

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนปลูกไผ่เพื่อผลิตพลังงานชีวมวลในจังหวัดสระแก้ว*

ผานิตย์ อธิพลงาม¹ ศุภวรรณ มาลีหวล² จงจิต ลีอ่อนรัมย์³ ประสาน สุขสุทธิ⁴

(วันที่รับบทความ: 30 เมษายน 2563; วันที่แก้ไขบทความ: 28 ตุลาคม 2563; วันที่ตอบรับบทความ: 18 พฤศจิกายน 2563)

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ด้านการตลาด ด้านเทคนิคในการปลูกไผ่เพื่อผลิตพลังงานชีวมวล ผลการศึกษา พบว่า จังหวัดสระแก้ว มีความเป็นไปได้ด้านการตลาดพลังงานชีวมวล เนื่องจากนโยบายของรัฐบาล มีเป้าหมายให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น และใช้พลังงานที่ผลิตภายในประเทศเป็นหลัก ส่งผลให้ในปี 2560 มีการลงทุนด้านพลังงานทดแทนในพลังงานชีวมวลมากที่สุด จากผลการพยากรณ์ในปี พ.ศ. 2562-2571 พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ๆ ละ 586.579 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ จากการประมาณศักยภาพ พบว่า จังหวัดสระแก้วมีความสามารถผลิตพลังงานชีวมวลจากการปลูกไผ่ประมาณ 100,044 ตันต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณการผลิตที่ตลาดรองรับได้ เนื่องจากตลาดมีความต้องการของพลังงานชีวมวลจำนวนมาก

ผลการศึกษา พบว่า จังหวัดสระแก้วมีความเป็นไปได้ด้านเทคนิคการใช้พลังงานชีวมวลจากไผ่ เนื่องจากการนำไผ่มาใช้เป็นพลังงานชีวมวลนิยมใช้ในรูปแบบของชีวมวลแห้ง โดยนำไผ่มาแปรรูปด้วยเครื่องสับไม้ ซึ่งเครื่องสับไม้มีจำหน่ายในประเทศไทยหลายยี่ห้อให้เลือกตามความเหมาะสมกับการใช้งาน ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานในรูปแบบของพลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า โดยขบวนการเผาไหม้ตรงและการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงชีวมวล จังหวัดสระแก้วมีปริมาณการใช้พลังงานทดแทนจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมากที่สุดและเป็นพลังงานทดแทนประเภทโรงไฟฟ้าชีวมวล

คำสำคัญ: การศึกษาความเป็นไปได้, ไผ่, พลังงานชีวมวล, จังหวัดสระแก้ว

* บทความวิจัย คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, 2563

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

² อาจารย์ประจำ, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

³ อาจารย์ประจำ, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

⁴ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรชำนาญการ สำนักงานเกษตรจังหวัดสระแก้ว



The Feasibility Study of Investment on Growing Bamboo as a Biomass Energy in Sakaeo Province*

Panit Tiraponengam¹ Supawan Maleehual² Jongjit Lionram³ Prasan Suksut⁴

(Received: April 30, 2020; Revised: October 28, 2020; Accepted: November 18, 2020)

Abstract

This research is aimed to study the feasibility in marketing and technical of bamboo plantation for Biomass energy production. The study found that Sakaeo province is a promising Biomass production location with a high marketing potential. The Thai government has imposed policies aiming to increase alternative, domestically produced energy sources. As a result, in the year 2017 the investment in Biomass was the highest among all alternative energy sources. A forecast for the range of 2019 - 2028 indicates that the consumption of Biomass energy has increased at the rate of 586,579 thousand tons annually, equals to that of crude oil. A potentiality estimate reveals that Sakaeo province's capacity of bamboo plantation is approximately 100,044 tons per year, which is a production volume that can be supported by the market where Biomass energy demand has been relatively high.

From this study, it is evidence that Sakaeo province is technically a good candidate for bamboo-based Biomass energy production as the process usually requires dried Biomass. The biomass, in this case bamboo, is shredded using wood cutting machine which is extensively available in Thailand, coming in various features to fit the user's needs. Nowadays, Biomass is used to generate energy in the forms of heat and electricity. The process involves direct combustion and Biomass gas production. Sakaeo province ranks number one in consumption of alternative energy derived from alternative resource-based electricity generating program - Biomass power plant.

Keywords: Feasibility Study, Bamboo, Biomass Energy, Sakaeo Province

* Research Article from Faculty of Humanities and Social Sciences, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, 2020

¹ Assistant Professor, Faculty of Humanities and Social Sciences, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

² Lecturer, Faculty of Humanities and Social Sciences, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

³ Lecturer, Faculty of Humanities and Social Sciences, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

⁴ Agricultural Extensionist, Professional Level, Sakaeo Provincial Agricultural Extension Office

ความสำคัญและปัญหาการวิจัย

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสถานการณ์ราคาน้ำมันในตลาดโลกที่ปรับตัวผันผวนอย่างมาก ประกอบกับความต้องการใช้พลังงานมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ส่งผลให้หลายประเทศในโลกรวมทั้งประเทศไทย มีนโยบายพัฒนาและส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน จากพืชแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากขึ้น และทำให้ความต้องการพืชที่สามารถนำไปผลิตพลังงานเพิ่มขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ผลผลิตการเกษตรจากการปลูกเพื่อเป็นพืชอาหารมาเป็นพืชพลังงานมากขึ้น ซึ่งสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตอาหาร รวมทั้งความมั่นคงอาหารของประเทศและการส่งออกได้ รัฐบาลไทยได้ผลักดันให้พลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ โดยได้จัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนในระยะยาวเป็นเวลา 15 ปี และได้กำหนดเป้าหมายว่า จะต้องมีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นการนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือชีวมวลมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าและความร้อน โดยเชื้อเพลิงชีวมวลที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร (Process-based Residue) แต่ยังมีเชื้อเพลิงชีวมวลส่วนหนึ่งที่ยังมีการนำมาใช้ประโยชน์น้อย นั่นคือ ชีวมวลที่เหลือทิ้งในไร่นา (Field-based Residue) และขาดเสถียรภาพด้านอุปทานของชีวมวล เนื่องจากปริมาณของชีวมวลไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแต่ละเขตการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนจัดหาชีวมวลหลาย ๆ ชนิดเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบแบบผสมผสานกัน เพื่อให้ได้ปริมาณชีวมวลสำหรับป้อนเข้าโรงไฟฟ้าชีวมวลอย่างเพียงพอต่อเนื่องตลอดทั้งปี โดยแนวทางหนึ่งที่น่าจะเป็นไปได้คือการส่งเสริมการผลิตชีวมวลจากไม้โตเร็ว ซึ่งจะทำให้การจัดการชีวมวลสำหรับป้อนเข้าโรงไฟฟ้าชีวมวลเป็นไปอย่างยั่งยืนกว่าการจัดการชีวมวลที่เป็นชีวมวลที่เหลือทิ้งในไร่นาเพียงอย่างเดียว (มะลิวัลย์, 2554)

ไผ่มีขนาดลำต้นใหญ่โต ให้น้ำหนักชีวมวลต่อไร่ในระยะเวลาที่เท่ากันสูงกว่าพืชชนิดอื่น เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย ทุกส่วนของต้นไผ่ประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นชีวมวลผลิตเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนได้หลากหลาย ได้แก่ สกัดเป็นน้ำมันดิบได้ในอนาคต บดต้นสดทุกส่วนเป็นผงแล้วนำไปหมัก จะได้ก๊าซชีวภาพที่มีค่าพลังงานสูงมาก ผลิตเม็ดพลังงานแข็ง ซึ่งโรงไฟฟ้าชีวมวลทั้งในและต่างประเทศมีความต้องการสูง และใช้ผลิตถ่านไม้ไผ่ที่มีคุณภาพสูง เป็นต้น ไผ่จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการปลูกเป็นพืชพลังงานทดแทนของโลกต่อไปในอนาคต (ชัยพิสิษฐ์, 2557)

จากยุทธศาสตร์พัฒนาการเกษตรของสำนักงานเกษตรจังหวัดสระแก้วปี 2557-2560 มีวิสัยทัศน์คือ มุ่งมั่นพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจ พืชพลังงานทดแทน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้มีทั้งคุณภาพและปริมาณ จังหวัดสระแก้วเป็นแหล่งปลูกไผ่ที่สำคัญของประเทศไทย จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์

พัฒนาการเกษตรด้านพืช ที่มุ่งมั่นพัฒนาการผลิตพืชพลังงานทดแทนอย่างมีคุณภาพ เพื่อเป็นแหล่งสร้างรายได้ให้กับจังหวัดสระแก้ว จากความสำคัญของดังกล่าว ผู้วิจัยให้ความสำคัญในการศึกษา เพื่อให้ประเทศไทยได้ฐานข้อมูลในการหาแหล่งพลังงานชีวมวลและเพิ่มปริมาณผลผลิตวัตถุดิบพลังงานชีวมวล สำนักงานเกษตรจังหวัดสระแก้วได้ข้อมูลไปใช้ในการส่งเสริมและผลักดันให้การปลูกไม้เป็นพืชแหล่งพลังงานชีวมวลเพิ่มขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ด้านการตลาดพลังงานชีวมวล
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิคในการปลูกไม้เพื่อผลิตพลังงานชีวมวล

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านตลาดและด้านเทคนิค

ฐาปนา จีนไพศาลและอังฉรา ชีวะตระกูลกิจ (2540) กล่าวว่า เมื่อมีการใช้ทรัพยากรลงทุนไป ในกิจกรรมใด ผู้ลงทุนย่อมต้องประเมินว่าตนจะได้กำไรจากการลงทุนหรือไม่ หรือการลงทุนในกิจกรรมใดจึงจะได้กำไรสูงสุด เพื่อให้ประสบความสำเร็จ จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ด้านตลาด และด้านเทคนิคของโครงการ ดังนี้

1.1 การศึกษาด้านตลาด เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาด การศึกษาด้านตลาด ประกอบด้วยการศึกษานาและแนวโน้มของตลาด ลักษณะอุปสงค์ของผลผลิตหรือตลาดที่รองรับซื้อ ขนาดของอุปสงค์หรือปริมาณความต้องการเพื่อเครื่องชี้ให้เห็นถึงขนาดของปริมาณการผลิตที่เหมาะสม และพิจารณาความสามารถในการตอบสนองความต้องการของตลาด ว่ามีมากน้อยเพียงใด กระบวนการในการศึกษาด้านการตลาดมีขั้นตอน คือ การวิเคราะห์สภาวะตลาด การพยากรณ์ความต้องการตลาด การประมาณการยอดขายสินค้า

1.2 การศึกษาด้านเทคนิค เป็นการศึกษากระบวนการผลิต ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้า ได้แก่ วัตถุดิบ แรงงาน เงินทุน กระบวนการผลิตศึกษาเทคโนโลยีการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ และสถานที่ตั้ง และศึกษาปัจจัยนำออกคือผลผลิตขั้นสุดท้ายของระบบการผลิต

2. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis)

Vichit Lorchirachoonkul and Jirawan Jitthavech (2004) การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) เป็นเทคนิคที่นำข้อมูลในอดีตที่เก็บรวบรวมเป็น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือ รายปีอย่างต่อเนื่อง ทำการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลนั้นเพื่อพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลนั้นในอนาคต การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรม เวลาสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีแบบ

คลาสสิก วิธีปรับให้เรียบ และวิธีของบอชและเจนกินส์ เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ จะกล่าวถึงการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีแบบคลาสสิก

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้ปลูกไผ่ เนื่องจากจังหวัดสระแก้วเป็นจังหวัดที่มีการผลิตปลูกไผ่ในปริมาณและมูลค่าสูงที่สุดในภาคตะวันออก จึงใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ในการเลือกศึกษาในจังหวัดสระแก้ว และการสุ่มตัวอย่างแบบ Quota Sampling จากเกษตรกรผู้ปลูกไผ่เพื่อผลิตพลังงานชีวมวลแบ่งตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดสระแก้ว การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้จำนวนตามที่กำหนดในตาราง Krejcie และ Morgan ได้จำนวนตัวอย่าง 46 ราย

การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์แบ่งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ เพื่อใช้ในการประมาณการศักยภาพในการผลิต ระยะเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561
2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ในการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2552-2561 และในการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ได้เผยแพร่ไว้ เช่น ห้องสมุดมหาวิทยาลัย เว็บไซต์ วารสาร สิ่งพิมพ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ฯลฯ

การวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1. เชิงคุณภาพ ในการศึกษาสถานะตลาดและการประมาณการยอดขาย ในการศึกษาความเป็นไปได้ด้านการตลาดพลังงานชีวมวล และในศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิคในการปลูกไผ่เพื่อผลิตพลังงานชีวมวล
2. เชิงปริมาณ โดยใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time Series Analysis) หาค่าแนวโน้ม (Long Term Trend) ในการพยากรณ์ค่าแนวโน้มปริมาณความต้องการชีวมวล ในปี พ.ศ. 2562-2571 เพื่อแสดงถึงการเลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในระยะยาว

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความเป็นไปได้ด้านการตลาดพลังงานชีวมวล

1.1 สถานะตลาด สถานการณ์พลังงานทดแทนของประเทศไทยปี 2560 มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทน ที่มีเป้าหมายให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นในทุกภาคส่วนของสังคม เป็นการลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ เนื่องจากการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทยในปัจจุบัน จะใช้พลังงานที่ผลิตภายในประเทศเป็นหลัก และในปี

2560 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานทดแทน 11,731 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 6.2 และคิดเป็นร้อยละ 14.53 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย โดยใช้ในรูปความร้อนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 62.4 ของการใช้พลังงานทดแทนทั้งหมดรองลงมา ได้แก่ ไฟฟ้าและเชื้อเพลิงชีวภาพ คิดเป็นร้อยละ 21.1 และ 16.5 ตามลำดับ ซึ่งในการผลิตไฟฟ้าปี 2560 กำลังผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน มีปริมาณรวม 10,238 เมกะวัตต์ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 8.5 โดยพบว่า มีกำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานชีวมวลมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30.8 รองลงมา ได้แก่ พลังงานน้ำขนาดใหญ่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม ก๊าซชีวภาพ ขยะ และพลังงานขนาดเล็ก คิดเป็นร้อยละ 28.4, 26.3, 6.1, 4.7, 1.9 และ 1.8 ตามลำดับ ส่วนความร้อนที่ผลิตได้จากพลังงานทดแทนมีปริมาณ 7,322 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 1.9 โดยพบว่า ใช้ความร้อนจากชีวมวลมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 90.3 รองลงมา ได้แก่ ก๊าซชีวภาพ ขยะ และพลังงานแสงอาทิตย์ คิดเป็นร้อยละ 8.7, 0.9 และ 0.1 ตามลำดับ จากการที่ภาครัฐมีนโยบายผลักดันให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ภาคเอกชนมีความสนใจที่จะลงทุนในอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนอีกด้วย โดยในปี 2560 พบว่า การลงทุนด้านพลังงานทดแทนทั้งจากภาครัฐและเอกชน คิดเป็นมูลค่า 13,614.7 ล้านบาท ทั้งนี้ พบว่า มีการลงทุนในชีวมวลมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.6 ของมูลค่าการลงทุนทั้งหมด รองลงมา ได้แก่ ขยะ แสงอาทิตย์ ก๊าซชีวภาพ พลังน้ำขนาดเล็ก เชื้อเพลิงชีวภาพ และลม คิดเป็นร้อยละ 9.8, 4.0, 2.8, 2.0, 0.7 และ 0.1 ตามลำดับ กระทรวงพลังงานได้กำหนดค่าเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ในปี 2579 ทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ ภายใต้แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558–2579 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562)

1.2 ผลการพยากรณ์ปริมาณความต้องการชีวมวล จากข้อมูลปริมาณการใช้ชีวมวล จากสถานการณ์พลังงานทดแทนของประเทศไทย ตามปริมาณการใช้ชีวมวลรวมทั้งในรูปไฟฟ้าและความร้อน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2561 ดังแสดงในตารางที่ 2 และเมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์แนวโน้มโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

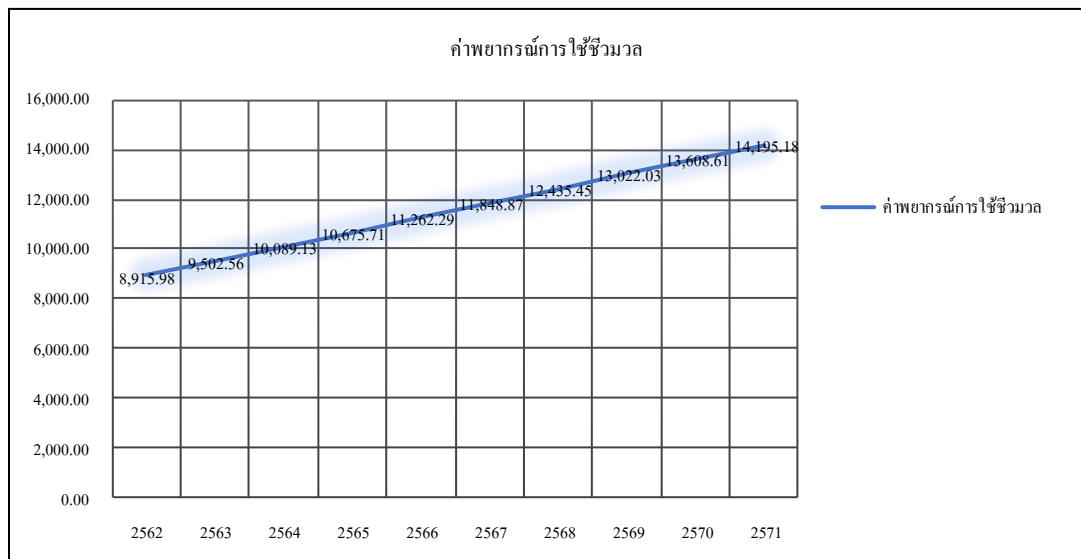
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

Demand(Y)= a + b * Time				MAD	MSE	MAPE
a	b	R ²	R	พัตตัน เทียบเท่า น้ำมันดิบ	พัตตัน เทียบเท่า น้ำมันดิบ	ร้อยละ
2,463.611	586.579	0.666	0.816	1,332.98	1,421,468	32.441

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณความต้องการใช้พลังงานชีวมวล พบว่า ปริมาณการใช้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($\text{Demand}(Y) = 2,463.611 + 586.579 * \text{Time}$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ปีละ 586.579 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ ซึ่งปริมาณการใช้พลังงานแปรผันโดยตรงกับเวลา (Time) โดยเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณความต้องการใช้พลังงานชีวมวลเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน 81.6 % ($\text{Correlation coefficient} = 0.816$) และเมื่อนำสมการแนวโน้มไปใช้พยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้พลังงานชีวมวลในปี พ.ศ. 2562 - 2571 ได้ผลดังตารางที่ 2 และภาพที่ 1 และผลจากการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้พลังงานชีวมวล ในปี พ.ศ. 2562-2571 พบว่า ปริมาณความต้องการใช้พลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ๆ ละ 586.579 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

ตารางที่ 2 ผลการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานชีวมวล ในปี พ.ศ. 2562-2571

ปี	ปริมาณการใช้ชีวมวลจริง	ค่าพยากรณ์
2552	3,530.5	3,050.19
2553	4,188.0	3,636.769
2554	5,017.8	4,223.348
2555	1,397.0	4,809.926
2556	5,733.0	5,396.505
2557	6,282.0	5,983.083
2558	7,094.3	6,569.662
2559	7,908.0	7,156.241
2560	7,971.0	7,742.819
2561	7,776.3	8,329.398
2562	-	8,915.977
2563	-	9,502.556
2564	-	10,089.13
2565	-	10,675.71
2566	-	11,262.29
2567	-	11,848.87
2568	-	12,435.45
2569	-	13,022.03
2570	-	13,608.61
2571	-	14,195.18



ภาพที่ 1 แสดงผลการพยากรณ์การใช้ชีวมวลในปี พ.ศ. 2562-2571

1.3 ผลการประมาณการศักยภาพในการผลิต ศักยภาพในการผลิตพลังงานชีวมวลที่ได้จากการปลูกไผ่ในจังหวัดสระแก้ว เมื่อลำไผ่มีอายุ 3 ปีเป็นต้นไป ลำไผ่จะไม่ปรุงอาหารส่งไปเลี้ยงหน่อไม้่อต่อไป เกษตรกรจึงทำการตัดลำไผ่ ตัดแต่งกอไผ่ ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม หลังฤดูการตัดหน่อไผ่เพื่อไม่ให้กอไผ่รก ป้องกันการเกิดเพลี้ยและเป็นที่อยู่ศัตรูของกอไผ่ เกษตรกรได้พลังงานชีวมวลจากการตัดลำไผ่ จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่ปลูกไผ่พันธุ์ไผ่ตง พบว่า ในปีที่ 4 เป็นต้นไป กอไผ่จะเติบโตเต็มที่ กอไผ่หนึ่งกอสามารถตัดลำไผ่ได้ประมาณ 9 ลำ ในพื้นที่ปลูกไผ่ 1 ไร่ มีไผ่ 40 กอ จึงสามารถตัดลำไผ่ได้ 360 ลำต่อไร่ต่อปี ไผ่ 1 ลำ มีน้ำหนักลำละ 70 กิโลกรัม (ชาคริต, 2556) ดังนั้นพื้นที่ปลูกไผ่ 1 ไร่ สามารถผลิตพลังงานชีวมวลจากการปลูกไผ่ได้ 25,200 กิโลกรัม หรือ 25.2 ตันต่อไร่ต่อปี จากการสำรวจจำนวนพื้นที่ปลูกไผ่พันธุ์ไผ่ตงของสมาชิกกลุ่มผู้ปลูกไผ่ในอำเภอวังสมบูรณ์ และอำเภอลองหาด พบว่า มีเกษตรกรที่เป็นสมาชิกกลุ่มจำนวน 48 ราย และเกษตรกรจากอำเภออื่น ๆ อีก 19 ราย รวมเป็น 67 ราย มีพื้นที่ปลูกไผ่รวม 789 ไร่ ดังนั้นเกษตรกรกลุ่มดังกล่าว สามารถผลิตพลังงานชีวมวลจากการปลูกไผ่ได้ประมาณ 19,883 ตันต่อปี ซึ่งสมาชิกที่มีสวนไผ่ที่ปลูกอยู่แล้วและพร้อมขายลำไผ่ และจากข้อมูลพื้นที่ปลูกไผ่ของเกษตรกรในจังหวัดสระแก้ว มีจำนวน 3,970 ไร่ หากนำจำนวนพื้นที่ปลูกดังกล่าวนี้มาวิเคราะห์ จะได้ปริมาณที่จังหวัดสระแก้วสามารถผลิตพลังงานชีวมวล จากการปลูกไผ่ได้ประมาณ 100,044 ตันต่อปี

ในการประมาณความต้องการซื้อของตลาด ในปี พ.ศ. 2560 จังหวัดสระแก้วมีโรงงานไฟฟ้าชีวมวล 4 โรง มีกำลังการผลิตไฟฟ้าติดตั้งรวม 60.45 เมกะวัตต์ มีความต้องการใช้พลังงานชีวมวลจำนวนมาก ทำให้ปริมาณการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานไฟฟ้าชีวมวลดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 3

สรุปผลการศึกษา พบว่า จังหวัดสระแก้วมีความเป็นไปได้ด้านการตลาดพลังงานชีวมวล เนื่องจากนโยบายของรัฐบาล มีเป้าหมายให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น และใช้พลังงานที่ผลิตภายในประเทศเป็นหลัก ส่งผลให้ในปี 2560 มีการลงทุนด้านพลังงานทดแทนทั้งจากภาครัฐและเอกชนในพลังงานชีวมวลมากที่สุด จากผลการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้พลังงานชีวมวล ในปี พ.ศ. 2562-2571 พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($Demand(Y) = 2,463.611 + 586.579 * Time$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ปีละ 586.579 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ ซึ่งปริมาณการใช้พลังงานแปรผันโดยตรงกับเวลา (Time) โดยเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลเพิ่มขึ้นตาม และจากการประมาณศักยภาพในการผลิตพลังงานชีวมวล พบว่า จังหวัดสระแก้วสามารถผลิตพลังงานชีวมวล จากการปลูกไผ่รวมได้ประมาณ 100,044 ตันต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณการผลิตจำหน่ายได้ เนื่องจากตลาดมีความต้องการของพลังงานชีวมวลจำนวนมาก

2. ผลการศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิคการใช้พลังงานชีวมวลจากไผ่

2.1 ไผ่พืชพลังงานชีวมวล พลังงานชีวมวลได้จากพืชที่ให้เนื้อไม้หรือส่วนใดส่วนหนึ่ง มาใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นการใช้พลังงานจากพืชที่เป็นพลังงานสะอาด และมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลา หรือที่เราเรียกว่า พลังงานชีวมวลเพื่อมาทดแทนพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป พืชจะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานสะสมในรูปของสารอินทรีย์ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อคนหรือสัตว์กินพืชเป็นอาหาร ก็จะได้สารอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายเราเรียกสารอินทรีย์จากสิ่งมีชีวิตทั้งหลายว่า ชีวมวล (Biomass) และสามารถเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นพลังงานที่เป็นประโยชน์ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น เชื้อเพลิงแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส (พิสิษฐ์, 2557) มีความจำเป็นต้องนำพลังงานจากชีวมวลมาใช้ และยิ่งจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น การใช้พลังงานจากชีวมวลก็ยิ่งเพิ่มขึ้น ในขณะที่ชีวมวลบางประเภท เช่น ป่าไม้ กำลังจะสูญหาย และลดลงอย่างรวดเร็ว (สำนักบริการคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2561) พลังงานชีวมวลมีแหล่งที่มาได้ 2 แหล่งคือ เศษวัสดุเหลือใช้จากการเก็บเกี่ยว หรือจากการแปรรูปสินค้าทางการเกษตร และจากการปลูกพืชเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงาน โดยเฉพาะ (วัชร, 2558) การส่งออกเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งประมาณ 500,000 ตัน มูลค่าการลงทุนรวม 1,000 ล้านบาท จะเพิ่มเป็น 1 ล้านตันในปี 2558 โดยตลาดส่งออกหลักอยู่ที่เกาหลีใต้, จีน, ญี่ปุ่น ส่งผลให้มีผู้ค้าชีวมวลอัดแท่งต้องออกมาจับซื้อชีวมวลอัดแท่ง จากในภูมิภาคอาเซียน รวมทั้งในประเทศไทย จนหลายบริษัทมีแผนจะปลูกป่าเองหรือหันไปลงทุนตั้งโรงงานในต่างประเทศ ผลิตเพื่อการส่งออกมาก

จีน (ประชาชาติธุรกิจ, 2557) กระแสส่งออกชีวมวลอัดแท่งกับโอกาสสนับสนุนธุรกิจ ปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณา ได้แก่ ความมั่นคงทางด้านวัตถุดิบ การแข่งขันระหว่างผู้ผลิตแต่ละรายขึ้นอยู่กับความสามารถในการบริหารจัดการกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เดินเครื่องผลิตได้ต่อเนื่อง และไม่ประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบ เพื่อให้ต้นทุนต่ำกว่าคู่แข่ง (ธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย, 2557)

ไผ่เป็นพืชตระกูลหญ้าที่มีขนาดลำต้นใหญ่โต มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปรับตัวให้เข้าได้กับสภาพแวดล้อมเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย ไผ่ที่ตัดนำไปใช้ประโยชน์ ควรเลือกลำไผ่แก่ อายุ 2-3 ปี ส่วนลำอ่อนและหน่อไม้ที่เกิดใหม่จะปล่อยไว้เลี้ยงกองต่อไป สามารถตัดหมุนเวียนได้ทุกปี ไผ่ให้น้ำหนักชีวมวลต่อไร่ในระยะเวลาที่เท่ากันสูงกว่าพืชชนิดอื่น โดยใช้ลำไผ่เป็นเชื้อเพลิง เพราะลำไผ่ไผ่แก่ มีถ่าน 22% แก๊ส 21% และไบโอออยล์ 57% พื้นที่ 6.25 ไร่ (1 เฮกตาร์) ผลิตไผ่แห้งได้ 10 ตัน ให้น้ำมัน 4,600 ลิตร ถ่านแท่ง 2,200 กิโลกรัม มีคุณค่าทดแทนน้ำมันจากธรรมชาติ 2,000 ลิตร (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2560) พลังงานชีวมวลทำได้จากไผ่เกือบทุกชนิดจากทุกส่วนของต้นไผ่ จากไผ่สดจำนวน 2 ตัน สามารถนำไปแปรรูปเป็นพลังงานชีวมวลได้แก่ ผลิตเม็ดเชื้อเพลิง (pellet) ได้ 1 ตัน ดังแสดงในภาพที่ 2 ออบแห้งได้ชีวมวลแห้งหรือไม้ฉิบหรือไม้สับ 1 ตัน ดังแสดงในภาพที่ 3 ผลิตถ่านกัมต์ 250 กิโลกรัม นำไผ่สดไปบดบั่นและกลั่นน้ำมันดีเซลได้ 120 แกลลอน หรือผลิตก๊าซชีวภาพได้ 500-600 ลิตร ในไผ่ลำอ่อน กิ่งใบอ่อน นั้นพบก๊าซมีเทนมากถึง 71% หรือมีปริมาณก๊าซมีเทนได้ถึง 500-700 ลิตรต่อตันสด ซึ่งจะสามารถผลิตก๊าซมีเทนเหลวที่มีมูลค่าพลังงานมากที่สุด ไผ่ที่มีการจัดระบบบริหารแปลงไผ่อย่างดีก็ย่อมสามารถตัดสดลำแก่ออกไปแล้วปล่อยลำอ่อนไว้ทดแทน หมุนเวียนตัดสด 4 รอบ รอบละประมาณ 10-20 ตัน ได้พืชชีวมวลประมาณ 20 - 80 ตันต่อไร่ ตลอดจนกว่าต้นไผ่จะออกดอกตาย (ชัยพิสิษฐ์, 2557) จังหวัดสระแก้วเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกไผ่จำนวนมาก ทำให้มีปริมาณลำไผ่ กิ่งแขนงไผ่ ใบไผ่ เปลือกหน่อไม้ที่เหลือจากการแปรรูป ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ ที่เกษตรกรสามารถเสนอขายเป็นพลังงานชีวมวลได้จำนวนมาก นอกจากนั้นในพื้นที่การเกษตรในจังหวัดสระแก้ว ยังมีพืชเศรษฐกิจสำคัญ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ถั่วเหลือง และไม้ผลชนิดต่าง ๆ ที่ให้วัสดุเหลือใช้และสามารถนำมาเป็นพลังงานชีวมวล หมุนเวียนสลับกันกับไผ่ได้



ภาพที่ 2 ชีวมวลแห้งหรือไม้ซัพหรือไม้สับ



ภาพที่ 3 เม็ดเชื้อเพลิง (pellet)

2.2 เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวล

เทคโนโลยีการแปรรูปเชื้อเพลิงชีวมวลจากไม้ การนำไม้มาใช้เป็นพลังงานชีวมวลนิยมใช้ในรูปแบบของชีวมวลแห้ง ซึ่งจำเป็นต้องทำการแปรรูปให้ไม้มีขนาดที่เหมาะสมในการใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล โดยเครื่องสับไม้หรือเครื่องซิปไม้หรือเครื่องย่อยไม้ ในประเทศไทยมีเครื่องสับไม้จำหน่ายหลายยี่ห้อ มีขนาด รูปแบบ ราคาและประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกัน มีทั้งผลิตในประเทศไทยและนำเข้าจากต่างประเทศ ให้เลือกตามความเหมาะสมกับการใช้งานที่ต้องการ และงบประมาณของผู้ซื้อ

เทคโนโลยีที่ใช้พลังงานทดแทนในจังหวัดสระแก้ว มีโครงการด้านพลังงานทดแทนที่ดำเนินการภายในจังหวัดในปี พ.ศ. 2557 จังหวัดสระแก้วใช้พลังงานทดแทนในโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมากที่สุด โดยมีปริมาณการใช้พลังงานทั้งสิ้น 32.01 ktoe และเป็นพลังงานทดแทนประเภทโรงไฟฟ้าชีวมวล ดังแสดงในตารางที่ 3 (คณะวิศวกรรมศาสตร์, 2560)

ตารางที่ 3 ปริมาณการใช้พลังงานทดแทน (ktoe) ของจังหวัดสระแก้ว ในปี พ.ศ. 2554-พ.ศ. 2557

ประเภทโครงการ	ปริมาณการใช้พลังงานทดแทน (ktoe)			
	2554	2555	2556	2557
โครงการเชื้อเพลิงชีวมวลทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG)	-	-	-	-
โครงการผลิตก๊าซชีวภาพ	9.51175	9.51175	9.51175	9.51453
โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	-	-	11.07805	32.00821
โครงการอบแห้ง	-	0.00144	0.00288	0.00288
การใช้ไบโอดีเซล	2.53214	2.72063	2.83756	2.76599
การใช้เอทานอล	0.70127	0.72581	1.76722	1.96048
รวม	12.74516	12.95963	25.19746	46.25209

โรงไฟฟ้าชีวมวล ใช้เศษวัสดุต่าง ๆ ที่เป็นชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า หรือ ผลิตไอน้ำ ซึ่งอาจเป็นวัสดุชีวมวลชนิดเดียวกัน หรือหลายชนิดรวมกันมาผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งส่วนประกอบหลักของโรงไฟฟ้าชีวมวล ได้แก่ งานฐานราก หม้อไอน้ำ ระบบลำเลียงเชื้อเพลิง ระบบลำเลียงขี้เถ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบน้ำ ระบบควบคุม และระบบเชื่อมต่อการไฟฟ้า (สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย, 2562)

กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล มีดังนี้

- 1) น้ำดิบจากแหล่งน้ำที่เตรียมไว้ นำไปผ่านกระบวนการกรองเพื่อเป็นน้ำประปาใช้ภายในโรงงาน, ในระบบหล่อเย็น และนำไปกำจัดแร่ธาตุเพื่อส่งผ่านไปยังเครื่องผลิตไอน้ำ
- 2) เชื้อเพลิงชีวมวลถูกลำเลียงจากลานกอง ด้วยสายพานต่อเนื่องเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ให้ความร้อนกับหม้อผลิตไอน้ำ
- 3) ไอน้ำแรงดันสูงที่ได้ จะส่งต่อไปหมุนกังหันไอน้ำ ซึ่งต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
- 4) ไอน้ำที่ผ่านเครื่องกังหันไอน้ำแล้วยังคงมีความร้อนเหลืออยู่จะถูกนำไปผ่านเครื่องควบแน่น เพื่อเปลี่ยน เป็นน้ำแล้วนำกลับเติมหม้อไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำไปใช้ในระบบอีกครั้ง ส่วนน้ำหล่อเย็นที่รับความร้อนมาจากเครื่องควบแน่นจะถูกส่งไปยังหอหล่อเย็น เพื่อระบายความร้อนและนำกลับมามาหมุนเวียน เพื่อเป็นน้ำหล่อเย็นในระบบอีกครั้ง
- 5) ไอร้อนและขี้เถ้าลอยจะถูกนำไปผ่าน เครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตแรงสูง เพื่อดักจับฝุ่นก่อนปล่อยสู่ภายนอก
- 6) ขี้เถ้าที่ถูกเก็บกักไว้ในเครื่องดักจะถูกลำเลียงบรรจุลงรถขนส่งขี้เถ้าหรือบรรจุถุงที่ปิดมิดชิดเพื่อนำส่งลูกค้าต่อไป

สรุปผลการศึกษา พบว่า จังหวัดสระแก้วมีความเป็นไปได้ด้านเทคนิคการใช้พลังงานชีวมวลจากไม้ เนื่องจากการนำไม้มาใช้เป็นพลังงานชีวมวลนิยมใช้ในรูปของชีวมวลแห้ง โดยนำไม้มาแปรรูปด้วยเครื่องสับไม้ ซึ่งเครื่องสับไม้มีจำหน่ายในประเทศไทยหลายยี่ห้อให้เลือกตามความเหมาะสมกับการใช้งาน เทคโนโลยีที่ใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานในปัจจุบัน มีเทคโนโลยีที่ใช้ในรูปของพลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า โดยขบวนการเผาไหม้ตรงและการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงชีวมวล ในปี พ.ศ. 2557 จังหวัดสระแก้วมีปริมาณการใช้พลังงานทดแทนจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมากที่สุด และเป็นพลังงานทดแทนประเภทโรงไฟฟ้าชีวมวล

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษา พบว่า นโยบายของรัฐบาลมีเป้าหมายให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น และใช้พลังงานที่ผลิตภายในประเทศเป็นหลัก ส่งผลให้ในปี 2560 มีการลงทุนด้านพลังงานทดแทนทั้งจากภาครัฐและเอกชนในพลังงานชีวมวลมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของประชาชาติธุรกิจ (2557) ชาวเศรษฐกิจในประเทศ กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน กล่าวว่า รัฐบาลเกาหลีได้กำหนดให้เพิ่มสัดส่วนเชื้อเพลิงชีวมวล เพื่อทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลบางส่วน ส่งผลให้มีผู้ค้าชีวมวลอัดแท่งต้องออกมารับซื้อชีวมวลอัดแท่ง ผลิตเพื่อการส่งออกมากขึ้น

ผลการศึกษา พบว่า การนำไผ่มาใช้เป็นพลังงาน

ชีวมวลนิยมใช้ในรูปแบบของชีวมวลแห้ง ในปี พ.ศ. 2557 จังหวัดสระแก้วมีปริมาณการใช้พลังงานทดแทนจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมากที่สุดและเป็นพลังงานทดแทนประเภทโรงไฟฟ้าชีวมวล สอดคล้องกับ ประชาชาติธุรกิจ (2557) ชาวเศรษฐกิจในประเทศ กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน กล่าวว่า ประเทศเกาหลีได้มีความต้องการใช้ชีวมวลอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกไผ่ในจังหวัดสระแก้ว พบข้อเสนอแนะในการพัฒนาการปลูกไผ่เพื่อผลิตพลังงานชีวมวลดังนี้

1. การให้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานชีวมวลที่ตลาดต้องการ เพื่อให้เกษตรกรได้นำความรู้ไปใช้ในการดูแลการผลิตชีวมวลในสวนไผ่ของเกษตรกรเอง
2. สร้างเครือข่ายการตลาด เพื่อเป็นแหล่งอำนวยความสะดวกการรับซื้อชีวมวลไผ่จากเกษตรกร
3. การศึกษาดูงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกไผ่ เพื่อสนับสนุนให้เกษตรกรได้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ มีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง รู้ทันการเปลี่ยนแปลงของตลาดไผ่ และมีส่วนร่วมในการนำความรู้มากำหนดแนวทางในการพัฒนาการปลูกไผ่ด้วยตนเอง ตรงกับความต้องการ และสามารถพึ่งพาตนเองได้ เช่น การพัฒนาลำไผ่ให้ตรงกับความต้องการลำไผ่ในธุรกิจต่าง ๆ เพื่อเพิ่มช่องทางการตลาดให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2558). *แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน*. กระทรวงพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2562). *สถานการณ์พลังงานทดแทนของประเทศไทย ปี 2560. วารสารรายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย*, 15 (15), 1 – 4.



- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2560). สถานการณ์พลังงานจังหวัดสระแก้ว โครงการ
บูรณาการแผนยุทธศาสตร์พลังงานระดับกลุ่มจังหวัดตามยุทธศาสตร์ประเทศ ระยะที่ 2. สืบค้น
เมื่อ 21 มกราคม 2561, จาก [http://www.thaienergydata.in.th](http://www.thaienergydata.in.th/download/2558/energy%20situation/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%89%E0%B8%A7.pdf)
[download/2558/energy%20situation/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%89%E0%B8%A7.pdf](http://www.thaienergydata.in.th/download/2558/energy%20situation/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%89%E0%B8%A7.pdf)
- เทคโนโลยีชาวบ้าน. (2560). ไฟ พืชพลังงาน อนาคตสดใส. ค้นเมื่อ มกราคม 14, 2562, จาก
https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_32821
- ชัยพิสิษฐ์ พวงจิก. (2557). ไฟ : พืชพลังงานแห่งอนาคต. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 22 (1), 130-136.
- ธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย. (2557). วิเคราะห์ประเด็นธุรกิจกระแสส่งออกชีวมวล
อัดแท่งกับโอกาสสนับสนุนธุรกิจ. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 9 2557, จาก
<http://www.exim.go.th/doc/newsCenter/44595.pdf>
- ประชาชาติธุรกิจ. (2557). ส่งออกชีวมวลอัดแท่งไปเกาหลี 2 ยกย่อง “ชินคอร์ป - จัสมิน” โค้ดร่วมวงรุกตั้ง
โรงงานในพม่า. ข่าวเศรษฐกิจในประเทศ. ประชาชาติธุรกิจ.
- พิสิษฐ์ ศรีกัลยานิวัต. (2557). พืชพลังงาน. สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2557, จาก
http://www.econ.tu.ac.th/oldweb/doc/content/509/%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%A7%E0%B8%94_01.pdf
- มะลิวัลย์ หุตยธนาสันต์. (2554). ไม้โตเร็ว : พลังงานชีวมวลสร้าง (ราย) ได้ของคนไทย. สถาบันค้นคว้า
และพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัฒนพงศ์ ทองสร้อย. (2558). การดำเนินการด้านธุรกิจพลังงานทดแทน : การผลิตชีวมวลอัดแท่งระดับ
ชุมชน. สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม. กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน. สภาอุตสาหกรรม
แห่งประเทศไทย.
- วัชร ทยสมุท. (2558). การดำเนินการด้านธุรกิจพลังงานทดแทน : โครงการศึกษาพัฒนาระบบ
ฐานข้อมูลศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย. สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม. กลุ่มอุตสาหกรรม
พลังงานทดแทน. สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.
- สถาบันระหว่างประเทศเพื่อการค้าและการพัฒนา. (2554). ความมั่นคงทางอาหารและพลังงานของไทย.
กลุ่มอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.
- สมาคมพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย. (2562). ชีวมวล. สืบค้นเมื่อ 14 มกราคม 2562, จาก
<http://www.reca.or.th/library-biomass.aspx>
- สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2562). พลังงานชีวมวล. สืบค้นเมื่อ 14 มกราคม
2562, จาก <http://www.ku.ac.th/e-magazine/jun51/ know/know4.htm>
- สำนักงานเกษตรจังหวัดสระแก้ว. (2562). ยุทธศาสตร์พัฒนาการเกษตร. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2562,
จาก <http://www.sakaeo.doae.go.th/download/กลุ่มยุทธศาสตร์/ยุทธศาสตร์พัฒนาการเกษตร.pdf>
