# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

(1) ผลการพัฒนาแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลจากวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว (Biomass Briquettes) โดยหาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมในการอัดแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีประสิทธิภาพ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าว สามารถนำมาทดแทนฟืนและถ่าน ซึ่งข้อดีของการนำชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิงเขียว คือเชื้อเพลิงเขียวเป็นการอัดแท่งแล้วสามารถนำไปใช้งานได้โดยตรง ไม่ต้องมีขั้นตอนการเผา ทั้งนี้ยังมีโอกาสช่วยสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในชุมชน และยังเป็นการตอบสนองนโยบายของภาครัฐในการสนับสนุน การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในท้องถิ่นมาผลิตเป็นพลังงานทดแทน และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาวิกฤตพลังงานต่อไป ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงและทางกายภาพของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล พบว่าสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่ให้ค่าความร้อนสูงสุดคือ แท่งเชื้อเพลิงจากเปลือกมะพร้าวน้ำหอม โดยให้ค่าความร้อนสูงถึง 4,882 cal/g และเมื่อเติมตัวประสานเพื่อพัฒนาสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของแท่งเชื้อเพลิงชีวมวล สรุปได้ว่าสัดส่วนผสมที่ดีที่สุดในการทำแท่งเชื้อเพลิงเขียว มี 2 สูตร คือ เปลือกมะพร้าวแกง : กากมะพร้าว (1.5 : 1.5) โดยมีค่าความร้อนสูง 5,195 cal/g ความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 5.42 ปริมาณสารที่ระเหยได้ร้อยละ 78.81 และปริมาณเถ้าร้อยละ 1.97 ถัดมาคือ เปลือกมะพร้าวแกง : น้ำมันพืช (ร้อยละ 0.83) โดยทำให้ความหนาแน่นสูง 1,040.51 kg /$m^3$ ปริมาณสารที่ระเหยได้ ร้อยละ 69.76 ปริมาณคาร์บอนคงตัว ร้อยละ 20.44 และปริมาณเถ้าต่ำร้อยละ 3.92

(2) เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด (Biomass Pellets) เป็นการนำเอาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น กาบ กะลา ขุยมะพร้าว ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลังและเศษไม้เหลือใช้มาอัดเม็ดผลิตเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้ประโยชน์ได้ในรูปแบบต่างๆ ทั้งในรูปของพลังงานความร้อนเพื่อผลิตไอน้ำในภาคอุตสาหกรรม หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยระบบกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) สำหรับประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2559 เป็นต้นไปคาดว่าปริมาณการใช้ชีวมวลอัดเม็ดในภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศจะเติบโตขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากนโยบายจากภาครัฐในการส่งเสริมการใช้ชีวมวลภายในประเทศ และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) สนับสนุนงบประมาณให้โรงงานอุตสาหกรรมปรับเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดในหม้อไอน้ำ ทดแทนการใช้น้ำมันเตา ซึ่งได้รับผลตอบรับที่ดีจากกลุ่มอุตสาหกรรมที่ต้องการลดต้นทุนค่าพลังงาน ลดการปลดปล่อยมลภาวะเนื่องจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรม และช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานฟอสซิลจากต่างประเทศ โดยใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในประเทศมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาวิกฤตพลังงาน

เนื่องจากประเทศในแถบเอเชียรวมทั้งประเทศไทย ปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด ดังนั้นการนำเข้าและส่งออก จะใช้มาตรฐานจากต่างประเทศหรือประเทศคู่ค้าเป็นเกณฑ์ คือ มาตรฐานยุโรป (EN 14961-1) และมาตรฐานอเมริกา (PFI) เป็นต้น ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในขั้นตอนการจัดทำร่างมาตรฐานของเชื้อเพลิงชีวมวล โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

กระทรวงพลังงาน กำหนดให้ชีวมวลอัดเม็ดมีคุณลักษณะที่ต้องการ สามารถแบ่งชั้นคุณภาพออกเป็น 2 เกรด ได้แก่ ชีวมวลอัดเม็ดเกรดธรรมดา และเกรดคุณภาพสูง ตามหลักเกณฑ์รวมทั้งสิ้น 12 ข้อกำหนด ได้แก่ ค่าความหนาแน่นรวม (Bulk Density) เส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) ค่าดัชนีความคงทน (Pellet durability index) ฝุ่น (Fines dust) จำนวนที่มีความยาวเกิน 40 มม. (Length, % >40 mm.) ค่าความชื้น (Moisture) ค่าความร้อน (Heating value) เถ้า (Ash) ส่วนประกอบของคลอไรด์ (Chloride) สารซัลเฟอร์ (Sulfur) และ สารไนโตรเจน (Nitrogen) เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของขุยมะพร้าวอัดเม็ด กับร่างมาตรฐานชีวมวลอัดเม็ดของประเทศไทย พบว่า ขุยมะพร้าวมีคุณลักษณะบางประการที่เหมาะสมสำหรับนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด เนื่องจากมีค่าความร้อนและความหนาแน่นสูง ค่าความชื้น ปริมาณขี้เถ้า ซัลเฟอร์และไนโตรเจนต่ำ แต่อาจพบปัญหาการใช้งานจากปริมาณคลอไรด์ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานจนอาจก่อให้เกิด Fouling หรือสิ่งสกปรกจับตัวเป็นก้อนในพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้ประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อไอน้ำลดลง ซึ่งปริมาณคลอไรด์เป็นสารองค์ประกอบเฉพาะตัวที่มีมากในขุยมะพร้าวและชีวมวลแต่ละประเภทจะมีปริมาณคลอไรด์มากน้อยแตกต่างกันไป ดังนั้นการเลือกใช้ชีวมวลอัดเม็ด จึงควรพิจารณาคุณสมบัติและองค์ประกอบของชีวมวลแต่ละประเภทให้เหมาะสมกับการใช้งาน

สำหรับผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดประเภทต่างๆที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย ตามเกณฑ์มาตรฐานเชื้อเพลิงอัดเม็ดของยุโรป (EN 14961-1) และมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (PFI Standard) ของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด รวมทั้งสิ้น 10 ตัวอย่าง ได้แก่ ขุยมะพร้าว ไม้ยูคาลิปตัส ชานอ้อย แกลบ ขี้เลื่อย ทะลายปาล์ม ฟางข้าว เปลือก/ต้นข้าวโพดและเหง้ามันสำปะหลัง พบว่า ส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานยุโรป (EN 14961-1) และมาตรฐานอเมริกา (PFI) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณเถ้าและส่วนประกอบคลอไรด์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่มากในชีวมวลของประเทศไทย และการปรับปรุงคุณสมบัติของเชื้อเพลิงให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานจากต่างประเทศกระทำได้ยาก ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดของประเทศไทย ควรคำนึงถึงคุณสมบัติของวัตถุดิบที่มีในประเทศและกำหนดมาตรฐานให้มีความเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของภาคอุตสาหกรรมในประเทศ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยต่อไป ควรมีการศึกษาและพัฒนาการทำแท่งเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดท่อน โดยนำวัสดุชีวมวลชนิดอื่นมาทำแท่งเชื้อเพลิง โดยใช้สัดส่วนผสมคือ การเติมกากมะพร้าว (1.5 : 1.5) และการเติมน้ำมันพืช (ร้อยละ 0.83) และทดลองนำวัตถุดิบชีวมวลชนิดอื่นมาผสมกับวัสดุเหลือทิ้งจากมะพร้าวมาทำแท่งเชื้อเพลิง เช่น นำกล้วยมาผสมกับมะพร้าว และศึกษาลักษณะโครงสร้างของแท่งเชื้อเพลิง

นอกจากนี้ สำหรับเชื้อเพลิงชีวมวลแบบอัดเม็ด ภาครัฐควรให้การสนับสนุนและส่งเสริมการวิจัย-พัฒนาเครื่องจักรและเทคโนโลยีการแปรรูปเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดให้สามารถผลิตชิ้นส่วนและใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในประเทศ เพื่อลดการนำเข้าเครื่องจักรและเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และควรสนับสนุนให้เกิดการรวมกลุ่มของเกษตรกร เพื่อรวบรวมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีอยู่หลากหลายชนิดในพื้นที่ของตัวเอง มาแปรรูปผลิตเป็นพลังงานชีวมวลในระดับชุมชน สำหรับมาตรฐานชีวมวลอัดเม็ดของประเทศไทยควรกำหนดให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสอดคล้องกับการใช้งานจริงในภาคอุตสาหกรรมและสอดรับกับคุณสมบัติของวัตถุดิบที่มีในประเทศ จะช่วยให้การกำหนดราคาซื้อ-ขาย

ชีวมวลอัดเม็ดในประเทศเกิดขึ้นอย่างเป็นธรรมตามเกรดและคุณภาพของเชื้อเพลิง อีกทั้งยังช่วยให้โรงงานและผู้ผลิตสามารถออกแบบเครื่องจักรและปรับปรุงคุณสมบัติของชีวมวลอัดเม็ดได้ตรงตามมาตรฐานและมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานต่อไป