เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวล

Recommended Technology for Biomass Power Plant

ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร[1]

Chudchawal Juntarawijit[1]

Received: 22 June 2016 ; Accepted: 31 October 2016

บทคัดย่อ

การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานแล้วยังช่วยลดมลพิษที่เกิดจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแนะนำเทคโนโลยีที่ดีสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวลในประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและการศึกษาดูงานโรงไฟฟ้าชีวมวลต้นแบบจำนวนสามแห่ง ผลการศึกษาพบว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีที่นิยมใช้มีสองประเภทคือระบบเผาตรงและระบบแก๊สซิฟิเคชัน แก๊สซิฟิเคชั่นเป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเผาตรงจะดีกว่าทั้งในด้านประสิทธิภาพการแปลงพลังงานความร้อนจากชีวมวลไปเป็นพลังงานไฟฟ้าและการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ระบบยังรองรับเทคโนโลยีในอนาคต อย่างเช่น ระบบกังหันร่วม (Integrated Biomass Gasification Combined Cycle, IBGCC) อีกด้วย ดังนั้นโรงไฟฟ้าขนาดเล็กกว่า 10 เมกะวัตต์ซึ่งพบมากในประเทศไทยควรใช้ระบบนี้ ส่วนระบบเผาตรงมีข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าซึ่งทำได้แค่เพียงร้อยละ 20-30 เท่านั้น และในกระบวนผลิตจะทำให้เกิดฝุ่นละอองและสารพิษเป็นจำนวนมาก ระบบเผาตรงจึงเหมาะสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 10 เมกะวัตต์ขึ้นไป ที่พร้อมที่จะลงทุนติดตั้งอุปกรณ์จับฝุ่นที่มีประสิทธิภาพสูง อย่างเช่น เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตหรือถุงกรอง และสามารถจ้างพนักงานประจำไว้คอยดูแลระบบ

คำสำคัญ ชีวมวล โรงไฟฟ้าชีวมวล ระบบเผาตรง แก๊สซิฟิเคชั่น นโยบายพลังงาน

Abstract

For biomass power generation, the choice of technology can not only affect energy gain, but it also involves pollution reduction. The purpose of this article was to evaluate the most efficient technology for biomass power plants in Thailand. Data on power generation technologies using biomass as a fuel were collected from the literature and from on-site visits at three prominent biomass power plants. It was found that at present there are only two commonly used technologies, the direct-fired system and the gasification system. Although the gasification system has not been commonly used in Thailand, it allows for better energy efficiency and environmental friendliness. Moreover, the system will also support future technology such as the integrated biomass gasification combined cycle (IBGCC). Therefore, it was highly recommended for use in a power plant using up to 10 MWs of installing capacity, which is a common size for a biomass power plant found in Thailand. The direct-fired system has some limitations. This system was noted to have low energy conversion efficiency, with only about 20-30% of its heat energy converted to electricity. The direct-fired system also emits a large amount of fine particles and some other toxic pollutants which need to be controlled. Therefore, the use of a direct-fired system should be limited to a ≥10 MWs power plant which also can afford expensive aerosol collectors, such as the electrostatic precipitator or baghouse filter, and a full time staff to operate the system.

Keywords: biomass, biomass power plant, direct-fired system, gasification, energy policy

---

[1] *รองศาสตราจารย์, ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก*

[1] *Associate Professor, Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok*

บทนำ

ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานที่ทั่วโลกกำลังสนใจ รวมถึงประเทศไทยด้วย เนื่องจากชีวมวลเป็นสิ่งที่หาได้ง่าย และสามารถบริหารจัดการให้มีตลอดทั้งปี และถูกจัดอยู่ในกลุ่มแหล่งพลังงานทางเลือกที่สะอาด เพราะไม่ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิมากขึ้น ก๊าซที่ปล่อยออกจากขั้นตอนการผลิตไฟฟ้ามีปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่พืชดูดซับในระหว่างการเจริญเติบโต[1] เชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass fuels) หมายรวมถึงสารอินทรีย์ทุกชนิดที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ ได้แก่ เศษวัสดุทางการเกษตร ไม้และเศษไม้ ใบไม้และกิ่งไม้ในป่า มูลหรือของเสียจากสัตว์ ของเสียจากฟาร์ม พืชน้ำ พืชหรือต้นไม้โตเร็ว และขยะ[2] ในการศึกษานี้ ชีวมวลหมายถึงเฉพาะเศษวัสดุทางการเกษตร

ด้วยแรงสนับสนุนจากรัฐบาลทำให้โรงไฟฟ้าชีวมวลมีจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว จากข้อมูลของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน[3] เมื่อพ.ศ.2558 มีโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ผลิตและจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบแล้ว164 แห่ง กำลังการผลิตรวม 2,428 เมกะวัตต์ แบ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้ระบบเผาตรง (Direct-fired system) จำนวน 118 แห่ง (กำลังการผลิต 1,501 เมกะวัตต์) และโรงไฟฟ้าระบบแก๊สซิฟิเคชั่น(Gasification system) 13 แห่ง (19.7 เมกะวัตต์) โรงไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในกลุ่มโรงไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (Very small power plant, VSPP) หรือโรงไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ ในอนาคตคาดว่าจะมีการขยายตัวของกิจการประเภทนี้อีกมาก เนื่องจากนโยบายและแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2558-2579 (AEDP2015)[4] ได้กำหนดให้การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนมีสัดส่วนถึงร้อยละ 20 (ประมาณ 5,500 เมกะวัตต์) และได้กำหนดให้ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่ควรได้รับการส่งเสริมเป็นลำดับที่สองรองมาจากขยะ

อุปสรรคที่สำคัญต่อการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลคือการต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่ เนื่องจากความกังวลต่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากการดำเนินงานของโรงไฟฟ้า ผลรายงานว่าควันจากการเผาชีวมวลประกอบด้วยสารมลพิษหลายชนิด นอกจากฝุ่นละออง ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน(NOx) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แล้วยังมีสารก่อมะเร็ง ได้แก่ สารพีเอเฮช (Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH) ไดออกซิน เบนซีน ฟอร์มาลีน 1,3 บิวตะไดอีน และสารอนุมูลอิสระ[5-6] สอดคล้องกับศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากโรงไฟฟ้าชีวมวลที่พบว่า ประชาชนที่อยู่ใกล้โรงไฟฟ้าชีวมวลระบบเผาตรงมีปัญหาสุขภาพมากกว่าคนที่อยู่ห่างออกไป พวกเขาคิดว่าตนเองได้รับผลกระทบจากมลพิษที่มาจากโรงไฟฟ้า โรงไฟฟ้าทำให้เกิดปัญหาความเดือดร้อนรำคาญจากฝุ่นและขี้เถ้า กลิ่นเหม็น เสียงดัง และเพิ่มอุบัติเหตุจากการจราจร และทำให้ถนนเสียหาย[7]

การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าแล้ว ยังอาจเป็นทางออกที่ดีในการลดมลพิษและผลกระทบจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ระบบแก๊สซิฟิเคชั่นเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีแนวโน้มที่จะนำแทนระบบเผาตรงได้ แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีนี้ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย และรัฐบาลยังไม่มีนโยบายในเรื่องนี้อย่างชัดเจน เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจกำหนดนโยบายของหน่วยงานภาครัฐและเผยแพร่ความรู้ให้กับผู้ประกอบและประชาชนทั่วไป งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาเทคโนโลยีที่ดีสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล

วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา รวบรวมข้อมูลโดยการทบทวนวรรณกรรม การสัมภาษณ์ และการศึกษาดูงานโรงไฟฟ้าชีวมวลต้นแบบ จำนวน 3 แห่ง

การทบทวนวรรณกรรม ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า ได้จากการศึกษาเอกสารและข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทั้งที่เขียนเป็นภาษาไทยและอังกฤษ ทั้งเอกสารที่เป็นงานวิจัย บทความวิชาการ รายงาน และเอกสารจากเว็บไซต์ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาดูงานโรงไฟฟ้าต้นแบบ คัดเลือกโรงไฟฟ้าต้นแบบโดยใช้เกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้ 1) เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว 2) เป็นโรงไฟฟ้าที่มีผลการดำเนินงานดี สามารถผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง 3) ไม่เคยมีปัญหาการร้องเรียนเรื่องผลกระทบจากประชาชนในพื้นที่และ 4) ยินดีเข้าร่วมโครงการและอนุญาตให้คณะผู้วิจัยเข้าไปศึกษาดูงานและสัมภาษณ์ ผลการคัดเลือกได้โรงไฟฟ้าชีวมวล 3 แห่ง แบ่งเป็นโรงไฟฟ้าระบบเผาตรงขนาดใหญ่ โรงไฟฟ้าระบบเผาตรงขนาดเล็ก และโรงไฟฟ้าระบบแก๊สซิฟิเคชั่น

รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตและการสัมภาษณ์ผู้จัดการโรงไฟฟ้าหรือผู้แทน เพื่อให้ได้ข้อมูลต่อไปนี้ ข้อมูลประวัติและความเป็นมาของโรงงาน เทคโนโลยีและระบบการผลิต การป้องกันและควบคุมมลพิษ ความสำเร็จของโครงการและปัญหาอุปสรรค รวมถึงการดำเนินงานเพื่อสร้างสัมพันธภาพและการอยู่ร่วมที่ดีกับชุมชน และการสอบถามประชาชนและเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่เพื่อสอบถามเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบของโรงไฟฟ้า และทวนสอบข้อมูลการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าที่ได้จากการสอบถามผู้ประกอบการ

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล โดยพิจารณาจากหลักเกณฑ์ 3 ด้าน คือ

1) ความพร้อมของเทคโนโลยี ซึ่งหมายถึง ความแพร่หลายของในเชิงพาณิชย์ การมีผู้ผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์ และผู้ให้คำปรึกษาในการติดตั้งระบบ มีตัวอย่างโรงไฟฟ้าที่ทดลองใช้เทคโนโลยีแล้ว เทคโนโลยีมีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์ 2) ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานความร้อนจากชีวมวลไปเป็นพลังงานไฟฟ้าและ 3) มลพิษที่เกิดในกระบวนการผลิตไฟฟ้า

ผลการศึกษา

ในปัจจุบันระบบการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลที่ใช้อย่างแพร่หลายมี 2 ระบบ คือระบบเผาตรง หรือที่นิยมเรียกว่าระบบกังหันและหม้อไอน้ำ และระบบแก๊สซิฟิเคชัน[8-9]

ระบบเผาตรง

ระบบเผาตรงเป็นการผลิตไฟฟ้าจากไอน้ำที่ได้จากการเผาชีวมวล ระบบมีขั้นตอนและการดำเนินงานที่ไม่ซับซ้อน เริ่มจากการนำชีวมวลมาเผาในเตาเผาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหม้อไอน้ำ(Boiler)เพื่อผลิตไอน้ำ จากนั้นจึงนำไอน้ำที่ได้ไปหมุนกังหัน(Stream turbine)และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Electric generator) (รูปที่ 1) หลังจากผ่านการใช้งานแล้วไอน้ำจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่โดยระบบควบแน่นให้กลายเป็นน้ำและหล่อเย็น(Cooling system) เพื่อลดอุณหภูมิ ประสิทธิภาพและความแตกต่างของระบบเผาตรงจะขึ้นอยู่กับชนิดของหม้อไอน้ำ[8]

หม้อไอน้ำอาจแบ่งกว้างได้เป็น 2 ประเภทคือ หม้อไอน้ำแบบตะกรับ(Stoker boilers) และหม้อไอน้ำแบบลมลอย (Fluidized bed boilers)[8-9] หม้อไอน้ำแบบตะกรับจะเผาเชื้อเพลิงบนตะกรับ ในปัจจุบันห้องเผาไหม้มีหลายประเภทตามลักษณะการออกแบบของตะกรับ ได้แก่ ห้องเผาแบบตะกรับเอียง (Incline/Fixed grate stoker) ห้องเผาไหม้แบบขั้นบันได (Step grate stoker) ห้องเผาไหม้ระบบบันไดสั่น (Vibrating grate stoker) ห้องเผาไหม้แบบตะกรับเคลื่อนที่ (Traveling grate stoker) และแบบกระจายการเผาไหม้ (Spreader fired stoker) หม้อไอน้ำแบบลมลอยจะไม่ใช้การออกแบบตะกรับเป็นตัวเติมอากาศ แต่จะใช้เครื่องเป่าอากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้โดยตรงจากล่างสู่บน ทำให้เชื้อเพลิงอยู่ในลักษณะ

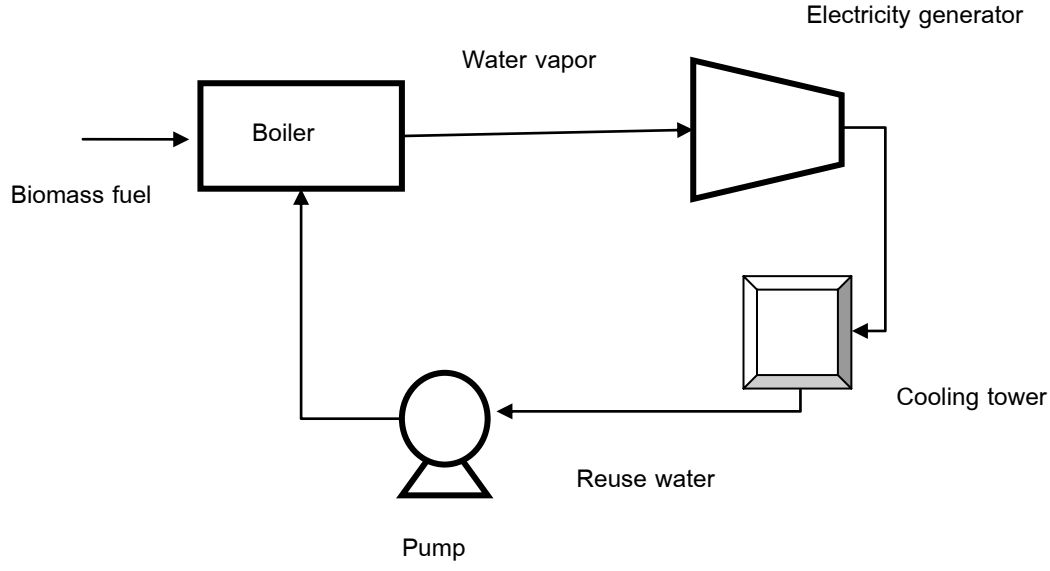

Figure 1 Biomass power plant with direct-fired system

ยกลอยตัวขึ้นส่งผลให้เชื้อเพลิงได้รับอากาศอย่างเพียงพอสำหรับการเผาไหม้ หม้อไอน้ำประเภทนี้จึงมีประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูงและก่อให้เกิดมลพิษน้อยมาก

ระบบเผาตรงเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนามาลงตัวและมีความพร้อมสำหรับการผลิตไฟฟ้าขนาด 100 เมกะวัตต์หรือมากกว่าได้ จากการสำรวจเมื่อพ.ศ. 2555 ประมาณร้อยละ 84 ของกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าชีวมวลทั่วโลกใช้เทคโนโลยีนี้[8] ข้อจำกัดที่สำคัญของระบบคือ ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานความร้อนจากการเผาชีวมวลไปเป็นพลังงานไฟฟ้าที่อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ โดยทั่วไปจะอยู่ที่ร้อยละ 20-25 เท่านั้น[10] ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับหม้อไอน้ำและเตาเผาที่ใช้ ปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ระบบจะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศจากการเผาชีวมวลเพื่อผลิตไอน้ำสำหรับหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบจะทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กซึ่งมีผลการวิจัยยืนยันว่าเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคหอบหืด โรคภูมิแพ้ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหัวใจ โรคมะเร็ง และการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร[11] นอกจากนี้การเผาชีวมวลยังทำให้เกิดสารก่อมะเร็งอีกหลายชนิด ได้แก่ สารพีเอเอช (Polycyclic aromatic

hydrocarbons, PAH) ไดออกซิน เบนซีน ฟอร์มาลีน 1, 3 บิวตะไดอีน และสารอนุมูลอิสระ[5-6]

โรงไฟฟ้าชีวมวลระบบเผาตรงจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ดักฝุ่นละอองที่มีประสิทธิภาพสูง ระบบชะจับแบบเปียก (Wet scrubber) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีใช้แพร่หลายในประเทศไทย อาจมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการกำจัดฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น และยังทำให้เกิดน้ำเสียที่ต้องกำจัดต่อไป[12] ในยุโรปและสหรัฐอเมริกาอุปกรณ์ที่ได้รับการยอมรับคือ เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic precipitator, ESP) และถุงกรอง (Baghouse)[13-14] แต่การนำอุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้มาใช้จะเพิ่มต้นทุนค่าก่อสร้างและการดำเนินงาน และต้องมีเจ้าหน้าที่ประจำคอยดูแลระบบ ดังนั้นระบบเผาตรงจึงอาจไม่เหมาะสำหรับโรงไฟฟ้าขนาดเล็กกว่า 10 เมกะวัตต์[8,12]

จากการศึกษาระบบการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าชีวมวลที่มีชื่อเสียงในประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา และฟินแลนด์ จำนวน 20 แห่ง[14] (ตารางที่ 1) พบว่าแต่ละแห่งมีกำลังการผลิตที่แตกต่างกัน มีตั้งแต่ขนาด 10 ไปจนถึง 79.5 เมกะวัตต์ ระบบหม้อไอน้ำที่ใช้มีทั้งแบบตะกรับและแบบลมลอย แต่ทุกแห่งจะใช้ระบบดักจับฝุ่นละอองที่มีประสิทธิภาพสูงคือเครื่องกรองไฟฟ้าสถิต หรือถุงกรอง[14]

ระบบแก๊สซิฟิเคชั่น

ในระบบนี้ชีวมวลจะไม่ถูกนำไปเผาโดยตรงแต่จะถูกนำไปผ่านกระบวนการที่เรียกว่า “แก๊สซิฟิเคชั่น” (Gasification) เพื่อเปลี่ยนสภาพที่เป็นของแข็งให้อยู่ในรูปก๊าซ โดยการอบที่อุณหภูมิสูงกว่า 470 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะพร่องอากาศ[15] ก๊าซที่ได้นิยมเรียกว่า “ซินก๊าซ” (Syngas) หรือ ก๊าซชีวมวล ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจน และมีเทน ซินก๊าซจึงมีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงสามารถนำไปใช้ผลิตไฟฟ้าได้หลายรูปแบบ โดยอาจใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับถ่านหินในระบบเผาตรงเพื่อลดมลพิษจากการเผาถ่านหิน[16] หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้หมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในระบบการผลิตไฟฟ้าแบบแก๊สซิฟิเคชัน นอกจากนี้ยังมีแนวคิดที่จะนำซินก๊าซไปใช้หมุนกังหันก๊าซโดยตรงในระบบกังหันก๊าซ (Gas turbine) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า[17]

ระบบแก๊สซิฟิเคชั่นดีกว่าระบบเผาตรงทั้งในด้านประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าที่สูงถึงร้อยละ 30-40 และอาจถึงร้อยละ 80 หากเป็นระบบกังหันร่วมซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวถึงต่อไป[17-18] นอกจากนี้ยังทำให้เกิดมลพิษน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเผาตรงเนื่องจากไม่ได้เผาชีวมวลโดยตรงและสิ่งปนเปื้อนในซินก๊าซจะถูกกำจัดออกก่อนการนำไปใช้[17] ปัญหาที่พบมีเพียงการรั่วของ CO ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายแต่เฉพาะพนักงานในโรงไฟฟ้าเท่านั้น[19] แต่ประสบการณ์ที่ผ่านมาการนำระบบแก๊สซิฟิเคชั่นไปใช้มักประสบปัญหา[17] ในประเทศไทยส่วนใหญ่มักจบลงด้วยการเลิกกิจการเนื่องจากระบบการผลิตไม่มีความเสถียร เครื่องยนต์สึกหรอเนื่องจากสารทาร์และฝุ่นละอองในซินก๊าซ การกำจัดสารทาร์ทำได้ยากและหากใช้ระบบสเปรย์น้ำจะทำให้เกิดสารพีเอเอชซึ่งอาจสร้างผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ระบบแก๊สซิฟิเคชันยังเหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์[20] ระบบเหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าขนาด 10-100 กิโลวัตต์เท่านั้น

แต่ด้วยความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และความพยายามในการแสวงหาทางเลือกที่ดีกว่าระบบเผาตรง ในปัจจุบันระบบแก๊สซิฟิเคชั่นจึงได้รับการพัฒนาไปมากและมีความพร้อมทั้งในเชิงเทคโนโลยีและองค์ความรู้ในการประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า[8] มีรายงานว่ามีผู้ประกอบการมากกว่า 50 บริษัทในยุโรป สหรัฐอเมริกา และแคนนาดา[21] และอีกกว่า 100 บริษัทในประเทศจีนที่ขายเครื่องแก๊สซิไฟเออร์[22] และมีหลายบริษัทที่เสนอขายและให้บริการติดตั้งระบบแก๊สซิฟิเคชันขนาดกำลังการผลิตที่ 10 เมกะวัตต์[23] IRENA (International Renewable Energy Agency)[8] รายงานว่าเมื่อพ.ศ.2553 ทั่วโลกมีไฟฟ้าจำนวน 373 เมกะวัตต์ที่ผลิตจากโรงไฟฟ้าระบบแก๊สซิฟิเคชั่น ส่วนในประเทศไทยเมื่อพ.ศ.2556 สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติได้สนับสนุนให้ผู้ประกอบการเอกชนใช้ระบบแก๊สซิฟิเคชั่นไปผลิตไฟฟ้า 4 แห่ง และผลิตความร้อนอีก 8 แห่ง[24]

เทคโนโลยีอื่น

นอกจากระบบเผาตรงและระบบแก๊สซิฟิเคชั่นแล้ว ยังมีเทคโนโลยีอื่นอีกหลายประเภทที่กำลังได้รับการพัฒนาเทคโนโลยีที่น่าสนใจและมีแนวโน้มที่จะใช้ได้ในอนาคตอันใกล้นี้มีดังนี้

ระบบกังหันก๊าซ ระบบนี้มีหลักการทำงานที่คล้ายกับระบบกังหันไอน้ำ แต่แทนที่จะใช้ไอน้ำเป็นตัวหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบใหม่นี้จะใช้ซินก๊าซไปหมุนกังหันโดยไม่ต้องไปผลิตไอน้ำ ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานไปได้มาก ระบบจะมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าประมาณร้อยละ 25-33 และสามารถผลิตไฟฟ้าได้ระหว่าง 500 กิโลวัตต์ถึง 350 เมกะวัตต์ แต่ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยี ในปัจจุบันระบบมีความพร้อมสำหรับการผลิตไฟฟ้าขนาด 5-10 เมกะวัตต์เท่านั้น

Table 1 Top 20 leading biomass power plants in USA, Canada and Finland

Power plant	Installed capacity (MW)	Fuel	Boiler	Pollution control
Bay Front	30	Mill, TDF, coal	Modified coal stokers	Multiclones and electroscrubber granular filters
Kettle Falls	46	Mill	Traveling grate stoker	Cyclone and ESP
McNeil	50	Forest, mill, urban waste	Traveling grate stoker	Cyclone and ESP
Shasta	49.9	Mill, forest, agriculture	Traveling grate stoker	ESP
El Nido (close)	10	Ag, forest, mill	Fluidized bed	Multiclones and baghouse
Madera (close)	25	Ag, forest, mill	Fluidized bed	No data
Stratton	45	Mill, forest	Traveling grate stoker	Cyclone and ESP
Chowchilla II (close)	10	Ag, forest, mill	Fluidized bed	No data
Tracy	18.5	Ag, urban	Vibrating grate	Multiclones and ESP
Tacoma	12	Wood, RDF, coal	Fluidized bed	Multiclones and baghouse
Colmac	49	Urban, ag, coke	Fluidized bed boilers	Multiclones and baghouse
Grayling	36.17	Mill, forest	Traveling grate stoker	Cyclones and ESP
Williams Lake	60	Mill	Vibrating grate	Multiclones and ESP
Multitrade	79.5	Mill	Fixed grate stokers	Cyclones and ESP
Ridge	40	Urban, tires, LPG	Traveling grate stoker	Fabric filter baghouse
Greenidge	10.8	Manufacturing	Tangentially-fired Pulverized Coal	Cyclones and ESP
Camas	38-48	Mill	Vibrating grate	No data
Snohomish	43	Mill, urban	Sloping grate	NH3 injection, Baghouse
Okeelanta	74	Bagasse, urban	Vibrating grate	ESPs
Lahti	25	Urban, RDF	Fluidized bed, gasifier	ESPs

Source: Modified from Wiltsee[14]
Mill = mill waste = ขี้เลื่อย
Ag = agriculture residue = เศษวัสดุทางการเกษตร
Forest = เศษไม้จากป่า
Urban =ขยะจากเมือง
Bagasse = ชานอ้อย
RDF = Refuse Derived
Fuel = เชื้อเพลิงจากขยะ
Tire = ยางรถยนต์
Coke, coal = ถ่านหิน

นอกจากนี้ระบบกังหันแก๊สยังทำให้เกิดมลพิษในระดับต่ำมาก โดยจะทำให้เกิด NOxและCO ประมาณ 100 พีพีเอ็มเท่านั้น[25]

Externally fire Gas Turbines (EFGT) เป็นเทคโนโลยีระบบกังหันก๊าซรูปแบบหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นแก้ปัญหาใบพัดกังหันสึกกร่อนที่เกิดจากสิ่งปนเปื้อนในซินก๊าซ โดยไม่นำซินก๊าซไปหมุนกังหันโดยตรง แต่จะเผาซินก๊าซเพื่อให้ความร้อนแก่อากาศสะอาดที่เตรียมไว้ จากนั้นจึงใช้อากาศนี้ไปหมุนกังหันแทนซินก๊าซ ระบบนี้จึงเหมาะสำหรับเชื้อเพลิงที่มีสิ่งปนเปื้อนสูง[25]

Organic Rankine Cycles (ORC) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ของอินทรีย์เหลว (organic fluid) แทนการใช้น้ำสำหรับขับเคลื่อนกังหันและเครื่องผลิตไฟฟ้า ในระบบนี้ ชีวมวลจะถูกเผาเพื่อให้ความร้อนกับสารอินทรีย์เหลว จากนั้นจึงใช้ไอของสารอินทรีย์ไปหมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในปัจจุบันระบบที่มีจำหน่ายแล้วในต่างประเทศ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 200 กิโลวัตต์ ถึง 2.5 เมกะวัตต์ ข้อดีของระบบคือมีประสิทธิภาพสูง กังหันและระบบมีความเสียหายน้อยและมีความเสถียรสูง ข้อเสียอยู่ที่ค่าลงทุนเริ่มต้นสูง ประมาณ 46,000-115,000 บาท/กิโลวัตต์[25]

ระบบกังหันร่วม (Integrated biomass gasification combined cycle, IBGCC) เป็นเทคโนโลยีที่รวมทั้งกังหันก๊าซและกังหันไอน้ำไว้ในระบบเดียวกัน ในการผลิตไฟฟ้า ซินก๊าซจะถูกนำไปใช้หมุนกังหันก๊าซก่อน จากนั้นจึงนำอากาศที่ออกมาซึ่งยังคงมีความร้อนอยู่ไปต้มน้ำในระบบกังหันไอน้ำต่อไป ตามทฤษฎีระบบนี้อาจมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้ามากถึงสองเท่าของระบบหม้อไอน้ำปกติ[26] โรงไฟฟ้าแห่งแรกที่ใช้ทดลองนำระบบสร้างขึ้นที่ประเทศเดนมาร์คเมื่อพ.ศ.2536 สามารถผลิตไฟฟ้าและความร้อนได้6และ9เมกะวัตต์ตามลำดับ [27] ข้อดีของระบบคือทำให้เกิดมลพิษน้อย มีต้นทุนการผลิตต่ำและสามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิงหลายชนิด[26]

ผลการศึกษาดูงานโรงไฟฟ้าต้นแบบ

ข้อมูลโรงไฟฟ้าชีวมวล 3 แห่งที่ได้ศึกษาดูงานสรุปอยู่ในตารางที่ 2 โรงไฟฟ้าระบบเผาตรงทั้งสองแห่งใช้ชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงหลัก ส่วนโรงไฟฟ้าแก๊สซิฟิเคชันใช้ซังข้าวโพด อุปกรณ์ที่ใช้ดักฝุ่นละอองมีทั้งเครื่องชะจับเวนจูรีและเครื่องกรองไฟฟ้าสถิต ทุกแห่งกำจัดขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาชีวมวลโดยการให้เกษตรกรนำไปปรับปรุงดินและนำไปฝังกลบในบ่อฝังกลบของทางโรงไฟฟ้า ปัญหาที่สังเกตเห็นขณะเยี่ยมชมกิจการคือ การจัดเก็บเชื้อเพลิงยังไม่เรียบร้อย บางแห่งกองทิ้งไว้ในที่โล่งโดยไม่มีวัสดุปกคลุมเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย ส่งผลให้มีเศษชานอ้อยตกในและบริเวณรอบ ๆโรงไฟฟ้า และอาจสร้างปัญหาความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชนที่อยู่ใกล้ได้ สอดคล้องกับผลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและประชาชนในพื้นที่ซึ่งบอกว่าโรงไฟฟ้าทำให้เกิดปัญหาฝุ่น เสียงดัง และอุบัติเหตุจากการจราจร แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลนี้เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นที่ไม่ได้เก็บรวบรวมและวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ

โรงไฟฟ้า 1

เป็นโรงไฟฟ้าระบบเผาตรงขนาดใหญ่ มีขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 52 เมกะวัตต์ เป็นโรงไฟฟ้าที่สร้างขึ้นเพื่อกำจัดชานอ้อยที่เกิดจากโรงงานน้ำตาล เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ได้มาจากโรงงานน้ำตาลที่อยู่ในบริเวณเดียวกันและบางส่วนได้มาจากการรับซื้อจากโรงงานน้ำตาลอื่นที่อยู่ไม่ไกลมากนัก นอกจากนี้ยังมีการใช้แกลบ ใบอ้อย ฟางข้าว และเศษไม้ที่รับซื้อจากชุมชนในพื้นที่มาเป็น

Table 2 Technology among on-site visited power plants

Power plant	**Plant1**	**Plant2**	**Plant3**
Technology	Direct-fired system	Direct-fired system	Gasification
Installed capacity (MWs)	52	7.5	0.15
Biomass	Bagasse	Bagasse	Corn cob
Fuel transportation	Lorry	Lorry, mini-tractor	Pickup truck, mini-tractor
Fuel preparation	Crush if it is a sugarcane leaf, or rice straw	Crush if it is a sugarcane leaf, or rice straw	Leave it dry under the sun
Dust collector	Venturi scrubber	Electrostatic precipitator	Not use
Ash disposal	Landfill or use as a soil fertilizer	Landfill or use as a soil fertilizer	Use as a soil fertilizer
Wastewater management	Treated by wastewater treatment system and reuse	Treated by wastewater treatment system and reuse	Treated by wastewater treatment system and reuse
Noise control	Keep generator in a close room, use PPE if enter	Keep generator in a close room, use PPE if enter	Keep generator in a close room, use PPE if enter

PPE = Personal protective equipment

เชื้อเพลิงเสริมอีกด้วย ในแต่ละปีจะใช้เชื้อเพลิงทุกชนิดประมาณ 820,000 ตัน (ร้อยละ 85 เป็นชานอ้อย) ชานอ้อยจากโรงงานน้ำตาลอื่นส่วนใหญ่ส่วนใหญ่จะถูกลำเลียงมายังโรงไฟฟ้าโดยใช้รถบรรทุกสิบล้อหรือรถพ่วง ชานอ้อยจะถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับต้มน้ำโดยไม่ต้องมีกระบวนการเตรียมเชื้อเพลิง แต่หากเป็นใบอ้อยและฟางข้าวจะถูกนำไปบดย่อยเพื่อลดขนาดก่อนนำเผา อุปกรณ์ที่ใช้ดักจับฝุ่นละอองจากเตาเผาคือเครื่องชะจับเวนจูรี (Venturi scrubber) น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากระบบนี้จะถูกส่งเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในส่วนของโรงงานน้ำตาล ส่วนขี้เถ้าจะถูกกำจัดโดยให้เกษตรกร

นำไปใช้ปรับปรุงดิน ที่เหลือจากนั้นจะถูกฝังกลบในบ่อที่เตรียมไว้ เสียงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะถูกควบคุมโดยการสร้างห้องเก็บและให้บุคลากรใช้ที่อุดหูหากต้องเข้าไปปฏิบัติงาน

จากการสัมภาษณ์ตัวแทนโรงไฟฟ้าทำให้ทราบว่าการผลิตไฟฟ้าเป็นไปอย่างราบรื่น เครื่องจักรและระบบมีความเสถียรมาก บริษัทสามารถผลิตและจ่ายไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอและในอนาคตบริษัทมีแผนที่จะขยายกิจการเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้มากขึ้น ส่วนการป้องกันปัญหาความขัดแย้งกับชุมชน ทางโรงไฟฟ้ามีนโยบายที่จะสร้างความสัมพันธ์อันดีกับชุมชนด้วยการเข้าร่วมกิจกรรมของประชาชนและให้ความช่วยเหลือชุมชนในหลายรูปแบบ ได้แก่ การให้เงินสนับสนุนการทำกิจกรรมของชุมชน ให้ทุนการศึกษาและจัดซื้ออุปกรณ์กีฬาให้โรงเรียนในพื้นที่ จัดบริการหน่วยแพทย์เคลื่อนที่เพื่อตรวจสุขภาพประชาชน และจัดตั้งกองทุนพัฒนาชุมชนรอบโรงไฟฟ้า นอกจากนี้บริษัทยังได้เปิดโอกาสให้ประชาชนและผู้สนใจเข้าเยี่ยมชมกิจการ โรงไฟฟ้ามีส่วนช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนให้ดีขึ้นโดยการรับซื้อเศษวัสดุทางการเกษตรและการจ้างงาน ในปัจจุบันโรงไฟฟ้ามีพนักงาน 150 คน ในจำนวนนี้ประมาณครึ่งหนึ่งเป็นคนในพื้นที่

โรงไฟฟ้า 2

เป็นโรงไฟฟ้าระบบเผาตรงขนาด 7.5 เมกะวัตต์ ที่ได้รับการสนับสนุนจากองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชน เพื่อการใช้ประโยชน์จากแกลบที่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่ แต่ต่อมาเกิดปัญหาแกลบมีไม่เพียงพอและมีราคาสูง ทางโรงไฟฟ้าจึงได้เปลี่ยนไปใช้ชานอ้อยแทน ในปัจจุบันโรงไฟฟ้ามีความต้องการชานอ้อยอยู่ที่ประมาณ 76,000 ตันต่อปี ส่วนใหญ่ได้มาจากการรับซื้อจากโรงงานน้ำตาลที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง การขนส่งชานอ้อยจะใช้รถบรรทุกสิบล้อหรือรถพ่วง การควบคุมฝุ่นละอองโดยติดตั้งเครื่องกรองไฟฟ้าสถิตและปลูกต้นไม้เป็นแนวรั้วเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของเศษเชื้อเพลิงและขี้เถ้า วิธีการกำจัดขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาชีวมวลคือให้ประชาชนนำไปใช้ปรับปรุงดินและนำไปฝังกลบหากมีเหลือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกเก็บไว้ในอาคารปิดเพื่อควบคุมเสียงดังและให้พนักงานที่เกี่ยวข้องใช้ที่อุดหู

ที่ผ่านมาโรงไฟฟ้ามีผลการดำเนินงานที่ดี ไม่มีปัญหาการที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตไฟฟ้า สามารถควบคุมระดับมลพิษให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ ธุรกิจมีผลการดำเนินงานที่ดีและในอนาคตทางบริษัทมีแผนที่จะขยายกำลังการผลิตให้ได้ประมาณ 17 เมกะวัตต์ ปัญหาอุปสรรคที่พบมีเพียงเรื่องแกลบมีราคาสูงและขาดแคลนแต่บริษัทได้หาทางออกโดยการเปลี่ยนมาใช้ชานอ้อยแทน ในส่วนของการป้องกันปัญหาความขัดแย้งกับชุมชน ทางโรงไฟฟ้าได้ให้ความช่วยเหลือชุมชน ให้เงินสนับสนุนการทำกิจกรรมของชุมชน จัดตั้งกองทุนพัฒนาชุมชน นำน้ำสะอาดที่เหลือใช้จากระบบผลิตไฟฟ้ามาแจกจ่ายให้ประชาชน นอกจากนี้โรงไฟฟ้ายังมีกิจกรรมออกไปรับฟังปัญหาจากชุมชนอีกด้วย

โรงไฟฟ้า 3

เป็นโรงไฟฟ้าระบบแก๊สซิฟิเคชั่นขนาดกำลังการผลิต 150 กิโลวัตต์ เครื่องแก๊สซิไฟเออร์ที่ใช้เป็นแบบลมลงหรือ Downdraft gasifier เชื้อเพลิงที่ใช้เป็นซังข้าวโพด เริ่มดำเนินงานมาตั้งแต่ พ.ศ.2551 กระบวนการผลิตเริ่มจากการอบซังข้าวโพดเพื่อผลิตซินก๊าซ จากนั้นจึงนำก๊าซที่ได้ไปทำความด้วยไซโคลน เครื่องกรองแบบเปียก (Wet scrubber) และถุงกรอง ก่อนนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนทำความสะอาดซินก๊าซจะถูกบำบัดและหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ขี้เถ้าที่เกิดจากกระบวนการผลิตจะให้เกษตรกรนำไปใช้ปรับปรุงดิน ปัญหาเสียงดังถูดควบคุมโดยสร้างห้องปิดสำหรับเก็บเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โรงไฟฟ้าไม่มีอุปกรณ์ดักจับมลพิษใดเป็นพิเศษเนื่องจากระบบทำให้เกิดสารมลพิษน้อยมาก การดำเนินงานของโรงไฟฟ้าไม่ทำให้อุบัติเหตุมีมากขึ้นและเพิ่มปริมาณการจราจรเนื่องจากโรงไฟฟ้ามีขนาดเล็กและมีความต้องการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่ไม่มาก ซังข้าวโพดส่วนใหญ่จะถูกลำเลียงมายังโรงไฟฟ้าด้วยรถอีแต๋นโดยเกษตรกร ที่ผ่านมาทางโรงไฟฟ้าไม่เคยประสบปัญหาความขัดแย้งกับชุมชนถึงแม้จะไม่มีมาตรการพิเศษในด้านการสร้างความสัมพันธ์อันดีกับชุมชน ในด้านเศรษฐกิจโรงไฟฟ้าได้ช่วยให้ประชาชนมีรายได้มากขึ้นจากการขายซังข้าวโพด

ผู้ประกอบการให้ข้อมูลว่าเป้าหมายหลักของการสร้างโรงไฟฟ้าแห่งนี้คือเพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้และฝึกอบรมพนักงานมากกว่าการแสวงหากำไรทางธุรกิจ ผลการดำเนินงานที่ผ่านอยู่ในระดับที่พอเลี้ยงตัวเองได้เท่านั้นเนื่องจากปัญหาเชื้อเพลิงมีราคาแพงและโรงไฟฟ้ามีขนาดเล็ก ในอนาคตบริษัทมีแผนที่จะสร้างโรงไฟฟ้าประเภทนี้ให้มากขึ้นและต้องการให้รัฐบาลช่วยสนับสนุน โดยเฉพาะในด้านการให้ความรู้และการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องกับประชาชนในเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

วิจารณ์และสรุปผล

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลที่ใช้แพร่หลายมีเพียงสองประเภทคือ เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าระบบเผาตรงและระบบแก๊สซิฟิเคชั่น ระบบเผาตรงได้รับการ

พัฒนามานานและระบบมีความลงตัวดีแล้ว โรงไฟฟ้าชีวมวลส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในปัจจุบันจะใช้ระบบนี้[8] แต่เทคโนโลยีนี้มีข้อจำกัดในด้านประสิทธิภาพการแปลงพลังงานความร้อนไปเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ยังทำได้ไม่ดี ระบบมีการสูญเสียพลังงานจากการนำความร้อนไปผลิตไอน้ำและกระบวนการเผาชีวมวลจะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศจำนวนมาก โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก[28]ซึ่งมีอันตรายร้ายแรงต่อสุขภาพ[29]และการกำจัดทำได้ค่อนข้างยาก การใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นละอองที่มีประสิทธิภาพสูงอย่างเช่นเครื่องกรองแบบไฟฟ้าสถิตหรือถุงกรองจะทำให้มีต้นทุนค่าก่อสร้างและดำเนินงานสูงขึ้น รวมถึงความจำเป็นต้องจ้างพนักงานประจำที่มีความชำนาญไว้ค่อยดูแลและควบคุมระบบ ระบบเผาตรงจึงอาจไม่เหมาะสำหรับโรงไฟฟ้าที่มีกำลังการผลิตต่ำกว่า 10 เมกะวัตต์ [8,12] โรงไฟฟ้าขนาดนี้อาจต้องใช้ระบบแก๊สซิฟิเคชั่นซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่แต่มีจุดเด่นในด้านประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าที่สูงขึ้นแถมยังทำให้เกิดสารมลพิษน้อย[30]

จากผลการศึกษาดูงานโรงไฟฟ้าชีวมวลต้นแบบในประเทศจะเห็นได้ว่าโรงไฟฟ้าที่มีผลการดำเนินงานดีและได้รับการยอมรับจากชุมชนมีทั้งที่ใช้ระบบเผาตรงและระบบแก๊สซิฟิเคชัน และในโรงไฟฟ้าระบบเผาตรงสองแห่งยังใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นละอองแตกต่างกัน แห่งหนึ่งใช้เครื่องกรองไฟฟ้าสถิต ส่วนอีกแห่งใช้เครื่องกรองฝุ่นแบบเวนจูรี ถึงแม้ว่าผู้ประกอบการทั้งสองแห่งจะยืนยันว่าระดับมลพิษที่ปล่อยออกจากโรงไฟฟ้าของตนเองอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ แต่ในทางทฤษฎีแล้วเครื่องกรองไฟฟ้าสถิตจะมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นที่มีขนาดเล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในควันที่เกิดจากการเผาชีวมวล[1]ได้ดีกว่าเครื่องกรองแบบเวนจูรี นอกจากนี้เครื่องชนิดหลังนี้จะทำให้เกิดน้ำเสียที่ต้องนำไปบำบัดต่อไป สอดคล้องกับผลการสำรวจเทคโนโลยีที่ใช้ของโรงไฟฟ้าชั้นนำในประเทศที่พัฒนาแล้วซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เครื่องกรองไฟฟ้าสถิต[14] ส่วนการจัดการกับขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาชีวมวล

โรงไฟฟ้าทุกแห่งที่สำรวจไม่ระบบกำจัดที่ชัดเจน ส่วนใหญ่จะให้ประชาชนนำไปใช้ปรับปรุงดินและที่เหลือจะถูกนำไปฝังกลบในบ่อที่ไม่มีระบบป้องกันการรั่วซึมตามมาตรฐานการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary landfill) ถึงแม้ว่าการปฏิบัติในลักษณะนี้จะยอมรับได้ว่าจะไม่เกิดผลกระทบต่อดิน[14] แต่อาจเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนแหล่งน้ำและทำให้เกิดฝุ่นปลิวที่อาจสร้างปัญหาความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงได้[7] นอกจากนี้จากการสังเกตภายในโรงไฟฟ้ายังมีปัญหาฝุ่นของขานอ้อยฟุ้งกระจายในพื้นที่โรงไฟฟ้าและบริเวณโดยรอบ สาเหตุหลักน่าจะเกิดการขาดระบบการจัดเก็บที่เหมาะสม กระแสลมจึงทำให้ขานอ้อยที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาฟุ้งกระจายได้ หรืออาจเกิดจากขั้นตอนการลำเลียงเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ การป้องกันฝุ่นขานอ้อยอาจทำได้หลายวิธี ได้แก่ การกรองเศษฝุ่นขนาดเล็กออก (Depithing) การปลูกต้นไม้หรือรั้วกันลมและฝุ่น และการออกแบบจุดปล่อยหรือถ่ายเทขานอ้อยให้เป็นระบบปิด[31]

การตัดสินว่าเทคโนโลยีใดเป็นเทคโนโลยีที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลอาจนั้นทำได้ยากหรือทำไม่ได้เลยเนื่องจากไม่สามารถหาเกณฑ์ที่เหมาะสมมาใช้ตัดสินได้ แต่หากพิจารณาจากความพร้อมของเทคโนโลยี ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานความร้อนที่ได้จากชีวมวลไปเป็นพลังงานไฟฟ้า และการปล่อยมลพิษจากระบบการผลิตไฟฟ้า อาจสรุปได้ว่าโรงไฟฟ้าระบบแก๊สซิฟิเคชั่นมีแนวโน้มที่จะเป็นเทคโนโลยีที่ดีกว่าระบบเผาตรงเนื่องจากระบบมีประสิทธิภาพดีกว่าแต่ทำให้เกิดปัญหามลพิษน้อยกว่า (Table 3) ส่วนข้อจำกัดด้านความพร้อมทางเทคโนโลยีที่เคยเป็นปัญหาสำคัญในอดีตนั้นในปัจจุบันและในอนาคตจะไม่เป็นปัญหาอีกต่อไปเนื่องจากมีผู้ประกอบการจำนวนมากที่สนใจที่จะพัฒนาเทคโนโลยีนี้ ขณะนี้ระบบสามารถรองกำลังการผลิตไฟฟ้าขนาด 10 เมกะวัตต์[32] ซึ่งเป็นขนาดที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมการ

Table 3 Comparing direct-fired system to gasification system

	Direct-fired system	**Gasification**
Technology development	Fully developed	Developing
Energy efficiency	20-30%	30-40%
Commercially available capacity	A few to >100 MWs	10 KWs to 10 MWs
Level of pollution production	High (i.e. fine particle and carcinogen)	Low (i.e. CO)
Particulate control system	ESP or baghouse	Not required

ผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลในประเทศไทย[3] นอกจากนี้เทคโนโลยีนี้ยังรองรับระบบกังหันก๊าซและระบบกังหันร่วมซึ่งเป็นเทคโนโลยีในอนาคตที่กำลังจะมาแทนที่ระบบเผาตรงในอีกไม่นานนี้[26]

รัฐควรกำหนดนโยบายการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลให้ชัดเจน โดยเลือกส่งเสริมการใช้ระบบเผาตรงเฉพาะกับโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่กว่า 10 เมกะวัตต์เท่านั้น และเพิ่มข้อบังคับให้ใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นละอองที่มีประสิทธิภาพสูงคือ เครื่องกรองไฟฟ้าสถิตหรือถุงกรองเท่านั้น ส่วนโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กกว่านั้นควรให้ใช้ระบบแก๊สซิฟิเคชัน นอกจากนี้ควรมีนโยบายให้มีการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะจากโรงไฟฟ้าระบบเผาตรงในทุกขนาดเพื่อทำให้แน่ใจว่าประชาชนจะปลอดภัยต่อทั้งผลกระทบในระยะสั้นและผลกระทบในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ (สช.)

เอกสารอ้างอิง

1. Nussbaumer T. Combustion and Co-combustion of biomass: Fundamentals, technologies, and primary measures for emission reduction. Energ Fuel 2003; 17(6):1510-1521. doi: 10.1021/ef030031q.
2. Barz M. Biomass Technology for Electricity Generation in Community. International Journal of Renewable Energy 2008; 3(1):1-10.
3. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. ฐานข้อมูล SPP/VSPP. [Online]. 2558 [cited 2014 Jan 15]. Available from: http://www.erc.or.th/ERCSPP/default.aspx?x=0&muid=23&prid=41.
4. Ministry of energy. Alternative Energy Development Plan: AEDP2015. Bangkok: Ministry of energy; 2015.
5. Naeher LP, Brauer M, Lipsett M, Zelikoff JT, Simpson CD, Koenig JQ, et al. Woodsmoke health effects: A review. Inhal toxicol 2007; 19:67-106.
6. Boman CB, Forsberg BA, Forsberg BA, Jarvholm BG. Adverse health effects from ambient air pollution in relation to residential wood combustion in modern society. Scan J Work Environ Health 2003; 29(4):251-260.
7. ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร. โครงการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดกำลังการผลิตต่ำกว่า 10 เมกกะวัตต์. นนทบุรี: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข; 2553.
8. IRENA (International Renewable Energy Agency). Renewable energy technologies: cost analysis series volume 1: power sector issue 1/5 biomass for power generation. Bonn, Germany: IRENA; 2012.
9. Saidur R, Abdelaziz EA, Demirbas A, Hossain MS, Meknilef S. A review on biomass as a fuel for boilers. Renew Sust Energ Rev 2011; 15: 2262-2289.
10. Demirbas A. Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals. Energ convers Manag 2001; 42(11):1357-1378.
11. Anenberg SC, Horowitz LW, Tong DQ, West JJ. An estimate of the global burden of anthropogenic ozone and fine particulate matter on premature human mortality using atmospheric modeling. Environ Health Persp 2010; 118(9): 1189-1195.
12. Beauchemin PA, Tampier M. Emissions from wood-fired combustion equipment. Victoria, British Comumbia, Canada: Ministry of Environment; 2008.
13. Hinckley J., Doshi K. Emission controls for small wood fired boilers. USA: United States Forest Service, Western Forestry Leadership Coalition; 2010.
14. Wiltsee G. Lessons learned from existing biomass power plants. Golden, Colorado, USA: NREL (National Renewable Energy Laboratory); 2000.
15. Dimpl E. Small-scale electricity generation from biomass - Part I: Biomass gasification. 1st ed. Eschborn, Germany: GTZ-HERA-Poverty-oriented Basic Energy Service; 2010.
16. Pytlar TS. Status of existing biomass gasification and pyrolysis facilities in Notth America. In 18th Annual North American Waste-to-Energy Conference Orlando, 2010 May 11-13; Orlando, Florida, USA. Orlando: Solid Waste Processing Division and Environmental Engineering Division; 2010.
17. The BECK Group. Roaring Fork Biomass Consortium - Small scale biomass technology review. Portland, OR, USA: The BECK Group; 2011.

18. Ciferno J, Marano J. Benchmarking biomass gasification technologies for fuels, chemicals and hydrogen production. USA: U.S. Department of Energy National Energy Technology Laboratory; 2002.
19. Asadullah M. Barriers of commercial power generation using biomass gasification gas: A review. Renew Sust Energ Rev 2014; 29:201-215.
20. Salam PA, Kumar S, Siriwardhana M. Report on the status of biomass gasification in Thailand and Cambodia. Bangkok, Thailand: Bangkok: Asian Institute of Technology; 2010.
21. U.S. Environmental Protection Agency Combined Heat and Power Partnership. Biomass combined heat and power catalog of technologies. v.1.1. USA: U.S.EPA; 2007.
22. Chen L. Insight: state-of-the-art of biomass gasification in China-S3D-Waste & Sustainable development solutions, Nantes, France [Internet]. In: 5th international conference on application of biomass gasification, 2011 Feb 10-12; New Fair Stuttgart, Germany. 2011 [cited 2016 Dec 10]. Available from: https://www.scribd.com/document/319106809/ChinaGAsification2011-pdf
23. Zhou Z, Yin X, Xu J, Ma L. The development situation of biomass gasification power generation in China. Energ Policy 2012; 51:52-57.
24. อำพล อาภาธนากร, นิมิต นิพัทธ์ธรรมกุล, เฉลิมพงษ์ กล้าขยัน. โครงการนำร่องเพื่อผลิตพลังงานทดแทนจากชีวมวลในระดับชุมชน. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ; 2555.
25. Carrara S. Small-scale biomass power generation [Doctoral thesis]. Bergamo, Italy: University of Bergamo; 2010.
26. Krigmont HV. Integrated biomass gasification combined cycle (IBGCC) power generation concept-A white paper: The gateway to a cleaner future [Internet]. Allied Environmental Technologies, Inc; 1999 [cited 2016 Jul 9]. Available from: http://www.alentecinc.com/papers/IGCC/ADVGASIFICATION.pdf
27. Stahl K, Waldheim L, Morris M, Johnsson U, Gardmark L. Biomass IGCC at Värnamo, Sweden - Past and future [Internet]. In GCEP energy workshop; 2004 April 27 2004; Frances C. Arrillaga Alumni Center, Standford University, CA, USA; 2004 [cited 2016 Jan 12]. Available from: http://www.ducente.se/images/content/pdf/stanford_20040427.pdf
28. Johansson LS, Tullin C, Leckner B, Sjovall P. Particle emissions from biomass combustion in small combustors. Biomass Bioenerg 2003; 25:435-446. doi:10.1016/S0961-9534(03)00036-9.
29. Torres-Duque C, Maldonado D, Perez-Padilla R, Ezzati M, Viegi G. Biomass fuels and respiratory diseases. Proc Am Thorac Soc 2008; 5(5):577-590. doi: 10.1513/pats.200707-100RP.
30. McKendry P. Energy production from biomass (part 3): Gasification technologies. Bioresour Technol 2002; 83(1):55-63.
31. Purchase BS, Rosettenstein S, Bezuidenhoudt DV. Challenges and potential solutions for storage of large quantities of basgasse for power generation. Proc S Afr Sug Technol Ass 2013; 86:495-513.
32. IEA. Energy Technology Essentials-Biomass for Power Generation and CHP [Internet]. 2007 [cited 2016 Dec 20]. Available: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/iea-energy-technology-essentials-biomass-for-power-generation-and-chp.html