

การเพิ่มมูลค่าด้วยเทคโนโลยีไบโอดราย สำหรับการจัดการขยะชุมชนกรณีศึกษา:

องค์การบริหารส่วนตำบลท่ามะนาว อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเมืองที่ยั่งยืน
Value-Added of Biodrying Technology for Community Waste Management: Thamanao
Sub district Administration Organization, Chaibadan District, Lopburi Province: Towards
Development Sustainable Cities

ประพิธาร์ ธารารักษ์¹ พิธิษฐ์ มณีโชติ¹ พัชรินทร์ เยาวรัตน์¹ พรทิพย์ เม่นสิน¹ บงกช ประสิทธิ์^{1,*} ชุศักดิ์ รักเสนาะ²

อันธิกา เพชร¹ และ สุรนาท แซ่ย่าง¹

Prapita Thanarak¹, Pisit Maneechot¹, Phatcharin Yaowarat¹, Pornthip Mensin¹, Bongkot Prasit^{1,*},
Chusak Raksanau², Antika Phetcharee¹ and Suranat Saeyang¹

¹วิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ตกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

²กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองอรัญญิก พิษณุโลก 65000

¹School of Renewable Energy and Smart Grid Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000

²Department of Public Health and Environment, Aranyik Town Municipality, Phitsanulok 65000

* Corresponding author, e-mail: bongkotprasit19@gmail.com, Tel.: 083-6259396

Received: 12 October 2020, Revised: 3 July 2021, Accepted: 1 September 2021, Published online: 25 December 2021

Abstract

This article presents the concept of waste management and clean energy production by promoting innovative waste management using Biodry system to improve the quality of Refuse Derived Fuel (RDF) through the mechanical and biological waste treatment (MBT). Biodry technology is applied to waste after the MBT process will increase the waste heat value, lower the waste moisture content and reduce the time for waste degradation. RDF prototype system is developed using unique biodry technology combined with the solar energy powered supply to the air pump to feed air to manage municipal waste for medium-sized local government organizations. Community waste will be converted into RDFs. Moreover, it can be used as a fuel for renewable energy in the form of electricity or heat, which will be an alternative to help reduce environmental problems in waste. The prototype system was installed at Tha Manao Subdistrict Administrative Organization, Chaibadan District, Lopburi Province. As a result of the research, it was found that the developed Biodry system was like an aerator. It has the potential to effectively be used to condition fresh waste achieving higher heat value and lower humidity. The oxidative degradation process generates

heat, which, when tested with new waste, heats up to 49 degrees Celsius, which helps to drain excess moisture from the waste and increase the heat value until the internal waste dries. When the waste dries, the surface contaminated with soil or the putty coating will be removed. The process could increase the heating value in 30 days which is a short amount of time compared to the conventional drying method. The energy from solar cells is the power source for the aeration system. The waste can be reconditioned to a heat value of more than 5,000 kcal/kg and less than 30% humidity. These wastes are suitable quality fuels for use in the heat or general industry. The biodry process provided added value from the waste management and sustainability in the natural environment and landscape as well as increase the community economy.

Keywords: Sustainable Cities, Smart City, Waste Management, Community Waste, Biodry, Value Added

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวคิดการบริหารจัดการขยะและการผลิตพลังงานสะอาด โดยการส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมของการบริหารจัดการขยะที่ใช้ระบบ Biodry ในการปรับปรุงคุณภาพขยะเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel: RDF) ที่ผ่านระบบบำบัดเชิงกลชีวภาพ (Mechanical and Biological Waste Treatment: MBT) ซึ่งจะทำให้ค่าความร้อนเพิ่มขึ้นและความชื้นของขยะลดลง และลดระยะเวลาในการย่อยสลายขยะ การพัฒนาระบบต้นแบบตู้ผลิต RDF โดยใช้เทคโนโลยีไบโอดรายร่วมกับแหล่งจ่ายพลังงานให้กับปั๊มลมเพื่อป้อนอากาศโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพื่อจัดการขยะชุมชนสำหรับองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ขนาดกลางจะเป็นการนำขยะชุมชนมาแปรรูปเป็น RDF และสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงด้านพลังงานทดแทนทั้งในรูปของไฟฟ้าหรือความร้อนซึ่งจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อมในเรื่องของขยะ โดยระบบต้นแบบได้ดำเนินการติดตั้งที่ องค์การบริหารส่วนตำบลท่ามะนาว อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี จากผลของการศึกษาวิจัยพบว่า ระบบ Biodry ที่ถูกพัฒนามีลักษณะเป็นตัวเติมอากาศมีศักยภาพที่จะนำมาใช้ในการปรับสภาพขยะสด ให้มีค่าความร้อนสูงขึ้นและความชื้นลดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลจากกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนเกิดความร้อนซึ่งเมื่อนำมาทดลองกับขยะสด มีความร้อนสูงถึง 49 องศาเซลเซียส โดยความร้อนนี้จะช่วยในการระบายความชื้นส่วนเกินออกจากขยะ และเพิ่มค่าความร้อนจนขยะภายในแห้งเมื่อขยะมีความแห้งจะทำให้พื้นผิวที่มีการปนเปื้อนจากดินหรือสารเคลือบฉนวนหลุดออกไป สามารถทำให้ค่าความร้อนสูงขึ้นในระยะเวลา 30 วัน เป็นระยะเวลาอันสั้น และใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานให้กับระบบเติมอากาศ สามารถปรับสภาพขยะให้มีค่าความร้อนมากกว่า 5,000 kcal/kg และความชื้นน้อยกว่า 30% ขยะเหล่านี้จะเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมความร้อนหรืออุตสาหกรรมทั่วไปได้ ส่งผลให้เกิดมูลค่าเพิ่มของชุมชนจากการจัดการขยะ และเกิดความยั่งยืนในส่วนของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและภูมิทัศน์ การจัดการขยะอย่างถูกสุขลักษณะ และเศรษฐกิจของชุมชน

คำสำคัญ: เมืองยั่งยืน เมืองอัจฉริยะ การจัดการขยะ ขยะชุมชน Biodry มูลค่าเพิ่ม

บทนำ

ปัจจุบันเมืองทั่วโลกประสบปัญหาและความท้าทายในเรื่องต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปัญหาเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งส่งผลให้ภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชน จำเป็นต้องแก้ปัญหาและพัฒนาเมืองเพื่อความยั่งยืน นำไปสู่ผลลัพธ์ที่สำคัญ เช่น ความสามารถในการยืดหยุ่นรับการเปลี่ยนแปลง (Resilience) การพึ่งพาตนเอง (Self-reliance) และประโยชน์ต่อเมืองอื่น (Positive Externality) บทความนี้นำเสนอแนวคิดการบริหารจัดการขยะและการผลิตพลังงานสะอาด ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการพัฒนาไปสู่เมืองที่ยั่งยืน โดยการส่งเสริมการพัฒนาวัฏกรรมของการบริหารจัดการขยะที่ใช้ระบบ Biodry ในการปรับปรุงคุณภาพขยะเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel : RDF) ที่ผ่านระบบบำบัดเชิงกลชีวภาพ (Mechanical and Biological Waste Treatment : MBT)

ปัญหาการจัดการขยะในเมืองและเขตเทศบาลต่าง ๆ ของประเทศไทย เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่รุนแรงและสะสมมาช้านาน ในปัจจุบันประเทศไทยมีขยะเกิดขึ้นวันละ 44,000 ตัน หรือปีละ 16 ล้านตัน ใช้วิธีเทกองกลางแจ้งทำให้มีหลายพื้นที่มีปัญหาทั้งในด้านทัศนียภาพ กลิ่น น้ำเสียและแหล่ง เพาะพันธุ์แมลงวัน จนทำให้ประชาชนต่อต้านการดำเนินงานฝังกลบของเทศบาล ทำให้ต้องปิดตัวลง ไปในหลายพื้นที่ ปัจจุบันปัญหาขยะมูลฝอยของประเทศไทยกำลังทวีความรุนแรงมากขึ้น และมีปริมาณขยะเก่าสะสมถึง 28 ล้านตัน [1] โดยมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขยะเหล่านี้มี ศักยภาพที่จะผลิต เชื้อเพลิงจากขยะ (RDF) แต่ด้วยลักษณะของขยะในประเทศไทย ไม่มีการคัดแยก และปนเปื้อน ส่งผลให้ขยะมีความชื้นเฉลี่ย 55.89% [2] กระบวนการเชิงกลชีวภาพเป็นอีก กระบวนการเชิงกลที่ถูกนำมาใช้ในการย่อยอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในขยะมูลฝอย ประกอบด้วยกรรมวิธี พื้นฐานคือ กระบวนการเชิงกล คือการคลุกเคี้ยวขยะ เข้าด้วยกัน เพื่อเตรียมขยะให้พร้อมก่อนการนำไปสู่กระบวนการทางชีวภาพ หลังจากเมื่อขยะผ่านกระบวนการเชิงกลในการคลุกเคล้ากันดีแล้ว ขั้นตอนที่สองคือกระบวนการทางชีวภาพ โดยนำขยะมาตั้งกองหมักอยู่กับที่โดยจัดให้มีการถ่ายเท อากาศตามธรรมชาติด้วยกรรมวิธีเฉพาะ เป็นระยะเวลาประมาณ 9 เดือน [3] ขยะที่ผ่านกระบวนการเชิงกลชีวภาพ (MBT) เป็นขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพที่สามารถนำมาผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ ระบบ MBT เป็นระบบขนาดใหญ่ตั้งระบบอยู่กลางแจ้ง ใช้ระยะเวลาสั้น เมื่อกระบวนการสิ้นสุด ความชื้นสูงและค่าความร้อนจึงต่ำ เนื่องจากประเทศไทยมีปัญหาฝนตก ยกต่อการควบคุม ดังนั้น ถ้าสามารถลดการปนเปื้อนและความชื้นออกไปได้ขยะเหล่านี้จะเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมความร้อนหรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกทั้งยังสามารถแก้ไข ปัญหาขยะสะสมที่มีปริมาณมากและมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF) เป็นการปรับปรุง และแปลงสภาพของขยะมูลฝอย ให้เป็นเชื้อเพลิงแข็งที่มีคุณสมบัติใน ด้านค่าความร้อน (Heating Value) ความชื้น ขนาดและความหนาแน่น เหมาะสมในการใช้เป็น เชื้อเพลิงป้อน และมืองค์ประกอบทั้งทางเคมีและกายภาพ สม่่าเสมอ คุณลักษณะทั่วไปของเชื้อเพลิง ขยะ ประกอบด้วยปลดเชื้อโรคจากการอบด้วยความร้อน ลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อโรค ไม่มีกลิ่น มีขนาดเหมาะสมต่อการป้อนเตาเผา-หม้อไอน้ำ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 15-30 มิลลิเมตร ความ ยาว 30-150 มิลลิเมตร) มีความหนาแน่นมากกว่า ขยะมูลฝอยและชีวมวลทั่วไป (450-600 kg/m³) เหมาะสมต่อการจัดเก็บ และขนส่ง มีค่าความร้อนสูงเทียบเท่ากับชีวมวล (~ 13-18 MJ/kg) และมี ความชื้นต่ำ (~ 5-10%) ลดปัญหามลภาวะจากการเผาไหม้ เช่น NO_x และไดออกซินและฟูราน ซึ่ง เป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการแก้ปัญหาการบริหารจัดการขยะของประเทศไทย โดยลดการฝังกลบให้ น้อยลง แต่เพิ่มอัตราการน ากกลับมาใช้ใหม่ให้มากขึ้น เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนถ่านหิน โดยในปัจจุบันการผลิต RDF เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ยังมีน้อยมาก เนื่องจากยังขาดข้อมูลการใช้ งานและความต้องการของ ผู้ใช้ในแต่ละอุตสาหกรรมทั้งในด้านคุณภาพคุณลักษณะ และราคา ตลอดจน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมยังไม่มีกรรวบรวมข้อมูล แหล่งวัตถุดิบที่มีศักยภาพ ที่สามารถนำขยะมาผลิตเป็น ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิงจากขยะได้ กอปรกับปัจจุบันปัญหาขยะชุมชนก็เป็น ปัญหาที่หน่วยงานและภาคส่วน ที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไข เพื่อลดปัญหาท้องถิ่นการต่อต้าน บางครั้ง

อาจมี สุนัขคีย์เซียส่งกลิ่นเหม็นเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมภายในชุมชน ส่งผลปัญหาต่อสุขภาพของคนภายใน ชุมชนตามอีกด้วย หากไม่มีการจัดการที่ดีและเป็นระบบจะส่งผลกระทบต่อทั้งในภาคเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของประชาชน Biodry เป็นเทคนิคการอบแห้งโดยใช้กระบวนการย่อยสลาย ของจุลินทรีย์ แบคทีเรีย และเชื้อรา เพื่อลดความชื้นของขยะอินทรีย์หรือขยะมูลฝอยชุมชน (MSW) [4] วัตถุประสงค์ในการที่จะนำระบบ Biodry มาใช้คือ เพิ่มค่าความร้อนของขยะ ซึ่งอาศัยกิจกรรมของการย่อยสลายของจุลินทรีย์โดยธรรมชาติในขยะที่ใช้กระบวนการใช้ออกซิเจนและคายความร้อนออกมา อินทรีย์วัตถุที่ผสมอยู่ในขยะมูลฝอยชุมชน จะถูกย่อยสลาย จะเหลือขยะพลาสติก และอื่นๆ ที่ไม่ย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในขยะโดยธรรมชาติ เริ่มมีการศึกษากระบวนการ Biodry เพื่อเพิ่มค่า ความร้อนและลดความชื้น ให้กับกากตะกอนน้ำเสียและเยื่อกระดาษ [5] และได้มีการนำมาใช้ร่วมกับ ขยะอินทรีย์ที่มีการคัดแยกจากขยะมูลฝอยชุมชน เพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย [6, 7] พบว่าขยะที่ผ่านกระบวนการ Biodry จากความชื้น 73.0% เป็น 48.3% [8] โดยอาศัยการควบคุมการปล่อยความชื้น อุณหภูมิ อัตราการให้อากาศที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายแบบใช้อากาศของจุลินทรีย์ [9] [10] ในอุตสาหกรรมที่ใช้ความร้อน เช่น ในปูนซีเมนต์ต้องการเชื้อเพลิงจากขยะ ถึง 40 % เชื้อเพลิง จากขยะจะต้อง มีค่าความร้อนขั้นต่ำ (LHV) 4,685 kcal/kg ความชื้น 12%, คลอรีน 0.6% และ 0.2% สารประกอบกำมะถัน ตามลำดับ นอกจากนี้ระดับของโลหะหนักเช่นแคดเมียมโครเมียมปรอท และตะกั่วไม่เกินมาตรฐานของสหภาพยุโรป [11] จากการทดสอบ Biodry กับขยะมูลฝอย ใน reactor ขนาด 50 กิโลกรัม พบว่า สามารถลดความชื้นจาก 66.5% เป็น 24.1% และค่าความร้อน เพิ่มขึ้นจาก 1,210 kcal/kg เป็น 3,420 kcal/kg [12] แนวคิดการนำระบบ Biodry มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพขยะเชื้อเพลิงที่ผ่านระบบ MBT เนื่องจากในประเทศไทยขยะมูลฝอยไม่มีการคัดแยกทำให้มีการปะปนกันของขยะแห้งขยะสดและขยะ พลาสติกในขณะที่มีปริมาณฝนตกมาก ส่งผลให้ขยะที่ผ่านกระบวนการ MBT ที่สะสมก่อนนำไปใช้ใน การผลิต RDF มีค่าความร้อนต่ำและความชื้นสูง ส่งผลให้ต้องใช้ระยะเวลา 9 เดือน ในขณะที่ภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยรับซื้อขยะเพื่อไปเป็นพลังงาน โดยพิจารณาจากความร้อนและ ความชื้นที่ส่งผลต่อราคาขยะที่ได้ การนำเทคโนโลยีไบโอเดรย มาใช้กับขยะหลังผ่านกระบวนการ MBT จะทำให้ค่าความร้อนเพิ่มขึ้นและความชื้นของขยะลดลง และลดระยะเวลาในการย่อยสลายขยะ ซึ่งหัวใจทั้งหมดอยู่ที่การควบคุมปริมาณและเวลาในการให้อากาศซึ่งถือเป็นหัวใจของระบบดังกล่าว จากการพัฒนาระบบดังกล่าวสามารถเพิ่มค่าความร้อนและความชื้นได้ตามความต้องการของ ภาคอุตสาหกรรม อันส่งผลให้เกิดการนำขยะที่มีการสะสมตามแหล่งฝังกลบต่าง ๆ นำมาปรับสภาพให้ เป็นพลังงานทดแทนต่อไป จึงมีการมุ่งเน้นในการใช้ Biodry เพื่อปรับปรุงคุณภาพขยะที่ผ่านจาก กระบวนการ MBT เพื่อแก้ปัญหา ค่าความร้อน ความชื้น และลดเวลาในการย่อยสลายขยะ เพื่อให้ได้ RDF เพื่อให้มีค่าความร้อน $\geq 5,000$ kcal/kg และความชื้น $\leq 30\%$ เป็นไปตามความต้องการของ ภาคอุตสาหกรรมซึ่งจะส่งผลต่อการลดปัญหาขยะของประเทศไทยได้ การพัฒนาระบบต้นแบบตู้ผลิต RDF โดยใช้เทคโนโลยีไบโอเดรย ร่วมกับแหล่งจ่ายพลังงานให้กับบิโอมเพื่อป้อนอากาศโดยใช้เซลล์ แสงอาทิตย์ เพื่อจัดการขยะชุมชน สำหรับองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นขนาดกลางจะเป็นการนำ ขยะ ชุมชนมาแปรรูปเป็น RDF และสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงด้านพลังงานทดแทนทั้งในรูปแบบของไฟฟ้าหรือความร้อนซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการจัดการสิ่งแวดล้อมในเรื่องของขยะต่อไป

วิธีการวิจัย

แนวคิดการนำระบบ Biodry มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพขยะเชื้อเพลิงที่ผ่านระบบ MBT เนื่องจากในประเทศไทย ขยะมูลฝอยไม่มีการคัดแยกทำให้มีการปะปนกันของขยะแห้งขยะสดและขยะ พลาสติกในขณะที่มีปริมาณฝนตกมาก ส่งผลให้ ขยะที่ผ่านกระบวนการ MBT ที่สะสมก่อนนำไปใช้ในการผลิต RDF มีค่าความร้อนต่ำและความชื้นสูง ส่งผลให้ต้องใช้ระยะเวลา 9 เดือน ในขณะที่ ภาคอุตสาหกรรมในประเทศไทยรับซื้อขยะเพื่อไปเป็นพลังงาน โดยพิจารณาจากความร้อนและ ความชื้นที่ส่งผลต่อราคาขยะที่ได้ การนำเทคโนโลยี Biodry มาใช้กับขยะหลังผ่านกระบวนการ MBT จะทำให้ค่าความร้อน เพิ่มขึ้นและความชื้นของขยะลดลง และลดระยะเวลาในการย่อยสลายขยะ ซึ่ง หัวใจทั้งหมดอยู่ที่การควบคุมปริมาณและเวลาใน การให้อากาศซึ่งถือเป็นหัวใจของระบบดังกล่าว จากการพัฒนาระบบดังกล่าวสามารถเพิ่มค่าความร้อนและความชื้นได้ตาม ความต้องการของ ภาคอุตสาหกรรม อันส่งผลให้เกิดการนำขยะที่มีการสะสมตามแหล่งฝังกลบต่างๆ นำมาปรับสภาพให้ เป็น พลังงานทดแทนต่อไป จึงมีการมุ่งเน้นในการใช้ Biodry เพื่อปรับปรุงคุณภาพขยะที่ผ่านจา กระบวนการ MBT เพื่อแก้ปัญหา ค่า ความร้อน ความชื้น และลดเวลาในการย่อยสลายขยะ เพื่อให้ได้ RDF เพื่อให้มีค่าความร้อน $\geq 5,000$ kcal/kg และความชื้น $\leq 30\%$ เป็นไปตามความต้องการของ ภาคอุตสาหกรรมซึ่งจะส่งผลต่อการลดปัญหาขยะของประเทศไทยได้ การพัฒนาระบบ ต้นแบบผู้ผลิต RDF โดยใช้เทคโนโลยีไบโอไตราย ร่วมกับแหล่งจ่ายพลังงานให้กับปฏิกิริยาเพื่อป้อนอากาศโดยใช้เซลล์ แสงอาทิตย์ เพื่อจัดการขยะชุมชนสำหรับองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นขนาดกลางจะเป็นการนำขยะ ชุมชนมาแปรรูปเป็น RDF และสามารถ นำไปเป็นเชื้อเพลิงด้านพลังงานทดแทนทั้งในรูปของไฟฟ้าหรือความร้อนซึ่งจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการจัดการ สิ่งแวดล้อมในเรื่องของขยะต่อไป

ในการดำเนินงานกิจกรรมได้วางแผนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. พัฒนาและออกแบบระบบต้นแบบผู้ผลิต RDF โดยใช้เทคโนโลยีไบโอไตรายเพื่อจัดการขยะชุมชน
2. สร้างระบบฯ และทดสอบสมรรถนะระบบต้นแบบฯ และ ทดสอบค่าความร้อนของเชื้อเพลิงเชื้อเพลิงก่อนและหลัง กระบวนการเข้าสู่ผู้ผลิต RDF
3. วิเคราะห์ผลการดำเนินการวิจัย และปรับปรุงและปรับแก้ระบบต้นแบบฯ ให้มีความสมบูรณ์
4. เขียนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูลวิทยาลัยพลังงานทดแทน และในพื้นที่เป้าหมายองค์การบริหารส่วน ตำบลท่า มะนาว อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ภาพกิจกรรมการดำเนินการเก็บข้อมูลในการจัดการขยะเป็น RDF โดยใช้ระบบไบโอดีรีย (Bioidry) ร่วมกับแหล่งจ่ายพลังงานให้กับปั๊มลมเพื่อป้อนอากาศโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน



ภาพที่ 1 กิจกรรมในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยภาคสนาม



ภาพที่ 2 กิจกรรมในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยภาคสนาม (ต่อ)

ผลการทดสอบระบบตู้ Bio-drying ในการปรับสภาพขยะเพื่อเป็น RDF ขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลนคร พิษณุโลก เป็นขยะสดที่ผ่านกระบวนการเชิงกลด้วยเครื่อง Homogenization เป็นเวลา 45 นาที เพื่อฉีกถุงขยะและคลุกเคล้า ขยะ จากผลการวิเคราะห์ ทางห้องปฏิบัติการจะพบว่า ขยะเหล่านี้มีความชื้นสูง มีค่าความชื้นก่อนเข้าระบบ 53.5% (มาตรฐาน แห่ง) และมีค่าความร้อนก่อนเข้าระบบ 2,541 kcal/kg นำเอาขยะใส่เข้าระบบ Biodry ในปริมาณ 1,469 กิโลกรัม โดย องค์ประกอบขยะของที่เข้าระบบนั้นแสดงดัง ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนองค์ประกอบขยะสดก่อนและหลังจาก ระบบ Biodry

ประเภทขยะ	อัตราส่วนองค์ประกอบขยะ(%)	
	ก่อน	หลัง
พลาสติก	15.87%	49.73%
กระดาษ	4.31%	8.3%
โฟม	0.33%	1.09%
โลหะ	0.9%	0%
แก้ว, เซรามิค	1.07%	0.82%
ผ้า หนึ่ง, ยาง	0.17%	0.55%
หิน กรวด	0.4%	0%
เปลือก, กระดุก	1.07%	0.27%
อินทรีย์วัตถุ* (เศษอาหาร,พืช)	45.95% (เปียกชื้น)	40.16 (แห้ง)
ของเสียจากสิ่งมีชีวิต*	0.33%	0%
อื่นๆ	30.83%	0%

ซึ่งจากผลการทดลองนี้จะ เห็นว่าน้ำหนักของขยะเริ่มทดลอง 1,469 กิโลกรัม หลังจาก 30 วัน ค่าความร้อนเพิ่มขึ้น และความชื้นลดลง จากน้ำหนักสุดท้าย พบว่าน้ำหนักเหลือเพียง 842 กิโลกรัมสูญเสียน้ำหนักไป 627 กิโลกรัม คิดเป็น 43% แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำหนัที่หายไปจะเป็นน้ำ หรือความชื้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดง ค่า LHV % ความชื้น และ น้ำหนักมวล ของระบบ Biodry ตามระยะเวลา

รายละเอียด	ขยะเริ่มต้น	Biodry (30 วัน)	ส่วนต่างคิดเป็น %
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	1,469	842.60	43%
% ความชื้น (Dry basis)	53%	10.43%	42%
ค่า LHV (kcal/kg)	2,541	7,890	67%

ในกระบวนการ Biodry อุณหภูมิเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบ ซึ่งอุณหภูมิของขยะ ที่นำมาทำการทดลองมีอุณหภูมิ 28.25 °C และค่อยเพิ่มขึ้น ในช่วง 2-3 วันแรก เนื่องจากจุลินทรีย์ ปรับสภาพเข้าสู่กระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน โดยอุณหภูมิภายในระบบในกองจะค่อยสูงขึ้นจะ สูงถึง 45-49 °C โดยที่อุณหภูมิภายนอกอยู่ที่ 32-34 °C และจะคงที่จนเกือบเท่ากับอุณหภูมิภายนอก ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงอุณหภูมิภายในระบบ Biodry เปรียบเทียบกับภายนอกระบบ

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองสรุปได้ดังนี้ ระบบ Biodry ที่ถูกพัฒนามีลักษณะเป็นตัวเติมอากาศมี ศักยภาพที่จะนำมาใช้ในการปรับสภาพขยะสด ให้มีค่าความร้อนสูงขึ้นและความชื้นลดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลจากกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน เกิดความร้อนซึ่งเมื่อนำมาทดลอง กับขยะสด มีความร้อนสูงถึง 49 องศาเซลเซียส โดยความร้อนนี้จะช่วยในการระบายความชื้น ส่วนเกินออกจากขยะ และเพิ่มค่าความร้อนให้กับกอง Biodry จนขยะภายในแห้ง เมื่อขยะมีความ แห้งจะทำให้พื้นผิวที่มีการปนเปื้อนจากดินหรือสารเคลือบฉาบหลุดออกไป สามารถทำให้ค่าความร้อนสูงขึ้น ในระยะเวลา 30 วันเป็นระยะเวลาอันสั้น และใช้พลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานให้กับระบบเติมอากาศสามารถปรับสภาพขยะมีค่าความร้อนมากกว่า 5,000 kcal/kg และ ความชื้นน้อยกว่า 30% และจากการทดสอบในระบบต้นแบบขยะมีค่าความร้อน 7,890 kcal/kg ที่ความชื้น 10.43% ขยะเหล่านี้ จะเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมความร้อนหรืออุตสาหกรรมทั่วไปได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ทุนอุดหนุนการวิจัย สำหรับโครงการแผนงานวิจัย การจัดการตนเองด้วยพลังงานทดแทน และมีโครงการวิจัยย่อยทั้งหมด 4 โครงการประกอบด้วย (1) โครงการพัฒนาระบบต้นแบบผู้ผลิต RDF โดยใช้เทคโนโลยี ไบโอดีรายเพื่อจัดการขยะชุมชน (2) การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำ มันพืชที่ใช้แล้วโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมกับถ่านกัมมันต์จากชีวมวล (3) การเพิ่มคุณภาพแก๊สชีวภาพโดยกระบวนการดูดซับทางเคมีในระบบผลิตแก๊ส ชีวภาพเพื่อใช้ชุมชน (4) การประยุกต์ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบกรงกระรอกสำหรับ ผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพเหลือใช้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย ขอขอบพระคุณเทศบาลนครพิษณุโลก และ นายกองดีการบริหารส่วนตำบลท่ามะนาว อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอำนวยความสะดวกสำหรับทดสอบวิจัย รวมถึง ชุมชนเป้าหมายต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Pollution Control Department Thailand State of Pollution Report, “**Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment**”, Bangkok, Thailand, 2014.
- [2] Department of Alternative Energy Development and Efficiency, “**Final Report research and development producing Refuse derived fuel**”, Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Bangkok, Thailand, 2008.
- [3] Environmental Research Centre (ERC) Naresuan University, “**Final Report Characterize the waste after Mechanical Biological Waste Treatment of Phitsanulok Municipality**”, Environmental Research Centre (ERC) Naresuan University, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, 2006.
- [4] S. Sadaka, K. VanDevender and T. Costello, “**Partial Composting for Biodrying Organic Materials**” (University of Arkansas Cooperative Extension Service Printing Services, Arkansas, 2011), Division of Agriculture, U.S. Dept. of Agriculture and county governments cooperating, 2011, 4-11.
- [5] K. M. Frei, D. Cameron and P. R. Stuart, “Novel drying process using forced aeration through a porous biomass”, **Matrix Drying Technology**, 2004, 22, 1191-1215.
- [6] E. C. Rada, M. Ragazzi, V. Panaitescu and T. Apostol, “Experimental characterization of municipal solid waste bio-drying”, **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, 2006, 92, 295-301.
- [7] C. A. Velis, P. J. Longhurst, G. H. Drew, R. Smith and S. J. T. Pollard, “Biodrying for mechanical–biological treatment of wastes: A review”, **Bioresource Technology**, 2009, 100, 2747-2761.
- [8] L. M. Shao, Z. H. Ma, H. Zhang, D. Q. Zhang and P. J. He, “Bio-drying and size sorting of municipal solid waste with high water content”, **Waste Management**, 2010, 30, 1165-1170.
- [9] S. Navaee-Ardeh, F. Bertrand and P. R. Stuart, “Key variables analysis of a novel continuous biodrying process for drying mixed sludge”, **Bioresource Technology**, 2010, 101, 3379-3387.
- [10] F. J. Colomer-Mendoza, L. Herrera-Prats and F. Robles-Martínez, “Effect of airflow on biodrying of gardening wastes in reactors”, **Journal of Environmental Sciences**, 2013, 25, 865-872.
- [11] J. Nithikul, O. P. Karthikeyan and C. Visvanathan, “Reject management from a Mechanical Biological Treatment plant in Bangkok Thailand Resources”, **Conservation and Recycling**, 2011, 55, 417-422.
- [12] N. A. Ab Jalil, H. Basri, N. E. Ahmad Basri and M. F. M. AbuShammala, “The Potential of Biodrying as Pre-treatment for Municipal Solid Waste in Malaysia”, **Journal of Advanced Review on Scientific Research**, 2015, 7, 1-13.