น สำหรับชีวมวลแข็งที่เหลือชนิดอื่น มีการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านพลังงานค่อนข้างน้อย ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร และเหลือทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ ณ พื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกเป็นจำนวนมาก เช่น เหง้ามันสำปะหลัง ซังข้าวโพด ฟางข้าว เปลือกถั่วลิสง หรือ ใบอ้อย เป็นต้น

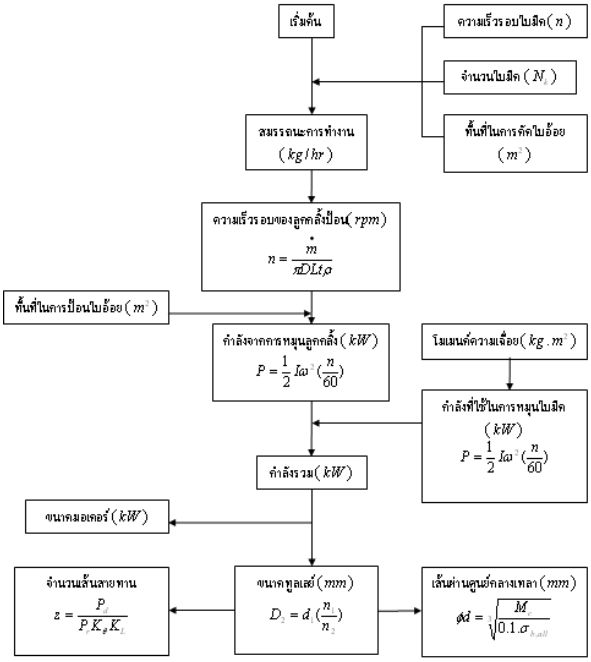
แม้ว่าประเทศไทยจะมีแหล่งทรัพยากรและแหล่งพลังงานทดแทนจากชีวมวลเป็นจำนวนมาก แต่ยังไม่สามารถนำพลังงานจากชีวมวลมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะติดข้อจำกัดในเรื่องการจัดเก็บและรวบรวม การขนส่ง ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่มีค่าต่ำหรือความไม่แน่นอนของปริมาณผลผลิตที่ได้เนื่องจากผลผลิตทางการเกษตรเกิดขึ้นตามฤดูกาล เป็นต้น ดังนั้นหากมีการศึกษาระบบการเก็บรวบรวมและการขนส่งของเชื้อเพลิงจากชีวมวลที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้ปริมาณเชื้อเพลิงจากชีวมวลที่มากเพียงพอตลอดทั้งปี จะทำให้พลังงานจาก ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกหนึ่งที่สำคัญของประเทศในการนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ ทำให้ประเทศไทยเกิดความมั่นคงทางด้านพลังงานมากขึ้น

เศษวัสดุที่เหลือจากอ้อยเช่น ใบอ้อยและยอดอ้อย นับเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสูงในการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิง แต่ในปัจจุบันพบว่ายังไม่มีการนำใบอ้อยและยอดอ้อยมาใช้ประโยชน์แต่อย่างใด ทั้งนี้เนื่องจากใบอ้อยและยอดอ้อยมีน้ำหนักเบา การจัดเก็บและรวบรวมทำได้ด้วยความยากลำบากและไม่คุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งจากการประเมินศักยภาพของใบอ้อยและยอดอ้อย พบว่า ใน 1 ปี มีปริมาณใบอ้อยและยอดอ้อยเหลือทิ้งในไร่อ้อยประมาณ 10 ล้านตัน หรือคิดเทียบเท่าน้ำมันดิบประมาณ 3,800 ล้านลิตร ดังนั้นเพื่อเป็นการสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการใช้ใบอ้อย ยอดอ้อย รวมถึงวัสดุที่เหลือจากการเกษตรอื่น ๆ ให้มากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ในการศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการผลิตและใช้เชื้อเพลิงจากใบอ้อย ทั้งนี้เพื่อให้เกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้องมีแนวทางและเครื่องมือในการจัดเก็บและรวบรวมชีวมวลที่เหลือทิ้งให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านพลังงานต่อไปได้

2. เครื่องสับย่อยใบอ้อย

ในการออกแบบเครื่องต้นแบบสับย่อยใบอ้อย จะต้องพิจารณาหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็น จำนวนใบมีดสับ ความเร็วรอบในการสับของใบมีด ความเร็วรอบของลูกกลิ้งป้อน ในการออกแบบเราจะกำหนดจำนวนใบมีด ขนาดของใบมีด ความเร็วรอบ ซึ่งจะทำให้เราสามารถคำนวณหาค่ากำลังงานที่ใช้ในการสับได้ ซึ่งเมื่อเราทราบกำลังงานที่ใช้ในการสับแล้ว จากนั้นก็จะสามารถคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ ขนาดของเพลาขับ ขนาดของพูลเลย์ สายพาน และจำนวนสายพาน ดังแสดงขั้นตอนการคำนวณไว้ในรูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องสับย่อยใบอ้อยที่ได้ออกแบบมีดังนี้

(1) ช่องรับใบอ้อย
(2) ช่องป้อนลูกกลิ้งเข้าสู่ช่วงตัด
(3) ลูกกลิ้งสำหรับป้อนใบอ้อย
(4) ใบมีดสับ
(5) ตะแกรง
(6) มอเตอร์ต้นกำลัง
(7) สายพาน

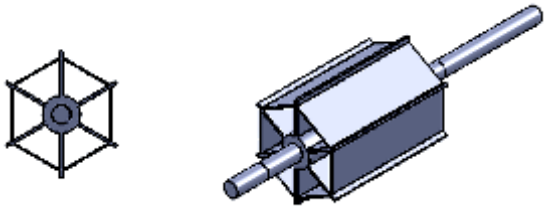


รูปที่ 1 Flow chart การออกแบบเครื่องสับย่อยใบอ้อย

2.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องสับย่อยใบอ้อย

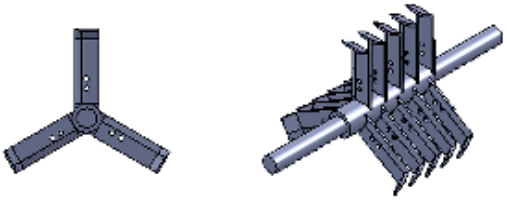
เครื่องสับย่อยใบอ้อยได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็นแบบใบมีดหมุนสับ โดยการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

1. ระบบป้อนใบอ้อยโดยใช้ลูกกลิ้งป้อน ในการป้อนใบอ้อยเข้าสู่เครื่องสับย่อยใบอ้อยนั้น ใบอ้อยจะถูกป้อนเข้ามาสู่ลูกกลิ้ง โดยชุดลูกป้อนกลิ้งป้อนออกแบบเพื่อให้ใบอ้อยที่ถูกป้อนเข้ามาเป็นระเบียบในการตัด และใบอ้อยจะเข้าสู่ชุดใบมีดสับอย่างต่อเนื่อง โดยลูกกลิ้งป้อนจะมีใบป้อน 6 ใบ แต่ละใบจะมีแผ่นเหล็กเชื่อมติดกันเป็นลักษณะหกเหลี่ยมเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับใบป้อนแต่ละใบ ดังแสดงในรูปที่ 2


รูปที่ 2 แสดงลักษณะของลูกกลิ้งป้อน

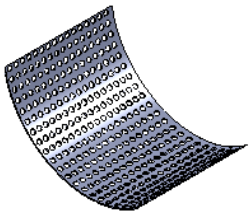
2. ระบบสับย่อยใบอ้อย ในการสับย่อยใบอ้อยจะมีลักษณะเป็นใบมีดหมุนสับ ลักษณะของชุดใบมีดได้ออกแบบให้ ลักษณะของใบมีดส่วนปลายมีดจะงอ เพื่อให้สามารถตัดใบอ้อยให้เป็นชิ้นเล็กๆได้ดี ในการออกแบบใช้ชุดใบมีด 15 ใบแต่ละใบมีขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร มีรูไว้สำหรับยึดกับแกนยึดใบมีด ซึ่งแกนในการจับยึดใบมีดออกแบบมาเพื่อง่ายต่อการบำรุงรักษา โดยแกน

ดังแสดงในรูปที่ 3



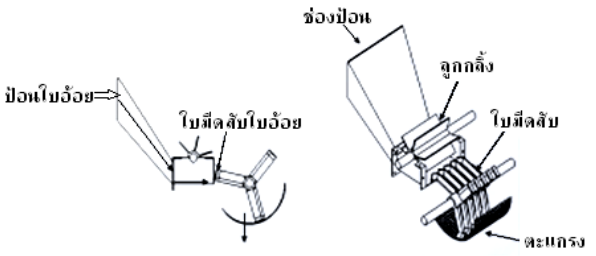
รูปที่ 3 แสดงลักษณะชุดใบมีดสับย่อย

3. ระบบคัดกรองใบอ้อยที่ถูกสับแล้ว เมื่อใบอ้อยถูกสับโดยใบมีดสับย่อยแล้ว ส่วนที่โดนสับบางชิ้นอาจจะยังมีขนาดใหญ่เกินไป เพื่อที่จะได้ใบอ้อยสับที่มีขนาดเล็กตามต้องการ จึงได้ออกแบบระบบในการคัดกรองใบอ้อยมีลักษณะเป็นตะแกรงเจาะรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ดัดโค้งตามขนาดรัศมีของใบมีดหมุนสับ ดังแสดงในรูปที่ 4

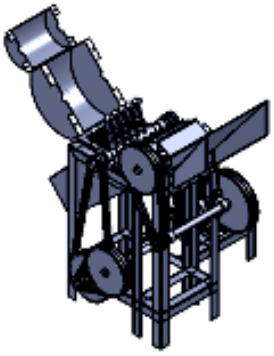


รูปที่ 4 แสดงลักษณะตะแกรง

การทำงานของเครื่องสับย่อยใบอ้อย เริ่มต้นจาก การป้อนใบอ้อยลงไปทางช่องรับใบอ้อย เมื่อถึงช่วงลูกกลิ้งป้อน ลูกกลิ้งจะหมุนดึงใบอ้อยที่เข้ามาให้เข้าสู่ช่องตัดตามความเร็วรอบของลูกกลิ้ง ซึ่งมีความเร็ว 16 รอบต่อนาที เมื่อใบอ้อยถูกป้อนเข้ามาถึงระยะตัดของใบมีด ในขณะที่ใบมีดหมุดด้วยความเร็วรอบของเครื่อง โดยมีความเร็วรอบในการสับ 2,416 รอบต่อนาที ใบมีดจะตัดใบอ้อยลงสู่ตะแกรงด้วยความเร็วรอบของใบมีดและจำนวนใบมีดที่ออกแบบไว้ โดยแต่ละครั้งที่ใบมีดสับใบอ้อย ความยาวของใบอ้อยที่ถูกสับแล้วจะมีขนาดเท่ากับระยะห่างระหว่างใบอ้อยที่ยื่นออกมากับขอบของช่วงลูกกลิ้งป้อน เมื่อใบอ้อยถูกสับแล้ว จะตกลงสู่ตะแกรงด้านล่างใบมีด ซึ่งลักษณะของตะแกรงจะออกแบบให้รับกับความโค้งของรัศมีของใบมีด โดยตะแกรงจะเจาะรูไว้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ใบอ้อยที่ถูกสับที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดของรูก็จะตกลง ส่วนใบอ้อยที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของรูก็จะถูกสับใหม่อีกครั้งจนกว่าจะมีขนาดเล็กกว่ารูและสามารถลอดผ่านตะแกรงได้ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องสับย่อยใบอ้อย

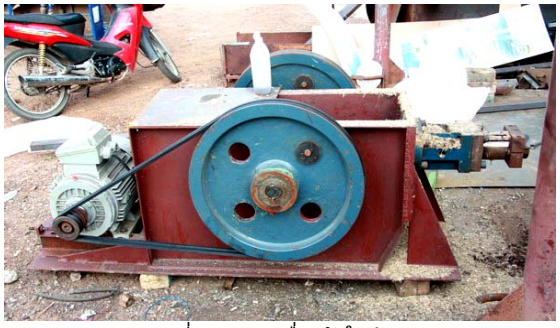


รูปที่ 6 ภาพ 3 มิติของเครื่องสับย่อยใบอ้อยที่ออกแบบ

รูปที่ 7 เครื่องสับย่อยใบอ้อยที่สร้างขึ้นจริง

3. เครื่องอัดใบอ้อย

เครื่องอัดใบอ้อย มีลักษณะการอัดเป็นแบบลูกสูบ ประกอบด้วย กระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 6 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5 เซนติเมตร ความยาวกระบอกอัด 25 เซนติเมตร ลูกสูบอัดมีขนาด 4.5 เซนติเมตร ลูกสูบอัดต่อเข้ากับข้อเหวี่ยง มีต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 15 แรงม้า 3 เฟส ใช้อินเวอร์เตอร์ในการปรับรอบความเร็วมอเตอร์ ตรงส่วนปลายกระบอกอัด มีการให้ความร้อนโดยใช้ ฮีตเตอร์กระบอกครอบกระบอกอัด ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงเครื่องอัดใบอ้อย

การทำงานของเครื่องอัดใบอ้อยเริ่มจาก ทำการเดินเครื่องแล้วป้อนใบอ้อยที่ผ่านการสับย่อยโดยเครื่องสับย่อยใบอ้อยแล้ว ใส่ลงไปในช่องป้อน จากนั้นลูกสูบจะอัดใบอ้อยที่ถูกป้อนเข้าสู่กระบอกอัดเรื่อยๆ อัดเข้ากระบอกอัดจนถึงช่วงที่มีการให้ความร้อนโดยฮีตเตอร์กระบอก ใบอ้อยที่ถูกอัดมาก็จะได้รับความร้อน แล้วเกิดการจับตัวกันเป็นก้อน ผ่านออกมาเป็นแท่งทางปลายกระบอก

4. การทดสอบ

4.1 การทดสอบเครื่องสับย่อยใบอ้อย

ในการทดสอบเครื่องสับย่อยใบอ้อยนั้น จะมีการทดสอบวัดค่าที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. สมรรถนะการทำงาน
2. ขนาดปริมาตรของใบอ้อยที่ถูกสับย่อย
3. การใช้พลังงานไฟฟ้า

โดยในการทดสอบจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 4 รูปแบบ คือ

1) ทดสอบเครื่องสับย่อยใบอ้อย เมื่อมีการใส่ตะแกรงคัดกรองใบอ้อย โดยในการป้อนใบอ้อยเข้าสู่ช่องป้อน จะทำการป้อนใบอ้อยอย่างต่อเนื่อง

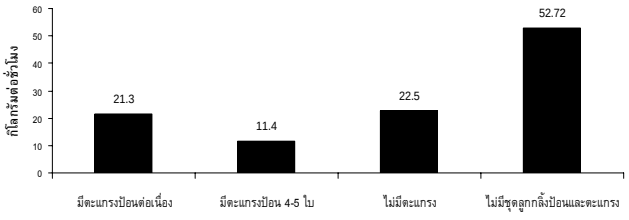
2) ทดสอบเครื่องสับย่อยใบอ้อย เมื่อมีการใส่ตะแกรงคัดกรองใบอ้อย โดยในการป้อนใบอ้อยเข้าสู่ช่องป้อน จะทำการป้อนใบอ้อยครั้งละ 4 – 5 ใบ

3) ทดสอบเครื่องสับย่อยใบอ้อย เมื่อไม่มีตะแกรงในการคัดกรองในการป้อนใบอ้อยเข้าสู่ช่องป้อน จะทำการป้อนอย่างต่อเนื่อง

4) ทดสอบเครื่องสับย่อยใบอ้อย เมื่อถอดชุดลูกกลิ้งป้อนและตะแกรงในการคัดกรองออก ในการป้อนใบอ้อยเข้าสู่ช่องป้อน จะทำการป้อนอย่างต่อเนื่อง

จากการทดสอบ ได้ผลการทดสอบดังนี้

4.1.1 สมรรถนะการทำงานของเครื่องสับย่อยใบอ้อย



รูปที่ 9 แสดงสมรรถนะในการทำงานของเครื่องสับย่อยใบอ้อย

จากรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่าจากการทดสอบพบว่าการถอดชุดลูกกลิ้งป้อนและตะแกรงออกมีสมรรถนะในการทำงานสูงสุดคือ 52.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง รองลงมาคือ การไม่ใส่ตะแกรงในการคัดแยกมีสมรรถนะในการทำงานคือ 22.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง การใส่ตะแกรงคัดแยกใบอ้อยโดยทำการป้อนใบอ้อยอย่างต่อเนื่อง มีสมรรถนะในการทำงานคือ 21.3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และการใส่ตะแกรงคัดแยกใบอ้อย โดยทำการป้อนใบอ้อยครั้งละ 4 – 5 ใบ มีสมรรถนะในการทำงานคือ 11.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเมื่อทำการคำนวณการผลิตเป็นเวลา 8 ชั่วโมง (1 วัน) จะพบว่าในการใส่ตะแกรงคัดกรอง ป้อนอย่างต่อเนื่องมีสมรรถนะการทำงาน 170.4 กิโลกรัมต่อวัน ใส่ตะแกรงคัดกรองป้อนครั้งละ 4-5 ใบ มีสมรรถนะการทำงาน 91.2 กิโลกรัมต่อวัน ไม่ใส่ตะแกรงคัดกรองมีสมรรถนะการทำงาน 180.0 กิโลกรัมต่อวัน และถอดลูกกลิ้ง ไม่ใส่ตะแกรงคัดกรองมีสมรรถนะการทำงาน 421.76 กิโลกรัมต่อวัน

4.1.2 ขนาดปริมาตรของใบอ้อยที่ถูกสับย่อย

ขนาดของใบอ้อยที่ถูกสับย่อยแล้ว มีขนาดดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 10

ตารางที่ 1 ขนาดปริมาตรของใบอ้อยมี่ถูกสับย่อย

ลักษณะการสับย่อย	ขนาดปริมาตร
1. มีตะแกรง ป้อนต่อเนื่อง	กว้างประมาณ 0.5 – 1 mm ยาวประมาณ 3- 10 mm
2. มีตะแกรง ป้อน 4-5 ใบ	กว้างประมาณ 0.5 – 1 mm ยาวประมาณ 3- 10 mm
3. ไม่มีตะแกรง	กว้างประมาณ 5 – 20 mm ยาวประมาณ 20- 50 mm
4. ถอดชุดลูกกลิ้งป้อนและตะแกรงออก	กว้างประมาณ 5 – 20 mm ยาวประมาณ 50- 200 mm

จากการทดสอบจะเห็นว่าใบอ้อยที่ถูกสับย่อยโดยมีตะแกรงในการคัดกรองจะมีขนาดเล็กกว่าใบอ้อยที่ถูกสับโดยไม่ใส่ตะแกรงคัดกรอง

รูปที่ 10 แสดงลักษณะใบอ้อยที่ถูกสับย่อย

4.1.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องสับย่อยใบอ้อย

เมื่อทำการวัดการใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องสับย่อยใบอ้อยพบว่าการใช้กำลังไฟฟ้าเป็นดังตารางที่ 2 โดยจะเห็นได้ว่า เมื่อทำการทดสอบโดยการมีตะแกรงในการคัดกรอง ป้อนอย่างต่อเนื่อง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 2.68 กิโลวัตต์ และรองลงมาคือ มีตะแกรงในการคัดกรองป้อนครั้งละ 4-5 ใบ มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 2.57 กิโลวัตต์ การทดสอบโดยไม่ใส่ตะแกรงคัดกรอง มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 2.51 กิโลวัตต์ และเมื่อถอดชุดลูกกลิ้งและตะแกรงออก มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1.11 กิโลวัตต์ โดยลักษณะการสับย่อยในข้อที่ 1 ถึง 3 ในตารางที่ 2 ใช้ขนาดมอเตอร์ต้นกำลัง 3 แรงม้า และในข้อที่ 4 ใช้มอเตอร์ต้นกำลัง 2 แรงม้า

ตารางที่ 2 การใช้พลังงานไฟฟ้า

ลักษณะการสับย่อย	การใช้พลังงานไฟฟ้า
1. มีตะแกรง ป้อนต่อเนื่อง	2.68 kW
2. มีตะแกรง ป้อน 4-5 ใบ	2.57 kW
3. ไม่มีตะแกรง	2.51 kW
4. ถอดชุดลูกกลิ้งป้อนและตะแกรงออก	1.11 kW

4.2 การทดสอบเครื่องอัดใบอ้อย

ในการทดสอบเครื่องอัดใบอ้อย วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทดสอบจะใช้ใบอ้อยที่ผ่านการสับย่อยแล้ว จากเครื่องสับย่อยใบอ้อย

วิธีการในการทดสอบจะทำการทดสอบกับใบอ้อยครั้งละ 4 กิโลกรัม เดินเครื่องอัดใบอ้อย แล้วจากนั้นทำการป้อนใบอ้อยเข้าสู่เครื่องอัด จะเริ่มจับเวลาเมื่อเครื่องอัดทำการอัดใบอ้อยออกมาจนถึงปลายกระบอกอัด และวัดค่ากระแสไฟฟ้า จนกระทั่งทำการทดสอบหมด

จากการทดสอบพบว่า เครื่องอัดใบอ้อย มีสมรรถนะการทำงาน คือ 42.36 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเมื่อทำการคำนวณการผลิตเป็นเวลา 8 ชั่วโมง (1 วัน) จะพบว่าเครื่องอัดใบอ้อยมีสมรรถนะในการทำงาน 338.88 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เมื่อทำการวัดการใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดใบอ้อย พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 4.31 กิโลวัตต์ และขนาดปริมาตรของใบอ้อยที่ถูกอัดแล้วมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ดังรูปที่ 11

รูปที่ 11 แสดงใบอ้อยที่ถูกอัด

4.3 ทดสอบการบรรทุกใบอ้อยที่ยังไม่ผ่านการสับ

ในการทดสอบการบรรทุกใบอ้อยที่ยังไม่ผ่านการสับ ทดสอบโดยการใช้รถบรรทุกขนาดต่าง โดยแสดงได้ดังตารางที่ 3 และรูปที่ 12

ตารางที่ 3 การทดสอบการบรรทุกใบอ้อยที่ยังไม่ผ่านการสับต่อครั้ง

ชนิดของรถบรรทุก	น้ำหนักที่บรรทุกได้ (กิโลกรัม)
1. รถกระบะ	369
2. รถอีแต๋น	383
3. รถ 6 ล้อ	767

รูปที่ 12 แสดงการบรรทุกใบอ้อยโดยรถขนาดต่างๆ

5. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ในวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของใบอ้อยสับ และใบอ้อยอัด จะคำนึงถึงต้นทุนในการผลิตด้านพลังงานของเครื่องสับย่อยใบอ้อย และเครื่องอัดใบอ้อย

ตารางที่ 4 ต้นทุนการผลิตใบอ้อยสับ และใบอ้อยอัด

	ใบอ้อยสับ	ใบอ้อยอัด
1.อัตราการผลิต (kg/hr)	52.720	42.360
2.กำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่ออัตราการผลิต (kWh/kg)	0.021	0.100
3.ต้นทุนในการผลิต (bath/kg)	0.063	0.300

คิดอัตราค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

จากตารางที่ 4 พบว่าในการผลิตใบอ้อยสับ 1 กิโลกรัมจะใช้ต้นทุนด้านพลังงานในการผลิตอยู่ที่ 0.063 บาทต่อกิโลกรัม และใบอ้อยอัดจะใช้ต้นทุนในการผลิตด้านพลังงานอยู่ที่ 0.3 บาทต่อกิโลกรัม แต่ในการอัดจะต้องใช้ใบอ้อยที่ผ่านการสับย่อย ซึ่งเมื่อคิดต้นทุนในการผลิตด้านพลังงานของใบอ้อยอัดทั้งหมดจะอยู่ที่ 0.363 บาทต่อกิโลกรัม

ในขณะนี้ใบอ้อยที่ใบอ้อยมีการซื้อขายตามท้องตลาดในราคาตันละ 650 บาท หรือคิดเป็น 0.65 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อผลิตเป็นใบอ้อยสับหรือใบอ้อยอัดแล้วสามารถขายได้ในราคาตันละ 850 บาทหรือคิดเป็น 0.85 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อคิดเทียบราคาขายโดยหักค่าต้นทุนในการผลิตด้านพลังงานแล้วพบว่า ใบอ้อยสับและใบอ้อยอัดจะมีรายได้เหลือ 0.787 และ 0.487 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

6. แนวทางการใช้ประโยชน์จากใบอ้อยด้านพลังงาน

ในการใช้ประโยชน์จากใบอ้อยด้านพลังงาน จะเป็นการนำใบอ้อยไปใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในโรงงานไฟฟ้า โดยคิดเปรียบเทียบระหว่างใบอ้อยที่ยังไม่ผ่านการสับ ใบอ้อยสับ และใบอ้อยอัด ซึ่งจะคำนึงถึงต้นทุนในการผลิต การขนส่ง ผลกำไรที่ได้ จากการเก็บรวบรวมใบอ้อยใน 1 วัน โดยคิดค่าน้ำมันในการขนส่งไปกลับ 8 บาทต่อกิโลเมตร จะได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 การเก็บรวบรวมใบอ้อยที่ไม่ผ่านการสับใน 1 วัน

รายละเอียด	รถ กระบะ	รถ อีแต๋น	รถ 6 ล้อ	หน่วย
1. ราคาขาย	0.65	0.65	0.65	Bath/kg
2. ต้นทุนการผลิต	0	0	0	bath
3. น้ำหนักที่บรรทุกได้	369	383	767	kg
4. จำนวนคนเก็บ	1	1	2	คน
6. จำนวนที่เก็บได้ใน 1 วัน	4	4	3	รอบ
7. ใบอ้อยที่เก็บได้ใน 1 วัน	1,476	1,532	2,301	kg
8. รายได้เมื่อหักต้นทุน	0.65	0.65	0.65	Bath/kg
9. รายได้จากการขาย	959.4	995.8	1,495.6	bath
10. ค่าแรงคนงาน	200	200	400	bath
11. กำไรสุทธิ	759.4	795.8	1,095.6	bath
12. ระยะทางที่คุ้มทุน	23.75	24.87	45.65	km

จากตารางที่ 5 พบว่าในการขนส่งใบอ้อยที่ไม่ผ่านการสับ โดยใช้รถกระบะ รถอีแต๋น และรถ 6 ล้อ ในการขนส่ง ใน 1 วัน สามารถเก็บรวบรวมใบอ้อยได้ 1,476 , 1,532 และ 2,301 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยเมื่อนำไปขายให้กับโรงงานไฟฟ้าแล้วมีรายได้ 959.4, 995.8 และ 1,495.6 บาทต่อวัน ตามลำดับ เมื่อนำมาคิดระยะทางที่คุ้มทุนระหว่าง

พื้นที่เก็บใบอ้อยกับโรงงานแล้วพบว่า มีระยะทาง 23.75, 24.87 และ 45.65 กิโลเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 6 การเก็บรวบรวมใบอ้อยสับ ใน 1 วัน

รายละเอียด	จำนวน	หน่วย
1. ราคาขาย	0.85	Bath/kg
2. ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัม	0.063	bath
3. อัตราการผลิตต่อชั่วโมง	52.72	kg
4. จำนวนคนผลิต	1	คน
7. ใบอ้อยสับที่ผลิตได้ใน 1 วัน	421.76	kg
8. รายได้เมื่อหักต้นทุน	0.787	Bath/kg
9. รายได้จากการขาย ต่อวัน	331.92	bath
10. ค่าแรงคนงาน	200	bath
11. กำไรสุทธิ	131.92	bath
12. ระยะทางที่คุ้มทุน	16.49	km

จากตารางที่ 6 พบว่าในการผลิตใบอ้อยสับใน 1 วัน ใช้แรงงานคนในการผลิต 1 คน สามารถผลิตใบอ้อยสับได้ 421.76 กิโลกรัมต่อวัน โดยเมื่อนำไปขายให้กับโรงงานไฟฟ้าแล้วมีรายได้ 331.92 บาทต่อวัน เมื่อนำมาคิดระยะทางที่คุ้มทุนระหว่างพื้นที่ผลิตใบอ้อยสับกับโรงงานแล้วพบว่า มีระยะทาง 16.49 กิโลเมตร

ตารางที่ 7 การเก็บรวบรวมใบอ้อยอัด ใน 1 วัน

รายละเอียด	จำนวน	หน่วย
1. ราคาขาย	0.85	Bath/kg
2. ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัม	0.363	bath
3. อัตราการผลิตต่อชั่วโมง	42.36	kg
4. จำนวนคนผลิต	1	คน
7. ใบอ้อยอัดที่ผลิตได้ใน 1 วัน	338.88	kg
8. รายได้เมื่อหักต้นทุน	0.487	Bath/kg
9. รายได้จากการขาย ต่อวัน	165.03	bath
10. ค่าแรงคนงาน	200	bath
11. กำไรสุทธิ	- 34.97	bath
12. ระยะทางที่คุ้มทุน	0	km

จากตารางที่ 7 พบว่าในการผลิตใบอ้อยอัดใน 1 วัน ใช้แรงงานคนในการผลิต 1 คน สามารถผลิตใบอ้อยอัดได้ 338.88 กิโลกรัมต่อวัน โดยเมื่อนำไปขายให้กับโรงงานไฟฟ้าแล้วมีรายได้ 165.03 บาทต่อวัน ซึ่งมีรายได้ที่ไม่เพียงพอต่อค่าใช้จ่ายในการผลิต เนื่องจากมีต้นทุนในการผลิตสูง

7. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการใช้ใบอ้อย โดยได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยใบอ้อยและเครื่องอัดใบอ้อย เพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล โดยที่เครื่องสับย่อยใบอ้อย มีสมรรถนะกำลังการผลิต 52.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 1.11 กิโลวัตต์ คิดเป็นต้นทุนการผลิตใบอ้อยสับ 0.063 บาทต่อกิโลกรัม และเครื่องอัดใบอ้อย มีสมรรถนะกำลังการผลิต 42.36 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีการใช้กำลังไฟฟ้า 4.31 กิโลวัตต์ คิดเป็นต้นทุนการผลิตใบอ้อยอัดเมื่อรวมต้นทุนในการย่อยด้วยเป็น 0.363 บาทต่อกิโลกรัม

เมื่อนำใบอ้อยไปใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในโรงงานไฟฟ้า โดยคำนึงถึงต้นทุนในการผลิต การขนส่ง ผลกำไรที่ได้ จากการเก็บรวบรวมใบอ้อยใน 1 วัน จะพบว่า

- ใบอ้อยที่ไม่ผ่านการสับเมื่อทำการเก็บรวบรวมและขนส่งโดยรถกระบะ รถอีแต๋น และรถ 6 ล้อ จะเก็บรวบรวมใบอ้อยได้ 1,476 , 1,532 และ 2,301 กิโลกรัมต่อวัน และมีรายได้ 959.4, 995.8 และ 1,495.6 บาทต่อวัน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากรายได้ที่ได้ หักต้นทุนการผลิตและค่าแรงงาน จะพบว่า ระยะทางที่เหมาะสมในการขนส่งใบอ้อยไปยังโรงงานผลิตไฟฟ้าที่ทำให้คุ้มค่าแก่การลงทุนสำหรับ รถกระบะ รถอีแต๋น และรถบรรทุก 6 ล้อ คือ 23.75, 24.87 และ45.65 กิโลเมตร ตามลำดับ
- การทดสอบการผลิตใบอ้อยสับ พบว่าสามารถผลิตใบอ้อยสับได้ 421.76 กิโลกรัมต่อวัน มีรายได้ 331.92 บาทต่อวัน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากรายได้ที่ได้ หักต้นทุนการผลิตและค่าแรงงาน จะพบว่า ระยะทางที่เหมาะสมในการขนส่งใบอ้อยไปยังโรงงานผลิตไฟฟ้าที่ทำให้คุ้มค่าแก่การลงทุน คือ 16.49 กิโลเมตร
- การทดสอบการผลิตผลิตใบอ้อยอัด พบว่าสามารถผลิตใบอ้อยอัดได้ 338.8 กิโลกรัมต่อวัน มีรายได้ 165.03 บาทต่อวัน ซึ่งมีรายได้ที่ไม่เพียงพอต่อค่าใช้จ่ายในการผลิต จึงไม่คุ้มค่าที่จะผลิตใบอ้อยอัดเป็นพลังงานเชื้อเพลิง เนื่องจากต้นทุนในการผลิตสูง

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว. – อุตสาหกรรม ประจำปี 2551

เอกสารอ้างอิง

1. เบญจางค์ ผ่องใส. (2538). การศึกษาการย่อยต้นมันสำปะหลังโดยใบมีดหมุนรอบแกนเพลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
2. สุพจน์ เดชผล. (2546). การศึกษาศักยภาพและประสิทธิภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากกากตะกอนน้ำเสียโรงงานน้ำตาลผสมกับชานอ้อย. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
3. อภิชาต ศรีชาติ. (2551). การออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตชิ้นไม้สับ. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.