การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการนำชีวมวลจากข้าวโพดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

เจษฎาพร สืบก่ำ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
กุมภาพันธ์ 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา

การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการนำชีวมวลจากข้าวโพดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

เจษฎาพร สืบก่ำ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
กุมภาพันธ์ 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยพะเยา

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF PELLETIZED FUELS FROM CORN BIOMASS FOR USING IN INDUSTRIAL, TO SUBSTITUTE PETROLEUM FUELS.

JEDSADAPORN SUEBKAM

An Independent Study in Partial Fulfillment of Requirements

for the Master of Engineering in Environmental Engineering

February 2019

Copyright of University of Phayao

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

เรื่อง

การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการนำชีวมวลจากข้าวโพดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

ของ เจษฎาพร สืบก่ำ

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(รองศาสตราจารย์ ดร. ต่อพงศ์ กรีธาชาติ)

---------- คณบดีวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม

(รองศาสตราจารย์ ดร. ต่อพงศ์ กรีธาชาติ)

เรื่อง: การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการนำชีวมวลจากข้าวโพดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

ผู้ศึกษาค้นคว้า: เจษฎาพร สืบก่ำ, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง: วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2561

อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร. ต่อพงศ์ กรีธาชาติ

คำสำคัญ ชีวมวล, ก๊าซเรือนกระจก, ชีวมวลอัดเม็ด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการศึกษาผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งได้จัดทำเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดและเชื้อเพลิงน้ำมันเตา สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อต้มไอน้ำของโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้พื้นที่ของจังหวัดเชียงรายในการทดสอบแบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่า จังหวัดเชียงรายมีที่ตั้งที่สามารถใช้เป็นแหล่งผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด คือ ไซโลนิกรรุ่งเรือง อ. เวียงป่าเป้า มีศักยภาพวัตถุดิบชีวมวล 3,330 ตัน/ปี และเชื้อเพลิงชีวมวลที่ผลิตได้จะถูกส่งไปใช้งานที่บริษัท ร่มโพธิ์ทอง 888 จำกัด อ.แม่สรวย ที่มีความต้องการเชื้อเพลิงชีวมวล 14.64 ตัน/วัน ระยะทาง 17.4 กิโลเมตร โดยเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจะถูกนำไปใช้เพื่อทดแทนน้ำมันเตา หม้อต้มไอน้ำแบบท่อไฟนอน ขนาด 30 ตัน/ชั่วโมง จากการวิเคราะห์แบบจำลองผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด พบว่า การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดกับหม้อต้มไอน้ำ มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 13,247.74 kgCO2eq ส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาและการเผาชีวมวลในที่โล่ง ที่ปล่อย 37,885.94 kgCO2eq

Title: ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF PELLETIZED FUELS FROM CORN BIOMASS FOR USING IN INDUSTRIAL, TO SUBSTITUTE PETROLEUM FUELS.

Author: Jedsadaporn Suebkam, Independent Study: M.Eng. (Environmental Engineering), University of Phayao, 2018

Advisor: Assistant Professor Torpong Keertachat , Ph.D.

Keyword Biomass, greenhouse gases, biomass pellets

ABSTRACT

This research focuses on studying the environmental impacts of the biomass pellet. This is a mathematical model for analyzing the environmental impacts of biomass pellets and fuel oil for use as a boiler for industrial boilers. The study indicated that In Chiang Rai, there is a location in Wiang Pa Pao District that can be used as a source of biomass pellets. The biomass capacity of 3,330 tons/year can be used to produce biomass pellets at 3,296 tons/ year and the biomass produced will be used at Rom Pho Thong 888 Products Group Co., Ltd in Mae Suai district. Demand for biomass is 14.64 tons/day. The biomass pellets are used to replace the original fuel. From the analysis of the environmental impact model, the life cycle was found. Pelletized biomass fuel with boiler steam released 13,247.74 kgCO2eq emissions have a lower environmental impact than fuel oil and external burning that released 37,885.94 kgCO2eq.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ต่อพงศ์ กรีธาชาติ และอาจารย์จากวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้คำแนะนำในการทำงานวิจัยฉบับนี้ ขอขอบคุณสหกรณ์การเกษตรแม่แจ่มจำกัด อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ในการให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลวัตถุดิบการอัด ชีวมวลจากซังและเปลือกข้าวโพด และ บริษัท เจ เค ชนาธาร อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา ในการอนุเคราะห์ข้อมูลหม้อไอน้ำรวมถึงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำของบริษัท ขอขอบคุณ บริษัท วิน ฟู้ด 777 จำกัด หจก. อาร์ ที เอ็ม เจริญทรัพย์การเกษตร และบริษัท ร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักส์กรุ๊ป จำกัด ในการสนับสนุนข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตและระบบหม้อไอน้ำของบริษัท จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เจษฎาพร สืบก่ำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

แหล่งกำเนิดพลังงานชีวมวล 6

เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด 14

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 29

ขั้นตอนการศึกษา 29

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 31

บทที่ 4 ผลการศึกษา 43

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษา 43

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานประกอบการหรือโรงงานอุตสาหกรรม 53

การคัดเลือกแหล่งวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง 59

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด (wood pellets.....60
ผลการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคในการเดินเครื่องหม้อไอน้ำระบบเชื้อเพลิงชีวมวล.....62
แบบจำลองผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด.....66
บทที่ 5 บทสรุป.....73
บรรณานุกรม.....75
ประวัติผู้วิจัย.....78

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) ปี 2579 3

ตาราง 2 ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทยปี 2552 8

ตาราง 3 การใช้งานเครื่องจักรในกระบวนการอัดเม็ดชีวมวล 20

ตาราง 4 มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ด 22

ตาราง 5 ค่ามาตรฐานของน้ำในหม้อต้มไอน้ำที่ความดันไอต่าง ๆ 27

ตาราง 6 โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตที่นิยมในปัจจุบัน 34

ตาราง 7 เปรียบเทียบวิธีการประเมินค่าผลกระทบ 35

ตาราง 8 เปรียบเทียบวิธีการประเมินค่าผลกระทบ 36

ตาราง 9 หน่วยของผลกระทบจากสารเทียบกับสารฐานและหน่วยของความสามารถใน 38

ตาราง 10 ตารางแสดงค่าการเทียบหน่วยโดยพิจารณารายการการเกิดอันตราย(damage/points) 40

ตาราง 11 แสดงถึงสภาวะของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล 41

ตาราง 12 แสดงข้อมูลการเพาะปลูกข้าวโพดประกอบด้วย เนื้อที่ปลูกใหม่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตที่ 44

ตาราง 13 ปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งจากการเพาะปลูกข้าวโพดในพื้นที่จังหวัดเชียงราย แยกตามรายอำเภอ 46

ตาราง 14 รายชื่อสหกรณ์การเกษตรและผู้ประกอบการที่มีศักยภาพวัตถุดิบสูง 48

ตาราง 15 การคำนวณปริมาณชีวมวลจากข้าวโพดในพื้นที่แยกตามสถานประกอบการ 52

ตาราง 16 ผลการประเมินศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้งในพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า 53

ตาราง 17 ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดเชียงราย ที่มีความต้องการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล .. 55

ตาราง 18 ข้อมูลโรงอบแห้งลำไยบริษัท วินฟู้ด 777 จำกัด 56

ตาราง 19 ข้อมูลโรงอบแห้งลำไย หจก.อาร์ ที เอ็ม เจริญทรัพการเกษตร 57

ตาราง 20 ข้อมูลโรงอบแห้งลำไยบริษัทร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักส์กรุ๊ป จำกัด.....58
ตาราง 21 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ.....63
ตาราง 22 รายละเอียดผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ.....65
ตาราง 23 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ (Combustion efficiency)..65
ตาราง 24 ลักษณะของปัญหาการตั้งสมมุติฐานและข้อกำหนดต่าง ๆ สำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลอง.....67
ตาราง 25 บัญชีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด.....70
ตาราง 26 การเปรียบเทียบผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์..... 71

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 การเปรียบเทียบ PM และ Sulfur Oxide ที่เกิดจากพลังงานประเภทต่าง ๆ 7

ภาพ 2 แกลบจากข้าวเปลือก 10

ภาพ 3 ชานอ้อย 10

ภาพ 4 เศษไม้ยางพารา 11

ภาพ 5 ส่วนประกอบของผลปาล์มน้ำมัน 12

ภาพ 6 เหง้ามันสำปะหลัง 13

ภาพ 7 ซังข้าวโพด 13

ภาพ 8 ต้นยูคาลิปตัส 14

ภาพ 9 แสดงขั้นตอนการผลิตชีวมวลอัดเม็ด 16

ภาพ 10 การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) 24

ภาพ 11 กระบวนการดำเนินการศึกษา 31

ภาพ 12 ความสัมพันธ์ของอนุกรมมาตรฐานกับ LCA 32

ภาพ 13 ขั้นตอนการดำเนินงานของ LCA 33

ภาพ 14 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลเพื่อทำวิเคราะห์บัญชีรายการ 34

ภาพ 15 กระบวน IBGCC + DeCO2 41

ภาพ 16 เปรียบเทียบภาวะเรือนกระจกของแต่ละกระบวนการผลิตไฟฟ้า 42

ภาพ 17 แผนที่จังหวัดเชียงราย 43

ภาพ 18 แสดงเปอร์เซ็นผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ภายในจังหวัดเชียงราย 45

ภาพ 19 แสดงผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่) 45

ภาพ 20 แสดงระดับความเข้มข้นของซังและเปลือกข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย 47

ภาพ 21 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ 48

ภาพ 22 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ.....49
ภาพ 23 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ.....50
ภาพ 24 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ..... 51
ภาพ 25 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ..... 51
ภาพ 26 แผนที่แสดงที่ตั้งของโรงงานที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ.....56
ภาพ 27 แสดงการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้งานหม้อต้มไอน้ำของ 57
ภาพ 28 แสดงการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้งานหม้อต้มไอน้ำของ.....58
ภาพ 29 แสดงการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้งานหม้อต้มไอน้ำของ.....58
ภาพ 30 แสดงข้อมูลแหล่งผลิตที่เหมาะสม สถานที่ใช้งานและระยะทางการขนส่ง.....59
ภาพ 31 แสดงกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง (wood pellet).....60
ภาพ 32 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง 61
ภาพ 33 แสดงหม้อไอน้ำเชื้อเพลิงชีวมวลของบริษัท เจ.เค. ชนาธาร จำกัด.....63
ภาพ 34 แบบจำลองวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด.....66
ภาพ 35 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด จำนวน 14.64 ตัน 68
ภาพ 36 กระบวนการจัดส่งเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดไปยังสถานที่ใช้งาน.....69
ภาพ 37 กระบวนการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดกับหม้อต้มไอน้ำ ขนาด 30 ตัน.....69
ภาพ 38 สัดส่วนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมรายกิจกรรม..... 71

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาหมอกควันในพื้นที่จังหวัดในเขตภาคเหนือตอนบน เกิดขึ้นเป็นประจำและทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกปี โดยสาเหตุเกิดจากปัญหาไฟป่าในช่วงหน้าแล้งและอีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลังจากการเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นการเผาในที่โล่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและแพร่กระจายสู่ชั้นบรรยากาศโดยปราศจากการบำบัด นอกจากเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาหมอกควันแล้วการเผาในที่โล่งเป็นกิจกรรมที่ปล่อยแก๊สเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศของโลกในปริมาณมากอีกแหล่งหนึ่ง โดยมลพิษทางอากาศที่ปลดปล่อยจากการเผาในที่โล่ง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ออกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ฯลฯ ส่งผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน เช่น ผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่หอบหืด หลอดลมอักเสบ ปอดอักเสบ เป็นต้นเหตุของปัญหาด้านการคมนาคม เช่น การบดบังทัศนะวิสัยจนอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนและการจราจรทางอากาศ ทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ภาวะโลกร้อน รวมทั้งก่อให้เกิดฝนกรดที่ทำลายสิ่งก่อสร้างและโครงสร้างของดิน ทั้งนี้มลพิษทางอากาศเหล่านี้ไม่เพียงก่อให้เกิดปัญหาในระดับท้องถิ่นเท่านั้นแต่ยังส่งผลกระทบในวงกว้างทั้งในระดับภูมิภาคและระดับโลก การหาแนวทางในการนำเศษชีวมวลเหล่านี้มาใช้ประโยชน์แทนการเผาทิ้งในที่โล่ง จึงเป็นสิ่งที่ต้องคิดหาแนวทางอย่างเร่งด่วน

ประเทศไทยใช้พลังงานฟอสซิลเป็นหลักในการผลิตไฟฟ้าและการคมนาคมขนส่ง ซึ่งพลังงานฟอสซิลเป็นพลังงานที่กำลังจะหมดไป โดยพบว่ามีปริมาณสำรองลดลง หากการผลิตเชื้อเพลิงของโลกไม่เปลี่ยนแปลงและมีการใช้พลังงานในอัตราที่ไม่เปลี่ยนแปลงจะทำให้น้ำมันก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินเหลือใช้เพียง 42, 60 และ 122 ปี ตามลำดับ และพลังงานฟอสซิลยังสร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ปัจจุบันจึงมีความจำเป็นในการหาพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทน มาใช้แทนพลังงานฟอสซิล โดยพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทนนั้น โดยทั่วไปจะหมายถึง

พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานชีวมวล ก๊าซชีวภาพ พลังงานจากขยะ ซึ่งเป็นพลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไป สามารถหามาได้ทันการใช้และเป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย หนึ่งในพลังงานที่ใช้กันมากทั้งในการผลิตไฟฟ้าและใช้ในระดับชุมชน คือ พลังงานชีวมวล ซึ่งได้มาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ ซังข้าวโพด เป็นต้น ทำให้ชุมชนสามารถพึ่งตนเองด้านพลังงานได้ ลดรายจ่าย สร้างอาชีพ เพิ่มรายได้และยังมีข้อดีอื่น ๆ เช่น การสร้างความสามัคคีในชุมชนจากการรวมกลุ่มด้านพลังงาน ส่งผลดีต่อครัวเรือนและชุมชนทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ การใช้พลังงานชีวมวลมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการใช้พลังงานฟอสซิลโดยเฉพาะการปลดปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) อีกทั้ง จากนโยบายของรัฐบาลด้านพลังงานไฟฟ้าได้ระบุไว้ เกี่ยวกับนโยบายการเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยในระยะยาวให้ดำเนินการให้มีการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นโดยหน่วยงานของรัฐและเอกชน ทั้งจากการใช้ฟอสซิลเป็นเชื้อเพลิง และจากพลังงานทดแทนทุกชนิด ด้วยวิธีการเปิดเผย โปร่งใส เป็นธรรม และเป็นมิตรต่อสภาวะแวดล้อม พร้อมกับร่วมมือกับประเทศเพื่อนบ้านในการพัฒนาพลังงาน และนโยบายการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและการพัฒนา และนวัตกรรม โดยส่งเสริมให้โครงการลงทุนขนาดใหญ่ของประเทศ เช่น ด้านพลังงานสะอาด ระบบราง ยานยนต์ไฟฟ้า การจัดการน้ำ และการจัดการขยะ กระทรวงพลังงานจึงได้มีการทำแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 – 2579 (PDP2015) โดยให้มีระยะเวลาของแผน PDP2015 สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) พร้อมทั้งให้จัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Development Plan: EEDP) และแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan: AEDP) ให้มีกรอบเวลาของแผนเช่นเดียวกับแผน PDP2015 โดยได้มีแนวนโยบายที่จะบูรณาการแผนพัฒนาพลังงานเข้าด้วยกัน (Energy Development Plan Integration) ทั้งหมด 5 แผน ได้แก่ 1) แผน PDP2015 2) แผน EEDP 3) แผน AEDP 4) แผนการจัดหาก๊าซธรรมชาติของไทย และ 5) แผนบริการจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้การบริหารจัดการด้านพลังงานของประเทศเป็นไปในแนวทางเดียวกันอย่างเป็นระบบ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) ปี 2579

ปี	แสงอาทิตย์	พลังลม	พลังน้ำ	ขยะ	ชีวมวล	ก๊าซชีวมวล	พืชพลังงาน	รวม
2557	1,298.5	224.5	3,048.4	65.7	2,541.8	311.5	–	7,490.4
2579	6,000.0	3,002.0	3,282.4	500.0	5,570.0	600.0	680.0	19,634.4

หมายเหตุ: หน่วย : เมกะวัตต์

จากนโยบายข้างต้นทำให้เห็นว่าในอนาคตแนวโน้มการนำชีวมวลมาใช้ประโยชน์จะมีมากขึ้น การนำชีวมวลมาใช้เป็นพลังงานแทนการเผาในที่โล่งจึงเป็นแนวทางที่มีความเป็นไปได้และจะสามารถขยายตัวได้อย่างต่อเนื่องในอนาคต เนื่องจากการสนับสนุนจากภาครัฐ ซึ่งในปัจจุบันการนำชีวมวลมาใช้เป็นพลังงานมีทั้งการนำมาเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง ทำให้อุตสาหกรรมหลายแห่งเปลี่ยนมาให้เชื้อเพลิงชีวมวลในการให้ความร้อนแทน ดังนั้นการแปรรูปชีวมวลให้เป็นเชื้อเพลิงจึงเป็นที่ต้องการและมีแนวโน้มต้องการมากขึ้นในอนาคต

พื้นที่ในจังหวัดภาคเหนือตอนบนมีการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมาก โดยในปี 2556 ภาคเหนือมีพื้นที่เพาะปลูกข้าโพดเลี้ยงสัตว์ 5,078,643 ไร่ มีปริมาณผลผลิตรวมทั้งปี 3,355,902 ตัน ซึ่งมีปริมาณมาก ทำให้ปริมาณชีวมวลหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมีมากตามไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเน้นศึกษาเปรียบเทียบปริมาณมลพิษทางสิ่งแวดล้อมจากการนำเศษชีวมวลจากข้าวโพดไปทำการอัดเม็ดเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตเลียม กับปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเผาในที่โล่ง โดยทำการรวบรวมข้อมูลสถิติต่าง ๆ เพื่อจัดทำการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการเผาชีวมวลในที่โล่งพื้นที่เกษตรกรรม และเก็บข้อมูลการผลิตชีวมวลอัดเม็ดจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ดำเนินการจริง รวมไปถึงเก็บข้อมูลการใช้ชีวมวลอัดเม็ดในอุตสาหกรรมที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน ศึกษาข้อมูลและประเมินมลพิษที่เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ตั้งแต่การผลิตไปจนถึงขั้นตอนการใช้งานแล้วนำมาเปรียบเทียบและเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้มีการนำเศษชีวมวลไปผลิตเป็นพลังงานทดแทน เพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม (น้ำมันเตา)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้งทางการเกษตรในพื้นที่จังหวัดเชียงราย
2. เพื่อนำเสนอแนวทางการกำหนดแหล่งผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลและสถานที่ใช้งานที่เหมาะสม

3. เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดและเชื้อเพลิงปิโตรเลียมเหลวกับหม้อต้มไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการเก็บรวมรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ของการปลดปล่อยมลพิษ และลงพื้นที่เก็บข้อมูล (Primary data) กระบวนการผลิตชีวมวลอัดเม็ดและการใช้งานชีวมวลอัดเม็ดในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีขอบเขตของงานวิจัยโดยสังเขปดังนี้

1. ประเมินศักยภาพชีวมวล เศษวัสดุเหลือทิ้งจากข้าวโพด เก็บรวบรวมข้อมูลโรงสีข้าวโพด ในจังหวัดเชียงราย และประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลเหลือทิ้ง

2. การศึกษากระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษข้าวโพดของ สหกรณ์การเกษตรแม่แจ่ม จำกัด จังหวัดเชียงใหม่ เป็นฐานข้อมูลอ้างอิง

3. การศึกษาเทคโนโลยีหม้อต้มไอน้ำระบบเชื้อเพลิงชีวมวล รวบรวมข้อมูลผลการทดสอบการเดินเครื่องหม้อไอน้ำระบบเชื้อเพลิงชีวมวล บริษัท เจ.เค. ชนาธาร จำกัด จ.พะเยา เป็นฐานข้อมูลอ้างอิงในแบบจำลองการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้เชื้อเพลิงเดิม (น้ำมันเตา)

4.การสร้างแบบจำลองผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักร ของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษข้าวโพด ตั้งแต่ขั้นตอนการรวบรวมจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การใช้งาน

5. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษข้าวโพด เก็บข้อมูลด้านปฐมภูมิ (primary data) เช่น การใช้ไฟฟ้าในการผลิต, การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง

6. การจัดทำบัญชีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษข้าวโพด วิเคราะห์ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ตลอดวัฏจักรชีวิต

7. การเปรียบเทียบผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้เชื้อเพลิงกับหม้อต้มไอน้ำ เสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการปรับเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเศษข้าวโพด (corn pellet)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงข้อมูลผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตชีวมวลอัดเม็ดจากข้าวโพด เปรียบเทียบกับการกำจัดเศษชีวมวลโดยการเผาในที่โล่งแจ้ง

2. ทราบถึงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ชีวมวลอัดเม็ดในโรงงานอุตสาหกรรมแทนการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียม

3. การผลิตชีวมวลอัดเม็ดจากข้าวโพด เป็นแนวทางลดปัญหามลพิษจากการเผาเศษชีวมวลในที่โล่งแจ้งได้ในอนาคต

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แหล่งกำเนิดพลังงานชีวมวล

ชีวมวล หมายถึง วัตถุหรือสารอินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ เศษหรือสิ่งที่เหลือใช้ ทางการเกษตรหรืออุตสาหกรรมเกษตร เช่น แกลบ ชานอ้อย กะลาปาล์ม ฟางข้าว กากมัน สำปะหลัง ซังข้าวโพด ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงมีชีวมวลมาก การนำชีวมวลมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนหรือไอน้ำจึงเป็นการเปลี่ยนของเสียให้กลายเป็นพลังงานพลังงานชีวมวลที่สามารถนำมาผลิตพลังงานทดแทนในประเทศไทยมีประมาณ 7,000 เมกะวัตต์ ทั้งนี้ปริมาณชีวมวลจะผันแปรและขึ้นกับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศที่เกิดขึ้นชีวมวลจัดว่าเป็นแหล่งเชื้อเพลิงราคาถูก ถ้ามีการนำมาใช้ประโยชน์ไม่ไกลจากแหล่งเชื้อเพลิงมากนัก เพื่อลดต้นทุนการขนส่ง ชีวมวลสามารถ เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้ เพราะในขั้นตอนการสังเคราะห์แสงหรือเจริญเติบโต พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและแสงอาทิตย์และเปลี่ยนเป็นแป้งและน้ำตาลแล้วกักเก็บไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ดังนั้นเมื่อนำพืชมาเป็นเชื้อเพลิงเราก็จะได้พลังงานออกมาการนำชีวมวลมาใช้ในการผลิตพลังงานเมื่อใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะไม่ก่อให้เกิดมลภาวะหรือภาวะเรือนกระจก เนื่องจากเมื่อมีการปลูกพืชทดแทนจะเกิดการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไม่มีการปลดปล่อยเพิ่มขึ้นประโยชน์ของชีวมวลนอกจากจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้วยังจะช่วยลดปัญหาไฟตกไฟดับในพื้นที่ห่างไกลได้ถ้ามีโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ และทำให้ เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นเนื่องจากสามารถขายได้ทั้งผลผลิตทางการเกษตรและเศษเหลือใช้

การไม่นำชีวมวลมาใช้โดยปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ จะเกิดก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซ เรือนกระจก และมีอันตรายมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลายเท่าชีวมวลจะมีกำมะถัน หรือซัลเฟอร์ไม่เกินร้อยละ 0.2 ซึ่งน้อยกว่าปริมาณซัลเฟอร์ในถ่านหินและน้ำมันเตา การนำชีวมวล มาเผาไหม้จะไม่สร้างปัญหาเรื่องฝนกรด นอกจากนี้ขี้เถ้าของชีวมวลมีสภาพเป็นด่างซึ่งเหมาะที่จะนำไปเพาะปลูกหรือปรับสภาพดินที่เป็นกรดและยังสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมถลุงเหล็กผสมซีเมนต์ การเปรียบเทียบปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากค่าฝุ่นละอองหรือ PM และซัลเฟอร์ออกไซด์ของพลังงานชีวมวลและพลังงานฟอสซิลประเภทอื่น ๆ

ดังภาพ 1 ซึ่งจะเห็นว่า เศษไม้ ชานอ้อย ซึ่งเป็นชีวมวลอย่างหนึ่ง ปลดปล่อย PM และซัลเฟอร์ออกไซด์ ออกมา น้อยมากเมื่อเทียบกับถ่านหิน

ภาพ 1 การเปรียบเทียบ PM และ Sulfur Oxide ที่เกิดจากพลังงานประเภทต่าง ๆ

องค์ประกอบของชีวมวลแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ความชื้น (Moisture) ชีวมวล ส่วนใหญ่จะมีความชื้นสูง เพราะเป็นผลิตผลทางการเกษตร การนำชีวมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ความชื้นไม่ควรเกินร้อยละ 50

2. ส่วนที่เผาไหม้ได้ ชีวมวลที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงควร มีส่วนที่เผาไหม้ได้สูงจะติดไฟง่าย

3. ส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ คือ ขี้เถ้า ชีวมวลส่วนใหญ่จะมีขี้เถ้า ประมาณร้อยละ 1–3 ยกเว้นแกลบและฟางข้าวจะมีสัดส่วนขี้ถ้าประมาณร้อยละ 10–20 ทำให้มี ปัญหาการเผาไหม้และการกำจัด นอกจากนี้ในการนำชีวมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงาน ต้องคำนึงถึงขนาดของชีวมวล ชีวมวลที่มีขนาดใหญ่มาก เช่น เศษไม้ จะไม่เหมาะในการนำมาเผา ไหม้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง ควรต้องนำมาทำให้มีขนาดเล็กลงก่อน การกระจายตัวของแหล่งชีวมวล มีรูปแบบการกระจายตัวเป็น 2 ลักษณะ คือ อยู่รวมเป็นกลุ่มและอยู่กระจัดกระจาย ชีวมวลที่อยู่ รวมเป็นกลุ่ม คือ เศษชีวมวลจากกระบวนการแปรรูป ณ ที่ใดที่หนึ่ง เช่น โรงสีข้าว โรงงานผลิตน้ำตาลทราย โรงงานแป้งมันสำปะหลัง โรงงานสกัดน้ำมนปาล์ม และโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา เป็นต้น และที่อยู่กระจัดกระจายตามพื้นที่เพาะปลูกหรือไม่มีการรวบรวม เช่น การสีข้าวโดยอุปกรณ์สีข้าวโพดที่เคลื่อนที่ได้ เศษไม้ ปลายไม้จากสวนป่ายางพารา ซึ่งในการนำมาผลิตไฟฟ้า

นั้นจะมีปัญหาค่าใช้จ่ายในการรวบรวม (Energy for Environment Foundation, 2549) ชีวมวลในประเทศไทยปี 2552 มีศักยภาพของพลังงานถึง 11,938.67 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ดังตาราง2

ตาราง 2 ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทยปี 2552

ชนิด	ผลผลิต(ตัน)	วัสดุเหลือใช้	ปริมาณวัสดุเหลือใช้(ตัน)	ค่าความร้อน (MJ/kg)	ศักยภาพพลังงาน	
					TJ	พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe)
อ้อย	66,816,446.00	ชานอ้อย	4,190,794.31	14.40	60,347.44	1,428.54
		ยอดและใบ	13,439,727.21	17.39	233,716.86	5,532.52
ข้าว	31,508,364.00	แกลบ	3,510,598.90	14.27	50,096.25	1,185.87
		ฟางข้าว	25,646,547.96	10.24	262,620.65	6,216.73
ปาล์มน้ำมัน	8,162,379.00	ทะลายเปล่า	1,024,868.34	17.86	18,304.15	433.29
		เส้นใย	162,970.06	17.62	2,871.53	67.97
		กะลาปาล์ม	38,959.04	18.46	719.18	17.02
		ก้านทาง	2,203,740.00	9.83	21,824.24	516.62
มันสำปะหลัง	30,088,025.00	ลำต้น	2,493,236.19	18.42	44,930.73	1,063.60
		เหง้า	1,834,466.88	15.40	33,790.88	799.89
ข้าวโพด	4,616,119.00	ซัง	584,539.15	18.04	10,545.09	249.62
		ลำต้น	2,758,777.36	18.04	49,768.34	1,178.11
ไม้ยางพารา	3,090,280.00	กิ่ง/ก้าน	312,118.28	14.98	4,675.53	110.68
มะพร้าว	1,380,980.00	ก้าน	628,990.82	15.40	9,686.46	229.30
		กาบ	464,250.95	16.23	7,545.79	178.36
		กะลา	128,936.58	17.93	2,311.83	54.73
ถั่วเหลือง	190,480.00	ต้น/เปลือก/ใบ	170,383.17	19.44	3,312.35	78.41
รวม	145,883,073.00		59,539,905.20		504,339.40	11,938.67

การแปรรูปชีวมวลเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ในการผลิตไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการเผาไหม้โดยตรง (Combustion) คือ การนำชีวมวลมาเผาเพื่อให้ได้ความร้อนซึ่งชีวมวลแต่ละชนิด

จะให้ค่าความร้อนไม่เท่ากันความร้อนที่ได้จะถูกนำไปผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันสูงไปขับกังหัน ไอน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไปหรือสามารถนำชีวมวลมาผลิตเป็นก๊าซ (Gasification) ซึ่งเป็นการ เปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งหรือชีวมวลให้กลายเป็นก๊าซเชื้อเพลิง เรียกว่า ก๊าซชีวมวล ซึ่งมีองค์ประกอบ ของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซมีเทนและก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งนำไปใช้ขับกังหันก๊าซ (Gas Turbine) เพื่อผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้ชีวมวลยังสามารถนำมาหมัก (Fermentation) ด้วยแบคทีเรีย ในสภาวะไร้อากาศ ทำให้ได้ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ซึ่งมีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่ สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ในการผลิตไฟฟ้า

ในความเป็นจริงนั้น ชีวมวลมีคุณสมบัติในการเป็นเชื้อเพลิงที่ดีและให้ค่าพลังงานความร้อน ในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากชีวมวลจะประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน กำมะถัน และไนโตรเจน ซึ่งชีวมวลสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานได้นั้น เพราะในขั้นตอนการเจริญเติบโตนั้น พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ออกมาเป็นแป้งและน้ำตาล แล้วเก็บกักไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช ดังนั้นเมื่อนำพืชมาเป็นเชื้อเพลิงเราก็จะได้เป็นพลังงานออกมาในรูปของพลังงานความร้อน ไอน้ำ หรือผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า ซึ่งการนำชีวมวลมาใช้ให้เกิดประโยชน์เหล่านี้นอกจากจะลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการ นำเข้าเชื้อเพลิงและสร้างรายได้ให้กับคนในท้องถิ่นแล้วหากมีการใช้ชีวมวลโดยเทคโนโลยีที่เหมาะสมก็จะไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสภาวะเรือนกระจกเนื่องจากการปลูกพืชทดแทนทำให้ไม่เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มเติมและทำให้เกิดการหมุนเวียนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งการพัฒนาโครงการชีวมวลจะสามารถเสริมสร้างความเข้มแข็งและการมีส่วนร่วมของชุมชนได้อีกด้วย

แหล่งกำเนิดพลังงานชีวมวลในประเทศไทยนั้น จากการศึกษาของมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม ปี 2549 สามารถจำแนกประเภทของแหล่งกำเนิดพลังงานชีวมวลได้ทั้งหมด 7 ประเภท ได้แก่

1. ข้าวเปลือก

ข้าวเป็นพืชเพื่อการบริโภคใช้เวลาเพาะปลูกประมาณ 3–4 เดือน เป็นพืชที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดของประเทศ ชีวมวลที่ได้จากข้าวเปลือกนั้นจะประกอบด้วยแกลบ ซึ่งเป็น ชีวมวลที่มีความชื้นและมีขนาดเล็ก เมื่อเผาแกลบจะได้ขี้เถ้าซึ่งสามารถนำไปใช้ผสมกับดินเพื่อเพาะปลูก และมีองค์ประกอบของซิลิก้าไดออกไซด์ที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นที่ต้องการของต่างประเทศ แต่ข้อเสียของการนำแกลบมาเป็นเชื้อเพลิง คือ มีปริมาณขี้เถ้าสูง (ประมาณร้อยละ 16–18) และมีน้ำหนักเบา (น้ำหนักของแกลบเท่ากับ 123 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) นอกจากแกลบแล้ว ยังมีตอซัง

และฟางข้าวซึ่งให้พลังงานความร้อนได้ แต่หากนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีความ คุ้มค่าค่อนข้างต่าง ดังภาพ 2

ภาพ 2 แกลบจากข้าวเปลือก

2. อ้อย

อ้อยเป็นพืชล้มลุกใช้ระยะเวลาในการให้ผลผลิตประมาณ 1 ปี และมีช่วงฤดูเก็บเกี่ยวในช่วง 4–5 เดือน อ้อยมีพื้นที่เพาะปลูกเกือบทุกภาคยกเว้นภาคใต้ ชีวมวลจากอ้อยที่สามารถ นำมาให้พลังงานความร้อน ได้แก่ ชานอ้อย เป็นผลผลิตที่ได้จากการนำอ้อยสดไปผลิตเป็นน้ำตาล นอกจากนี้ ยังมีใบอ้อยและยอดอ้อยที่สามารถนำมาผลิต พลังงานชีวมวลได้

ภาพ 3 ชานอ้อย

3. ยางพารา

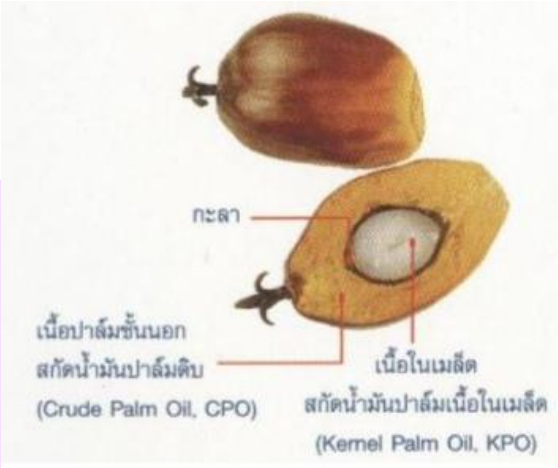
ไม้ยางพาราเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ และเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศ ไม้ ยางพาราเมื่อมีอายุประมาณ 25–30 ปี จะให้ผลผลิตลดลง จึงต้องโค่นทิ้งและปลูกใหม่ และต้องใช้ เวลาในการเพาะปลูกนานถึง 6–7 ปี จึงจะสามารถเริ่มให้ผลผลิตได้อีกครั้ง ดังนั้น เศษไม้ยางพารา ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานชีวมวลได้อย่างเหมาะสม คือ ปลายไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง น้อยกว่า 6 นิ้ว นอกจากปลายไม้ยางพาราแล้ว ยังมีส่วนที่เป็นปีกไม้และขี้เลื่อยจากไม้ยางพารา โดยเฉพาะปีกไม้ยางพารานั้นสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีขนาดเล็กและมีความชื้นต่ำ สำหรับตอไม้และรากไม้ยางพารานั้น สามารถให้พลังงานความร้อนได้แต่ต้องเพิ่มขั้นตอนในการแปรรูปให้ตอไม้และรากไม้มีขนาดที่เล็กลง

ภาพ 4 เศษไม้ยางพารา

4. ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจ เพราะใช้ในการผลิตน้ำมันปาล์มซึ่งใช้ในการประกอบ อาหาร หากนำผลผลิตจากปาล์มเข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบมาตรฐานจะมีวัสดุที่ สามารถให้พลังงานความร้อน ได้แก่ ใยปาล์ม กะลาปาล์มซึ่งเป็นที่ต้องการของโรงงานที่ใช้ความร้อนเนื่องจากมีค่าความร้อนสูงส่วนทะลายปาล์มเปล่าที่เหลือจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม ดิบนั้นไม่นิยมนำมาใช้เพื่อให้ความร้อน เนื่องจากมีสารอัลคาไลน์ค่อนข้างมากเมื่อเผาที่อุณหภูมิ สูงกว่า 800 องศาเซลเซียส ขี้เถ้าของทะลายปาล์มจะหลอมละลายเข้าไปติดเครื่องยนต์หรือหม้อไอน้ำ สำหรับลำต้นของปาล์มนั้น เกษตรกรจึงทำการโค่นต้นปาล์มที่มีอายุมากกว่า 25 ปีขึ้นไป เนื่องจากลำต้นจะมีความสูงมากจนไม่สามารถมองเห็น

ได้ว่าผลปาล์มนั้นสามารถเก็บเกี่ยวได้หรือไม่แต่เนื้อไม้ของต้นปาล์มที่มีเสี้ยนค่อนข้างมาก เกษตรกรจึงนิยมโค่นลำต้นให้ย่อยสลายเพื่อ เป็นปุ๋ยบำรุงดินแทน สำหรับส่วนประกอบของผลปาล์มนั้น ดังปรากฏในภาพ 5



ภาพ 5 ส่วนประกอบของผลปาล์มน้ำมัน

5. มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชล้มลุก ใช้ระยะเวลาในการให้ผลผลิตประมาณ 8–13 เดือน เศษวัสดุสามารถนำมาใช้ในการผลิตพลังงานชีวมวล คือ เหง้าและลำต้น ซึ่งเหง้าและลำต้น ของมันสำปะหลัง 3.4 ล้านตัน สามารถให้พลังงานความร้อนเทียบเท่าน้ำมันเตา 450 ลิตร เนื่องจากส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น กากมัน เปลือกมันสำปะหลัง มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น นำไปใช้เพื่อการเลี้ยงสัตว์ หรือผสมในดินเพื่อเพาะปลูก

ภาพ 6 เหง้ามันสำปะหลัง

6. ข้าวโพด

ข้าวโพดเป็นพืชล้มลุก ใช้ระยะเวลาในการให้ผลผลิตประมาณ 3–4 เดือน พื้นที่เพาะปลูกจะอยู่บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างและภาคกลาง โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีการปลูกข้าวโพดสลับกับมันสำปะหลัง เศษวัสดุ จากข้าวโพดที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานชีวมวล ได้แก่ ซังข้าวโพด เปลือกข้าวโพด ดังปรากฏในภาพ 7 นำไปใช้ในการอบข้าวโพดในไซโลข้าวโพด หรือเผาเป็นถ่านอัดแท่ง

ภาพ 7 ซังข้าวโพด

7. ไม้ยูคาลิปตัส

ไม้ยูคาลิปตัส เป็นไม้พื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย แต่ชนิดที่ปลูกใน ประเทศไทยมากที่สุด คือ พันธุ์คามาลดูเลนซิส (Camaldulensis) เป็นไม้ที่ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ใช้เวลาในการปลูก 4 ปี ให้ผลผลิตประมาณ 10–17 ตันต่อไร่ ปัจจุบัน การปลูกไม้ยูคาลิปตัสนั้นมุ่งเน้นไปที่การผลิตกระดาษและไม้อัด เศษวัสดุเหลือใช้สามารถผลิตพลังงานชีวมวลได้ ประกอบด้วย เปลือกไม้ยูคาลิปตัสที่มีความชื้นสูงถึงร้อยละ 60 จึงต้องเอาไปผสมกับแกลบเพื่อลดความชื้นลง นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตกระดาษยังมีสารน้ำมันดำที่ใช้แทนน้ำมันเตาได้เป็นอย่างดี

ภาพ 8 ต้นยูคาลิปตัส

เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (wood pellets) จัดเป็นประเภทหนึ่งของเชื้อเพลิงที่ทำจากไม้หรือส่วนประกอบของพืช ซึ่งโดยทั่วไปจะผลิตจากขี้เลื่อยหรือเศษวัสดุจากการผลิตไม้แปรรูป หรือเศษไม้ที่เหลือใช้จากโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ ไม้จากการโค่นต้นไม้ที่ไม่จำเป็นหรือยืนต้นตาย การตัดแต่งกิ่งไม้และยังรวมถึงวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอีกด้วย เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมีการผลิตในหลากหลายรูปแบบและยังมีคุณภาพสินค้าที่หลากหลายขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ ทั้งที่เป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้าการให้ความร้อนกับที่อยู่อาศัยและการใช้งานประเภทอื่น ๆ เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมีความหนาแน่นสูงมากจากกระบวนการผลิต และจากกระบวนการให้ความร้อนสูงทำให้มีความชื้นต่ำ (ต่ำกว่า 10%) ซึ่งช่วยให้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดสามารถที่จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่สูงมากกว่าเชื้อเพลิงชีวมวลทั่วไป

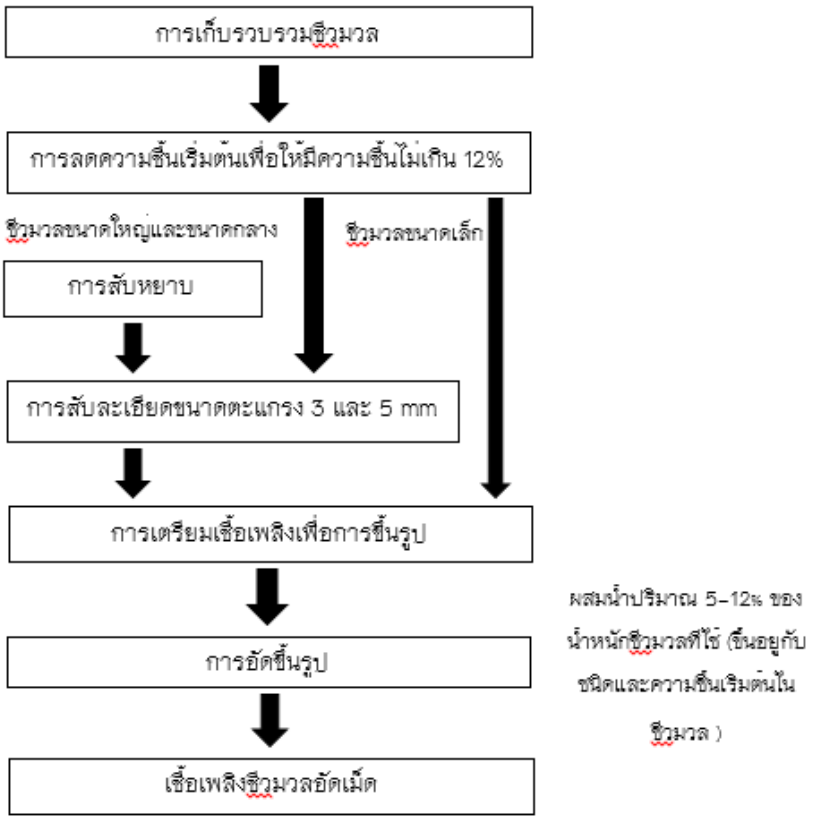
นอกจากนี้ด้วยรูปทรงของตัวเชื้อเพลิงที่เป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดค่อนข้างเท่ากันทุกชิ้น และมีขนาดเล็กทำให้สามารถที่จะนำระบบการป้อนเชื้อเพลิงอัตโนมัติมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถกำหนดปริมาณของเชื้อเพลิงได้อย่างแม่นยำ โดยสามารถใช้ระบบการปล่อยเชื้อเพลิงแบบกรวย หรือระบบสายพานแบบนิวเมตริกซ์ก็ได้เช่นเดียว เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมีความหนาแน่นสูงมาก (600–700 Kg/CBM) ทำให้ได้เปรียบเชื้อเพลิงชีวมวลประเภทอื่นทั้งในด้านของพื้นที่ในการจัดเก็บและด้านการขนส่งในระยะทางที่ค่อนข้างไกลก็สามารถขนได้ในปริมาณที่มาก

ขั้นตอนทั่วไปในการอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล

ขั้นตอนในการผลิตชีวมวลอัดเม็ดแสดงในภาพ 9 จะประกอบด้วยขั้นตอนหลักทั้งหมด 6 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวมชีวมวล การลดความชื้น การสับหยาบและการสับละเอียดสำหรับกรณีมีขนาดใหญ่ การเตรียมเชื้อเพลิงเพื่อขึ้นรูป และการอัดขึ้นรูป ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมเชื้อเพลิงชีวมวล

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีการเพาะปลูกพืชต่าง ๆ มากมาย และเมื่อมีการเก็บเกี่ยวหรือการแปรรูปผลผลิตการเกษตรเหล่านี้จะเกิดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เหง้ามัน ฟางข้าว ซังข้าวโพด และอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเหล่านี้บางส่วนถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยไม่ผ่านการแปรรูป เช่น ชานอ้อย แกลบ เพราะมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ได้ และส่วนหนึ่งสามารถนำมาอัดเม็ดเพื่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล



ภาพ 9 แสดงขั้นตอนการผลิตชีวมวลอัดเม็ด

2. การทำให้ชีวมวลแห้ง

ในส่วนของกระบวนการลดความชื้นของเชื้อเพลิงชีวมวล โดยทั่วไปสามารถใช้การตากเพื่อให้ชีวมวลที่ใช้มีลักษณะแห้ง (ปริมาณความชื้นไม่เกิน 12 %) นอกจากนี้ยังทำเพื่อให้เชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้มีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกันทั้งหมด ทำให้ง่ายต่อการกำหนดความชื้นที่เหมาะสมในกระบวนการขึ้นรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอีกด้วย อย่างไรก็ตามในโรงงานอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลนิยมใช้ท่ออบในการควบคุมความชื้นของชีวมวล

ความชื้นในชีวมวลสามารถแบ่งออกได้เป็นความชื้นภายในและความชื้นภายนอก ซึ่งความชื้นภายนอกนับเป็นตัวแปรหลักที่ส่งผลต่อการขึ้นรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด เพราะหากขึ้นรูปที่ความชื้นภายนอกสูงจนเกินไปจะทำให้ทำเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดมีความแข็งแรงต่ำและต้องใช้การอัดซ้ำหลายรอบเพื่อให้มีความแข็งแรงเพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจากในกระบวนการขึ้นรูปชีวมวลอัดเม็ดนั้นความร้อนในเครื่องอัดจะทำให้ความชื้นที่มีลดลงจนมีความเหมาะสมจึงจะได้ชีวมวลที่มีคุณภาพเหมาะสม ในขณะที่ถ้าความชื้นภายนอกต่ำจนเกินไปจะทำให้เชื้อเพลิงที่

ผ่านการอัดไม่สามารถขึ้นรูปเป็นเม็ดได้ อย่างไรก็ตามชีวมวลแต่ละชนิดมีค่าความชื้นภายนอกที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปที่แตกต่างกัน แต่โดยทั่วไปจะอยู่ที่ 10–20% โดยมวล

3. การสับหยาบ

สำหรับวัตถุดิบที่ยังมีขนาดไม่เหมาะสม ต้องผ่านการสับหยาบเพื่อให้มีขนาดเล็กลงก่อนหรือหลังที่จะนำไปตากหรืออบให้แห้ง เครื่องสับหยาบนับเป็นเครื่องจักรสำหรับกระบวนการย่อยขนาดขั้นต้น ใช้ในการลดขนาดของชีวมวลที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง โดยชีวมวลที่ผ่านการสับหยาบลดขนาดลงแล้วจะมีขนาดเล็กพอที่จะนำเข้าสู่เครื่องสับละเอียดในกระบวนการย่อยขนาดขั้นต่อไป อย่างไรก็ตามชีวมวลบางชนิด เช่น ฟางข้าว หรือชีวมวลที่มีขนาดเล็กอยู่แล้ว ไม่จำเป็นจะต้องผ่านกระบวนการสับหยาบ.

หลักการทำงานของเครื่องสับหยาบ

เครื่องสับหยาบ ทำงานโดยจะใช้ลูกกลิ้ง 3 ลูกในการบดชีวมวลที่มีลักษณะเป็นท่อนหรือชิ้นขนาดใหญ่ ให้แตกออกและมีขนาดเล็กลง ก่อนที่จะผ่านไปยังส่วนที่ไปเป็นใบมีดตัดเพื่อลดความยาวของชีวมวลที่ผ่านออกมาจากการบด ก่อนจะส่งผ่านออกไปยังบริเวณทางออกด้านหลังเครื่อง โดยมีขั้นตอนการใช้งานของเครื่องดังนี้

1. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องสับและชีวมวล
2. ใช้กระสอบสวมที่ด้านหลังของเครื่องเพื่อรอรับเชื้อเพลิงที่ผ่านการสับ
3. เปิดสวิทซ์เครื่องและป้อนเชื้อเพลิงทางด้านหน้า
4. เมื่อใช้งานแล้วเสร็จให้ทำการปิดเครื่อง และทำความสะอาดเชื้อเพลิงที่ค้างบริเวณลูกกลิ้ง

4. การสับละเอียด

เมื่อชีวมวลผ่านการสับหยาบจะมีขนาด 10–50 มิลลิเมตร ซึ่งยังไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในกระบวนการขึ้นรูป จึงต้องนำเข้าสู่กระบวนการสับละเอียด ซึ่งนับเป็นกระบวนการย่อยขนาดขั้นตอนสุดท้ายเพราะเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการลดขนาดของชีวมวลที่ผ่านการย่อยขนาดขั้นต้นจากการสับหยาบเพื่อให้มีขนาดเหมาะสมสำหรับการอัด โดยเครื่องสับละเอียดจะควบคุมขนาดชีวมวลที่ได้ด้วยการเปลี่ยนตระแกรงที่มีขนาดแตกต่างกันออกไป

ขนาดของชีวมวลก่อนเข้าเครื่องอัดเม็ดในกระบวนการขึ้นรูปที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้ไม่สามารถขึ้นรูปเป็นชีวมวลอัดเม็ดที่มีคุณภาพได้ แต่หากเล็กจนเกินไปจะทำให้เกิดฝุ่นสูงในกระบวนการขึ้นรูป จึงควรเลือกขนาดของชีวมวลให้เหมาะสม โดยถ้าชีวมวลที่ใช้มีลักษณะแข็งความหนาแน่นสูงไม่ควรใช้ขนาดในการอัดเม็ดเกิน 3 มิลลิเมตร แต่หากเป็นชีวมวลอ่อนความหนาแน่นต่ำ สามารถใช้ที่ขนาด 3–5 มิลลิเมตร ในการขึ้นรูปได้

หลักการทำงานของเครื่องสับละเอียด

ขนาดของชีวมวลก่อนเข้าเครื่องอัดเม็ดในกระบวนการขึ้นรูปที่มีขนาดใหญ่เกินไป จะทำให้ไม่สามารถขึ้นรูปเป็นชีวมวลอัดเม็ดที่มีคุณภาพได้ แต่หากเล็กจนเกินไปจะทำให้เกิดฝุ่นสูง ในกระบวนการขึ้นรูป จึงควรเลือกขนาดของชีวมวลให้เหมาะสม โดยถ้าชีวมวลที่ใช้มีลักษณะแข็งความหนาแน่นสูงไม่ควรใช้ขนาดในการอัดเม็ดเกิน 3 มิลลิเมตร แต่หากเป็นชีวมวลอ่อนความหนาแน่นต่ำ สามารถใช้ที่ขนาด 3–5 มิลลิเมตร ในการขึ้นรูปได้

เครื่องสับละเอียด ทำงานโดยใช้ใบตีเหล็กในการตีเหล็กในการตีเพื่อลดขนาดชีวมวล โดยมีตะแกรงสวมเป็นส่วนควบคุมขนาดชีวมวลที่ผ่านการสับให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ก่อนจะเป็นส่วนของปั้มลมที่ติดตั้งอยู่ด้านล่างทำหน้าที่ดูดชีวมวลที่ผ่านลงมาจากตะแกรงไปยังส่วนของท่อทางออก โดยมีขั้นตอนการใช้งานของเครื่องดังนี้

1. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องสับและชีวมวล
2. เปิดฝาเครื่องส่วนบนใส่ตะแกรงที่มีขนาดเหมาะสมกับชีวมวล
3. เปิดสวิทซ์เครื่องสับ และปั้มดูด
4. ใช้ถุงผ้าสวมที่บริเวณท่อทางออกของเครื่องเพื่อรอรับเชื้อเพลิงที่ผ่านการสับ
5. ป้อนเชื้อเพลิงเข้าทางด้านบน
6. ปิดเครื่อง พร้อมทั้งถอดตะแกรงออก

5. การเตรียมเชื้อเพลิงก่อนขึ้นรูป

การเตรียมเชื้อเพลิงก่อนขึ้นรูปเป็นการผสมชีวมวลที่ผ่านการลดขนาดจนเหมาะสมเข้ากับน้ำหรือน้ำผสมตัวประสาน เพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสมก่อนนำชีวมวลไปผ่านกระบวนการขึ้นรูป ชีวมวลที่จะใช้ในการขึ้นรูปต้องมีความชื้นประมาณ 10–20% โดยมวลขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวลที่ใช้ หากเปียกหรือแห้งมากเกินไปจะไม่สามารถขึ้นรูปได้หรือขึ้นรูปได้ยาก ในกรณีที่ชีวมวลผ่านกระบวนการขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดแล้วมีลักษณะที่แตกหักง่ายและไม่ขึ้นเงาสามารถเติมตัวประสาน (โมลาสหรือน้ำแป้งมันสำปะหลัง) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความเงางาม

การใส่ตัวประสานผสมกับน้ำก่อนลงในชีวมวลจะทำให้เชื้อเพลิงชีวมวลที่ผ่านการอัดเม็ดมีสีที่เข้มขึ้นและมีความเงามากกว่าการใช้น้ำอย่างเดียว แต่การใช้ตัวผสานเหล่านี้จะส่งผลต่อค่ามลพิษที่เกิดขึ้นจากการนำเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดเหล่านี้ไปใช้ในการเผาไหม้ นอกจากนี้ในเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ใส่ตัวประสานผสมกับน้ำอาจทำให้ค่าความเหมาะสมของความชื้นเปลี่ยนแปลงไปจากการใช้น้ำเพียงอย่างเดียว.

ขั้นตอนการเตรียมเชื้อเพลิงก่อนขึ้นรูปมีขั้นตอนการปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ชั่งน้ำหนักภาชนะที่ใช้ในการผสม

2. นำเชื้อเพลิงชีวมวลที่ผ่านการสับละเอียดจนมีขนาดที่เหมาะสมแล้วเทใส่ภาชนะ

3. ชั่งน้ำหนักภาชนะที่ใส่เชื้อเพลิงชีวมวลแล้ว พร้อมคิดน้ำหนักของเชื้อเพลิงชีวมวลโดยลบน้ำหนักของภาชนะออก

4. ใส่น้ำในอัตราส่วนนี่เหมาะสมกับชนิดของชีวมวลลงไปในภาชนะ

5. คลุกให้น้ำที่ใส่กระจายอย่างทั่วถึง

6. กระบวนการขึ้นรูปเป็นอัดเม็ด

ในกระบวนการขึ้นรูปชีวมวลอัดเม็ดนั้น ต้องมีการเดินเครื่องให้มีอุณหภูมิ 75–80 องศาเซลเซียส เพราะความร้อนเป็นตัวแปรสำคัญที่จะทำให้สามารถขึ้นรูปได้ นอกจากนี้ชีวมวลที่จะใช้ในกระบวนการนี้ควรมีความชื้นที่เหมาะสมและมีขนาดตั้ง 1–5 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวลรวมทั้งต้องมีการป้อนที่ค่อนข้างสม่ำเสมอที่ความเร็วการป้อนที่เหมาะสม

ความเร็วในการป้อนชีวมวลเข้าเครื่องอัดจะส่งผลต่อระยะเวลาการอยู่ในเครื่องของเชื้อเพลิงชีวมวล เมื่อเชื้อเพลิงชีวมวลอยู่ในเครื่องอัดและได้รับความร้อนเป็นเวลานานจะทำให้คุณภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลสูงขึ้น แต่หากใช้ความเร็วในการป้อนเชื้อเพลิงชีวมวลต่ำจนเกินไปจะทำให้ปริมาณการอัดเม็ดที่ได้ช้าลง นอกจากนี้เชื้อเพลิงจำพวกไม้เนื้อแข็งบางชนิดหากอยู่ในเครื่องอัดนานจนเกินไปอาจทำให้รูไดย์ตันได้ อย่างไรก็ตามความเร็วการป้อนชีวมวลจะมีความเหมาะสมแตกต่างกันออกไปตามชนิด ปริมาณความชื้น และลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวล

ในการขึ้นรูปชีวมวลอัดเม็ดสามารถนำเชื้อเพลิงที่ผ่านการอัดออกมาจากเครื่องอัดไปอัดซ้ำได้ ซึ่งอาจจะทำให้เชื้อเพลิงที่ถูกอัดซ้ำเหล่านี้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งความยาว ความแข้งแรง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมีการอัดซ้ำค่าความชื้นในเชื้อเพลิงจะลดต่ำลงทุกครั้งจนอาจจะทำให้เชื้อเพลิงไม่สามารถขึ้นรูปได้

หลักการทำงานของเครื่องอัดเม็ด

เครื่องอัดเม็ด ใช้ลูกกลิ้งหมุนบนไดย์เพื่ออัดชีวมวลไปยังรูของไดย์ทำให้มีลักษณะเป็นแท่งตะเกียบ มีความหนาแน่นมากยิ่งขึ้น โดยสามารถควบคุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ออกมาด้วยการเปลี่ยนขนาดของไดย์ภายในเครื่องอัดเม็ด และมีติดตั้งใบกวาดเพื่อกวาดชีวมวลอัดเม็ดที่ถูกอัดลงมายังด้านล่างของไดย์ให้หักและไหลออกมาบริเวณช่องทางออก โดยมีขั้นตอนการใช้งานของเครื่องดังนี้

1. จัดเตรียมชีวมวลที่ผ่านกระบวนการ 1 – 5 ให้พร้อม

2. หมุนน๊อตบนลูกกลิ้งให้ค่อนข้างแน่น

3. นำภาชนะรองไว้บริเวณทางออกของเครื่องอัดเม็ด เปิดสวิทซ์เดินเครื่องอัดเม็ด

4. ใช้รำป้อนเข้าซ้ำไปเรื่อย ๆ จนเครื่องอัดมีอุณหภูมิถึงประมาณ 70 –90 องศาเซลเซียส (ใช้เวลาประมาณ 15 –20 นาที)

5. ป้อนเชื้อเพลิงทางด้านบนของเครื่องอัด

6. เมื่ออัดเชื้อเพลิงที่ต้องการเรียบร้อยแล้วให้ใช้รำอัดซ้ำอีก 2 – 3 ครั้ง ก่อนปิดเครื่อง

ตาราง 3 การใช้งานเครื่องจักรในกระบวนการอัดเม็ดชีวมวล

เครื่องจักร	ลักษณะชีวมวลใช้งาน	ข้อควรระวังในการใช้งาน	การดูแลรักษา
1.เครื่องสับหยาบ	–ชีวมวลที่มีขนาดใหญ่ (ยกเว้นไม้เนื้อแข็งที่มีลักษณะเป็นต้น) –ชีวมวลที่มีความชื้นสูงมาก ๆ ควรผ่านกระบวนการลดความชื้นลงก่อน	– ไม่ควรป้อนชีวมวลเข้าเครื่องครั้งละมากจนเกินไป เพราะจะส่งผลให้ขนาดชีวมวลที่ทางออกมีขนาดใหญ่ นอกจากนี้อาจทำให้เครื่องติดและหยุดการทำงาน – ควรตรวจเช็คสภาพความสมบรูณ์ของเครื่อง เช่น สายพาน น๊อตยึดส่วนต่าง ๆ ก่อนใช้งาน	– หลังจากใช้งานควรถอดฝาครอบแล้วเช็คทำความสะอาดส่วนของลูกกลิ้งและใบมีดทุกครั้งโดยเฉพาะเมื่อสับชีวมวลที่มีความชื้นสูง เพื่อป้องกันการเป็นสนิม
2.เครื่องสับละเอียด	–ชีวมวลที่ผ่านการสับหยาบ หรือชีวมวลที่ไม่แข็งเกินไป เช่น ฟางข้าว –ไม่ควรใช้สับชีวมวลที่มีความชื้นสูงเกินไป	–ไม่ควรป้อนชีวมวลเข้าเครื่องครั้งละมากจนเกินไปเพราะอาจทำให้เครื่องติดและหยุดการทำงาน –ชีวมวลที่ผ่านการสับละเอียดแล้วมีความหนาแน่นสูงต้องถอดท่อทางออกออกเพื่อป้องกันการหยุดทำงานของส่วนปั้มลม	–หลังการใช้งานควรถอดฝาครอบแล้วเช็ดทำความสะอาดใบสับและตะแกรงทุกครั้งโดยเฉพาะเมื่อสับชีวมวลที่มีความชื้นสูงเพื่อป้องกันการเป็นสนิม

ตาราง 3 (ต่อ)

เครื่องจักร	ลักษณะชีวมวลใช้งาน	ข้อควรระวังในการใช้งาน	การดูแลรักษา
		สับละเอียดแล้วมีความหนาแน่นสูง ต้องถอดท่อทางออกออกเพื่อป้องกัน	
3.เครื่องอัดเม็ด	-ชีวมวลที่มีขนาดตั้งแต่ 1 -5 มิลลิเมตร แล้วแต่ชนิด และมีความชื้นที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูป	-ชีวมวลที่เป็นไม้เนื้อแข็งบางชนิดหากมีความชื้นที่ต่ำเกินไปอาจทำให้รูของไดย์ติด ไม่ควรป้อนชีวมวลเข้าเครื่องครั้งละมากจนเกินไป เพราะอาจทำให้เครื่องติดและหยุดการทำงาน -ต้องทำการตั้งระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งและไดย์ให้เหมาะสม	-ใช้รำอัดล้างเครื่องก่อนและหลังการใช้งานทุกครั้ง -ไม่ควรตั้งระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งและไดย์น้อยจนเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการสึกหรอได้ง่าย

การทดสอบมาตรฐานชีวมวล

จากการศึกษามาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ด ที่ใช้ในปัจจุบันนิยมมาตรฐาน ONORM M 7135 มาตรฐาน SS 181720 มาตรฐาน CTI-R 04/5 มาตรฐาน EN 14961 และมาตรฐาน PFI ซึ่งแสดงโดยละเอียดในตาราง 4 พบว่ามีการกำหนดมาตรฐานคุณสมบัติหลักของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ได้แก่ ค่าความยาวและขนาดอนุภาคของแท่งเชื้อเพลิง ค่าความหนาแน่นของก้อนมวล ปริมาณเถ้าถ่าน ค่าความร้อน ค่าความชื้นของแท่งเชื้อเพลิง ค่าความทนทานของแท่งเชื้อเพลิงและปริมาณเถ้าถ่าน ค่าความร้อน ค่าความชื้นของแท่งเชื้อเพลิง และปริมาณมลพิษ (ไนโตรเจน ,ซัลเฟอร์) อย่างไรก็ตามคู่มือฉบับนี้จะทดสอบใน 4 ส่วนได้แก่ ขนาดของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด ปริมาณฝุ่น ความทนทานของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด และความหนาแน่นของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

ในส่วนวิธีการทดสอบเชื้อเพลิงอัดเม็ด จะใช้วิธีทดสอบเชื้อเพลิงอัดเม็ดตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (PFI Standard) เป็นหลัก เนื่องจากมาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ดของประเทศสหรัฐอเมริกาได้อ้างอิงระเบียบวิธีการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศ

สหรัฐอเมริกา (ASTM) ซึ่งประเทศไทยได้ยึดเป็นข้อกำหนดในการผลิตทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ ของประเทศ ซึ่งรายละเอียดของเครื่องมือวิเคราะห์และวิธีการมีดังนี้

ตาราง 4 มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ด

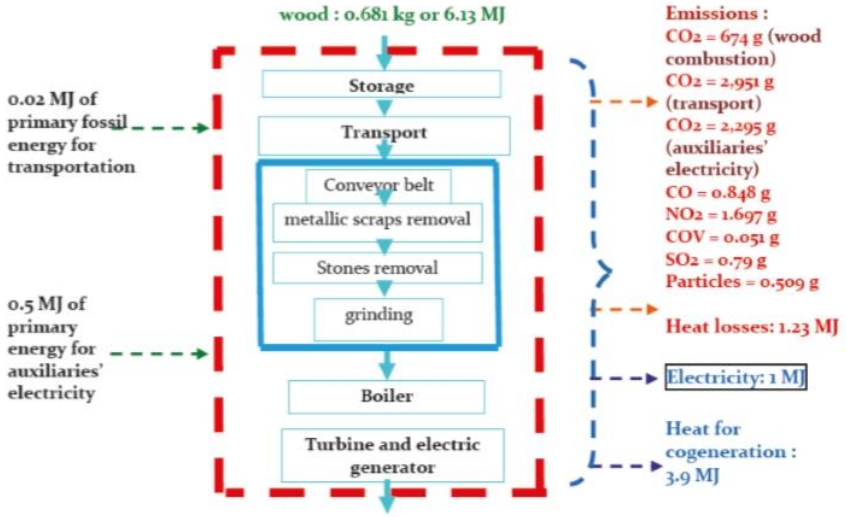
คุณสมบัติ	มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ด				
	ออสเตรีย (ONORM M7135)	สวีเดน (SS 187120)	อิตาลี (CTI-R 04/5)	ยุโรป (CEN/TS 14961)	อเมริกา (PFI)
ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	4–10	–	6	6–8	5.84–7.25
ค่าความยาวของแท่งเชื้อเพลิง (มิลิเมตร)	5 x Ø	4 x Ø	6–24	8 x Ø	≤38.10
ค่าความร้อน (เมกะจูล/กิโลกรัม)	18	≤16.90	>16.96	16.90	–
ความหนาแน่นก้อนมวล (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	>1,120	≥600	620–720	≥600	596.6–722.2
ปริมาณเถ้าถ่าน (เปอร์เซ็นต์)	≤2.3	≤0.8	≤1	≤1	≤1
ซัลเฟอร์ (เปอร์เซ็นต์)	<0.04	<0.08	≤0.50	≤0.05	–
คลอไรด์ (เปอร์เซ็นต์)	<0.02	<0.03	≤0.03	≤0.03	300 ppm

ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานชีวมวล

ถึงแม้ว่าการใช้พลังงานชีวมวลจะเป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีความเหมาะสมค่อนข้างมาก เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมซึ่งมีผลผลิตทางการเกษตรหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ยางพารา เป็นต้น นอกจากนี้ การใช้พลังงานชีวมวลทดแทนพลังงานฟอสซิลยังเป็น การลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ เนื่องจากการใช้พลังงานชีวมวลนั้น ถือเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรคาร์บอน ซึ่งมีการหมุนเวียนคาร์บอนโดยเริ่มการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชใน กระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อเก็บสะสมเป็นคาร์โบไฮเดรตแล้วถ่ายทอดไปยังห่วงโซ่อาหาร ซึ่ง พืชชีวมวลเหล่านี้สามารถปลูกหมุนเวียนได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ยังมีผลการศึกษาที่อธิบายได้ว่าปริมาณ คาร์บอนที่เกิดจากการเผาชีวมวลเป็นเวลา 80 ปี จึงจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในชั้น บรรยากาศของโลกอย่างช้า ๆ เพียงร้อยละ 13 เท่านั้น หรือแม้แต่การศึกษาของ Egbendewe-Mondazozo, Swinton, Izaurralde, Manowitz and Zhang (2011: 4636-4647) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการใช้ประโยชน์ของพืชไร่เพื่อเป็นพลังงานชีวมวลทางตอนใต้ของมลรัฐมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า การนำเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชที่มีเซลล์ลูโลสเป็นจำนวนมาก (Cellulosic Crops) มาผลิตเป็นพลังงานชีวมวลนั้น จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่น้อยกว่าการทำไร่เลื่อนลอยเป็นอย่างมาก เพราะลดการชะล้างพังทลายของหน้าดินรวมทั้งลดการชะล้างของสารอาหารที่อยู่ในดินได้อีกทางหนึ่งด้วย รวมทั้งการผลิตพลังงานจากชีวมวลโดยวิธีการ Gasification ซึ่ง Moreno and Dufour ได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life cycle Assessment: LCA) ของการนำชีวมวลมาผลิตเป็นก๊าซไฮโดรเจน 1 ลูกบาศก์เมตร โดยวิธีการ Gasification พบว่า ตลอดทั้งวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตดังกล่าวก่อให้เกิดก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยประมาณ 0.5 กิโลกรัม ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ก่อให้เกิดภาวะฝน กรดน้อยกว่า 0.001 กิโลกรัม และฟอสเฟตที่ก่อให้ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) น้อยกว่า 0.005 กิโลกรัม ประกอบกับพลังงานชีวมวลนั้นเป็นพลังงานที่ไม่มีซัลเฟอร์และมีพันธะ ไนโตรเจนที่น้อยกว่าถ่านหินเป็นอย่างมาก ซึ่งทำให้มีปริมาณของซัลเฟอร์ออกไซด์ (SOx) น้อยกว่าพลังงานฟอสซิลทั่วไป นอกจากนี้การใช้พลังงานชีวมวลยังช่วยลดภาระในการกำจัด และก่อให้เกิดการสร้างงานรวมทั้งการ หมุนเวียนรายได้ในชุมชนได้ถึง 7 เท่า แต่อย่างไรก็ตามชีวมวลนั้นก็อาจจะมีผลกระทบทางด้านลบไม่ว่าจะเป็นการเก็บรักษาและการขนส่งที่มีความยากลำบากและมีความเสี่ยงสูงในการจัดหาหรือรวบรวมชีวมวลที่ต้องการให้ใช้ได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดทั้งปี เพราะชีวมวลบางประเภท เช่น กากอ้อย ซังข้าวโพด จะมีเพียงบางฤดูกาลเท่านั้น อีก ทั้งชีวมวลทุกประเภทจะต้องมีพื้นที่ในการจัดเก็บในปริมาณมาก ยกตัวอย่างเช่น หากต้องการ ความร้อนที่เท่ากัน ถ้าใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลอาจต้องใช้ปริมาณที่มากกว่าน้ำมันเตา และยังเกิด การหกหล่นหรือการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง ในขณะที่มีการขนส่งเชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อผลิตเป็นพลังงาน นอกจากนี้ ราคาไฟฟ้าที่รับซื้อจากภาครัฐนั้นยังไม่สามารถ ดึงดูด ให้เกิดการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลได้อย่างเต็มที่สอดคล้องกับผลศึกษาของ Caserini, Livio, Giugliano, Grosso and Rigamonti ได้กล่าวว่า การนำชีวมวลมาใช้เพื่อเป็นพลังงานนั้น อาจ ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการเกิดฝุ่นละอองจากการขนส่งชีวมวลซึ่งอาจเพิ่มสูง ถึง 8,100 ตันต่อปี สารอินทรีย์ระเหยง่ายบางชนิด และสารโพลี อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Poly Aromatic Hydrocarbon: PAH) และจากการศึกษาของ Perilhona , Alkadeea, Descombesa and Lacoura พบว่า เมื่อนำชีวมวลประเภทไม้เนื้อแข็ง 681 กรัม เพื่อมาผลิต กระแสไฟฟ้า จะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไม้ 674 กรัม จากการขนส่ง 2,951 กรัม และจากการช่วยใน

การผลิตกระแสไฟฟ้า 2,295 กรัม ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 0.848 กรัม ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 1.697 กรัม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.79 กรัม และฝุ่นละออง 0.509 กรัม นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการสูญเสียความร้อนไปอีก 1 เมกะจูล ดังปรากฏในภาพ 10



ภาพ 10 การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA)
การผลิตไฟฟ้าจาก พลังงานชีวมวลประเภทไม้เนื้อแข็ง

เช่นเดียวกับ Keirstead, Samsatli, Pantaleo and Shah ที่ได้อธิบายถึงการใช้พลังงานชีวมวลทดแทนพลังงานฟอสซิล โดยเฉพาะการนำพลังงานชีวมวลเข้ามาใช้ในเขต ชุมชนเมืองของประเทศสหราชอาณาจักร ซึ่งแม้ว่าการส่งเสริมการใช้พลังงานชีวมวลในชุมชนเมือง จะเป็นแนวทางที่ดีในการส่งเสริมการพึ่งพาพลังงานจากศูนย์กลาง มาเป็นการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งผลิตพลังงานชีวมวลที่มีอยู่ในชุมชน แล้วจึงนำพลังงานชีวมวลที่สามารถผลิตได้ในชุมชนเข้ามาผลิตเป็นพลังงานให้กับชุมชนเมือง ซึ่งเป็นแนวทางที่ลงทุนต่ำ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานฟอสซิล และทำให้พื้นที่รกร้างว่างเปล่านำมาพัฒนาให้เป็นแหล่ง ผลิตพลังงานชีวมวล แต่การดำเนินการดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงผลกระทบในด้านอื่น ๆ ที่อาจจะตามมา ได้แก่ ความสามารถในการเก็บกักชีวมวลและการทำความสะอาดชีวมวลหรือบำบัดเบื้องต้น มลพิษที่อาจจะเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตพลังงานโดยใช้ชีวมวล และกระบวนการใน การขนส่งชีวมวลเพื่อผลิตพลังงาน ยิ่งไปกว่านั้น ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน การนำพลังงานชีวมวลมาผลิตกระแสไฟฟ้านั้น ยังคงพบปัญหาทั้ง ในส่วนที่เป็นจุดอ่อนและอุปสรรคที่

สำคัญต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานชีวมวล โดยจุดอ่อนของการนำพลังงานชีวมวลมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้านั้น คือ ราคาของชีวมวลที่มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าที่มีราคาค่อนข้างสูง การไม่มีงบประมาณหรือช่องทางในการสนับสนุนให้ใช้พลังงานชีวมวลในการผลิตกระแสไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างวัตถุดิบกับโรงไฟฟ้าที่มีระยะทางค่อนข้างห่างไกลอย่างมาก ขณะเดียวกันอุปสรรคที่สำคัญของการนำพลังงานชีวมวลมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนนั้น ได้แก่ ขาดนโยบายการ ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนภายในประเทศ และขาดความร่วมมือระหว่างภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ผลิตพลังงานหมุนเวียนที่มีความสามารถในการนำชีวมวลมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าอีกทั้งการตัดชีวมวลนั้นอาจก่อให้เกิดการละลายของธาตุโลหะหนักสู่สิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะธาตุเมอร์คิวรี่ได้อีกด้วย

อย่างไรก็ตาม ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานชีวมวลนั้นอาจจะไม่ได้มีเพียงแค่ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นผลกระทบทางตรงที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวลเพื่อให้พลังงานแต่ยังเกิดผลกระทบทางอ้อมในการผลิตพลังงานชีวมวลที่เกิดจากการใช้พลังงานฟอสซิลเพื่อเริ่มต้น หรือดำเนินการในการผลิตพลังงานชีวมวลอีกด้วยยกตัวอย่าง เช่น หากมีการผลิตพลังงานชีวมวลโดยจะต้องใช้น้ำมันเตาในการเผาไหม้ชีวมวล ผลกระทบทาง ตรงที่เกิดขึ้น คือ มลพิษจากการเผาไหม้ชีวมวล ส่วนผลกระทบทางอ้อม คือ มลพิษที่อาจจะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้น้ำมันเตาในที่ทำการของเมือง Gifu ประเทศญี่ปุ่นนั้น ได้มีการนำชีวมวลโดยนำไม้พาเลทมาใช้เพื่อให้พลังงานความร้อนทดแทนพลังงานฟอสซิล การดำเนินการดังกล่าวนอกจากจะช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 70 แล้ว ซึ่งถ้าหากลดผลกระทบทางอ้อมจากการใช้พลังงานชีวมวลด้วยไม้พาเลทได้แล้วจะสามารถลดผลกระทบ ทางอ้อมจากการใช้ไม้พาเลทได้ถึง 14,060 ตันเทียบเท่าปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในความเป็นจริงแล้ว ความต้องการในการใช้พลังงานชีวมวลมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นโดยในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปได้มีการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานชีวมวลเป็นพลังงานพื้นฐานว่ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นกว่าร้อยละ 60 ในปี ค.ศ.2020 ดังนั้น การวางนโยบายในการใช้พลังงานชีวมวลเพื่อให้เกิดความสมดุลและความสอดคล้องกับมาตรการในการลดภาวะโลกร้อนที่กำลังเป็นวิกฤตการณ์ของโลกอยู่ ณ ขณะนี้จึงเป็นสิ่งที่จะต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน แม้ว่าการวางนโยบายดังกล่าวอาจจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนเพราะจะต้องนำผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากหลายภาคส่วนเพื่อมาร่วมกันวิเคราะห์ความเสี่ยงและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจาก

การใช้พลังงานชีวมวลแต่การดำเนินการทางด้านนโยบายพลังงานชีวมวลที่ดีนั้น นอกจากจะช่วยลดปริมาณของเสียที่ออกสู่สิ่งแวดล้อมได้แล้ว ยังก่อให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและในปัจจุบันได้มีเทคโนโลยี ที่ค่อนข้างหลากหลายเพื่อรองรับการเผาไหม้พลังงานชีวมวลไม่ให้ก่อมลพิษหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและหากต้องการรักษาความสมดุลและความ หลากหลายของระบบนิเวศแล้วนั้น Pedroli et al. ได้แนะนำว่าควรปลูกชีวมวลประเภทไม้ยืนต้นมากที่สุดเพราะนอกจากจะช่วยรักษาสมดุลและความหลากหลายทางระบบนิเวศแล้วยังเป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของพื้นดินจากการย่อยสลายใบไม้ของพืชชีวมวลที่เป็นไม้ยืนต้นและช่วยให้พื้นที่ว่างเปล่ามีมูลค่าเพิ่มจากการปลูกชีวมวลประเภทไม้ยืนต้นได้อีกทางหนึ่งด้วยสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวลควรมีการดำเนินมาตรการเพื่อป้องกันผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมในเบื้องต้นซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วัตถุดิบในการผลิตไฟฟ้า (เชื้อเพลิงชีวมวล) นั้นเป็นวัตถุดิบทางการเกษตรเป็นหลักซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เศษชีวมวลที่อยู่ในพื้นที่ที่แปรรูป เช่น โรงสีข้าว โรงงานผลิตน้ำตาลทราย โรงงานแป้งมันสำปะหลัง และเศษชีวมวลที่ไม่ได้ถูกรวบรวมหรืออยู่ตามพื้นที่เพาะปลูก เช่น เศษไม้และปลายไม้ ดังนั้นวัตถุดิบจึงควรอยู่ใกล้โรงไฟฟ้าเพื่อความสะดวกในการขนส่งและการเก็บรักษาเพราะเชื้อเพลิงชีวมวลจะมีปัญหาด้านความชื้นอย่างมากและการฟุ้งของฝุ่นละอองจากชีวมวลนั้น ๆ ซึ่งแก้ไขได้โดยการฉีดละอองน้ำเล็กและติดตั้งตาข่ายสูงรอบกองวัตถุดิบ และที่สำคัญวัตถุดิบต้องมีปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมกับกำลังการผลิตที่ต้องการ โดยควรมีการทำสัญญากับแหล่งขายที่แน่นอนและมีแหล่งสำรองของวัตถุดิบ การนำวัตถุดิบไปใช้ต้องเป็น First–in และ First–out

วัตถุดิบควรมีคุณภาพที่ดี เช่น ความชื้นที่เหมาะสม คือไม่สูงจนเกินไป สำหรับกรณีเศษไม้ ควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 ถ้ามีความชื้นสูงจะต้องนำมาตากให้แห้งหรือเก็บไว้ในโรงเก็บสักพักหนึ่งความชื้นจะลดลงโดยธรรมชาติและควรย่อยให้มีขนาดเล็กเพื่อการเผาไหม้ที่สมบรูณ์ ไม่ควรมีฝุ่นที่ปะปนกับชีวมวลจำนวนมาก เช่น แกลบควรมีการตรวจวัดเศษหรือฝุ่นที่ปะปนมาด้วย

สำหรับน้ำที่จะนำมาใช้ในหม้อต้มไอน้ำ (Boiler) จะต้องผ่านการบำบัดโดยการกำจัด สิ่งเจือปนเพื่อป้องกันการเกิดตะกรันและการกัดกร่อนของท่อน้ำตะกรันเกิดจากความกระด้าง (แคลเซียมและแมกนีเซียมไอออน) และปริมาณซิลิก้าในน้ำ ซึ่งซิลิก้าสามารถละลายในน้ำร้อนได้ดีกว่าน้ำเย็น ดังนั้นถ้าอุณหภูมิสูงมากปัญหาของตะกรันจะรุนแรงขึ้น โดยตะกรันจะไปเกาะติด ใบพัดของกังหันไอน้ำและคอนเดนเซอร์ การกดักร่อนส่วนใหญ่จะเกิดเพราะน้ำมีสภาพเป็นกรด มีก๊าซละลายในน้ำและมีออกซิเจนอยู่การบำบัดน้ำเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนสามารถ

ทำได้หลายวิธี เช่น การเติมสารเคมี เช่น สารส้ม Polyaluminum Chloride เพื่อรวมตะกอนและทำให้ตะกอนแยกออกมาการติดตั้ง Deaerator และ Oxygen Scavenger ถ้าอุณหภูมิและความดันของไอน้ำยิ่งสูง น้ำจะต้องมีคุณภาพสูงขึ้น รายละเอียดค่ามาตรฐานของน้ำในหม้อต้มไอน้ำที่ความดันไอต่าง ๆ ดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่ามาตรฐานของน้ำในหม้อต้มไอน้ำที่ความดันไอต่าง ๆ

Steam pressure (Bar) a	Silica (ppm as SiO2)	Total alkalinity (ppm as CaCO3)	Hardness (ppm as CaCO3)	Conductance (Micromhos/cm)
0–22	150	700	0	7000
22–32	90	600	0	6000
32–42	40	500	0	5000
42–52	30	400	0	4000
52–63	20	300	0	3000
63–70	8	200	0	2000
70–110	2	0	0	150
110–140	1	0	0	100

หมายเหตุ: * Alkalinity not to exceed 10% of specific conductance

** Minimum level of OH alkalinity in boilers below 70 bar (a) must be individually specified with regards to silica solubility.

2. การขนส่งวัตถุดิบ วัตถุดิบควรอยู่ใกล้โรงไฟฟ้าเพื่อความสะดวกในการขนส่งแล้วนั้น ในการขนส่งควรมีผ้าคลุมรถบรรทุกกันการหล่นของวัตถุดิบและฝุ่นละอองฟุ้ง รถบรรทุกวัตถุดิบควรมีการตรวจสภาพอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการก่อมลพิษกับแหล่งชุมชน ควรมีการบันทึกข้อมูลการขนส่ง เช่น ปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ ปริมาณวัตถุดิบ ระยะทางการขนส่ง และควรมีระบบติดตามการขนส่ง

3. การเก็บวัตถุดิบ วัตถุดิบควรอยู่ในโรงเก็บที่มีหลังคาคลุมแบบใสจะได้อาศัยแสงธรรมชาติในการลดความชื้นของวัตถุดิบ และควรมีกำแพงปิดมิดชิดเพื่อป้องกันความชื้นและการฟุ้งของฝุ่นละออง และรอบโรงเก็บถ้าอยู่ใกล้ชุมชนควรมีผ้าสแลนกั้นฝุ่นฟุ้งอีกชั้นหนึ่ง ควรมีการฉีดพรมน้ำให้เป็นละอองขนาดเล็กบริเวณรอบกองวัตถุดิบ และควรมีป้ายห้ามสูบบุหรี่ในบริเวณกองวัตถุดิบ

4. การลำเลียงวัตถุดิบ การลำเลียงวัตถุดิบจากโรงเก็บวัตถุดิบเข้าเตาเผาโดยใช้รถตักควร ใช้เชื้อเพลิงที่สะอาด และควรใช้สายพานลำเลียงที่เป็นระบบปิด ถ้าเป็นระบบเปิดจะต้องมีการ ป้องกันการตกหล่นของวัตถุดิบและการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่อยู่ใกล้เคียง จะต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันฝุ่น

5. การเผาไหม้ ควรใช้ห้องเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น การเผาไหม้ในระบบฟูลอิดไดซ์เบด ซึ่งสามารถเผาไหม้ได้สมบูรณ์และไม่ทิ้งคราบน้ำมันดิน (Tar)

6. การผลิตไฟฟ้า ความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้จะนำไปใช้ในการทำให้น้ำในหม้อไอน้ำ เดือดกลายเป็นไอเพื่อนำไปหมุนกังหันไอน้ำ (Turbine) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ซึ่งน้ำที่เข้าหม้อไอน้ำจะต้องทำการปรับสภาพให้มีความเหมาะสม

7. การบำบัดมลพิษ ในการเผาไหม้ มลพิษที่สำคัญ คือ มลพิษทางอากาศ ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไป จะพบฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน จึงต้องมีการบำบัดโดยใช้ อุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศ เช่น Cyclone, Electrostatic Precipitation (ESP) , Wet Scrubber โดยมลพิษทางอากาศที่ถูกบำบัดแล้วจะต้องเป็นไปตามค่ามาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมและกรมควบคุมมลพิษซึ่งต้องมีการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องอย่างสม่ำเสมอตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานผลิตส่งหรือจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า พ.ศ. 2547 หรือใช้ระบบติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่องที่ปล่อง (Continuous Emission Monitoring) System: CEMS) สำหรับมลพิษทางน้ำ เช่น น้ำเสียจะต้องผ่านระบบบำบัดต่อไป เช่น บ่อผึ่ง บ่อเติมอากาศ และนำมาใช้ประโยชน์ ถ้าไม่มีสารอันตรายตกค้าง สำหรับตะกอนสามารถนำกลับมา ใช้ประโยชน์ได้อาจต้องทำการบำบัดอย่างถูกวิธีหากพบว่ามีความเป็นพิษ

8. การนำของเสียไปใช้ประโยชน์ ของเสียหรือผลพลอยได้จากการเผาไหม้ เช่น ขี้เถ้า จะต้องพิจารณาว่าเป็นวัตถุอันตรายหรือไม่ ถ้าเป็นวัตถุอันตรายจะต้องแจ้งการนำไปกำจัดตามขั้นตอนของทางกรมโรงงานอุตสาหกรรม ถ้าไม่เป็นวัตถุอันตรายจะต้องระบุถึงการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ทำอิฐ สำหรับของเสียหรือผลพลอยได้นั้น ๆ จะต้องทำการเก็บไว้ในที่ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายและรักษาคุณภาพ

9. อื่น ๆ เช่น มลพิษทางเสียง ควรมีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น Ear plug, Ear mug สำหรับพนักงานที่ทำงานใกล้แหล่งหรืออุปกรณ์ที่มีเสียงดัง เช่น Boiler, Generator การใช้ต้นไม้ยืนต้นรอบโรงไฟฟ้าเพื่อป้องกันฝุ่นละออง เสียงและกลิ่นสู่ภายนอกชุมชน เช่น ไม้ทรงสูง ไม้พุ่มทรงปานกลาง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 1) ขั้นตอนการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 2) ขั้นตอนการวิจารณ์ข้อมูลและสรุปผล โดยรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนสามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนการศึกษา

1. การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่มีการศึกษาเกี่ยวกับศักยภาพเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจากการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เทคโนโลยีชีวมวลสำหรับผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ดและและการประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในศึกษาการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการนำชีวมวลข้าวโพดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากการเผาเศษชีวมวลข้าวโพดในพื้นที่โล่งแจ้ง

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดพื้นที่ศึกษาปริมาณศักยภาพชีวมวลข้าวโพด และปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจากการเผาในพื้นที่โล่งแจ้งในขอบเขตของจังหวัดเชียงราย โดยจังหวัดเชียงรายตั้งอยู่ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย บริเวณเส้นรุ้งที่ 19 องศา 20 ลิปดา 30 ฟิลิปดาเหนือ เส้นแวงที่ 99 องศา 15 ลิปดา 45 ฟิลิปดาตะวันออก ระดับความสูงของพื้นที่อยู่สูง 1,500 – 2,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีพื้นที่ 11,678.369 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,298,981 ไร่ มีประชากรประมาณ 1,003,174 คน รายได้เฉลี่ย 31,931.56 บาท/คน/ปี การคมนาคมมีถนนสายหลักที่ตัดผ่านตลอดความยาวตั้งแต่เหนือลงมาและมีสภาพผิวถนนที่ดี สามารถใช้งานได้ตลอดปี และมีสายไฟฟ้าแรงสูงตัดผ่านเป็นทางยาวตลอดแนว

ทำการประเมินศักยภาพเชิงปริมาณของชีวมวลข้าวโพด โดยใช้เทคนิคการประเมินศักยภาพชีวมวลของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังสมการนี้

$$AR=Pr\times Cr \qquad (...1)$$

โดย AR = ปริมาณวัสดุเหลือใช้ (Ton)

Pr = ปริมาณวัตถุดิบข้าวโพด (Ton)

Cr = อัตราส่วนชีวมวลวัสดุต่อผลผลิตใช้ค่าคงที่ (Percent)

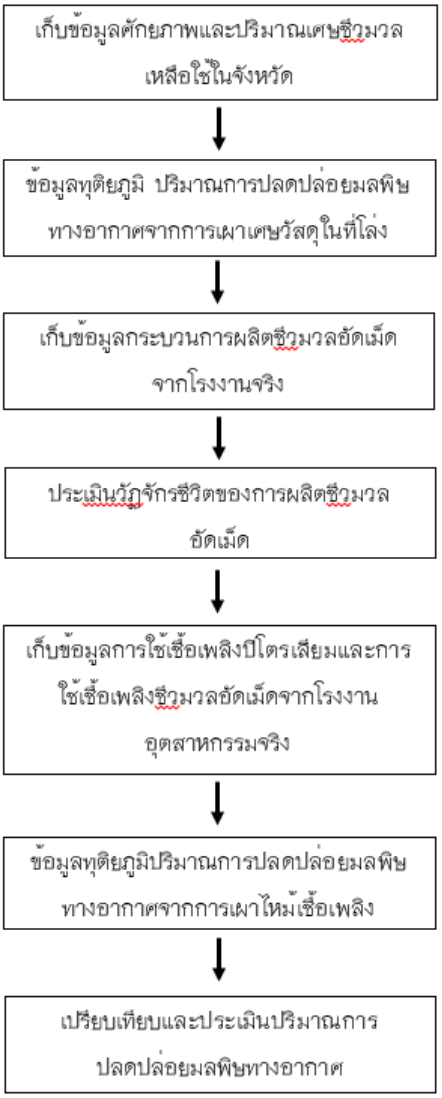
2.1 เมื่อทราบศักยภาพของชีวมวลข้าวโพดในแต่ละพื้นที่แล้ว ก็ทำการศึกษาปริมาณการใช้ชีวมวลข้าวโพดในแต่ละพื้นที่เพื่อให้ได้ปริมาณชีวมวลข้าวโพดที่เหลือทิ้งและคิดปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจากการเผาเศษชีวมวลข้าวโพดโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากงานวิจัยต่าง ๆ เช่น อัตราส่วนการเผาไหม้ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ ตัวคูณอัตราการปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor)

2.2 ประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจากการผลิตชีวมวลอัดเม็ดจากเศษชีวมวลข้าวโพด โดยใช้วิธีเผาเศษชีวมวลข้าวโพดในพื้นที่โล่งแจ้งโดยเทคนิคการประเมินวัฐจักรชีวิต (Life cycle assessment)

2.3 ประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจากการใช้ชีวมวลอัดเม็ดจากเศษชีวมวลข้าวโพด แทนการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเทคนิคการประเมินวัฐจักรชีวิต (Life cycle assessment)

3. ขั้นตอนการวิจารณ์ข้อมูลและสรุปผล

เปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของการเผาเศษชีวมวลข้าวโพดในที่โล่งและการนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดใช้ในอุตสาหกรรมแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม



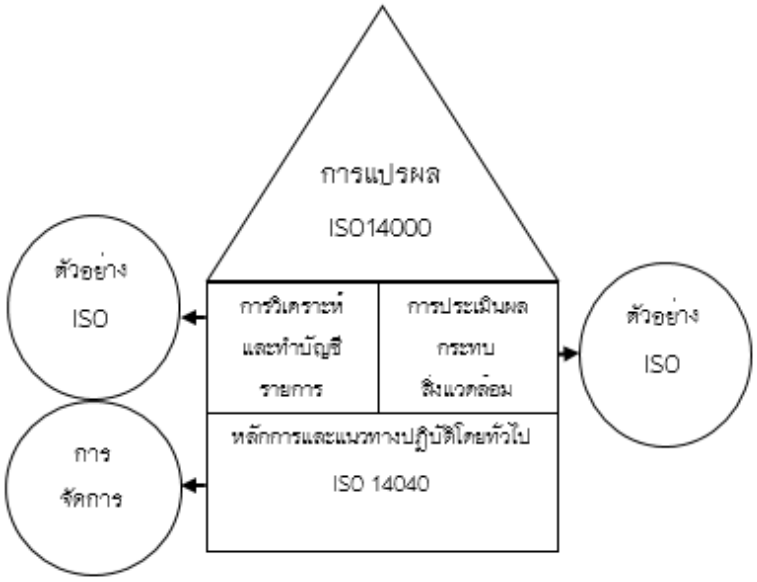
ภาพ 11 กระบวนการดำเนินการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life cycle assessment)

1. ความหมายของการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

การประเมินวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ (Life cycle assessment: LCA) เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อเป็นทางการเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งถูกบรรจุอยู่ในอนุกรมมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO14000 มีทั้งหมด 7 ฉบับดังแสดงในภาพที่ 12 โดย LCA จะประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตจากข้อมูลการใช้ทรัพยากรและการปล่อยของเสีย



ภาพ 12 ความสัมพันธ์ของอนุกรมมาตรฐานกับ LCA

2. วัตถุประสงค์ของการประเมินวัฏจักรชีวิต

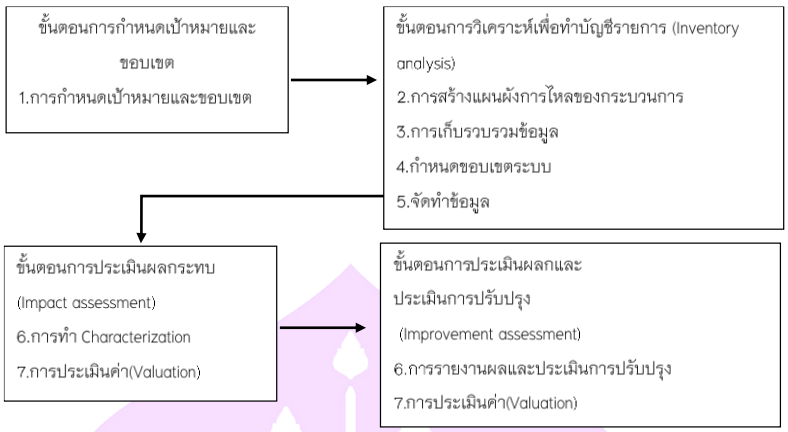
LCA มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ข้อมูลจากข้อมูลสารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการผลิตมาวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

3. ประโยชน์ของการประเมินวัฏจักรชีวิต

เพื่อเลือกการใช้สารตั้งต้นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตไฟฟ้าและนำไปสู่การใช้ทรัพยากรอย่างมีคุณภาพ

4. ขั้นตอนการดำเนินงานของการประเมินวัฏจักรชีวิต

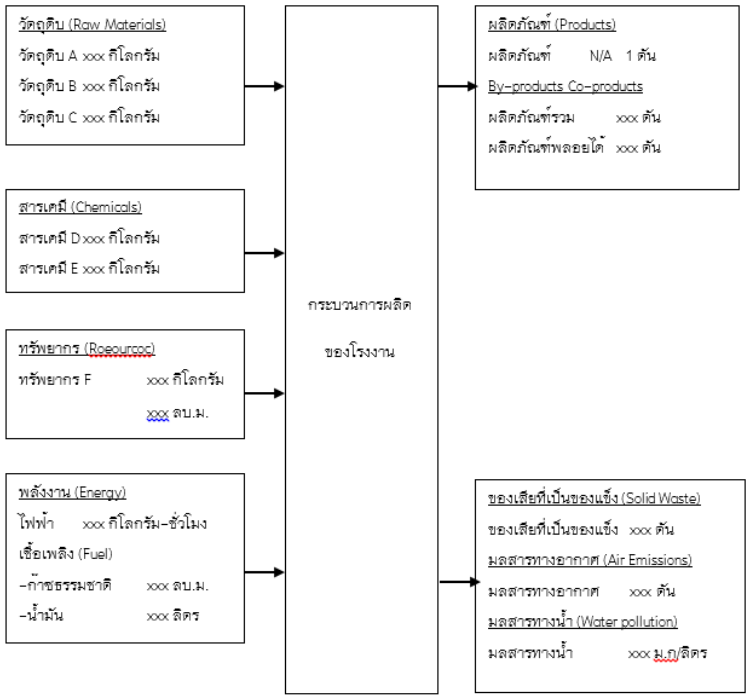
ในการศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานของ LCA ออกเป็น 4 ขั้นตอนแสดงดังภาพ13



ภาพ 13 ขั้นตอนการดำเนินงานของ LCA

ขั้นที่ 1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการประเมิน หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปใช้งาน

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยการสร้างแผนผังการไหลของกระบวนการ การเก็บข้อมูล การกำหนดขอบเขตระบบและการระบุชนิดและปริมาณของการใช้วัตถุดิบ น้ำ พลังงาน และการปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อม แสดงดังภาพ 14



ภาพ 14 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลเพื่อทำวิเคราะห์บัญชีรายการ

ขั้นที่ 3 การประเมินผลกระทบ เป็นการแปลงค่าข้อมูลจากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการ เพื่อใช้ในการแปลผลกระทบประกอบด้วย การจำแนกกลุ่มของการจัดกลุ่มผลกระทบ (Classification) และ การทำคำนวณผลกระทบจากสารเทียบสารฐาน (Characterization)

ขั้นที่ 4 การแปลผล คือการวิเคราะห์ผลลัพธ์ เพื่อนำมาสรุปและอธิบายผลลัพธ์ จากนั้นทำรายงานการศึกษาให้สอดคล้องกับเป้าหมายและขอบเขต

3. โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิต

ในการศึกษา LCA ใช้ข้อมูลที่ละเอียดและตัวเลขจำนวนมาก จึงมีการนำโปรแกรมเข้าช่วยวิเคราะห์ผล โดยโปรแกรมที่นำมาใช้สะดวกสบาย รวดเร็วและมีคุณภาพ เดิมใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวณ แต่ในปัจจุบันมีโปรแกรมเฉพาะสำหรับ LCA ที่ไปใช้กับกระบวนการผลิตที่มีขั้นตอนได้ให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายตัวอย่างโปรแกรมสำเร็จรูปที่นิยมใช้สำหรับการศึกษา LCA แสดงในตาราง6

ตาราง 6 โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตที่นิยมในปัจจุบัน

โปรแกรม	Gabi	SimaPro	Umberto	Gabi
ประเทศผลิต	เยอรมัน	เนเธอร์แลนด์	ฝรั่งเศส	เยอรมัน
จำนวนลิขสิทธิ์ที่ขายได้	>150	>300	>100	>150
ราคา (฿)	12200	4800	50000	7900
วิธีในการประเมินผลกระทบ	Eco Indicator	EI95, E91, CML, EPIP, EPS,IMAPCT 2002+	CML, EPA, IPCC	Eco Indicator, Swiss eco point

4. โปรแกรม SimaPro (System for Integrated Environmental Assessment of Product)

บริษัท Pre Consultants ก่อตั้งเมื่อปี 1990 โดย Mr. Mark Goedkoop มุ่งเน้นการจัดเกี่ยวกับ LCA และการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์และการบริหารด้วยโปรแกรมที่เป็นที่รู้จักกันดี ในชื่อของ SimaPro สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

4.1 กำหนดขอบเขตและเป้าหมาย: ทำการกำหนดของเขตและวัตถุประสงค์ของการประเมิน

4.2 การรวบรวมข้อมูล: เป็นการอ้างอิงข้อมูลพื้นฐานของโปรแกรม หรือข้อมูลเพิ่มเติมพื้นฐานจากกระบวนการนั้น

4.3 การประเมินผลกระทบ: โปรแกรมมีวิธีการประเมินผลกระทบหลายแบบประกอบด้วย CML 1992, Eco-indicator, EDIP, EPS 2000,IMACT 2002+

ในส่วนของขั้นตอนการประเมินผลกระทบ การเลือกวิธีการประเมินผลกระทบมีความสำคัญมาก เพื่อให้การสรุปผลมีความถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ประกอบด้วย

ปัจจัยแรก ประเภทของผลกระทบ (Impact Category) ให้มีความสอดคล้องกับขอบเขตและเป้าหมายของการศึกษา

ปัจจัยที่สอง การประเมินผลกระทบต้องมีความสัมพันธ์กับการใช้ทรัพยากรและการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมกับสารฐาน เนื่องจากวิธีการประเมินผลกระทบแต่ละประเภทมีสารฐานที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับที่แตกต่างกัน

ถ้ามีการเลือกวิธีการประเมินผลกระทบที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้สารเคมีและกิจกรรมต่าง ๆ นั้นจะไม่ถูกแปลงค่าข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์บัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในรูปของผลกระทบสิ่งแวดล้อม จึงทำให้สุดท้ายมีความผิดมีความผิดพลาดดังตาราง7

ตาราง 7 เปรียบเทียบวิธีการประเมินค่าผลกระทบ

วิธีการประเมินค่าผลกระทบ	ประเภทผลกระทบ	ลักษณะที่เน้นในการวิเคราะห์
CML	สุขภาพมนุษย์,ระบบนิเวศน์	ภาพรวม
EDIP	สุขภาพมนุษย์,ระบบนิเวศน์	การทำลายโอโซน (Ozone depeletion)
EPS	สุขภาพมนุษย์,ระบบนิเวศน์ ความหลากหลายทางชีวภาพ	ความสูญเสียทางชีวภาพ (อัตราการเจริญเติบโตของพืช)
Eco-indicator	สุขภาพมนุษย์,ระบบนิเวศน์และทรัพยากร	เน้นสุขภาพมนุษย์ ระบบนิเวศน์ มีการวิเคราะห์ทางด้านทรัพยากรด้วย

ตาราง 8 เปรียบเทียบวิธีการประเมินค่าผลกระทบ

วิธีการประเมินค่าผลกระทบ	ประเภทผลกระทบ	ลักษณะที่เน้นในการวิเคราะห์
IMPACT 2002+	สุขภาพมนุษย์,ระบบนิเวศน์ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและทรัพยากร	มีการวิเคราะห์พลังงานที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่และผลกระทบของการสกัดสินแร่

จากปัจจัยการเลือกวิธีการประเมินผลกระทบและตารางที่ 8 จะเห็นว่าวิธีการประเมินผลกระทบด้วยวิธี IMPACT 2002+ มีความเหมาะสมกับงานวิจัยนี้เนื่องจากมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เป้าหมายและขอบเขตการศึกษา รวมทั้งมีความคลอบคลุมระหว่างการใช้ทรัพยากรและการปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นงานวิจัยนี้ทำการเลือกวิธีการประเมินผลกระทบด้วยวิธี IMPACT 2002+

5. การประเมินค่าผลกระทบด้วยวิธี IMPACT 2002+

การประเมินค่าผลกระทบด้วยวิธี IMPACT 2002+ เป็นการวิเคราะห์ที่พัฒนาจาก Eco-indicator 99 และ CML 2002 ซึ่งประกอบด้วยการจำแนกการจัดกลุ่มผลกระทบ (Classification) และการคำนวณผลกระทบจากสารเทียบกับสารฐาน (Characterization) ซึ่งอาจรวมถึงการเทียบหน่วย (Nomalization) และการให้น้ำหนักความสำคัญ (Weighting) เพื่อให้ได้ค่าคะแนนเชิงเดี่ยว (Single score)

5.1 การประเมินค่าผลกระทบด้วยวิธี IMPACT 2002+ มีทั้งหมด 14

ผลกระทบสุขภาพมนุษย์ (Human health) ประกอบด้วย

5.1.1 ผลกระทบที่เกิดจากมนุษย์จากสารก่อมะเร็ง (Human toxicity)

5.1.2 ผลกระทบที่ต่อทางเดินหายใจ (Respiratory effects)

5.1.3 สารแผ่รังสี (lionizing radiation)

5.1.4 โฟโตเคมิคัลออกซิแดนท์ (Photochemical oxidation)

ผลกระทบต่อนิเวศวิทยา (Ecosystem quality)

5.1.5 ความเป็นพิษในน้ำ (Aquatic ecotoxicity)

5.1.6 ความเป็นพิษในดิน (Terrestrial ecotoxicity)

5.1.7 แหล่งน้ำเป็นกรด (Aquatic acidification)

5.1.8 การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหารในน้ำ (Aquatic eutrophication)

5.1.9 ทรัพยากรดินเป็นกรด (Terrestrial acid/nutri)

5.1.10 การใช้ที่ดินในการฝังกลบ (Land occupation)

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate change)

5.1.11 ภาวะโลกร้อน (Global warming)

5.1.12 ทรัพยากรที่ลดลง (Resources)

5.1.13 พลังงานที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Non-renewable energy)

5.1.14 ผลกระทบที่เกิดจากการสกัดสินแร่ (Mineral extraction)

5.2 ขั้นตอนการคำนวณผลกระทบสิ่งแวดล้อม

5.2.1 การคำนวณผลกระทบจากสารเทียบกับสารฐาน (Characterization)

เป็นขั้นตอนในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะที่ปล่อยออกมากับผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม โดยทำการแปลงค่าสารแต่ละกลุ่มผลกระทบเดียวกันให้อยู่ในรูปตัวเลขที่บอกถึงค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสารแต่ละตัวมีศักยภาพในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับที่แตกต่างกัน จึงต้องนำมาเทียบอ้างอิงสารพื้นฐานแสดงหน่วยดังตาราง9 มีหลักการคำนวณดังนี้

$$EP_j = \sum (Q_i \times EF_{ij}) \qquad (..2)$$

เมื่อ EP_j (Emvironmental impact potential)

คือ ค่าศักยภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมสำหรับผลกระทบประเภท j ใด ๆ

Q_i (Quality of Substance) คือ ปริมาณมลภาวะสาร j ที่ปล่อยออกมา

EF_{ij} (*Equivalency factor*) คือ

ค่าเทียบเท่าของสาร i ที่ทำให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j

5.2.2 ความสามารถในการก่อให้เกิดอันตราย (Damage)

ความสามารถในการก่อให้เกิดอันตราย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

ผลกระทบสุขภาพมนุษย์ คือ การสร้างความสัมพันธ์ของขนาดของผลกระทบต่อน้ำหนักของกับจำนวนปีที่เจ็บป่วยจะแสดงในหน่วยเป็น DALYs

ผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยา คือการสร้างความสัมพันธ์ของความเสี่ยงกับการสูญหายของสิ่งมีชีวิตต่อพื้นที่เนื่องจากผลกระทบหรือภาระทางสิ่งแวดล้อม แสดงในหน่วยเป็น PDF.•m^2•yr (PDF: Potentially Disappeared Fraction)

ผลของการลดลงของทรัพยากร คือ การสร้างความสัมพันธ์ของการลดลงของทรัพยากร เช่นพลังงานที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แสดงเป็นหน่วยเป็น MJ

มีหลักการคำนวณดังนี้

$$S_D = \sum(Q_i \times DF_{dm}) \quad (...3)$$

เมื่อ S_D (Damage score)

คือ ความสามารถในการก่อให้เกิดอันตราย สำหรับผลกระทบประเภท j ใด ๆ

Q_i (Quality of Substance) คือ ปริมาณมลภาวะสาร j ที่ปล่อยออกมา

DF_{dm} (Equivalency factor) คือ ค่าความสามารถในการก่อให้เกิดอันตรายของสาร i ที่ทำให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j

ตาราง 9 หน่วยของผลกระทบจากสารเทียบกับสารฐานและหน่วยของความสามารถในการก่อให้เกิดอันตราย

Midpoint category	Midpoint Reference substance	Damage category	Damage unit	Normalized unit
Human toxicity (carcinogen+non–carcinogens)	kg_{eq}chloroethylene into air	Human health	DALY	Point
Respiratory (inorganics)	kg_{eq} PM2.5 into air	Human health		
Ionizing radiations	Bq_{eq} carbon–14 Into air	Human health		
Ozone layer Depletion	Kg_{eq}CFC–11into air	Human health		
Aquatic ecotoxicity	Kg_{eq} triethylene Glycol into water	Ecosystem quality	PDF.•m^2•yr	
Terrestrial ecotoxicity	Kg_{eq} triethylene Glycol into water	Ecosystem quality		

ตาราง 9 (ต่อ)

Midpoint category	Midpoint Reference substance	Damage category	Damage unit	Normalized unit
Terrestrial acidification/nutrification	Kg_{eq} SO2 into air	Ecosystem quality	Terrestrial acidification/nutrification	
Aquatic acidification	Kg_{eq} SO2 into air	Ecosystem quality	n/a	n/a
Aquatic acidification	Kg_{eq} PO_4^{3-} into air	Ecosystem quality	n/a	n/a
Land occupation	M_{eq}^2 organic arable land•year	Ecosystem quality	PDF.•m^2•yr	point
Global warming	Kg_{eq} CO2 into air	Climate Change (life support system)	Kg_{eq} CO2 into air	Point
Non-renewable energy	MJ Total primary non-renewable or kg_{eq} crude oil	Resources	MJ	
Mineral extraction	MJ additional energy or kg_{eq} iron (in ore)	Resources		

5.2.3 การเทียบหน่วย *(Normalization)*

เป็นขั้นตอนในการหาความสำคัญของศักยภาพแต่ละผลกระทบที่มีความสัมพันธ์ต่อผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมในภาพรวม ขั้นตอนนี้จะทำการเทียบค่า

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์ต่อระยะเวลาที่กำหนด มีหลักการคำนวณดังนี้

$$NP_{j(product)} = EP_j / (T \times ER_j) \quad (...4)$$

เมื่อ $NP_{j(product)}$ (Normalized Environmental Impact Potential) คือ ค่ามาตรฐานของศักยภาพของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j ใดๆ ของผลิตภัณฑ์

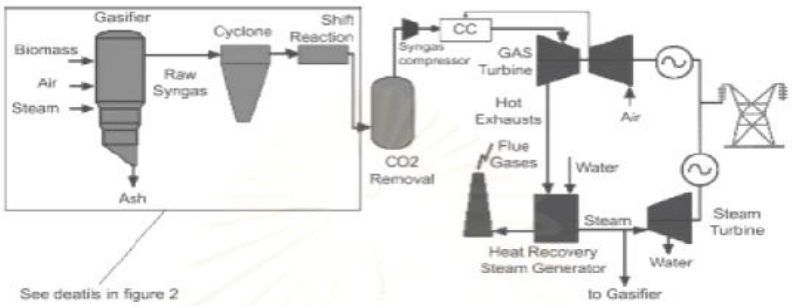
T (Life Time of Product) คือ อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์

ER_j (Normalization Reference) คือ ค่าอ้างอิงปกติของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม j ที่เกิดจากการกระทำของคนหนึ่งคนต่อปี (kg substance equivalent/person/year)

ตาราง 10 ตารางแสดงค่าการเทียบหน่วยโดยพิจารณารายการการเกิดอันตราย(damage/points)

Damage categories	Normalized Environmental Impact Potential ($NP_{j\ (product)}$)	Unit
Human Health	0.0071	DALY/point
Ecosystem Quality	13,700	PDF.•m^2•yr/point
Climate Change	9,950	kg_{eq} CO2 into air/point
Resources	152,000	MJ/point

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Andrea Corti, Lidia Lombardi ได้วิเคราะห์การประเมิน LCA ของกระบวนการการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน (IGCC) เทียบกับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล (IBGCC) พบว่า IGCC ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนจากกระบวนการการผลิต 700–800 kg CO_2/เมกะวัตต์ต่อชั่วโมง ในขณะที่ IBGCC ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิต 167 kg CO_2/เมกะวัตต์ต่อชั่วโมง โดยแผนผังของกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลประกอบด้วย 2 กระบวนการผลิต คือ Shift reaction section (IBGCC) และ CO_2 chemical absorption process ($DeCO_2$ unit) ดังภาพที่ 15 และจำลองกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล โดยโปรแกรม Aspen Plus ถูกกำหนดให้อยู่ในสภาวะดังตาราง 10

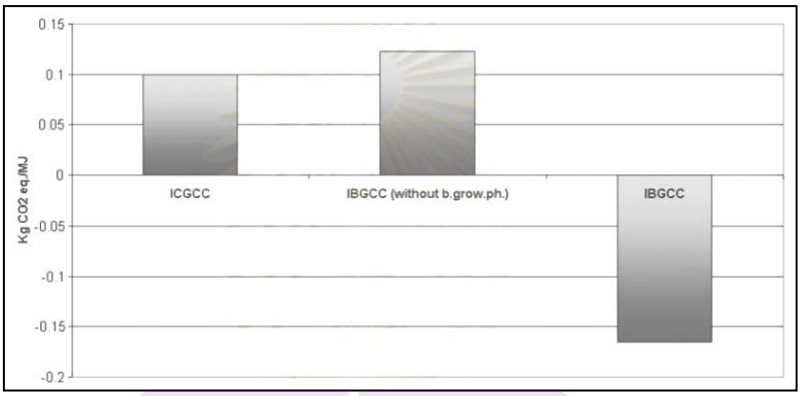


ภาพ 15 กระบวน IBGCC + DeCO2

ตาราง 11 แสดงถึงสภาวะของการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

Feeding biomass mass flow rate [ton/day]	1000
Biomass LHV [kJ/kg]	18000
Gasification pressure [atm]	1
Cyclone efficiency [%]	95
Reaction temperature [°C]	900
Shift section Air/flow rate ratio	2.4
THE1 [°C]	288
TGAS [°C]	870

จากงานวิจัยของ Matteo Carpentieri ได้ทำการประเมิน LCA ของกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลที่ปราศจากการกำจัด CO_2 และกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลที่มีการกำจัด CO_2 โดยอ้างอิงสภาวะกระบวนการผลิตจาก *Andrea* ดังภาพ16 แสดงให้เป็นถึงปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าและส่งผลต่อการเกิดภาวะเรือนกระจก จะเห็นว่า กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลที่มีการกำจัด CO_2 ของ Brayton/Hirn มีผลกระทบที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนน้อยสุด รองลงมาคือกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินและกระบวนการผลิตชีวมวลโดยปราศจากการกำจัด CO_2 ตามลำดับ



ภาพ 16 เปรียบเทียบภาวะเรือนกระจกของแต่ละกระบวนการผลิตไฟฟ้า

ขั้นตอนวิจัยในกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล พบว่าสภาวะที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยเป็นดังนี้ อัตราการป้องกันสารตั้งต้น 1000 ตันต่อวัน อุณหภูมิในถังปฏิกรณ์ 900 องศาเซลเซียส อัตราอากาศที่ป้อนเข้าในถังปฏิกรณ์ต่ออัตราการป้อน 2.4 ซึ่งสอดคล้องกับที่ว่าสภาวะข้างต้นนี้จะให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดด้วย

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์แบบจำลองการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (Life cycle assessment: LCA) ของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (wood pellets) แบบ B2C (Business to Customer) โดยการอภิปรายประกอบไปด้วยผลการวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดตั้งแต่ ต้นน้ำ (การรวบรวมจัดหา) กลางน้ำ (การผลิตเชื้อเพลิง) และปลายน้ำ (การนำไปใช้งาน) ซึ่งไม่รวมผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในช่วงการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวพืชผล รายละเอียดในแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ ดังนี้

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษา

ภาพ 17 แผนที่จังหวัดเชียงราย

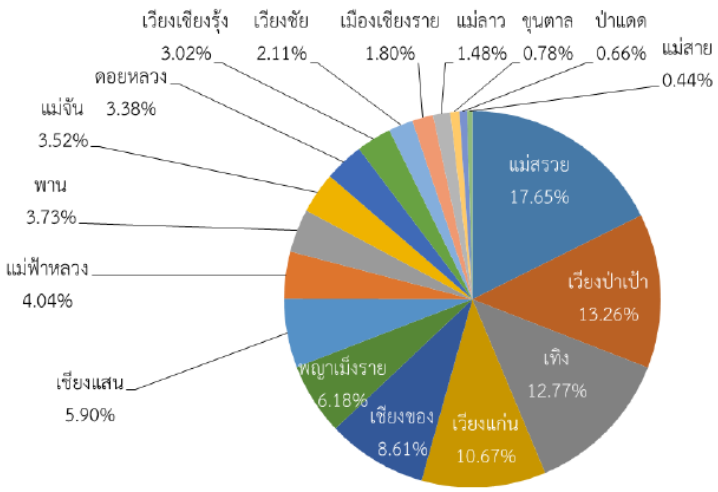
1. พื้นที่การเพาะปลูกข้าวโพดแยกตามรายอำเภอ

จากการสืบค้นข้อมูลเชิงพื้นที่ จังหวัดเชียงราย มีอำเภอทั้งหมด 18 อำเภอ พบว่ามีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดใหม่ รวม 517,819 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตรวม 508,298 ไร่ ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้รวม 349,447,000 กิโลกรัม และมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 687 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า อำเภอแม่สรวย มีการเพาะปลูกข้าวโพดเป็นอันดับ 1 ของจังหวัด โดยมีผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เท่ากับ 61,694,000 กิโลกรัม คิดเป็น 17.65% ของผลผลิตรวมทั้งจังหวัด และรองลงมาคือ อำเภอเมือง เวียงป่าเป้า ที่มีผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เท่ากับ 46,330,000 กิโลกรัม คิดเป็น 13.26% ของทั้งจังหวัด ดังข้อมูลตามตาราง12 และรูปภาพ 18

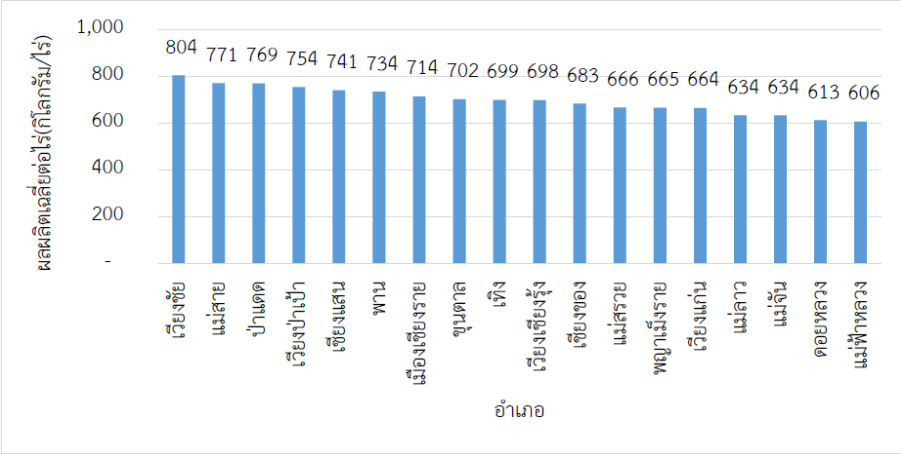
ตาราง 12 แสดงข้อมูลการเพาะปลูกข้าวโพดประกอบด้วย เนื้อที่ปลูกใหม่ เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่

อำเภอ	เนื้อที่ปลูก(ไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต(ไร่)	ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้(กก)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่(กกต่อไร่)
แม่สรวย	95,956	92,667	61,694,000	666
เวียงป่าเป้า	61,458	61,446	46,330,000	754
เทิง	64,115	63,840	44,616,000	699
เวียงแก่น	56,469	56,127	37,290,000	664
เชียงของ	45,466	44,040	30,077,000	683
พญาเม็งราย	33,002	32,470	21,589,000	665
เชียงแสน	28,362	27,841	20,630,000	741
แม่ฟ้าหลวง	23,714	23,297	14,118,000	606
พาน	17,986	17,748	13,028,000	734
แม่จัน	20,000	19,416	12,312,000	634
ดอยหลวง	19,386	19,272	11,812,000	613
เวียงเชียงรุ้ง	15,665	15,109	10,543,000	698
เวียงชัย	9,886	9,180	7,378,000	804
เมืองเชียงราย	8,985	8,827	6,301,000	714
แม่ลาว	8,279	8,172	5,182,000	634
ขุนตาล	3,955	3,870	2,718,000	702
ป่าแดด	3,047	3,001	2,307,000	769
แม่สาย	2,004	1,975	1,522,000	771
รวม	517,819	508,298	349,447,000	687

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงราย ข้อมูลพืชเศรษฐกิจ ปี 2557/2558



ภาพ 18 แสดงเปอร์เซ็นผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ภายในจังหวัดเชียงราย แยกรายอำเภอ



ภาพ 19 แสดงผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)

แม้ว่าอำเภอแม่สรวยจะมีผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้เป็นอันดับ 1 ของจังหวัด แต่ในด้านความสามารถของผลิตผลในเชิงปริมาณต่อไร่นั้น อำเภอเวียงชัย สามารถผลิตได้มากที่สุดคือ 804 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคืออำเภอแม่สาย 771 กิโลกรัมต่อไร่ และอำเภอที่น้อยที่สุดคือ อำเภอแม่ฟ้าหลวง ที่ผลิตได้เพียง 606 กิโลกรัมต่อไร่

2. การประเมินปริมาณเปลือกและซังข้าวโพดที่เหลือทิ้งในพื้นที่การเพาะปลูกข้าวโพดแยกตามรายอำเภอ

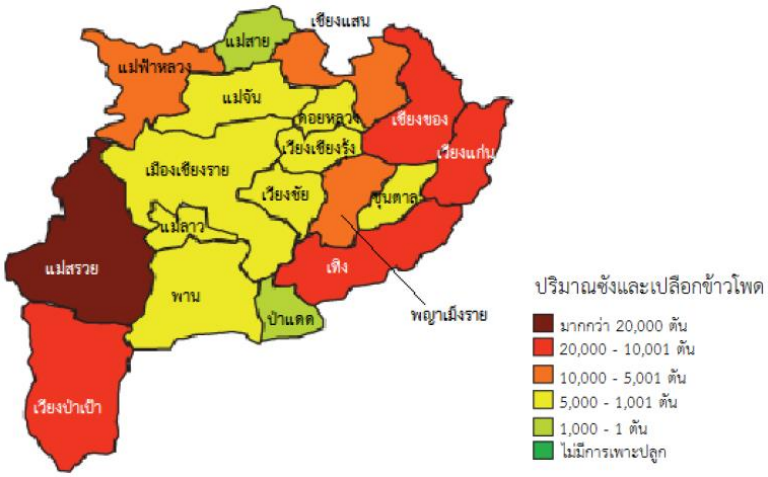
จากข้อมูลผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ สามารถคำนวณปริมาณชีวมวลที่เหลือในพื้นที่โดยอ้างอิงค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณต้นและใบข้าวโพดเท่ากับ 1.1 และค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณซังและเปลือกข้าวโพดเท่ากับ 0.37 จากรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการความเป็นไปได้ในการลดปัญหาหมอกควันจากการเผาไหม้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือด้วยการแปรรูปเป็นพลังงาน (ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) ซึ่งได้วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งจากข้าวโพดในพื้นที่จังหวัดเชียงราย ดังตาราง13

ตาราง 13 ปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งจากการเพาะปลูกข้าวโพดในพื้นที่จังหวัดเชียงราย แยกตามรายอำเภอ

อำเภอ	ปริมาณต้นและใบข้าวโพด(ตัน)	ปริมาณซังและเปลือดข้าวโพด(ตัน)	ปริมาณชีวมวลรวม (ตัน)
แม่สรวย	67,863	22,827	90,690
เวียงป่าเป้า	50,963	17,142	68,105
เทิง	49,077	16,507	65,584
เวียงแก่น	41,019	13,797	54,816
เชียงของ	33,084	11,128	44,212
พญาเม็งราย	23,747	7,987	31,734
เชียงแสน	22,693	7,633	30,326
แม่ฟ้าหลวง	15,529	5,223	20,752
พาน	14,330	4,820	19,150
แม่จัน	13,543	4,555	18,098
ดอยหลวง	12,993	4,370	17,363
เวียงเชียงรุ้ง	11,597	3,900	15,497
เวียงชัย	8,115	2,729	10,844
เมืองเชียงราย	6,931	2,331	9,262
แม่ลาว	5,700	1,917	7,617
ขุนตาล	2,989	1,005	3,994
ป่าแดด	2,537	853	3,390
แม่สาย	1,674	563	2,237
รวม	384,391	129,295	513,686

ที่มา: ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เมื่อพิจารณาเฉพาะซังและเปลือกข้าวโพดที่มีศักยภาพในการรวบรวมและผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลแล้ว สามารถนำมาแสดงในลักษณะความเข้มข้นตามแผนที่จังหวัดได้ ดังภาพ 20



ภาพ 20 แสดงระดับความเข้มข้นของซังและเปลือกข้าวโพดในจังหวัดเชียงราย แยกรายอำเภอ

3. ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด พื้นที่รับซื้อ และพื้นที่จัดการเปลือกและซังข้าวโพดเหลือทิ้ง

การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลที่สำคัญ ต่างๆ อาทิเช่น ข้อมูลสถานที่ตั้ง ขนาดพื้นที่ ปริมาณรับซื้อข้าวโพด เครื่องจักร และโรงเรือน รวมไปถึงการประเมินศักยภาพพื้นที่สำหรับการผลิต ชีวมวลอัดแท่งจากซังและเปลือกข้าวโพด (wood pellets) ซึ่งพบว่าในพื้นที่จังหวัดเชียงราย (จากรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการความเป็นไปได้ในการลดปัญหาหมอกควันจากการเผาไหม้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือด้วยการแปรรูปเป็นพลังงาน : ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) มีสถานประกอบการที่มีศักยภาพวัตถุดิบสูง จำนวน 5 แห่ง ดังต่อไปนี้

ตาราง 14 รายชื่อสหกรณ์การเกษตรและผู้ประกอบการที่มีศักยภาพวัตถุดิบสูง

ที่	ชื่อสถานประกอบการ	อำเภอ	ลักษณะกิจการ
1	สหกรณ์การเกษตรเวียงป่าเป้า	เวียงป่าเป้า	รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด
2	ไซโลนิกรรุ่งเรือง	เวียงป่าเป้า	รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด
3	สหกรณ์การเกษตรหงาวตับเต่า	เทิง	รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด
4	ไซโลคุณโอลา	เวียงป่าเป้า	รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด
5	ไซโลกิจชาลี	เวียงป่าเป้า	รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด

1. ชื่อสถานประกอบการ สหกรณ์การเกษตรเวียงป่าเป้า

ที่ตั้ง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย พิกัด 19.265300,99.509100 ขนาดพื้นที่/โรงเรือน/เครื่องจักร พื้นที่ 20 ไร่ มีโรงเรือน รถตัก โพล์คลิฟ รถบรรทุกพ่วง เครื่องสี ประเภทกิจการและการบริหารงาน รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด มีคณะกรรมการบริหารสหกรณ์การเกษตร และมีสมาชิก 3000 คน ปริมาณรับซื้อข้าวโพดในปีที่ผ่านมา 5,000 ตัน

ข้อมูลเพิ่มเติม มีความพร้อมที่จะเป็นศูนย์การเรียนรู้การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเปลือกและซังข้าวโพด

ภาพ 21 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ สหกรณ์การเกษตรเวียงป่าเป้า

2. ชื่อสถานประกอบการ ไซโลนิกรรุ่งเรือง

ที่ตั้ง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย พิกัด 19.429417, 99.496521 ขนาดพื้นที่/โรงเรือน/เครื่องจักร พื้นที่ 10 ไร่ มีโรงเรือน รถตัก โพล์คลิฟ รถบรรทุกพ่วง เครื่องสี ประเภทกิจการและการบริหารงาน รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด ธุรกิจครอบครัว ปริมาณรับซื้อข้าวโพดในปีที่ผ่านมา 18,000 ตัน

ภาพ 22 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ ไซโลนิกรรุ่งเรือง

3. ชื่อสถานประกอบการ สหกรณ์การเกษตรหงาวตับเต่า

ที่ตั้ง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย พิกัด 19.675400,100.256000 ขนาดพื้นที่/โรงเรือน/เครื่องจักร พื้นที่ 7 ไร่ มีโรงเรือน รถตัก โพล์คลิฟ รถบรรทุกพ่วง เครื่องสี ประเภทกิจการและการบริหารงาน รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด มีคณะกรรมการบริหารสหกรณ์การเกษตร และมีสมาชิก 3000 คน ปริมาณรับซื้อข้าวโพดในปีที่ผ่านมา 5,000 ตัน ข้อมูลเพิ่มเติม มีความพร้อมที่จะเป็นศูนย์การเรียนรู้การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเปลือกและซังข้าวโพด

ภาพ 23 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ
สหกรณ์การเกษตรหงาวตับเต่า

4. ชื่อสถานประกอบการ ไซโลคุณโอลา

ที่ตั้ง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย พิกัด 19.379100,99.477300 ขนาดพื้นที่/โรงเรือน/เครื่องจักร พื้นที่ 50 ไร่ มีโรงเรือน รถตัก โพล์คลิฟ รถบรรทุกพ่วง เครื่องสี ประเภทกิจการและการบริหารงาน รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด ธุรกิจครอบครัว ปริมาณรับซื้อข้าวโพดในปีที่ผ่านมา 18,000 ตัน

ภาพ 24 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ ไซโลคุณโอลา

5. ชื่อสถานประกอบการ ไซโลกิจชาลี

ที่ตั้ง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย พิกัด 19.379493, 99.504022 ขนาดพื้นที่/โรงเรือน/เครื่องจักร พื้นที่ 30 ไร่ มีโรงเรือน รถตัก โพล์คลิฟ รถบรรทุกพ่วง เครื่องสี ประเภทกิจการและการบริหารงาน รับสีและซื้อเมล็ดข้าวโพด ธุรกิจครอบครัว ปริมาณรับซื้อข้าวโพดในปีที่ผ่านมา 5,000 ตัน

ภาพ 25 พื้นที่ในสถานประกอบการที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ ไซโลกิจชาลี

ในงานวิจัยนี้ จะเลือกใช้แหล่งวัตถุดิบชีวมวลที่มีศักยภาพสูง คุณภาพเหมาะสม และชีวมวลเหลือทิ้งส่วนใหญ่ยังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับใช้ในการทดสอบแบบจำลองการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (wood pellets) โดยได้ทำการประเมินศักยภาพแหล่งวัตถุดิบในพื้นที่ อำเภอเวียงป่าเป้า จำนวน 4 แหล่ง ประกอบไปด้วยสถานประกอบการ สหกรณ์การเกษตรเวียงป่าเป้า, ไซโลนิกรรุ่งเรือง, ไซโลคุณโอลา, ไซโลกิจชาลี และอำเภอเทิง จำนวน 1 แหล่ง คือ สหกรณ์การเกษตรหงาวตับเต่า

ซึ่งพบว่า มีศักยภาพวัตถุดิบชีวมวลทั้งหมด 74,970 ตัน/ปี แบ่งเป็น ศักยภาพชีวมวลในพื้นที่อำเภอ เวียงป่าเป้า 67,620 ตัน/ปี และพื้นที่อำเภอ เทิง 7,350 ตัน/ปี โดยอ้างอิงการคำนวณ จากค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณต้นและใบข้าวโพด เท่ากับ 1.1 และค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณซังและเปลือกข้าวโพดเท่ากับ 0.37 จากการคำนวณในตาราง 13 โดยจะแสดงผลการคำนวณปริมาณชีวมวลจากข้าวโพดในพื้นที่ แยกตามสถานประกอบการ ดังตาราง 15

ตาราง 15 การคำนวณปริมาณชีวมวลจากข้าวโพดในพื้นที่แยกตามสถานประกอบการ

ที่	ชื่อสถานประกอบการ	ปริมาณต้นและใบข้าวโพด (ตัน/ปี)	ปริมาณซังและเปลือกข้าวโพด (ตัน/ปี)	ปริมาณชีวมวลรวม (ตัน/ปี)
1	สหกรณ์การเกษตรเวียงป่าเป้า	5,500	1,850	7,350
2	ไซโลนิกรรุ่งเรือง	19,800	6,660	26,460
3	ไซโลคุณโอลา	19,800	6,660	26,460
4	ไซโลกิจชาลี	5,500	1,850	7,350
5	สหกรณ์การเกษตรหงาวตับเต่า	5,500	1,850	7,350
	รวม	**56,100**	**18,870**	**74,970**

จากตาราง15 พบว่า มีศักยภาพชีวมวลจากข้าวโพดที่สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (wood pellets) ได้เฉพาะในส่วนของ ซังและเปลือกข้าวโพด เท่านั้น ซึ่งมีปริมาณ 18,870 ตัน/ปี โดยงานวิจัยนี้เลือกแหล่งวัตถุดิบในพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป้าที่มีปริมาณวัตถุดิบทั้งหมด 17,020 ตัน/ปี มาใช้ในการทดสอบแบบจำลอง เนื่องจากมีศักยภาพ ชีวมวลสูง แหล่งชีวมวลกระจายตัวอยู่ในพื้นที่เดียวกัน ง่ายต่อการรวบรวม ขนส่ง และผลิต

และจากการสอบถามข้อมูลพื้นฐานของศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้งในพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า พบว่า ร้อยละ 50 ของชีวมวลจากข้าวโพด ชนิดซังและเปลือกข้าวโพด ถูกนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ดังนั้น ปริมาณชีวมวลเหลือทิ้งจริงที่สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (wood pellets) ได้ จะแสดงผลการประเมินศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้งในพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า แยกตามสถานประกอบการ ดังตาราง16

ตาราง 16 ผลการประเมินศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้งในพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า

ที่	ชื่อสถานประกอบการ	ปริมาณซังและเปลือกข้าวโพดเหลือทิ้ง (ตัน/ปี)
1	สหกรณ์การเกษตรเวียงป่าเป้า	925
2	ไซโลนิกรรุ่งเรือง	3,330
3	ไซโลคุณโอลา	3,330
4	ไซโลกิจชาลี	925
	รวม	**8,510**

จากตาราง16 พบว่า มีศักยภาพชีวมวลเหลือทิ้งชนิดซังและเปลือกข้าวโพด ในพื้นที่อำเภอเวียงป่าเป้า ทั้งหมด 8,510 ตัน/ปี และงานวิจัยนี้จะพิจารณาเลือกแหล่งวัตถุดิบที่มีศักยภาพสูงที่สุดในการทดสอบแบบจำลอง ซึ่งพบว่า มีแหล่งวัตถุดิบที่มีศักยภาพเท่ากัน 2 แห่ง คือ แหล่งวัตถุดิบในสถานประกอบการไซโลนิกรรุ่งเรือง มีปริมาณวัตถุดิบ 3,330 ตัน/ปี และไซโลคุณโอลา มีปริมาณวัตถุดิบ 3,330 ตัน/ปี โดยมีปริมาณวัตถุดิบรวมทั้งหมด 6,660 ตัน/ปี

สำหรับแหล่งวัตถุดิบที่เหมาะสมในการทดสอบแบบจำลองนั้น จะพิจารณาจากระยะทางการขนส่งสินค้า (wood pellets) จากแหล่งผลิตไปยังสถานที่ใช้งานเป็นหลักเพื่อลดต้นทุนการขนส่งและลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานในการขนส่ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานประกอบการหรือโรงงานอุตสาหกรรม

จากการรวบรวมข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดเชียงราย ที่มีการใช้พลังงานความร้อนและมีการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำมันเตา ก๊าซLPG น้ำมันดีเซล รวมถึงเชื้อเพลิง ชีวมวล ที่มีแนวโน้มสามารถเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงจากซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยมีเป้าหมายในการแก้ปัญหาหมอกควันที่มาจากการเผาซัง/เปลือก/ต้น/ตอ/ใบ ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อให้การแก้ปัญหาหมอกควันดังกล่าวมีทิศทางไปในแนวเดียวและสอดคล้องกับผู้ที่มีความต้องการใช้เชื้อเพลิง กลุ่มผู้ประกอบการและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ถือเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักที่จะสามารถนำชีวมวลจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ในหม้อต้มไอน้ำและเตาเผาไหม้ขนาดใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมได้

การสืบค้นข้อมูลและเก็บข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อน จะมุ่งเน้นไปที่ผู้ประกอบการ หรือโรงงานอุตสาหรรมที่มีการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อนเป็นหลัก เช่น โรงอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร โรงอบแห้งลำไย โรงบ่มใบยาสูบ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้งานหม้อไอน้ำ เป็นต้น พร้อมทั้งดำเนินการสอบถามข้อมูลทางด้านเทคนิค และความสนใจด้านการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงเดิมเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจากการสืบค้นข้อมูลเบื้องต้น ได้รายละเอียดและรายชื่อของโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดเชียงรายที่มีความต้องการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล จำนวน 11 แห่ง โดยแยกรายละเอียดการใช้เชื้อเพลิง ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 17 ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดเชียงราย ที่มีความต้องการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

ลำดับ	เลขทะเบียนโรงงาน	ชื่อโรงงาน	ประเภทหม้อไอน้ำ	ประเภทเชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	ประกอบกิจการ
1	จ3-1-1/55ชร	บ. วิน ฟู้ด 777 จำกัด	หม้อไอน้ำ	เชื้อเพลิงชีวมวล(ฟืน)		อบแห้งลำไย
2	573553002137	หจก. อาร์ ที เอ็ม เจริญทรัพย์การเกษตร	หม้อไอน้ำ	ไม้ฟืนและซังข้าวโพด		อบข้าวโพด
3	จ3-1-1/48ชร	บ. ร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักส์กรุ๊ป จำกัด	หม้อไอน้ำ	เชื้อเพลิงชีวมวล(ฟืน)		บ่มใบยาสูบ,อบพืช เมล็ดพืช
4		สถานีป่าก่อดำ	เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง	เชื้อเพลิงชีวมวล(ฟืน)	3,000 times/batch 3,840 baht/batch	บ่มใบยาสูบ
5		โรงบ่มใบยาสูบ	เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง		3,200 kg/batch 3,600 time/batch 4-6 day	อบแห้งลำไย
6		ชาวไร่บ่มเอง	เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง	เชื้อเพลิงชีวมวล(ฟืน)	9,000 kg/mth หรือ 10,800 baht/mth	บ่มใบยาสูบ
		ชาวไร่บ่มเอง	เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง	เชื้อเพลิงชีวมวล(ฟืน)	12,000 kg/mth หรือ 14,400 baht/mth	บ่มใบยาสูบ
7		นายปัญญา แสงจันทร์ โรงบ่มใบยาสูบ	เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง			บ่มใบยาสูบ
8		โรงบ่มใบยาประหยัดพลังงาน	เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง	เชื้อเพลิงชีวมวล(ฟืน)	23,000 kg/mth	บ่มใบยาสูบ
9		โรงบ่มใบยาสูบ	เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง	เชื้อเพลิงชีวมวล(ฟืน)	30,000 kg/mth	บ่มใบยาสูบ
10		สมบูรณ์ ศรีแก้ว	เตาเผาไหม้เชื้อเพลิง		15,000 kg/mth หรือ 20,000 baht/mth	บ่มใบยาสูบ

จากการสืบค้นข้อมูลในตาราง17 พบว่ามีสถานประกอบการที่มีความพร้อมทางด้านเทคนิคและมีความต้องการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (wood pellets) จำนวน 3 แห่ง ดังข้อมูลตามภาพ 26

ภาพ 26 แผนที่แสดงที่ตั้งของโรงงานที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ ในจังหวัดเชียงราย

จากภาพ26 พบว่าเป็นสถานประกอบการประเภท โรงงานอบลำไย 2 แห่ง คือ บจก. ร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักซ์กรุ๊ป และ บจก. วินฟู้ด ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่สรวยและอำเภอเทิง และอีก 1 แห่ง รับอบแห้งข้าวโพด คือ หจก.อาร์ ที เอ็ม เจริญทรัพการเกษตร ตั้งอยู่ที่อำเภอเวียงป่าเป้า

ตาราง 18 ข้อมูลโรงอบแห้งลำไยบริษัท วินฟู้ด 777 จำกัด

ชื่อสถานประกอบการ	บจก. วินฟู้ด 777
พิกัด GPS	19.5282245 , 99.4643908
ประกอบกิจการ	อบลำไยแห้ง
ประเภท/จำนวน/กำลังผลิตไอน้ำ	หม้อไอน้ำแบบท่อไฟนอน จำนวน 2 ลูก อบลำไยได้ 48 ห้อง
ประเภท/ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	ไม้ฟืน ปีละ 5,000,000 บาท (วันละ 200,000 กิโลกรัม)
อายุการใช้งาน	4 ปี
ระยะเวลาใช้งานหม้อไอน้ำ	24 ชั่วโมงต่อวัน 60 วันต่อปี
อุปกรณ์ขนส่ง/พื้นที่เก็บเชื้อเพลิง	รถ Folklift 8 คัน รถตัก 1 คัน มีพื้นที่เก็บเชื้อเพลิงกว่า 25 ตารางเมตร

ภาพ 27 แสดงการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้งานหม้อต้มไอน้ำของบริษัท วินฟู้ด 777 จำกัด

ตาราง 19 ข้อมูลโรงอบแห้งลำไย หจก.อาร์ ที เอ็ม เจริญทรัพการเกษตร

ชื่อสถานประกอบการ	หจก. อาร์ ที เอ็ม เจริญมรัพย์การเกษตร
พิกัด GPS	19.5282245 , 99.4643908
ประกอบกิจการ	อบลำไยแห้ง อบแห้งข้าวโพด
ประเภท/จำนวน/กำลังผลิตไอน้ำ	หม้อไอน้ำแบบท่อไฟนอน จำนวน 1 ลูก อบลำไยได้ 8 ห้อง
ประเภท/ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	ซังข้าวโพดราคา 500 บาทต่อตัน
อายุการใช้งาน	1 ปี
ระยะเวลาใช้งานหม้อไอน้ำ	24 ชั่วโมงต่อวัน 60 วันต่อปี
อุปกรณ์ขนส่ง/พื้นที่เก็บเชื้อเพลิง	รถ Folklift 4 คัน รถตัก 2 คัน มีพื้นที่เก็บเชื้อเพลิงกว่า 10 ตารางเมตร

ภาพ 28 แสดงการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้งานหม้อต้มไอน้ำของ หจก.อาร์ ที เอ็ม เจริญทรัพการเกษตร

ตาราง 20 ข้อมูลโรงอบแห้งลำไยบริษัทร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักส์กรุ๊ป จำกัด

ชื่อสถานประกอบการ	บจก.ร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักส์กรุ๊ป
พิกัด GPS	19.5282245 , 99.4643908
ประกอบกิจการ	อบลำไยแห้ง
ประเภท/จำนวน/กำลังผลิตไอน้ำ	หม้อไอน้ำแบบท่อไฟนอน จำนวน 2 ลูก ผลิตไอได้ตัวละ 30 ตันต่อชั่วโมง อบลำไยได้ 48 ห้อง
ประเภท/ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง	ไม้ฟืนเนื้อแข็ง ลิ้นจี่ ลำไย มะขาม ปีละ 2,000,000 บาท
อายุการใช้งาน	3 ปี
ระยะเวลาใช้งานหม้อไอน้ำ	24 ชั่วโมงต่อวัน 90 วันต่อปี
อุปกรณ์ขนส่ง/พื้นที่เก็บเชื้อเพลิง	รถ Folklift 6 คัน รถตัก 2 คัน มีพื้นที่เก็บเชื้อเพลิงกว่า 25 ตารางเมตร

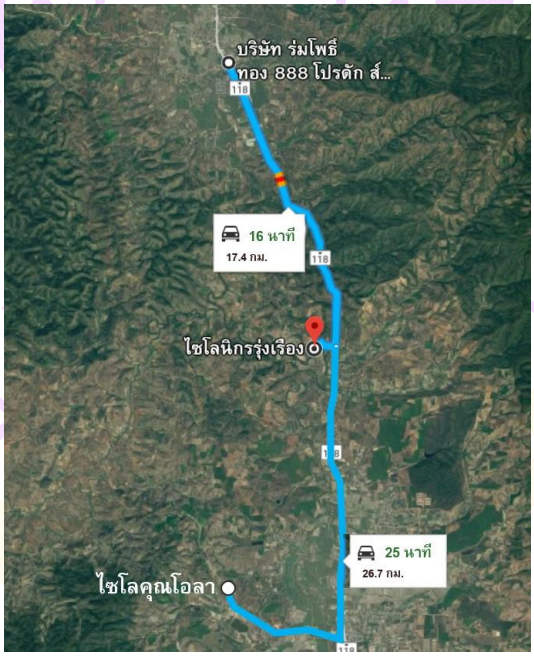
ภาพ 29 แสดงการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้งานหม้อต้มไอน้ำของ บริษัทร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักส์กรุ๊ป จำกัด

ผลสรุปการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้งานหม้อต้มไอน้ำของสถานประกอบการทั้ง 3 แห่งในพื้นที่จังหวัดเชียงราย พบว่าสถานประกอบการโรงอบแห้งลำไย บริษัท ร่มโพธิ์ทอง 888 โปร

ดักส์กรุ๊ป จำกัด ในอำเภอแม่สรวย มีความพร้อมและเหมาะสมที่สุดในการเข้าร่วมโครงการฯ ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเลือกใช้สถานประกอบการแห่งนี้ในการทดสอบแบบจำลอง ซึ่งพบว่ามีความต้องการเชื้อเพลิงชีวมวลทางเลือก (wood pellets) สำหรับใช้ทดแทนเชื้อเพลิงเดิม (ไม้ฟืน) จำนวน 22.22 ตัน/วัน (ที่เวลาทำงาน 90 วัน/ปี) หรือประมาณ 2,000 ตัน/ปี เพื่อใช้กับหม้อไอน้ำแบบท่อไฟนอน จำนวน 2 ลูก ผลิตไอน้ำได้ 30 ตัน/ชั่วโมง/ตัว และสามารถอบลำไยได้ 48 ห้อง

การคัดเลือกแหล่งวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง

ในงานวิจัยนี้ ได้พิจารณาคัดเลือกแหล่งวัตถุดิบที่เหมาะสมจากระยะทางการขนส่งสินค้า (wood pellets) จากแหล่งผลิตไปยังสถานที่ใช้งานเป็นหลัก อ้างอิงแหล่งวัตถุดิบหรือแหล่งผลิตเชื้อเพลิงใน ตาราง16 และสถานที่ใช้ จากตาราง20 และภาพ29 (ผลสรุปการลงพื้นที่เก็บข้อมูลการใช้งานหม้อต้มไอน้ำ) ซึ่งจะแสดงข้อมูลแหล่งผลิตเชื้อเพลิงที่เหมาะสมและสถานที่ใช้งาน พร้อมระยะทางรวมในการขนส่งสินค้าทั้งหมด ดังแสดงในภาพ30



ภาพ 30 แสดงข้อมูลแหล่งผลิตที่เหมาะสม สถานที่ใช้งานและระยะทางการขนส่ง

จากภาพ30 จะเห็นได้ว่าเส้นทางในการขนส่งสินค้า (wood pellets) จากแหล่งผลิตไปยังสถานที่ใช้ (บริษัทร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักส์กรุ๊ป จำกัด) ของ ไซโลนิกรรุ่งเรืองมีระยะทางที่สั้นกว่าไซโลคุณโอลา 9.3 กิโลเมตร และใช้เวลาเดินทางน้อยกว่า 9 นาที ดังนั้นงานวิจัยนี้จะ

เลือกใช้แหล่งวัตถุดิบของไซโลนิกรุ่งเรือง ที่ใช้ระยะทางในการขนส่งสินค้า 17.4 กิโลเมตร เวลาเดินทาง 16 นาที ในการทดสอบแบบจำลองฯ เนื่องจากมีต้นทุนการขนส่ง และการใช้พลังงานน้อยที่สุด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด (wood pellets)

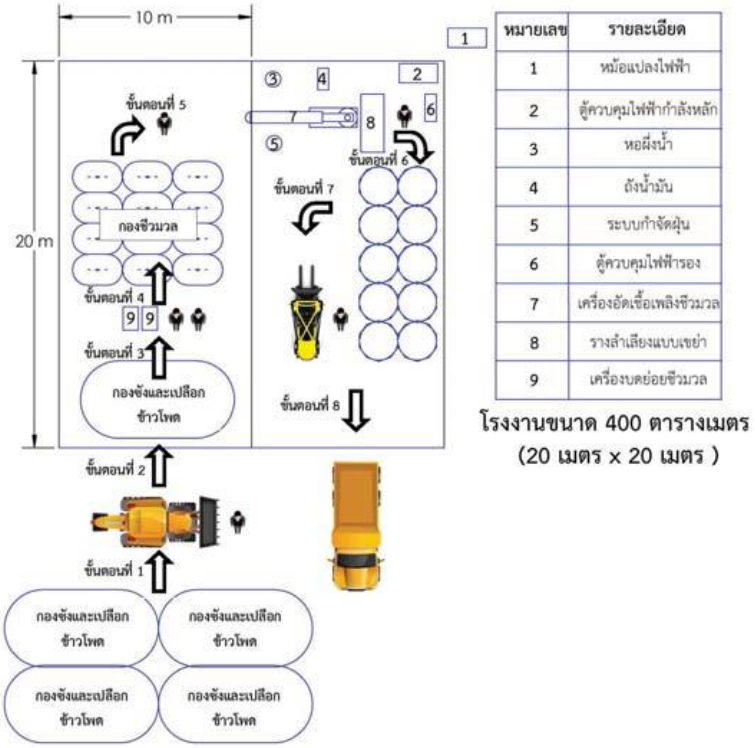
เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง (wood pellet) เกิดจากการนำเอาเชื้อเพลิงชีวมวล มาบดย่อย ลดความชื้น และอัดขึ้นรูปเป็นแท่งคล้ายกับแท่งตะเกียบ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 6–10 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 20 – 40 มิลลิเมตร ซึ่งจะแสดงกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ตามภาพ31และ32 แผนผังกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ภาพ 31 แสดงกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง (wood pellet)

ในงานวิจัยนี้ ได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง (wood pellet) ของ สหกรณ์การเกษตรแม่แจ่ม จำกัด จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งได้ทำการศึกษารูปแบบการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ในแต่ละขั้นตอน ตามภาพ31 เป็นการใช้เครื่องจักรกลและมีคนเป็นผู้ควบคุมการผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนการรวบรวมจัดหาวัตถุดิบ การผลิตเชื้อเพลิง และการขนสินค้าไปจำหน่าย ซึ่งพบว่าในแต่ละกิจกรรมการผลิตจะส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานเกิดขึ้น

ดังนั้น งานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการใช้พลังงาน ซึ่งประกอบไปด้วยการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็น

หลัก โดยใช้ฐานข้อมูลการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งของ สหกรณ์การเกษตรแม่แจ่ม จำกัด เพื่ออ้างอิงรูปแบบการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง (wood pellet) สำหรับใช้ทดสอบแบบจำลองฯ ในพื้นที่ศึกษาต่อไป



1) อาคารโรงคลุมระบบ 2) ระบบไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องจักรระบบแสงสว่างและอื่น ๆ 3) ระบบน้ำประปา และสาธารณูปโภค 4) เครื่องจักร และระบบลำเลียง 5) พื้นที่กองเก็บเชื้อเพลิง

ภาพ 32 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

จากภาพ32 เป็นรูปแบบการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ของสหกรณ์การเกษตรแม่แจ่ม จำกัด ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตโดยสังเขป ดังนี้

1. ใช้รถแทรกเตอร์ (ใช้น้ำมันดีเซล 3.9 กิโลเมตร/ลิตร) ลำเลียงวัตถุดิบที่กองไว้เข้าเครื่องบดหยาบ (กำลังไฟ 37 กิโลวัตต์/ชั่วโมง)

2. เปิดสายพานลำเลียงวัตถุดิบที่บดหยาบแล้วเข้าเครื่องสับย่อย (กำลังไฟ 44 กิโลวัตต์/ชั่วโมง)

3. เดินเครื่องสับละเอียด และใช้โบว์เวอร์ (กำลังไฟ 3 กิโลวัตต์/ชั่วโมง) ดูดวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการสับละเอียดแล้วส่งไปยังหัวอัดเชื้อเพลิงชีวมวล

4. ทำการอัดเม็ดเชื้อเพลิงแบบร้อน (Hot Press Process) โดยใช้เครื่องอัดแบบจานหมุนประเภท ZLSP300BR (กำลังไฟ 74 กิโลวัตต์/ชั่วโมง)

5. เปิดตระแกรงร่อนเม็ดเชื้อเพลิง (กำลังไฟ 1 กิโลวัตต์/ชั่วโมง) ลำเลียงไปยังถุงบรรจุสินค้า

6. ใช้รถโฟล์คลิฟท์ (ใช้น้ำมันดีเซล 40 กิโลเมตร/ลิตร) ลำเลียงสินค้าขึ้นรถเพื่อขนส่งไปยังสถานที่ใช้ โดยรถบรรทุก 6 ล้อ (ใช้น้ำมันดีเซล 10.7 กิโลเมตร/ลิตร) ต่อไป

ผลการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคในการเดินเครื่องหม้อไอน้ำระบบเชื้อเพลิงชีวมวล

ในงานวิจัยนี้ ได้นำข้อมูลผลการทดสอบการเดินเครื่องหม้อไอน้ำระบบเชื้อเพลิงชีวมวลของบริษัท เจ.เค. ชนาธาร จำกัด ภายใต้โครงการสนับสนุนเพื่อเปลี่ยนหัวเผาหม้อไอน้ำไปเป็นหัวเผาที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งจัดทำโดย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มาใช้อ้างอิงในแบบจำลองฯ เพื่อใช้วิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง (wood pellet) ของพื้นที่ศึกษาที่ได้กำหนดไว้ ดังตาราง20 โดยจะแสดงข้อมูลผลการทดสอบการเดินเครื่องหม้อไอน้ำระบบเชื้อเพลิงชีวมวลของ บริษัท เจ.เค. ชนาธาร จำกัด ดังนี้

บริษัท เจ.เค. ชนาธาร จำกัด ดำเนินงานด้านอุตสาหกรรมลำไยอบแห้ง และผลไม้อบแห้ง โดยมีโรงงานการผลิตอยู่ที่จังหวัดพะเยา ทีมที่ปรึกษาได้ตรวจสอบการเดินเครื่องหม้อไอน้ำหลังจากเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงชีวมวล (Wood pellet) โดยมีรายละเอียดข้อมูลของหม้อไอน้ำเชื้อเพลิงชีวมวล ดังนี้

ผู้ผลิต : บริษัท เค.พี. เอ็กซ์เพอทเอนจิเนียริ่ง จำกัด
รุ่น : –
ชนิดหม้อไอน้ำ : ท่อไฟนอน (Package)
ขนาดหม้อไอน้ำ : 10 ตัน/ชั่วโมง
ชนิดเชื้อเพลิง : Wood pellet
หัวเผา : TMI 5500
อัตราการฉีดเชื้อเพลิง :
800 kg/h (maximum)

ภาพ 33 แสดงหม้อไอน้ำเชื้อเพลิงชีวมวลของบริษัท เจ.เค. ชนาธาร จำกัด

รายงานผลการตรวจวัดและคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ (Boiler Efficiency) หลังเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

ตาราง 21 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

ข้อมูล	ค่าตรวจวัด/บันทึก	หน่วย
อัตราน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ	3.0679	m^3/hr
อุณหภูมิน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ	72.56	°C
ความดันไอน้ำที่ผลิต	4.12	bar
อัตราน้ำที่โบลว์ดาวน์	44.721	kg/hr
อัตราเชื้อเพลิงที่ป้อนหม้อไอน้ำ	610.25	kg/hr
ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง (Wood pellet)	17.795	MJ/kg

<u>การคำนวณประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ</u>

อัตราน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ = 2,996.19 m^3/hr

อุณหภูมิน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ = 72.56 °C

ค่าปริมาตรจำเพาะของน้ำที่อุณหภูมิ 72.56 °C = 0.001023934 m^3/kg

อัตราน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ = 3.0679/0.001023934

= 2,996.19 kg/hr

เอนธาลปีของน้ำที่อุณหภูมิ 72.56 °C = 303.745 kJ/kg

เอนธาลปีของน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ = 2,996.19 x 303.745

= 910,077.54 kJ/hr

ปริมาณไอน้ำที่ผลิตได้ = อัตราน้ำป้อน – อัตราน้ำโบลว์ดาวน์

= 2,996.19 – 44.721

= 2,951.47 kg/hr

อุณหภูมิของไอน้ำที่ความดัน 4.12 bar = 144.681 °C

เอนธาลปีของน้ำที่อุณหภูมิ 144.681 °C = 2,739.398

เอนธาลปีของไอน้ำที่ผลิตได้ = 2,951.47 x 2,739.398

= 8,085,249.03 kJ/hr

ความร้อนจากเชื้อเพลิงที่ให้กับหม้อไอน้ำ = 610.25 x 17,795

= 14,236,000.00 kJ/hr

ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ

$$= \frac{(\text{เอนธาลปีของไอน้ำที่ผลิตได้} - \text{เอนธาลปีของน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ})}{\text{ความร้อนจากเชื้อเพลิงที่ให้กับหม้อไอน้ำ}} \times 100$$

$$= \frac{(8,085,249.03 - 910,077.54)}{10,859,398.75} \times 100$$

= 66.07 %

รายงานผลการตรวจวัดและคำนวณประสิทธิภาพการเผาไหม้ (Combustion Efficiency)

วิธีการและเครื่องมือ: เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ (Flue gas analysis)

การตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำที่ผลิตไอน้ำ ไปใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อทราบประสิทธิภาพการเผาไหม้ และภาระการใช้งานของปริมาณความร้อน ในการคำนวณและวิเคราะห์สมรรถนะของหม้อไอน้ำ และอุปกรณ์ที่ใช้ความร้อน การตรวจวัดการใช้พลังงานจะเน้นที่การตรวจวัดในสภาวะที่โรงงานทำการผลิตปกติ เป็นการตรวจวัดแบบชั่วขณะและการตรวจวัดครั้งเดียวเพื่อให้ได้ค่าที่เป็นตัวแทนการทำงานในขณะที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ทำงานที่สภาวะปกติ ซึ่งเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะของหม้อไอน้ำ ทำให้ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่ได้เบี่ยงเบนไปจาก ความเป็นจริงไม่มากนัก

ค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ เป็นความสามารถของเครื่องมือเผาไหม้เชื้อเพลิง (Burner) ที่จะเผาไหม้เชื้อเพลิงให้หมดสมบูรณ์ โดยใช้อากาศน้อยที่สุด โดยทั่วไปจะคำนวณได้จากประสิทธิภาพการเผาไหม้ = 100 –ร้อยละของความร้อนที่สูญเสียไปกับไอเสีย

หลังจากการตรวจวัดค่าการใช้งานต่าง ๆ ของหม้อไอน้ำของบริษัท เจ.เค. ชนาธาร ทีมที่ปรึกษาสามารถสรุปข้อมูลการตรวจวัดที่จะนำมาใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำได้ ดังนี้

ตาราง 22 รายละเอียดผลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ

รายการตรวจวัด	ผลการตรวจวัด		มาตรฐาน	ผลการเปรียบเทียบ
	น้ำมันเตา	ชีวมวล		
เชื้อเพลิงที่ใช้	น้ำมันเตา ซี	Wood Pellet	-	-
อุณหภูมิของก๊าซไอเสีย (Flurgas Temp.) (oC)	170.5	165.56	-	-
ก๊าซออกซิเจนในก๊าซไอเสีย (% Oxygen ; O2)	1.9	5.89	7-10	ผ่าน
ก๊าซคาร์บอนไดร์ออกไซน์ (% Carbon Dioxide ; CO2)	14.52	10.24	12-13	ค่อนข้างต่ำ
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซน์ (Carbon Monoxide ; CO) (ppm)	23	275.304	< 690	ผ่าน
อุณหภูมิแวดล้อม (Amb.air Temp.) (oC)	37.5	40	-	-

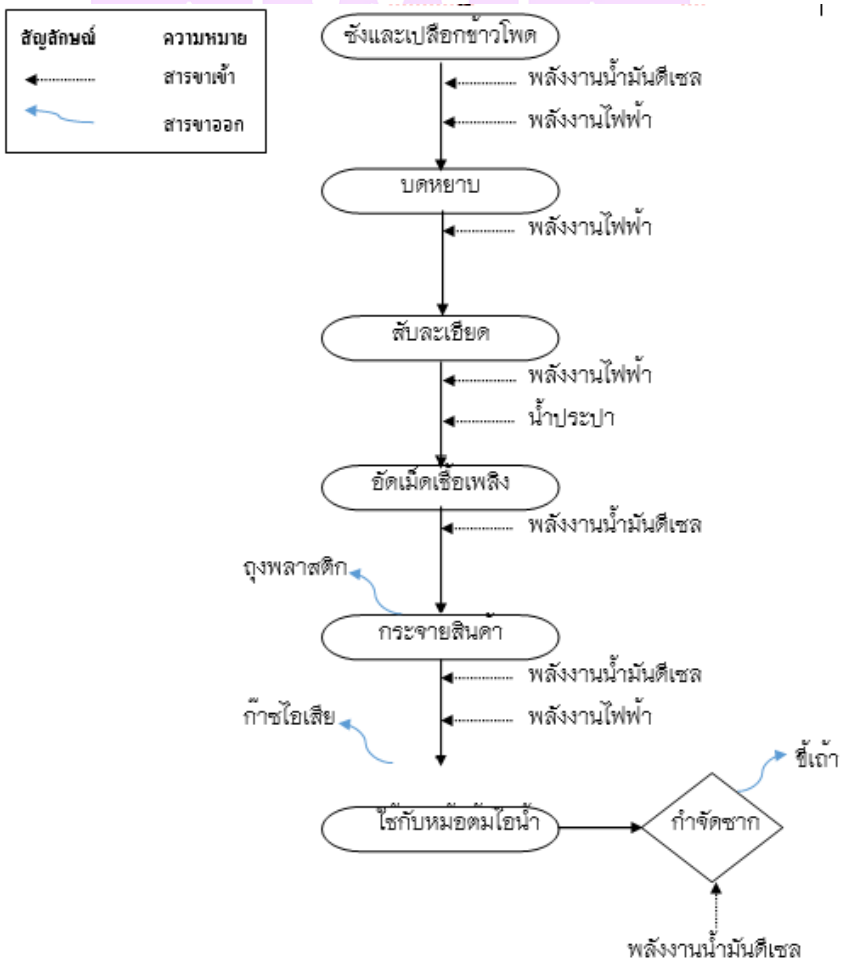
ตาราง 23 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของหม้อไอน้ำ (Combustion efficiency)

ข้อมูลทั่วไป			หัวเผาน้ำมันเตา	หัวเผาเชื้อเพลิงชีวมวล
ขนาดหม้อน้ำ (กำลังการผลิต)	ton/h		10	10
ความดันไอน้ำสูงสุด	kg/sq.cm		5	5
พื้นที่ถ่ายเทความร้อน	sq.m		221	221
เวลาการท่างาน	h/y		2,880	2,880
เชื้อเพลิง			น้ำมันเตา	Wood Pellet
ชนิด			เหลว	แข็ง
ความชื้น	%	H	100	7.2
ปริมาณ (เฉลี่ย)	l/hr, ton/h		372.92	0.61
ราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ย	บาท/kg		12	3.0
ค่าความร้อนต่ำของเชื้อเพลิง	kCal/kg	LHV	9,117.703	4,250.26

งานวิจัยนี้ ได้ใช้ข้อมูลอ้างอิงสถานที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (wood pellet) ตามตาราง21 สถานประกอบการโรงอบแห้งลำไยบริษัทร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักส์กรุ๊ป จำกัด ในการทดสอบแบบจำลองฯ โดยสถานที่ใช้แห่งนี้ มีหม้อไอน้ำแบบท่อไฟนอน จำนวน 2 ลูก ผลิตไอน้ำได้ 30 ตัน/ชั่วโมง/ตัว ซึ่งขนาดใหญ่กว่าหม้อไอน้ำของ บริษัท เจ.เค. ชนาธาร จำกัด 2 เท่า

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะประมาณการค่าความต้องการใช้เชื้อเพลิง และอัตราก๊าซไอเสียที่เกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิง ตามขนาดและจำนวนของหม้อไอน้ำที่กำหนดใช้ในพื้นที่ศึกษาต่อไป

แบบจำลองผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด



ภาพ 34 แบบจำลองวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

จากภาพ 34 เป็นแบบจำลองการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต ของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (wood pellet) โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดปัจจัยหลักในการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์สารขาเข้า (Input) เช่นไฟฟ้า, น้ำมัน, น้ำประปา 2) การวิเคราะห์สารขาออก (Output) เช่น ก๊าซไอเสีย, น้ำเสีย, ขี้เถ้า เป็นต้น ซึ่งไม่รวมฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เนื่องจากไม่สามารถตรวจวัดในพื้นที่จริงได้

และเพื่อให้แบบจำลองฯ มีความครบถ้วนและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีการตั้งสมมุติฐานที่เหมาะสม รวมทั้งศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับข้อกำหนดที่ต้องให้ความสำคัญสำหรับการคำนวณ โดยได้จัดทำเป็นตาราง ดังตารางที่ 24 แสดงลักษณะของปัญหา การตั้งสมมุติฐานและข้อกำหนดต่าง ๆ สำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (wood pellet)

ตาราง 24 ลักษณะของปัญหาการตั้งสมมุติฐานและข้อกำหนดต่าง ๆ สำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ลักษณะของปัญหา	สมมุติฐานและข้อกำหนด
1. วัตถุประสงค์	เปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยชีวมวลให้ย่อยสลายเองตามธรรมชาติ กับการนำชีวมวลไปอัดเม็ดและใช้งาน
2. การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	แปลงค่าที่ได้ทั้งหมดเป็นหน่วย Co_2 –equivalents
3. การรวบรวม ขนถ่าย และขนส่ง	ใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ขนาดบรรทุกตามกฎหมายกำหนด
4. โรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด	กำหนดให้มีเพียง 1 แห่ง คือ ไซโลนิกรรุ่งเรือง ซึ่งมีปริมาณวัตถุดิบชีวมวลทั้งหมด 3,330 ตัน/ปี
5. กำลังการผลิตของโรงงานผลิตเชื้อเพลิง	สามารถผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดได้ 375 กิโลกรัม/ชั่วโมง
6. ข้อจำกัดทางด้านเวลาในการทำงาน	กำหนดเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน และจำนวนวันทำงานทั้งหมด 250 วัน/ปี
7. กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด	มีของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต 1 % (กากของเสียวัตถุดิบ เช่น ฝุ่นละออง และเศษวัตถุดิบตามเครื่องจักร)
8. สถานที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด	กำหนดให้มีเพียง 1 แห่ง คือ บริษัทร่มโพธิ์ทอง 888 โปรดักส์กรุ๊ป จำกัด ซึ่งมีความต้องการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล 14.64 ตัน/วัน
9. การประเมินวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด	พิจารณาจากรอบการผลิตเชื้อเพลิงเพื่อป้อนเข้าสู่โรงงานสถานที่ใช้ที่มีความต้องการเชื้อเพลิงชีวมวล ในเวลา 1 วันทำการ

ตาราง 24 (ต่อ)

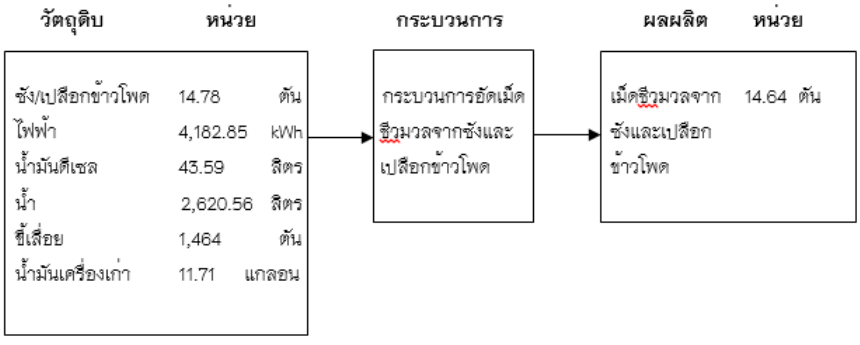
ลักษณะของปัญหา	สมมุติฐานและข้อกำหนด
10. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการขนส่งสินค้า	พิจารณาการขนส่งตามระยะทางขนส่งแบบทางเดียว หรือขาไป เท่านั้น ไม่รวมการขนส่งขากลับ
11. การกำจัดซากผลิตภัณฑ์	ใช้กรรมวิธีการฝังกลบแบบ Landfill

1. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

การจัดเก็บข้อมูลการใช้ทรัพยากรและพลังงาน รวมถึงของเสีย ตลอดขอบเขตที่กำหนด (แผนผังวัฏจักรชีวิต) ในงานวิจัยนี้ได้เก็บข้อมูลด้านปฐมภูมิ (primary data) ซึ่งเป็นส่วนข้อมูลที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้ไฟฟ้าในการผลิต, การใช้เชื้อเพลิงในการขนส่ง, การใช้น้ำในกระบวนการผลิต และสำหรับข้อมูลที่ไม่สามารถจัดเก็บได้ จะอ้างอิงข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) จากฐานข้อมูลกลาง งานวิจัย LCA ที่ผ่านมา เช่น การปล่อยก๊าซ GHG ของการผลิตไฟฟ้า น้ำมัน, การปล่อยก๊าซ GHG ของการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด, การปล่อยก๊าซ GHG ของการบำบัดน้ำเสีย ฯลฯ

และการประเมินการใช้พลังงานและทรัพยากรที่ไม่สามารถตรวจวัดหรือสำรวจได้ เช่น พฤติกรรมการใช้งาน, รูปแบบการขนส่ง, ลักษณะการจำหน่าย จำเป็นต้องกำหนดสถานการณ์ (Scenario) ขึ้นมา โดยงานวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ส่วนการผลิต 2) ส่วนการกระจายสินค้า 3) ส่วนการบริโภคและกำจัดซาก ซึ่งรูปแบบการวิเคราะห์ในแต่ละส่วน จะนำเสนอดังนี้

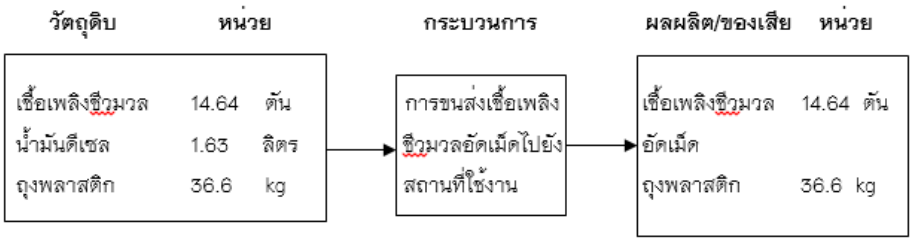
1.1 ส่วนการผลิต (กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด)



ภาพ 35 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด จำนวน 14.64 ตัน

จากภาพ35 กรณีเทียบอัตราการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดต่อ 1 หน่วยกิโลกรัม พบว่ามีการใช้ทรัพยากรในการผลิต คือ ไฟฟ้า 1 kWh, น้ำมันดีเซล 0.0029 ลิตร, น้ำ 0.179 ลิตร, ขี้เลื่อย 0.1 kg, และน้ำมันเครื่องเก่า 0.0008 แกลอน

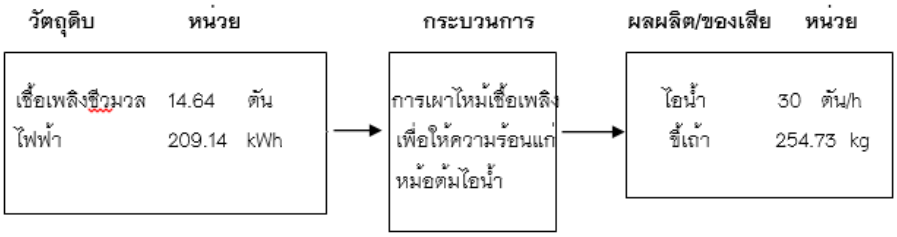
1.2 ส่วนการกระจายสินค้า (จัดส่งเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดไปยังสถานที่ใช้งาน)



ภาพ 36 กระบวนการจัดส่งเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดไปยังสถานที่ใช้งาน

จากภาพ36 กรณีเทียบอัตราการขนส่งเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดต่อ 1 หน่วยกิโลกรัม พบว่ามีการใช้ทรัพยากรในการขนส่ง คือ น้ำมัน 0.0001 ลิตร และถุงพลาสติกที่ต้องนำไปกำจัด 0.0025 kg

1.3 ส่วนการบริโภคและกำจัดซาก (การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดกับหม้อต้มไอน้ำ)



ภาพ 37 กระบวนการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดกับหม้อต้มไอน้ำ ขนาด 30 ตัน

จากภาพ37 กรณีเทียบอัตราการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดต่อ 1 หน่วยกิโลกรัม พบว่ามีการใช้ทรัพยากรไฟฟ้ากับสายพานลำเลียง 0.014 kWh สามารถผลิตไอน้ำได้ 0.002 ตัน/h และมีซากขี้เถ้าที่ต้องนำไปกำจัด 0.017 kg

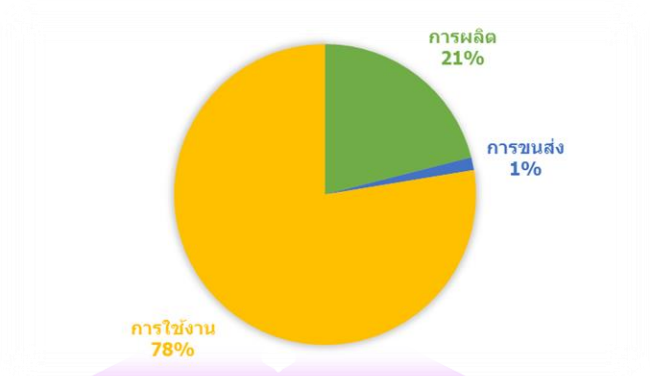
2. บัญชีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

การคำนวณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ สามารถทำได้โดย การคำนวณจากข้อมูลกิจกรรม (Activity data) คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) โดยจะแสดงผลการวิเคราะห์บัญชีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด ดังตาราง 25

ตาราง 25 บัญชีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

กิจกรรม	สารขาเข้า/ออก	หน่วย	ค่า Factor ($kgCO_2eq$/หน่วย)	จำนวนที่ใช้ในชีวมวลอัดเม็ด 14.64 ตัน	ค่า Emission ($kgCO_2eq$)
การผลิต (2,784.42 $kgCO_2eq$)	1. ไฟฟ้า	kWh	0.6093	4,182.85	2,548.61
	2. น้ำมันดีเซล	ลิตร	2.6244	43.59	114.40
	3. น้ำประปา	m^3	0.7043	2.62	1.85
	4. น้ำมันเครื่องใช้แล้ว	แกลลอน	10.2100	11.71	119.56
การขนส่ง (182.00 $kgCO_2eq$)	5. น้ำมันดีเซล	ลิตร	2.6244	1.63	4.28
	6. ถุงพลาสติก	kg	1.7258	36.6	63.16
	7. กำจัดถุงพลาสติก	kg	3.1300	36.6	114.56
การใช้งาน (10,279.70 kgCO2eq)	8. ไฟฟ้า	kWh	0.6093	209.14	127.43
	9. ชีวมวลอัดเม็ด	kg	0.6930	14,640	10,145.52
	10. กำจัดขี้เถ้า	kg	0.0265	254.73	6.75
		รวม			**13,246.12**

จากตาราง25 แสดงการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด 14.64 ตัน ซึ่งพบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์ 13,246.12 kgCO2eq โดยกิจกรรมที่ส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือ การใช้งาน 10,279.70 kgCO2eq รองลงมาเป็นการผลิต 2,784.42 kgCO2eq และการขนส่ง 182.00 kgCO2eq



ภาพ 38 สัดส่วนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมรายกิจกรรม

กรณีเทียบผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด 1 หน่วยกิโลกรัม พบว่า มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่าหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์ 0.91 kg

3. การเปรียบเทียบผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์

ในงานวิจัยนี้ ได้ตั้งสมมุติฐานงานวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์ในการนำไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อต้มไอน้ำ ขนาด 30 ตัน/ชั่วโมง โดยมีการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลทั้งหมด 14,640 ตัน (สามารถผลิตไอน้ำได้ 8 ชั่วโมง/วัน) เปรียบเทียบกับการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาในหม้อต้มไอน้ำรวมกับการเผาชีวมวลในที่โล่ง (กรณีโรงงานยืนยันใช้น้ำมันเตาเพื่อเป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อไอน้ำ ชีวมวลจากเปลือกและซังข้าวโพดจะถูกกำจัดทิ้งโดยการเผา ค่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงต้องนำมารวมกัน) ดังตาราง26

ตาราง 26 การเปรียบเทียบผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการนำชีวมวลไปใช้ประโยชน์

วัตถุดิบ	หน่วย	ค่า Factor ($kgCO_2eq$ / หน่วย)	ปริมาณ	ค่า Emission ($kgCO_2eq$)
1.การเผาไหม้น้ำมันเตา	kg	3.0883	8,951	27,643.40
2.การเผาชีวมวลในที่โล่ง	kg	0.6930	14,780	10,242.54
3.การผลิตชีวมวลอัดเม็ด	kg	0.9049	14,640	13,247.74

จากตาราง26 พบว่าการนำชีวมวลไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดและนำไปใช้งานส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตน้อยกว่าการใช้น้ำมันเตาในระบบหม้อไอน้ำรวม

กับการเผาชีวมวลในที่โล่ง 24,638.20 $kgCO_2eq$ ดังนั้นการนำเม็ดชีวมวลจากซังและเปลือกข้าวโพดมาใช้ผลิตเป็นชีวมวลอัดเม็ด นอกจากลดการเผาในที่โล่งแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าเชื้อเพลิงจากฟอสซิลในที่นี้คือน้ำมันเตา เป็นทางเลือกที่ดีต่อโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน รวมถึงเป็นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด และตอบโจทย์ของประเทศไทยในการพัฒนาทางเลือกการใช้พลังงานทดแทนตามนโยบาย AEDP 2015

บทที่ 5

บทสรุป

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของชีวมวลเหลือทิ้งจากข้าวโพด ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย รวมถึงศึกษาผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมในโรงงานอุตสาหกรรมในที่นี้คือน้ำมันเตา ซึ่งได้จัดทำเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดและเชื้อเพลิงน้ำมันเตา สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อต้มไอน้ำของโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้พื้นที่ของจังหวัดเชียงรายในการทดสอบแบบจำลอง

ผลการศึกษาพบว่า ในปี 2558 จังหวัดเชียงรายมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดรวม 517,819 ไร่ มีผลผลิตข้าวโพดรวม 349,447 ตัน ปริมาณเปลือกและซังข้าวโพดที่เหลือทิ้งจากกระบวนการปอกเปลือกและสีข้าวโพดรวม 513,687 ตัน แนวทางการนำเปลือกและซังข้าวโพดมาใช้ประโยชน์ในด้านพลังงานคือการอัดเม็ดชีวมวลและนำไปใช้ทดแทนน้ำมันเตาในการเผาให้ความร้อนแก่หม้อต้มไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเปลือกและซังข้าวโพดที่มีศักยภาพสูงที่สุด คือ ไซโลนิกรุ่งเรือง อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย มีศักยภาพวัตถุดิบชีวมวลจากเปลือกและซังข้าวโพด 3,330 ตัน/ปี และเชื้อเพลิงชีวมวลที่ผลิตได้จะถูกส่งไปใช้งานในระบบหม้อไอน้ำที่บริษัท ร่มโพธิ์ทอง 888 จำกัด อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ที่มีความต้องการเชื้อเพลิงชีวมวล 14.64 ตัน/วัน ระยะทาง 17.4 กิโลเมตร โดยเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจะถูกนำไปใช้เพื่อทดแทนน้ำมันเตา หม้อต้มไอน้ำแบบท่อไฟนอน ขนาด 30 ตัน/ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์แบบจำลองผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดจากเปลือกและซังข้าวโพด ทั้งในขั้นตอนการผลิต การขนส่งและขั้นตอนการใช้งาน พบว่า มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 13,247.74 kgCO2eq กรณีการใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตาในระบบหม้อไอน้ำและการเผาชีวมวลในที่โล่ง ปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 37,885.94 kgCO2eq

การนำเม็ดชีวมวลจากซังและเปลือกข้าวโพดมาใช้ผลิตเป็นชีวมวลอัดเม็ด นอกจากสามารถลดการเผาในที่โล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในประเด็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าเชื้อเพลิงจากฟอสซิลซึ่งในที่นี้คือน้ำมันเตา วิธีการ

นี้เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน และเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (ม.ป.ป.). **ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย ปี2552.** สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2561, จาก http://www.dede.go.th/ewt_ news.php?nid=486

กระทรวงพลังงาน. (2553). **พลังงานชีวมวล**. สืบค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน 2560, จาก http://www2.dede.go.th/kmmf/download/%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1/%E0%B8%AA%E0%B8%A7%E0%B8%84/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%8A%E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%A1%E0%B8%A7%E0%B8%A5.pdf

เครือข่ายคนไม่เอาถ่านหิน. (2549). **พลังงานสะอาดของไทย.** สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2561. จาก http://www.stopcoal.org/ www/clean/index.asp.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ธีระพงศ์ จินทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และวรรณา เสี้ยววาริณ. (2546). **คู่มือปาล์มน้ำมันและการจัดการสวน**. สืบค้นเมื่อ 6 พฤษภาคม 2561, จาก http://www.natres.psu.ac.th/ researchcenter/Palm-Research/menu/pic-book/2558-palmbook.pdf

บริษัท อีเอ็มกรุ๊ป จำกัด. (ม.ป.ป.). **มาตรการพลังงานทดแทน:การผลิตพลังงานจากชีวมวล.** สืบค้น เมื่อ 7 ธันวาคม 2560, จาก http://www.em-group.co.th/Technology_ Biomass.html.

บูรณะศักดิ์ มาดหมาย. (2552). **การพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม**. สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2561, จาก http://library.dip.go.th/multim6/ebook/DIP%20%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B8%AD10 %20% E0%B8%9A49.pdf

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. (ม.ป.ป.). **โอเอสแอลจากเศษเหลือไม้ยางพารา**. สืบค้นเมื่อ 4 มกราคม 2561, จาก http://webhost.wu.ac.th/woodscience/2004/wood_osl.html

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. (2549). **ชีวมวล**. กรุงเทพมหานคร: ควิพริน้ท์ แมเนจเม้นท์.

วิสาขา ภู่จินดา. (2559). แนวทางการวางแผนพลังงานชุมชนอย่างยั่งยืนของประเทศไทย.

วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม 8(2), 78–87.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2551). **เราไม่ง้อน้ำมัน**. กรุงเทพมหานคร: ฐานการพิมพ์.

องค์การบริหารส่วนตำบลนาทม อำเภอทุ่งฝน จังหวัดอุดรธานี. (2554). **ผลผลิตทางการเกษตร**. สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2561, จาก http://nathom.go.th/default.php?modules=otop3&view_id=136.

อรรคเดช ฤกษ์พิบูล. (ม.ป.ป.). **เถ้าชานอ้อยและเถ้าปาล์มน้ำมัน**. สืบค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2561, จาก http://www.kmutt.ac.th/organization/mecmat/concrete/sites/default/files/03เถ้าชานอ้อยและเถ้าปาล์มน้ำมัน.pdf

Caserini, S., Livio,S., Giugliano,M., Grosso,M. and Rigamonti,L. (2010). **LCA of domestic and centralized biomass combustion: The case of Lombardy (Italy)**. Retrived May 27,2017, from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096195340900258X.

James Keirstead, N. S., A Marco Pantaleo and Nilay Shah. (2012). **Evaluating biomass energy strategies for a UK eco-town with an MILP optimization model.** Retrived May 24, 2017. from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953412000232

Moreno, J. a. D., J. (2012). Life cycle assessment of hydrogen production from biomass gasification: Evaluation of different Spanish feed stocks, **International Journal of Hydrogen Energy,** 38(18), 7616–7622

Niina Kautto, A. A., Sijm Jos and Philip Peck. (2012). **Interaction of the EU ETS and national climate policy instruments – Impact on biomass use**. Retrived June 2, 2018. from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953411000778

Paul Upham, H. R., Julia Tomei and Patricia Thornley. (2011). **The sustainability of forestry biomass supply for EU bioenergy: a post-normal approach to environmental risk and uncertainty**. Retrived May 6, 2018. from https://www.sciencedirect.com /science/article/pii/S1462901111000414

Pedroli et al. (2013). **Is energy cropping in Europe compatible with biodiversity? – Opportunities. and threats to biodiversity from land-based production of**

biomass for ioenergy purposes. Retrived July 17, 2018. from https://www.sciencedirect.com/ science/article/pii/S0961953412003947

Perilhona, C., Alkadee,D., Descombes,G. and Lacour,S. (2012). **Life cycle assessment applied to electricity generation from renewable biomass**. Retrived May 6, 2018. from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610212007989

Phoochinda, W. (2012). **Initial assessment of air pollution from electricity generation using renewable energy and management in Thailand**. Retrived June 8, 2018. from http://doi.nrct.go.th//ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14456/jem.2015.13

Tabata, T. a. O., T. (2012). **Life Cycle Assessment of Woody Biomass Energy Utilization: Case Study in Gifu Prefecture, Japan**. Retrived March 16, 2018. from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544212005166

US.EPA. (2017). **Compilation of Emission Factors**. Retrived January 8, 2018. from http://www.epa.gov/oms/ap42.htm.

Zhen-yu Zhao, Z. Y. a. Y., Y. (2012). **Assessment of the biomass power generation industry in China**. Retrived February 21, 2018. from https://www.sciencedirect.com/ science/article/pii/S0960148111002436

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ–สกุล	นายเจษฎาพร สืบก่ำ
วัน เดือน ปี เกิด	1 เมษายน 2512
สถานที่เกิด	จังหวัดอุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา	พธ.บ. รัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 2555.
ที่อยู่ปัจจุบัน	16 หมู่ที่5 ตำบลดอนไชย อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย
ผลงานตีพิมพ์	เจษฎาพร สืบก่ำ ต่อพงศ์ กรีธาชาติ (ผู้บรรยาย). (21–22 พฤศจิกายน 2561). การประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของการนำชีวมวลจากข้าวโพดมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด สำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ปอมท. ประจำปี2561 (หน้า189–195). กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ