



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน
ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลทางเลือก สำหรับชุมชนยั่งยืน
เพื่อทดแทนก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

โดย

อาจารย์ ดร. วีระนุช อินทะกันท์
อาจารย์ นพพงศ์ ศรีตระกูล
อาจารย์ ดร. ประเมศร์ อารมย์ดี
อาจารย์ ดร. นฤทธิ์ ตรีอำรรค

หัวหน้าโครงการฯ
ผู้ร่วมวิจัย
ผู้ร่วมวิจัย
ผู้ร่วมวิจัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

7 สิงหาคม 2559

สัญญาเลขที่ SURDInวก/2557/05

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทน
ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลทางเลือก สำหรับชุมชนยั่งยืน เพื่อทดแทน
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

อาจารย์ ดร. วีระนุช อินทะกันต์

อาจารย์นพพงศ์ ศรีตระกูล

อาจารย์ ดร. ปรมะศรี อารมย์ดี

อาจารย์ ดร. นฤทธิ์ ตรีอำนรรค

หัวหน้าโครงการฯ

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ร่วมวิจัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยศิลปากร
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

ทางทีมผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สถาบันวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัยศิลปากร และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ที่ให้โอกาสและการสนับสนุนการทำวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด รวมทั้งขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ช่วยให้คำแนะนำในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.นิติพงศ์ โสภณพงศ์พิพัฒน์ ดร.ณัฐ ธีระพงษ์ ดร.ณัฐวุฒิ ชาราวดี และทีมนักศึกษาของห้องวิจัย ห้องวิจัยนวัตกรรมเชื้อเพลิงและพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยโครงการนี้อย่างหนักมาโดยตลอด

ทางทีมผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถช่วยพัฒนางานวิชาการให้มีการพัฒนาในทางที่ดียิ่งขึ้น และนอกจากนี้ยังคาดหวังว่าองค์ความรู้ที่ได้ดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาประเทศชาติต่อไปในอนาคต

ทีมผู้วิจัย

บทสรุปผู้บริหาร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อประเมินศักยภาพชีวมวลในพื้นที่ห้วยทรายใต้ จังหวัดเพชรบุรี ประเทศไทย และเพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการแปรสภาพชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงแข็ง โดยอาศัยหลักส่วนใหญ่ของคนในชุมชนได้แก่ การเลี้ยงแพะ ซึ่งอาหารหลักสำหรับการเลี้ยงแพะ คือ ใบและยอดอ่อนของกระถิน โดยวัสดุเหลือใช้จากการเลี้ยงแพะที่เกิดขึ้น ได้แก่ เศษกิ่งและก้านของกระถิน ในงานวิจัยนี้ได้พบว่ามีศักยภาพเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมายมีค่ามากถึง 912.50 ตันต่อปี โดยหนึ่งในชีวมวลที่มีศักยภาพได้แก่ เศษกระถินที่มีปริมาณ 365 ตันต่อปี มีค่าความร้อนสูงถึง 20 MJ/kg และกระถินมีความเหมาะสมสำหรับการผลิตเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ ตามที่ได้ทำการวิเคราะห์ศักยภาพชีวมวลสำหรับการสร้างรายได้ให้กับชุมชน พบว่าเศษกระถินสามารถสร้างรายได้มากถึง 547,500 บาทต่อปี โดยยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายสำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในชุมชนแห่งนี้ด้วยพบว่าค่าใช้จ่ายสำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในภาคครัวเรือนส่วนใหญ่ไม่น้อยกว่า 300 บาท / เดือน / ครัวเรือนหรือร้อยละ 89.55 ซึ่งก็สามารถสังเกตเห็นได้ว่า ค่าใช้จ่ายสำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในชุมชนนี้น้อยอยู่แล้ว ดังนั้นงานวิจัยนี้ควรมุ่งเน้นการสร้างรายได้ใหม่ที่น่าจะเหมาะสมสำหรับชุมชนแห่งนี้ สำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการแปรสภาพชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ ซึ่งพบว่าควรมีการใช้ตัวประสานทางธรรมชาติ เช่น เหน้จ้ำมันหมัก เนื่องจากสามารถช่วยลดต้นทุนค่าพลังงานจาก 4.82 เป็น 0.06 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเหมาะสมสำหรับการลงทุนในเชิงพาณิชย์ โดยเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ คือ ค่าความชื้นเริ่มต้นของกระถินมีค่าเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้นเริ่มต้นของเหน้จ้ำมันหมักมีค่าเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการเติมตัวประสานคือ 20 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิแม่พิมพ์มีค่าเท่ากับ 75 องศาเซลเซียส นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังมีการพัฒนาเชื้อเพลิงแบบอัดผงจากเศษกระถินและเตาแคมป์ชีวมวลสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ หลังจากการพัฒนาเชื้อเพลิงแบบอัดผงจากเศษกระถินและเตาแคมป์ชีวมวลแล้ว ได้มีการทดสอบและใช้งานจริงกับภาคครัวเรือนและภาคการท่องเที่ยว ซึ่งภาคการท่องเที่ยวในงานวิจัยนี้ได้แก่ ชมรมธุรกิจท่องเที่ยวแก่งกระจาน-ลุ่มน้ำเพชรบุรี ซึ่งได้รับผลตอบแทนจากผู้ใช้งานจริงเป็นที่น่าพอใจอย่างมาก และจากการประเมินรายได้จากการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดผงจากเศษกระถินพร้อมบรรจุลงในเตาแคมป์ชีวมวลสำหรับจำหน่ายให้ภาคการท่องเที่ยวสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชน 3.084 ล้านบาทต่อปี สุดท้ายนี้ทางทีมผู้วิจัยได้จัดการฝึกอบรมแก่คนในชุมชนในหัวข้อที่เกี่ยวกับ “เทคโนโลยีการแปรสภาพชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง” โดยการจัดฝึกอบรมเน้นการผลิตเชื้อเพลิงจากเศษวัสดุเหลือใช้ที่มีในชุมชน ซึ่งมีทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ

Executive Summary

The aim of this research are to estimate the biomass potential at Huay Sai Tai, Phetchaburi Province in Thailand, and to study the applied biomass conversion technology to the solid fuels. The occupation of the most people in this community the goat farming, which the main food for the goats is the leaves and young shoots of acacia. The wastes from goat farming is the stems and branches of acacia. In this research, it was found that the biomass potential in this community was 912.50 tons per year. One of the biomass potential is Acacia, It can be seen that potential of the acacia was 365 tons per year. It has a heating value of 20 MJ/kg and it was suitable for the production of pellet fuel. According to the biomass potential analysis for the income in this community, it can generate income equal to 547,500 baht per years. There is also a study on the expenditure for liquefied petroleum gas (LPG) in this community found that it is less than 300 baht / month / household or 89.55 percent. It can be observed that the expenditure for liquefied petroleum gas (LPG) in the Community is less anyway. Therefore, this research should focus on creating new revenue would be suitable for this community. In addition, the applied biomass conversion technology to the pellet fuels was found to be used natural binder as the fermented cassava roots, it can reduce the energy cost from 4.82 to 0.06 baht per kilogram, which it is suitable for commercial investment. Conditions suitable for the pelletization process, the initial moisture content of acacia was 10 percent and the fermented cassava roots was 50 percent. The amount of binder filled was 20 percent. The die temperature was 75 degree celsius. Moreover, this research has also developed a powder fuel from acacia and the biomass camping stoves for conservation tourism. After developing a powder fuel and the biomass camping stoves, they have been experimented and used with actual household sector and tourism sector, which tourism sector for this research is business tourism clubs of Kaeng Krachan - Phetchaburi Basin. The feedback from the user actually was highly satisfied. The assessment of the income from the production of powder fuel with packaged in the biomass camping stove for sale to the tourism sector is 3.084 million baht per year. Finally, the research team has provided training to the community on the topic of "Biomass conversion technology to the fuels". The training focused on the fuels production from agricultural residues within the community which has both lecture and actual practice.

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : SURDI.นวก./2557/05

ชื่อโครงการ : โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลทางเลือก
สำหรับชุมชนยั่งยืน เพื่อทดแทนก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

หัวหน้าโครงการ: อาจารย์ ดร.วิระนุช อินทะกันท์

ระยะเวลาดำเนินการ: (วันที่ 7 เดือน สิงหาคม 2558 – วันที่ 7 เดือน สิงหาคม 2559)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อประเมินศักยภาพชีวมวลในพื้นที่ห้วยทรายใต้ จังหวัดเพชรบุรี ประเทศไทย และเพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการแปรสภาพชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงแข็ง ในงานวิจัยนี้ได้พบว่าศักยภาพเชื้อเพลิงชีวมวลในพื้นที่เป้าหมายมีค่ามากถึง 912.50 ตันต่อปี โดยพบว่าศักยภาพชีวมวลในพื้นที่เป้าหมายนี้ประกอบไปด้วยมูลวัว 547.50 ตันต่อปี และเศษกระถิน 365 ตันต่อปี หนึ่งในชีวมวลที่มีศักยภาพคือ เศษกระถิน ซึ่งมีค่าความร้อนสูงถึง 20 MJ/kg และกระถินมีความเหมาะสมสำหรับการผลิตเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ ตามที่ได้ทำการวิเคราะห์ศักยภาพชีวมวลสำหรับการสร้างรายได้ให้กับชุมชนพบว่าเศษกระถินสามารถสร้างรายได้มากถึง 547,500 บาทต่อปี นอกจากนี้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการแปรสภาพชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ ซึ่งพบว่าควมการใช้ตัวประสานทางธรรมชาติ เช่น เหน้จ้มน้หมัก เนื่องจากสามารถช่วยลดต้นทุนค่าพลังงานจาก 4.82 เป็น 0.06 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเหมาะสมสำหรับการลงทุนในเชิงพาณิชย์ โดยเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ คือ ค่าความชื้นเริ่มต้นของกระถินมีค่าเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้นเริ่มต้นของเหน้จ้มน้หมักมีค่าเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการเติมตัวประสานคือ 20 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิแม่พิมพ์มีค่า 75 องศาเซลเซียส นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังมีการพัฒนาเชื้อเพลิงแบบอัดผงจากเศษกระถินและเตาแคมป์ชีวมวลสำหรับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ หลังจากการพัฒนาเชื้อเพลิงแบบอัดผงจากเศษกระถินและเตาแคมป์ชีวมวลแล้ว ได้มีการทดสอบและใช้งานจริงกับภาคครัวเรือนและภาคการท่องเที่ยว ซึ่งภาคการท่องเที่ยวในงานวิจัยนี้ได้แก่ ชมรมธุรกิจท่องเที่ยวแก่งกระจาน-ลุ่มน้ำเพชรบุรี ซึ่งได้รับผลตอบแทนจากผู้ใช้งานจริงเป็นที่น่าพอใจอย่างมาก และจากการประเมินรายได้จากการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดผงจากเศษกระถินพร้อมบรรจุลงในเตาแคมป์ชีวมวลสำหรับจำหน่ายให้ภาคการท่องเที่ยว สามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชน 3.084 ล้านบาทต่อปี

คำสำคัญ: ศักยภาพชีวมวล, กระถิน, เชื้อเพลิงแบบแท่งตะเกียบ, เชื้อเพลิงแบบอัดผง, เตาแคมป์

Abstract

Project ID: SURDI นวท./2557/05

Project title: Encouraging of renewable energy technologies for production of alternative biomass fuels for sustainable development in communities on replacement of the liquefied petroleum gas (LPG)

Researcher: Dr. Weeranut Intagun

Duration: 7 August 2015 – 7 August 2016

The objectives of this research are to estimate the biomass potential at Huay Sai Tai, Phetchaburi Province in Thailand, and to study the applied biomass conversion technology to the solid fuels. In this research, it was found that the biomass potential in this community was 912.50 tons per year. It can be seen that biomass potential consisted the 547.50 tons per year of dung and the 365 tons per year of acacia. One of the biomass potential is Acacia, which it has a heating value of 20 MJ/kg and it was suitable for the production of pellet fuel. According to the biomass potential analysis for the income in this community, it can generate income equal to 547,500 baht per years. In addition, the applied biomass conversion technology to the pellet fuels was found to be used natural binder as the fermented cassava roots, It can reduce the energy cost from 4.82 to 0.06 baht per kilogram, which It is suitable for commercial investment. Conditions suitable for the pelletization process, the initial moisture content of acacia was 10 percent and the fermented cassava roots was 50 percent. The amount of binder filled was 20 percent. The die temperature was 75 degree celsius. Moreover, this research has also developed a powder fuel from acacia and the biomass camping stoves for conservation tourism. After developing a powder fuel and the biomass camping stoves, they have been experimented and used with actual household sector and tourism sector, which tourism sector for this research is business tourism clubs of Kaeng Krachan - Phetchaburi Basin. The feedback from the user actually was highly satisfied. The assessment of the income from the production of powder fuel with packaged in the biomass camping stove for sale to the tourism sector is 3.084 million baht per year.

Keywords: biomass potential, acacia, pellet fuel, powder fuel, camping stove

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	11
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 การสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล	15
2.2 เชื้อเพลิงที่ได้จากชีวมวล	16
บทที่ 3 วิธีการศึกษาวิจัย	
3.1 การสำรวจศักยภาพชีวมวลและพฤติกรรมการใช้พลังงานความร้อน	19
3.2 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ	23
3.3 การผลิตเชื้อเพลิงอัดก้อนจากเศษกระถิน	31
3.4 เชื้อเพลิงแบบอัดผงและเตาแคมป์สำหรับแหล่งท่องเที่ยว	33
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ผลของการสำรวจศักยภาพชีวมวลและพฤติกรรมการใช้พลังงานความร้อน	34
4.2 ผลของการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ	45
4.3 ผลของคุณสมบัติของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อน	50
4.4 ผลการศึกษาของเชื้อเพลิงแบบอัดผงและเตาแคมป์	52
4.5 การอบรวมการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยเทคโนโลยีการแปรสภาพ	54
บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	59

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนวิธีการดำเนินงานภายในระยะเวลา 12 เดือน	14
ตารางที่ 4.1 การประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรและมูลสัตว์	37
ตารางที่ 4.2 ผู้สนใจในการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล	44
ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ	45
จากเศษกระถินเพียงอย่างเดียวในขั้นตอนการผลิตที่จำนวนรอบต่างๆ	
ตารางที่ 4.4 ลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถิน	48
ผสมเห้ง้ามันสำปะหลังหมักในขั้นตอนการผลิตที่จำนวนรอบต่างๆ	
ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลของคุณสมบัติทางกายภาพและ	49
การวิเคราะห์ต้นทุนพลังงาน	

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของขั้นตอนการสำรวจศักยภาพของชีวมวล และการใช้พลังงานความร้อนของพื้นที่เป้าหมาย	19
รูปที่ 3.2 กรอบแนวความคิดแสดงตัวแปรต้นและตัวแปรตามสำหรับงานสำรวจ	20
รูปที่ 3.3 เศษกิ่งและลำต้นของกระถินที่เหลือใช้จากการเลี้ยงแพะ	23
รูปที่ 3.4 แผนการทดลองการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบ	24
รูปที่ 3.5 เครื่องสับหยาบ	25
รูปที่ 3.6 เครื่องสับละเอียดพร้อมตะแกรงคัดกรองขนาดอนุภาค	25
รูปที่ 3.7 เครื่องขึ้นรูปอัดแท่งแบบ Rotary flat die	26
รูปที่ 3.8 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล	26
รูปที่ 3.9 เครื่องทดสอบความหนาแน่นของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ	27
รูปที่ 3.10 เครื่องทดสอบความทนทานของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ	28
รูปที่ 3.11 ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อน	31
รูปที่ 3.12 แม่แรงไฮดรอลิกส์ที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อน	31
รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการบรรจุเชื้อเพลิงในเตาแคมป์	33
รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านอาชีพหลัก	35
รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายได้จากอาชีพหลัก	35
รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายได้จากอาชีพเสริม	36
รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายจ่ายทั้งหมดภายในครัวเรือนต่อเดือน	37
รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	38
รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของเตาประกอบอาหาร ของภาคครัวเรือน	39
รูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการใช้เชื้อเพลิงของภาคครัวเรือน	40
รูปที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของแก๊สปิโตรเลียมเหลวของ ภาคครัวเรือน	40
รูปที่ 4.9 ผลวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล	43
รูปที่ 4.10 ผลวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสนใจในการเข้าร่วมการจัดอบรม	43
รูปที่ 4.11 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์สัดส่วนตัวผสมที่มีต่อค่าความหนาแน่นของ เชื้อเพลิงแบบอัดก้อนจากเศษกระถินผสมกระดาศ	50

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.12 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์สัดส่วนตัวผสานที่มีต่อค่าดัชนีการแตกร่วนของ เชื้อเพลิงแบบอัดก้อนจากเศษกระถินผสมกระดาศ	51
รูปที่ 4.13 ลักษณะทางกายภาพของเตาแคมป์	52
รูปที่ 4.14 ลักษณะการใช้งานของเตาแคมป์	52
รูปที่ 4.15 การทดลองใช้งานของเตาแคมป์ร่วมกับชมรมธุรกิจท่องเที่ยว แก่งกระจานลุ่มน้ำเพชรบุรี	53
รูปที่ 4.16 การทดลองใช้งานของเตาแคมป์ร่วมกับตัวอย่างของชาวบ้าน ในพื้นที่ชุมชนไร่ใหม่พัฒนา เขตพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี	53
รูปที่ 4.17 แบบจำลองทางธุรกิจเพื่อสร้างรายได้ใหม่โดยการบรรจุเชื้อเพลิงแบบอัดผง ให้แก่กลุ่มชุมชนในพื้นที่เป้าหมาย	54
รูปที่ 4.18 ภาพบรรยากาศภาคบรรยาย	54
รูปที่ 4.19 ภาพบรรยากาศภาคบรรยาย (ต่อ)	55
รูปที่ 4.20 ภาพบรรยากาศภาคปฏิบัติ	55
รูปที่ 4.21 ภาพบรรยากาศภาคปฏิบัติ (ต่อ)	56
รูปที่ 4.22 ภาพบรรยากาศภาคปฏิบัติ (ต่อ)	56

บทที่ 1 บทนำ

สัญญาเลขที่ : SURDI.นวก./2557/05

ชื่อโครงการ : โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลทางเลือก
สำหรับชุมชนยั่งยืน เพื่อทดแทนก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

หัวหน้าโครงการ : อาจารย์ ดร.วีระนุช อินทะกันต์

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์

หน่วยงานร่วมโครงการ :

ระยะเวลาดำเนินการ : 1 ปี หรือ 12 เดือน

(วันที่ 7 เดือน สิงหาคม ปี 2558 - วันที่ 7 เดือน สิงหาคม ปี 2559)

1. ความเป็นมา หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาวิกฤตทางด้านพลังงาน เนื่องจากมีอัตราการการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ โดยใช้พลังงานฟอสซิล น้ำมัน ปิโตรเลียม เป็นเชื้อเพลิงหลัก ในการตอบสนองความต้องการดังกล่าว ซึ่งในอนาคตพลังงานดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะลดลง ด้วยการตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวทำให้มีการพัฒนาพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทน เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานชีวมวล ก๊าซชีวภาพ เป็นต้น และแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ไม่หมดอย่างหนึ่งในประเทศไทยคือ แหล่งพลังงานชีวมวลเนื่องจากหาได้ง่ายและราคาถูกพลังงานจากชีวมวลจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากชีวมวลนั้นเป็นสิ่งที่สามารถผลิตขึ้นทดแทนได้ตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีทั้งพืชและเศษเหลือทิ้งจากเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ของประเทศประกอบอาชีพเกษตรกรรม ผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตการเกษตรก็คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เศษไม้ เหน้กมันสำปะหลัง ฟางข้าว แกลบ ชังข้าวโพด กากอ้อย และกากปาล์ม เป็นต้น จึงเป็นโอกาสดีที่จะนำเศษเหลือทิ้งดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์และลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลจากประเทศผู้ผลิตน้ำมัน นอกจากนี้การใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลยังช่วยรักษาภาวะแวดล้อมด้วย เนื่องจากพลังงานจากชีวมวลมีการปลดปล่อยก๊าซชนิดต่าง ๆ และชนิดของสารพิษโดยรวมออกมาน้อยกว่าพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล และหนึ่งในพื้นที่ที่มีศักยภาพในด้านการพัฒนาการใช้พลังงานเชื้อเพลิงชีวมวล คือ จังหวัดเพชรบุรีเนื่องจากมีวิสาหกิจชุมชนและเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนที่ผลิตและแปรรูปสินค้าทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก โดยจังหวัดเพชรบุรีมีวิสาหกิจชุมชนที่จดทะเบียนแล้ว 232 วิสาหกิจชุมชน สมาชิก 3,634 ราย ตัวอย่างของสินค้าทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ กลัวยหอม ผลิตภัณฑ์จากตาล ผลิตภัณฑ์จากมะพร้าว ผลิตภัณฑ์อาหารทะเล และผลิตภัณฑ์จากปศุสัตว์ ซึ่งในกระบวนการผลิตและแปรรูปสินค้าชนิดต่างๆ มีความจำเป็นต้องใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้พลังงานความร้อนในปริมาณมาก ดังนั้นการลดต้นทุนทางด้านพลังงานจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจะช่วยเสริมสร้างให้วิสาหกิจชุมชนมีศักยภาพที่สูงขึ้น มีความมั่นคงและยั่งยืนทางด้านพลังงาน

จากข้อมูลทางด้านพลังงานเบื้องต้นของจังหวัดเพชรบุรีจะพบว่าการใช้พลังงานความร้อนเพื่อผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์ นิยมใช้ไม้ฟืน ถ่านไม้ และก๊าซปิโตรเลียมเหลว เป็นเชื้อเพลิงหลัก ตัวอย่างการใช้พลังงานความร้อนในการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์ เช่น การผลิตน้ำตาลมะพร้าวและน้ำตาลโตนดมีการใช้พลังงานความร้อนในขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาล ซึ่งในปัจจุบันยังคงใช้ไม้ฟืน กะลาตาล ทาง

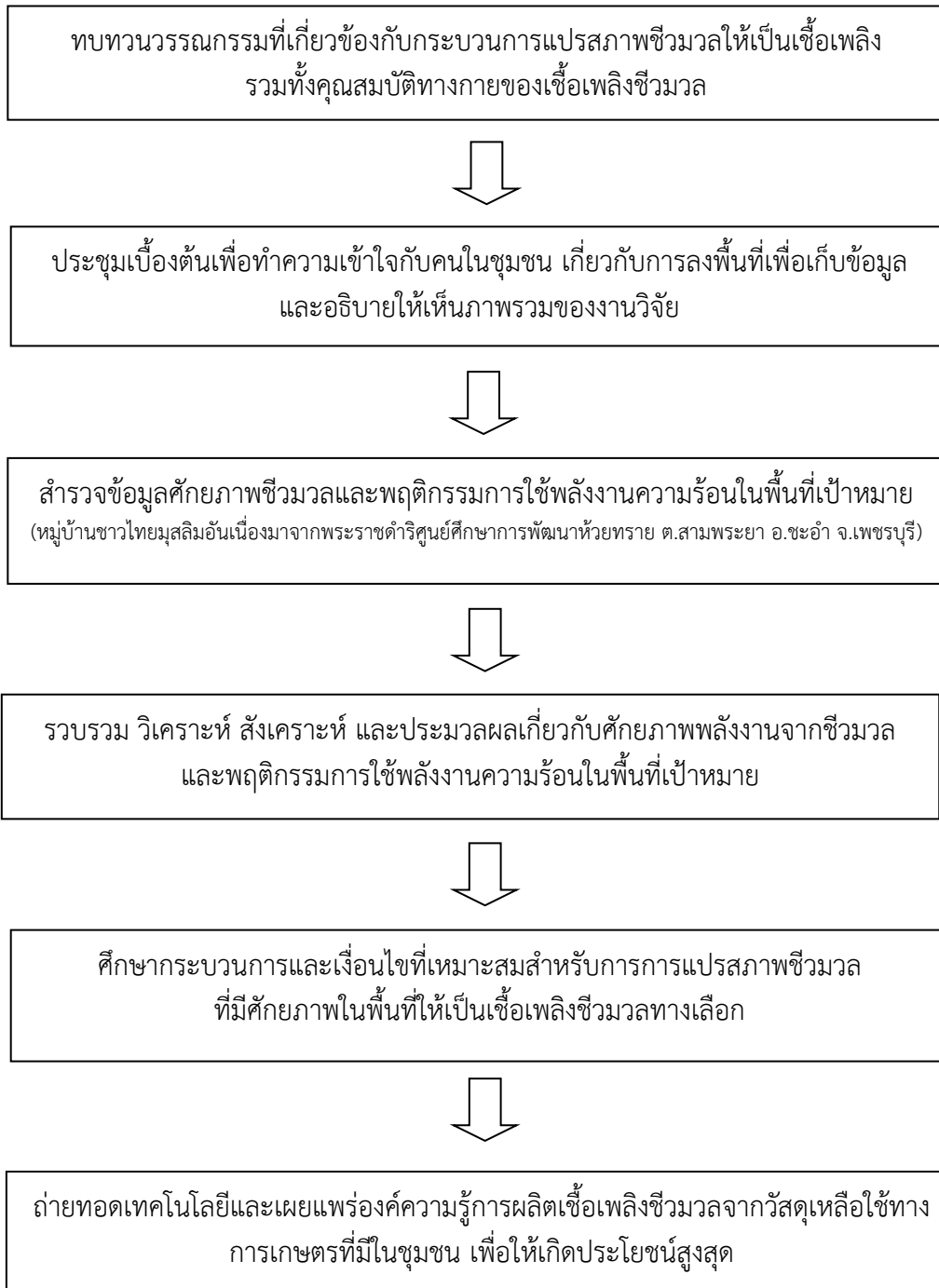
ตาล และถ่านไม้ เป็นเชื้อเพลิงหลักในการให้ความร้อน สำหรับการแปรรูปอาหารทะเลและเนื้อสัตว์มีการใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวในขั้นตอนการปรุงอาหารและการฆ่าเชื้อโรค ซึ่งการใช้เชื้อเพลิงไม้ฟืนและถ่านไม้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทย นอกจากนี้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวมีแนวโน้มที่จะมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาเชื้อเพลิงทางเลือกที่มีศักยภาพ เพื่อให้ต้นทุนการผลิตลดลง/ไม่เพิ่มสูงขึ้น ต่อไป เพื่อให้ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเอง มีแหล่งพลังงานทางเลือกอันจะทำให้ชุมชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและเกิดการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นได้ในการนำพลังงานทดแทนอื่นๆ จากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ สำหรับหมู่บ้านชาวไทยมุสลิมอันเนื่องมาจากพระราชดำริศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นหมู่บ้านที่มีการเลี้ยงแพะเป็นจำนวนมาก มีการใช้อยอดและใบกระถินเป็นอาหารแพะ โดยลำต้นและกิ่งกระถินที่เหลือไม่ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์ ส่งผลให้มีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในปริมาณที่มากถึงประมาณ 1 ตัน/วัน โดยทางคณะผู้วิจัยจะทำการสำรวจศักยภาพชีวมวลที่มีอยู่ในชุมชนและพฤติกรรมการใช้พลังงานความร้อน รวมถึงความสนใจของคนในชุมชนที่มีต่อการการแปรรูปเชื้อเพลิงจากชีวมวล โดยนอกจากนี้คณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะศึกษาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวล เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเศษกระถินที่เหลือใช้เหล่านั้น ทั้งยังเป็นการช่วยนำชีวมวลเหลือใช้ที่มีในชุมชนมาใช้ให้เต็มศักยภาพมากที่สุด และเมื่อได้องค์ความรู้จากการวิจัยในโครงการนี้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลจากเศษกระถินแล้ว ทางคณะผู้วิจัยก็จะทำการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลสู่ชุมชน เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง และยังเป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาพัฒนาศักยภาพเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกของชุมชนอย่างยั่งยืน ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1) ศึกษาหาวิธีการขึ้นรูปและอัตราส่วนผสมของตัวประสานทางธรรมชาติที่เหมาะสม ในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแบบแท่งตะเกียบ
- 2.2) นำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยเกี่ยวกับเชื้อเพลิงชีวมวลไปบูรณาการให้เข้ากับความต้องการของชุมชนต่างๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการใช้พลังงานทางเลือก
- 2.3) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการแปรรูปชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงสู่ชุมชน

3. กรอบแนวคิดในการดำเนินงาน

กรอบแนวคิดในการดำเนินงานเริ่มจากการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลการใช้พลังงานและศักยภาพของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่เป้าหมาย จากนั้นรวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประมวลผลเกี่ยวกับพลังงานและศักยภาพพลังงานจากชีวมวลของชุมชนต่างๆในพื้นที่เป้าหมาย ขั้นตอนถัดมาทำการศึกษากระบวนการและเงื่อนไขในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลทางเลือกสำหรับชุมชนอย่างยั่งยืนเพื่อการทดแทนการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) รวมถึงเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชน โดยทำการศึกษาหาวิธีการและเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปและอัตราส่วนผสมของตัวประสานทางธรรมชาติที่เหมาะสม ทั้งในส่วนของการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแบบแท่งตะเกียบและแบบอัดก้อน จากนั้น จะทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีและเผยแพร่องค์ความรู้ของเชื้อเพลิงชีวมวลทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับชุมชน เพื่อการทดแทนการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) โดยมีการจัดอบรมให้ความรู้และลงมือปฏิบัติ ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการดำเนินงานวิจัยในโครงการฯ

4. วิธีดำเนินการ

วิธีการดำเนินงานของโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานทดแทนในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลทางเลือก สำหรับชุมชนยั่งยืน เพื่อทดแทนก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ที่มีระยะวิจัยจำนวน 12 เดือน มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แผนวิธีการดำเนินงานภายในระยะเวลา 12 เดือน

รายละเอียด	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปชีวมวลให้เป็นเชื้อเพลิง												
2. จัดการประชุมทำความเข้าใจกับชุมชนในเบื้องต้น												
2. สืบหาข้อมูลการใช้พลังงานและศักยภาพของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่เป้าหมาย												
3. รวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประมวลผลเกี่ยวกับพลังงานและศักยภาพพลังงานจากชีวมวลของชุมชนต่างๆในพื้นที่เป้าหมาย												
4. ศึกษากระบวนการและเงื่อนไขในการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ จากชีวมวลที่ได้จากพื้นที่เป้าหมาย												
5. ศึกษากระบวนการและเงื่อนไขในการผลิตเชื้อเพลิงแบบผงอัด จากชีวมวลที่ได้จากพื้นที่เป้าหมาย												
6. ศึกษาและสร้างเตาที่ใช้กับเชื้อเพลิงชีวมวลแบบผงอัดก้อน (เตาแคมป์) สำหรับการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน รวมทั้งการทดสอบการใช้งานจริงของเตาแคมป์												
7. ถ่ายทอดเทคโนโลยีและเผยแพร่องค์ความรู้ของเชื้อเพลิงชีวมวลทางเลือกสำหรับชุมชนเพื่อการทดแทนการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) โดยการอบรม												

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 การสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

วิชา ภาณุจินดา, (2013) ได้ทำศึกษาเชิงการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม ในการถอดบทเรียนการจัดการพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้ในชุมชนและครัวเรือน และเพื่อเสนอแนวทางการบริหารจัดการ การใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตพลังงานใช้ในระดับชุมชนและระดับครัวเรือนอย่างยั่งยืน โดยพื้นที่เป้าหมายของกรณีศึกษานี้ คือ เกาะพะลวย ตำบลอ่างทอง อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งจากการสำรวจพบว่าเกาะพะลวยมีการนำพลังงานหมุนเวียนมาผลิตเป็นพลังงานใช้ในครัวเรือนและระดับชุมชน เช่น การนำแสงอาทิตย์มาผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในชีวิตประจำวัน และจำหน่ายทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น โดยมีการติดตั้งโซลาร์เซลล์ตามบ้านเรือน พร้อมทั้งตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ด้วยโซลาร์เซลล์ ขนาด 3,000 วัตต์ (3 กิโลวัตต์) จำนวน 4 ชุด ให้ชาวบ้านได้ประจุแบตเตอรี่ และมีการใช้เตาชีวมวลโดยใช้เศษไม้เป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้แก๊สหุงต้ม จากการผลิตพลังงานจากพลังงานหมุนเวียนนั้นทำให้ประชากรของเกาะพะลวยได้มีกระแสไฟฟ้าใช้ โดยไม่ต้องจ่ายค่าไฟฟ้า และทำให้การดำเนินชีวิตของประชากรบนเกาะพะลวยมีความสะดวกสบายขึ้น มีรายรับเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้ด้วยและจากการสอบถามประชาชนบนเกาะพะลวยในด้านของค่าใช้จ่ายต่างๆ พบว่าชาวบ้านมีค่าใช้จ่ายในด้านของค่าน้ำมันเรือมากที่สุด ร้อยละ 42 รองลงมาเป็นค่าแก๊สหุงต้ม ร้อยละ 16 อันดับสามเป็นค่าถ่าน ไม้ค่าน้ำมันรถยนต์และค่าโดยสารเรือ ร้อยละ 12 เท่ากัน และน้อยที่สุดเป็นค่าไฟฟ้าร้อยละ 6

บุญจรัตน์ โฉลานันท์, (2011) ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากไมยราบยักษ์ และสำรวจความต้องการภายในชุมชน ซึ่งกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 100 คน วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาสถานภาพและการใช้พลังงานที่มีอยู่ภายในชุมชน โดยใช้การวิเคราะห์โดยระบบโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ Statistical Package for the Social Sciences (SPSS for Windows) จากผลการวิเคราะห์การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากไมยราบยักษ์ พบว่าการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งไมยราบยักษ์ให้ผลตอบแทนที่ดีโดยให้อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 5.5 และระยะเวลาคืนทุน 1.2 ปีที่ต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.08 บาทต่อกิโลกรัมและราคาจำหน่ายรวมค่าขนส่งเท่ากับ 7 บาทต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ผลของการสำรวจความต้องการภายในชุมชนพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายอายุอยู่ระหว่าง 21 - 40 ปีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีรายได้ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 5,000 - 10,000 บาทและด้านการใช้พลังงานในครัวเรือนพบว่าการประกอบอาหารส่วนใหญ่ใช้ถ่านคิดเป็นร้อยละ 72.0 รองลงมาคือ LPG ส่วนด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าอุปกรณ์ครัวเรือนส่วนใหญ่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก คิดเป็นร้อยละ 81.0 ใช้ไฟฟ้านอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยลักษณะของเตาที่มีผลต่อการใช้พลังงานของภาคครัวเรือนพบว่าส่วนใหญ่มีการใช้เตาสำหรับประกอบอาหารเป็นประเภทที่ใช้เชื้อเพลิง LPG โดยคิดเป็นร้อยละ 92.0 และจากการศึกษาดังกล่าวยังพบว่ากลุ่มประชากรในพื้นที่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มการใช้ถ่านน้อยมากขึ้น เนื่องจากหาได้ง่ายและราคาถูกคิดเป็นร้อยละ 21.9

รังสรรค์ เพ็งพัด, (2011) ทำการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลภายในชุมชน โดยการศึกษาครั้งนี้ ได้เน้นการศึกษาและพัฒนาศักยภาพการใช้พลังงาน เพื่อเป็นแนวทางส่งเสริมให้มีการใช้อย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพสูงสุด จากการสำรวจด้วยแบบสอบถามพบว่าข้อมูลด้านการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการประกอบอาหารในครัวเรือนประเภทการเลี้ยงสัตว์ และการเพาะปลูกใช้แก๊สหุงต้มในการ

ประกอบอาหารเฉลี่ยครอบครัวละ 4 ถึงต่อปี ใช้ถ่านเฉลี่ยครอบครัวละ 200 กิโลกรัมต่อปี และมีการเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ หมู ไก่ วัวและกระบือ และในด้านการทำเกษตรกรรมหรือการเพาะปลูกโดยส่วนมากจะทำไร่ข้าวโพด ยาสูบ และปลูกข้าว ในปริมาณเฉลี่ยครอบครัวละ 5 ไร่

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าปัจจุบันได้มีการให้ความสนใจการใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลเพื่อผลิตความร้อนและผลิตกระแสไฟ โดยได้มีการพัฒนาเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งเพื่อทดแทนการใช้แก๊สหุงต้ม และนอกจากนี้ยังมีการสำรวจศักยภาพของชีวมวลในแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย เพื่อช่วยส่งเสริมการการใช้พลังงานทดแทนในอนาคตต่อไป

2.2 เชื้อเพลิงที่ได้จากชีวมวล

Chirone et al. (2008) ได้ศึกษาการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด 3 ชนิดประกอบไปด้วยกากตะกอนจากน้ำเสีย (sewage sludge) ไม้ (wood) และ ฟางข้าว (straw) ในเตาเผาฟลูอิดไดซ์เบด รวมถึงได้ทำการศึกษ้อัตราการสลายตัวและสภาพของ char หลังจากการ devolatilization จากการศึกษาพบว่าเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดทุกชนิดจะใช้ระยะเวลาที่ยาวนานกว่าเชื้อเพลิงชีวมวลโดยทั่วไปในการสลายตัวเนื่องจากมีความหนาแน่นที่สูงกว่า รูปแบบการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดแต่ละชนิดจะแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและปริมาณชี้ไ้ในเชื้อเพลิง โดยกากตะกอนจากน้ำเสียจะมีชี้ไ้ที่อัดตัวแน่น ดังนั้นในขณะเผาไหม้จะยังคงรูปร่างเดิมไว้แต่จะมีการหดตัวลงจากแก่นกลาง (shrinking core conversion pattern) ซึ่งคล้ายกับชี้ไ้ของฟางข้าวซึ่งมีการอัดตัวที่แน่นเช่นกันแต่จะมีลักษณะเป็นไส้ถ่านหินกลวง โดยจะมีรูปร่างที่คงเดิมในขณะที่เกิดการเผาไหม้ของคาร์บอน ซึ่งการเผาไหม้ทั้งสองชนิดชีวมวลนี้จะต่างจาก ไม้ซึ่งชี้ไ้ไม่ได้มีการอัดเกาะกันอย่างแน่นหนาจึงทำให้เสียรูปร่างได้ง่ายกว่า (shrinking particle conversion pattern)

Chuen-Shii et al. (2009) และ Nyakuma et al. (2014) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอัดก้อนพลังงานของฟางข้าวด้วย piston-mold โดยใช้วิธีของ Taguchi ซึ่งพบว่าเมื่อลดปริมาณฟางข้าวและเพิ่มปริมาณตัวประสานส่งผลให้ใช้อุณหภูมิในการ preheat ต่ำลงเพื่อให้ได้ก้อนพลังงานที่เหมาะสม ยังมีงานวิจัยอีกมากที่ทำการศึกษาคูณสมบัติของก้อนพลังงานที่ได้หลังจากทำการอัดขึ้นรูป เช่น ค่าความร้อน ค่าความทนทาน และความชื้น ค่าเหล่านี้ส่งผลต่อการนำก้อนพลังงานไปใช้ทั้งสิ้น

Kaliyan and Morey (2010) ได้ศึกษากลไกในการประสานของตัวประสานแบบธรรมชาติในก้อนพลังงานและเม็ด pellet จาก corn stover และ switchgrass จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้จะสังเกตได้ว่าในการอัดก้อนพลังงานที่มาจากชีวมวลนั้นจะใช้ตัวประสานที่เป็นสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ ส่วนการนำตัวประสานที่เป็นสารอนินทรีย์มาใช้จะพบได้ในการอัดก้อนพลังงานพวกถ่านหิน

Nalladurai et al. (2010) ได้ทำการศึกษากลไกของการประสานทางธรรมชาติในเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่ง และเชื้อเพลิงแบบก้อนที่ผลิตจากชังข้าวโพดและ หญ้าสวิตซ์ พบว่าตัวประสานทางธรรมชาติของเชื้อเพลิงชีวมวลทั้งสองแบบชนิดประกอบไปด้วย คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (2.2-2.7% d.b.), ลิกนิน (8.8-9.2 d.b.), โปรตีน (3.6-3.9 d.b.), โปรตีน (3.6-3.9 d.b.), แป้ง (0.4-1.0% d.b.) และ ไขมัน (0.7-0.9% d.b.) ซึ่งตัวประสานทางธรรมชาติเหล่านี้จะสามารถทำให้ชีวมวลอัดแท่งและอัดก้อนเกิดพันธะในการอัดเกาะกันระหว่างอนุภาคได้ดีขึ้นจึงส่งผลต่อสภาพความทนทานต่อการแตกหักที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์และทำให้มีราคาที่สูงขึ้นอีกทั้งยังสามารถขนส่งได้สะดวกยิ่งขึ้น

Karkania et.al. (2012) ได้รวบรวมข้อมูลชีวมวลอัดแท่งเพื่อเป็นฐานข้อมูลให้กับตลาดชีวมวลอัดแท่งจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในประเทศ และยังสำรวจตลาดเชื้อเพลิงในประเทศกรีซ ซึ่งจากงานวิจัยดังกล่าว พบว่าเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีค่าความร้อนต่อปริมาตรต่ำ ส่งผลให้ต้นทุน

ในการขนส่งและค่าเก็บรักษาสูงมากหากนำมาใช้ประโยชน์โดยไม่ทำการแปรรูปเป็นชีวมวลอัดแท่งก่อน โดยทั่วไปเชื้อเพลิงชีวมวลจะถูกนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธีหลักๆ คือ การแปรรูปโดยทั่วไป (อัดร้อน) ชีวมวลจะถูกแปรรูปภายใต้ความดันและอุณหภูมิที่สูง และการแปรรูปแบบอื่นซึ่งจะใช้ตัวประสานหรืออัดเย็นภายใต้แรงดันสูง จากการแปรรูปผลิตภัณฑ์สามารถส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การนำชีวมวลอัดเม็ดมาใช้สามารถลดปริมาณการใช้ถ่านหิน ซึ่งนำไปสู่การลดก๊าซมลภาวะที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ข้อดีของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดยังรวมไปถึงการที่สามารถนำเอาชีวมวลหลากหลายประเภทมาผสมกันในแต่ละอัตราส่วน (mixing) ซึ่งสามารถผลิตชีวมวลอัดเม็ดได้ตรงกับเทคโนโลยีการเผาไหม้นั้นๆ ได้อีกด้วย Staffan (1999) พบว่าใน Bark นั้นมี Cellulose 36% Hemi-cellulose 20% Lignin 36% และ Ash 4% พร้อมทั้งแสดงข้อมูลว่า เปลือกไม้เป็นวัตถุดิบที่ดีที่ใช้ในการผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดและยังมีการคาดการณ์ว่า เปลือกไม้จะเป็นเชื้อเพลิงที่สำคัญมากในอนาคต ข้อดีของเปลือกไม้เนื้อแข็งนี้คือ ลักษณะของเปลือกไม้จะจับตัวกันแน่นแข็งกว่าไม้เนื้ออ่อนความแข็งแรงเชิงกลจะสูง รวมไปถึงมีค่าความร้อนที่มากขึ้นอันเนื่องมาจากคาร์บอนที่สูงและไฮโดรเจนต่ำ ข้อเสียของเปลือกไม้เนื้อแข็งนี้คือ ในขณะที่เข้าเครื่องขึ้นรูปนั้นมีโอกาสสูงที่จะเกิดฝุ่นออกมาประมาณ 5% ถึง 10% และ ปริมาณไนโตรเจนสูงทำให้เกิด NO_x ได้เช่นกันขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้

Ronalds (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพบว่ากระบวนการ Torrefaction เป็นกระบวนการทางความร้อนอย่างหนึ่ง ที่สร้างโดยไม่มีออกซิเจนใช้สำหรับสร้างเชื้อเพลิงชีวมวล โดยมีการนำตัวอย่างของไม้ยูคาลิปตัส 2 ชนิดมาใช้ในการทดลองโดยผ่านการ Torrefier แล้วนำไปอัดเป็นเม็ด Pellet ผลการทดลองที่ได้คือ ค่าความร้อนของชีวมวลที่เกิดขึ้นนั้นเพิ่มขึ้น 19% (โดยประมาณ) เมื่อเทียบกับวัตถุดิบแบบเดิม ในขณะเดียวกันก็ได้ทำการลด ค่าความชื้นและค่าสารระเหยลงไปด้วย วิธีการที่ได้ทำการทดลองนี้เป็นการเสริมสร้างและปรับปรุงคุณภาพของ Pellet ไปอีกระดับหนึ่ง

Fernandee and Costa (2012) และ Rabaçal et.al (2013) พบว่าเชื้อเพลิงชีวมวลโดยส่วนใหญ่จะมี bulk density ที่ต่ำ ($\leq 400 \text{ kg/m}^3$) การนำเชื้อเพลิงชนิดต่างๆมาเผาไหม้บางครั้งจึงไม่ค่อยสะดวกทางด้านการขนส่งและการจัดเก็บซึ่งหากมีการแปรรูปจะทำให้สามารถลดปัญหาต่างๆเหล่านี้ไปได้ ซึ่งแนวทางนี้สามารถทำได้โดยการนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาแปรรูปโดยการอัดเม็ดซึ่งจากการศึกษา งานวิจัยพบว่าเชื้อเพลิงเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้ในการให้ความร้อนกับหม้อไอน้ำขนาดเล็ก แต่ยังไม่ได้มีการส่งเสริมเพื่อนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย

Rajkumar and Venkatachalam (2013) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพของก้อนพลังงานในสัดส่วนต่างๆจากลำต้นฝ้าย, ถั่วเหลือง และถั่วแระ โดยพบว่าก้อนพลังงานที่ได้จากการนำลำต้นฝ้าย 100% และจากลำต้นฝ้ายผสมลำต้นถั่วเหลืองในปริมาณ 75% + 25% มีประสิทธิภาพสูงสุดเนื่องจากมีความหนาแน่นสูงกว่าชีวมวลอัดก้อนในสัดส่วนอื่นๆและมีความทนทานต่อแรงกระแทกสูงถึง 99.56% การผสมตัวประสานเข้ากับชีวมวลส่งผลต่อคุณสมบัติของก้อนพลังงานที่ได้ เช่น ค่าความร้อนพลังงานที่ใช้ รวมถึงค่าความแข็งแรงของก้อนพลังงานที่ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าตัวประสานที่นำมาใช้นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ ตัวประสานที่เป็นสารอินทรีย์ และตัวประสานที่เป็นอนินทรีย์

Sonthi and Nitipong (2013) ศึกษาผลกระทบของขนาดอนุภาคและความชื้นของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง โดยใช้เครื่องขึ้นรูปอัดแท่งแบบ Flat die ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส ขนาดอนุภาคที่ทำการศึกษามีขนาด 1, 4 และ 10 มิลลิเมตร ปริมาณความชื้นที่ทำการศึกษาคือ 10, 20 และ 30 % โดยมวล ใช้มาตรฐาน PFI standard ในการทดสอบค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

ค่าความยาว ค่าความชื้น ค่าความหนาแน่น ค่าความร้อน และค่าความหนาแน่น จากผลการทดลองพบว่า ค่าความชื้นและขนาดอนุภาคของเหง้ามันสำปะหลังที่ทำการศึกษาไม่ได้มีอิทธิพลต่อคุณภาพของ เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง โดยทุกกลุ่ม เชื้อเพลิงอัดแท่งที่ทำการศึกษามีค่ามาตรฐาน PFI standard

Sakkampang and Wongwuttanasation (2014) ได้ทำการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของชีวมวล, กากน้ำตาล และ glycerin ที่ใช้ในการอัดก้อนพลังงาน โดยพบว่าเมื่อปริมาณ glycerin เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความร้อนเพิ่มขึ้นและพบว่าพลังงานรวมที่ใช้ในระดับครัวเรือน และในระดับอุตสาหกรรม เท่ากับ 1-3% และ 12-18% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ใช้ชีวมวลต่างชนิดกันเพื่อทำหน้าที่เป็น ตัวประสานในการอัดก้อนพลังงาน

ณัฐพงษ์ และคณะ (2555) ได้ศึกษาคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีศักยภาพ 5 ชนิด คือ เปลือกไม้ยูคาลิปตัส ฟางข้าว เปลือกซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด และเหง้ามันสำปะหลัง สำหรับนำไปใช้เป็น ข้อมูลในการเก็บรักษา ขนส่ง และผลิตพลังงาน พบว่าค่าความหนาแน่นมีหน่วยเป็น (kg/m³) ของ เชื้อเพลิงชีวมวลที่เป็นเปลือกไม้ยูคาลิปตัส ฟางข้าว เปลือกซังข้าวโพด ต้นข้าวโพด และเหง้ามัน สำปะหลังมีค่าเท่ากับ 642.06, 649.62, 682.28, 662.13, และ 552.58 และค่าความหนาแน่นมีหน่วย เป็น(%) เท่ากับ 93.25, 96.71, 97.07, 98.12 และ 97.21ตามลำดับ ซึ่งค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิง อัดแท่งทั้ง 5 ชนิดอยู่ในมาตรฐานResidential/Commercial Densified Fuel Standardระดับ PFI Premium Residential/Commercial Densified Fuel Standard ค่าความหนาแน่นของวัสดุอัดแท่ง ของเชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าอยู่ในมาตรฐานResidential/Commercial Densified Fuel Standard ระดับ PFI Premium ที่กำหนดไว้เท่ากับหรือมากกว่า 96.5 % ยกเว้นวัสดุอัดแท่งของเชื้อเพลิงอัดแท่งจาก เปลือกไม้ยูคาลิปตัส เนื่องจากมีค่าความชื้นสูงกว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งชนิดอื่น ๆ ส่งผลให้มีค่าความหนาแน่น ต่ำ เพราะค่าความชื้นมีความผกผันกับค่าความหนาแน่น โดยสามารถจำแนกระดับเชื้อเพลิงอัดแท่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ PFI Premium (ระดับครัวเรือน) PFI Standard (ระดับอุตสาหกรรมทั่วไป) และ PFI Utility (ระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่) เท่ากับ 608.70 -736.85 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า เชื้อเพลิงผ่านมาตรฐาน ยกเว้น เชื้อเพลิงอัดแท่งจากเหง้ามันสำปะหลัง มีค่าไม่เป็นไปตามมาตรฐาน เนื่องจากในกระบวนการการอัดแท่งเชื้อเพลิง ต้องควบคุมความชื้นวัสดุให้มีความเหมาะสมก่อนอัดแท่ง เพราะความชื้นมีผลกระทบโดยตรงกับลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

จากบททวนวรรณกรรมข้างต้นทำให้ทราบว่าชีวมวลแต่ละประเภทมีแนวโน้มที่จะแปรสภาพ เป็นเชื้อเพลิงได้มากน้อยต่างกัน ซึ่งเงื่อนไขในกระบวนการผลิตเป็นเชื้อเพลิงนั้นก็แตกต่างกันตามแต่ ละประเภทและองค์ประกอบภายในของชีวมวลประเภทนั้น จึงทำให้ต้องมีการหาเงื่อนไขที่เหมาะสม ของชีวมวลแต่ละประเภท ซึ่งต้องพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตที่หลากหลายและคุณสมบัติทาง กายภาพที่ได้ก็จะแตกต่างกันออกไปด้วย นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่กล่าวถึงการปรับปรุงกระบวนการ ผลิตโดยใช้วิธีการผสมชีวมวลหลายประเภทเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของชีวมวลให้เป็นไปตาม มาตรฐานสากล รวมทั้งการใช้ตัวประสานทางธรรมชาติก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งในการช่วยปรับปรุง คุณสมบัติทางกายภาพและต้นทุนพลังงานในการผลิต ซึ่งการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นเป็น ประโยชน์ต่อการวางแผนและทดสอบในวิจัยนี้เป็นอย่างมาก

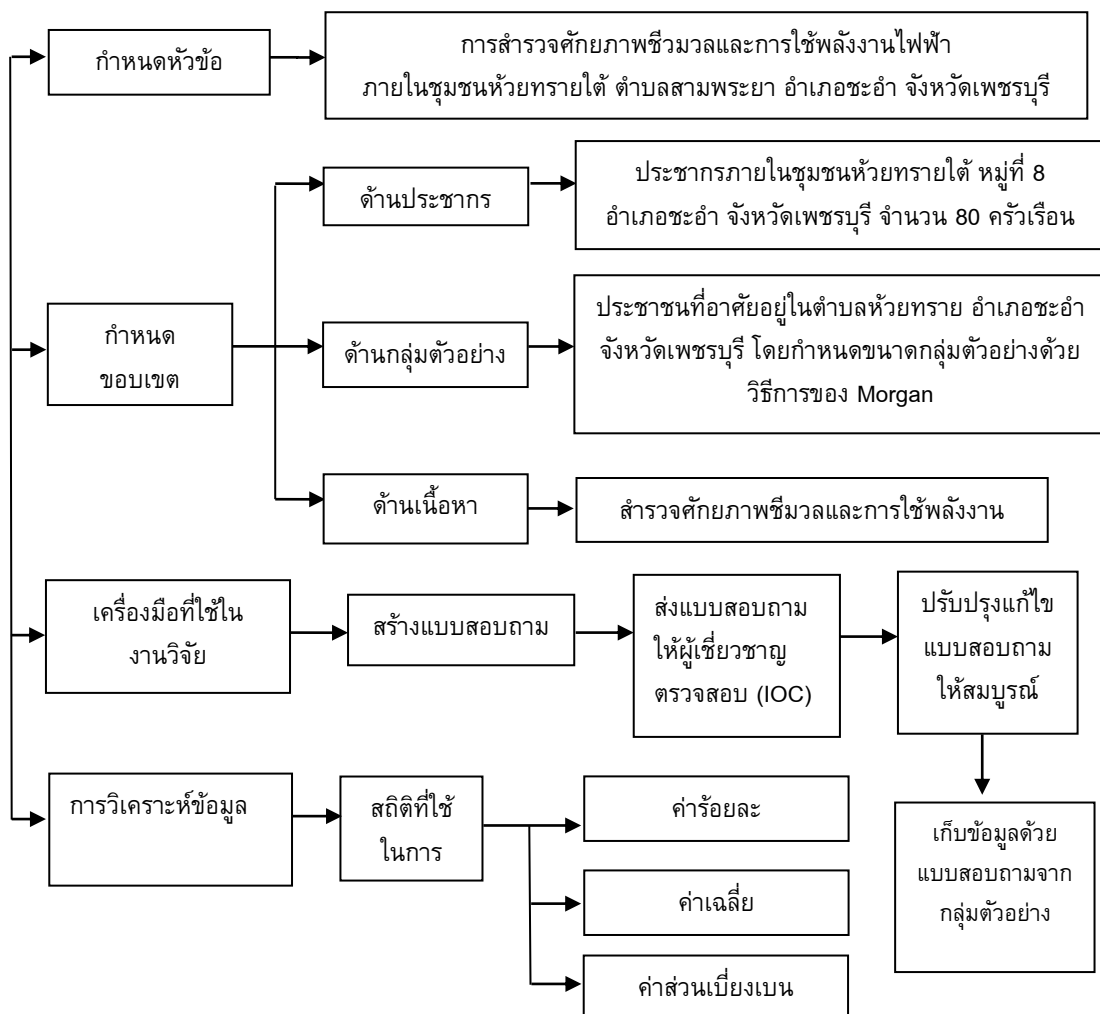
บทที่ 3

วิธีการศึกษาวิจัย

3.1 การสำรวจศักยภาพชีวมวลและพฤติกรรมการใช้พลังงานความร้อน

3.1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการสำรวจ

ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาศักยภาพของชีวมวลและการใช้พลังงานความร้อนของชุมชนเป้าหมายในตำบลสามพระยา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งการศึกษานี้จะเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีภาพรวมของขั้นตอนการสำรวจศักยภาพของชีวมวลและการใช้พลังงานความร้อนของพื้นที่เป้าหมายดังแสดงในภาพที่ 3.1

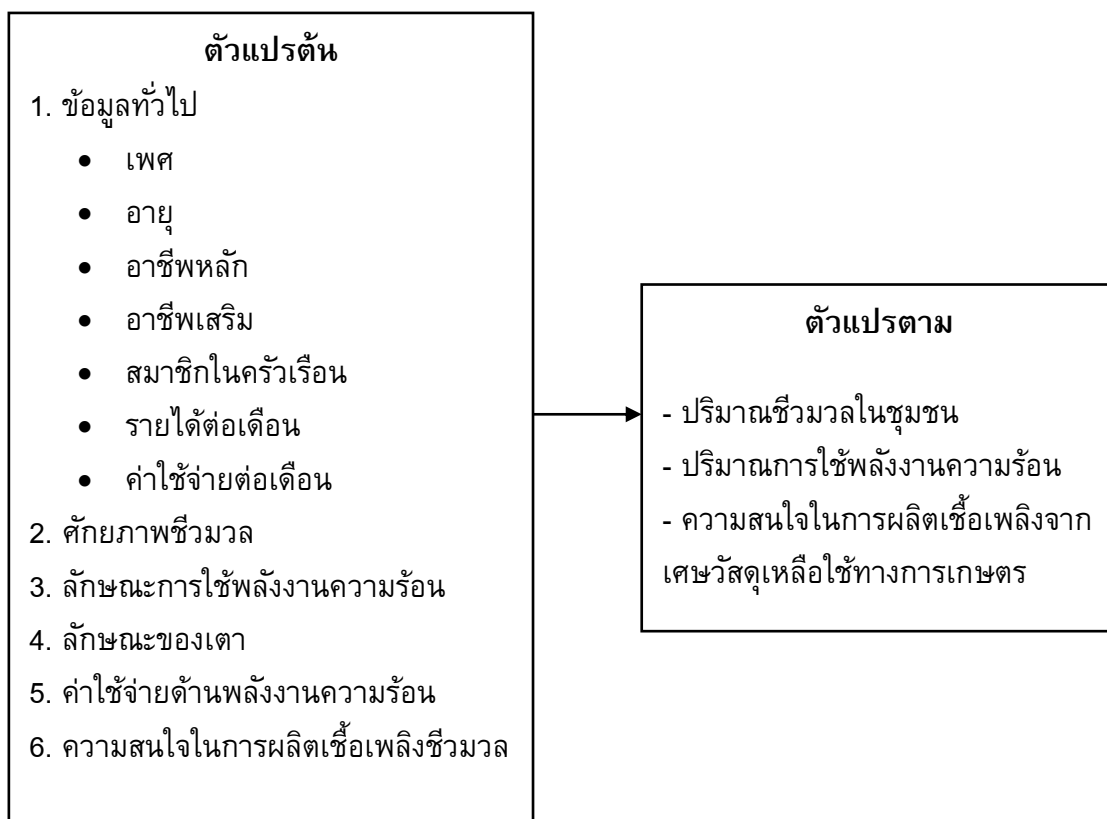


รูปที่ 3.1 ภาพรวมของขั้นตอนการสำรวจศักยภาพของชีวมวลและการใช้พลังงานความร้อนของพื้นที่เป้าหมาย

3.1.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.1.2.1 ตัวแปรต้น (Independent Variables) เป็นตัวแปรที่เกิดขึ้นมาก่อนและเป็นเหตุ หรือมีอิทธิพลที่ทำให้ตัวแปรตามเปลี่ยนแปลงไป

3.1.2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) เป็นตัวแปรที่ผันแปรไปตามตัวแปรต้น เป็นผล หรือได้รับอิทธิพลมาจากตัวแปรต้น ได้แก่ ปริมาณชีวมวลภายในชุมชน ปริมาณการใช้พลังงานความร้อน และความสนใจในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



รูปที่ 3.2 กรอบแนวความคิดแสดงตัวแปรต้นและตัวแปรตามสำหรับงานสำรวจ

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ คือ แบบสอบถามซึ่งจะเป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทำการวิจัยในครั้งนี้ โดยในแบบสอบถามจะประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-list) มีข้อความจำนวน 9 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับด้านการใช้พลังงานความร้อนของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-list) มีข้อความจำนวน 4 ข้อ

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-list) มีข้อความจำนวน 4 ข้อ

ตอนที่ 4 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับด้านความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยจะใช้ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) มีข้อ

คำถามจำนวน 11 ข้อ เกณฑ์ในการแปลความหมาย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล Likert Scale ที่อยู่ในรูปแบบคะแนนเฉลี่ย

เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน 5	=	เห็นด้วยมากที่สุด
คะแนน 4	=	เห็นด้วยมาก
คะแนน 3	=	เห็นด้วยปานกลาง
คะแนน 2	=	เห็นด้วยน้อย
คะแนน 1	=	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะ เป็นลักษณะการเขียนข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลใช้วิธีของ Likert Scale แบบจำแนกแต่ละช่วงย่อยต่างกัน แบ่งระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ โดยทำการกำหนดช่วงของการวัดได้ดังนี้

ระดับ 5	คะแนนตั้งแต่ 4.21-5.00	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับ 4	คะแนนตั้งแต่ 3.41-4.20	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยมาก
ระดับ 3	คะแนนตั้งแต่ 2.61-3.40	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยปานกลาง
ระดับ 2	คะแนนตั้งแต่ 1.81-2.60	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยน้อย
ระดับ 1	คะแนนตั้งแต่ 1.00-1.80	หมายถึง ระดับที่ เห็นด้วยน้อยที่สุด

3.1.4 ขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

การสร้างและการทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

3.1.4.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษาเพื่อนำมาสร้างแบบสอบถามให้เนื้อหาครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3.1.4.2 กำหนดประเด็นและขอบเขตของคำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และประโยชน์ของการวิจัย

3.1.4.3 สร้างแบบสอบถาม ให้สอดคล้องกับหัวข้อและวัตถุประสงค์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำปรับปรุงแก้ไขและตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบถาม

3.1.4.4 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามพร้อมแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ (IOC) ซึ่งมีความรู้และประสบการณ์ทำการศึกษาคำถามแบบสอบถาม จำนวน 5 ท่าน เพื่อเป็นการทดสอบความเที่ยงตรง ความครอบคลุมเนื้อหา และความถูกต้องในสำนวนภาษา เมื่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบตามแบบประเมินแล้ว ผู้วิจัยจึงได้นำแบบประเมินไปทำการคำนวณหาความเที่ยงตรง(Validity) และมีความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของแบบสอบถาม ผลที่ได้หลังจากคำนวณ มาใช้เป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC: Item Objective Congruence)คือค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหาปกติแล้วจะให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ โดยจะนิยม 3 หรือ 5 คน

เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม

+1 = สอดคล้องหรือแน่ใจว่านวัตกรรมนั้นหรือข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

0 = ไม่แน่ใจว่านวัตกรรมนั้นหรือข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

-1 = ไม่สอดคล้องหรือแน่ใจว่านวัตกรรมนั้นหรือข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์ในเชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 3.1

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ $\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนผลการตัดสินใจในข้อคำถามนั้นจากผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

หากค่า IOC มีค่าที่ มากกว่า 0.05 ถือว่าคำถามนั้นวัดได้ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และในทางตรงกันข้ามหากค่า IOC น้อยกว่า 0.05 ถือว่าคำถามนั้นวัดไม่ได้ ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

3.1.4.5 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับประชากรที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ประชากรที่อาศัยอยู่ในชุมชน 30 คน เพื่อทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

3.1.4.6 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามภายหลังการนำไปทดลองใช้ (Try-out) โดยแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-list) จะวิธีวิเคราะห์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) ในส่วนแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) นำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) เพื่อประเมินคุณภาพของแบบสอบถามทั้งฉบับว่า แต่ละข้อคำถามมีความสัมพันธ์กันหรือไม่แล้วจึงคัดเลือกข้อคำถามที่มีความเชื่อมั่นแบบคงที่ภายในสูงมาเป็น แบบสอบถามชุดจริงการหาค่าแอลฟาที่ใช้ควรมากกว่า 0.6 ถ้าน้อยกว่านั้น ควรปรับปรุงแบบสอบถาม หรืออาจตัดบางข้อทิ้ง (Alpha if Item Deleted) สมการในการคำนวณดังสมการที่ 3.2

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\} \quad (3.2)$$

เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา

n คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum S_i^2$ คือ ผลรวมค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแต่ละคน

3.1.4.7 นำแบบสอบถามผ่านการทดสอบ และปรับปรุงเพื่อความสมบูรณ์อีกครั้ง ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้วิจัย โดยการแจกแจงแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นประชาชนภายในชุมชนตำบลห้วยทราย อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบุรี โดยแจกแบบสอบถามด้วยตนเอง และรอเก็บแบบสอบถามคืนทันทีที่กรอกแบบสอบถามเสร็จ ซึ่งข้อมูลที่ได้ 2 ชนิด คือ

3.1.5.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมเอง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม โดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบด้วยตัวเอง รูปแบบของแบบสอบถามเป็นแบบปลายปิด โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนแรก และ แบบปลายเปิดในส่วนที่ 4

3.1.5.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่คณะผู้วิจัยไม่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเองแต่เป็นการนำข้อมูลแต่เป็นการนำข้อมูลจากหน่วยงานอื่นมาใช้เท่านั้น ซึ่งช่วยให้ประหยัด ทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ วิทยานิพนธ์ งานวิจัย เอกสารทางวิชาการ ต่างๆ เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบการวิจัย

3.1.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ดังนี้ได้แก่

3.1.6.1 อธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage)

3.1.6.2 อธิบายระดับการพลังงานไฟฟ้าของประชากรภายในชุมชน ตำบลห้วยทราย อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบุรี โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.2 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ (pellet fuel)

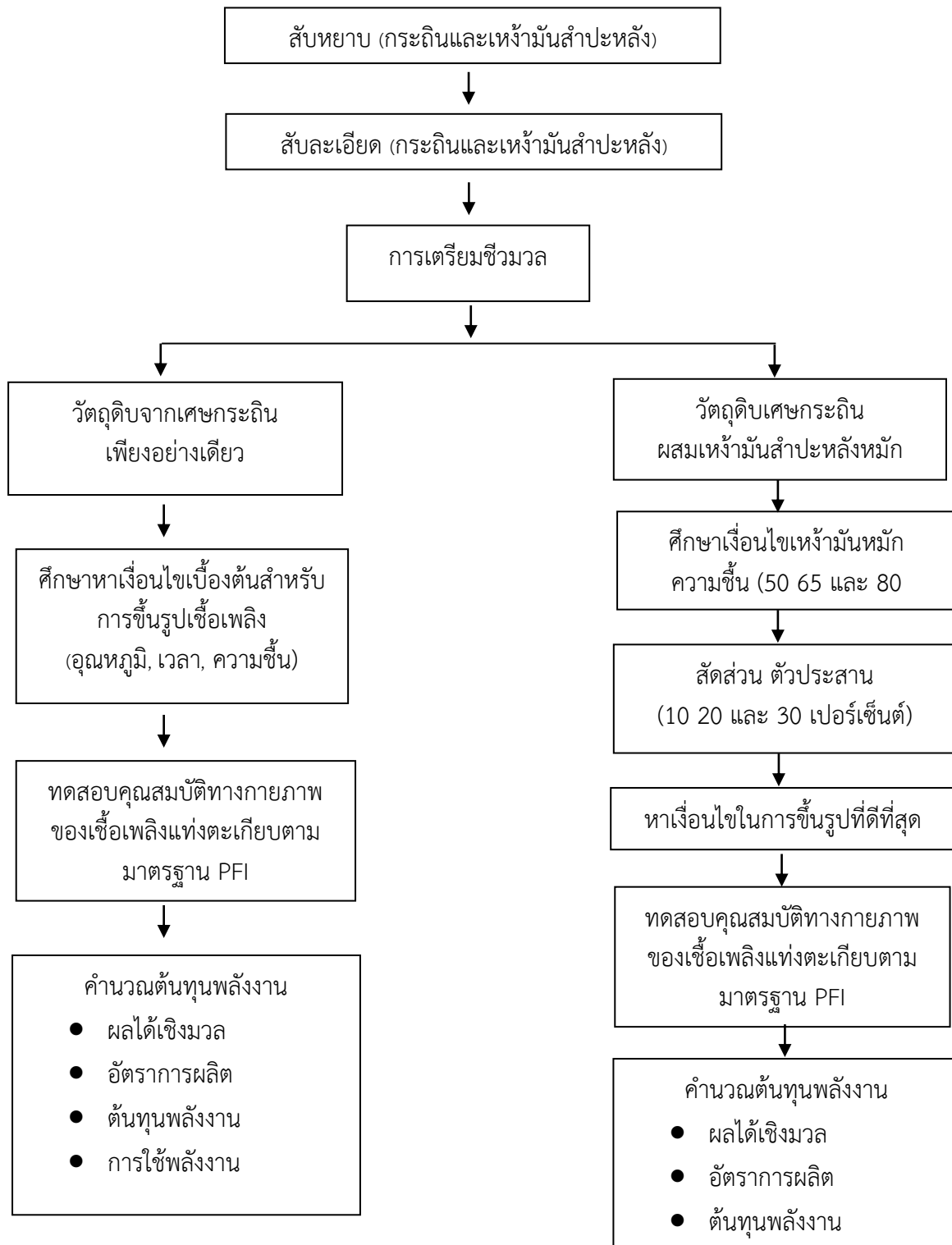
การศึกษาการแปรรูปชีวมวลให้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ ซึ่งจากการสำรวจพบว่าชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของพื้นที่เป้าหมาย (ชุมชนหมู่ที่ 8 บ้านโครงการพัฒนาตำบลสามพระยา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบุรี) ที่มีศักยภาพในการนำมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ ได้แก่ เศษกิ่งและลำต้นของกระถินที่เหลือใช้จากการเลี้ยงแพะ ดังรูปที่ 3.3 โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาหาเงื่อนไขในการขึ้นรูป รวมทั้งการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและการวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานในกระบวนการผลิตของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกิ่งของกระถิน



รูปที่ 3.3 เศษกิ่งและลำต้นของกระถินที่เหลือใช้จากการเลี้ยงแพะ

โดยเริ่มจากการนำเศษกระถินที่เหลือใช้จากการเลี้ยงแพะมาตากในที่เป้าหมายมาตาก เพื่อลดความชื้น จากนั้นทำการลดขนาดของอนุภาคเศษกระถินโดยเครื่องสับหยาบและเครื่องสับละเอียด

จากนั้นนำเศษกระถินที่ผ่านการลดขนาดอนุภาคที่ได้ตามต้องการไปเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปแบบอัดแท่งตะเกียบ โดยในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการสับหยาบ กระบวนการสับละเอียด และกระบวนการขึ้นรูปแบบอัดแท่งตะเกียบ จะทำการบันทึกการใช้พลังงานเพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ นอกจากนี้ยังทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบตามมาตรฐานสากล Pellet Fuels Institute (PFI) อีกด้วย ซึ่งแผนการดำเนินงานวิจัยในส่วนของการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนการทดลองการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบ

จากแผนการทดลองการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบจากในรูปที่ 3.4 งานวิจัยนี้จะแบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วน โดยในส่วนแรกเป็นการทดสอบเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเศษกระถินโดยไม่ผสมตัวประสาน และส่วนที่สองคือการขึ้นรูปกระถินผสมกับเหง้ามันสำปะหลังหมักในสัดส่วนต่างๆ เช่น 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยวัดจากการหาอุณหภูมิของแผ่นแม่พิมพ์ที่เหมาะสม ความชื้นของตัวชีวมวล เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูป จากนั้นนำไปทดสอบ คุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐาน PFI และวิเคราะห์ต้นทุนด้านพลังงาน

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ

กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งตะเกียบ สามารถแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการหลักดังนี้ คือ กระบวนการสับหยาบ กระบวนการสับละเอียด และกระบวนการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ โดยในแต่ละกระบวนการมีรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตดังนี้

3.2.1.1 เครื่องสับกระบวนการสับหยาบ

ในขั้นตอนการสับหยาบเป็นการนำเอาเศษกระถินมาลดขนาดอนุภาคด้วยเครื่องสับหยาบ ด้วยกำลังไฟฟ้า 2.2 kW ประเภท SCL-KR ดังรูปที่ 3.5 เพื่อเป็นการลดขนาดอนุภาคให้มีขนาดอนุภาคเล็กลงอยู่ในช่วงระหว่าง 10-50 มิลลิเมตรเมตร



รูปที่ 3.5 เครื่องสับหยาบ

3.2.1.2 เครื่องสับละเอียด

สำหรับขั้นตอนการสับละเอียด เป็นการนำชีวมวลที่ผ่านกระบวนการสับหยาบมาลดขนาดอนุภาคอีกครั้ง โดยเครื่องสับละเอียดที่มีตะแกรงคัดกรองอนุภาคขนาด 5 มิลลิเมตร ที่มีกำลังไฟฟ้า 2.2 kW ประเภท SCL-KR ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 เครื่องสับละเอียดพร้อมตะแกรงคัดกรองขนาดอนุภาค

3.2.1.3 เครื่องขึ้นรูปเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ

การอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบตะเกียบเป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนในการขึ้นรูปชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ หรือที่เรียกว่า กระบวนการอัดร้อน ในการทดลองนี้ใช้เครื่องอัดแบบ Rotary flat die โดยเชื้อเพลิงที่ได้ออกมาจากเครื่องขึ้นรูปอัดแท่งจะมีลักษณะคล้ายแท่งแบบตะเกียบ ตัดเป็นท่อนเล็กๆ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6-8 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 เครื่องขึ้นรูปอัดแท่งแบบ Rotary flat die

3.2.1.4 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล

ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักชีวมวลก่อนและหลังการทดสอบ แสดงผลเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง พิกัดน้ำหนัก 150 กิโลกรัม ค่าความละเอียด 10 กรัม ยี่ห้อ AND รุ่น EM-150KAL ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล

3.2.2 กระบวนการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบในงานวิจัยนี้ได้ทำการอ้างอิงจากมาตรฐาน PFI Standard (Pellet Fuel Institute; PFI) ซึ่งเป็นการทดสอบคุณสมบัติตามที่สถาบันเชื้อเพลิงอัดแท่งของสหรัฐอเมริกากำหนดมาตรฐานและวิธีการทดสอบของเชื้อเพลิงอัดแท่งไว้ โดยได้อ้างอิงระเบียบวิธีทดสอบจากมาตรฐานอุตสาหกรรมของสหรัฐอเมริกา (ASTM) การวัดค่าคุณสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งตะเกียบมีรายละเอียดดังนี้

3.2.2.1 การทดสอบค่าความหนาแน่น (Bulk Density)

สำหรับการหาค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ เริ่มจากการนำตัวอย่างใส่ลงไปในเครื่องวัดความหนาแน่น (Bulk Density) ตามมาตรฐาน ASTM 873-82 (2006) ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 เครื่องทดสอบความหนาแน่นของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ

โดยขั้นตอนในการทดสอบเริ่มจากนำเชื้อเพลิงอัดแท่งเทลงในปากช่อง (ด้านบน) ของเครื่องแล้วจึงดึงตัวที่คั่นเชื้อเพลิงอัดแท่งออกเพื่อปล่อยให้เชื้อเพลิงอัดแท่งตกลงมาอย่างอิสระในกล่องที่ใช้บรรจุทำการเคาะโดยการปล่อยกล่องกระแทกพื้นจากความสูงประมาณ 1.5 นิ้ว จำนวน 25 ครั้ง และวัดความสูงจากระยะขอบด้านบนกล่องถึงพื้นผิวเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อยู่ในกล่องที่ใช้บรรจุ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยความสูงจากระยะด้านบนกล่องถึงพื้นผิวเชื้อเพลิงอัดแท่งที่อยู่ในกล่องที่ใช้บรรจุออกมา ซึ่งสามารถคำนวณค่าความหนาแน่นรวมจากสมการ 3.3

$$\rho_{bulk} = \left(\frac{m_t - m_b}{V_p} \right) \quad (3.3)$$

เมื่อ ρ_{bulk} คือ ความหนาแน่น (kg/m^3)

m_t คือ มวลของกล่องรวมมวลของแท่งเชื้อเพลิงภายในกล่อง (kg)

m_b คือ มวลของกล่อง (kg)

V_p คือ ปริมาตรของแท่งเชื้อเพลิง (m^3)

3.2.2.2 การทดสอบค่าความทนทาน (Durability)

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องทดสอบค่าความทนทาน ดังแสดงในรูปที่ 3.10 โดยมีขั้นตอนการทดสอบที่เริ่มจากการนำตัวอย่างจำนวน 500 กรัม ใส่ในเครื่องทดสอบค่าความทนทาน และเปิดเครื่องให้หมุนด้วยความเร็วที่กำหนด เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำตัวอย่างมาร้อนผ่านตะแกรงขนาด 1/8 นิ้ว และนำชีวมวลที่อยู่บนตะแกรงไปชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณค่าความทนทาน ซึ่งสามารถคำนวณค่าความทนทาน จากสมการที่ 3.4



รูปที่ 3.10 เครื่องทดสอบความทนทานของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ

$$PDI = \frac{WPW}{IW} \times 100 \quad (3.4)$$

เมื่อ	<i>PDI</i>	คือ ค่าความทนทานของแท่งเชื้อเพลิง (%)
	<i>WPW</i>	คือ น้ำหนักของแท่งเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์โดยผ่านตะแกรงร้อนแล้ว (g)
	<i>IW</i>	คือ น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างเชื้อเพลิง (g)

3.2.2.3 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่น (Fine)

ค่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่นของเชื้อเพลิงอัดแท่งสามารถหาได้โดยการนำตัวอย่างเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งมาเพื่อใช้สำหรับทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่น นำตัวอย่างเชื้อเพลิงอัดแท่งใส่ในเครื่องร่อนที่ ขนาดตะแกรง 1/8 นิ้ว โดยแบ่งใส่ครั้งละ 500 กรัม จากนั้นทำการร่อนเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจำนวน 10 ครั้ง (ไปกลับนับเป็น 1 ครั้ง) หลังจากนั้นให้นำเอาฝุ่นที่อยู่ในถาดรองด้านล่างมาชั่งน้ำหนัก และ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่น โดยค่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.5

$$\%F = \frac{(W_p + F) - W_i}{W_i} \times 100 \quad (3.5)$$

เมื่อ	$\%F$	คือ ฝุ่น (%)
	W_p	คือ น้ำหนักของจานรองเศษฝุ่น (g)
	W_i	คือ น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างเชื้อเพลิง (g)

3.2.2.4 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ฝุ่น (Fine)

การวัดความยาวของแท่งเชื้อเพลิงสามารถวัดด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ที่มีความละเอียดประมาณ 0.001 นิ้ว และสามารถคำนวณค่าความยาว จากสมการที่ 3.6

$$\%L = \frac{W_p}{W_i} \times 100 \quad (3.6)$$

เมื่อ	$\%L$	คือ ความยาว (%)
	W_p	คือ น้ำหนักของแท่งเชื้อเพลิงที่มีความยาวมากกว่า 1.5 นิ้ว (g)
	W_i	คือ น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างเชื้อเพลิง (g)

3.2.3 การวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ

การวิเคราะห์ต้นทุนในการทดลองมี 3 กระบวนการ คือ กระบวนการสับหยาบ กระบวนการสับละเอียด และกระบวนการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ โดยแต่ละกระบวนการจะทำการวิเคราะห์ต้นทุนในแต่ละด้านซึ่งประกอบไปด้วย กำลังการผลิต (kg/h) พลังงานต่อหน่วย (kWh/kg) ต้นทุนการผลิต (บาท/kg) และผลได้เชิงมวล (%) โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ในแต่ละส่วนดังนี้

3.2.3.1 กำลังการผลิต (productivity)

การคำนวณหา กำลังการผลิตที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูป เพื่อให้ทราบถึงกำลังการผลิตสูงสุดที่ผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งได้มีหน่วยเป็น (kg/h) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.7

$$\text{กำลังการผลิต} = \frac{\text{น้ำหนักหลังขึ้นรูป (kg)}}{\text{เวลาที่ใช้ขึ้นรูปทั้งหมด (h)}} \quad (3.7)$$

3.2.3.2 การใช้พลังงาน (energy consumption)

การคำนวณหา ค่าพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่ง หน่วยเป็น (kWh/kg) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.8

$$\text{การใช้พลังงาน} = \frac{\text{พลังงานที่ใช้ไป (kWh)}}{\text{น้ำหนักหลังขึ้นรูป (kg)}} \quad (3.8)$$

3.2.3.3 ต้นทุนพลังงานการผลิต (energy cost)

การคำนวณต้นทุนพลังงานในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดแท่งตะเกียบ เพื่อทราบถึงราคาต้นทุนต่อบาทของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งที่ผลิตได้ มีหน่วยเป็น (บาท/kg) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.9

$$\text{ต้นทุนการผลิต} = \frac{\text{พลังงานที่ใช้ไป (kWh)}}{\text{น้ำหนักหลังขึ้นรูป (kg)}} \times \text{ค่าไฟฟ้า (บาท)} \quad (3.9)$$

3.2.3.4 คำนวณผลได้เชิงมวล (yield)

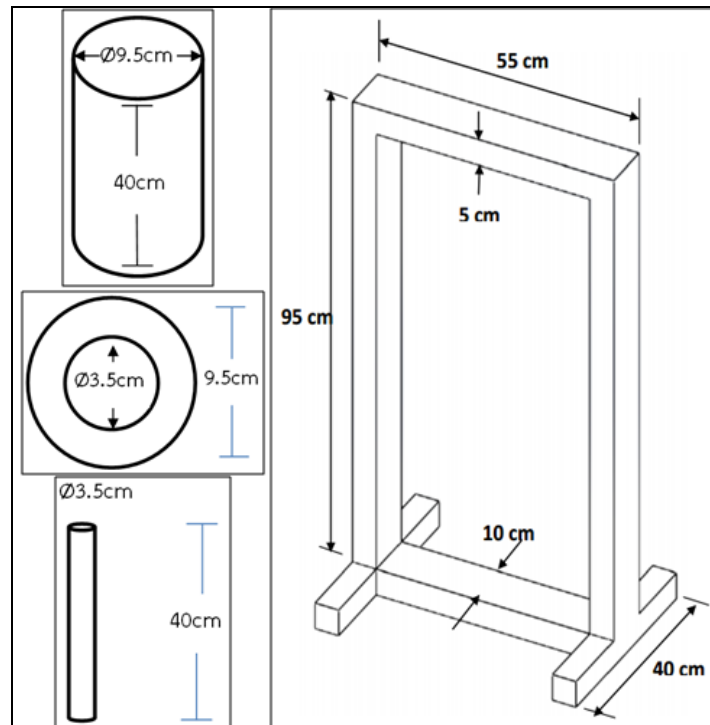
ในการหาผลได้เชิงมวลของเชื้อเพลิงอัดแท่งจะทำการบันทึกน้ำหนักของชีวมวล ก่อนเข้าเครื่องขึ้นรูปอัดแท่ง และทำการบันทึกน้ำหนักหลังขึ้นรูปอัดแท่งที่นำไปร่อนฝุ่นซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตออกแล้ว เพื่อนำมาคำนวณหาผลได้เชิงมวลที่แท้จริงที่ได้จากการขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งอัดแท่ง ซึ่งคำนวณผลได้เชิงมวลได้ตามสมการที่ 3.10

$$\text{ผลได้เชิงมวล} = \frac{\text{มวลเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ (kg)}}{\text{มวลตั้งต้น (kg)}} \times 100 \quad (3.10)$$

3.3 การผลิตเชื้อเพลิงอัดก้อนจากเศษกระถิน

3.3.1 ชุดอุปกรณ์การผลิตขึ้นรูปชีวมวลเชื้อเพลิงอัดก้อน

ชุดอุปกรณ์การผลิตขึ้นรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อนสร้างจากเหล็กที่มีความทนทานต่อการกัดกร่อน ประกอบไปด้วยแบบพิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อน ซึ่งรายละเอียดขนาดของชุดอุปกรณ์ในการผลิตขึ้นรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อนนั้น ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.11 โดยอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการอัดเชื้อเพลิงชีวมวลในการศึกษานี้ได้แก่ แม่แรงไฮดรอลิกส์ ขนาด 3 ตัน ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.11 ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อน



รูปที่ 3.12 แม่แรงไฮดรอลิกส์ที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อน

3.3.2 กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดก้อน

ชีวมวลหรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำมาใช้ในการศึกษาค้างนี้ ได้แก่ เศษกระถิน ที่ได้จากการเหลือใช้จากการเลี้ยงแพะ ภายในชุมชนห้วยทรายใต้ โดยจากการทำการทดลองเบื้องต้นพบว่า เศษกระถินไม่สามารถที่จะนำมาแปรสภาพเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนได้ด้วยการใช้เศษกระถินเพียงอย่างเดียว ดังนั้นในการศึกษาค้างนี้จึงจำเป็นต้องใช้ตัวประสานเข้ามาช่วยในการแปรสภาพให้เป็นเชื้อเพลิงแบบอัดก้อน ซึ่งตัวประสานที่ใช้นำมาผสม ได้แก่ กระจาด โดยมีขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนดังนี้ เริ่มจากการนำเศษกระถินมาผ่านการลดขนาด ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการแปรค่าขนาดอนุภาค 2 ค่า ได้แก่ 2 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาผสมกับตัวประสานให้เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งในการศึกษาค้างนี้ได้ทำการศึกษาค่าของสัดส่วนกระจาดเป็นจำนวน 3 ค่า ได้แก่ สัดส่วนผสม 10 20 และ 30 % โดยน้ำหนัก หลังจากนั้นนำวัตถุดิบดังกล่าวที่ผ่านการผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้วมาทำการขึ้นรูปชีวมวลตามแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ โดยแม่แรงไฮดรอลิกส์ ขั้นตอนถัดมาคือ นำเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนที่ผ่านการขึ้นรูปแบบอัดเรียบร้อยแล้วมาทำการไล่ความชื้น ในในตู้ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกจากตู้อบเพื่อเตรียมพร้อมในการใช้งาน

3.3.3 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

3.3.3.1 การหาค่าความหนาแน่น

การหาค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อน เริ่มจากการวัดความสูง รัศมีวงนอกและวงในของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดก้อน จากนั้นชั่งน้ำหนักเชื้อเพลิงมวลแบบอัดก้อน และคำนวณหาความหนาแน่นของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดก้อน ได้จากสมการ 3.11

$$\rho = \left(\frac{m}{\pi(r_o^2 - r_i^2)h} \right) \quad (3.11)$$

เมื่อ	ρ	คือ	ความหนาแน่น (kg/m ³)
	m	คือ	มวลของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อน (kg)
	r_o	คือ	รัศมีภายนอกของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อน (m)
	r_i	คือ	รัศมีภายในของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อน (m)
	h	คือ	ความสูงของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อน (m)

3.3.3.2 การทดสอบค่าดัชนีการแตกร่วน

การทดสอบค่าดัชนีการแตกร่วนทำโดยนำเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดก้อนชั่งน้ำหนัก แล้วทำการเก็บบันทึกค่าน้ำหนักเริ่มต้น แล้วนำใส่ในถุงพลาสติก หลังจากนั้นปล่อยถุงลงจากที่สูง 180 เซนติเมตร สู้พื้นซีเมนต์ซ้ำ 3 ครั้ง ขั้นตอนถัดมานำไปร่อนด้วยตะแกรงขนาด 20 มิลลิเมตร จากนั้นนำส่วนของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดก้อนที่เหลือจากการร่อนไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง โดยนำค่าที่ได้จากการบันทึกค่าทั้งหมดไปคำนวณหาค่าดัชนีการแตกร่วนได้จากสมการ 3.12

$$R = \frac{W_f}{W_i} \quad (3.12)$$

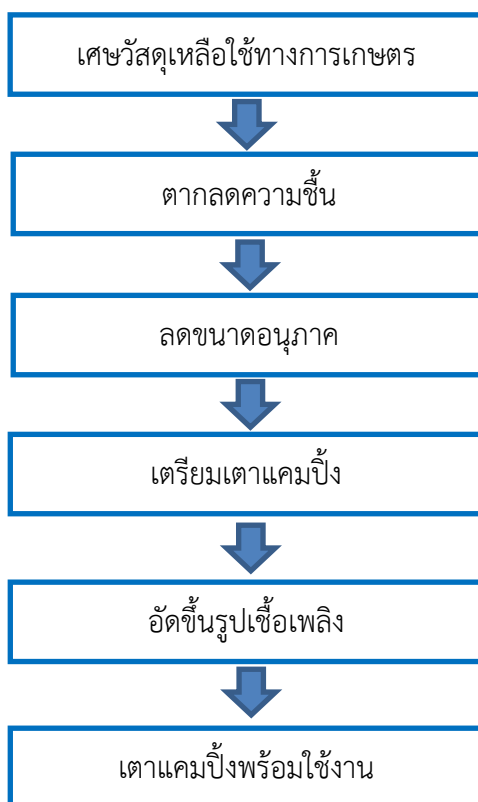
โดย R คือ ค่าดัชนีการแตกร่วน W_f คือ น้ำหนักของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดก้อนที่เหลือก่อนการทดสอบ (kg) และ W_i คือ น้ำหนักของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดก้อนที่เหลือหลังจากการทดสอบ (kg)

3.4 เชื้อเพลิงแบบอัดผงและเตาแคมป์สำหรับแหล่งท่องเที่ยว

การพัฒนาเชื้อเพลิงแบบอัดผงและเตาแคมป์สำหรับแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งการพัฒนาเชื้อเพลิงด้วยเทคโนโลยีการแปรสภาพชีวมวล โดยส่วนเชื้อเพลิงแบบอัดผงที่บรรจุในเตาแคมป์ คือ เชื้อเพลิงที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือที่เรียกว่า “เชื้อเพลิงชีวมวล” จากนั้นนำมาลดขนาดให้มีขนาดที่พอเหมาะต่อการบรรจุในเตาแคมป์ ซึ่งนิยามของเตาแคมป์ คือ เตาที่ใช้เชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สำหรับสร้างความร้อน เพื่อให้แสงสว่างยามค่ำคืน รวมทั้งประกอบอาหารประเภทต้มปิ้ง และย่าง ในแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ โดยในการศึกษครั้งนี้ได้ใช้เศษวัสดุทางการเกษตรที่ได้จากเศษกระถินที่มีในชุมชน โดยมีขั้นตอนการผลิตและบรรจุเชื้อเพลิงดังต่อไปนี้

3.4.1 ขั้นตอนการบรรจุเชื้อเพลิงแบบอัดผงลงเตาแคมป์

สำหรับการบรรจุเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดผงที่ได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน สำหรับเตาแคมป์ สามารถแสดงได้ดังแผนผังขั้นตอนการบรรจุเชื้อเพลิงในรูปแบบที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการบรรจุเชื้อเพลิงในเตาแคมป์

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลของการสำรวจศักยภาพชีวมวลและพฤติกรรมการใช้พลังงานความร้อน

การสำรวจศักยภาพชีวมวลและพฤติกรรมการใช้พลังงานความร้อนภายในชุมชนห้วยทรายใต้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาศักยภาพของชีวมวลที่มีภายในชุมชน ศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานความร้อน รวมทั้งศึกษาความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลภายในชุมชน โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามจากการสำรวจในงานวิจัยนี้มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ผลของข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

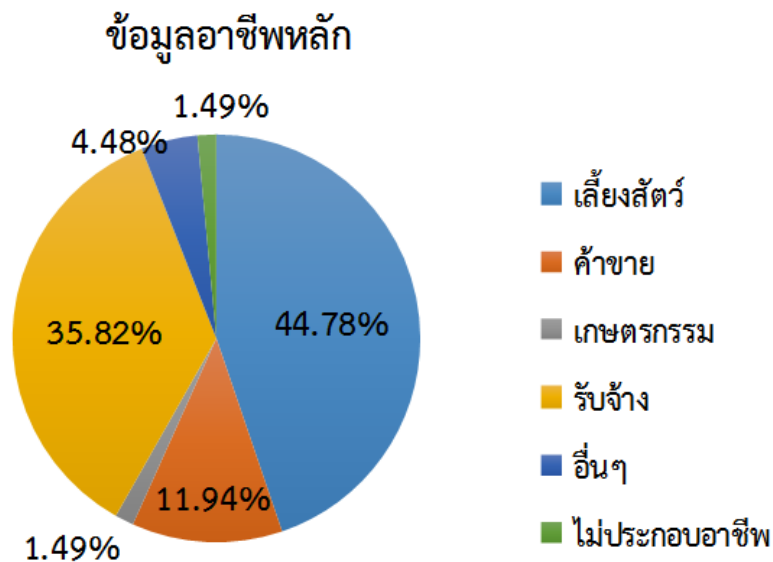
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 67 ครั้วเรือน ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) จำนวน 9 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ สถานะภาพสมาชิกอาชีพหลัก รายได้จากอาชีพหลัก และรายได้จากอาชีพเสริม โดยวิเคราะห์ผลเป็นการแจกแจงจำนวนและค่าร้อยละ แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบตารางและกราฟ ดังต่อไปนี้

4.1.1.1 ข้อมูลทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านเพศ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 36 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 53.70 และเป็นเพศชายจำนวน 31 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 46.30 ตามลำดับ โดยช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ส่วนน้อยอยู่ในช่วงอายุสูงกว่า 45 ปี จำนวน 36 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 53.70 รองลงมาเป็นช่วงอายุ 36 - 45 ปี จำนวน 19 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 28.40 ช่วงอายุ 25 - 35 ปีจำนวน 9 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 13.40 และช่วงอายุต่ำกว่า 25 ปี จำนวน 3 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 4.50 ส่วนด้านสถานะของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นหัวหน้าครอบครัวจำนวน 35 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 52.20 รองลงมาเป็นสมาชิกภายในครอบครัว จำนวน 31 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 46.30 และอื่นๆ จำนวน 1 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 1.50ตามลำดับของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีสมาชิกภายในครั้วเรือน 4 - 6 คน จำนวน 34 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 50.75 รองลงมา คือ สมาชิก 1 - 3 คน จำนวน 26 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 38.84 และสมาชิก 7 คนขึ้นไปจำนวน 7 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 10.41 ตามลำดับ

4.1.1.2 อาชีพหลัก

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านของอาชีพหลัก พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์ จำนวน 30 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 44.78รองลงมาคือ การรับจ้าง จำนวน 24 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 35.82 ประกอบอาชีพค้าขาย จำนวน 8 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 11.94และอาชีพเกษตรกรรม จำนวน 1 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 1.49ในส่วนของอื่นๆ นั้นจะเป็นการประกอบอาชีพทางด้านของรับราชการมีจำนวนทั้งหมด 4 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 4.48 และจากการสำรวจยังพบว่ามีอีก 1 ครั้วเรือนที่ไม่มีการประกอบอาชีพใดเลย คิดเป็นร้อยละ 1.49 ดังแสดงในรูปที่ 4.1

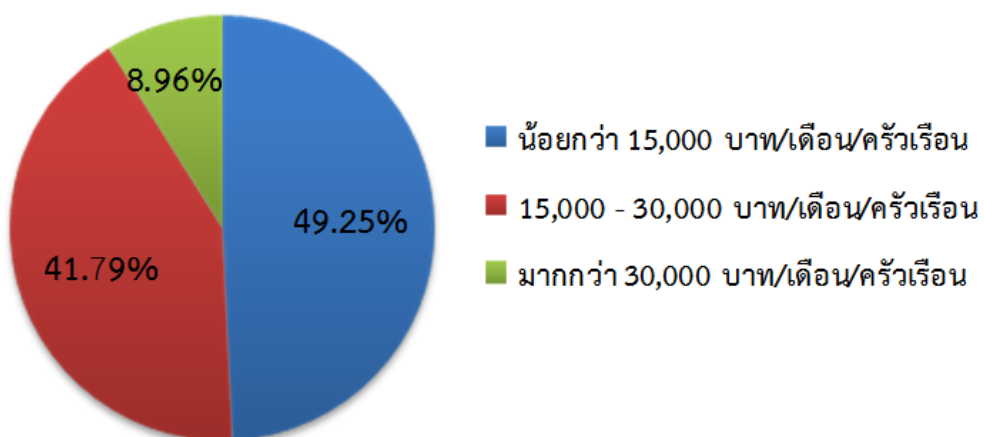


รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านอาชีพหลัก

4.1.1.3 รายได้ต่อครัวเรือน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านรายได้จากอาชีพหลักต่อเดือนพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ที่รายได้น้อยกว่า 15,000 บาท มีจำนวนทั้งหมด 33 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 49.25 โดยครัวเรือนในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพทางด้านของการเลี้ยงสัตว์จำพวกแพะขุน แพะนม วัวขุน และวัวนมที่มีปริมาณไม่มาก (ประมาณ 5-15 ตัว) การรับจ้าง คุณครู และขายอาหาร ต่อมาจะเป็นกลุ่มที่มีรายได้ในช่วง 15,000-30,000 บาท มีทั้งหมด 28 ครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 41.79 และครัวเรือนที่มีรายได้มากกว่า 30,000 บาท จำนวน 6 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 8.96 ในส่วนของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้มากกว่า 15,000 บาท ส่วนใหญ่จะทำอาชีพเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์ที่มีจำนวนมาก (ประมาณ 16-40 ตัว) ดังแสดงในรูปที่ 4.2

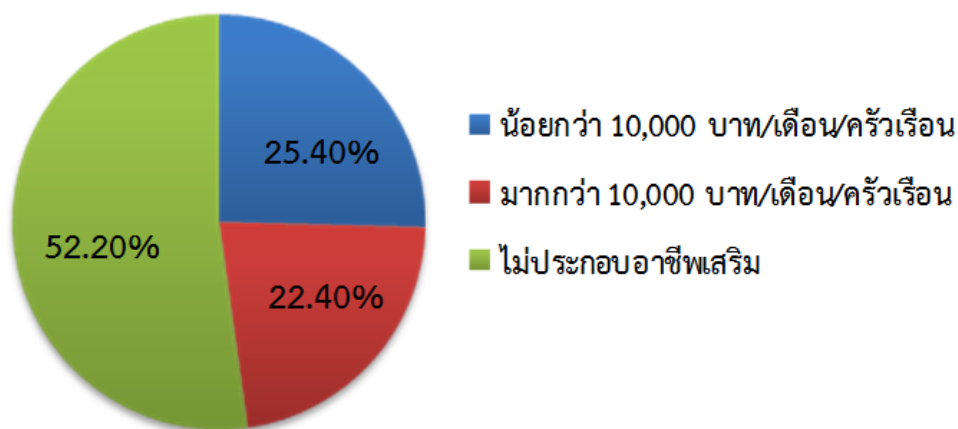
ข้อมูลรายได้จากอาชีพหลัก



รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายได้จากอาชีพหลัก

นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ผลข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านของรายได้จากอาชีพเสริมต่อเดือน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่ประกอบอาชีพเสริมมีจำนวนทั้งหมด 32 ครั้วเรือน โดยการประกอบอาชีพเสริมส่วนใหญ่จะเป็นการเลี้ยงสัตว์ (แพะและวัว) และรับจ้างซึ่งการประกอบอาชีพเสริมแบ่งตามรายได้ที่ได้รับคือ มีรายได้จากอาชีพเสริม น้อยกว่า 10,000 บาท จำนวน 17 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 25.40 และมีรายได้จากอาชีพเสริม 10,000 บาท ขึ้นไป จำนวน 15 ครั้วเรือนคิดเป็นร้อยละ 22.40 ตามลำดับ โดยจากการสำรวจจะเห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จะไม่มีรายได้จากการประกอบอาชีพเสริมซึ่งหมายความว่าไม่มีการประกอบอาชีพเสริมโดยจะมีจำนวนทั้งสิ้น 35 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 52.20 ดังแสดงในรูปที่ 4.3

ข้อมูลรายได้จากอาชีพเสริม

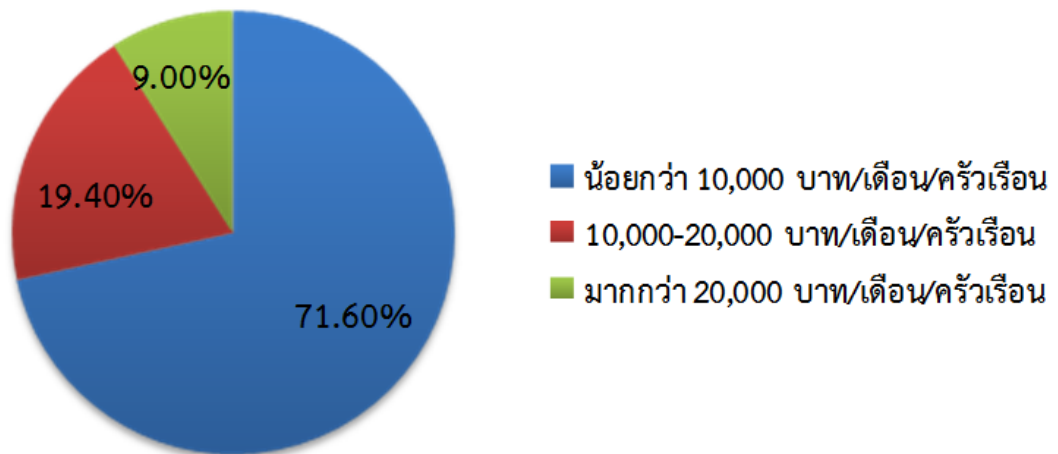


รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายได้จากอาชีพเสริม

4.1.1.4 รายจ่ายทั้งหมดภายในครั้วเรือน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านค่าใช้จ่ายทั้งหมดภายในครั้วเรือนต่อเดือน พบว่าส่วนใหญ่ค่าใช้จ่ายน้อยกว่า 10,000 บาทจำนวน 48 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 71.60 ค่าใช้จ่าย 10,000-20,000 บาทจำนวน 13 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 19.40 และค่าใช้จ่ายมากกว่า 20,000 บาทจำนวน 6 ครั้วเรือน คิดเป็นร้อยละ 9 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.4

ข้อมูลรายจ่ายทั้งหมดภายในครัวเรือน



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายจ่ายทั้งหมดภายในครัวเรือนต่อเดือน

4.1.2 ผลการสำรวจข้อมูลศักยภาพชีวมวลภายในพื้นที่

ในการรวบรวมข้อมูลศักยภาพด้านพลังงานความร้อนจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในเขตพื้นที่บ้านห้วยทรายใต้ หมู่ที่ 8 ตำบลสามพระยา อำเภอสายบุรี จำนวน 67 ครัวเรือนผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลจากการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลในพื้นที่ โดยมีข้อมูลที่ต้องการ ดังนี้ ชนิดของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จากนั้นนำข้อมูลเบื้องต้นคำนวณหาศักยภาพทางพลังงานความร้อน โดยใช้ข้อมูลองค์ประกอบพื้นฐานของปริมาณวัสดุเหลือใช้แต่ละชนิด ดังในตารางที่ 4.1 เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรทดแทนการใช้พลังงานความร้อน

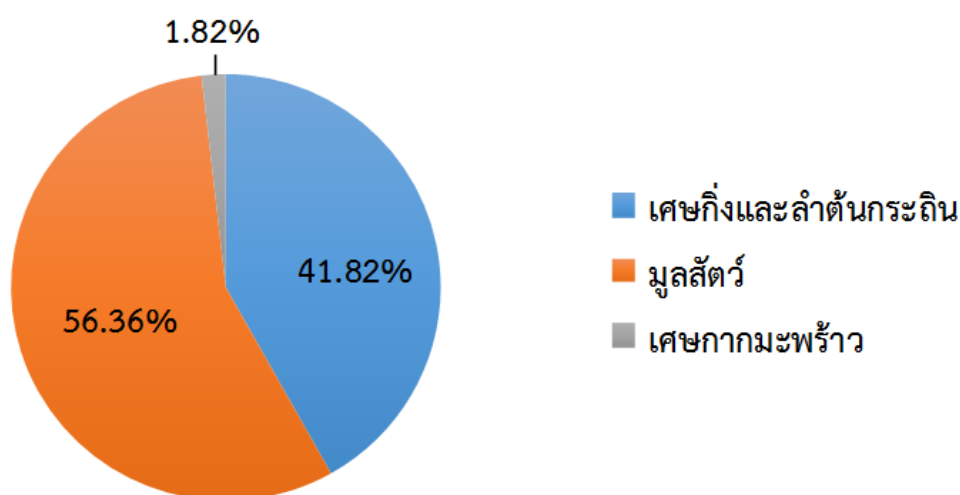
ตารางที่ 4.1 การประเมินศักยภาพพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรและมูลสัตว์

ชนิด	วัสดุเหลือใช้	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร			ค่าความร้อน (MJ/kg)
		kg./วัน	kg./เดือน*	t/ปี*	
กระถิน	กิ่งก้าน	1,000	30,000	365	20.09-20.52
หญ้าเลี้ยงสัตว์	ใบ	-	-	-	14
มะพร้าว	ทะลาย	-	-	-	15.40
	เปลือก	2	60	0.73	16.23
	กะลา	1	30	0.365	17.93
เศษไม้	กิ่งก้าน	10	300	3.65	14.98
มูลสัตว์	โค	1,500	45,000	547.5	13.40
	แพะ	-	-	-	-
รวม		2,522	75,390	917.25	

จากการศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรภายในเขตพื้นที่บ้านห้วยทรายใต้ จังหวัดเพชรบุรี พบว่าในเขตพื้นที่เป้าหมายนี้มีปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมากกว่า 917.25 ตันต่อปี ได้แก่ กระถิน มูลสัตว์ กากมะพร้าว คิดเป็นร้อยละ 34.33, 46.27 และ 1.4 ตามลำดับ โดยเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีปริมาณมากที่สุด ได้แก่ กระถิน และมูลโค (จำนวน 365 ตันต่อปี และ 547.5 ตันต่อปี)

นอกจากนี้จากแบบสอบถามเกี่ยวกับเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชน และเนื่องจากครัวเรือนที่ไม่มีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีทั้งหมด 12 ครัวเรือน จึงทำให้เหลือครัวเรือนที่ใช้ในการคำนวณเพียง 55 ครัวเรือน จากการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามพบว่าครัวเรือนส่วนใหญ่จะมีมูลสัตว์เหลือใช้เป็นจำนวน 31 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 56.36 รองลงมาคือกระถิน จำนวน 23 ครัวเรือนคิดเป็นร้อยละ 41.82 และตามมาด้วย กากมะพร้าวจำนวน 1 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 1.82 ดังแสดงในรูปที่ 4.5

ข้อมูลเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร



รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

จากผลจากการวิเคราะห์ศักยภาพในการสร้างรายได้ใหม่ให้กับชุมชนพบว่าสามารถผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษกระถิน จำนวน 365,000 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนเป็นจำนวนเงิน 547,500 บาทต่อปี นอกจากนี้ยังช่วยลดการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 73,000 กิโลกรัมต่อปี วิสาหกิจสามารถเกิดผลค่าเชื้อเพลิง 584,000 บาทต่อปี

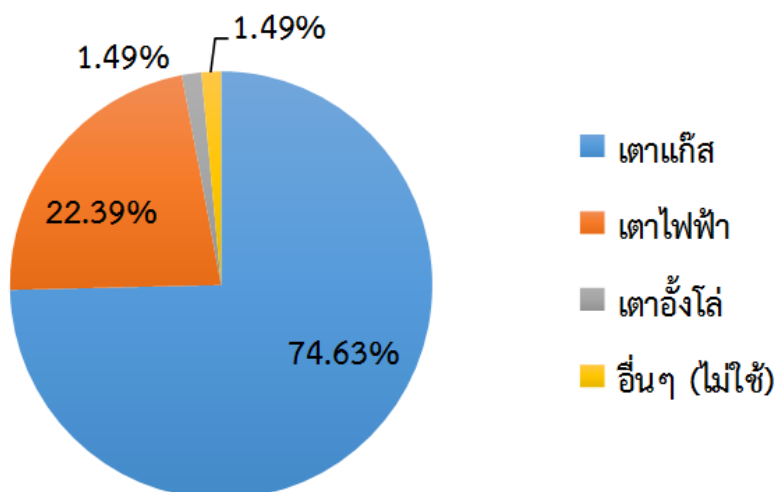
4.1.3 ผลการสำรวจพฤติกรรมด้านการใช้พลังงานความร้อน

สำหรับในหัวข้อผลการวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านการใช้พลังงานความร้อนของชุมชนสำหรับงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ลักษณะของเตาที่ใช้ประกอบอาหาร ลักษณะการใช้เชื้อเพลิงประกอบอาหาร และค่าใช้จ่ายสำหรับแก๊สหุงต้ม (LPG)

4.1.3.1 ลักษณะของเตาที่ใช้ประกอบอาหาร

ผลการสำรวจจากแบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะเตาประกอบอาหารที่ใช้ในภาคครัวเรือน พบว่าส่วนใหญ่ใช้เตาแก๊สในการประกอบอาหาร ในภาคครัวเรือน 50 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 74.63 ใช้เตาอั้งโล่ 15 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 22.39 ส่วนเตาไฟฟ้าและอื่นๆ (ไม่ใช่เตาประกอบอาหาร) มีการใช้งานน้อยที่สุด จำนวนอย่างละ 1 ครัวเรือน แต่ละชนิดคิดเป็นร้อยละ 1.49 ครัวเรือน ดังแสดงในรูปที่ 4.6

ลักษณะของเตาประกอบอาหารของภาคครัวเรือน

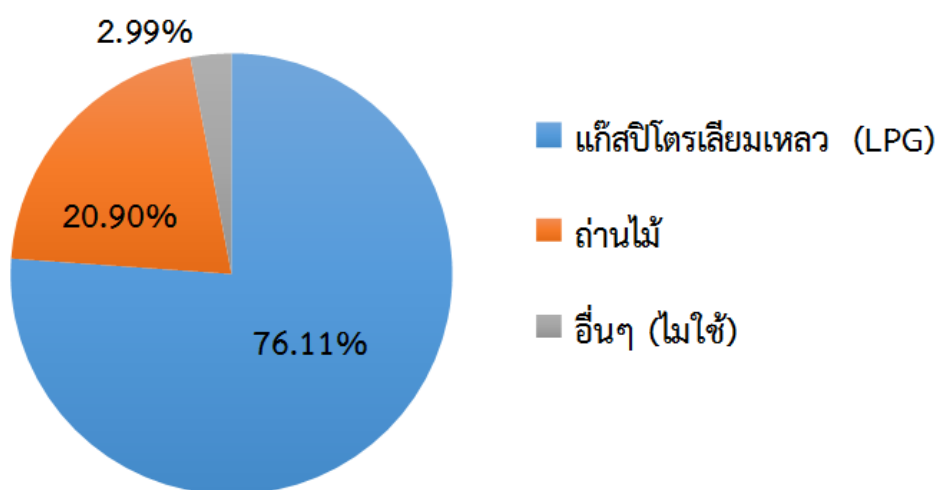


รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของเตาประกอบอาหารของภาคครัวเรือน

4.1.3.2 ลักษณะการใช้เชื้อเพลิงประกอบอาหาร

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการใช้เชื้อเพลิงในการประกอบอาหารภายในครัวเรือน พบว่าในภาคครัวเรือนส่วนใหญ่ใช้แก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นเชื้อเพลิงจำนวน 51 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 76.11 รองลงมาใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิงจำนวน 14 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 20.90 และอื่นๆ (ไม่มีการประกอบอาหาร) จำนวน 2 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 2.99 ตามลำดับ ดังแสดงรูปที่ 4.7

ลักษณะการใช้เชื้อเพลิงของภาคครัวเรือน

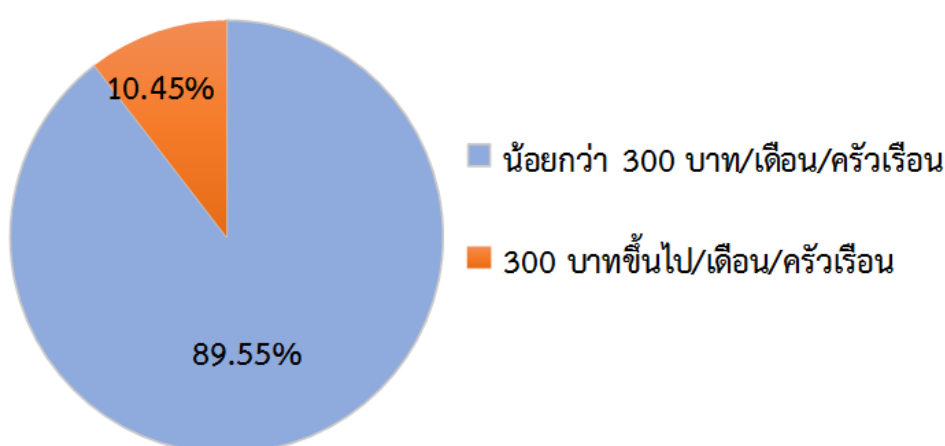


รูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการใช้เชื้อเพลิงของภาคครัวเรือน

4.1.3.2 ค่าใช้จ่ายของแก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของแก๊สหุงต้ม (LPG) ต่อเดือน ของภาคครัวเรือน พบว่าส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายสำหรับแก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG) น้อยกว่า 300 บาท/เดือน/ครัวเรือน จำนวน 61 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 89.55 และยังพบอีกว่าค่าใช้จ่ายสำหรับแก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG) ที่มีค่ามากกว่า 300 บาทขึ้นไป/เดือน/ครัวเรือน จำนวน 6 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 10.45 ดังแสดงรูปที่ 4.8

ค่าใช้จ่ายของแก๊สปิโตรเลียมเหลวของภาคครัวเรือน



รูปที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของแก๊สปิโตรเลียมเหลวของภาคครัวเรือน

ผลการสำรวจจากแบบสอบถามในงานวิจัยนี้ พบว่าประชากรส่วนใหญ่ใช้เตาและเชื้อเพลิงในการประกอบอาหารภายในครัวเรือน โดยมีจำนวนครัวเรือนและราคาดังนี้ต่อไปนี้ ลักษณะเตาและเชื้อเพลิงที่มีการใช้มากที่สุด จำนวน 63ครัวเรือน คือ เตาก๊าซ LPGมีราคาอยู่ในช่วง 1,000 - 2,000 บาท ใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง ราคาอยู่ในช่วง 380 - 490 บาทนอกจากนี้แบ่งลักษณะการใช้เชื้อเพลิงตามขนาดถังแก๊ส LPG ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการใช้งาน ดังนี้ จำนวน 61 ครัวเรือนใช้ขนาด 15 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยในการใช้ 60 วันจำนวน 1 ครัวเรือน ใช้ขนาด 7 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยในการใช้ 45 วัน และจำนวน 1 ครัวเรือน ใช้ขนาด 4 กิโลกรัม เป็นเตापิกนิกสำเร็จรูปไม่จำเป็นต้องใช้เตาก๊าซ มีค่าเฉลี่ยในการใช้ 30 วัน (เนื่องจากประชากรที่อาศัยอยู่ในชุมชน นิยมซื้อรับประทานมากกว่าการประกอบอาหารเอง จึงทำให้มีระยะเวลาในการใช้แก๊สเป็นเวลานาน)รองลงมาคือ จำนวน 19 ครัวเรือนยังมีการใช้เตาอั้งโล่มีราคาอยู่ในช่วง 150 - 300 บาท ใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิง ราคาอยู่ในช่วง 20 - 100 บาทและจำนวน 1 ครัวเรือน มีการใช้เตาไฟฟ้า มีราคาอยู่ในช่วง 4,000 - 6,000 บาท ตามลำดับ

4.1.4 ผลการสำรวจความสนใจในการใช้และการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับเชื้อเพลิงชีวมวล

4.1.4.1 ผลของความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 67 ครัวเรือน ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Rating scale) จำนวน 11 ข้อ ได้แก่ ด้านพลังงานความร้อนด้านพลังงานไฟฟ้าด้านความรู้เพิ่มเติมโดยวิเคราะห์ผลเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลโดยใช้เกณฑ์ในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล

คะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00แปลความว่ามีความสำคัญมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย3.41 - 4.20แปลความว่ามีความสำคัญมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.40 แปลความว่ามีความสำคัญปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย1.81 - 2.60แปลความว่ามีความสำคัญน้อย

คะแนนเฉลี่ย1.00 - 1.80แปลความว่ามีความสำคัญน้อยที่สุด

จากรูปที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลของผู้ตอบแบบสอบถาม (ครัวเรือน)ของพื้นที่บ้านห้วยทรายใต้ หมู่ที่8 ตำบลสามพระยา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบุรี พบว่าความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.16 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.89 ถือว่าอยู่ในระดับมากโดยสามารถแบ่งเป็นด้านต่างๆ ได้ ดังนี้

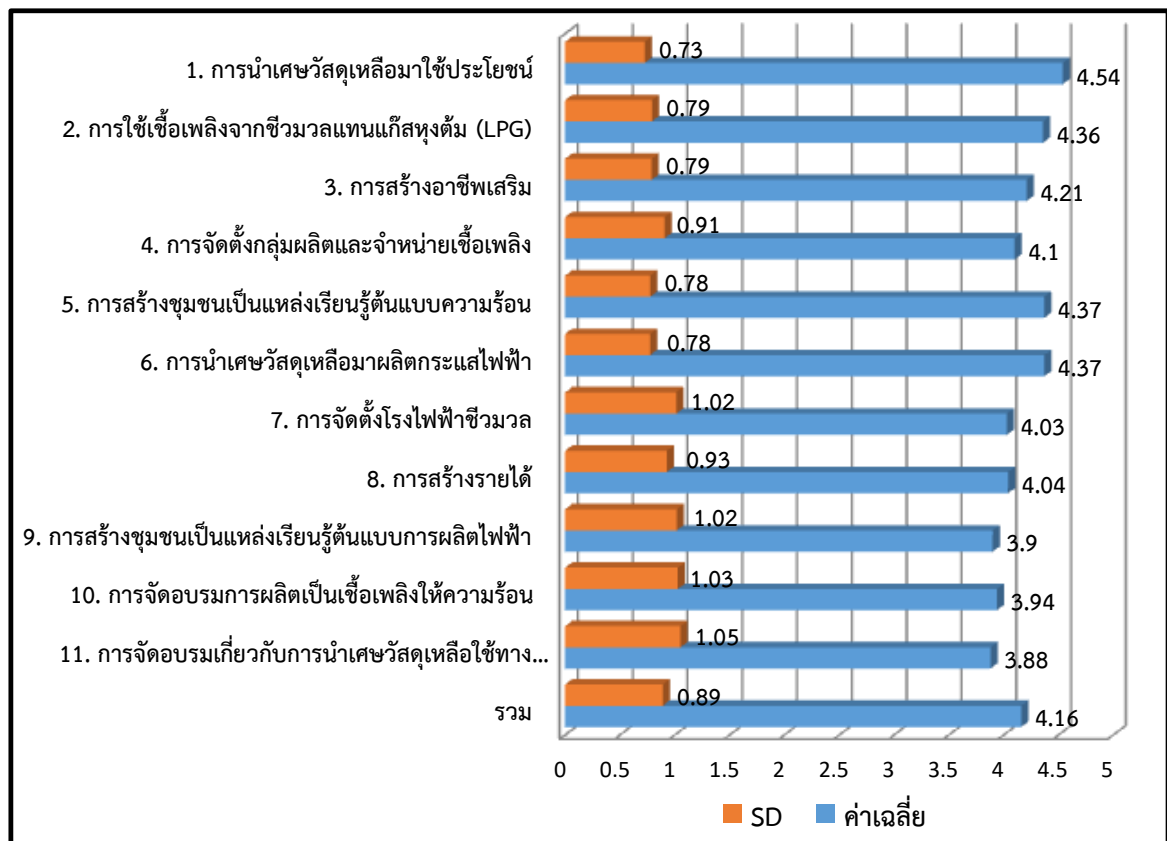
ในส่วนแรกจะเป็นด้านการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ชีวมวล เป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรภายในชุมชนมาแปรรูปหรือผลิตเป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้งานแก๊สปิโตรเลียมเหลว หรือแก๊สหุงต้ม (LPG) เพื่อเพิ่มมูลค่าและคุณภาพให้แก่ชีวมวลพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการสร้างมูลค่าดังกล่าว โดยมีคะแนนอยู่ในระดับที่มากที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยที่ 4.54 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.73 รองลงมา คือ การนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าจะมีค่าเฉลี่ยที่ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.78 ถือว่าอยู่ในระดับคะแนนมากที่สุด ในส่วนของการสร้างชุมชนให้เป็นแหล่งเรียนรู้ต้นแบบทางด้านการผลิตพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชีวมวลจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.78ถือว่าอยู่ในระดับคะแนนมากที่สุดเช่นเดียวกัน และการสร้างชุมชนให้เป็นแหล่งเรียนรู้ต้นแบบทางด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร จากผลการ

วิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.02 จะมีคะแนนอยู่ในระดับที่มาก

ในส่วนต่อมาด้านการลดค่าใช้จ่าย โดยการนำเชื้อเพลิงจากชีวมวลแปรรูปที่ผลิตเองมาใช้ภายในครัวเรือน เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย พบว่าการนำเชื้อเพลิงจากชีวมวลมาใช้แทนแก๊สหุงต้ม มีผู้สอแบบสอบถามสนใจที่จะเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอยู่ในระดับมากที่สุดโดยที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.79 รองลงมา คือ การจัดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลภายในชุมชนมีค่าเฉลี่ยที่ 4.03 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.02จัดอยู่ในระดับที่มาก

ด้านการเสริมสร้างรายได้ โดยการนำเชื้อเพลิงจากชีวมวลแปรรูปที่ผลิตออกจำหน่าย เพื่อสร้างรายได้และอาชีพเสริมภายในชุมชน พบว่าการสร้างอาชีพเสริมจากการผลิตและจำหน่ายเชื้อเพลิงชีวมวลมีความสนใจอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.79 ต่อมาเป็นการจัดตั้งกลุ่มผลิตและจำหน่ายเชื้อเพลิงชีวมวลภายในชุมชน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.91และการสร้างรายได้จากการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.04 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.93 ซึ่งจัดอยู่ในระดับที่มากเช่นเดียวกัน

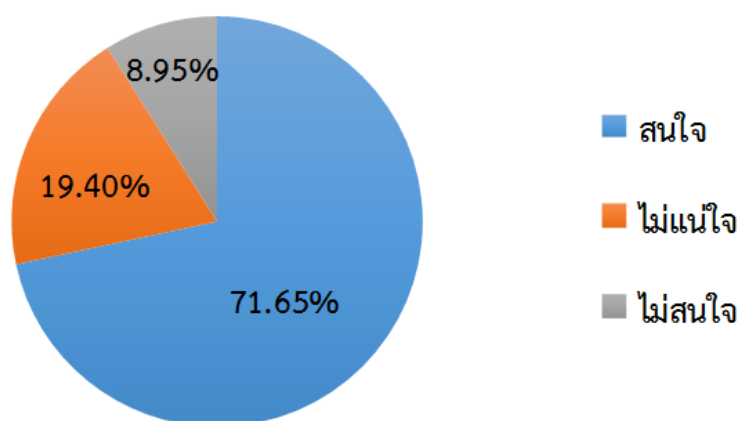
ด้านความสนใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมในการจัดอบรมการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้า โดยการให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวลเพื่อเป็นการส่งเสริมในการสร้างรายได้และลดค่าใช้จ่าย พบว่าถ้ามีจัดอบรมเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลมีความสนใจอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.94 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.03 และถ้าการจัดอบรมเกี่ยวกับการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.05จะเห็นได้ว่าครัวเรือนมีความสนใจมากในการเข้าร่วมกิจกรรม



รูปที่ 4.9 ผลวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล

นอกจากนี้หากทำการพิจารณาความสนใจในการจัดอบรมเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิง พบว่ามีผู้สนใจในการจัดอบรมเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงคิดเป็นร้อยละ 71.65 และผู้ที่ยังไม่แน่ใจมีอยู่ร้อยละ 19.40 ส่วนผู้ที่ไม่มีความสนใจอยู่ที่ร้อยละ 8.95 ดังแสดงในรูปที่ 4.10 ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ว่าส่วนใหญ่มีความสนใจที่จะนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิง

ความสนใจในการจัดอบรมเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิง



รูปที่ 4.10 ผลวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสนใจในการเข้าร่วมการจัดอบรม

จากผลการสำรวจความสนใจในการเข้าร่วมการอบรมการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล สามารถสรุปได้ว่ามีผู้สนใจในการจัดอบรมเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงคิดเป็น ร้อยละ 71.65 ซึ่งกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ในการเข้าร่วมการฝึกอบรมการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลภายในชุมชนห้วยทรายใต้ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี สามารถสรุปกลุ่มผู้สนใจเข้าร่วมโครงการอบรมฯ ได้ดังนี้ ช่วงกลุ่มอายุ 45 ปีขึ้นไป ประเภทเป็นกลุ่มอาชีพรับจ้าง รายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท และไม่มีอาชีพเสริม

4.1.4.2 ประชากรที่ให้ความสนใจในการเข้าร่วมการผลิตเชื้อเพลิง

ผลความสนใจในการเข้าร่วมเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล โดยการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีในชุมชนมากแปรสภาพเป็นเชื้อเพลิงให้พลังงานความร้อน ซึ่งผลการสำรวจผู้สนใจในการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวลได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2

โดยผลจากการสำรวจพบว่าครัวเรือนที่มีความสนใจในการเข้าร่วมผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลให้ความร้อนมีทั้งหมด 59 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 88.06 โดยประชากรกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ค) จะแสดงให้เห็นว่าอยู่ในช่วงอายุ 45 ปีขึ้นไป อยู่ที่ 30 ครัวเรือน และ 35-45 ปี อยู่ที่ 17 ครัวเรือน อาชีพที่ให้ความสนใจในการเข้าร่วมอบรม ส่วนใหญ่เป็นการประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์ 24 ครัวเรือน และอาชีพรับจ้าง 23 ครัวเรือน ส่วนของการค้าขาย การเกษตรและอื่น ๆ รวมกันอยู่ที่ 12 ครัวเรือน รายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท/เดือน/ครัวเรือน มีทั้งหมด 32 ครัวเรือน รายได้ที่ 15,000-30,000 บาท/เดือน/ครัวเรือน มีทั้งหมด 23 ครัวเรือน และรายได้มากกว่า 30,000 บาท/เดือน/ครัวเรือน ทั้งหมด 4 ครัวเรือน พบว่าส่วนใหญ่เป็นประชากรที่ไม่มีอาชีพเสริม 31 ครัวเรือนและมีอาชีพเสริม 28 ครัวเรือน โดยรายได้จากอาชีพเสริมจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8,478 บาท/เดือน/ครัวเรือน ซึ่งส่วนใหญ่จะทำอาชีพเสริมคือ การเลี้ยงสัตว์ 19 ครัวเรือน และประชากรส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 10,000 บาท/เดือน/ครัวเรือน ทั้งหมด 44 ครัวเรือน ค่าใช้จ่าย 10,000-20,000 บาท/เดือน/ครัวเรือน ทั้งหมด 12 ครัวเรือน และมากกว่า 20,000 บาท/เดือน/ครัวเรือน อยู่ทั้งหมด 3 ครัวเรือน จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาสามารถสรุปกลุ่มประชากรที่มีจำนวนมากที่สุดได้เป็นตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผู้สนใจในการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล

หัวข้อ	รายละเอียด	จำนวนครัวเรือน/ จำนวนครัวเรือนทั้งหมด	ร้อยละ
ผู้ที่สนใจในการเข้าอบรม	3-5 (Rating scale)	59/67*	88.06
อายุ	มากกว่า 45 ปี	30/59**	50.85
อาชีพหลัก	เลี้ยงสัตว์	24/59	35.82
รายได้หลัก	น้อยกว่า 15,000 บาท/เดือน/ ครัวเรือน	32/59	54.24
อาชีพเสริม	ไม่ประกอบอาชีพเสริม	31/59	52.54
ค่าใช้จ่าย	น้อยกว่า 10,000 บาท/เดือน/ ครัวเรือน	44/59	74.58

หมายเหตุ : *จำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่มีการสำรวจ

**จำนวนครัวเรือนที่มีความสนใจในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลให้ความร้อน

จากข้อมูลที่ได้มานั้นพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความสนใจในการเข้าร่วมผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลให้พลังงานความร้อนประมาณ 59 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 88.06 ส่วนใหญ่ อยู่ในช่วงอายุ 45 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 50.85 ประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 35.82 รายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท/เดือน/ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 54.24 ไม่ประกอบอาชีพเสริม คิดเป็นร้อยละ 52.54 และมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 10,000 บาท/เดือน/ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 74.58 ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าประชากรที่เข้าร่วมอบรมจะมีประมาณ 59 คน และเนื่องจากการสำรวจนี้ใช้หน่วยของประชากรเป็นครัวเรือน บางครัวเรือนอาจจะมีผู้เข้าร่วมการอบรมมากกว่า 1 คน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัน เวลา สถานที่ และความสะดวกของผู้เข้าร่วมการอบรมด้วย

4.2 ผลของการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ (pellet fuel)

4.2.1 ผลของการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินเพียงอย่างเดียว

โดยในการศึกษาเพื่อหาเงื่อนไขสำหรับการขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งตะเกียบจากวัสดุที่เป็นเศษกระถินเพียงอย่างเดียว ที่มีค่าความชื้นเริ่มต้นของเศษกระถินเริ่มต้นก่อนขึ้นรูปมีค่าประมาณ 11-13 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษพบว่าเศษกระถินสามารถขึ้นรูปได้ด้วยเงื่อนไขอุณหภูมิของเครื่องขึ้นรูป 80 องศาเซลเซียส และมีปริมาณการเติมน้ำในกระบวนการขึ้นรูป 80 เปอร์เซ็นต์โดยมวล จำนวนครั้งที่ขึ้นรูป 25 รอบ จากเงื่อนไขดังกล่าวลักษณะทางกายภาพของแต่ละรอบที่ขึ้นรูปมีลักษณะดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 : ลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินเพียงอย่างเดียวในขั้นตอนการผลิตที่จำนวนรอบต่างๆ

จำนวนรอบที่	ลักษณะทางกายภาพ	รูปประกอบ
1	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบแรกๆที่ออกมาจากเครื่องขึ้นรูปนั้น มีลักษณะส่วนใหญ่เป็นผง และไม่มีการยึดเกาะเป็นเม็ดแท่งตะเกียบ	
2-14	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบที่ 2-14 มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันคือ เริ่มเกาะตัวกันบ้าง แต่เป็นเม็ดที่มีลักษณะสั้นและเล็ก นอกจากนี้ยังมีฝุ่นปนมาด้วย	

15	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบที่ 15 พบว่าเชื้อเพลิงชีวมวลเริ่มมีการเกาะกันมากขึ้น แต่เชื้อเพลิงที่ได้มีลักษณะเป็นแท่งตะเกียบที่ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากจะสามารถพบว่าที่ผิวนอกของเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบยังแตกไม่เป็นเนื้อเดียวกัน และมีผงปนอยู่ค่อนข้างมาก	
16-17	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบที่ 16-17 มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันคือ เริ่มเกาะตัวกันแน่นขึ้น และเป็นแท่งตะเกียบที่ยาวขึ้นกว่ารอบที่ 15 พร้อมทั้งมีแท่งตะเกียบขนาดเล็กปนมาด้วย นอกจากนี้ยังมีฝุ่นปนมาเล็กน้อย	
18-19	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบที่ 18-19 มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันคือ เริ่มเกาะตัวกันแน่นขึ้น และมีลักษณะส่วนใหญ่เป็นแท่งตะเกียบ ปริมาณของฝุ่นผงน้อยลง	
20	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบที่ 20 เริ่มมีการเกาะตัวของเชื้อเพลิงแน่นขึ้น และมีลักษณะส่วนใหญ่เป็นแท่งตะเกียบที่เริ่มมีความเงาบ้างเล็กน้อย ปริมาณของฝุ่นผงน้อยลง	

21-24	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบที่ 21-24 ลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงแน่นขึ้นและมีความเงาเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังมีบางส่วนที่ยังเป็นเม็ดขนาดเล็กและผิวแตกลายอยู่	
25	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบที่ 25 ลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงเกือบทั้งหมดมีลักษณะที่แน่นขึ้นและมีความเงารูปร่างของเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบค่อนข้างยาวตามต้องการ	

จากนั้นนำเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบจากเศษกระถินที่ได้จากการการขึ้นรูปแบบอัดเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานสากล PFI ซึ่งเป็นมาตรฐานในการเชิงพาณิชย์ โดยพบว่าค่าความหนาแน่นเฉลี่ยมีค่า 683.38 kg/m^3 (ช่วงที่ผ่านมาตรฐาน PFI : $615.60\text{--}745.20 \text{ kg/m}^3$) ค่าความทนทานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98% (ช่วงที่ผ่านมาตรฐาน PFI : $\geq 96\%$) อัตราการผลิตเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.84 (kg/h) ผลได้เชิงมวล เฉลี่ยเท่ากับ 53.22 % ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ว่าเศษกระถินที่มีอยู่มากในชุมชนนั้นมีศักยภาพในการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้ความร้อนได้เป็นอย่างดี แต่ส่วนใหญ่คนในชุมชนมักมองไม่เห็นคุณค่าและศักยภาพที่มีในตัวขอกระถิน และนิยมกำจัดเศษกระถินเหลือใช้เหล่านั้นโดยวิธีการเผาทิ้ง เนื่องจากเป็นวิธีการที่สะดวกและรวดเร็ว เป็นการสูญเสียโอกาสในการลดรายจ่ายและสร้างรายได้ให้กับชุมชน

ถึงแม้ว่าคุณสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งที่มาจากเศษกระถินจะผ่านมาตรฐานในเชิงพาณิชย์ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของการวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบในกรณีนี้ พบว่ามีการใช้พลังงานรวมเฉลี่ยค่อนข้างสูง คือมีค่าเท่ากับ 1.608 (kWh/kg) โดยคิดเป็นต้นทุนพลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 (Bath/kg) (เมื่อเทียบกับต้นทุนพลังงานของการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบของชีวมวลทั่วไปอยู่ที่ประมาณ $1\text{--}2.5 \text{ Bath/kg}$) เนื่องจากใช้จำนวนรอบในการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบสูงและถึงแม้เศษกระถินจะเป็นชีวมวลที่มีค่าความร้อนที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากชีวมวลประเภทอื่นๆ เช่น แกลบ ฟางข้าวและชานอ้อย เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงค่าต้นทุนพลังงานที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินเพียงอย่างเดียวนั้นมีค่าต้นทุนพลังงานในการผลิตที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาโดยการใช้ตัวประสานทางธรรมชาติ เพื่อช่วยลดต้นทุนพลังงานในการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งจากเศษกระถิน

4.2.2 ผลของการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินผสมกับเหง้ามัน ลำปะหลังหมัก

เนื่องจากผลในหัวข้อ 4.2.1 ทำให้ทราบว่าเศษกระถินมีศักยภาพในการแปรสภาพเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบได้ แต่มีค่าต้นทุนพลังงานในการผลิตที่ค่อนข้างสูง เพื่อที่จะลดค่าต้นทุนพลังงานและปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงจากเศษกระถิน จึงได้มีการพัฒนาโดยใช้ตัวประสานทางธรรมชาติในกระบวนการผลิต

สำหรับการศึกษาเพื่อหาเงื่อนไขสำหรับการขึ้นรูปเชื้อเพลิงอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินผสมที่ใช้ตัวประสานทางธรรมชาติ คือ เหง้ามันลำปะหลังหมัก โดยค่าความชื้นเริ่มต้นของเศษกระถินก่อนขึ้นรูปมีค่า 8-10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เหง้ามันลำปะหลังหมักมีค่าความชื้นเริ่มต้น 50 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาพบว่าเงื่อนไขที่เหมาะสมของการขึ้นรูปสำหรับกรณีศึกษานี้ได้แก่ ปริมาณการเติมตัวประสาน 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการเติมน้ำในการขึ้นรูป 20 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิของเครื่องขึ้นรูป 75-80 องศาเซลเซียส และจำนวนครั้งที่ขึ้นรูปทั้งหมด 4 รอบ จากเงื่อนไขดังกล่าวลักษณะทางกายภาพของแต่ละรอบที่ขึ้นรูปมีลักษณะดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 : ลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินผสมเหง้ามันลำปะหลังหมักในขั้นตอนการผลิตที่จำนวนรอบต่างๆ

จำนวนรอบ	ลักษณะทางกายภาพ	รูปประกอบ
1	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบแรกที่ออกมาจากเครื่องขึ้นรูปนั้น มีลักษณะส่วนใหญ่เป็นผง และไม่มีการยึดเกาะเป็นลักษณะแท่งตะเกียบ	
2	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบที่ 2 มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันกับรอบแรก แต่เริ่มสังเกตเห็นได้ว่า เริ่มเกาะตัวกันบ้าง เล็กน้อย	
3	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรอบที่ 3 เริ่มจับตัวเป็นก้อนมากขึ้น โดยเมื่อสัมผัสตัวชีวมวล ชีวมวลเริ่มแห้ง อุณหภูมิแผ่นแม่พิมพ์เริ่มสูงขึ้น เนื่องจากแรงเสียดทานในรูปแผ่นแม่พิมพ์เพิ่มมากขึ้น	

4	ลักษณะของเชื้อเพลิงชีวมวลในรูปที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของเชื้อเพลิงเกือบทั้งหมดมีลักษณะที่แน่นชื้นและมีความเงา รูปร่างของเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบค่อนข้างยาวตามต้องการ	
---	--	--

และผลของการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบจากเศษกระถินที่ใช้แห้งมันสำปะหลังหมักเป็นตัวประสานมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานสากล PFI พบว่าค่าความหนาแน่นเฉลี่ยมีค่า 691.73 kg/m³ (ช่วงที่ผ่านมาตรฐาน PFI : 615.60-745.20 kg/m³) ค่าความทนทานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98% (ช่วงที่ผ่านมาตรฐาน PFI : ≥96%) อัตราการผลิตเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 25.10 (kg/h) ผลได้เชิงมวล เฉลี่ยเท่ากับ 80.43 % ในส่วนของการวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบในกรณีนี้ พบว่ามีการใช้พลังงานรวมเฉลี่ยเท่ากับ 0.0157 (kWh/kg) โดยคิดเป็นต้นทุนพลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 0.06 (Bath/kg) ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ว่าการผลิตเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบจากเศษกระถินที่ใช้แห้งมันสำปะหลังหมักเป็นตัวประสานมีค่าต้นทุนพลังงานในการผลิตที่ลดลงเมื่อเทียบกับการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินเพียงอย่างเดียว

4.2.3 ผลการเปรียบเทียบการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบทั้ง 2 กรณี

จากการศึกษาหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบทั้ง 2 กรณี ได้แก่ กรณีแรกสำหรับการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินเพียงอย่างเดียว และในกรณีที่สองสำหรับการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากกระถินผสมแห้งมันสำปะหลังหมัก โดยทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและผลการวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานของทั้ง 2 กรณีดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 : การเปรียบเทียบผลของคุณสมบัติทางกายภาพและการวิเคราะห์ต้นทุนพลังงาน

ผลจากการทดสอบ	กรณีที่ 1 (เศษกระถินเพียงอย่างเดียว)	กรณีที่ 2 (เศษกระถินเพียงผสม แห้งมันสำปะหลังหมัก)
ลักษณะทางกายภาพ		
จำนวนรอบการขึ้นรูป (รอบ)	25	4
อัตราการผลิตเฉลี่ย (kg/h)	2.84	25.10
การใช้พลังงานรวมเฉลี่ย (kWh/kg)	1.608	0.0157
ต้นทุนพลังงานเฉลี่ย (Bath/kg)	4.82	0.06

เมื่อทำการพิจารณาเปรียบเทียบของทั้งสองกรณีศึกษา พบว่าในการวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบสำหรับกรณีที่ใช้วัตถุดิบจากเศษกระถินเพียงอย่างเดียวมีค่าต้นทุนพลังงานเฉลี่ยที่สูงมีค่าเท่ากับ 4.82 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นต้นทุนพลังงานที่สูงมาก เมื่อเทียบกับค่าต้นทุนพลังงานในการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลแท่งตะเกียบในท้องตลาดที่มีช่วงราคาอยู่ประมาณ 1.5-4 บาทต่อกิโลกรัม (ไม่รวมค่าขนส่ง) ดังนั้นกรณีแรกจึงไม่เหมาะสำหรับการผลิตได้ในเชิงพาณิชย์ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีที่เป็นการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินที่ใช้เห้งน้ำมันสำหรับหมักเป็นตัวประสานทางธรรมชาติ มีต้นทุนพลังงานเฉลี่ยที่ต่ำลงมีค่าเท่ากับ 0.06 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการผลิตเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบที่เหมาะสมที่สุด และต้นทุนพลังงานในการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบน้อยกว่าชีวมวลแบบอื่นในท้องตลาด

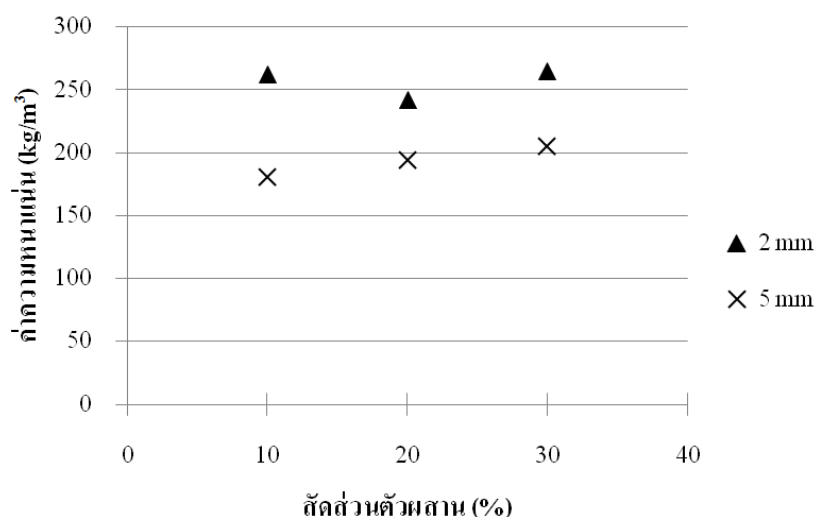
ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่ากรณีการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินที่ใช้เห้งน้ำมันสำหรับหมักมีค่าต้นทุนพลังงานในการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบน้อยกว่ากรณีผลิตจากเศษกระถินเพียงอย่างเดียว ซึ่งในกรณีที่มีการใช้ตัวประสานทางธรรมชาติจึงมีแนวโน้มที่เหมาะสมกับการลงทุนในเชิงพาณิชย์ในอนาคต

4.3 ผลของคุณสมบัติของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อน

ในการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนที่ผลิตจากเศษกระถินที่เหลือใช้จากการเลี้ยงแพะภายในชุมชนเป้าหมาย โดยผลของคุณสมบัติทางกายภาพสำหรับเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ค่าความหนาแน่นและค่าดัชนีการแตกร่วน

4.3.1 ค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อน

จากผลการทดสอบค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดก้อนที่ใช้กระดาชเป็นตัวผสมที่ 10, 20 และ 30 % ดังแสดงในรูปที่ 4.11 พบว่าสำหรับเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเศษกระถินขนาด 2 มิลลิเมตร มีค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนอยู่ในช่วงระหว่าง 242 ถึง 265 kg/m^3 ส่วนเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเศษกระถินขนาด 5 mm มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 181 – 205 kg/m^3

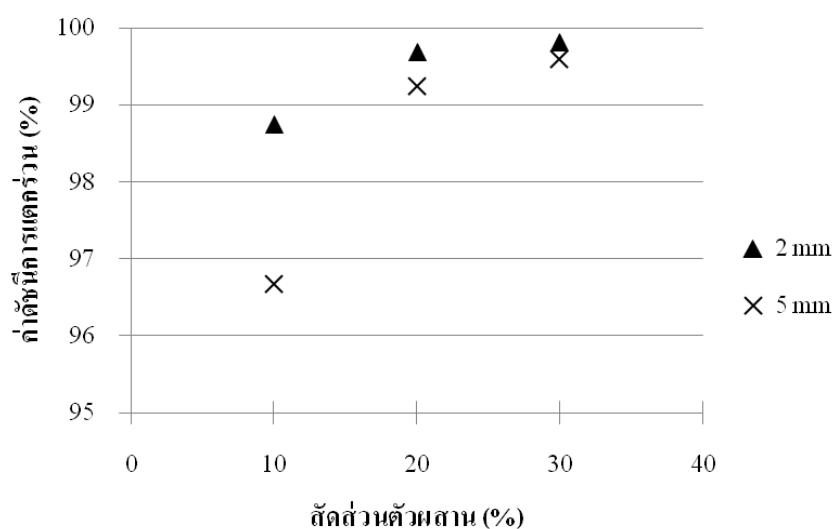


รูปที่ 4.11 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์สัดส่วนตัวผสมที่มีต่อค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนจากเศษกระถินผสมกระดาช

โดยสามารถสังเกตเห็นได้ว่าค่าความหนาแน่นของเศษกระถินที่มีขนาดอนุภาค 2 มิลลิเมตร มีแนวโน้มมากกว่าขนาดอนุภาค 5 มิลลิเมตร ในทุกอัตราส่วนการผสมตัวประสาน และนอกจากนี้ยังพบอีกว่าสัดส่วนของตัวผสมที่ 30 % ของทั้งสองขนาดอนุภาคมีค่าความหนาแน่นที่สูงมากที่สุด โดยสาเหตุที่ทำให้ชีวมวลอัดก้อนที่ผลิตจากกระถินขนาดเล็กกว่ามีความหนาแน่นสูง เป็นเพราะชีวมวลที่ผลิตจากเชื้อเพลิงขนาดเล็กกว่าจะสามารถอัดตัวกันได้ดีกว่าและมีการคลายตัวที่ต่ำกว่าชีวมวลที่ผลิตจากชีวมวลขนาดใหญ่

4.3.2 ค่าดัชนีการแตกร่วนของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อน

จากรูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการแตกร่วนของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อน พบว่าที่สัดส่วนตัวผสม 10, 20 และ 30 % ของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อนที่ผลิตจากเศษกระถินขนาด 2 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ 98.8 , 99.6 และ 99.8 % ตามลำดับ ส่วนเชื้อเพลิงชีวมวลอัดก้อนที่ผลิตจากเศษกระถินขนาด 5 mm มีค่า 96.7, 99.2 และ 99.6% ตามลำดับ



รูปที่ 4.12 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์สัดส่วนตัวผสมที่มีต่อค่าดัชนีการแตกร่วนของเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนจากเศษกระถินผสมกระดาศ

โดยสามารถสังเกตได้ว่าเมื่อเพิ่มสัดส่วนตัวผสมจะส่งผลทำให้ค่าดัชนีการแตกร่วนมีค่าเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าชีวมวลอัดก้อนที่ผลิตขึ้นโดยใช้กระดาศเป็นตัวผสมมีความทนทานต่อการกระแทกได้เป็นอย่างดี

สำหรับเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนจากเศษกระถิน คือ การใช้ขนาดอนุภาคของเศษกระถิน 2 มิลลิเมตร และใช้กระดาศเป็นตัวประสานในสัดส่วนตัวผสม 30 % ซึ่งมีคุณสมบัติทางด้านกายภาพที่ดีที่สุดในการทดลองนี้

4.4 ผลการศึกษาของเชื้อเพลิงแบบอัดผงและเตาแคมป์ปิ้ง

จากการศึกษาและสร้างเตาแคมป์ปิ้ง (Camping Stove) ที่ใช้เชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยในการศึกษานี้ได้ใช้เศษวัสดุทางการเกษตรที่ได้จากเศษกระถินที่มีในชุมชน ซึ่งจากการสำรวจพบว่าเศษกระถินมีมากเป็นอันดับสองที่ยังมีศักยภาพในการให้ค่าความร้อนที่ค่อนข้างสูง คือประมาณ 20 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งตัวเตาแคมป์ปิ้งที่ได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับเชื้อเพลิงแบบอัดผงจากเศษกระถินนั้น มีข้อดีคือ เป็นเตาแคมป์ปิ้งที่ใช้เชื้อเพลิงจากเศษวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น ทั้งยังมีการจุดติดง่าย และหลังจากใช้งานแล้วไม่ทิ้งขี้เถ้าไว้ในพื้นที่ ซึ่งเหมาะสำหรับการท่องเที่ยวแบบเชิงอนุรักษ์ได้เป็นอย่างดี และยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย โดยลักษณะทางกายภาพของเตาแคมป์ปิ้งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.13 โดยหลังจากการบรรจุเชื้อเพลิงลงในเตาแคมป์ปิ้งได้มีการนำเตาแคมป์ปิ้งมาทำการทดลองใช้จริง ซึ่งสามารถสร้างความร้อน เพื่อให้แสงสว่างยามค่ำคืน รวมทั้งประกอบอาหารประเภทต้ม ปิ้ง และย่าง ในแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 ลักษณะทางกายภาพของเตาแคมป์ปิ้ง



การให้แสงสว่าง



การประกอบอาหารแบบต้ม



การประกอบอาหารแบบปิ้งย่าง

รูปที่ 4.14 ลักษณะการใช้งานของเตาแคมป์ปิ้ง

โดยได้มีการทดลองใช้งานจริงกับกลุ่ม “ชมรมธุรกิจท่องเที่ยวแก่งกระจานลุ่มน้ำเพชรบุรี” ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มกันของผู้ประกอบการธุรกิจรีสอร์ท โฮมสเตย์ ร้านอาหาร ในเขตอำเภอแก่งกระจาน และอำเภอยาง่าง ดังแสดงในรูปที่ 4.15 และยังทำการทดลองใช้จริงกับตัวอย่างของชาวบ้านในพื้นที่ชุมชนไร่ใหม่พัฒนา เขตพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ดังแสดงในรูปที่ 4.16



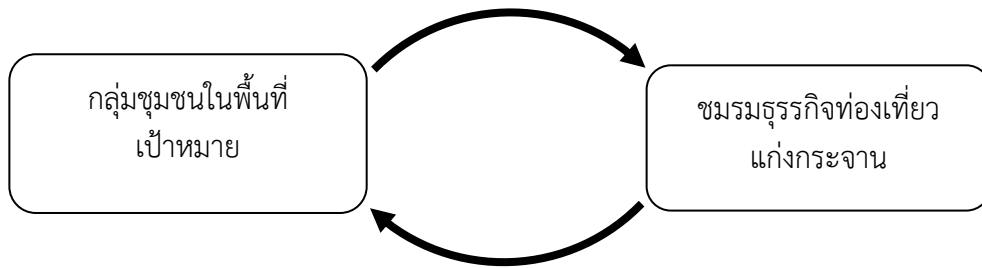
รูปที่ 4.15 การทดลองใช้งานของเตาแคมป์ ร่วมกับชมรมธุรกิจท่องเที่ยวแก่งกระจานลุ่มน้ำเพชรบุรี



รูปที่ 4.16 การทดลองใช้งานของเตาแคมป์ ร่วมกับตัวอย่างของชาวบ้านในพื้นที่ชุมชนไร่ใหม่พัฒนา
เขตพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี

ผลตอบการรับหลังจากการทดลองใช้งานจริงกับชมรมธุรกิจท่องเที่ยวแก่งกระจาน-ลุ่มน้ำเพชรบุรี ส่งผลทำให้มีการวางแผนธุรกิจสำหรับการสร้างรายได้ให้กับชุมชน โดยการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดผงพร้อมบรรจุ เพื่อจำหน่ายแก่งแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งได้รับผลตอบรับและมีการดำเนินการวางแผนทำธุรกิจร่วมกันโดยสามารถแสดงแผนผังธุรกิจสำหรับชุมชน ดังแสดงในรูปที่ 4.17

กลุ่มชาวบ้านบรรจุเชื้อเพลิงลงในเตาแคมป์ปิ้ง ส่งให้กลุ่มชมรมธุรกิจท่องเที่ยว
(กลุ่มชมรมท่องเที่ยวจ่ายเงินให้กลุ่มชาวบ้าน)



กลุ่มชมรมธุรกิจท่องเที่ยวส่งคืนเตาแคมป์ปิ้งที่ใช้เชื้อเพลิงหมดแล้วคืนให้กลุ่มแก่
กลุ่มชาวบ้านเพื่อนำเตาแคมป์ปิ้งเปล่าบรรจุเชื้อเพลิงอีกครั้งหนึ่ง

รูปที่ 4.17 แบบจำลองทางธุรกิจเพื่อสร้างรายได้ใหม่โดยการบรรจุเชื้อเพลิงแบบอัดผง
ให้แก่กลุ่มชุมชนในพื้นที่เป้าหมาย

จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน พบว่าหากอุทยานแห่งชาติ
แก่งกระจานใช้เตาแคมป์ปิ้ง (Camping stove) ฤดูการท่องเที่ยวตลอดปีจำนวน 30,840 เตาคือปี
สามารถทำให้เกิดรายได้ใหม่แก่ชุมชน 3,084,000 บาทต่อปี

4.5 การอบรมการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยเทคโนโลยีการแปรสภาพ

หลังจากได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบ เชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัด
ก้อนและเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดผงที่ผลิตจากเศษกระถิน ซึ่งเป็นวัสดุทางการเกษตรที่เหลือใช้ในชุมชน
นี้แล้ว ทางทีมผู้วิจัยได้ทำการจัดอบรมทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติในหัวข้อการผลิตเชื้อเพลิงจากชีว
มวลและการบรรจุเชื้อเพลิงสำหรับเตาแคมป์ปิ้งให้แก่ชุมชน โดยมีภาพบรรยากาศการฝึกอบรมดังแสดงใน
รูปที่ 4.18 – 4.22 โดยกลุ่มชาวบ้านให้ความสนใจเป็นอย่างมากและมีการตอบรับเป็นอย่างดี



รูปที่ 4.18 ภาพบรรยากาศภาคบรรยาย



รูปที่ 4.19 ภาพบรรยากาศภาคบรรยาย (ต่อ)



รูปที่ 4.20 ภาพบรรยากาศภาคปฏิบัติ



รูปที่ 4.21 ภาพบรรยากาศภาคปฏิบัติ (ต่อ)



รูปที่ 4.22 ภาพบรรยากาศภาคปฏิบัติ (ต่อ)

บทที่ 5

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามเกี่ยวกับปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรภายในเขตพื้นที่บ้านห้วยทรายใต้ จังหวัดเพชรบุรี พบว่าในเขตพื้นที่เป้าหมายนี้มีปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมากกว่า 917.25 ตันต่อปี โดยเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีปริมาณมากที่สุดสองอันดับแรก ได้แก่ กระถิน และมูลโค(จำนวน 365ตันต่อปี และ 547.5ตันต่อปี) จากผลการวิเคราะห์ศักยภาพพบว่ากระถินมีค่าความร้อนอยู่ที่ 20.30MJ/kg ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระถินมีศักยภาพที่สามารถนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงแข็งในการให้ความร้อนหรือผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ผลจากการวิเคราะห์ศักยภาพในการสร้างรายได้ใหม่ให้กับชุมชนพบว่าสามารถผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษกระถิน จำนวน 365,000 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนเป็นจำนวนเงิน 547,500 บาทต่อปี ทั้งยังสามารถช่วยลดการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 73,000กิโลกรัมต่อปี วิสาหกิจสามารถเกิดผลค่าเชื้อเพลิง 584,000 บาทต่อปี

และในการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินเหลือใช้ในชุมชน พบว่าเศษกระถินมีศักยภาพในการแปรสภาพเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการวิเคราะห์ต้นทุนพลังงานในการผลิตสำหรับกรณีที่เกิดจากเศษกระถินเพียงอย่างเดียว พบว่ามีค่าต้นทุนพลังงานเฉลี่ยที่ค่อนข้างสูงคือ 4.82 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาการใช้ตัวประสานทางธรรมชาติ เพื่อช่วยลดต้นทุนพลังงานในการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งจากเศษกระถิน ซึ่งจากการศึกษาในงานวิจัยนี้ได้พบว่าการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบจากเศษกระถินที่ใช้เหง้ามันสำปะหลังหมักเป็นตัวประสานทางธรรมชาติ มีต้นทุนพลังงานเฉลี่ยที่ต่ำลงคือมีค่าเท่ากับ 0.06 บาทต่อกิโลกรัม โดยสามารถสรุปได้ว่ากรณีที่มีการผลิตเชื้อเพลิงแบบอัดแท่งตะเกียบที่ใช้ตัวประสานทางธรรมชาติมีแนวโน้มที่เหมาะสมกับการลงทุนในเชิงพาณิชย์ในอนาคต

สำหรับเศษกระถินสามารถแปรสภาพเป็นเชื้อเพลิงแบบอัดก้อนได้เช่นกัน โดยผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มสัดส่วนตัวผสมจะส่งผลทำให้ค่าดัชนีการแตกร่วนและค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเชื้อเพลิงที่ผลิตจากเศษควรมีกระถินขนาด 2 มิลลิเมตร และสัดส่วนตัวผสม 30 เปอร์เซ็นต์จากกระดาศ

นอกจากนี้ในส่วนของการพัฒนาเชื้อเพลิงจากเศษกระถินแบบอัดผงและสร้างเตาแคมป์ปิ้ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีการทดลองใช้งานจริงทั้งในภาคครัวเรือนและภาคการท่องเที่ยว (ชมรมธุรกิจท่องเที่ยวแก่งกระเจาน-ลุ่มน้ำเพชรบุรี) ซึ่งจากการทดลองใช้งานจริงได้ผลตอบรับเป็นอย่างดี และมีการดำเนินการวางแผนทำธุรกิจร่วมกันโดยสามารถแสดงแผนผังธุรกิจสำหรับชุมชน จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน พบว่าหากอุทยานแห่งชาติแก่งกระเจานใช้เตาแคมป์ปิ้ง (Camping stove) จำนวน 30,840 เตาต่อปี สามารถทำให้เกิดรายได้ใหม่แก่ชุมชน 3,084,000 บาทต่อปี

โดยในอนาคตควรมีการสนับสนุนการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีในชุมชนให้มากขึ้น เพื่อช่วยลดรายจ่ายและสร้างรายได้ใหม่ให้กับคนในชุมชน ซึ่งควรมีองค์กรของภาครัฐและภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมอย่างจริงจัง เพื่อให้ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้และเป็นการส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนทั้งในเชิงนามธรรมและรูปธรรม นอกจากนี้ยังสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปขยายผลสู่ชุมชนอื่นในประเทศไทย เพื่อช่วยสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนในอนาคตอย่างสมบูรณ์

บรรณานุกรม

- รายงานผลการดำเนินงานวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเพชรบุรีประจำปี, 2554, สำนักงานเลขานุการ
คณะกรรมการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเพชรบุรี <<http://www.thaienergydata.in.th>>
ณัฐพงษ์ ประภาการ, 2555. คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากเปลือกไม้ยูคาลิปตัส ฟางข้าว เศษวัสดุ
เหลือใช้จากข้าวโพด และเห้งน้ำมันสำหรับอัดแท่ง. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่ง
ประเทศไทย ครั้งที่ 26 ตุลาคม 2555 จังหวัดเชียงราย.
- Chirone, R., Salatino, P., Scala, F., Solimene, R. and Urciuolo, M., 2008. Fluidized bed
combustion of pelletized biomass and waste-derived fuels. *Combustion and
Flame*, 155: 21–36.
- Chen, L. J., Li, X., and Han, L.J. 2009. Renewable energy from agro-residues in China:
Solid biofuels and biomass briquetting technology. *Renewable and Sustainable
Energy Review*, Vol.13, pp. 2689-2695.
- Chuen-Shii, C., Seau-Horng, L., Chun-Chieh, P. and Wen-Chung, L., 2009. The optimum
conditions for preparing solid fuel briquette of rice straw by a piston-mold process
using the Taguchi method. *Fuel Processing Technology*, Vol. 90, pp. 1041-1046.
- Kaliyan, N., and Morey, R.V., 2010. Natural binders and solid bridge type binding
mechanisms in briquettes and pellets made from corn stover and switchgrass.
Bioresource Technology, Vol. 101, pp. 1082-1090.
- Fernandes, U. and Costa, M., 2012. Particle emissions from a domestic pellets-fired
boiler. *Fuel Processing Technology*, 103: 51–56.
- Karkania, V., Fanara, E. and Zabaniotou, A., 2012. Review of sustainable biomass pellets
production – A study for agricultural residues pellets’ market in Greece, *Renewable
and Sustainable Energy Reviews*, 16: 1426–1436.
- Ronalds. G., .2012. Fuel properties and suitability of eucalyptus *Benthamii* and
eucalyptus *Macarthurii* for torrefied wood and pellets.
- Nyakuma, B.B., Johari, A., Ahmad, A., and Abdullah, T.A., 2013. Comparative analysis of
the Calorific Fuel properties of Empty Fruit Bunch Fiber and Briquette. *Energy
Procedia*, Vol. 52, pp. 466-473.
- Rabaçal, M., Fernandes, U. and Costa, M., 2013. Combustion and emission
characteristics of a domestic boiler fired with pellets of pine, industrial wood
wastes and peach stones. *Renewable Energy*, 51: 220–226.
- Rajkumar and P. Venkatachalam., 2013. Physical properties of agro residual briquettes
produced from Cotton, Soybean and Pigeon pea stalks. *International Journal on
Power Engineering and Energy*, 4: 414-417.
- Sakkampang, C., and Wongwuttanasatian, T., 2014. Study of ratio of energy
consumption and gained energy during briquetting process for glycerin-biomass
briquette fuel. *Fuel*, Vol. 115, pp.186-189.

ภาคผนวก

แบบสอบถามสำหรับการสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม



แบบสอบถามเพื่อทำการวิจัย

เรื่อง การสำรวจศักยภาพชีวมวล การใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนภายในชุมชน
บ้านห้วยทรายใต้ตำบลสามพระยา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบุรี

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาศักยภาพชีวมวล และการใช้พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าภายในชุมชนบ้านห้วยทรายใต้ ตำบลสามพระยา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งแบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งในการศึกษา หลักสูตรธุรกิจ วิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ศิลปากร โดยมีรายละเอียดของคำถามดังต่อไปนี้

- ตอนที่ 1:** ข้อมูลสถานะภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 10 ข้อ
- ตอนที่ 2:** ข้อมูลพฤติกรรมการใช้พลังงานความร้อนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ
- ตอนที่ 3:** ข้อมูลพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 4 ข้อ
- ตอนที่ 4:** ข้อมูลด้านความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 11 ข้อ
- ตอนที่ 5:** ข้อเสนอแนะ

โปรดตอบคำถามทุกข้อตามความเป็นจริง เพราะคำตอบที่เป็นจริงและสมบูรณ์ จะสามารถช่วยให้การวิจัยครั้งนี้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่

แบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจศักยภาพชีวมวล การใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนภายในชุมชนห้วยทรายใต้ ตำบลสามพระยา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดเพชรบุรี

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานะภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมายลงใน ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน หรือเติมข้อความให้สมบูรณ์

1.1 เพศ

☐ 1.1.1) ชาย

☐ 1.1.2) หญิง

1.2 อายุ

☐ 1.2.1) อายุต่ำกว่า 25 ปี

☐ 1.2.2) อายุ 25 - 35 ปี

☐ 1.2.3) อายุ 36 - 45 ปี

☐ 1.2.4) อายุ มากกว่า 45 ปี

1.3 สถานะของผู้ตอบแบบสอบถาม

☐ 1.3.1) หัวหน้าครอบครัว

☐ 1.3.2) สมาชิกภายในครอบครัว

☐ 1.3.3) อื่นๆ โปรดระบุ.....

1.4 สมาชิกภายในครัวเรือน.....คน

1.5 ระดับการศึกษา

☐ 1.5.1) ต่ำกว่าประถมศึกษา

☐ 1.5.2) ประถมศึกษา

☐ 1.5.3) มัธยมศึกษา

☐ 1.5.4) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

☐ 1.5.5) ปริญญาตรี

☐ 1.5.6) สูงกว่าปริญญาตรี

1.6 อาชีพหลัก

☐ 1.6.1) เลี้ยงสัตว์

☐ 1.6.2) ค้าขาย

☐ 1.6.3) เกษตรกรรม

☐ 1.6.4) อื่นๆ โปรดระบุ.....

1.7 รายได้จากอาชีพหลัก.....บาทต่อเดือน

1.8 อาชีพเสริม

☐ 1.8.1) มี โปรดระบุ

☐ 1.8.2) ไม่มี

1.9 รายได้จากอาชีพเสริม.....บาทต่อเดือน

1.10 ค่าใช้จ่ายทั้งหมดภายในครัวเรือน.....บาทต่อเดือน

ตอนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการใช้พลังงานความร้อนของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมายลงใน ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน หรือเติมข้อความให้สมบูรณ์

2.1 เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ท่านใช้หรือเคยใช้ในชีวิตประจำวัน (เช่น เศษกระถิน เศษไม้กรรณาริเยงลำดับจากปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้จากมากไปน้อย)

2.3.1) ชีวมวลที่ 1..... ปริมาณกิโลกรัมต่อเดือน

2.3.2) ชีวมวลที่ 2..... ปริมาณ กิโลกรัมต่อเดือน

2.3.3) ชีวมวลที่ 3..... ปริมาณ กิโลกรัมต่อเดือน

2.2 ท่านเคยใช้กระถินเป็นอาหารเลี้ยงแพะหรือไม่ หากเคยใช้ท่านมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการขนส่งหรือเก็บกระถินเท่าใด

☐ 2.2.1) เคย (.....บาทต่อสัปดาห์)

☐ 2.2.2) ไม่เคยทำอาชีพนี้

2.3 ลักษณะของเตาประกอบอาหารที่ใช้ภายในครัวเรือน (สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ 2.3.1) เตาแก๊ส (LPG) ราคา.....บาท
- ☐ 2.3.2) เตาอั้งโล่ (เตาถ่าน) ราคา.....บาท
- ☐ 2.3.3) เตาไฟฟ้า ราคา.....บาท
- ☐ 2.3.4) อื่น ๆ โปรดระบุ..... ราคา.....บาท

2.4 ลักษณะการใช้เชื้อเพลิงและปริมาณการใช้ในการประกอบอาหารภายในครัวเรือนของท่าน (สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ 2.4.1) แก๊สหุงต้ม (LPG) ราคา.....ต่อเดือน
- ☐ 2.4.2) ถ่านไม้ (ฟืน) ราคา.....ต่อเดือน
- ☐ 2.4.3) เศษไม้เหลือใช้ทางการเกษตร ราคา.....ต่อเดือน
- ☐ 2.4.4) อื่นๆ โปรดระบุ..... ราคา.....ต่อเดือน

2.5 ปัจจุบันท่านใช้ถังแก๊สหุงต้ม (LPG) ขนาดเท่าใด และระยะเวลาการใช้ต่อถังนานเท่าใด (สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ 2.5.1) ขนาด 48 กิโลกรัม ใช้ถังแก๊สหุงต้ม LPG ได้นานถึง วัน
- ☐ 2.5.2) ขนาด 15 กิโลกรัม ใช้ถังแก๊สหุงต้ม LPG ได้นานถึง วัน
- ☐ 2.5.3) ขนาด 13.5 กิโลกรัม ใช้ถังแก๊สหุงต้ม LPG ได้นานถึง วัน
- ☐ 2.5.4) ขนาด 7 กิโลกรัม ใช้ถังแก๊สหุงต้ม LPG ได้นานถึง วัน
- ☐ 2.5.5) ขนาด 4 กิโลกรัม ใช้ถังแก๊สหุงต้ม LPG ได้นานถึง วัน
- ☐ 2.5.6) ไม่ใช้ถังแก๊สหุงต้มในการประกอบอาหาร

ตอนที่ 3 ข้อมูลพฤติกรรมด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมายลงใน ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน หรือเติมข้อความให้สมบูรณ์

3.1 ปัจจุบันแหล่งที่มาของไฟฟ้าที่ท่านใช้ภายในครัวเรือนมาจากแหล่งใด

- ☐ 3.1.1) รับจากแหล่งภายนอก (เช่น การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กฟผ.)
- ☐ 3.1.2) ผลิตใช้เองในชุมชน (เช่น ปั่นไฟฟ้า และแผงโซลาร์เซลล์ เป็นต้น)

3.2 ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้ารวมภายในครอบครัว.....บาทต่อเดือน

3.3 กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าใดที่ท่านใช้มากที่สุดต่อวัน (สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ 3.3.1) กิจกรรมภายในครัวเรือน (..... บาทต่อเดือน)
- ☐ 3.3.2) กิจกรรมเกี่ยวกับการเกษตร (..... บาทต่อเดือน)
- ☐ 3.3.3) อื่นๆ โปรดระบุ.....

3.4 ประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ท่านใช้เป็นประจำ

ประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวน	ขนาด	ระยะเวลาการใช้งาน	ช่วงเวลาใช้งาน
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

ตอนที่ 4 ข้อมูลด้านความสนใจในการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย✓ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงหนึ่งช่อง

ความสนใจ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านพลังงานความร้อน					
4.1 การนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (ชีวมวล) ที่มีในชุมชนมาใช้ประโยชน์					
4.2 การใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลแทนแก๊สหุงต้ม (LPG) ในการประกอบอาหาร					
4.3 การมีอาชีพเสริมจากการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจำหน่าย					
4.4 การจัดตั้งกลุ่มผลิตและจำหน่ายเชื้อเพลิงชีวมวลภายในชุมชน					
4.5 การสร้างชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้ต้นแบบเกี่ยวกับการผลิตความร้อนในชีวิตประจำวันจากเชื้อเพลิงชีวมวล					
ด้านพลังงานไฟฟ้า					
4.6 การนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าใช้ภายในครัวเรือน					
4.7 การจัดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในชุมชนสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า					
4.8 การสร้างรายได้จากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล					
4.9 การสร้างชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้ต้นแบบเกี่ยวกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวล					

หมายเหตุ : เกณฑ์การให้คะแนน มากที่สุด (5), มาก (4), ปานกลาง (3), น้อย (2), น้อยที่สุด (1)

ความสนใจ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านความรู้เพิ่มเติม					
4.10 การจัดอบรมเกี่ยวกับการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน					
4.11 การจัดอบรมเกี่ยวกับการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า					

ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะ:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ตอบแบบสอบถาม