

4.2 ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Solar radiation) ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ตลอดการทดลองเป็นไปตามรูปที่ 3 จากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงท้องฟ้ามีพายุฤดูร้อนเข้ามาทำให้ต้องใช้เวลาในการอบเพิ่มขึ้น

4.3 ประสิทธิภาพของความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จากการทดลองพบว่า ในช่วงกลางวันจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อบแห้งจะอยู่ที่ประมาณ 43.73 °C โดยเฉลี่ยวันแรกอยู่ที่ 45.66°C วันที่ 2 อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 45.55°C และวันที่ 3 อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 40.00°C แต่ในช่วงเย็นของแต่ละวันอุณหภูมิจะลดลงมากทำให้ความชื้นของพริกมีมากขึ้น และในวันที่ 3 อากาศจะเปลี่ยนแปลงมาก และมีเมฆมาก

4.4 การเปรียบเทียบระหว่างการอบด้วยตู้อบและการตากแห้งโดยวิธีธรรมชาติ จะพบว่า การตากแห้งโดยวิธีธรรมชาติต้องใช้เวลาในการตาก 6-7 วัน ส่วนการอบด้วยตู้อบความร้อนแสงอาทิตย์ จะใช้เวลาเพียง 2-3 วัน โดยขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงแต่ละวันด้วย ถ้าหากแต่ละวันมีความเข้มแสงมาก จะใช้เวลา ประมาณ 2 วัน ก็สามารถเก็บผลิตภัณฑ์พริกได้เลย

5. สรุปผล

จากการทดลองอบแห้งพริกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบชนิดอุโมงค์ โดยการใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวในเวลากลางวัน อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้อบแห้งจะอยู่ที่ประมาณ 40 - 45 เซลเซียส ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้งจะต้องอาศัยแสงแดดที่มีความเข้มของแสงในแต่ละวันค่อนข้างสูงจึงจะทำให้อุณหภูมิภายในตู้อบสูงขึ้นไปด้วย ส่วนการเปรียบเทียบระยะเวลาระหว่างการอบแห้งแบบใช้ตู้อบ ที่ใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน แตกต่างจากการตากแห้งแบบธรรมชาติที่ต้องใช้เวลา ประมาณ 6-7 วัน ซึ่งจะแตกต่างเรื่องเวลาถึง 3-4 วัน และการอบแห้งในตู้อบสามารถรักษาความสะอาดและคุณภาพได้ดีกว่าการตากแห้ง

6. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำองค์ความรู้ที่ค้นพบในครั้งนี้ไปใช้พัฒนาการเรียนการสอนแก่นักเรียน และเชื่อมโยงไปสู่การประกอบอาชีพของชุมชนหรือท้องถิ่นได้

7. กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ช่วยเหลือชี้แนะเป็นอย่างดีจาก รศ.ดร.พีระพงศ์ ทีฆสกุล และทีมงานสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)

8. เอกสารอ้างอิง

1. สิทธิสันต์ กังประเสริฐกุล. 2549. การทดสอบสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานชนิดอุโมงค์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
2. วิลาวรรณ คำหาญ . 2547. เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ลม จากวัสดุในท้องถิ่นเพื่อใช้อบแห้งพริก. วารสารศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร 2, 1(2547) : 31-38.

การอบแห้งตะไคร้ด้วยลมร้อนและรังสีอินฟราเรด
Lemongrass Drying with Hot air and Infrared radiation

ปิยาภรณ์ ปานกำเหนิด¹ สุภวรรณ ฐิระวณิชกุล² ยุทธนา ฐิระวณิชกุล³

¹กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านเขาพระ จังหวัดสงขลา 90180

²ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ³ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ม.สงขลานครินทร์ สงขลา

E-mail : btdan1@yahoo.co.th

Piyaporn Pankumnerd¹ Supawan Tirawanichakul² and Yutthana Tirawanichakul³

¹Substance Science Group , House His Monk School , The Songkhla is 90180

²Chemical Engineering Department , ³Department of Department Engineering are Physics , Faculty of Science , Secondary Prince of Songkla Education , Songkhla is 90112 ,

E-mail : btdan1@yahoo.co.th

บทคัดย่อ

สมุนไพรในประเทศไทยมีมากมายหลายชนิดและตะไคร้ ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cymbopogon citratus* CDC; Stapf ก็เป็นส่วนหนึ่งในสมุนไพรพื้นบ้านของไทยที่หาได้ง่ายในทุกท้องถิ่นและเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่า สร้างความหลากหลายและสร้างทางเลือกให้กับสังคมไทยที่เป็นประเทศกำลังพัฒนา ดังนั้นจึงได้ทำโครงการวิจัยเพื่อศึกษาการอบแห้งตะไคร้โดยทำการทดลอง 2 สภาวะ คือ สภาวะที่ 1 อบแห้งด้วยลมร้อน อุณหภูมิอบแห้ง 40 50 และ 60 °C และความเร็วเฉลี่ยของอากาศอบแห้ง 0.5 m/s สภาวะที่ 2 อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด (กำลัง 1,000 W) อุณหภูมิอบแห้ง 40 50 และ 60 °C เปรียบเทียบกับการตากแห้งโดยใช้พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง สรุปได้ว่า กรณีอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด จะมีอัตราการอบแห้งเร็วกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนและการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ และเมื่อเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้ง พบว่าการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด จะมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งต่ำกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อน และจากการสังเกตสมบัติทางกายภาพและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตะไคร้ภายหลังการอบแห้ง พบว่าตะไคร้ที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 60°C จะมีกลิ่นหอม สีสดรวมทั้งคงลักษณะรูปร่างเดิมได้ดีกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ (40-50°C) และการอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์

คำสำคัญ ; การอบแห้ง / คุณภาพ / ตะไคร้ / รังสีอินฟราเรด / ลมร้อน

Abstract

Herbs in a lemon grass and many kinds. The scientific name is that *Cymbopogon citratus* CDC; Stapf is part of the local Thai herbs readily available in all local and to add value. Create diversity and choice to create a social developing countries. Therefore, we do research to learn the roast dry with lemon grass 2 to trial the case is baked dry at room temperature with infrared radiation 40 and 50 are 60°C at 1000 W-2 cases baked dry by the hot air temperature 40 50 and 60°C and average air speed

0.5 m/s and compares with the dry heat energy received directly from the sun baked dry case that concluded with infrared radiation. Will dry faster than the rate of baked roast dry with a hot wind. The specific power consumption values used in baked dry by the infrared radiation is lower than the roast dry with hot air. Empirical and physical properties of lemon grass after a dry high-temperature steam. Found that lemon grass is dry steam gay Fragrant. Continuing nature, have the same shape at low temperature and dry roast the dry method for the heat energy from the sun directly.

Keyword ; Lemon grass / dry steam / hot air / infrared radiation / physical properties.

1. บทนำ

ตะไคร้เป็นสมุนไพรไทยที่หาได้ง่ายในทุกท้องถิ่นเพราะเป็นพืชที่ปลูกง่ายทนโรคและแมลงตลอดจนความแห้งแล้งและดินเลว และหลังจากปลูกไม่นานตะไคร้ก็จะแตกกอจากต้นเดียวจนกลายเป็นกอ เมื่อตัดต้นตะไคร้ส่วนหนึ่งออกจากกอก็จะมีต้นตะไคร้งอกขึ้นมาทดแทน จึงทำให้ตะไคร้เป็นพืชที่ไม่ค่อยจะมีราคาซึ่งสวนทางกับประโยชน์ที่ได้จากตะไคร้มากมาย เช่น เป็นเครื่องปรุงที่ให้กลิ่นเพื่อดับกลิ่นคาว เป็นส่วนประกอบของอาหารต่าง ๆ ของคนไทย ใช้รักษาโรค วัตถุประสงค์ในการผลิตเครื่องสำอาง น้ำหอมและอื่น ๆ อีกมากมาย และในการที่จะช่วยให้ตะไคร้มีมูลค่าเพิ่มเหมาะสมกับประโยชน์ที่ได้รับและตอบรับกระแสมนิยมสมุนไพรไทยในขณะนี้ ควรที่จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพของตะไคร้ ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในยุคที่สภาพทางสังคมและสถานะเศรษฐกิจมีการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการอบแห้งจึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าของตะไคร้ให้มากขึ้น

เมื่อการอบแห้งตะไคร้เป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของตะไคร้ได้ การอบแห้งก็ต้องคำนึงกระบวนการและความสิ้นเปลืองพลังงานด้วย ปัจจุบันแหล่งพลังงานที่เลือกใช้มีหลายแบบ เช่นการใช้ลมร้อนคือการให้กระแสลมร้อนสัมผัสกับวัตถุดิบโดยตรง ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่มีราคาถูกเหมาะกับวัตถุดิบที่เป็นของแข็ง และรังสีอินฟราเรด ซึ่งรังสีอินฟราเรดมีสมบัติที่สำคัญ คือ สามารถทะลุผ่านวัตถุเข้าไปทำให้โมเลกุลของวัตถุ เกิดการสั่นสะเทือนมีผลให้วัตถุนั้นร้อนขึ้นได้ พลังงานที่แผ่ออกจากแหล่งความร้อนอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุนั้น ๆ ต้องเสียไปทำให้สามารถลดระยะเวลาในการอบแห้งและใช้พลังงานน้อยกว่า

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาการทำแห้งของตะไคร้ โดยการทำแห้งแบบใช้ลมร้อน และรังสีอินฟราเรด ในแต่ละอุณหภูมิที่กำหนด เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของตะไคร้ซึ่งตากแห้งโดยรับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรงกับการอบแห้งแบบใช้ลมร้อนและรังสีอินฟราเรดและเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุ

ตะไคร้แดง จากในท้องถิ่นทั่วไป นำมาหาความชื้นตามมาตรฐาน AOAC (1995) [2]

2.2 อุปกรณ์

2.2.1 ห้องอบแห้งมีปริมาตร 60X80X158.5 cm³ ภายในอุณหภูมิเยกั่ว หนา 5 cm มีส่วนของพลังงานความร้อนจากเครื่องทำความร้อน

2.2.2 ถาดอบแห้งสเตนเลส มีขนาด 33 X 32 X 2 cm³ จำนวน 3 ถาด

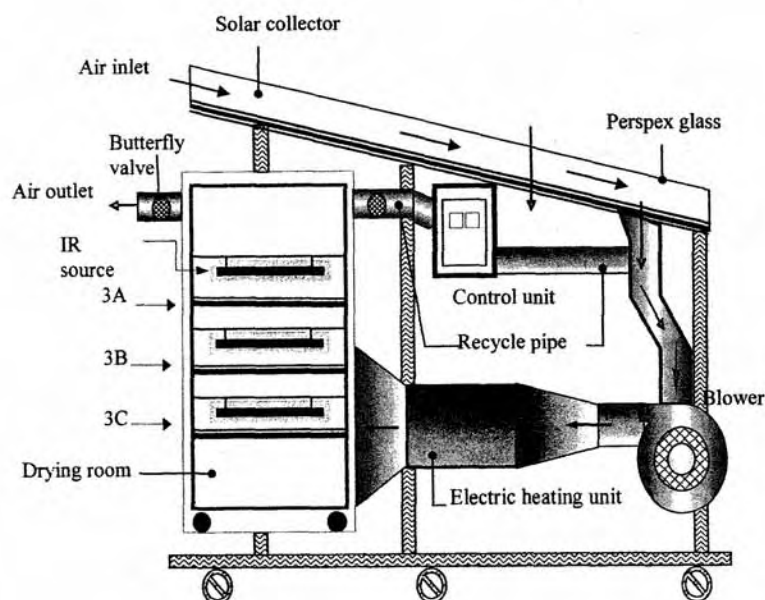
2.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ A&D รุ่น GF 3000 ค่าความละเอียด ± 0.01 กรัม

2.2.4 พัดลมเป่าอากาศ ขนาด 1 แรงม้า จำนวน 1 ตัว

2.2.5 หลอดรังสีอินฟราเรด จำนวน 6 หลอด

2.2.6 เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ความละเอียด $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ ต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K เพื่อวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง อุณหภูมิแวดล้อมและอุณหภูมิกระเปาะเปียก

2.2.7 เครื่องวัดความเร็วลม ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DA-45 ความละเอียด $\pm 0.01 \text{ m/s}$



รูปที่ 1 เครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานจากลมร้อน รังสีอินฟราเรดและแสงอาทิตย์

2.3 วิธีการทดลอง

2.3.1 การเตรียมตะไคร้

นำตะไคร้ที่ปลูกในท้องถื่นมาตัดใบทิ้งและล้างให้สะอาดลอกเอาส่วนที่สกปรกออกล้างด้วยน้ำอีกครั้ง จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ นำมาหั่นตามแนวขวางหนาประมาณ 0.1–0.2 mm. นำไปใส่ถาด ถาดละ 300 g เกลี่ยให้ทั่วถาด

2.3.2 การอบแห้ง

หลังจากเตรียมตะไคร้เรียบร้อยแล้ว นำตะไคร้ส่วนหนึ่งไปหาค่าความชื้นเริ่มต้น ประมาณ ถ้วยละ 10 g จำนวน 2 ถ้วย อบแห้งที่อุณหภูมิ 103°C (72-96 ซม.) ส่วนตะไคร้ที่นำไปใส่ถาด 3 ถาด จะถูกนำไปเข้าห้องอบแห้งด้วยลมร้อน และรังสีอินฟราเรด ตามลำดับโดยแบ่งตามสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง 2 สภาวะ คือ

สภาวะที่ 1 อบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60°C อุณหภูมิละ 3 ถาด ความเร็วเฉลี่ยของอากาศ 0.5 m/s

สภาวะที่ 2 อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60°C ที่กำลัง 1,000 W

2.3.3 การทดสอบคุณภาพของตะไคร้

พิจารณาสมบัติทางกายภาพของตะไคร้ โดยสังเกต สี กลิ่น ลักษณะรูปร่าง ลิ้มรส เปรียบเทียบกับก่อนอบแห้งและหลังอบแห้ง และเปรียบเทียบกับตะไคร้ตากแห้งโดยธรรมชาติ

2.3.4 การคำนวณความสิ้นเปลืองจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งตะไคร้ นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองคือ ความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้าย พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งทั้งหมดในแต่ละวิธีการ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งตะไคร้ ตามสมการที่ 1 [2]

$$SEC = \frac{3.6P}{(M_i - M_f) * W_w} \quad (1)$$

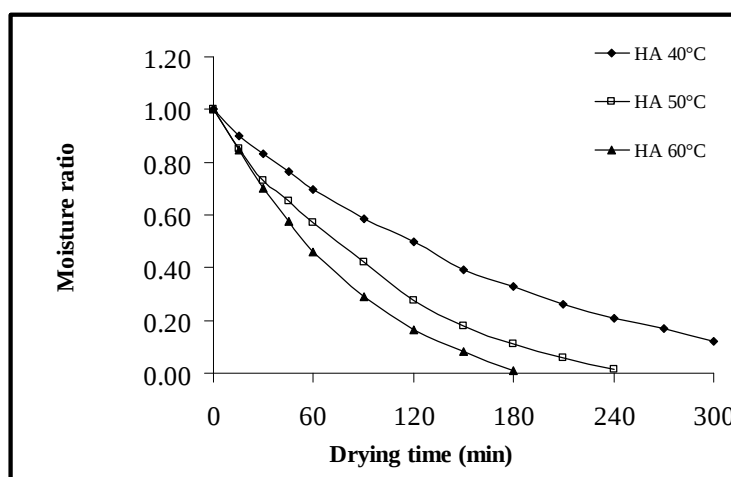
เมื่อ	P	คือ	ปริมาณพลังงานที่ใช้, kW-h
	M_i	คือ	ความชื้นเริ่มต้นของตะไคร้
	M_f	คือ	ความชื้นสุดท้ายของตะไคร้
	W_w	คือ	น้ำหนักแห้ง, kg

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 การอบแห้งด้วยลมร้อน

อบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50, 60°C และความเร็วเฉลี่ยของอากาศ 0.5 m/s จะได้แนวโน้มการลดลงของความชื้นที่เวลาใด ๆ แสดงดังรูปที่ 2

$$\text{Moisture ratio} = \frac{M}{M_{in}} \quad (2)$$



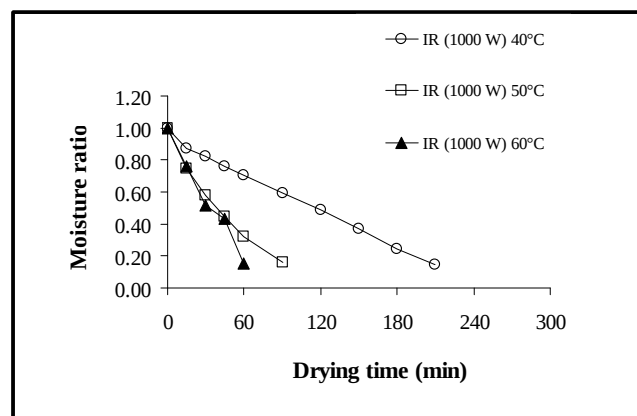
รูปที่ 2 อัตราส่วนความชื้นที่อบแห้งด้วยลมร้อน

จากรูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นของตะไคร้กับเวลาที่อบแห้งด้วยลมร้อน พบว่า ผลการทดลองอบแห้งตะไคร้ที่อุณหภูมิ 40–60°C จนกระทั่งตะไคร้มีความชื้นสุดท้ายประมาณ 10 % มาตรฐานแห้ง พบว่าจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งประมาณ 180–300 นาที จากรูปพบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น จะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งตะไคร้ลดลง

3.2 การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด

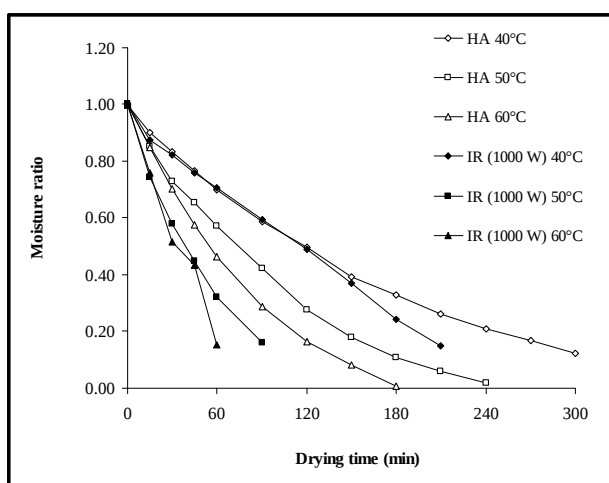
อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 40–60°C ที่กำลัง 1,000 W

จากรูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นของตะไคร้กับเวลาที่อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด พบว่าผลการทดลองอบแห้งตะไคร้ที่อุณหภูมิ 40–60°C จนกระทั่งตะไคร้มีความชื้นสุดท้ายประมาณ 10% มาตรฐานแห้ง พบว่าจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งประมาณ 60-240 นาที จากรูปพบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น จะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งตะไคร้ลดลง เช่นเดียวกับกรณีการอบแห้งด้วยลมร้อน



รูปที่ 3 อัตราส่วนความชื้นของตะไคร้ที่อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด

จากรูปทั้ง 3 จะพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น จะทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งตะไคร้ลดลง และการอบตะไคร้ด้วยรังสีอินฟราเรดที่กำลัง 1000 W จะใช้ระยะเวลาน้อยกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อน เมื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิอบแห้งเท่ากัน



รูปที่ 4 เปรียบเทียบการอบแห้งตะไคร้ด้วยลมร้อนและรังสีอินฟราเรด

อย่างไรก็ตามในการอบแห้งตะไคร้แต่ละวิธีจะต้องพิจารณาถึงคุณภาพของตะไคร้หลังการอบแห้งรวมทั้งพิจารณาความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งด้วย

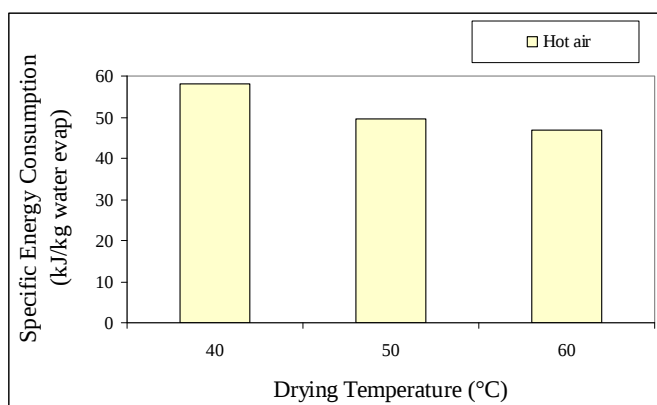
3.3 คุณภาพของตะไคร้

ผลการทดลองหลังจากพิจารณาสมบัติทางกายภาพโดยใช้ประสาทสัมผัสของตะไคร้อบแห้งพบว่า สีที่ได้หลังจากการอบแห้งสีจะเข้มแดง ลักษณะการคงรูปจะคงรูปได้ดีกว่าการตากแห้งโดยธรรมชาติ กลิ่นหลังจากการอบจะมีกลิ่นหอมตะไคร้มากกว่าการตากแห้งโดยธรรมชาติ รสชาติหลังจากนำไปชงเป็นชาจีนจะขมเล็กน้อย ได้สีเหลืองน้ำตาล

3.4 ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้ง

3.4.1 การอบแห้งด้วยลมร้อน

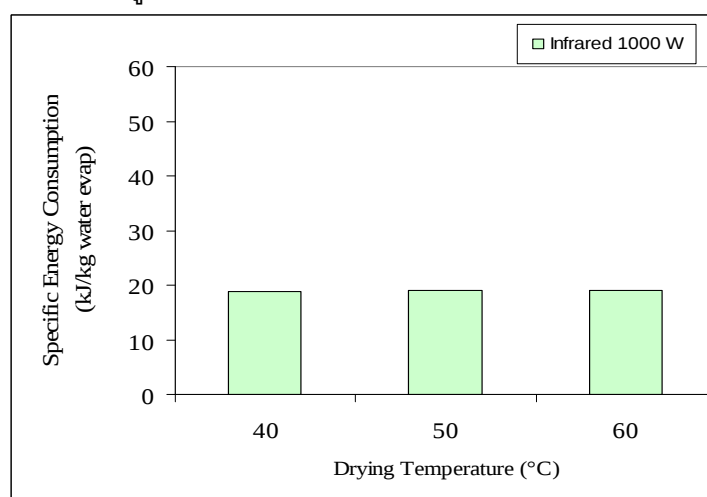
จากรูปที่ 5 แสดงค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งตะไคร้ด้วยลมร้อนในช่วงอุณหภูมิ 40–60°C พบว่ามีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งเท่ากับ 46.75, 49.56 และ 58.15 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมของน้ำที่ระเหยตามลำดับ



รูปที่ 5 ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งตะไคร้ด้วยลมร้อน

3.4.2 การอบแห้งตะไคร้ด้วยรังสีอินฟราเรด

จากรูปที่ 6 แสดงค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งตะไคร้ด้วยรังสีอินฟราเรดที่กำลัง 1000 W อุณหภูมิอบแห้งในช่วง 40–60°C พบว่ามีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งเท่ากับ 18.75, 18.95 และ 18.94 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม ของน้ำที่ระเหยตามลำดับ



รูปที่ 6 ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งตะไคร้ด้วยรังสีอินฟราเรดที่กำลัง 1000 W

จากรูปที่ 5–6 พบว่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิของการอบแห้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณพลังงานที่ใช้ในการระเหยความชื้นออกจากวัสดุมีค่าลดลงเมื่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้งลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลของจลนพลศาสตร์การอบแห้งคือ เมื่ออุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้น เวลาที่ใช้ในการอบแห้งจะลดลง

เมื่อพิจารณาการอบแห้งตะไคร้ทั้ง 2 สภาวะ พบว่าการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อน

4. สรุปผลการทดลอง

1. วิธีการอบแห้งตะไคร้ด้วยรังสีอินฟราเรดใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้น อัตราการอบแห้งสูง เมื่อเทียบกับวิธีการอบแห้งด้วยลมร้อน
2. สมบัติทางกายภาพ พิจารณาโดยใช้ประสาทสัมผัส พบว่า สี กลิ่น ลักษณะ รสชาติ ดีกว่าการตากแห้ง โดยธรรมชาติรับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง และมีค่าความชื้นต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์และแบคทีเรียจะเจริญเติบโตได้
3. ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งตะไคร้พบว่าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอบแห้ง โดยเมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้น ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการอบแห้งสั้นลง โดยที่ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งตะไคร้ด้วยรังสีอินฟราเรดที่กำลัง 1000 W จะมีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะน้อยกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อน

5. ประโยชน์ของงานวิจัย

1. ได้ทราบวิธีการทำแห้งตะไคร้โดยวิธีการอบแห้งแบบลมร้อนและใช้รังสีอินฟราเรด
2. ได้ทราบสมบัติทางกายภาพของการตะไคร้ที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ และเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ณ อุณหภูมิต่าง ๆ
3. ได้เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพดูความแตกต่างการทำแห้งแบบรับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรงกับแบบการอบแห้งด้วยลมร้อนและรังสีอินฟราเรดทำให้เลือกวิธีการที่เหมาะสมในการอบแห้งตะไคร้ได้
4. ได้ทราบการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ที่ใช้ไปในการอบแห้ง

6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการครุวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้รับความสะดวกด้านสถานที่และการฝึกทำวิจัยสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

7. เอกสารอ้างอิง

- 1) วรวงคณาง ณ พัทลุง สุภวรรณ ฐิระวณิชย์กุล และยุทธนา ฐิระวณิชย์กุล. 2551. แนวทางการอบแห้งกุ้งด้วยลมร้อนและลมร้อนร่วมกับรังสีอินฟราเรด. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ ม.สงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6 8-9 พฤษภาคม 2551, สงขลา.
- 2) สมชาติ โสภณธนฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ, 338 หน้า.
- 3) AOAC. 1995. Official Method of Analysis, 16th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Inc. Arlington, Virginia. USA.
- 4) Tirawanichakul, S., Na Phattalung, W. and Tirawanichakul, Y., 2008. Drying Strategy of Shrimp using Hot Air Convection and Hybrid Infrared Radiation/Hot Air Convection, Walailak J. Sci&Tech. 5(1):77-100.

ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงานและของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรในรูปแบบการหมัก
ร่วมกับมูลสุกร

Potential of Biogas Production from Energy Plant and
Polution from argriulture Industries by Anaerobic Co-digestion with Pig Manure

วิจิตพร มากมูล¹ ดรุณี ปั่นวงศ์² สุเมธ ไชยประพัทธ์³
Wijitporn Makmul¹ Darunee Panwong²

บทคัดย่อ

พลังงานทดแทนเป็นพลังงานทางเลือกที่กำลังได้รับความสนใจ เพราะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาการใช้ทรัพยากรสิ้นเปลือง และช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีพืชพลังงานเป็นจำนวนมากที่จะนำมาผลิตเป็นแหล่งพลังงานและเพิ่มมูลค่าผลผลิตได้ ประกอบกับของเสียที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมเกษตรที่มีมาก จึงมีแนวคิดที่จะนำพืชพลังงานได้แก่ ต้นข้าวโพด มันสำปะหลัง และของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตร ได้แก่ ไขมันและกลีเซอรอลมาหมักร่วมกับมูลสุกร เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยใช้การหมักแบบกะในขวดหมักขนาด 1 L ปริมาตรที่ใช้จริง 0.5 L ภายใต้อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 4^{\circ}\text{C}$) การทดลองมีชุดควบคุม (มูลสุกร 100 mL) การหมักต้นข้าวโพด และหัวมันสำปะหลังใช้อัตราส่วน 5g/L ของน้ำหนักแห้ง ร่วมกับมูลสุกร 100 mL ส่วนกลีเซอรอลและไขมัน ใช้อัตราส่วน 1% w/v ร่วมกับมูลสุกร 100 mL ผสมกับน้ำจนได้ปริมาตร 0.5 L ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) ค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 48.23ของการหมักร่วมกับต้นข้าวโพด ส่วนไขมัน กลีเซอรอล และหัวมันสำปะหลัง ประสิทธิภาพการกำจัด VS เท่ากับ 38.48% 31.28% และ 24.52% ตามลำดับ การหมักต้นข้าวโพดสามารถผลิตก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 0.77 L biogas/g VS_{removed} การหมักหัวมันสำปะหลังสามารถผลิตก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 1.71 L biogas/g VS_{removed} ส่วนการหมักไขมัน และกลีเซอรอลร่วมกับมูลสุกรสามารถผลิตก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 0.86 และ 0.83 L biogas/g VS_{removed} ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มศักยภาพในการประยุกต์ใช้วัสดุต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนได้สูงขึ้น

คำสำคัญ : ก๊าซชีวภาพ การหมักร่วมกันแบบไร้อากาศ ต้นข้าวโพด หัวมันสำปะหลัง ไขมัน กลีเซอรอล

¹ ครุวิจัยพลังงาน รุ่นที่ 2 ปี พ.ศ.2552 สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา สพท.เพชรบุรี1 ; Email :

physicskroo_1920@hotmail.com

² ครุวิจัยพลังงาน รุ่นที่ 2 ปี พ.ศ.2552 สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โรงเรียนบ้านบางโหนด สพท.นครศรีธรรมราช3; Email :

darunee_dae@yahoo.co.th

³ อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112 Email : sumate.ch@psu.ac.th

Abstract

The pay back energy are choice energy that is receiving the interest , because , in the way that can solve a problem of the using resource consumes , and help conserve the environment well . Thailand is the agrarian country has energy plant greatly can bring to be the resource of Energy and can enhance produce cost , assemble with waste matter that happen from the agro-industry that abounds , then have the idea will to lead energy plant for example , Corn , Tapioca and waste matter from the agro-industry , for example Fat and Glycerol , This research was to study Anaerobic Co-digestion with Pig Manure and concentrations as compared to efficiency of biogas rate. In the batch operation by using a 1 L serum bottle, under ambient temperature ($28\pm 4^{\circ}\text{C}$). the experiment has the group controls is used Pig Manure 100 mL , Corn and Tapioca is used 5g/L ratios of dry weight , cooperate 100 mL Pig Manure , Fat and Glycerol is used 1% w/v ratio cooperates 100 mL Pig Manure mix with the water in the end 0.5 L. The results revealed that the efficiency of volatile solids (vs) , the maximum score that 48.23 percentages of fermenting cooperates with Corn. And the efficiency of volatile solids (vs) for Fat , Glycerol , Tapioca is 38.48% 31.28% , and , 24.52% , respectively. , Fermenting Corn can produce the biogas , equal to 0.77 L biogas/g VS removed and Tapioca can produce the biogas , equal to 1.71 L biogas/g VSremoved , In case of Fat and Glycerol equal to 0.86 and 0.83 L biogas/g VSremoved . The results can be used as information for applying differ material for produce biogas , Increased the efficiency in pay back energy production can tall go up .

Keyword : Biogas , Anaerobic Co-digestion , Pig Manure , Fat , Glycerol , Tapioca , Corn

1. บทนำ

ปัจจุบันทางออกในการเยียวยาปัญหาพลังงานเป็นเรื่องที่กำลังได้รับความสนใจ เพราะเกี่ยวข้องกับวิถีการดำเนินชีวิตทั้งทางตรงและทางอ้อม ราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าครองชีพสูงขึ้น ประกอบกับสภาพแวดล้อมที่ทรุดโทรม ซึ่งเป็นผลพวงของการเผาผลาญพลังงานในอดีต ก่อให้เกิดสารพิษต่างๆ มากมาย จึงต้องหาทางออกเพื่อบรรเทาภาวะวิกฤตินี้ โดยการแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทน เพื่อใช้เป็นพลังงานทางเลือก ที่จะนำมาใช้ทดแทนพลังงานประเภทใช้แล้วหมดไป โดยใช้แหล่งทรัพยากรธรรมชาติ ที่หลายประเทศกำลังดำเนินการอยู่ในเวลานี้คือ การนำพืชผลทางการเกษตร ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีในประเทศมาผลิตให้เกิดเป็นพลังงานเชื้อเพลิง แทนที่จะสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศทั้งหมด สามารถนำเงินนั้นมาเป็นแหล่งรายได้หมุนเวียนให้กับเกษตรกรในประเทศ ช่วยให้วิถีทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชผลทางการเกษตรที่มีราคาตกต่ำและล้นตลาด นอกจากนี้ ยังช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศได้อีกทางหนึ่ง ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ขาดและพยายามหาทางออกให้กับเรื่องนี้ด้วยการมองหาวัตถุดิบที่จะนำมาผลิตเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งก็นับว่ามีความเป็นไปได้ เพราะไทยอุดมด้วยพืชผลทางการเกษตรหลายชนิด เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ฯลฯ ซึ่งปัจจุบัน ข้าวโพด ส่วนมากปลูกขายฝักหรือทำอาหารสัตว์ ส่วนมันสำปะหลังนำมาทำอาหารสัตว์และผลิตเอทานอล นอกจากนี้ของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตร ได้แก่ ไขมันและกลีเซอรอล ที่ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำก่อให้เกิดน้ำเสีย แต่หากนำมาผลิตก๊าซชีวภาพอาจเพิ่มมูลค่าของวัสดุได้เพิ่มมากขึ้นและยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง ด้วยเหตุผลดังกล่าว การวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาเปรียบเทียบศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากต้นข้าวโพด หัวมันสำปะหลัง ไขมัน และกลีเซอรอล ร่วมกับ

มูลสุกรที่อัตราส่วนผสมและปริมาณความเข้มข้นของแข็งที่ระดับเท่ากัน เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ และเป็นข้อมูลเบื้องต้น สำหรับเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ ต้นข้าวโพด หัวมันสำปะหลัง ไขมัน และกลีเซอรอลมาหมักร่วมกับเทคโนโลยีการหมักแบบไร้อากาศที่มีอยู่ต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุหมัก

วัสดุหมักที่ใช้สำหรับหมัก คือ หัวเชื้อไร้อากาศ (Pig Manure) จากบ่อพักมูลสุกร นำมาจากโรงเรือนเลี้ยงสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ส่วนวัสดุหมักร่วมได้แก่ ต้นข้าวโพด นำมาจากอำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา ไขมัน นำมาจากโรงงานอาหารสัตว์ จังหวัดราชบุรี และกลีเซอรอลบริสุทธิ์ ทั้งนี้ นำต้นข้าวโพดมาปั่น บดมันสำปะหลัง นำกลีเซอรอลและไขมันมาชั่งแล้วหมักร่วมกับหัวเชื้อไร้อากาศ โดยใช้ต้นข้าวโพดและหัวมันสำปะหลังในอัตราส่วน 5 g/L ของน้ำหนักแห้ง ใช้กลีเซอรอลและไขมัน 1% w/v แบบจำลองระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digester) มีลักษณะเป็นขวดแก้ว ขนาด 1 L ปริมาตรการใช้งาน 0.5 L ปิดปากขวดด้วยจุกยาง พันทับด้วยพาราฟิล์ม (รูปที่ 1) ใส่อากาศในขวดหมักด้วยก๊าซไนโตรเจนเป็นเวลา 5 นาที ทำการวัดก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นทุกวัน โดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการหมักแบบกะหรือการเติมวัสดุหมักครั้งเดียว (Batch) ทำการหมักหัวเชื้อไร้อากาศร่วมกับต้นข้าวโพด โดยผสมกันในอัตราส่วนต้นข้าวโพด (Corn) และ มันสำปะหลัง (Tapioca) 5 g/L ของน้ำหนักแห้ง ร่วมกับหัวเชื้อไร้อากาศ 100 mL ส่วนไขมัน (Fat) และกลีเซอรอล (Glycerol) ใช้อัตราส่วน 1% w/v หมักร่วมกับหัวเชื้อไร้อากาศ 100 mL และชุดควบคุม (Control) คือ หัวเชื้อไร้อากาศ 100 mL ผสมกับน้ำจนได้ปริมาตร 0.5 L ทำการหมักภายใต้อุณหภูมิห้อง (28 ± 4 °C) เป็นเวลา 14 วัน ผสมโดยการเขย่าขวดวันละ 1 ครั้ง ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดของการหมัก ทุกวันจะทำการวัดค่า pH โดยควบคุมให้ค่าอยู่ในช่วง 6.5-7.5 ด้วย Na_2HCO_3 1 N

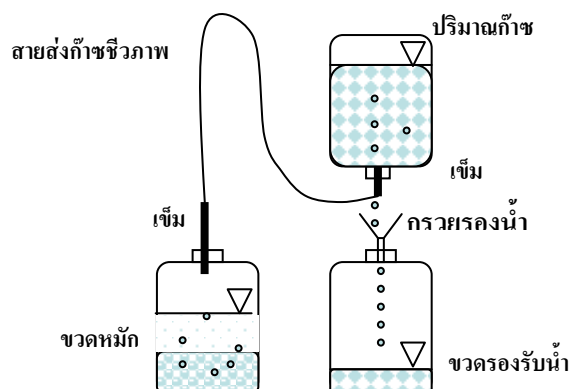
ตารางที่ 1 คุณลักษณะของมูลสุกรและวัสดุหมัก

วิธีการวิเคราะห์	ต้นข้าวโพด	หัวมันสำปะหลัง	ไขมัน	กลีเซอรอล	ชุดควบคุมมูลสุกร 100 mL
ความชื้น (%)	82.00	21.93	-	-	-
Alkalinity (mg/L as CaCO_3)	-	-	-	-	1,485
VFA (mg/L as CH_3COOH)	-	-	-	-	410
VFA/Alkalinity	-	-	-	-	0.28
TS (g/L)	-	-	-	-	212.50
VS (g/L)	-	-	-	-	151.50

2.2 ระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digester)

แบบจำลองระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digester) มีลักษณะเป็นขวดแก้ว ขนาด 1 L ปริมาตรการใช้งาน 0.5 L ปิดปากขวดด้วยจุกยาง พันทับด้วยพาราฟิล์ม (รูปที่ 1) ใส่อากาศในขวดหมักด้วยก๊าซไนโตรเจนเป็นเวลา 5 นาที ทำการวัดก๊าซชีวภาพที่เกิดทุกวัน โดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำ

การศึกษาค้างนี้เป็นการหมักแบบกะหรือการเติมวัสดุหมักครั้งเดียว (Batch) ทำการหมักมูลสุกร ร่วมกับต้นข้าวโพด โดยผสมกันในอัตราส่วนต้นข้าวโพด 5 g/L ของน้ำหนักแห้ง มูลสุกร 100 mL มันสำปะหลัง หมักร่วมกับมูลสุกรในอัตราส่วนเดียวกัน ส่วนไขมันใช้อัตราส่วน 1% w/v มูลสุกร 100 mL กลีเซอรอล 1% w/v มูลสุกร 100 mL เช่นเดียวกัน และชุดควบคุม คือ มูลสุกร 100 mL ผสมกับน้ำจนได้ปริมาตร 0.5 L



รูปที่ 1 ระบบหมักแบบไร้อากาศ

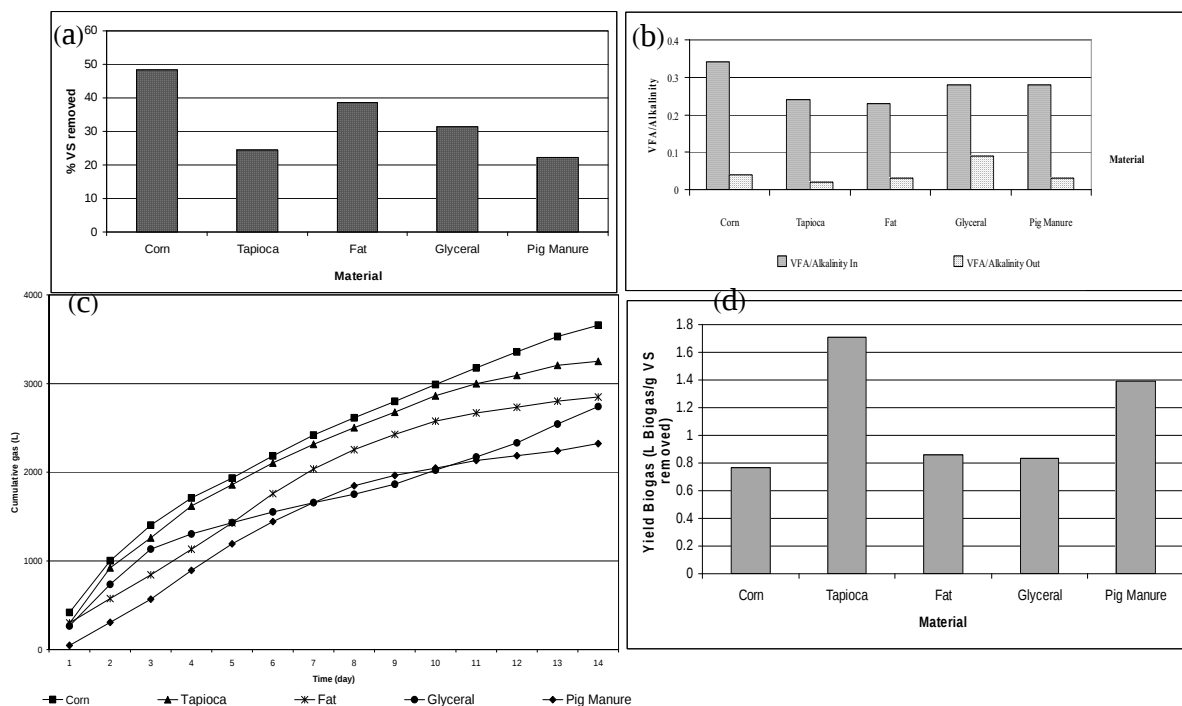
การหมักภายใต้อุณหภูมิห้อง (28 ± 4 °C) เป็นเวลา 14 วัน ผสมโดยการเขย่าขวดวันละ 1 ครั้ง ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดของการหมัก ทุกวันจะทำการวัดค่า pH และ ปรับ pH ในระบบให้มีค่าประมาณ 6.5-7.5 ด้วย NaOH 5 M

2.3 การวิเคราะห์

กระบวนการหมักแบบไร้อากาศ ทำการวิเคราะห์ความเป็นด่างรวม (Alkalinity) กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (VFA) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid) ของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solid) และปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ (COD) ทำการวิเคราะห์วันแรกและวันสุดท้าย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาการหมัก Pig Manure Corn Tapioca Fat และ Glycerol พบว่าประสิทธิภาพการกำจัด VS (รูป a) มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 48.23% ของการหมักร่วมกับ Corn Fat Glycerol และ Tapioca ประสิทธิภาพการกำจัด VS เท่ากับ 38.48% 31.28% และ 24.52% ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าในทุกชุดการทดลองได้มีการควบคุมค่า pH ในระบบหมักไร้อากาศให้อยู่ในช่วง 6.5 -7.5 เพื่อให้เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรดและสร้างมีเทน สังเกตได้ค่า VFA/Alkalinity ของก่อนและหลังการทดลองมีค่าลดลง (รูป b) ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.4 ซึ่งอยู่ในคำแนะนำในการเดินระบบบำบัดแบบไร้อากาศ



รูปที่ 2 การแปรเปลี่ยนของประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์ (a), VFA/Alkalinity (b)

ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมของวัสดุต่าง ๆ (c) และ Yield Biogas (d)

อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสะสมในแต่ละวัน (รูปc) มีความสอดคล้องกับประสิทธิภาพการกำจัด VS อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูง การกำจัด CS สูง อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสะสมในช่วง 14 วัน พบว่า วัสดุที่มีปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด คือ Corn เท่ากับ 3658.7 mL และรองลงมาคือ Tapioca Fat และ Glycerol เท่ากับ 3251.6 mL 2848.8 mL และ 2741.4 mL ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การนำ Corn มาหมักร่วมกับ Pig Manure สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ปริมาณก๊าซสะสมมากที่สุด ส่วน Tapioca หมักร่วมกับ Pig Manure มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.71 L biogas/g VS removed Fat Glycerol และ Corn มีค่า 0.86 , 0.83 และ 0.77 L biogas/g VS removed (รูปd) ตามลำดับ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น สูงเนื่องจากระบบมีปริมาณกรดระเหยง่าย สะสมอยู่น้อย pH มีความเหมาะสม แบคทีเรียผลิตก๊าซชีวภาพจึงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพหมักแบบไร้อากาศของวัสดุหมักชนิดต่าง ๆ

วิธีการวิเคราะห์	ต้นข้าวโพด		หัวมัน สำปะหลัง		ไขมัน		กลีเซอรอล		ชุดควบคุม	
	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด
hity (mg/L as CaCO_3)	1,105	8,410	985	10,355	790	7,300	1,005	9,615	1,460	6,130
A (mg/L as CH_3COOH)	380	330	235	235	185	240	280	825	410	210
VFA/Alkalinity	0.34	0.04	0.24	0.02	0.23	0.03	0.28	0.09	0.28	0.03
TS (g/L)	25.45	32.75	26.75	48.80	23.50	45.30	13.95	50.95	21,25	40.10
VS (g/L)	19.80	19.30	15.50	28,40	17.15	29.90	10.55	31.75	15.15	29.30
$\text{VS}_{\text{removed}}$ (%)	-	48.23	-	24.52	-	38.48	-	31.28	-	22.11
Biogas Yield	-	0.77	-	1.71	-	0.86	-	0.83	-	1.39

4. สรุป

การศึกษาการหมัก Corn Tapioca Fat Glycerol ร่วมกับ Pig Manure แบบไร้อากาศ พบว่า Corn มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด รองลงมาคือ Tapioca Fat และ Glycerol ตามลำดับ (3,659 mL, 3,252mL 2,849 mL และ 2,741 mL) การผลิตก๊าซชีวภาพของ Tapioca สามารถผลิตก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 1.71 L biogas/g $\text{VS}_{\text{removed}}$ Glycerol ร่วมกับ Pig Manureสามารถผลิตก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 0.86 L biogas/g $\text{VS}_{\text{removed}}$ ส่วน การหมัก Fat และ Corn สามารถผลิตก๊าซชีวภาพ เท่ากับ 0.83 L biogas/g $\text{VS}_{\text{removed}}$ และ 0.77 L biogas/g $\text{VS}_{\text{removed}}$ ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ร่วมกับสถานวิจัย เทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา

6. เอกสารอ้างอิง

ประทีน กุลละวณิชย์ และคณะ.2550.ภาพรวมสถานภาพและศักยภาพของเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพในประเทศไทย วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ฉบับพิเศษ 30,4 (2550):693-700.

สมฤดี ฤทธิยากุล. 2552. ประสิทธิภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับสาหร่ายหนามจาก ทะเลสาบสงขลา.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

ก๊าซชีวภาพ : จากปัญหาสิ่งแวดล้อมสู่ประโยชน์ทางด้านพลังงาน[ระบบออนไลน์].

<http://www.tj.co.th/optnews/modules/articles/article.php?id=234>(วันที่ 10เม.ย. 2552)

**ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับมูลฝอยอินทรีย์
จากโรงอาหารภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่**
**Efficiency of Biogas Production by Anaerobic Co-digestion between Pig Manure and Foodwaste
from Cafeteria Prince of Songkhla University**

ฮัฟเสาะ หลีกกันชะ¹ ศิริประภา สุรชน² และสุเมธ ไชยประพัทธ์³
Hafsoh Leekancha¹ Siraprapa Surachon² and Sumate Chaipapat³

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับเศษอาหาร ที่ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งที่ระดับ 5% และ 10% โดยใช้การหมักแบบกะหรือการเติมวัสดุหมักครั้งเดียวในขวดหมักแบบไร้อากาศขนาด 1 L มีปริมาตรใช้งานจริง 0.5 L ภายใต้อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 40^{\circ}\text{C}$) จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) ที่ FW 5%, FW 10%, CL 5% และ CL 10% มีค่าเท่ากับ 53.5%, 49.7%, 79.2 และ 61.3% ตามลำดับ และมีการผลิตก๊าซชีวภาพสะสมเท่ากับ 1.98, 3.08, 0.98 และ 1.69 L ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการหมักเป็นเวลา 14 วัน จากผลการศึกษาบ่งชี้ให้เห็นว่าเมื่อมีการนำเศษอาหารมาหมักร่วมกับมูลสุกรจะช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพให้เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : ก๊าซชีวภาพ, การหมักร่วมกันแบบไร้อากาศ, มูลสุกร, เศษอาหาร

¹โรงเรียนบ้านม่วงงาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลา เขต 1 E-mail:hafsoh_lee@hotmail.com

²โรงเรียนบ้านบงคำ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครพนม เขต 2 E-mail:aring2290@hotmail.com

³อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา
E-mail:sumate.ch@psu.ac.th

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ มีโรงอาหารของคณะต่าง ๆ มากถึง 8 แห่งด้วยกัน ดังนั้นปริมาณของเศษอาหารที่เกิดขึ้นในแต่ละวันเมื่อนำเศษอาหารจากทุกแห่งมารวมกันมีน้ำหนักมากถึง 1,050 กิโลกรัม (สำรวจ ณ วันที่ 24 เมษายน 2552) ซึ่งหากการกำจัดเศษอาหารไม่ดีพออาจจะทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่สกปรก และกลิ่นเหม็น แต่ถ้ามมีการนำเศษอาหารมาจัดการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยนำมาผลิตก๊าซชีวภาพ นับว่าเป็นพลังงานทดแทนที่จะเป็นการให้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า เป็นการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงที่กำลังจะขาดแคลนไปได้อีกทางหนึ่งด้วย นับเป็นการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ดีและมีประโยชน์ทั้งในด้านเกิดพลังงานทดแทน รวมทั้งตะกอนที่ปล่อยทิ้งจากการหมักยังสามารถนำไปเป็นปุ๋ยได้อีก

ปัจจุบันความรู้เกี่ยวกับการผลิตก๊าซชีวภาพมีอย่างแพร่หลาย และจากหลากหลายวัสดุ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงสนใจในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารโดยใช้ระบบหมักแบบไร้อากาศโดยใช้มูลสุกรเป็นหัวเชื้อ เนื่องจากในมูลสุกรอาจมีแบคทีเรียสร้างมีเทนอาศัยอยู่ ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการผลิตก๊าซชีวภาพ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว การศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับเศษอาหาร อัตราส่วน 1:1 ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งที่ระดับ 5% และ 10 % สามารถผลิตก๊าซชีวภาพ

ได้ปริมาณที่แตกต่างกันอย่างไร และเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับนำไปปรับใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพระบบหมักแบบไร้อากาศ ที่มีปริมาณความเข้มข้นของของแข็งในระดับอื่นหรือวัสดุอื่นได้อีกต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุหมัก

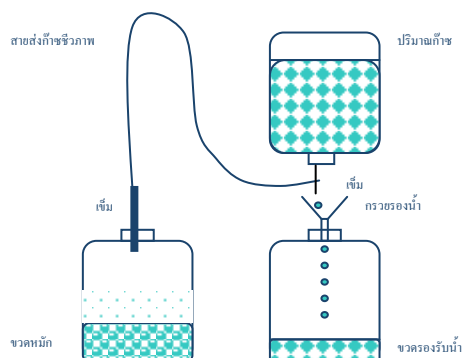
วัสดุที่ใช้สำหรับหมัก คือ มูลสุกรสดนำมาจากโรงเรือนเลี้ยงสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และเศษอาหารนำมาจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ นำมาอบที่อุณหภูมิ 60 °C จนน้ำหนักคงที่ เพื่อหาค่าความชื้น ซึ่งมูลสุกรมีค่าความชื้น 60.87% และเศษอาหารมีค่าความชื้น 83% นำมาคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักวัสดุหมักในการนำมาผสมรวมกันระหว่างมูลสุกรและเศษอาหาร ในอัตราส่วน 1:1 โดยแยกเป็นปริมาณความเข้มข้นของของแข็งที่ 5% (FW 5%) และ ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งที่ 10% (FW 10%) คุณลักษณะของมูลสุกรสดผสมรวมกับเศษอาหาร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของมูลสุกรร่วมกับเศษอาหารที่ความเข้มข้น 5% และ 10%

วิธีการวิเคราะห์	มูลสุกร + เศษอาหาร (FW 5%)	มูลสุกร + เศษอาหาร (FW 10%)
TS (g/L)	62.1	52.8
VS(g/L)	56.7	89.1
pH	6.60	6.54
Alkalinity(mg/L as CaCO ₃)	500	1,750
VFA(mg/L as CH ₃ COOH)	1,470	1,665
VFA/ALK	1.36	0.95

ระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic digester)

แบบจำลองระบบหมักแบบไร้อากาศ มีลักษณะเป็นขวดแก้วขนาดจุ 1 L ปริมาตรใช้งาน 0.5 L ปิดปากขวดด้วยจุกยาง พันทับด้วยพาราฟิล์ม (รูปที่ 1) ใส่กากาสาในขวดหมักด้วยก๊าซไนโตรเจน เป็นเวลา 3 นาที ทำการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นทุกวันโดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำ



รูปที่ 1 ระบบหมักแบบไร้อากาศ

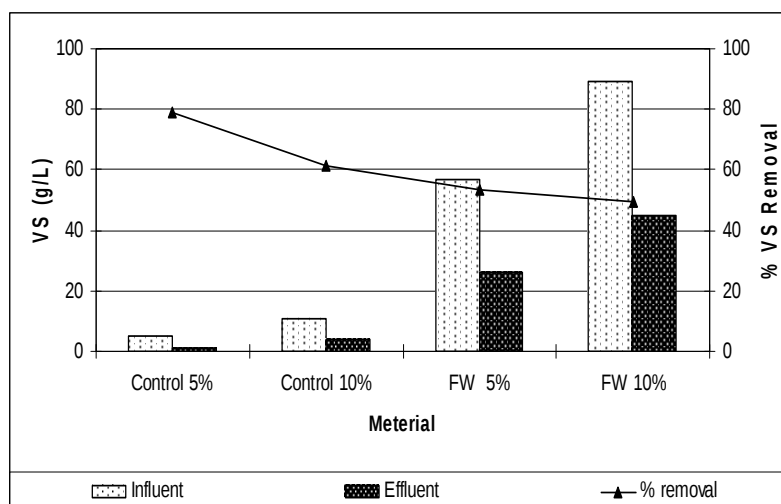
การศึกษาครั้งนี้เป็นการหมักแบบกะหรือเติมวัสดุหมักครั้งเดียว (Batch) โดยทำระบบการทดลองไว้ดังนี้ คือ ทำการหมักมูลสุกร (M) ร่วมกับเศษอาหาร (FW) ผสมกันในอัตราส่วน 1M:1F ที่ FW 5% ใช้น้ำหนักเปียกของมูลสุกร 32 กรัม เศษอาหาร 73.5 กรัม และ ที่ FW 10% ใช้น้ำหนักเปียกของมูลสุกร 64 กรัม เศษอาหาร 147 กรัม ที่อัตราส่วน 1M:0F ที่ CL 5% ใช้น้ำหนักเปียกของมูลสุกร 32 กรัม และที่ CL 10% ใช้น้ำหนักเปียกของมูลสุกร 64 กรัม ทำการหมักภายใต้อุณหภูมิห้อง ($28 \pm 4^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 14 วัน โดยเขย่าขวดวันละ 1 ครั้ง เพื่อวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน วิเคราะห์ค่า pH จากชุดควบคุม เพื่อจะได้ปรับค่า pH ในระบบการทดลองให้มีค่า pH ประมาณ 7 ด้วย NaHCO_3 ความเข้มข้น 0.1 Normal

การวิเคราะห์

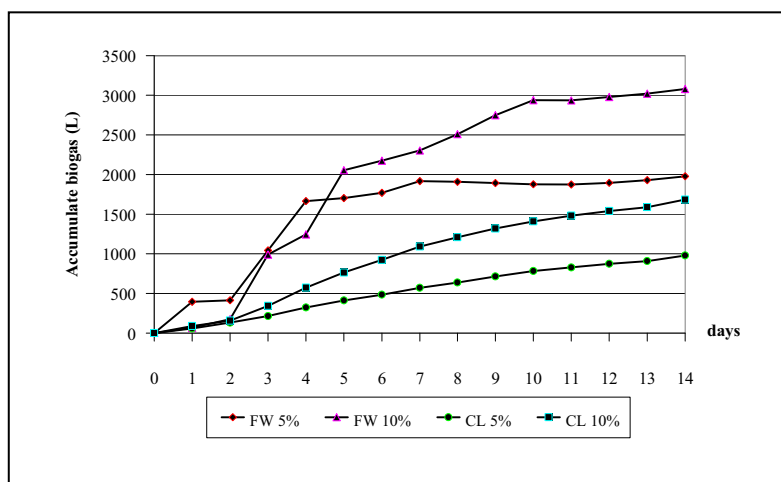
กระบวนการหมักแบบไร้อากาศสามารถวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นด่างรวม (Alkalinity) กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (VFA) ของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solid) ของแข็งทั้งหมด (Total Solid)

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการหมักมูลสุกรร่วมกับเศษอาหารในอัตราส่วน 1M:1F ที่ FW 5% และที่ FW 10% และชุดควบคุมในอัตราส่วน 1M:0F ที่ CL 5% และ CL 10% พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัด VS ของ FW 5% และ FW 10% มีค่าเท่ากับ 53.48% และ 49.66% ตามลำดับ และประสิทธิภาพการกำจัด VS ของ CL 5% และ CL 10% มีค่าเท่ากับ 79.25% และ 61.29% ตามลำดับ (รูปที่ 2) จากการทดลองปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมของ FW 5% และ FW 10% ตลอดการหมัก 14 วัน มีค่าเท่ากับ 1.97 L และ 3.08 L ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมของ CL 5% และ CL 10% เท่ากับ 0.97 L และ 1.68 L ตามลำดับ (รูปที่ 3)



รูปที่ 2 ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ (VS)



รูปที่ 3 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม

สรุป

การศึกษากการหมักมูลสุกรร่วมกับเศษอาหารแบบไร้อากาศ พบว่า มีการผลิตก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุดที่ FW 10% เท่ากับ 3.08 L ซึ่งมีประสิทธิภาพการกำจัด VS เท่ากับ 49.7% โดยตลอดการทดลองแม้ว่า VFA ในวันสุดท้ายมีค่าสูงกว่าวันแรก แต่ระบบยังคงมี Buffer Capacity เพียงพอ สังเกตได้จาก VFA/Alkalinity เท่ากับ 0.32 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าที่แนะนำไว้สำหรับระบบหมักไร้อากาศเท่ากับ 0.4

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำความรู้ที่ได้ไปสร้างระบบการผลิตก๊าซชีวภาพอย่างง่าย ที่สามารถนำก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม
2. เพื่อนำไปพัฒนาระบบการผลิตก๊าซชีวภาพที่ปริมาณความเข้มข้นระดับที่เพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

เอกสารอ้างอิง

ประทีน กุลละวณิชย์ และคณะ. 2550. ภาพรวมสถานภาพและศักยภาพของเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพในประเทศไทย วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ฉบับพิเศษ 30,4 (2550):693-700.

สมฤดี ฤทธิ์ยากุล. 2552. ประสิทธิภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับสาหร่ายหนามจากทะเลสาบสงขลา.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วิทยาเขตหาดใหญ่.

ก๊าซชีวภาพ : จากปัญหาสิ่งแวดล้อมสู่ประโยชน์ทางด้านพลังงาน [ระบบออนไลน์].<http://www.tj.co.th/optnews/modules/articles/article.php?id=234> (วันที่ 10 เม.ย. 2552)

ศักยภาพการเกิดแก๊สชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบปาล์ม

Biogas Production By Anaerobic Co – digestion between Pig Manure and Palm Leave

ธนพล กมลหัตถ์¹ กาญจนา มณีรัศยากร² และ สุเมธ ไชยประพัทธ์³

¹โรงเรียนบ้านยางเปียง สพท.เชียงใหม่เขต5

²โรงเรียนบ้านทุ่งโพธิ์ สพท.สงขลาเขต 3

³ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์โยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

ใบปาล์ม เป็นสิ่งเศษเหลือจากการเก็บผลผลิตปาล์มน้ำมันมีจำนวนมากโดยเกษตรกรใช้เพียงเพื่อคลุมโคนเท่านั้น จึงมีแนวคิดที่จะนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้นการวิจัยนี้เป็นการศึกษาการหมักร่วมกันระหว่างมูลสุกรกับใบปาล์ม มีการปรับปรุงคุณภาพใบปาล์ม คือ ใบปาล์มสด (PL) ใบปาล์มหมักร่วมกับน้ำกลั่น (PLD) ในอัตราส่วน 1:1(W/V) ใบปาล์มหมักร่วมกับสารละลายกากน้ำตาล (กากน้ำตาล:น้ำ 1:1 (W/V) (PLM) ทำการหมักแบบกะในขวดหมักขนาด 1 L ปริมาตรที่ใช้จริง 0.5 L การทดลองแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลองได้แก่ ชุดที่ 1 มูลสุกร(Control) ชุดที่ 2 หมักใบปาล์มกับมูลสุกร (LPM) ชุดที่ 3 ไชเลสใบปาล์มหมักน้ำกลั่นร่วมกับมูลสุกร(sPLD) ชุดที่ 4 ไชเลสใบปาล์มหมักสารละลายกากน้ำตาลร่วมกับมูลสุกร(sPLM) ที่สัดส่วนการหมัก 1:1 TS เริ่มต้น 5% ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการหมักใบปาล์มไชเลสแล้วกับกากน้ำตาล (sPLM) ผลิตก๊าซมากที่สุดปริมาณที่ปริมาณ 1.4827 L ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) ของ sPLM มีมากที่สุดคือ 85.22% ซึ่งสอดคล้องกับค่าประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด(TS)ที่ 73.90%

บทนำ

วิกฤตการณ์โลกร้อน สภาพปัญหามลพิษ ภูมิอากาศโลกเปลี่ยนแปลง การแย่งชิงทรัพยากร ความขัดแย้งในชุมชน ปัญหาสุขภาพ ฯลฯ ปัญหาต่างๆที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ เราไม่สามารถปฏิเสธได้เลยว่าสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปัญหาเหล่านี้ ล้วนมาจากความต้องการทางด้านพลังงานทั้งสิ้น น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เชื้อเพลิงเหล่านี้ถูกเผาผลาญในปริมาณมหาศาลในแต่ละปีเพื่อสร้างสิ่งๆเดียวนั่นก็คือ พลังงาน และผลที่ตามมาอย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ก็คือมลพิษ ซึ่งส่งผลกระทบต่อโลกทั้งทางตรงและทางอ้อม เชื้อเพลิงฟอสซิล ถ่านหิน นิวเคลียส ถูกสร้างขึ้นเพื่อต้องการพลังงานไฟฟ้าและต้องแลกมาด้วย ฝุ่นป่า ทรัพยากรธรรมชาติ สภาพแวดล้อม และวิถีชีวิตชุมชน

จากปัญหาดังที่กล่าวมาผู้รู้จากหลาย ๆ สาขาพยายามที่จะหาทางออกนั้นก็คือพลังงานสะอาดที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ แต่ทางออกหลาย ๆ ทางก็กลายเป็นปลาวาญวนในอ่าง แก่ปัญหาเก่าแต่ก่อปัญหาใหม่ พลังงานทดแทนจากหลาย ๆ แหล่งได้ถูกยกขึ้นมาเป็นประเด็นหลักของทางออกแต่ยังมีวิธีคิดแบบเดิมก็คือ ต้องผลิตในปริมาณมากเพื่อสนองความต้องการในการใช้ ดังนั้นจึงยังจำเป็นที่จะต้องมีการผลิตในแบบรวมศูนย์ ยกตัวอย่างเช่นพลังงานไฟฟ้าจะต้องผลิตจากโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ แต่เปลี่ยนเชื้อเพลิงเป็นในรูปแบบชีวมวลแทน คำถามที่ตามมาคือเชื้อเพลิงชีวมวลมีเพียงพอต่อการกำลังการผลิตหรือไม่ ฝุ่นขึ้นถ้าจะกำจัดอย่างไร และอีกหลาย ๆ คำถามที่ไม่มีคำตอบให้

ดังนั้นหากเราลองมองย้อนในทางกลับกัน คือ การผลิตพลังงานในขนาดเล็ก โดยให้ผู้ใช้เป็นผู้ที่มีส่วนในการรับผิดชอบในการจัดหาร่วมกับทางภาครัฐ โดยใช้ทรัพยากรที่มีในโรงงานหรือในชุมชนเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งวิธีคิดนี้ไม่ใช่จะให้โรงงานหรือชุมชนทั้งประเทศทำ แต่ใช้โรงงานหรือชุมชนที่มีศักยภาพเพียงพอ ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมที่เห็นได้ชัดเจน ก็คือ การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์และเศษของเหลือใช้จากการเกษตร

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในวงศ์ *Palmae* หรือ *Arecaceae* และในสกุล *Elaeis* ชื่อวิทยาศาสตร์ *Elaeis oleifera* การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน (ข้อมูลปี 2546) มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งหมดประมาณ 2,100,000 ไร่ มีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายสดแล้ว จำนวน 1,750,000 ไร่ ปลูกกันมากในพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศ โดยจังหวัดที่ปลูกมากที่สุดคือ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร ตามลำดับ เมื่อประเมินชนิดและปริมาณวัตถุดิบต่างๆ ที่ได้จากปาล์มน้ำมันทั้งหมดแล้ว พบว่า นอกจากน้ำมันปาล์มแล้ว ผลพลอยได้อื่นๆ ที่ได้จากปาล์มน้ำมันมีความหลากหลายและมีปริมาณสูง หากสามารถนำผลพลอยได้ต่างๆ เหล่านี้มาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าได้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะเป็นประโยชน์อย่างมาก

ใบของปาล์มน้ำมัน การนำไปใช้ประโยชน์ในส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันคือใช้คลุมโคนต้นปาล์ม หรือระหว่างแถวปาล์ม ซึ่งใบของปาล์มน้ำมันเป็นใบประกอบรูปขนนก (pinnate) แต่ละใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแกนกลางที่มีใบย่อยอยู่ 2 ข้าง และส่วนก้านทางใบ ซึ่งมีขนาดสั้นกว่าส่วนแรกและมีหนามสั้นๆ อยู่ 2 ข้าง แต่ละทางใบมีใบย่อย 100 – 160 คู่ แต่ละใบย่อยยาว 100 – 120 เซนติเมตร กว้าง 4 – 6 เซนติเมตรเมื่อเกษตรกรจะตัดทะลายผลปาล์มน้ำมันจำเป็นต้องมีการตัดทางใบปาล์มน้ำมันออกด้วย เพื่อให้สามารถตัดทะลายปาล์มได้สะดวกซึ่งเป็นทางใบล่างสุดที่ได้รับแสงน้อย โดยปกติจะเว้นใบให้เหลือจำนวน 45–48 ทางใบ/ต้น และจำนวน ต้นที่ปลูกรวม 22 ต้น/ไร่ (ทางใบที่ตัดทิ้งอายุประมาณ 2 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ย 8-10 กิโลกรัม)

ฟาร์มเลี้ยงหมูก็เป็นต้นตอของปัญหาสิ่งแวดล้อมในอีกรูปแบบหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนรอบข้าง ทั้งกลิ่นของมูล น้ำเสียที่ไหลนองไปทั่ว นอกจากจะเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค พาหะนำโรคแล้ว ยังเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งในหลายพื้นที่ด้วย ดังนั้นการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ หนึ่งในแนวทางในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่กำลังเป็นที่นิยมและได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐก็คือ

เท ค โ น โ ล ยี ก าร ผลิต ก ๊าซ ชี ว ภา พ จาก มู ล สัตว์

กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพเริ่มต้นจากสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน ถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ที่แบคทีเรียหลั่งออกมาออกเซลล์ ผลที่ได้จะทำให้สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ถูกย่อยสลายกลายเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดอะมิโน และกรดไขมัน เป็นต้น หลังจากนั้นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กจะถูกแบคทีเรียดังกล่าวดูดซึมเข้าสู่เซลล์และหลังเอนไซม์เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ภายในเซลล์ให้กลายเป็นกรดอะซิติกและก๊าซไฮโดรเจนแล้วขับออกมาออกเซลล์ จากนั้นแบคทีเรียชนิดสร้างมีเทนจะย่อยสลายและเปลี่ยนกรดอะซิติกและไฮโดรเจนให้เป็นก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก๊าซต่างๆ ที่เกิดขึ้น (ก๊าซชีวภาพ) จะลอยตัวขึ้นเหนือผิวน้ำ และกระจายสู่บรรยากาศหรือถูกรวบรวมนำไปใช้ผลิตพลังงานทดแทนต่อไป

ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบก๊าซชีวภาพ 1. ด้านพลังงาน ก๊าซชีวภาพจุดติดไฟ และให้ความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้หุงต้มอาหาร จุดตะเกียงให้แสงสว่าง ใช้กับเครื่องกลูกหมู เครื่องทำน้ำอุ่น ใช้กับเครื่องยนต์ผสมอาหารสัตว์ เตอบผลผลิตทางการเกษตรนอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อเดินเครื่องยนต์เพื่อใช้ในการผลิตพลังงานกลในการขับเคลื่อนปรับอากาศหรือใช้ขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า

2.ด้านการป้องกันและรักษาสิ่งแวดล้อม การนำมูลสัตว์ไปหมักในสภาพไร้อากาศในบ่อก๊าซชีวภาพ มูลสัตว์ที่นำมา

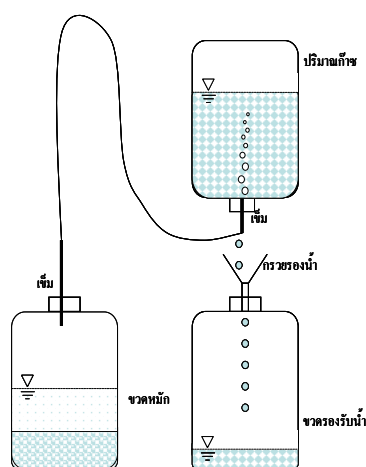
หมักจะถูกย่อยสลายทำให้กลิ่นและไขแมลงต่าง ๆ ที่มีอยู่ในมูลสัตว์จะถูกทำลายลงไปในขณะที่มีการหมัก ซึ่งจะช่วยให้ผลมลภาวะการระบาดของแมลงและกลิ่นได้ 3.ให้ปุ๋ยอินทรีย์ในการฟื้นฟูสภาพดิน จากกากบดล้นประกอบด้วยธาตุอาหารพืชพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์กับพืชและอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที อีกทั้งกากบดล้นยังทำให้โครงสร้างดินเกาะตัวกันได้ดีขึ้นซึ่งมีผลทำให้อินทรีย์วัตถุคงสภาพในดินได้นานซึ่งดีกว่าการใช้อินทรีย์วัตถุในรูปอื่น ๆ 4.ลดปริมาณโรคพืชและการระบาดของวัชพืช การหมักสภาพแบบไร้อากาศ ทำให้ปริมาณของเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุของโรคพืชบางชนิดลดลงได้ และยังมีส่วนในการทำลายความงอกงามของเมล็ดวัชพืช เมื่อนำมูลสัตว์ที่ได้จากการหมักไปใช้แล้วไม่ก่อให้เกิดการระบาดของวัชพืช

จากประโยชน์ของก๊าซชีวภาพที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการนำเอาเศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตรคือ ใบปาล์ม และมูลสุกรมาเป็นวัตถุดิบในการหมักก๊าซชีวภาพ อีกทั้งผู้วิจัยยังเปรียบเทียบอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพที่ความเข้มข้นในการหมักต่างเพื่อหาอัตราความเข้มข้นที่ทำให้เกิดก๊าซที่มากและคุ้มค่าที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุหมัก

การปรับปรุงคุณภาพใบปาล์ม ทำโดยการเตรียมวัสดุหมักโดยการปรับปรุงคุณภาพใบปาล์ม(Palm) โดยหั่นใบปาล์มให้มีขนาด 2.0 – 2.5 cm และผสมให้เข้ากันกับสารละลายชนิดต่าง ๆ (ทรีตเมนต์) 3 ทรีตเมนต์ คือ ใบปาล์มสด (PL) ใบปาล์มหมักร่วมกับน้ำกลั่น (PLD) ในอัตราส่วน 1:1 (W/V) ใบปาล์มหมักร่วมกับสารละลายกากน้ำตาล (กากน้ำตาล:น้ำ 1:1 (W/V)) ในอัตราส่วน 1:1 (W/V) (PLM) ทำการเตรียมตัวอย่างก่อนการหมัก โดยผสมวัสดุหมักต่าง ๆ ลงในถุงพลาสติกใส่อากาศ และปิดปากถุงให้แน่น เพื่อรักษาสภาพไร้อากาศ เป็นเวลา 21 วัน ทำการหมักแบบกะ (Batch) ในขวดแก้วขนาด 1 L ปริมาตรที่ใช้งานจริง (Working Volume) 0.5 L การทดลองแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดที่ 1 มูลสุกร(Control) ชุดที่ 2 ใบปาล์มหมักร่วมกับมูลสุกร (LPM) ชุดที่ 3 ไซเลสใบปาล์มหมักร่วมกับน้ำกลั่น และมูลสุกร (sPLD) ชุดที่ 4 ไซเลสใบปาล์มหมักร่วมกับสารละลายกากน้ำตาล และมูลสุกร(sPLM) สัดส่วนการผสม 1:1 ที่ TS เริ่มต้น 5% จากนั้นใส่อากาศในขวดหมักด้วยก๊าซไนโตรเจนเป็นเวลา 5 นาที ทำการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นทุกวันโดยใช้หลักการแทนที่น้ำ ชุดทดลองการหมักแบบกะแสดงดังรูปที่ 1

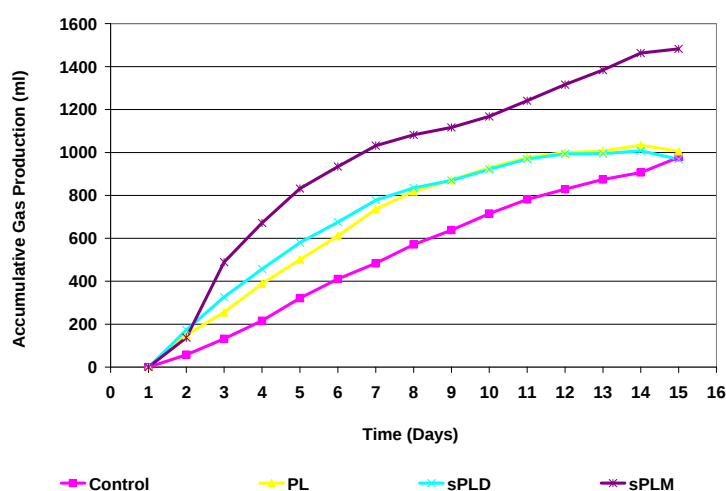


รูปที่ 1 แบบจำลองระบบขวดหมักแบบไร้อากาศ โดยใช้หลักการแทนที่น้ำ

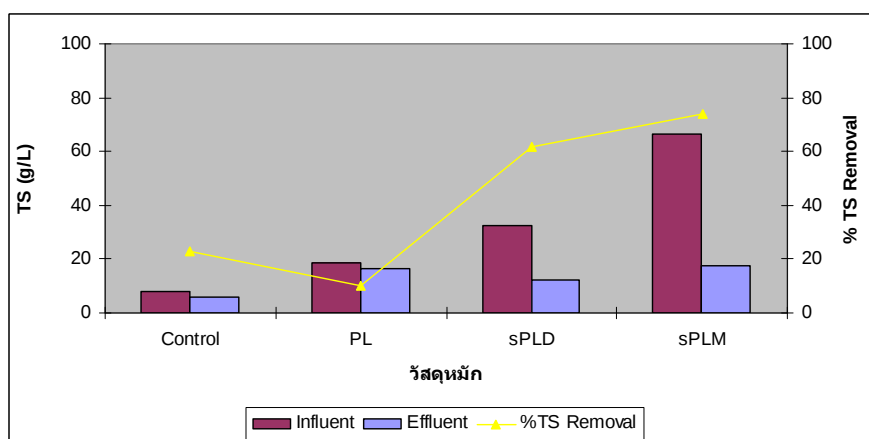
โดยแบบจำลองระบบหมักแบบไร้อากาศ(Anaerobic Digester) มีลักษณะเป็นขวดแก้ว ขนาด 1 L ปริมาตรใช้งาน 0.5 ปิดปากขวดด้วยจุกยาง พันพิดด้วยพาราฟิล์ม และอลูมิเนียมแคป (รูปที่1) ใส่อากาศในขวดหมักด้วยก๊าซไนโตรเจน เป็นเวลา 3 นาที ทำการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นทุกวัน โดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำ

ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก เป็นระยะเวลา 14 วัน โดยควบคุมค่า pH ในขวดหมักให้อยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสมกับระบบหมักแบบไร้อากาศ คือ 6.5 - 7.5 และทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) VFA, TS และ VS ในวันแรก (วันที่ 0) และวันสุดท้าย (วันที่ 14) ของการหมัก

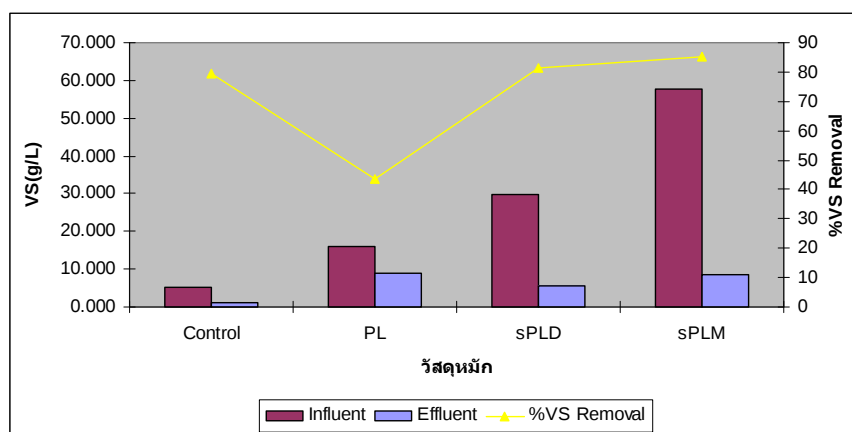
ผลการทดลองและวิจารณ์



รูปที่ 2 กราฟแสดงอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ



รูปที่ 3 กราฟแสดง % TS Removal



รูปที่ 4 กราฟแสดง % VS Removal

Parameter	ชนิดรีaktorหมัก							
	PL		sPLD		sPLM		Control	
	Influent	Effluent	Influent	Effluent	Influent	Effluent	Influent	Effluent
%Moisture	52.06	-	72.18	-	70.14	-	60.87	-
Alkalinity (mg/L as Ca_3CO_3)	420	6890	430	6335	575	7825	535	870
VFA(mg/L as CH_3COOH)	165	100	345	180	320	280	155	45
VS (g/L)	16.10	9.05	29.70	5.55	57.85	8.55	5.30	1.10
TS (g/L)	18.50	16.60	32.50	12.40	66.30	17.30	7.80	6.00
%VS Removal	-	43.79	-	81.31	-	85.22	-	79.25
%TS Removal	-	10.27	-	61.90	-	73.90	-	23.08
Biogas Yield	-	0.29	-	0.08	-	0.06	-	0.46

ตารางที่ 1 แสดง Parameter รวมของการหมัก

ผลการศึกษาการหมักทั้ง 4 ชุดการทดลองอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสะสมในแต่ละวัน (รูปที่ 2) พบว่า ไส้เลสไบปาล์มหมักสารละลายกากน้ำตาลร่วมกับมูลสุกร (sPLM) เกิด ก๊าซมากที่สุด เป็นปริมาณ 1.4827 L เนื่องจากการหมักไส้เลสไบปาล์มกับกากน้ำตาล ทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้มากทำให้สามารถสร้างมีเทน ได้มากขึ้นด้วยอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสะสม (รูปที่2) มีความสอดคล้องกับประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) เช่นเดียวกันกับประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด (TS) จะเห็นได้ว่ารีaktorหมัก sPLM มีประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งระเหยง่ายมากที่สุด อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดี นอกจากนี้ทุกชุดการทดลองยังสามารถรักษาสภาพความเป็นต่างของระบบได้ดี เพราะค่า Alkalinity ในวันสุดท้ายมีค่ามากกว่าวันแรก (วันที่ 0) ซึ่งก็สอดคล้องกับ ค่า VFA ที่ลดลงจากวันแรก เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยกลุ่มจุลินทรีย์ผลิตมีเทน (ตารางที่ 1)

สรุป

การศึกษาการหมักก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับไบโพลัม พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่ายมากที่สุดคือ sPLM รองลงมาคือ sPLD และ sPL ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่า VS ขณะที่ค่า VFA ที่ได้มีค่าน้อยกว่าค่าเริ่มต้นแสดงว่าทุกวัสดุหมักสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักแบบไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพได้ดี สังเกตได้จากสภาพต่างในระบบ ค่า Alkalinity ของระบบมีค่ามากกว่า 1,000 mg/L as Ca_3CO_3

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ภาควิชาสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา และ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)

เอกสารอ้างอิง

- องค์ประกอบก๊าซชีวภาพ [ระบบออนไลน์].http://thapowergroup.com/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=40&Itemid=66 (วันที่ 10 เม.ย. 2552)
- ก๊าซชีวภาพ : จากปัญหาสิ่งแวดล้อมสู่ประโยชน์ทางด้านพลังงาน [ระบบออนไลน์].<http://www.tj.co.th/optnews/modules/articles/article.php?id=234> (วันที่ 10 เม.ย. 2552)
- การเลี้ยงเชื้อหรือหมักก๊าซชีวภาพ [ระบบออนไลน์].http://thapowergroup.com/index.php?option=com_content&task=view&id=7&Itemid=1 (วันที่ 10 เม.ย. 2552)
- ถังกักเก็บก๊าซ [ระบบออนไลน์].http://thapowergroup.com/index.php?option=com_content&task=view&id=4&Itemid=1 (วันที่ 10 เม.ย. 2552)

ประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพจากการหมักเส้นใยปาล์มร่วมกับมูลสุกร
Efficiency of Biogas Production by Anaerobic Co-digestion between Pig Manure
and Palm Press Fiber

พรปวีณ์ โกศลศิริศักดิ์

โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จังหวัดศรีสะเกษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษเขต 1

หมายเลขโทรศัพท์ 089-7215449 E-mail : warangko@hotmail.com

อรรณพ แก้วพิบูลย์

โรงเรียนธรรมโมสิต จังหวัดสงขลา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลาเขต 1

หมายเลขโทรศัพท์ 081-9630184 E-mail : hadnamom@thaimail.com

บทคัดย่อ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุก ประเทศไทยมีอันดับการผลิตเป็นที่ 4 ของโลก เส้นใยปาล์มเป็นส่วนที่เหลือหลังจากการสกัดน้ำมัน ถูกทิ้งให้กลายเป็น ขยะทางการเกษตร เส้นใยปาล์มเหล่านี้น่าจะถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นและเพิ่มมูลค่าได้ เช่น การผลิตแก๊สชีวภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอัตราการผลิตแก๊สชีวภาพจากเส้นใยปาล์ม (PPF) เส้นใยปาล์มที่ทำการหมักเบื้องต้นด้วยกับน้ำกลั่น (PPFW) และเส้นใยปาล์มที่หมักเบื้องต้นด้วยกับกากน้ำตาล (PPFM) เป็นเวลา 21 วัน โดยทั้ง 3 ชุดการทดลองจะทำการหมักร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ไร้อากาศ จากบ่อพักมูลสุกร ในสัดส่วนการผสม 1:1 ที่ปริมาณ TS เริ่มต้น 10% เป็นเวลา 14 วัน จากการทดลอง พบว่า PPF มีศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพสูงสุด โดยมีปริมาณแก๊สชีวภาพสะสม 1,405 ml สอดคล้องกับประสิทธิภาพการกำจัด VS สูงสุด 61.54% ซึ่งมีอัตราการผลิตแก๊สชีวภาพต่อ VS removed เฉลี่ยเท่ากับ 0.02 Lbiogas/gVSremoved แต่เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพกับชุดการทดลอง PPFW และ PPFM พบว่า ทั้ง 2 ชุดการทดลองมีปริมาณแก๊สชีวภาพสะสมน้อยกว่าเท่ากับ 553 และ 1,177 ml ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า PPF เป็นวัสดุที่มีศักยภาพผลิตแก๊สชีวภาพได้ดีกว่า PPFW และ PPFM ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวัสดุที่ผ่านการหมักขั้นต้นเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์เปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหยซึ่งมีสภาพเป็นกรด อาจส่งผลให้จุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทนจึงไม่สามารถเปลี่ยนกรดไขมันระเหยง่ายไปเป็นแก๊สชีวภาพได้ทั้งหมด

บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานจากฟอสซิลที่ใช้อยู่ทั่วโลกนั้น เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ต้องใช้ระยะเวลาในการสะสมตัวเป็นเวลานานนับล้านปีจึงจะเกิดขึ้นได้ และมีราคาสูง ประเทศไทยมีแหล่งพลังงานจากฟอสซิลสำรองในปริมาณหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้ต่อไปได้ในระยะไม่นาน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาพลังงานทดแทน ปัจจุบันเราใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุทางการเกษตรที่เหลือทิ้งมาผลิตเป็นแก๊สชีวภาพสำหรับใช้ในครัวเรือนหรือในอุตสาหกรรม แก๊สชีวภาพจึงเป็นพลังงานทดแทนอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าจะพัฒนาเพื่อนำมาใช้ได้

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชตระกูลปาล์มมีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา เป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิด (640-800 กิโลกรัมน้ำมันต่อพื้นที่ปลูก 1 ไร่) ประเทศไทยมีอันดับการผลิตเป็นที่ 4

ของโลก เส้นใยปาล์มเป็นส่วนที่เหลือหลังจากการสกัดน้ำมันออกไปแล้วคิดเป็น 12-13 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งทะลาย จากนั้นจะถูกทิ้งให้กลายเป็นขยะทางการเกษตรจำนวนมาก โดยปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ และการย่อยสลายของเส้นใยปาล์มเหล่านั้นน่าจะถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นและเพิ่มมูลค่าได้ เช่น การผลิตแก๊สชีวภาพซึ่งเป็นพลังงานทดแทนอีกทางเลือกหนึ่ง ด้วยเหตุผลดังกล่าว การวิจัยนี้จึงศึกษาเปรียบเทียบอัตราการผลิตแก๊สชีวภาพจากการนำเส้นใยปาล์มมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลอง โดยการหมักไฮโดรไลสจากเส้นใยปาล์มร่วมกับหัวเชื้อจาก Digester ของฟาร์มสุกร ในสภาวะไร้อากาศ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการผลิตแก๊สชีวภาพจากเส้นใยปาล์ม และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ ในการผลิตแก๊สชีวภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุหมัก

1.1 เส้นใยปาล์มที่ปรับปรุงคุณภาพ โดยการเตรียมหมักไฮโดรไลสเส้นใยปาล์มผสมให้เข้ากันด้วยสารละลายชนิดต่าง ๆ (ทรีตเมนต์) ในอัตราส่วน 1:3 (W/V) คือน้ำกลั่น (control) สารละลายกากน้ำตาล (กากน้ำตาล: น้ำ=1:1; W/V) ผสมส่วนผสมลงในถุงพลาสติก ปิดจากถุงให้แน่น เก็บไว้เป็นเวลา 21 วัน ได้วัสดุหมักคือเส้นใยปาล์ม (Palm Press Fiber; PPF), เส้นใยปาล์มหมักกับน้ำกลั่น (Palm Press Fiber with distill water; PPFW), เส้นใยปาล์มหมักกับกากน้ำตาล (Palm Press Fiber with Molass; PPFM) นำวัสดุหมักทั้งหมดไปตากให้แห้งและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เพื่อหาค่าความชื้น คุณลักษณะของเส้นใยปาล์มและมูลสุกรดังตารางที่ 1

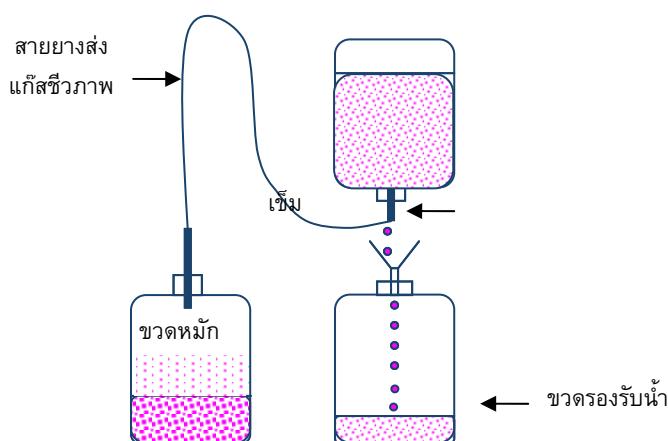
1.2 วัสดุหมักร่วม คือมูลสุกรจากบ่อพักมูลสุกร นำมาจากโรงเรือนเลี้ยงสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เตรียมมูลสุกรความเข้มข้น 5%

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของเส้นใยปาล์มและมูลสุกร

วัสดุหมัก	Moisture (%)
มูลสุกร (Pig Manure; PM)	60.87
เส้นใยปาล์ม(Palm Press Fiber; PPF)	64
เส้นใยปาล์มหมักกับน้ำกลั่น (Palm Press Fiber with distill water; PPFW)	65
เส้นใยปาล์มหมักกับกากน้ำตาล (Palm Press Fiber with Molass; PPFM)	67

2. ระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digester)

แบบจำลองระบบหมักแบบไร้อากาศ มีลักษณะเป็นขวดแก้ว ขนาด 1 ลิตร ปริมาตรใช้งาน 0.5 ลิตร ปิดปากขวดด้วยจุกยาง พันทับด้วยพาราฟิล์ม ไล่อากาศในขวดหมักด้วยแก๊สไนโตรเจน ทำการวัดปริมาณแก๊สชีวภาพทุกวัน โดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงระบบหมักแบบไร้อากาศ

การศึกษาค้างนี้เป็นการหมักแบบกะหรือการเติมวัสดุหมักครั้งเดียว โดยการหมักไซเลสเส้นใยปาล์ม เส้นใยปาล์มกับน้ำกลั่น และเส้นใยปาล์มกับกากน้ำตาล จากนั้นนำไซเลสทั้ง 3 มาหมักร่วมกับมูลสุกร แบ่งออกเป็น 4 ชุด คือ ชุดที่ 1 ทำการหมักไซเลสเส้นใยปาล์มกับมูลสุกร(Palm Press Fiber and Pig Manure; PPFPM) ชุดที่ 2 ทำการหมักไซเลสเส้นใยปาล์มน้ำกลั่นกับมูลสุกร(Palm Press Fiber with distill water and Pig Manure; PPFWPM) ชุดที่ 3 ทำการหมักไซเลสเส้นใยปาล์มกากน้ำตาลกับมูลสุกร(Palm Press Fiber with Molass and Pig Manure; PPFMPM) ชุดที่ 4 ชุดควบคุมทำการหมักมูลสุกร(Pig Manure; PM)ความเข้มข้น 5% ชุดละ 2 ตัวอย่าง ทำการหมักภายใต้อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน วัด pH ของระบบและปรับค่า pH ให้เหมาะสมกับการเกิดก๊าซที่ pH 6.5-7.5 วัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นทุกวัน

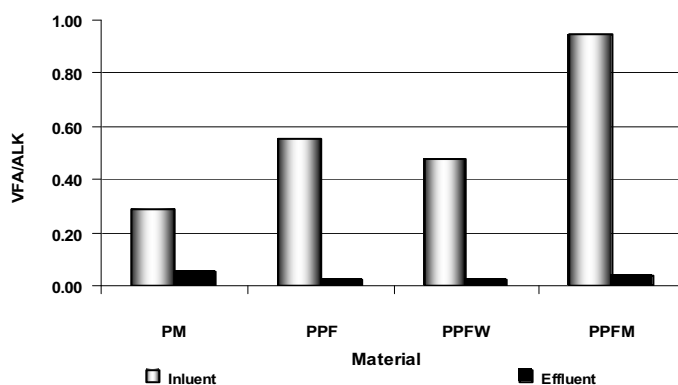
3. การวิเคราะห์

ทำการวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่าง 2 ครั้ง คือก่อนทำการหมัก และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก โดย การวิเคราะห์ pH ความเป็นด่างรวม (Alkalinity) กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (VFA) ของแข็งทั้งหมด (Total Solid) และของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solid)

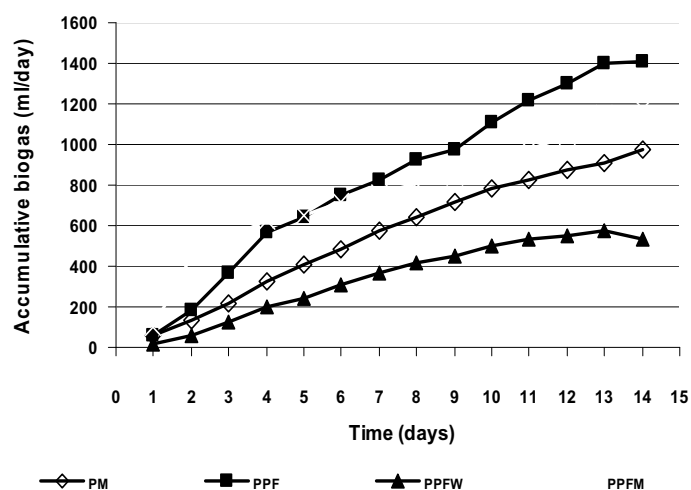
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษการหมักเส้นใยปาล์มกับมูลสุกร 4 ชุด คือ PPFPM ชุดที่ 2 PPFWPM ชุดที่ 3 PPFMPM ชุดที่ 4 ชุดควบคุม PM ชุดละ 2 ตัวอย่าง เปรียบเทียบ VFA/Alkalinity ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของชุดการทดลอง (รูปที่ 2) ปริมาณแก๊สชีวภาพสะสมของการทดลองในแต่ละวัน (รูปที่ 3) อัตราการเกิด Biogas ต่อ VS ที่ถูกกำจัด (Biogas Yield) ของชุดการทดลอง (รูปที่ 4) ประสิทธิภาพการกำจัด TS

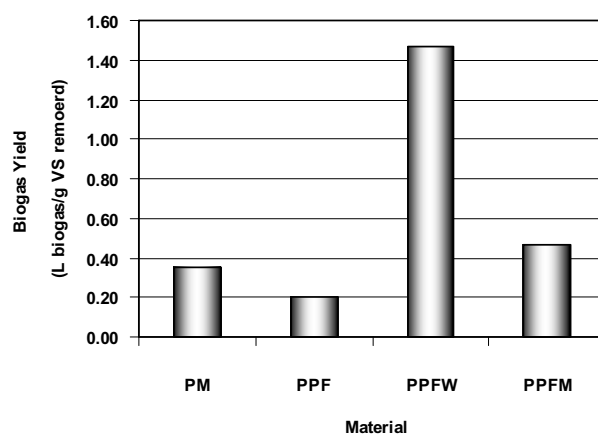
และปริมาณ TS ก่อนและหลังการทดลองของชุดการทดลอง (รูปที่ 5) ประสิทธิภาพการกำจัด VS และปริมาณ VS ก่อนและหลังการทดลองของชุดการทดลอง (รูปที่ 6)



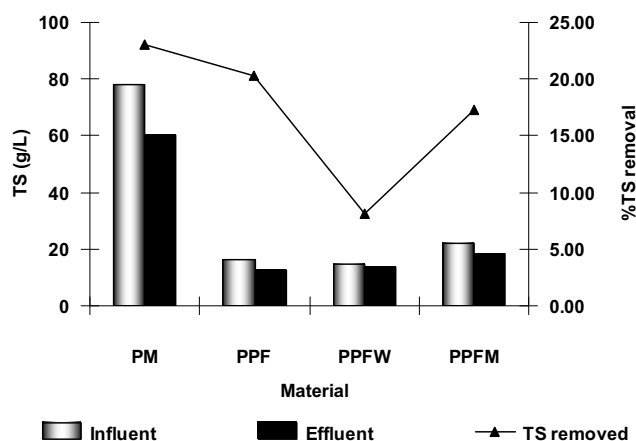
รูปที่ 2 เปรียบเทียบ VFA / Alkalinity ระหว่างก่อนและหลังการทดลองของชุดการทดลองต่างๆ



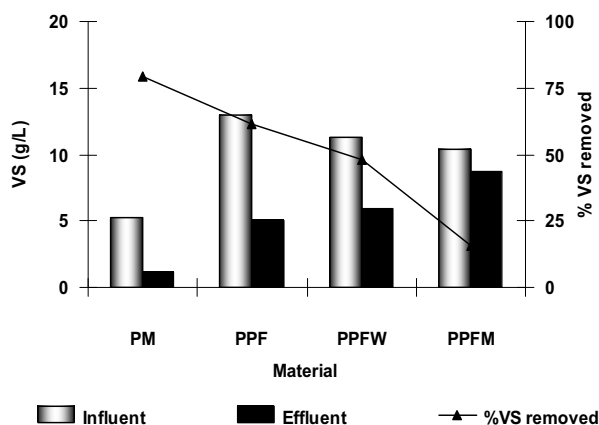
รูปที่ 3 ปริมาณแก๊สชีวภาพสะสมของการทดลองที่วันต่างๆ



รูปที่ 4 อัตราการเกิด Biogas ต่อ VS ที่ถูกกำจัด (Biogas Yield) ของชุดการทดลองต่างๆ



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพการกำจัด TS และปริมาณ TS ก่อนและหลังการทดลองของชุดการทดลองต่างๆ



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพการกำจัด VS และปริมาณ VS ก่อนและหลังการทดลองของชุดการทดลองต่างๆ

วิจารณ์ผล

การศึกษาการหมัก PPF, PPFW และ PPFM ทำการหมักร่วมกับ PM ความเข้มข้น 5% แบบไร้อากาศ พบว่า PPF มีศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพสูงสุด รองลงมาคือ PPFM, PM และ PPFW ตามลำดับ (1405, 1177, 977 และ 535 ml) การปรับปรุงคุณภาพเส้นใยปาล์มทำให้ระบบมีประสิทธิภาพในการหมัก ค่า VFA/ALK เท่ากับ 0.3 สอดคล้องตามสัดส่วนของค่ากรดระเหยง่ายต่อความเป็นด่างน้อยกว่า 0.4 อัตราการผลิตแก๊สชีวภาพ ในแต่ละวันมีความสอดคล้องกับการกำจัดกรดอินทรีย์ระเหยง่าย จากการหมัก PPF, PPFW และ PPFM ตามลำดับ (61.54, 47.79 และ 15.46g/L) อัตราการกำจัดของแข็งออกจากการหมัก PPF, PPFM และ PPFW ตามลำดับ (20.31, 17.34 และ 5.11g/L)

สรุป

พบว่า PPF มีศักยภาพในการผลิตแก๊สชีวภาพสูงสุด โดยมีปริมาณแก๊สชีวภาพสะสม 1,405 ml สอดคล้องกับประสิทธิภาพการกำจัด VS สูงสุด 61.54% ซึ่งมีอัตราการผลิตแก๊สชีวภาพต่อ VS removed เฉลี่ยเท่ากับ 0.02 Lbiogas/gVSremoved แต่เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพกับชุดการทดลอง PPFW และ PPFM พบว่า ทั้ง 2 ชุดการทดลองมีปริมาณแก๊สชีวภาพสะสมน้อยกว่าเท่ากับ 553 และ 1,177 ml ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า PPF เป็นวัสดุที่มีศักยภาพผลิตแก๊สชีวภาพได้ดีกว่า PPFW และ PPFM ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวัสดุที่ผ่านการหมักขั้นต้นเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์เปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหยซึ่งมีสภาพเป็นกรด อาจส่งผลให้จุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทนจึงไม่สามารถเปลี่ยนกรดไขมันระเหยง่ายไปเป็นแก๊สชีวภาพได้ทั้งหมด

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เป็นแนวคิดในการพัฒนาการผลิตพลังงานทดแทนโดยใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตรชนิดอื่น ๆ
2. นำไปประยุกต์ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในสาระวิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ที่ 5 พลังงาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนสำหรับการวิจัย ขอขอบคุณสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ในการทำวิจัย ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สุเมธ ไชยประพัทธ์ อาจารย์ที่ปรึกษา น.ส.กัญญารัตน์ สฤกษ์พงศ์ทิธม นักศึกษาปริญญาเอก น.ส.อิสรา รังงาม น.ส.พิริภรณ์ ปรีชาเลิศมิตร และ น.ส.ศันสนีย์ วงศ์ชนะ นักศึกษาปริญญาโท ที่เป็นพี่เลี้ยงในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ดวงสมร สินเจิมสิริ, อังคณา หาญบรรจงและรักปัญญ์ ถนอมวงศ์วัฒน์. การปรับปรุงคุณภาพของเส้นใยปาล์มโดยวิธีเคมีและชีวภาพ. มปป. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

การผลิตแก๊สชีวภาพ <http://www.yupparaj.ac.th/DigitalLibrary/nk40/nk/data/06/nk6034.htm> วันที่สืบค้น 8 มกราคม 2552.

เทคโนโลยีแก๊สชีวภาพ http://www.organicthailand.com/webboard_358644_1280_en?lang=th วันที่สืบค้น 8 มกราคม 2552.

สมฤดี ฤทธิ์กุล, สุเมธ ไชยประพัทธ์และปิยะรัตน์ บุญแสง. ประสิทธิภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับ สาหร่ายหนามจากทะเลสาบสงขลา. มปป. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน ฯ เล่ม 14 ด้านสุขภาพการพิมพ์ 2549, หน้า 216.

ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักวัสดุทะเลลายปาล์มร่วมกับมูลสุกร

Efficiency of Biogas Production by Anaerobic Co-digestion between Palm Bunch and Pig Manure

อารียา พลีขันธ์¹ จุรีรัตน์ ช่วยเจริญ² สุเมธ ไชยประพัทธ์³

Areeya Pleekhunt¹ Jureerat Chuayjarearn² Sumate Chaipapat³

บทคัดย่อ

วัสดุเศษเหลือจากการทำอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มมีหลายชนิด ทั้งเส้นใยปาล์ม ทะลายปาล์ม ใบปาล์ม ซึ่งที่ผ่านมายังไม่มีจัดการหรือใช้ประโยชน์จากวัสดุเหล่านี้ให้คุ้มค่า การนำวัสดุเศษเหลือเหล่านี้มาใช้เพื่อผลิตพลังงานทดแทนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะลดปริมาณวัสดุเศษเหลือและสร้างประโยชน์ให้เกิดขึ้น ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาวัสดุเศษเหลือจากทะเลลายปาล์ม(Palm Bunch) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจากการหมักวัสดุทะเลลายปาล์มในชุดการทดลองที่ต่างกันร่วมกับมูลสุกร โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นของแข็งที่ 5%(TS 5%)เนื่องจากที่ความเข้มข้นของแข็ง 5%สามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ในสัดส่วนสูงที่สุด(สมฤดีและคณะ2551)

การศึกษาทำการเตรียมวัสดุหมักโดยการตัดทะเลลายปาล์มให้มีขนาดเล็กลงแบ่งเป็น 3 กลุ่มเพื่อเตรียมวัสดุหมักและผสมให้เข้ากันกับสารละลายชนิดต่างๆ คือ ทะลายปาล์มเปล่า ทะลายปาล์มหมักร่วมกับน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:1 (W/V) ทะลายปาล์มหมักร่วมกับสารละลายกากน้ำตาล (กากน้ำตาล:น้ำ 1:1) (W/V) ทำการหมักแบบกะโดยมีปริมาตรของวัสดุหมักรวมกับน้ำกลั่นเป็น 500 mL ในขวดหมักขนาด 1 L การทดลองแบ่งเป็น 4 ชุด การทดลอง ได้แก่ ชุดที่1 มูลสุกร(Control) ชุดที่ 2 หมักทะเลลายปาล์มเปล่ากับมูลสุกร (PPM) ชุดที่ 3 ทะลายปาล์มหมักกับน้ำกลั่นกับมูลสุกร (FPDPM) และชุดที่4 ทะลายปาล์มหมักกับกากน้ำตาลกับมูลสุกร (FPMPM) ผลการศึกษาคุณสมบัติของมูลสุกร และวัสดุหมักชนิดต่างๆ ณ วันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดการทดลอง พบว่าค่า Alkalinity มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลอง แสดงว่าระบบมีความสามารถในการรักษาความเป็นกรดต่ำได้เพียงพอ (Buffering Capacity) (วีรวิทย์ 2544) และเมื่อหาอัตราส่วนระหว่าง VFA/Alkalinity ในทุกชุดการทดลอง พบว่าส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน 0.4 แสดงว่าระบบหมักสามารถต้านทานความเป็นกรดได้ดี ทำให้เหมาะต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบหมักแบบไร้อากาศส่งผลให้ระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ดีอีกด้วย

และจากการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพในทุกๆวัน พบว่าปริมาณก๊าซสะสมมากที่สุดในการทดลองที่ 2 คือ การหมักทะเลลายปาล์มเปล่ากับมูลสุกร และค่า Alkalinity พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลอง แสดงว่าระบบมีความสามารถในการรักษาความเป็นกรดต่ำได้เพียงพอ (Buffering Capacity) อัตราส่วนระหว่าง VFA/Alkalinity ในทุกชุดการทดลอง พบว่าส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน 0.4 แสดงว่าระบบหมักสามารถต้านทานความเป็นกรดได้ดี จึงสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างต่อเนื่องตลอดการทดลอง และเมื่อพิจารณาการกำจัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย(%VS Removal) พบว่าทุกชุดการทดลองมีเปอร์เซ็นต์มากกว่า 57.3 % ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการวัสดุเศษเหลือจากปาล์มน้ำมัน โดยใช้ทะเลลายปาล์มเปล่าหมักร่วมกับมูลสุกร เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพซึ่งเป็นพลังงานทดแทนทางเลือกต่อไป

คำสำคัญ : ก๊าซชีวภาพ, มูลสุกร, ทะลายปาล์ม, กระบวนการหมักแบบไร้อากาศ

¹ โรงเรียนทำอัฐศึกษา อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี E-Mail Pleekhunt@hotmail.com

² โรงเรียนวัดชุมประดิษฐ์ อ.เขายี่สาร จ.พัทลุง E-Mail PongPiw1111@hotmail.com

³ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงมีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เช่น ข้าว อ้อย ยางพารา ปาล์มน้ำมัน มันสำปะหลัง เป็นต้น ผลผลิตเหล่านี้เมื่อมีการแปรรูปแล้วจะเกิดวัสดุเหลือใช้จำนวนหนึ่ง ในภาคใต้ของประเทศไทยเรามีการทำอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันค่อนข้างมาก และนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ดังนี้ น้ำมันปรุงอาหาร มาการีนหรือเนยเทียม น้ำมันสำหรับทอด (Frying Fat) เนยขาว น้ำมันปาล์มเติมไฮโดรเจน (Hydrogenated Palm Oil) นมข้นหวาน ไอศกรีม ครีมเทียมและนมเทียม กรดไขมันอิสระ (Palm Fatty Acid Distilled PEAD) สบู่ น้ำมันปาล์มสามารถนำมาใช้ผลิตสบู่ได้ และจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ จะก่อให้เกิดน้ำเสีย รวมถึงเศษวัสดุเหลือจากกระบวนการผลิต อาทิเช่น เส้นใยจากเนื้อผลปาล์ม ทะลายเปล่า กะลาจากเมล็ดปาล์ม รวมถึงกากตะกอนอีกจำนวนมาก การแปรรูปวัสดุต่างๆนี้เพื่อผลิตพลังงานทดแทนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะลดปริมาณวัสดุเหลือใช้และสร้างประโยชน์ให้เกิดขึ้นอย่างคุ้มค่า เปลือกกะลาปาล์ม และทะลายปาล์ม เป็นชีวมวลที่ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยปาล์ม 1 ตัน เมื่อนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปจะให้น้ำมันปาล์มประมาณ 140 - 200 Kg ในกระบวนการแปรรูปจะมีเปลือกปาล์ม กะลาปาล์มเหลือจากกระบวนการประมาณ 190 Kg และได้เป็นทะลายปาล์ม 230 Kg ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็น เชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 120 KW-Hr และมีน้ำเสียจากโรงงาน ซึ่งสามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 20 m³ (www.egmu-oec.org)

สำหรับการแปรรูปชีวมวลโดยใช้กระบวนการทางชีววิทยามีอยู่ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการย่อยสลายในที่ไม่มีอากาศ (Anaerobic digestion) ได้ก๊าซชีวภาพประกอบด้วยมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์นำไปใช้เป็นพลังงานในการหุงต้มแทนน้ำมันเตาหรือก๊าซปิโตรเลียมเหลว อีกกระบวนการหนึ่งคือกระบวนการหมักเพื่อผลิตเอทานอลกอฮอล์จากแป้งหรือพืชน้ำตาล (Alcoholic Fermentation) สามารถนำไปใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยผสมกับน้ำมันเบนซินหรือใช้ร่วมกับน้ำมันดีเซล นอกเหนือจากนี้ การผลิตก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายในที่ไม่มีอากาศผลิตมาจากมูลสัตว์และน้ำเสียจากโรงงาน จึงเป็นกระบวนการบำบัดทั้งของเสียและผลิตพลังงานไปพร้อมกัน

เนื่องจากเศษวัสดุที่เหลือจากการทำน้ำมันปาล์มนั้นมีหลายชนิด ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาวัสดุทะลายปาล์ม (Palm Bunch) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจากการหมักวัสดุทะลายปาล์มในชุดการทดลองที่ต่างกันร่วมกับ มูลสุกร ที่ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งที่ 5% (TS 5%) เพื่อเปรียบเทียบอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ และเป็นการกำจัดวัสดุเศษเหลือปาล์มน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

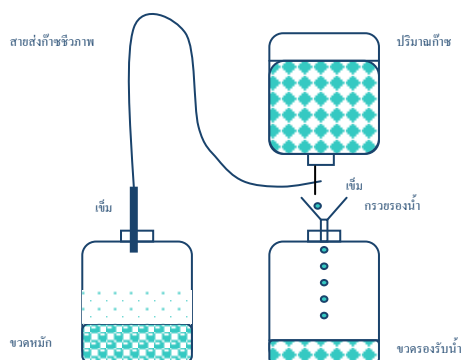
2.1 การเตรียมวัสดุหมัก

การเตรียมวัสดุหมักโดยการโดยตัดทะลายปาล์มให้มีขนาดเล็กลง และเตรียมวัสดุหมักเป็น 3 ชนิด คือ ทะลายปาล์มเปล่า ทะลายปาล์มหมักร่วมกับน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:1 (W/V) ทะลายปาล์มหมักร่วมกับสารละลายกากน้ำตาล (กากน้ำตาล:น้ำ 1:1 (W/V)) ในอัตราส่วน 1:1 (W/V) โดยบรรจุส่วนผสมลงในถุงพลาสติกใส่อากาศออก พร้อมกับปิดถุงให้แน่นเพื่อรักษาภาวะไร้อากาศ หมักเป็นเวลา 21 วัน เมื่อได้ชุดวัสดุทั้ง 3 ชุดแล้วหาค่าความชื้น(Moisture)ของวัสดุหมักแต่ละชนิด โดยชั่งน้ำหนักของวัสดุหมักและมูลสุกรและทำการอบที่ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อดำหนดหาปริมาณของวัสดุที่จะใช้ในการหมัก โดยการหมักครั้งนี้กำหนดค่าปริมาณของของแข็ง TS ที่ 5%เนื่องจากสามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ในสัดส่วนสูงสุด(สมฤดี ฤทธิ์ยากุล 2552) เมื่อได้ค่าความชื้นแล้ว

คำนวณหาน้ำหนักของวัสดุชนิดต่างๆ(น้ำหนักเปียก) และได้ปริมาณดังนี้ มูลสุกร 32.05 g ทะลายปาล์มเปล่า 13 g ทะลายปาล์มที่หมักด้วยน้ำกลั่น 13.59 g และทะลายปาล์มที่หมักด้วย กากน้ำตาล 10.08 g ตามลำดับ

2.2 ระบบหมักแบบไร้อากาศ

เตรียมชุดทดลองโดยใช้การหมักแบบกะ (Batch) ในขวดหมักโดยใช้ขวดแก้วขนาด 1 L ปริมาตร วัสดุหมักรวม 0.5 L การทดลองแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลองได้แก่ ชุดที่ 1 มูลสุกร (Control) ชุดที่ 2 หมักทะลายปาล์มเปล่ากับมูลสุกร (PPM) ชุดที่ 3 ทะลายปาล์มหมักน้ำกลั่นกับมูลสุกร (FPDPM) ชุดที่4 ทะลายปาล์มหมักกากน้ำตาลกับมูลสุกร (FPMPM) โดยทำการหมักชุดทดลองละ 2 ขี้ ทำการไล่อากาศในขวดหมักด้วยก๊าซไนโตรเจนเป็นเวลา 3 นาที ทำการหมักเป็นเวลา 14 วัน ทำการวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นทุกวัน โดยใช้หลักการแทนที่น้ำ แสดงในรูปที่ 1 เก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาคุณสมบัติดังนี้ Alkalinity, VFA, TS, VS ในวันที่0 และวันที่14 (วันสุดท้าย) ของการหมัก



รูปที่ 1 ระบบหมักแบบไร้อากาศ

3. การวิเคราะห์

กระบวนการหมักแบบไร้อากาศสามารถทำการวิเคราะห์คุณภาพของระบบหมักก๊าซชีวภาพ ทั้งวันเริ่มต้น และวันสิ้นสุดการทดลองสำหรับการวิเคราะห์ ค่าความเป็นด่างรวม (Alkalinity) ,กรดอินทรีย์ระเหยง่าย (VFA) ของแข็งทั้งหมด (TS) และของแข็งระเหยง่าย (VS) และทำการวิเคราะห์ทุกวัน สำหรับการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เพื่อควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 6.5 - 7.5 ซึ่งเป็นช่วงค่าที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบหมักแบบไร้อากาศ และปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน (Gas Production) และปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม (Cumulative Gas Production)

4. ผลการทดลอง

ผลการศึกษาคุณสมบัติของมูลสุกร และวัสดุหมักชนิดต่างๆ ณ วันเริ่มต้น (วันที่0) และวันสิ้นสุดการทดลอง (วันที่14) ได้ข้อมูลดังตารางที่ 1 โดยเมื่อพิจารณาค่า Alkalinity พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลอง แสดงว่าระบบมีความสามารถในการรักษาความเป็นกรดต่ำได้เพียงพอ (Buffering Capacity) (วีรวิทย์ 2544) ซึ่งในระหว่างการทดลองได้มีการเติมสารละลาย NaHCO_3 ความเข้มข้น 0.1 N เพื่อปรับค่า pH ของระบบ แต่หลังจากวันที่ 8 ของการทดลอง ไม่ต้องเติมสารละลาย NaHCO_3 เนื่องจากระบบเริ่มรักษาระดับของ pH ได้ดีและคงที่ เมื่อหาอัตราส่วนระหว่าง VFA/Alkalinity ในทุกชุดการทดลอง พบว่าส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน 0.4 แสดงว่าระบบหมักสามารถต้านทานความเป็นกรดได้ดี ทำให้เหมาะต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในระบบหมักแบบไร้อากาศส่งผลให้ระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ดีอีกด้วย

Parameter	Experiment							
	C		PPM		FPDPM		FPMPM	
	Inf	Eff	Inf	Eff	Inf	Eff	Inf	Eff
Moisture (%)	60.87	–	52.56	–	50	–	32.56	–
Alkalinity (mg/L as CaCO_3)	535	870	569	6,980	605	6,290	630	8,585
VFA (mg/L as CH_3COOH)	155	45	210	185	235	130	315	225
VFA/Alkalinity	0.29	0.05	0.37	0.03	0.39	0.02	0.5	0.03
TS (mg/L)	7,800	6,000	19,000	16,250	23,600	13,450	23,450	17,700
VS (mg/L)	5,300	1,100	16,650	8,400	20,650	6,450	20,900	9,250
Biogas Yield (L Biogas/g VS Removed)	0.4462		0.2577		0.1200		0.1256	

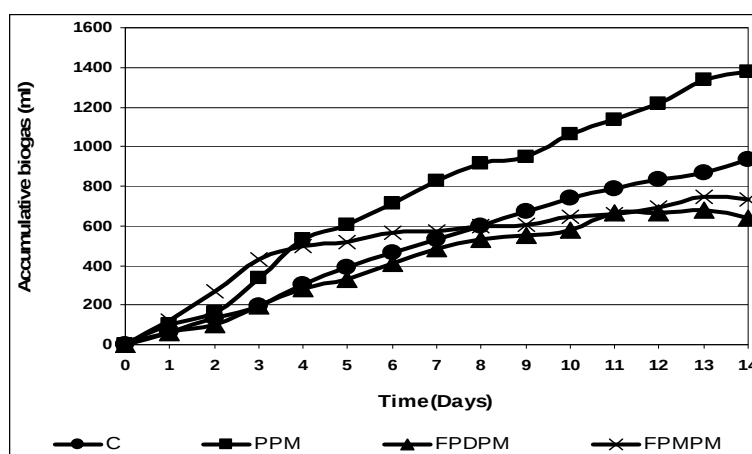
ตารางที่ 1 ตารางแสดงประสิทธิภาพการหมักแบบไร้อากาศของชุดการทดลองต่าง ๆ

ชุดควบคุม 1 คือมูลสุกร (Control) ;C

ชุดทดลองที่ 2 ทะลายปาล์มเปล่า (Palm Bunch) หมักร่วมกับสุกร (Pig Manure) ; PPM

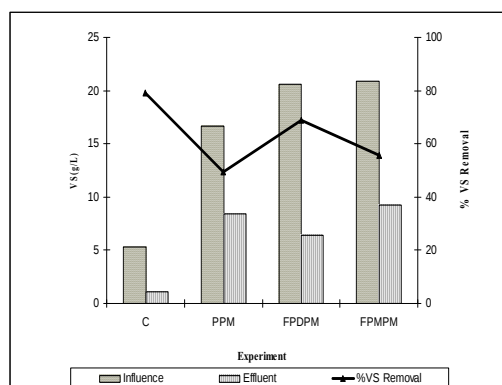
ชุดทดลองที่ 3 ทะลายปาล์มหมักไฮโดรจากน้ำกลั่น (Fermented Palm Bunch with Distill Water) หมักร่วมกับมูลสุกร (Pig Manure) ;FPDPM

ชุดทดลองที่ 4 ทะลายปาล์มหมักไฮโดรจากกากน้ำตาล (Fermented Palm Bunch with Molasses) หมักร่วมกับมูลสุกร (Pig Manure) ; FPMPM

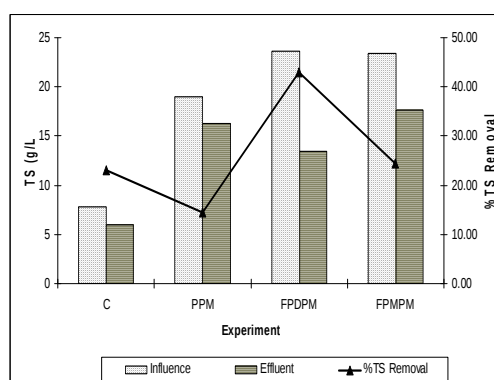


รูปที่ 2 แสดงปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมที่เกิดขึ้นจากชุดการทดลองต่าง ๆ

อัตราการผลิตก๊าซสะสมของชุดการทดลองต่างๆพบว่าชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราการผลิตก๊าซสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ และมีการผลิตก๊าซเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงวันสุดท้ายของการทดลอง เมื่อพิจารณากราฟในช่วง 3 วันแรกจะพบว่าชุดทดลองที่ 4 มีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้นอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากการหมักทะลายปาล์มกับกากน้ำตาลมีผลทำให้จุลินทรีย์สามารถกินสารอาหาร และเปลี่ยนไปเป็นก๊าซชีวภาพได้อย่างรวดเร็ว แต่หลังจากวันที่ 7 ของการทดลองจะพบว่าการผลิตก๊าซเริ่มลดลงและคงที่ ดังแสดงในรูปที่ 2 จึงสรุปได้ว่าวัสดุทะลายปาล์มหมักร่วมกับมูลสุกรสามารถให้ผลผลิตก๊าซชีวภาพมากที่สุด



รูปที่ 3 ปริมาณVSและ%VS Removalจากชุดทดลองต่าง ๆ



รูปที่ 4 ปริมาณTSและ%TS Removal จากชุดทดลองต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังพบว่าทุกชุดการทดลองมี % VS Removal มากกว่า 57.3 % แสดงให้เห็นว่าวัสดุที่ใช้ในการหมักในทุกชุดการทดลอง นั้นมีความเหมาะสมแก่การนำมาหมักในระบบไร้อากาศเพื่อใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ (รูปที่ 3)

อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสะสม (รูปที่2) ไม่สอดคล้องกับประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) เช่นเดียวกันกับประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมด (TS) จะเห็นได้ว่าชุดการทดลองที่ 2 มีประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งระเหยง่ายมากที่สุด อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์สามารถย่อยสารอินทรีย์ได้ดี นอกจากนี้ทุกชุดการทดลองยังสามารถรักษาสภาพความเป็นด่างของระบบได้ดี เพราะค่า Alkalinity ในวันสุดท้ายมีค่ามากกว่าวันแรก (วันที่ 0) ซึ่งก็สอดคล้องกับ ค่า VFA ที่ลดลงจากวันแรก เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยกลุ่มจุลินทรีย์ผลิตมีเทน (ตารางที่ 1)

5. สรุปผล

การศึกษาการหมักวัสดุทะลายปาล์มร่วมกับมูลสุกรในสภาวะไร้อากาศ พบว่า การหมักทะลายปาล์มเปล่า ร่วมกับมูลสุกรมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสะสมสูงสุด คือ 1,378.5 mL รองลงมา คือ การหมักวัสดุทะลายปาล์มที่ทำไฮไลสจากกากน้ำตาล 731.5 mL และการหมักวัสดุทะลายปาล์มที่ทำไฮไลสจากน้ำกลั่น 636 mL ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์มีค่าตั้งแต่ 57.3 % ในทุกชุดการทดลอง ซึ่งสามารถนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ต่อไปโดยทดลองเปลี่ยนวัสดุหมักเป็นพืชชนิดอื่นในท้องถิ่นหรือใช้สารเคมีชนิดอื่นในการหมักไฮไลส รวมถึงการใช้อนุสัต์ชนิดอื่นในการหมักก๊าซเพื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นต่อไป

6. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ต่อไปโดยทดลองเปลี่ยนวัสดุหมักเป็นพืชชนิดอื่นในท้องถิ่นหรือใช้สารเคมีชนิดอื่นในการหมักชีเลส รวมถึงการใช้มูลสัตว์ชนิดอื่นในการหมักก๊าซเพื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นสูงสุด และเป็นการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดรายจ่ายในครัวเรือนหรือชุมชนอย่างยั่งยืน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการวิจัยของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) ศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และคณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ นักศึกษาปริญญาเอก นักศึกษาปริญญาโท คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม อ.สุเมธ ไชยประพัทธ์ และเพื่อนๆร่วมโครงการทุกท่าน

8. เอกสารอ้างอิง

สมฤดี ฤทธิ์ยากุล,สุเมธ ไชยประพัทธ์และปิยะรัตน์ บุญแสง.ม.ป.ป. ประสิทธิภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับสาหร่ายหนามจากทะเลสาบสงขลา.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.หาดใหญ่

ดวงสมร สินเจิมศิริ.อังคณา หาญบรรจงและรักปัญญ์ ถนอมวงศ์วัฒน์.ม.ป.ป. การปรับปรุงคุณภาพของเส้นใยปาล์มโดยวิธีเคมีและชีวภาพ.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.หาดใหญ่

วีรวิทย์ วงศ์วัฒนวิศิษฐ์.2544.การผลิตแก๊สชีวภาพจากกากตะกอนของระบบตะกอนเร่งจากโรงงานแปรรูปอาหารทะเล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.หาดใหญ่

ก๊าซชีวภาพ.http://www.thaienergydata.in.th/econtent/upload_pic/1190688359.pdf เว็บไซต์ข้อมูลไบโอแก๊ส

เรื่อง“ การผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มดิบที่ผ่านกระบวนการลดยางเหนียว ”

โดยนางสาวปราณี ช่วยหนู ครูโรงเรียนวัดพังตรื อ.ระโนด จ.สงขลา และ
นางสาวรัชฎ์ลักษณ์ จันดีสาร ครูโรงเรียนกันทรลักษณ์วิทยา อ.กันทรลักษณ์ จ.ศรีสะเกษ

ในปัจจุบันนี้มีการณรงค์ให้ทุกคนช่วยกันประหยัดพลังงานในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือ เชื้อเพลิงต่าง ๆ โดยเฉพาะการใช้น้ำมัน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำมันดิบในธรรมชาติที่มีอยู่กำลังลดปริมาณลงทุกวัน และในขณะที่ความต้องการในการใช้พลังงานมีมากขึ้นเรื่อย ๆ และวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการลดปริมาณการใช้น้ำมันดิบจากธรรมชาติคือ การหาพลังงานอื่นมาทดแทน ในที่นี้การใช้พลังงานจากแหล่งอื่นที่มีอยู่ในธรรมชาติที่จะช่วยลดปัญหาการขาดแคลนน้ำมันดิบในธรรมชาติก็คือ การใช้น้ำมันจากพืช หรือที่เรียกว่า ไบโอดีเซล นั่นเอง

พืชที่สามารถนำมาผลิตไบโอดีเซลได้มีด้วยการหลายชนิดเช่น ปาล์ม พืชตระกูลถั่ว และ สบู่ดำ เป็นต้น ในที่นี้จะกล่าวถึง การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม

ก่อนอื่นมาทำความเข้าใจของไบโอดีเซลว่าคืออะไร ไบโอดีเซลคือ

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม ที่จะกล่าวถึงเป็นการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มที่นำมาหีบรวมแล้วนำมาผ่านกระบวนการลดยางเหนียว มาดูขั้นตอนการผลิตกัน เริ่มจาก

ขั้นที่ 1 การหีบเอาน้ำมันจากผลปาล์ม

ขั้นที่ 2 การลดจากยางเหนียวจากน้ำมันปาล์ม

ขั้นที่ 3 การนำน้ำมันปาล์มดิบที่ลดยางเหนียวแล้วมาผลิตไบโอดีเซล

ขั้นที่ 1 การหีบเอาน้ำมันจากผลปาล์ม



1



2



3

4



5



6



ขั้นที่ 2 การลดจากยางเหนียวจากน้ำมันปาล์ม

- 2.1 เตรียมน้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่ถังปฏิกรณ์
- 2.2 เปิดระบบให้ความร้อนกับน้ำมันปาล์มดิบให้มีอุณหภูมิ $80-90^{\circ}\text{C}$
- 2.3 เตรียมสารละลายกรดฟอสฟอริก โดยใช้ฟอสฟอริก 85 % 1 ส่วนละลายน้ำ 9 ส่วนในถังเตรียมฟอสฟอริก
- 2.4 เมื่อน้ำมันปาล์มดิบมีอุณหภูมิถึง $80-90^{\circ}\text{C}$ เติมสารละลายกรดฟอสฟอริก 1% ของน้ำหนักของน้ำมันปาล์มดิบพร้อมเปิดใบพัดกวน
- 2.5 เมื่อกวนครบ 30 นาทีให้หยุดกวน และพักทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของยางเหนียวและน้ำมันปาล์มดิบ เมื่อครบ 1 ชั่วโมง จึงถ่ายยางเหนียวออกจากถังปฏิกรณ์
- 2.6 เตรียมน้ำล้างด้วยน้ำอุ่น เติมน้ำลงในถังปฏิกรณ์ พร้อมเปิดใบพัดกวน 10 วินาที จากนั้นพักทิ้งไว้ 5 นาที เพื่อให้ยางเหนียวที่ยังหลงเหลืออยู่ตกลงที่ก้นถังปฏิกรณ์ และถ่ายน้ำออก ทำการล้างอีกครั้ง
- 2.7 พักทิ้งไว้เพื่อรอให้ยางเหนียวแยกชั้นแล้วถ่ายออกถังปฏิกรณ์



ขั้นที่ 3 การนำน้ำมันปาล์มดิบที่ลดยางเหนียวแล้วมาผลิตไบโอดีเซล

- 3.1 เตรียมน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการลดยางเหนียวแล้ว ปริมาณ 5 ลิตรลงในถังปฏิกรณ์ อุ่นให้ได้ อุณหภูมิ 60°C ในขณะอุ่นกวนตลอดเวลา (ในที่นี้ถังปฏิกรณ์ที่ใช้อุ่นน้ำมันปาล์มดิบมีส่วนในการ กวนติดตั้งไว้และมีความเร็วรอบในการหมุน ประมาณ 300 – 350 รอบ/นาที) การอุ่นในลักษณะนี้ ใช้เวลาในการอุ่นประมาณ 25 – 30 นาที ก็จะได้อุณหภูมิ 60°C



- 3.2 นำน้ำมันส่วนหนึ่งไปไทเทรตเพื่อคำนวณหาปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และปริมาณเมทานอล



- 3.3 นำโซเดียมไฮดรอกไซด์และเมทานอลที่คำนวณได้มาละลายให้เข้ากันแล้วค่อยเทลงในถังปฏิกรณ์ แล้วกวนให้เข้ากันใช้เวลาในการกวน ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้โซเดียมไฮดรอกไซด์และเมทานอล ทำปฏิกิริยากับน้ำมันปาล์มดิบ



- 3.4 ตั้งทิ้งไว้ 45 นาที เพื่อรอให้กลีเซอรินแยกชั้นออกจากน้ำมันและตกตะกอนลงสู่ก้นถัง หลังจากนั้น ให้ถ่ายกลีเซอรินออก ในที่นี้จะได้กลีเซอรินประมาณ 650 - 800 มิลลิลิตร



3.5 นำน้ำมันที่ได้ไปล้างเอาโซเดียมไฮดรอกไซด์ออกจากน้ำมัน



3.6 เมื่อล้างแล้วนำน้ำมันที่ได้จากการล้างไปอุ่นไล่ไอน้ำแล้วนำไปทดสอบหาค่ามาตรฐานก่อนจะนำไปใช้จริงกับเครื่องยนต์

กระบวนการผลิตไบโอดีเซลที่เขียนในบทความนี้เป็นกระบวนการที่ได้จากการฝึกปฏิบัติจริงในห้องทดลองภาคทฤษฎีวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขต หาดใหญ่ ในระหว่างวันที่ 1 – 30 เมษายน 2552 โดยได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) บทความนี้อาจจะไม่ละเอียดมากนักแต่ก็พอมีประโยชน์บ้าง

ในที่นี้ขอขอบคุณ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร อาจารย์ที่ปรึกษา ,นายสุรัชย์ จันทรศรี เจ้าหน้าที่พี่เลี้ยง และเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่าง ๆ ในภาคภาคทฤษฎีวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขต หาดใหญ่ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดระยะเวลาการฝึกทำวิจัยครั้งนี้

การผลิตไบโอดีเซลจากไขมันวัวด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

(Biodiesel Production from beef tallow via Transesterification Process)

นางสาวบุเรียม พรหมปลัด ครูชำนาญการ
โรงเรียนกพรพิชากร อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากไขมันวัว ที่มีกรดไขมันอิสระต่ำกว่า 3 %wt ด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันโดยเปรียบเทียบสภาวะการใช้เมทานอลในอัตราส่วน 20 ,22 และ 24 % โดยปริมาตรต่อปริมาตรน้ำมัน ภายใต้สภาวะการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ความเข้มข้น 0.3, 0.35 และ 0.4 % โดยน้ำหนักปริมาตรน้ำมัน ควคุมอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ 60 องศาเซลเซียส และศึกษาอัตราส่วนระหว่างไขมันวัว กับผลผลิตไบโอดีเซล พบว่า ผลผลิตไบโอดีเซลที่ได้เมื่อนำมาวิเคราะห์กรดไขมันอิสระด้วยเทคนิคการไทเทรตและหาความหนาแน่น สภาวะที่ใช้เมทานอล 24 % โดยปริมาตรต่อปริมาตรน้ำมัน และที่ 0.4% โซเดียมไฮดรอกไซด์ สามารถผลิตไบโอดีเซลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับไบโอดีเซลมาตรฐาน คือมีค่ากรดไขมันอิสระ 0.2504 % โดยน้ำหนัก ค่าความหนาแน่น 0.8648 g/cm³ และปริมาณผลผลิตไบโอดีเซล (yield) มีค่าเท่ากับ 88% ของปริมาณไขมันวัวที่ใช้

คำสำคัญ : ไบโอดีเซล ไขมันวัว ทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมาก และมีปริมาณความต้องการใช้เพิ่มขึ้นทุกปี รวมไปถึงภาวะการผันผวนของราคาเชื้อเพลิงในน้ำมันตลาดโลก โดยเฉพาะน้ำมันดีเซล จากรายงานสถานการณ์พลังงานในปี 2550 และแนวโน้มปี 2551 โดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน จะเห็นว่าน้ำมันดีเซลมีปริมาณการใช้น้ำมันมากกว่าน้ำมันชนิดอื่น และมีแนวโน้มการใช้ที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ประเทศไทยเรายังมีแหล่งผลิตน้ำมันปิโตรเลียมที่ไม่มีศักยภาพเพียงพอ ประกอบกับสภาวะน้ำมันในตลาดโลกมีราคาสูงขึ้น ทำให้ประเทศไทยตั้งแต่ปลายปี 2543 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบันต้องประสบกับปัญหาราคาน้ำมันปิโตรเลียมที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการใช้พลังงานจากปิโตรเลียมส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนอีกด้วย ในขณะที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ยังมีปัญหาราคาผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ เนื่องจากผลผลิตล้นตลาด การนำพืชผลทางการเกษตรมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงทดแทน ย่อมเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยสร้างความมั่นคงด้านพลังงานให้กับประเทศ ลดการนำเข้าพลังงาน รวมทั้งรักษาปริมาณพืชผลการเกษตรให้เกิดสมดุล และลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้ในเวลาเดียวกัน

ปัจจุบัน ประเทศที่พัฒนาแล้วให้ความสนใจผลิตและใช้ไบโอดีเซลกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการทดลองผลิตเพื่อใช้กันเองในครอบครัว และการผลิตในระดับโรงงานต้นแบบ จนถึงระดับที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในเชิงอุตสาหกรรม สำหรับในสหภาพยุโรปและประเทศสหรัฐอเมริกา มีการผลิตและจำหน่ายในประเทศ ซึ่งได้รับการยอมรับจากอุตสาหกรรมผู้ผลิตรถยนต์และผู้ค้าน้ำมัน ในระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมา มี 28 ประเทศทั่วโลกที่มีการศึกษาและพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลอย่างต่อเนื่องและในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา ประเทศที่ผลิตไบโอดีเซลเป็นอุตสาหกรรมมากที่สุด 8 อันดับแรก ได้แก่ ออสเตรเลีย สาธารณรัฐเชก ฝรั่งเศส เยอรมนี อิตาลี

นิการากัว สวีเดน และสหรัฐอเมริกา วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซลเป็นอุตสาหกรรมในปริมาณมากที่สุดคือน้ำมันเมล็ดเรพ มีส่วนแบ่งในการผลิตถึงร้อยละ 80 ของวัตถุดิบอื่นๆทั้งหมด รองลงมาได้แก่ น้ำมันเมล็ดทานตะวัน และน้ำมันถั่วเหลือง ในส่วนแบ่งชนิดละร้อยละ 10 โดยกลุ่มประเทศยุโรปนิยมใช้น้ำมันเมล็ดเรพและเมล็ดทานตะวันเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล โดยมีกำลังการผลิตไบโอดีเซลในกลุ่มประเทศยุโรป 15 ประเทศ ในปี พ.ศ. 2543 ประมาณ 1.27 ล้านตัน ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันใช้แล้ว (used fried oil) เป็นวัตถุดิบ ปัจจุบันยังไม่มีโรงงานผลิตไบโอดีเซลขนาดใหญ่ มีเพียงโรงงานขนาดเล็ก 3-4 ราย ที่ทำการผลิตเป็นการค้าในประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ที่กล่าวข้างต้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับไบโอดีเซลในประเทศพัฒนาแล้วนั้น ยังมีการใช้น้ำมันปาล์ม น้ำมันลินสีด และไขสัตว์ เป็นวัตถุดิบด้วย

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชมหาราช ทรงมีพระราชดำริเกี่ยวกับ การพัฒนาเชื้อเพลิงจากการเกษตรเป็นระยะเวลาร่วม 20 ปีแล้ว เพื่อเป็นการสนองแนวพระราชดำรินี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชมหาราช ประกอบกับในปี พ.ศ. 2547 ประเทศไทยต้องเผชิญกับภาวะที่น้ำมันมีราคาสูงรัฐบาลจึงได้กำหนดเป้าหมายส่งเสริมการผลิตและการใช้ ไบโอดีเซลทดแทนน้ำมันดีเซลให้ได้ร้อยละ 10 ภายในปี พ.ศ. 2555 โดยการส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตไบโอดีเซล นอกจากนี้ยังส่งเสริมการวิจัยการพัฒนาสบู่ดำซึ่งเป็นน้ำมันอีกทางเลือกหนึ่งในอนาคต

ไบโอดีเซล คือ เชื้อเพลิงที่ผลิตจากน้ำมันพืช หรือไขมันสัตว์ โดยผ่านกระบวนการทางเคมี เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างไขมันให้เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องยนต์ กระบวนการผลิตไบโอดีเซล หรือการสังเคราะห์สารเอสเทอร์จากน้ำมันพืช/ไขมันสัตว์ ทำได้ 3 วิธี คือ

1. การใช้ปฏิกิริยา transesterification ของน้ำมันและแอลกอฮอล์ โดยใช้ด่างหรือกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
2. การใช้ปฏิกิริยา transesterification ของน้ำมันและแอลกอฮอล์ ทำปฏิกิริยาที่ความดันสูง โดยไม่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น เทคโนโลยีของบริษัท Henkel
3. การเปลี่ยนน้ำมันพืช ไขมันสัตว์ ให้เป็นกรดไขมันแล้วจึงนำกรดไขมันไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ให้เป็นเอสเทอร์

จะเห็นว่าไขมันสัตว์ก็เป็นวัตถุดิบอีกตัวหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากไขมันวัวด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชัน โดยศึกษาผลของอัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่ใช้ และปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากไขมันวัวด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชัน (transesterification)
2. ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้เมทานอลที่ 20 ,22 และ 24 % โดยปริมาตรต่อปริมาตรน้ำมัน
3. ศึกษาปริมาณการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 0.3, 0.35 และ 0.4 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตรน้ำมัน

ระเบียบวิธีวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเมทิลเอสเทอร์ : ไขมันวัว
2. สภาวะในการเกิดปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน
 - อัตราส่วนของโมลของเมทานอลต่อน้ำมันที่ใช้ เมทานอล 20 , 22, และ 24 % โดยปริมาตรของไขมันวัวที่ใช้
 - ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ร้อยละ 0.3 , 0.35 และ 0.4 % โดยน้ำหนักของไขมันวัวที่ใช้
3. การทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลจากไขมันวัว
 - ค่ากรดไขมันอิสระ (FFA)
 - ค่าความหนาแน่น
 - ร้อยละของปริมาณไบโอดีเซลที่ได้ต่อวัสดุการทดลองทั้งหมด

วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. ไขมันวัวเป็นวัตถุดิบในการทดลองเตรียมโดยนำไขมันวัวมาเจียวที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เพื่อให้มีปริมาณน้ำน้อยที่สุด
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นสารเร่งปฏิกิริยา
3. เมทานอล (CH_3OH) ความบริสุทธิ์ 98% เป็นสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา
4. ฟีนอล์ฟทาลีน ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตเพื่อตรวจสอบค่าความเป็นกรดในน้ำมัน
5. ไอโซโพรพานอล ใช้เป็นตัวทำละลายน้ำมันในการไทเทรตเพื่อตรวจสอบค่าความเป็นกรดในน้ำมัน

อุปกรณ์การทดลอง

1. ภาชนะสแตนเลสขนาด 5 ลิตร มีฝาปิดใช้ในการเจียวไขมันวัว
2. เต้าไฟฟ้าสามารถปรับความร้อนได้ใช้ในการต้มไขมันวัวโดยสามารถปรับอุณหภูมิได้
3. เครื่องชั่งแบบแสดงตัวเลขความละเอียดทศนิยมสองตำแหน่งใช้ชั่งสารในการไทเทรตและโซเดียมไฮดรอกไซด์
4. ชุดเครื่องแก้วประกอบด้วย บีกเกอร์ขนาด 1,000 ml สำหรับทำปฏิกิริยา บีกเกอร์ขนาด 250 ml สำหรับเตรียมสารละลายเมทอกไซด์ กระบอกตวงขนาด 250 ml สำหรับตวงเมทานอล แท่งแก้วคน ปิเปตและบิวเรต ขวดรูปชมพู่ สำหรับการไทเทรต กรวยแยกขนาด 1,000 ml สำหรับล้างไบโอดีเซล
5. ขวดหาความหนาแน่น สำหรับหาค่าความหนาแน่นของไบโอดีเซล

วิธีการทดลอง

การผลิตไบโอดีเซลจากไขมันวัวโดยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน

1. นำไขมันวัวมาสกัดน้ำมันด้วยวิธีการเจียวที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส สังเกตจะมีควันสีขาวระเหยออกมา ต้มจนกระทั่งควันสีขาวหมดนั่นคือไอน้ำระเหยออกมา จากนั้นวางน้ำมันที่ได้พักทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 55 - 60 องศาเซลเซียส จะได้น้ำมันพร้อมที่จะทำการทดลองขั้นต่อไป
2. ตรวจสอบค่าความเปิดกรดในน้ำมันโดยการไทเทรชัน

3. ทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 % และใช้เมทานอล 23 % ของน้ำมันที่ใช้ ผสมเมทอกไซด์ลงไปในน้ำมันคนให้เข้ากันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส คนให้เข้ากันใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้นของไบโอดีเซลและกลีเซอรินโดยสังเกตและจับเวลาไปจนกระทั่งไม่เกิดการแยกตัวของไบโอดีเซลและกลีเซอริน ใช้เวลา 20 นาที สำหรับไขมันวัว

4. กระบวนการล้าง (washing)

- โดยการนำเอาไบโอดีเซลที่ได้ผสมกับน้ำอุ่นเปล่าประมาณ 2 เท่า ของไบโอดีเซล โดยการเทน้ำผ่านไบโอดีเซล ตั้งทิ้งไว้พอ แยกชั้นใช้เวลา 15 นาที ในกรวยแยกไบโอดีเซลและน้ำจะแยกตัวออกจากกันโดยน้ำจะอยู่ด้านล่างปล่อยน้ำทิ้ง

- ทำการล้างอีกครั้งด้วยการเทน้ำอุ่นเปล่าประมาณ 2 เท่าของไบโอดีเซล โดยการเทน้ำผ่านไบโอดีเซล ตั้งทิ้งไว้พอแยกชั้นใช้เวลา 15 นาที ในกรวยแยกไบโอดีเซลและน้ำจะแยกตัวออกจากกันโดยน้ำจะอยู่ด้านล่าง ปล่อยน้ำทิ้ง

- ทำการล้างครั้งที่สาม ด้วยการเทน้ำอุ่นเปล่าประมาณ 2 เท่าของไบโอดีเซล โดยการเทน้ำผ่านไบโอดีเซลแล้วทำการบับเบิล โดยใช้เครื่องปั๊มอากาศสำหรับตู้ปลา บับเบิล 15 นาที ตั้งทิ้งไว้พอแยกชั้นใช้เวลา 15 นาที ในกรวยแยกไบโอดีเซลและน้ำจะ แยกตัวออกจากกันโดยน้ำจะอยู่ด้านล่าง ปล่อยน้ำทิ้ง

- ทำการล้างครั้งที่สี่ ด้วยการเทน้ำอุ่นเปล่าประมาณ 2 เท่าของไบโอดีเซล โดยการเทน้ำผ่านไบโอดีเซลแล้วทำการบับเบิลโดยใช้เครื่องปั๊มอากาศสำหรับตู้ปลา บับเบิลทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้นในกรวยแยกไบโอดีเซลและน้ำจะแยกตัวออกจากกันโดยน้ำจะอยู่ด้านล่าง ปล่อยน้ำทิ้ง

5. จากนั้นนำไบโอดีเซลต้มไล่ความชื้นที่อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที หรือจนกว่าไม่มีสะเก็ดน้ำมันกระเด็น หลังจากนั้นพักทิ้งไว้ให้เย็นลงและเก็บไว้รอการทดสอบต่อไป

6. ทำการทดลองซ้ำในขั้นตอนที่ 1-3 โดยแปรค่าปริมาณเมทานอลเป็น 20% ,22% และ 24 % โดยปริมาตรของน้ำมันจากไขมันวัว และแปรโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.3%,0.35% และ 0.4 %

7. ทดสอบหาสมบัติทางกายภาพและร้อยละของผลผลิตไบโอดีเซล นำไบโอดีเซลที่ผลิตได้ไปคำนวณร้อยละผลผลิตไบโอดีเซล (ร้อยละของปริมาณไบโอดีเซลที่ได้ต่อวัสดุการทดลองทั้งหมด) และทดสอบหาสมบัติทางกายภาพค่าความหนาแน่นและคำนวณค่ากรดไขมันอิสระของไบโอดีเซลที่ได้

ผลการทดลอง

สภาวะที่ 1 พบว่าปริมาณเมทานอลที่ 24 % โดยปริมาตรต่อปริมาตรน้ำมัน โดยใช้โซเดียม

ไฮดรอกไซด์ปริมาณ 0.5% โดยน้ำหนักต่อปริมาตรน้ำมัน สามารถผลิตไบโอดีเซลได้เมทิล เอสเทอร์ที่มีค่ากรดไขมันอิสระและค่าความหนาแน่นต่ำสุด

สภาวะที่ 2 พบว่าปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ 0.4 % โดยมวลต่อปริมาตรน้ำมัน โดยใช้เมทานอลปริมาณ 24 % โดยปริมาตรต่อปริมาตรน้ำมัน สามารถผลิตไบโอดีเซลที่มีค่ากรดไขมันอิสระและค่าความหนาแน่นต่ำสุด ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาประมาณ 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผ่านกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชันที่ความเข้มข้นของ NaOH.5% โดยใช้เมทานอล 20%,22% และ24%

%เมทานอล	ค่าความหนาแน่น(กรัม/มิลลิลิตร)
20%	0.8632
22%	0.8638
24%	0.8650

ตารางที่ 2 ค่าความหนาแน่นของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผ่านกระบวนการทรานเอสเตอริฟิเคชันที่ความเข้มข้นของ NaOH .3%,.35%และ .4% โดยใช้เมทานอล 24%

%โซเดียมไฮดรอกไซด์	ค่าความหนาแน่น(กรัม/มิลลิลิตร)
0.30	0.8664
0.35	0.8656
0.40	0.8648

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการผลิตไบโอดีเซลจากไขมันวัวที่มีค่ากรดไขมันอิสระไม่เกิน 3 %โดยน้ำหนัก ด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันโดยศึกษาผลกระทบของปริมาณเมทานอลและโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่ให้ผลผลิตไบโอดีเซลที่มีค่ากรดไขมันอิสระและค่าความหนาแน่นต่ำสุดอยู่ที่ปริมาณเมทานอล 24%และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4% โดยน้ำหนักของน้ำมันที่ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 1 ชั่วโมง

การวิจัยในอนาคตจะได้นำสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากไขมันวัวในครั้งนี้ไปใช้ออกแบบสร้างเครื่องผลิตไบโอดีเซลที่มีขนาดกำลังการผลิตที่ไม่สูงนักขนาด 5 หรือ 10 ลิตร สามารถใช้งานง่าย ราคาไม่แพง เหมาะสำหรับการผลิตไบโอดีเซลไว้ใช้งานเองในระดับครัวเรือน โดยเฉพาะชุมชนอิสลามที่มีการบริโภคเนื้อวัวจะมีปริมาณไขมันวัวที่มีปริมาณพอสมควร นอกจากสามารถผลิตไบโอดีเซลใช้ได้แล้วยังช่วยแก้ปัญหามลพิษที่เกิดจากการทิ้งไขมันวัวได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการครุวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) ได้รับความสะดวกด้านสถานที่และการฝึกทำวิจัยสถานีวิจัยเทคโนโลยีพลังงานมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ กำพล ประทีปชัยกูร อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ศึกษาวิจัย จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณ คณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัยขอขอบคุณ คุณสุรัช จันทรศรี นักศึกษาปริญญาเอกมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การดูแล แนะนำ กระบวนการทดลองและช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- วสันต์ เขียรสุวรรณ. 2551. “การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว: ผลกระทบของค่าตัวแปรในกระบวนการผลิต” , วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคามฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551;27(2):167-174.
- ศูนย์วิจัยและสาธิตระบบพลังงานทดแทน ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง. 2551.คู่มือการผลิตไบโอดีเซลอย่างง่ายจากน้ำมันพืชใช้แล้ว. พัทลุง.คณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร. 2545. พลังงานทดแทน เอทานอล และไบโอดีเซล. กรุงเทพฯ : บริษัท แปลน พรินท์ติ้ง จำกัด.
- กำพล ประทีปชัยกุล และ ชีรวัฒน์ อภิชาติ. 2546. “การใช้น้ำมันปาล์มเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลทางการเกษตร : การทดสอบเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล”, วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 25(3) : 317-326.
- ชาคริต ทองอุไร, สันหทัย กลิ่นพิกุล, จริญญา บุญญาญจน์ และพิมพ์พรรณ เกียรติชิมกุล. 2544. การผลิตไบโอดีเซลจากผลิตผลปาล์มน้ำมัน. วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544 23 (ฉบับพิเศษ) : 831- 841.
- ชัยชาญ ฤทธิกริกไกร. 2547. “ไบโอดีเซลพลังงานทดแทนของไทย”, วารสารโลกพลังงาน. 25 ตุลาคม- ธันวาคม 2547: 47-50.
- สุทัศนากำเนิดทอง, ทำไบโอดีเซลใช้เอง. วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ 2548; 7:19-48.
- อริคม คำดี. 2548. ภูมิปัญญาคนไทย ผลิตน้ำมันไบโอดีเซล จากน้ำมันพืชใช้แล้ว.เทคโนโลยีชาวบ้าน วันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2548 ปีที่ 17 ฉบับที่ 365.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2550. “สถานการณ์พลังงานในปี2550และแนวโน้มปี 2551”(ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.energy.go.th/>. สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์,2552.

การผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชใช้แล้วด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน

Methyl Ester Production from Used Cooking Oil by Transesterification Process

นางศรีกัลยา เทียนน้อย Srigulya Tiannoi

นางอรนุช เสี่ยงดัง Oranuch Seangdang

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันทอดด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันในถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตร โดยการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเอสเทอร์ที่ได้ด้วยการแปรค่าปริมาณเมทานอลที่ 22 24 และ 26 % โดยปริมาตรน้ำมัน ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ 3 4 และ 5 % น้ำหนักต่อปริมาณน้ำมัน อุณหภูมิปฏิกิริยาถูกควบคุมไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบของการกวนควบคุมไว้ที่ 90 รอบต่อนาที ค่ากรดไขมันอิสระในน้ำมันวัดได้โดยการไตเตรทผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้เมทานอลที่ 24 % โดยปริมาตร และปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ 5% โดยน้ำหนัก ค่ากรดไขมันอิสระในเมทิลเอสเทอร์ลดลงเหลือ 0.167 และความหนาแน่นของเมทิลเอสเทอร์มีค่า 0.8686 ผลได้ร้อยละของเอสเทอร์อยู่ที่ 86 % และปริมาณน้ำล้างที่ใช้มีค่า 7.48 เท่าของปริมาณน้ำมัน

คำสำคัญ เมทิลเอสเทอร์ ทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน น้ำมันพืชใช้แล้ว ถังปฏิกรณ์

ABSTRACT

The research is to study the methyl ester production from used cooking oil by transesterification process in 10 liters batch reactor. Comparison of the effect of varying methanol and sodium hydroxide used on the quality of methyl ester have been done. 20, 24 and 26 %v/v of methanol to oil and 3,4 and 5%wt/v of sodium hydroxide are used in this study while the reaction temperature is controlled at 60°C and the stirring speed is controlled at 90 rpm. Titration is used to find the free fatty acid of the oil and it is found that free fatty acid left in methyl ester can be reduced to 0.167 and the density of the final product is 0.8686 when 24%v/v of methanol and 5 %wt/v of sodium hydroxide are used. 86% ester yield can be achieved and water washed is 7.48 times of oil.

บทนำ

จากวิกฤตพลังงานที่เกิดขึ้นทั่วโลกซึ่งรวมถึงประเทศไทยที่ประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่พลังงานฟอสซิลที่นับวันจะลดปริมาณเหลือน้อยลงไปเรื่อยๆ มีการคาดการณ์กันว่าพลังงานฟอสซิลจะสามารถมีรองรับให้ใช้ได้อีกประมาณ 40 ปีเท่านั้น ดังนั้นจึงมีความพยายามหาแหล่งน้ำมันเชื้อเพลิงอื่นมาใช้ทดแทนซึ่งก็ได้แก่พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานชีวมวลจากพืชพลังงาน และเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม เป็นผู้นำด้านการผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์เกษตรหลายชนิดเช่น ปาล์ม มันสำปะหลัง และ อ้อย เป็นต้น ซึ่งการเพาะปลูกพืชพลังงานนอกเหนือจากการนำไปใช้เพื่อการบริโภคแล้ว การนำพืชเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในเชิงพลังงานน่าจะเป็นแนวทางที่ดีเพื่อให้ประเทศไทยได้มีการผลิตพลังงานใช้เองและเพื่อลดค่าใช้จ่ายการนำเข้าเชื้อเพลิงราคาแพงจากต่างประเทศ

มีการวิจัยเกี่ยวกับการใช้น้ำมันพืชชนิดต่างๆ เป็นเชื้อเพลิง แต่อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองพบว่า ค่าความหนืดของน้ำมันจากพืชค่อนข้างสูงกว่าเป็นหลายเท่าของน้ำมันเชื้อเพลิงจากปิโตรเลียม และค่าความหนืดนี้เองที่ทำให้การแตกตัวของอนุภาคของน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นไปไม่ดีนักในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการควบคุมต่างๆ เช่น การสะสมบนเครื่องยนต์ เป็นต้น จึงได้มีการหาแนวทางแก้ไขปัญหเกี่ยวกับความหนืดของน้ำมันจากพืชด้วยวิธีต่างๆ และวิธีการหนึ่งคือปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน

แนวทางแก้ไขด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน นับเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมเป็นอันมาก ซึ่งจากปฏิกิริยาดังกล่าว จะได้โมโนอัลคิลเอสเทอร์ของน้ำมันจากพืชหรือไขมันสัตว์ ซึ่งปัจจุบันนี้ เรียกว่า “ไบโอดีเซล” กล่าวโดยย่อ ก็คือ การนำน้ำมันจากพืชมาทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ (โดยทั่วไปใช้เมทานอล) และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา (นิยมใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์) จะได้เมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ ซึ่งก็คือ ไบโอดีเซล นั่นเอง

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศพบว่าไบโอดีเซลจะมีสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล แต่มีความหนืดมากกว่าเล็กน้อย รวมถึงมีรายงานของการนำไบโอดีเซลไปใช้ในเครื่องยนต์พบว่าสามารถใช้ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการใช้ไบโอดีเซลอย่างแพร่หลายในประเทศยุโรปและสหรัฐอเมริกา ดังนั้น ไบโอดีเซล จึงเป็นพลังงานทดแทน หรือพลังงานทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการรับมือกับสถานการณ์วิกฤตพลังงานของประเทศไทย เนื่องจากเศรษฐกิจไทยตั้งอยู่บนพื้นฐานการเกษตร มีน้ำมันจากพืชเศรษฐกิจหลายชนิดในปริมาณที่มากซึ่งเหมาะสมจะนำมาเป็นใช้ประโยชน์ในการเปลี่ยนเป็นไบโอดีเซล อีกทั้งเป็นการส่งเสริมเกษตรกร ทำให้ประเทศมีความสามารถในการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานมากขึ้น และลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงราคาแพงจากต่างประเทศ ทั้งยังเป็นการสร้างเสถียรภาพทางพลังงานให้กับประเทศอีกด้วย

ขณะเดียวกันจากการสำรวจพบว่าในแต่ละปีประเทศไทยมีปริมาณน้ำมันประกอบอาหารใช้แล้วเหลือทิ้งเป็นปริมาณมากถึง 74.75 ล้านลิตรต่อปี(กระทรวงพลังงาน) โดยปริมาณน้ำมันพืชเหลือทิ้งมากที่สุดเกิดจากกลุ่มครัวเรือน ซึ่งการกำจัดน้ำมันพืชในส่วนนี้คือการทิ้งสู่ธรรมชาติซึ่งทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมหรือถูกนำกลับมาใช้ใหม่โดยการรับซื้อของพ่อค้าคนกลางโดยการนำกลับมากรองและขายกลับไปยังผู้ประกอบการร้านค้า ทำให้เกิดปัญหาสุขภาพต่อผู้บริโภค เนื่องจากในน้ำมันประกอบอาหารใช้แล้วที่นำกลับมาใช้ซ้ำจะมีสารพิษก่อมะเร็งอยู่ 2 กลุ่ม คือ อนุมูลอิสระและไดออกซิน นอกจากนี้ น้ำมันประกอบอาหารใช้แล้วยังมีสารเคมีที่เกิดจากการประกอบอาหารที่มีผลกระทบต่อสุขภาพหลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ สารพีเอเอช สารเอ็นพีเอเอชและสารประกอบโพลาร์ โดยสารชนิดที่มีโมเลกุลขนาดเล็กจะระเหยเป็นไอขณะทอดหรือผัดที่มีผลต่อผู้ประกอบการ ส่วนสารที่มีขนาดใหญ่จะอยู่ในน้ำมันทอดหรือดูดซับเข้าไปในอาหาร โดยผู้ที่สัมผัสกับสารเคมีดังกล่าวมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดมะเร็ง ความดันโลหิตสูง เกิดความผิดปกติต่อระบบสมอง ระบบประสาท ภูมิคุ้มกันและอวัยวะต่างๆ ทำให้เกิดการกลายพันธุ์และก่อมะเร็งระบบฮอร์โมนเพศ ทำให้เกิดความผิดปกติกับระบบสืบพันธุ์ และมีความเสี่ยงที่จะทำให้ตัวอ่อนของทารกในครรภ์ผิดปกติถึงขั้นทำให้เสียชีวิตก่อนกำหนดได้ จากปัญหาดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาผลิตไบโอดีเซล นอกจากจะเป็นการช่วยชาติในการอนุรักษ์พลังงานแล้ว ยังช่วยแก้ปัญหาด้านมลพิษและด้านสุขภาพของผู้บริโภคได้อีกด้วย ดังนั้น น้ำมันประกอบอาหารใช้แล้วจึงนับเป็นวัตถุดิบที่ควรส่งเสริมให้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตไบโอดีเซล

จากประสบการณ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพลังงานทดแทนไบโอดีเซลในโรงเรียนของผู้วิจัยเองพบว่าผู้เรียนไม่ได้นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริงเนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์และที่สำคัญไม่สามารถขยายผลการเรียนรู้สู่ชุมชนตามที่มุ่งหวังได้ สภาพการผลิตไบโอดีเซลของคนในชุมชนยังเป็นแบบลองผิดลองถูกและไม่เป็นระบบครบวงจรบนพื้นฐานของความรู้ที่แท้จริง ทำให้นโยบายการส่งเสริมชุมชนผลิตและใช้พลังงานทดแทนหรือโครงการไบโอดีเซลชุมชนไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ทั้งๆ

ที่ในชุมชนมีวัตถุดิบ คือ น้ำมันพืชใช้แล้วอย่างเพียงพอ คนในชุมชนให้ความสนใจและมีความต้องการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วไว้ใช้เอง จึงควรเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่จะต้องเข้ามาจับทางพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น ปรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนกระบวนการเรียนรู้และสร้างแหล่งเรียนรู้เรื่องพลังงานทดแทนการผลิตไบโอดีเซลให้มีความเหมาะสม ต่อเนื่องและขยายผลสู่ชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ด้วยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (transesterification)
2. ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้เมทานอลที่ 22 ,24 และ 26 % โดยน้ำหนักน้ำมัน
3. ศึกษาปริมาณการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ 3.3,5,4 และ 5 % โดยน้ำหนัก
4. ศึกษาปริมาณน้ำล้างไบโอดีเซลที่เหมาะสมทั้งนี้ ให้มีคุณสมบัติค่ากรดไขมันอิสระ (FFA) ความหนาแน่น (Density) ของน้ำมันไบโอดีเซลและ pH ของน้ำล้างตามที่กำหนด

อุปกรณ์ / วิธีการ

วัตถุดิบและสารเคมี ประกอบด้วย

1. น้ำมันพืชใช้แล้ว
2. เมทานอลความเข้มข้น 99 % (Methanol)
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide)
4. ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ (Phenolphthalien Indicator)
5. ไอโซโพรพานอล (Iso-propanol)

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดเครื่องแก้วพื้นฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี เช่น บีกเกอร์ กระจกตวง ปีเปต บิวเรต ขวดรูปชมพู่ กรวยแยก เป็นต้น
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง) ยี่ห้อ SHIMADZU LIBROR EB -3200 H พิกัด 3,120 กรัม ความละเอียด 0.01 กรัม ใช้สำหรับชั่งสารเคมี
3. Hotplate Stirrer ยี่ห้อ CORNING ใช้สำหรับให้ความร้อนและกวนสาร
4. เทอร์โมมิเตอร์ เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิชนิด K-type thermocouple : -200 °C ถึง 1370 °C ยี่ห้อ FLUKE NO 5111 ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา
5. ถังปฏิกรณ์ ขนาด 10 ลิตร
6. ขวดวัดความหนาแน่น ใช้สำหรับหาความหนาแน่นของไบโอดีเซล เทียบกับค่าความหนาแน่นมาตรฐานของน้ำมันไบโอดีเซล ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน

ภาพที่ 1 เครื่องชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)ยี่ห้อ SHIMADZU LIBROR EB-3200 H พิกัด 3,120 กรัม ความละเอียด 0.01 กรัม ใช้สำหรับชั่งสารเคมี



ภาพที่ 2 Hotplate Stirrer ยี่ห้อ CORNING ใช้สำหรับให้ความร้อนและกวนสาร



ภาพที่ 3 เทอร์โมมิเตอร์ เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิชนิด K-type thermocouple : -200 °C ถึง 1370 °C ยี่ห้อ FLUKE NO 5111 ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา



ภาพที่ 4 ขวดวัดความหนาแน่น ใช้สำหรับหาความหนาแน่นของไบโอดีเซล เทียบกับค่าความหนาแน่นมาตรฐานของน้ำมันไบโอดีเซล ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน



วิธีการศึกษา

- ขั้นที่ 1 ศึกษาสภาวะการใช้เมทานอลที่สัดส่วน 22, 24, 26 % โดยน้ำหนักน้ำมัน
- ขั้นที่ 2 ใช้ผลการทดลองขั้นที่ 1 ศึกษาปริมาณสารเร่งปฏิกิริยา (NaOH) ที่ 3, 3.5, 4 % โดยน้ำหนัก
- ขั้นที่ 3 นำผลการทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณน้ำที่ใช้ล้างไบโอดีเซล

ขั้นตอนการทดลอง

1. การเตรียมน้ำมันก่อนทำปฏิกิริยา
2. การเตรียมสารละลายโซเดียมเมทอกไซด์ (Sodium Methoxide)
3. การทำให้เกิดปฏิกิริยาในถังปฏิกรณ์ อุณหภูมิ 60 °C ความเร็วรอบในการกวน 90 รอบ/นาที
4. การแยกกลีเซอริน
5. การล้างสบู่และหาปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้าง
6. การขจัดน้ำออกจากไบโอดีเซลขั้นสุดท้าย
7. การตรวจหาค่า FFA และความหนาแน่นของไบโอดีเซล

ผลการศึกษา / ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชใช้แล้ว ด้วยถังปฏิกรณ์ที่ใช้กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ควบคุมอุณหภูมิที่ 60 °C ความเร็วรอบในการกวน 90 รอบ/นาที คือ ใช้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ 24 % โดยน้ำหนักน้ำมัน และตัวเร่งปฏิกิริยา 5gNaOH% โดยน้ำหนัก ให้ผลผลิตเมทิลแอลกอฮอล์คิดเป็นสัดส่วนเมทิลเอสเทอร์ 86 % กลีเซอริน 32 % ค่า FFA 0.167 และมีความหนาแน่น 0.8686 ใช้ในการล้าง 37400 cc. หรือ 7.48 เท่าของน้ำมันพืช ผลการศึกษาสามารถนำไปเป็นแนวทางในการผลิตเมทิลเอสเทอร์ที่เหมาะสมและศึกษาพัฒนาในโอกาสต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำความรู้จากการศึกษาทดลองไปใช้พัฒนาการผลิตเมทิลเอสเทอร์
2. นำรูปแบบการศึกษา ทดลอง ไปปรับใช้ในการศึกษาค้นคว้าเรื่องอื่นๆ
3. นำประสบการณ์การศึกษาทดลองไปออกแบบ ประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน
4. แลกเปลี่ยนประสบการณ์เพื่อเพิ่มพูนความรู้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ กำพล ประทีปชัยกุล อาจารย์ที่ปรึกษา งานวิจัย ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ศึกษาวิจัย จนกระทั่งสำเร็จลงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ ความเข้าใจ เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณสุรัช จันทรีศรี ซึ่งให้การดูแล แนะนำ กระบวนการทดลองและช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ระหว่างการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการครุวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และ ได้รับความสะดวกด้านสถานที่และการฝึกทำวิจัยจากสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

เอกสารอ้างอิง

- วสันต์ เขียวสุวรรณ. 2551. “การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว: ผลกระทบของค่าตัวแปรในกระบวนการผลิต” , วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคามฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551;27(2):167-174.
- ศูนย์วิจัยและสาธิตระบบพลังงานทดแทน ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง. 2551คู่มือการผลิตไบโอดีเซลอย่างง่ายจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว. พัทลุง.
- คณะกรรมการการพลังงาน สภาผู้แทนราษฎร. 2545. พลังงานทดแทน เอทานอล และไบโอดีเซล. กรุงเทพฯ : บริษัท แปลน พรินท์ติ้ง จำกัด.
- กำพล ประทีปชัยกุล และ ชีรวัฒน์ อภิชาติ. 2546. “การใช้น้ำมันปาล์มเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลทางการเกษตร : การทดสอบเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล”, วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 25(3) : 317-326.
- ชาคริต ทองอุไร, สันต์ชัย กลิ่นพิกุล, จริญญา บุญกาญจน์ และพิมพ์พรณ เกียรติชิมกุล. 2544. การผลิตไบโอดีเซลจากผลิตผลปาล์มน้ำมัน. วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544 23 (ฉบับพิเศษ) : 831- 841.

เรื่อง มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงเรียนบ้านชุมโลง

นางสาวชูศรี กาญจนวงศ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านชุมโลง

โรงเรียนบ้านชุมโลง หมู่ที่ 1 ตำบลสระแก้ว อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160

Email: sri_47@hotmail.com

บทนำ

พลังงาน ตามพจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 หมายถึง ความสามารถซึ่งมีอยู่ในตัวของสิ่งนี้อาจให้แรงงานได้ แต่ในทางปฏิบัติ พลังงาน หมายถึง สิ่งที่ขับเคลื่อนกิจกรรมทุกอย่างของมนุษย์ มนุษย์จึงไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ถ้าปราศจากพลังงาน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551 : 12)

พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้มี 2 รูปแบบ คือ 1) พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีอยู่จำกัดและใช้แล้วไม่หมดไป เช่น แสงอาทิตย์ ลม ความร้อนใต้พิภพ รวมไปถึงชีวมวลจากการเกษตรและกสิกรรม เช่น แกลบ ชานอ้อย มูลสัตว์ เป็นต้น การใช้พลังงานหมุนเวียนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าพลังงานในรูปอื่น 2) พลังงานสิ้นเปลือง (Modern Energy) เป็นพลังงานที่เกิดจากอินทรีย์สารทับถมกันเป็นชั้นๆ เป็นระยะเวลามากกว่า ร้อยล้านปี ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน หรือเรียกว่าพลังงานฟอสซิล (Fossil Energy) ซึ่งมีอยู่จำกัดและหากนำมาใช้ตลอดเวลาจะหมดไป พลังงานที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่เป็นพลังงานสิ้นเปลือง (Modern Energy) ที่มีผลการสำรวจพบว่าพลังงานดังกล่าวจะหมดไปจากโลกภายใน 40 ปี (กระทรวงพลังงาน, 2550: 1-2)

ประเทศไทย เป็นประเทศที่มีแหล่งพลังงาน และผลิตพลังงานไม่เพียงพอต่อการใช้พลังงานในประเทศ จำเป็นต้องใช้พลังงานจากต่างชาติ ร้อยละ 95 ต้องสูญเสียเงินตราในการซื้อพลังงานปีหนึ่งมากกว่าเจ็ดแสนล้านบาท ตัวอย่างข้อมูล ปี พ.ศ.2544 ประเทศมีมูลค่าผลผลิตมวลรวม 5,123,000 ล้านบาท มีมูลค่าการใช้พลังงาน 757,000 ล้านบาท นั่นหมายความว่าทุก 100 บาท ต้องเป็นค่าใช้จ่ายเพื่อพลังงาน 14 บาท และมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้น องค์การหลักที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการนโยบายและแผนพลังงานของประเทศไทยคือ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เพื่อให้ประเทศไทยมีพลังงานใช้อย่างพอเพียงมั่นคง ทัวถึง ในระดับราคาที่เหมาะสม มีการใช้และอนุรักษ์พลังงาน อย่างรู้ค่า เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน และมีขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน โดยนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศ สามารถสรุปได้ดังนี้

คำสำคัญ มาตรการ, ประหยัดไฟฟ้า, อนุรักษ์พลังงาน, โรงเรียน

มาตรการประหยัดพลังงาน

1. สร้างความมั่นคงทางด้านพลังงาน ด้วยการจัดหาพลังงานให้เพียงพอต่อการพัฒนาประเทศเพื่อความอยู่ดีกินดีของประชาชน โดยเร่งรัดให้มีการลงทุนสำรวจและพัฒนาพลังงานทั้งจากในประเทศ เขตพื้นที่พัฒนาร่วม และจากประเทศเพื่อนบ้านให้เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งส่งเสริมความร่วมมือด้านพลังงานกับต่างประเทศ

2. ส่งเสริมให้มีการกำกับดูแลกิจการพลังงานให้มีราคาพลังงานที่เหมาะสมเป็นธรรม ก่อให้เกิดการแข่งขันลงทุนในธุรกิจพลังงาน โดยมีมาตรฐานคุณภาพการบริการและความปลอดภัยที่ดี

3. พัฒนาและวิจัยพลังงานทดแทนทุกรูปแบบเพื่อเป็นทางเลือกแก่ประชาชนตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและการพัฒนาอย่างยั่งยืน รวมทั้งศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมในการตัดสินใจพัฒนาพลังงาน

ทางเลือกอื่น ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและพลังงานที่สอดคล้องกับท้องถิ่น

4. ส่งเสริมการอนุรักษ์และประหยัดพลังงานอย่างจริงจังและต่อเนื่องรวมทั้งสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพทั้งในภาคการผลิต ภาคบริการและภาคประชาชน โดยมีมาตรการจูงใจที่เหมาะสม

5. ส่งเสริมการพัฒนา ผลิต และใช้พลังงานควบคู่ไปกับการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมกลไกการพัฒนาพลังงานที่สะอาด รวมทั้งให้ความสำคัญกับการจัดการก๊าซเรือนกระจกเพื่อช่วยบรรเทาสภาวะโลกร้อน

โรงเรียนบ้านชุมโง เป็นโรงเรียนขนาดเล็กในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน ตั้งอยู่หมู่ที่ 1 ตำบลสระแก้ว อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80160 โทรศัพท์ / โทรสาร 075751724 Email: sri_47@hotmail.com สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 4 เป็นโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก มีนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 1 ถึงประถมศึกษาปีที่ 6 ชุมชนในเขตบริการของโรงเรียนมีลักษณะเป็นชุมชนชนบท มีประชากรประมาณ 200 ครัวเรือน อาชีพหลักของชุมชน คือ การทำสวนยางพารา การทำสวนทุเรียน ทำสวนมังคุด เนื่องจากพื้นที่เหมาะแก่การเกษตร ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ ประเพณี / ศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นที่เป็นที่รู้จักโดยทั่วไป คืองานมงคลสมรส งานบวชนาคน งานศพ ขึ้นบ้านใหม่ ลอยกระทง สงกรานต์ วันสารทเดือนสิบ ศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น ได้แก่ การรำและการตีกลองยาว ผู้ปกครองส่วนใหญ่ จบการศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 6 มีอาชีพ ทำสวน คิดเป็นร้อยละ 90 รับจ้างและอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 10 มีรายได้โดยเฉลี่ย/ครัวเรือ 5 คน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลการใช้มาตรการประหยัดไฟฟ้าเพื่ออนุรักษ์พลังงานในโรงเรียนบ้านชุมโง

ขั้นตอนการดำเนินการ

การศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียนบ้านชุมโง มีกระบวนการดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียน
2. กำหนดนโยบายในการอนุรักษ์พลังงานในหน่วยงาน
3. จัดตั้งทีมงาน
4. เก็บข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานต่างๆ ในโรงเรียน
5. คำนวณหาค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอย ต่อบุคลากร (คนหรือกลุ่มคน)
6. ตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงเรียน
7. วิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงาน
8. กำหนดมาตรการอนุรักษ์
9. ใช้มาตรการและติดตามผลการดำเนินงาน
10. จัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์ประเมินผลมาตรการ
11. ปรับมาตรการให้ประสิทธิภาพ

ข้อมูลพื้นฐานของโรงเรียนบ้านชุมโง

โรงเรียนบ้านชุมโง มีบุคลากร รวม 88 คน ประกอบด้วยครู 7 คน นักเรียนอนุบาล 11 คน และนักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวน 70 คน มีพื้นที่ใช้สอยที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่าง 816 ตารางเมตร ดังตาราง

ตารางที่ 1 จำนวนห้องและพื้นที่ใช้สอยในอาคาร

ประเภทของห้อง	จำนวน	ขนาดต่อห้อง (เมตร)	รวมพื้นที่(ตารางเมตร)
ห้องเรียน	8	6 x 8	384
ห้องสำนักงานครู	1	6 x 8	48
ห้องพิเศษ	3	6 x 8	144
ห้องสมุด	1	10 x 12	120
โรงอาหาร	1	10 x 12	120
รวมพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร			816

ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงาน ในโรงเรียน

ในปี 2551 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงธันวาคม โรงเรียนมีข้อมูลปริมาณ การใช้ไฟฟ้าต่อบุคลากร (88 คน) และปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่ (816 ตารางเมตร) มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโรงเรียน ในปี 2551

เดือน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า				
	หน่วย (kWh)	ค่าเฉลี่ย หน่วย/ คน	ค่าเฉลี่ย หน่วย/ม ²	ค่าไฟฟ้า (บาท)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย บาท/ คน
มกราคม	411	4.67	0.50	1,377.10	15.65
กุมภาพันธ์	311	3.53	0.38	1,053.55	11.97
มกราคม	411	4.67	0.50	1,377.10	15.65
กุมภาพันธ์	311	3.53	0.38	1,053.55	11.97
มีนาคม	296	3.36	0.36	1,003.22	11.40
เมษายน	114	1.30	0.14	392.36	4.46
พฤษภาคม	136	1.55	0.17	466.20	5.30
มิถุนายน	273	3.10	0.33	908.46	10.32
กรกฎาคม	264	3.00	0.32	878.83	9.99
สิงหาคม	264	3.00	0.32	878.83	9.99
กันยายน	285	3.24	0.35	947.97	10.77
ตุลาคม	162	1.84	0.20	568.78	6.46
พฤศจิกายน	200	2.27	0.25	699.92	7.95
ธันวาคม	188	2.14	0.23	658.52	7.48
รวม	2,094	33.00	3.56	9,833.74	111.72
เฉลี่ย	242.00	2.75	0.30	819.48	9.31

จากตาราง พบว่า โรงเรียนบ้านชุมโง่ง มีปริมาณการใช้ไฟฟ้า ในปี 2551 ทั้งปี 2,904 หน่วย เมื่อคิดปริมาณการใช้ไฟฟ้า พบว่า มีการใช้ไฟฟ้า 33 หน่วยต่อคน และ 3.56 หน่วยต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยโรงเรียนต้องจ่ายค่าไฟฟ้าเฉลี่ยคนละ 111.75 บาทต่อปี

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรายเดือน พบว่า บุคลากรแต่ละคนใช้ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเดือนละ 2.75 หน่วย และโรงเรียนต้องจ่ายค่าไฟฟ้าเดือนละ 9.31 บาท ต่อคน

การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงเรียน

หน่วยงานโรงเรียนบ้านชุมโง่ง

ค่ากระแสไฟฟ้า 2.66 บาทต่อหน่วย

ค่า Ft 0.69 บาทต่อหน่วย

ค่าไฟฟ้ารวม 3.35 บาทต่อหน่วย

วันทำงานต่อปี 200 วัน

ตารางที่ 3 ข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่ใช้สอยของโรงเรียน

บริเวณ	อุปกรณ์	ขนาด ที่ใช้ไฟ (kW)	จำนวน	รวม	จำนวน ชั่วโมง ต่อวัน	จำนวน หน่วย kWh/ปี
ห้องเรียน	หลอดผอม	0.04	48	1.728	1	345.60
	พัดลมผนัง 16 นิ้ว	0.07	16	1.056	1.5	316.80
	หลอดผอม	0.04	4	0.144	1	28.80
หน้าอาคาร	เครื่องทำน้ำเย็น	0.07	1	0.07	1	14.00
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36วัตต์	0.05	2	0.092	2	36.80
ห้อง สำนักงาน โรงเรียน	พัดลมผนัง 16 นิ้ว	0.07	2	0.132	2	52.80
	ตู้เย็น 6.5 ลบ.ฟุต	0.11	1	0.11	24	528.00
	หม้อหุงข้าว 2.5 ลิตร	1.05	2	2.1	0.00	-
	กระติกน้ำร้อน	0.60	2	1.2	2	480.00
	คอมพิวเตอรื	0.12	1	0.12	2	48.00
	พริ้นเตอร์เลเซอร์	0.06	1	0.06	2	24.00
ห้องพิเศษ 3 ห้อง	ทีวีสี 24 นิ้ว	0.05	2	0.1	1.00	20.00
	วีซีดี	0.05	2	0.1	0.50	10.00
	หลอดผอม	0.04	12	0.432	1	86.40
	พัดลมผนัง 16 นิ้ว	0.05	8	0.4	1	80.00
	เครื่องเสียง	0.02	1	0.015	0.5	1.50
	คอมพิวเตอรื	0.09	8	0.72	2	288.00

ตารางที่ 3 (ต่อ)

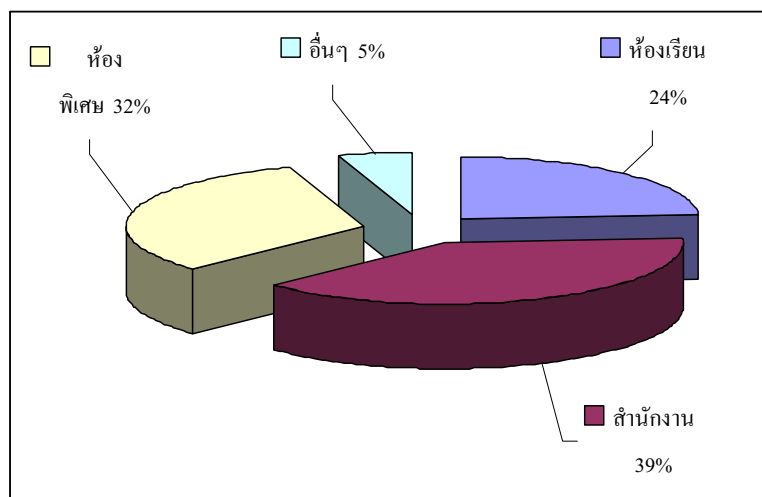
บริเวณ	อุปกรณ์	ขนาด ที่ใช้ไฟ (KW)	จำนวน	รวม	จำนวน ชั่วโมง ต่อวัน	จำนวน หน่วย kWh/ปี
	พริ้นเตอร์	0.06	2	0.12	2	48.00
	เทป	1.60	1	1.6	0.5	160.00
	กระติกน้ำร้อน	0.60	1	0.6	2	240.00
โรงอาหาร	หลอดผอม	0.04	10	0.36	1	72.00
	พัดลมเพดาน 16 นิ้ว	0.053	2	0.106	1	21.20
รวมใช้พลังงาน						2,901.90
คิดเป็นเงิน						9,721.37

ตารางที่ 4 สัดส่วนการใช้พลังงานในโรงเรียน

พื้นที่ใช้สอย	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า	
	จำนวนหน่วย (kWh) ต่อปี	คิดเป็นร้อยละ
ห้องเรียน	691.20	23.82
ห้องสำนักงาน	1,132.80	39.04
ห้องพิเศษ	933.90	32.18
อื่นๆ*	144.00	4.96
รวม	2,901.90	100.00

* เช่น โรงอาหาร ห้องสมุด หน้าอาคารเรียน หอพระ

จากการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงานในโรงเรียนทำให้ทราบว่า ในห้องสำนักงานมีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงสุด รองลงมาได้แก่ ห้องพิเศษ ห้องเรียนและพื้นที่อื่นๆ ตามลำดับ เป็นข้อมูลที่ชี้ให้เห็นว่าการกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานในโรงเรียนควรให้ความสำคัญกับการใช้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในห้องสำนักงานและห้องพิเศษมากกว่าพื้นที่อื่นๆ



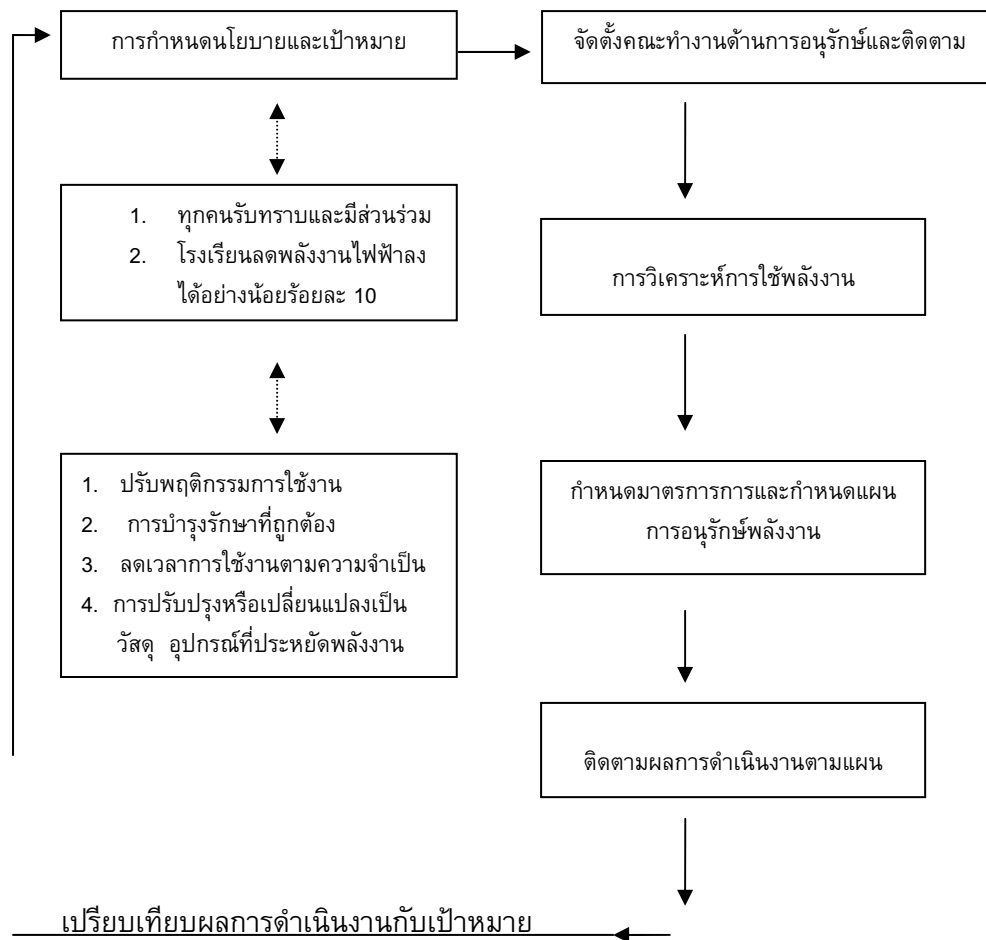
ภาพที่ 1 ร้อยละของสัดส่วนการใช้พลังงานในโรงเรียน

การกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียน

ในปี พ.ศ. 2551 โรงเรียนได้รับงบประมาณเพื่อการบริหารจัดการ 77,000 บาท เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อพลังงานไฟฟ้า 9,834 บาท คิดเป็นร้อยละ 12.77 นั่นหมายความว่า เงินทุกๆ 100 บาท ที่ราชการจัดสรรเพื่อพัฒนานักเรียนต้องจัดสรรเป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 13 บาท ซึ่งเป็นอัตราการใช้ที่สูงพอสมควร โรงเรียนจึงมีความตระหนักที่จะร่วมกันประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงเรียนด้วยวิธีต่างๆ เป็นการช่วยอนุรักษ์พลังงาน รักษาสภาพแวดล้อม และลดภาวะโลกร้อน ดังนี้

มาตรการอนุรักษ์และประหยัดพลังงาน

1. กระตุ้นและสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานของครูและนักเรียนโดยการปิดป้าย รณรงค์การประหยัดน้ำประหยัดไฟ
2. ลดชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าจากหลอดไฟฟ้า พัดลมและอุปกรณ์การใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ตามความจำเป็น
3. ปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ทุกครั้งเมื่อหยุดใช้งานเกิน 10 นาที
4. เปิดเครื่องพิมพ์เมื่อต้องการใช้งานเท่านั้น
5. กำหนดช่วงเวลาการใช้กระติกน้ำร้อน
6. ลดจำนวนหลอดไฟที่เปิดใช้ และปิดไฟทุกครั้งที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้
7. การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์เครื่องใช้ให้มีสภาพดีและปลอดภัย
8. เปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ที่หมดอายุ เสื่อมสภาพ ใช้อุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน เช่น บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์
9. ปลุกต้นไม้บริเวณโรงเรียนและอาคารให้มีความร่มรื่นและตัดแต่งไม่ให้บังแสงในห้องเรียนและห้องทำงาน



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียน

ผลการใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อโรงเรียนสามารถดำเนินงานตามมาตรการข้างต้น ส่งผลให้โรงเรียนสามารถประหยัดการใช้พลังงานลงร้อยละ 13.92 ดังนี้

ตารางที่ 5 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเมื่อใช้มาตรการประหยัดเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

บริเวณ	อุปกรณ์	ขนาด ที่ใช้ไฟ (kW)	จำนวน	รวม	จำนวน ชั่วโมง ต่อวัน	จำนวน หน่วย kWh/ปี
ห้องเรียน 8 ห้อง	หลอดผอม	0.04	48	1.728	1	345.60
	พัดลมผนัง 16 นิ้ว	0.07	16	1.056	1.50	316.80
	หลอดผอม	0.04	4	0.144	1	28.80
หน้าอาคาร	เครื่องทำน้ำเย็น	0.07	1	0.07	1	14.00
	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 w	0.05	2	0.072	2	28.80
ห้องสำนักงาน	พัดลมผนัง 16 นิ้ว	0.07	2	0.132	2	52.80
	ตู้เย็น 6.5 ลบ.ฟุต	0.11	1	0.11	24	528.00
	หม้อหุงข้าว 2.5 ลิตร	1.05	2	2.1	0.00	-
	กระติกน้ำร้อน*	0.60	2	1.2	1	240.00
	คอมพิวเตอร์	0.12	1	0.12	2	48.00
	พริ้นเตอร์เลเซอร์*	0.06	1	0.06	1	12.00
ห้องพิเศษ	ทีวีสี 24 นิ้ว	0.05	2	0.1	1.00	20.00
	พริ้นเตอร์ *	0.06	2	0.12	1	24.00
	เทป	1.60	1	1.6	0.50	160.00
	กระติกน้ำร้อน *	0.60	1	0.6	1	120.00
โรงอาหาร	หลอดผอม	0.04	10	0.36	1	72.00
	พัดลมเพดาน 16 นิ้ว	0.05	2	0.106	1	21.20
รวมใช้พลังงาน						2,497.90
คิดเป็นเงิน						8,367.97

* ใช้มาตรการประหยัดเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานก่อนและหลังใช้มาตรการประหยัด

ผลการประหยัด	การเปรียบเทียบ		
จำนวนหน่วย kWh/ปี	ก่อนใช้มาตรการ	2,901.90	ลดลง(หน่วย)
	หลังใช้มาตรการ	2,497.90	404.00
จำนวนเงิน (บาท/ปี)	ก่อนใช้มาตรการ	9,721.37	ลดลง(บาท)
	หลังใช้มาตรการ	8,367.97	1,353.41
	คิดเป็นร้อยละ	13.92	

จากตารางพบว่า ผลการใช้มาตรการประหยัดไฟฟ้าเพื่ออนุรักษ์พลังงานในโรงเรียนจะส่งผลให้โรงเรียนสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้อย่างน้อยปีละ 404 หน่วย นั้นหมายถึงโรงเรียนสามารถลดงบประมาณลงได้ปีละ 1,353.41 บาทต่อปี หรือ ประมาณเดือนละ 112.78 บาทต่อเดือน หรือ 3.76 บาทต่อวัน แสดงว่าโรงเรียนสามารถประหยัดพลังงานลงได้ร้อยละ 13.92

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการดำเนินงานวิเคราะห์การใช้พลังงานเพื่อวางมาตรการประหยัดไฟฟ้าและอนุรักษ์พลังงาน มีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและแนวทางการปฏิบัติสำหรับโรงเรียน และหน่วยงานดังนี้

1. โรงเรียนและหน่วยงานควรมีนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน โดยกำหนดวัตถุประสงค์เป้าหมาย และมาตรการในการดำเนินงานที่ชัดเจน ปฏิบัติได้
2. โรงเรียนและหน่วยงานควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้ความรู้และความเข้าใจความสำคัญ และความจำเป็นในการอนุรักษ์พลังงานให้กับบุคลากรในหน่วยงานและผู้เกี่ยวข้องเพื่อสร้างจิตสำนึกในการร่วมอนุรักษ์พลังงาน
3. โรงเรียนหรือหน่วยงานขนาดเล็ก มีอุปกรณ์ที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ให้แสงสว่างและวัสดุอำนวยความสะดวกในสำนักงาน จึงควรใช้มาตรการประหยัดในลักษณะการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ เช่น คนไปไฟดับ ถอดปลั๊กทุกครั้งหลังใช้งาน เป็นต้น
4. โรงเรียนหรือหน่วยงานขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่ต้องใช้ระบบปรับอากาศ ซึ่งเป็นระบบที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าสูง จึงควรมีมาตรการหลายๆ มาตรการ ทั้งมาตรการด้านพฤติกรรม การใช้ การบำรุงรักษา และการเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นมาตรการที่มีการลงทุน เพื่อลดภาระค่าไฟฟ้า และอนุรักษ์พลังงาน

เอกสารอ้างอิง

คณะทำงานความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าในโรงเรียน. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. **แนวทางการดูแลความปลอดภัย ของระบบไฟฟ้าในโรงเรียน**. สภาวิชาชีพ, 2550.

บ้านชุมโง, โรงเรียน. **รายงานผลการพัฒนาการศึกษาประจำปีการศึกษา 2550**. โรงเรียนบ้านชุมโง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 4, 2551.

พลังงาน, กระทรวง. **เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคารส่วนราชการ (สำหรับหน่วยงานของรัฐและจังหวัด) 1**. เอกสาร ประกอบการอบรมหลักสูตรการให้ความรู้เรื่อง Energy Audit แก่หน่วยงานของรัฐและจังหวัด. กองฝึกอบรม กรมพัฒนา พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2550. (เอกสารอัดสำเนา).

_____. **เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร (สำหรับหน่วยงานของรัฐและจังหวัด) 2**.

เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการให้ความรู้เรื่อง Energy Audit แก่หน่วยงานของรัฐและจังหวัด. กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์ พลังงาน. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2550. (เอกสารอัดสำเนา).

_____. **คู่มือการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงาน (สำหรับหน่วยงานของรัฐและจังหวัด) 3**.

เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการให้ความรู้เรื่อง Energy Audit แก่หน่วยงานของรัฐและ จังหวัด. กองฝึกอบรม กรม พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2550. (เอกสารอัดสำเนา).

_____. **การจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน (สำหรับหน่วยงานของรัฐ**

และจังหวัด) 4. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการให้ความรู้เรื่อง Energy Audit

แก่หน่วยงานของรัฐและจังหวัด. กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์ พลังงาน โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2550.

_____. **มาตรการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมในโรงงานอุตสาหกรรม และอาคาร ธุรกิจขนาด กลางและขนาดเล็ก**.

http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/berc/energysave/hd_saveenergy52.pdf .

วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย,สถาบัน. **เราไม่จ้อน้ำมัน**. ฐานการพิมพ์ จำกัด, 2551.

<http://teenet.chiangmai.ac.th/emac/journal/1998/10/11.pdf> “เศรษฐกิจวิกฤต พลังงานไทยวิกฤตยิ่งกว่า”

โลกพลังงาน. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (ตุลาคม - ธันวาคม) 2541.

http://www.adeq.or.th/web/news/news_green_detail.php?id=23&cateid=en&name=พลังงาน.

www.energy.go.th/th/download.asp. พลังงาน, กระทรวง. **สารบัญเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน**.

การอนุรักษ์พลังงานในหน่วยงาน

นางสาวอารีย์ หลีโสภา โรงเรียนบ้านท่าแค จังหวัดสงขลา
นางอาอี๊ยะ หมาดอี โรงเรียนภัคดีศึกษามูลนิธิ จังหวัดสงขลา
นางวรลักษณ์ นวลยง สืบชาติ โรงเรียนบ้านวังตอง จังหวัดสตูล

บทคัดย่อ

จากการที่ประเทศไทยมีความเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วส่งผลให้ประเทศมีความต้องการใช้พลังงานสูงขึ้นเป็นจำนวนมากในขณะที่ประเทศไทยไม่สามารถผลิตให้เพียงพอต่อการใช้พลังงานได้ ทำให้ต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทำให้ต้องเสียเงินตราเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงาน จึงได้ทำการวิจัยเรื่องการอนุรักษ์พลังงานในหน่วยงานขึ้น ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน เพื่อกำหนดเป้าหมายและแผนปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงาน และเพื่อกำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในหน่วยงาน โดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 สำรวจการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเป้าหมายและแผนปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงาน สรุปผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงเรียน 1,409 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 4,831.48 หลังจากการวางแผนมาตรการอนุรักษ์พลังงาน สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 20.95

คำสำคัญ วัตต์ ,กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง

บทนำ

พระราชดำรัสของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อ้างในกฤตยาอาชนิชกุลและคณะ, 2539: บทนำ) ได้พระราชทานไว้ว่า “การศึกษาเป็นปัจจัยหลักในการสร้างและพัฒนาความรู้ ความคิด ตลอดจนความประพฤติและคุณงามความดีของบุคคลให้ดำรงตนอยู่ในสังคมและในโลกได้อย่างมั่นคง และมีความสงบร่มเย็นได้ แม้ว่าโลกจะเปลี่ยนแปลงไปรวดเร็วเพียงใดก็ตาม” **ในอนาคต** ต้องอาศัยระยะเวลาและความพยายามอย่างสูงยิ่ง ต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตและนิสัยการบริโภคของพวกเราที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ในแต่ละปีประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมาก เพื่อนำพลังงานมาใช้ให้เพียงพอภายในประเทศ อย่างเช่น ในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้น 87.797 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ แต่ผลิตพลังงานได้เพียง 42.543 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ จึงต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศสูงถึงกว่า 44.98 พันตัน เทียบเท่าน้ำมันดิบ ทำให้มีอัตรา พึ่งพาพลังงานต่างประเทศสูงถึง กว่าร้อยละ 50 ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของคนไทยทุกคนที่ต้องร่วมมือร่วมใจกันอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งสามารถทำได้ด้วยวิธีง่ายๆ และเป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้นด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน
2. เพื่อกำหนดเป้าหมายและแผนปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงาน
3. เพื่อกำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงานในหน่วยงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนในการดำเนินการต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สํารวจการใช้พลังงานภายในหน่วยงาน

1.1 ผู้วิจัยสํารวจการใช้ไฟฟ้า โดยดูจากหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้ามาวิเคราะห์ภาพรวมของการใช้พลังงานในหน่วยงานต่อไป

ตารางที่ 1 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารภายในโรงเรียน

ตารางแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงเรียน						
เดือน	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า	จำนวนคน	ค่าพลังงานเฉลี่ย	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย
	(kwh)	(บาท)	(บาท/หน่วย)		(คน/เดือน)	(บาท/kwh)
มกราคม	218	735	3,37	102	2,14	7,21
กุมภาพันธ์	167	570	3,41	102	1,64	5,59
มีนาคม	154	526,61	3,42	102	1,51	5,16
เมษายน	32	117,14	3,66	102	0,31	1,15
พฤษภาคม	68	237,96	3,50	102	0,67	2,33
มิถุนายน	127	427,83	3,37	102	1,25	4,19
กรกฎาคม	114	385,03	3,38	102	1,12	3,77
สิงหาคม	130	437,70	3,37	102	1,27	4,29
กันยายน	136	457,46	3,364	102	1,33	4,48
ตุลาคม	56	202,98	3,62	102	0,55	1,99
พฤศจิกายน	97	344,43	3,55	102	0,95	3,38
ธันวาคม	110	389,34	3,54	102	1,08	3,82
รวม	1409	4831,48	41,56	102	13,81	47,37
ค่าเฉลี่ย	117,42	402,62	3,46		1,15	3,95

จากตาราง แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารภายในโรงเรียน พบว่า มูลค่าการใช้พลังงาน 1409 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 402.62 บาท มูลค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อเดือน 117.42 กิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นเงิน 402.62 บาท ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย 3.46 บาท ค่าเฉลี่ยพลังงานที่ใช้ต่อคนต่อเดือน 1.15 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็นเงิน 3.95 บาท

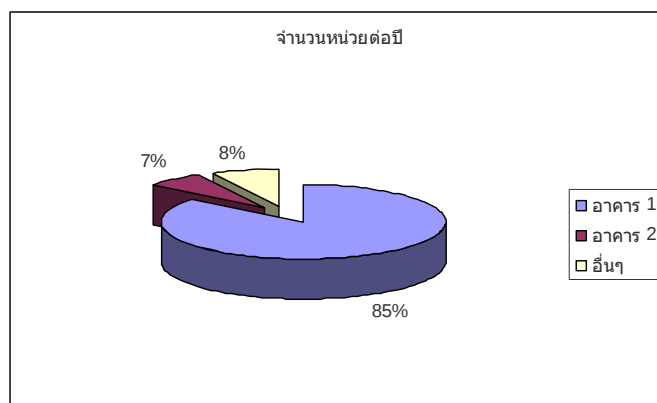
1.2 สํารวจอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด เพื่อให้สามารถคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ใช้ และนำไปสู่การหาสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละอาคาร

บริเวณ	อุปกรณ์ใน แต่ละห้อง	ขนาด วัตต์	จำนวน	รวม (วัตต์)	จำนวน ชั่วโมง ต่อวัน	เปอร์เซ็นต์การ ใช้งาน	จำนวน หน่วย ต่อปี
อาคารเรียน 2	หลอดฟลูออ เรสเซนต์	18	4	72	1	0,5	5,4
	บัลลัสต์ ขดลวด	10	3	30	1	0,5	2,25
	พัดลมติด เพดาน (56 นิ้ว)	75	2	150	2	0,6	27
	โทรทัศน์สี ทั่วไป 21 นิ้ว	110	2	220	1	1	33
	วิดีโอ	50	2	100	1	1	15
	เครื่อง คอมพิวเตอร์ จอ 14 นิ้ว	90	1	90	1	1	13,5
รวมใช้พลังงาน							96,15
คิดเป็นเงิน							332,68

จากตาราง แสดงการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงเรียน พบว่า อาคาร 1 ใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 1205.1 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินจำนวน 4169.65 บาทต่อปี อาคาร 2 ใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 96.15 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินจำนวน 332.68 บาทต่อปี

ตารางที่ 3 แสดงผลการสรุปสัดส่วนการใช้พลังงานในโรงเรียน

สัดส่วนการใช้พลังงาน	จำนวนหน่วยต่อปี	คิดเป็นร้อยละ
อาคาร 1	1205,1	85,53
อาคาร 2	96,15	6,82
อื่นๆ	107,75	7,65
	1409	100



จากตาราง แสดงผลการสรุปสัดส่วนการใช้พลังงานในโรงเรียน อาคาร 1 ใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 85 อาคาร 2 ใช้พลังงานไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 7 อื่นๆ (ค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสีย) คิดเป็นร้อยละ 8%

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเป้าหมายและแผนปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงาน

ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานโดยใช้มาตรการระยะสั้น ซึ่งไม่มีการลงทุน ไม่กระทบต่อความสบายและลดทอนต่อประสิทธิภาพการทำงาน

มาตรการระยะสั้นดังกล่าวประกอบด้วย

1. ปิดไฟฟ้าแสงสว่างในห้องเรียน ใช้เมื่อฝนตกเท่านั้น
2. ปิดคอมพิวเตอร์เมื่อพักใช้งาน
3. ปิดจอคอมพิวเตอร์ระหว่างเวลา 11.30-12.30 น.
2. ยกเลิกการใช้ทีวีในห้องประชุมชั้น ในการจัดการเรียนการสอน ให้ใช้ทีวีส่วนกลางในห้องสมุด
3. เปิดพัดลมในห้องเรียนวันละ 1 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 12.30-13.30 น.
4. การเปิดใช้เครื่องเล่นวีซีดี ให้มีอาคารละ 1 เครื่อง คือ อาคาร 1 ห้องอนุบาล และอาคาร 2 ในห้องสมุด
5. เครื่องขยายเสียงเปิดวันละ ครึ่งชั่วโมง เข้าแถวในตอนเช้า

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงเรียน(หลังการวางมาตรการประหยัดพลังงาน)
ผลดำเนินการสามารถ อนุรักษ์พลังงานได้ตามตาราง

ชื่อหน่วยงาน	โรงเรียน
ค่าพลังงาน	
ไฟฟ้า	3,46
ค่า Ft	0,7289
ค่าพลังงาน	
ไฟฟ้ารวม	1301,25
จำนวนวันทำงาน	150 วัน

บริเวณ	อุปกรณ์ในแต่ละห้อง	ขนาด วัตต์	จำนวน	รวม (วัตต์)	จำนวน ชั่วโมง ต่อวัน	เปอร์เซ็นต์การใช้ งาน	จำนวน หน่วย ต่อปี
อาคารเรียน 1	หลอดฟลูออเรสเซนต์	18	7	126	0,5	0,5	4,725
	บัลลัสต์ชนิดลวด	10	7	70	0,5	0,5	2,625
	พัดลมติดเพดาน (56 นิ้ว)	75	5	375	1	0,6	33,75
	พัดลมตั้งพื้น 16 นิ้ว	55	2	110	1	0,6	9,9
	กระติกน้ำร้อน 3.2 ลิตร	720	2	1440	5	0,7	756
	โทรทัศน์สีทั่วไป 21 นิ้ว	110	1	110	1	1	16,5
	วิดีโอ	50	1	50	1	1	7,5
	เครื่องคอมพิวเตอร์ จอ 14 นิ้ว	90	3	270	4	0,9	145,8
	เครื่องขยายเสียง	100	1	100	0,5	0,5	3,75
รวมใช้พลังงาน							980,55
คิดเป็นเงิน							3392,70
อาคารเรียน 2	หลอดฟลูออเรสเซนต์	18	4	72	0,5	0,5	2,7
	บัลลัสต์ชนิดลวด	10	3	30	0,5	0,5	1,125
	พัดลมติดเพดาน (56 นิ้ว)	75	2	150	1	0,6	13,5
	โทรทัศน์สีทั่วไป 21 นิ้ว	110	1	110	1	1	16,5
	วิดีโอ	50	1	50	1	1	7,5
	เครื่องคอมพิวเตอร์ จอ 14 นิ้ว	90	1	90	0,5	1	6,75
รวมใช้พลังงาน							48,08
คิดเป็นเงิน							166,34

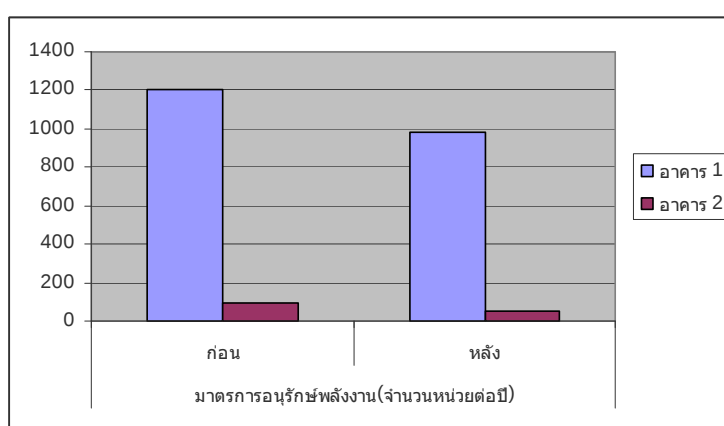
จากตาราง แสดงการวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงเรียน(หลังการวางมาตรการประหยัดพลังงาน)

พบว่า อาคาร 1 ใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 980,55 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินจำนวน 3392,70 บาท
ต่อปี อาคาร 2 ใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวน 48,08 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินจำนวน 166,34 บาทต่อปี

ตารางที่ 5 แสดงเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

อาคาร	มาตรการอนุรักษ์พลังงาน(จำนวนหน่วยต่อปี)	
	ก่อน	หลัง
อาคาร 1	1205,10	980,55
อาคาร 2	96,15	48,08

จากตาราง แสดงเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงาน พบว่า อาคาร 1 ใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกัน 224.55 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี อาคาร 2 ใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกัน 48.07 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี



วิเคราะห์ผลการวิจัย

จากการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงเรียน ผลปรากฏดังนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงเรียน จำนวน 1409 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 4,831.48 บาท ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3.46 ต่อ 1 กิโลวัตต์ชั่วโมง ผลจากการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน มีสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละอาคาร ดังนี้ อาคาร 1 ใช้ไฟฟ้าประมาณ 1,205.10 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นร้อยละ 85.53 อาคาร 2 ใช้ไฟฟ้าประมาณ 96.15 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นร้อยละ 6.82 ค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสีย ประมาณ 107.75 คิดเป็นร้อยละ 7.65

หลังจากการวางมาตรการอนุรักษ์พลังงาน มีค่าการใช้พลังงาน ดังนี้ อาคาร 1 ใช้ไฟฟ้าประมาณ 980.55 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี อาคาร 2 ใช้ไฟฟ้าประมาณ 48.08 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

สรุปผล

ผลจากการดำเนินการสำรวจการใช้พลังงานของโรงเรียน พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงเรียน 1,409 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 4,831.48 หลังจากการวางมาตรการอนุรักษ์พลังงาน สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 20.95

ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยเรื่องการศึกษามาตรการการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงเรียนครั้งต่อไป

1.ควรมีการสำรวจการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบแสงสว่างหรือระบบปรับอากาศในอาคารให้แน่นอน เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.ในการวางมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าต้องร่วมมือกันทั้งองค์กร เพื่อให้การวางมาตรการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3.การสรุปสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถสรุปได้หลายแบบ เช่น สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคาร สัดส่วน การใช้ในแต่ละอุปกรณ์ และสัดส่วนการใช้ในแต่ละระบบ

4.ควรได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนจากผู้บริหารโรงเรียนจึงจะทำให้มาตรการการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำงานวิจัย สถาบันวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และคณะอาจารย์ที่ปรึกษากลุ่มอนุรักษ์พลังงาน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน , กระทรวงพลังงาน. เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน , กระทรวงพลังงาน. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการให้ความรู้

เรื่อง Energy Audit แก่หน่วยงานของรัฐและจังหวัด เรื่อง คู่มือการสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงาน (สำหรับหน่วยงานของรัฐและจังหวัด)

การวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงเรียนภาคศึกษามูลนิธิเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า

นางอาอีซะ หมดอ๊ะ

โรงเรียนภาคศึกษามูลนิธิ 421 หมู่ที่ 5 ตำบลพะวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

บทคัดย่อ

การประหยัดพลังงานในโรงเรียนเป็นต้นแบบการฝึกเด็กให้รู้จักใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า จึงได้ทำการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงเรียนภาคศึกษามูลนิธิ เริ่มจาก (1) หามูลค่าพลังงานที่ใช้ในโรงเรียนโดยคิดจากบิลค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน นำมาหาค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) หาค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อคนต่อเดือน หาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อคนต่อเดือน

(2) ใช้แบบฟอร์มการสำรวจการใช้พลังงาน(3) พิจารณาแบ่งพื้นที่ของโรงเรียนออกเป็นสวน ๆ

(4)ดำเนินการตรวจนับจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าในพื้นที่ใช้สอย(5)ดำเนินการคำนวณจำนวน

กำลังไฟฟ้าทั้งหมดของพื้นที่ใช้สอย โดยนำกำลังไฟฟ้าของพื้นที่ใช้สอยคูณด้วยจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า(6) พิจารณาจำนวนชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่พื้นที่ใช้สอยนั้น ๆ แล้วนำจำนวนชั่วโมงดังกล่าวกรอกลงในแบบสำรวจการใช้พลังงาน(7) คำนวณจำนวนหน่วยที่ใช้ต่อปี โดยนำกำลังไฟฟ้ารวมคูณด้วยชั่วโมงการใช้งาน ใน 1 ปี(

8) กำหนดเป้าหมายและแผนปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงาน(9) สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานหลังจากใช้แผนปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้โรงเรียนลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลง

คำสำคัญ วัตต์ ,กิโลวัตต์ชั่วโมง ,

บทนำ

การรู้ปริมาณการใช้พลังงานในโรงเรียนเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการการประหยัดพลังงาน ดังนั้นเพื่อให้มาตรการการประหยัดพลังงานที่จะกำหนดขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในโรงเรียนอย่างแท้จริงจึงได้มีการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงเรียนภาคศึกษามูลนิธิขึ้น เพื่อให้สมาชิกในโรงเรียนเกิดความตระหนักในการใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่า

วิธีการดำเนินการ

การวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงเรียน มีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หามูลค่าพลังงานที่ใช้ในโรงเรียนโดยคิดจากบิลค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน นำมาหาค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) หาค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อคนต่อเดือน หาค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อคนต่อเดือน

2. ใช้แบบฟอร์มการสำรวจการใช้พลังงาน

3. พิจารณาแบ่งพื้นที่ของโรงเรียนออกเป็นสวน ๆ

4. ดำเนินการตรวจนับจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าในพื้นที่ใช้สอย

5. ดำเนินการคำนวณจำนวนกำลังไฟฟ้าทั้งหมดของพื้นที่ใช้สอย โดยนำกำลังไฟฟ้าของพื้นที่ใช้สอยคูณด้วยจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า

6. พิจารณาจำนวนชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่พื้นที่ใช้สอยนั้น ๆ แล้วนำจำนวนชั่วโมงดังกล่าวกรอกลงในแบบสำรวจการใช้พลังงาน

7. คำนวณจำนวนหน่วยที่ใช้ต่อปี โดยนำกำลังไฟฟ้ารวมคูณด้วยชั่วโมงการใช้งาน ใน 1 ปี

8. กำหนดเป้าหมายและแผนปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงาน
9. สรุปผลการอนุรักษ์พลังงานหลังจากใช้แผนปฏิบัติการในการอนุรักษ์พลังงาน

ผลจากการทดลอง

จากการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงเรียนภักดีศึกษามูลนิธิ ผลปรากฏดังต่อไปนี้

1. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 2006 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน 10730.3 บาท / ปี
2. ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 5.34 ต่อ 1 กิโลวัตต์ชั่วโมง
3. ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 1.34 กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อคน ต่อเดือน คิดเป็นเงิน 7.15 บาท
4. ผลจากการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน มีสัดส่วนการใช้พลังงานดังนี้
 - 4.1 ระเบียงทางเดิน ใช้ไฟฟ้าประมาณ 5.47 เปอร์เซ็นต์
 - 4.2 ห้องน้ำ ใช้ไฟฟ้าประมาณ 1.44 เปอร์เซ็นต์
 - 4.3 บ้านพักครู ใช้ไฟฟ้าประมาณ 6.70 เปอร์เซ็นต์
 - 4.4 ห้องผู้บริหาร ใช้ไฟฟ้าประมาณ 8.93 เปอร์เซ็นต์
 - 4.5 ห้องเรียนพร้อมห้องคอมพิวเตอร์ ใช้ไฟฟ้าประมาณ 17.81 เปอร์เซ็นต์
 - 4.6 ห้องเรียน รวม 5 ห้อง ใช้ไฟฟ้าประมาณ 9.37 เปอร์เซ็นต์
 - 4.7 บ่อน้ำ ใช้ไฟฟ้าประมาณ 22.31 เปอร์เซ็นต์
 - 4.8 อื่น ๆ (ค่าไฟฟ้าสำหรับก่อสร้างอาคารหลังใหม่) ใช้ไฟฟ้าประมาณ 27.96 เปอร์เซ็นต์
5. จากการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานได้มีการกำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงานได้ดังนี้
 - 5.1 กดสวิตช์ ถอดปลั๊กทันที เมื่อเลิกใช้งาน
 - 5.2 ปิดจอคอมพิวเตอร์เมื่อหยุดใช้งานในระยะเวลาอันสั้น และปิดทันทีเมื่อเลิกใช้
 - 5.3 เปิดน้ำ 40 เปอร์เซ็นต์
 - 5.4 เปิดเครื่องพิมพ์เฉพาะเวลาที่ต้องการพิมพ์เท่านั้น
 - 5.6 เปลี่ยนมิเตอร์ไฟฟ้าชั่วคราวเป็นมิเตอร์ถาวร

สรุปผล

จากการตรวจวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงเรียนภักดีศึกษามูลนิธิหลังจากได้มีการกำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงานแล้วปรากฏว่า

ใช้มาตรการเปลี่ยนมิเตอร์ไฟฟ้าชั่วคราวเป็นมิเตอร์ถาวร โรงเรียนภักดีศึกษามูลนิธิใช้พลังงานไฟฟ้า 1420.20 กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อปี คิดเป็นเงิน 4828.68 บาท ต่อปี สามารถลดมูลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลง 586.00 กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อปี คิดเป็นเงิน 1992.4 บาท คิดเป็นร้อยละ 29.21

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

หลังจากได้วางมาตรการการอนุรักษ์พลังงานภายในโรงเรียนภักดีศึกษามูลนิธิ ผู้วิจัยจะนำเสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อกำหนดนโยบายการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียน และจัดตั้งทีมงานเพื่อให้การอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนการวิจัย (สกว.) สถาบันวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

เอกสารอ้างอิง

เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร, กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ประทรวงพลังงาน, 48 หน้า

การศึกษากระบวนการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียน

นางสาวอำไพ กลับทับลั้งค์ โรงเรียนวัดบางตัวน อำเภopakพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

นางจรินทร์ แก้ววิจิตร โรงเรียนวัดป่าระกำ อำเภopakพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

นางสาวผู้ไรดา เต๊ะมาหมัด โรงเรียนบ้านปากบาง อำเภोजะนะ จังหวัดสงขลา

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือ (1) เพื่อศึกษาการกำหนดนโยบายและการวางแผนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน (2) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน (3) เพื่อศึกษามาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสม และ(4) เพื่อศึกษาผลการใช้มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน โดยผู้ศึกษาได้มีคณะทำงานวิจัยดำเนินการตามวิธีการและกระบวนการศึกษาดังนี้ (1) กำหนดนโยบายและการวางแผนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน (2) วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน (3) กำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน และ (4) รายงานผลก่อน และหลังการใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

ผลการศึกษาพบว่า

1. โรงเรียนกำหนดนโยบายให้ทุกคนในโรงเรียนตระหนัก เพราะถือเป็นภาระหน้าที่และพันธกิจที่จะต้องปฏิบัติให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยมีเป้าหมายจะต้องสื่อสารให้บุคลากรในโรงเรียนทราบและมีส่วนร่วมในการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน และนอกจากนี้ได้จัดตั้งคณะทำงาน กำหนดขอบข่ายงานและหน้าที่ความรับผิดชอบ ด้านการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะทำการดำเนินงานด้านการอนุรักษ์พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง คณะทำงานในการอนุรักษ์พลังงานควรแต่งตั้งจากตัวแทนของแต่ละฝ่ายในโรงเรียนให้มากที่สุดเพื่อระดมความคิดและลดปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารภายในโรงเรียน

2. โรงเรียนใช้พลังงานไฟฟ้าโดย ใช้กระแสไฟฟ้าทั้งหมด 4078 หน่วย/ปี เป็นจำนวนเงินทั้งหมด 13734.62 บาท จากจำนวนนักเรียน 95 คน คิดเป็นค่าเฉลี่ยคนละ 42.93 บาท คิดเป็นค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.38 บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง โดยระบบอุปกรณ์สำนักงานใช้พลังงานจำนวน 3,373.50 หน่วย/ปี คิดเป็นจำนวนเงิน 11,402.43 บาท โดยคิดจากอัตราค่ากระแสไฟฟ้า 3.38บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง ระบบปรับอากาศใช้พลังงานจำนวน 3,373.50 หน่วย/ปี คิดเป็นจำนวนเงิน 11,402.43 บาท โดยคิดจากอัตราค่ากระแสไฟฟ้า 3.38 บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง และระบบแสงสว่างใช้พลังงาน รวม 556 หน่วย/ปี คิดเป็นเงิน 1879.28บาท/ปี

3. มาตรการที่เหมาะสมในการอนุรักษ์พลังงานคือ (1) วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง เช่น การปิดไฟเมื่อไม่ใช้งานและการตั้งเทอร์โมสแตทของเครื่องปรับอากาศไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นต้น (2) วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์หรือลดการสูญเสียโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่แทนอุปกรณ์เดิมที่มีประสิทธิภาพต่ำ และ (3) วิธีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงระบบ วิธีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงระบบเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน เช่น การเปลี่ยนแปลงเครื่องปรับอากาศให้มีขนาดทำความเย็นเหมาะสมกับพื้นที่ใช้สอย

4. ผลการใช้มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน พบว่า การใช้กระแสไฟฟ้า ในระบบอุปกรณ์สำนักงาน 3373.50 หน่วย/ปี ลดลงเหลือ 3211.80 หน่วย/ปี ระบบปรับอากาศลดลงจาก105.00 หน่วย/ปี เหลือ 96.25 หน่วย/ปี และระบบแสงสว่างลดลงจาก 556 หน่วย/ปี เหลือ 488 หน่วย/ปี รวมทั้ง 3 ระบบลดการใช้พลังงานได้ปีละ 238.45 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง คิดเป็นเงินประมาณ 805.96 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 5.84 โดยไม่มีเงินลงทุนแต่ประการใดและไม่ก่อให้เกิดความไม่สะดวกสบายแต่อย่างใด การที่ลดการใช้พลังงานลงได้น้อยเนื่องจากโรงเรียนใช้พลังงานอย่างประหยัด โดยใช้เท่าที่จำเป็น

หลังการใช้มาตรการพลังงานไฟฟ้าลดลง

บทนำ

มนุษย์เริ่มรู้จักพลังงานตั้งแต่ดึกดำบรรพ์ เช่น ลม แสงอาทิตย์ ความร้อนใต้พิภพ รวมไปถึงเครื่องจักรไอน้ำที่ใช้พลังงานความร้อน นอกจากนี้มนุษย์ยังค้นพบถ่านหินและปิโตรเลียมซึ่งเป็นพลังงานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งและใช้ประโยชน์จากพลังงานดังกล่าวทั้งหมดในการดำรงชีวิตให้กับโลกสืบมา โดยเฉพาะในช่วง 400 ปีหลังจากที่มนุษย์มีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นจึงได้นำความรู้ดังกล่าวมาพัฒนาวัสดุ เครื่องมือ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อช่วยให้การดำรงชีวิตสุขสบายขึ้น ดังนั้นพลังงานจึงมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยพลังงานที่มนุษย์ใช้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ พลังงานสิ้นเปลือง หมายถึงพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่มาจากน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทน หมายถึงพลังงานทางเลือกที่สามารถสร้างขึ้นเพื่อชดเชยส่วนที่ใช้ไปหรือเกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานชีวมวล เป็นต้น จากการศึกษาสถานการณ์การใช้พลังงานพบว่ามนุษย์ยังคงใช้พลังงานสิ้นเปลืองเป็นหลักและหากยังมีปริมาณการใช้พลังงานสิ้นเปลืองเพิ่มขึ้นต่อไปโดยสำรวจไม่พบแหล่งพลังงานสิ้นเปลืองเพิ่มเติมได้อีก พลังงานดังกล่าวก็จะหมดไปจากโลก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพที่สุดเพื่อสงวนรักษาพลังงานดังกล่าวให้มากที่สุด

จากการที่ประเทศไทยมีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ ส่งผลให้ประเทศมีความต้องการการใช้พลังงานสูงขึ้นเป็นจำนวนมากในภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคขนส่ง ประกอบกับการผลิตพลังงานในประเทศยังไม่สามารถผลิตได้เพียงพอต่อการใช้พลังงาน ซึ่งข้อมูลในปี พ.ศ. 2549 ระบุว่าประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากกลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันแต่ละปีในปริมาณที่สูงมากถึงกว่า 912,000 ล้านบาท ในขณะที่สามารถส่งออกภาคการเกษตรได้ประมาณ 46,000 ล้านบาท ซึ่งเท่ากับว่าประเทศไทยต้องขายสินค้าภาคการเกษตรเกือบ 2 ปี ถึงจะเทียบเท่าการนำเข้าน้ำมัน จึงถือเป็นภาระค่าใช้จ่ายที่สูงมากของประเทศ นอกจากนี้ประเทศไทยยังพบแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพมากพอในการผลิตพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการใช้พลังงานของประเทศได้ โดยก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นพลังงานที่พบในประเทศมากที่สุด มีปริมาณสำรองที่สำรวจพบแล้วเพียงแค่ 2,188 ล้านบาร์เรล ในขณะที่คนไทยมีความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติถึงปีละ 147 ล้านบาร์เรล ซึ่งจะสามารถใช้ก๊าซธรรมชาติได้อีกไม่ถึง 15 ปี ส่งผลให้ประเทศเข้าสู่วิกฤตด้านพลังงานซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่คนไทยทุกคนจะต้องตระหนักและมีสติในการใช้พลังงาน

โรงเรียนเป็นหน่วยงานของรัฐหน่วยงานหนึ่งที่มีความจำเป็นต้องใช้พลังงานในการบริหารจัดการเพื่อการจัดการเรียนการสอน โดยสังคมให้ความเชื่อถือว่า เป็นสถาบันที่มีบทบาทหน้าที่ให้การศึกษาทุกด้านแก่เด็ก และเยาวชน รวมทั้งเป็นหน่วยงานที่ควรปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีในการอนุรักษ์พลังงาน

เนื่องจากการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ยั่งยืนและต่อเนื่อง จำเป็นต้องอาศัยบุคคลากรทุกคนในโรงเรียนดำเนินการอย่างมีส่วนร่วม การศึกษากระบวนการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียนจึงมีความสำคัญ คณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเรื่องนี้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการกำหนดนโยบายและการวางแผนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน
2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน
3. เพื่อศึกษามาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสม
4. เพื่อศึกษาผลการใช้มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

วิธีการศึกษา

1. กำหนดนโยบายและการวางแผนการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน

การกำหนดนโยบายและเป้าหมายถือเป็นแนวทางสำคัญในการอนุรักษ์พลังงาน โดยทุกคนในโรงเรียนจะถือว่านโยบายเป็นภาระหน้าที่และพันธกิจที่จะต้องปฏิบัติให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายนี้ จะต้องสื่อสารให้บุคลากรในโรงเรียนทราบและมีส่วนร่วมในการปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน และนอกจากนี้ได้จัดตั้งคณะทำงาน กำหนดขอบข่ายงานและหน้าที่ความรับผิดชอบ ด้านการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะทำให้การดำเนินงานด้านการอนุรักษ์พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง คณะทำงานในการอนุรักษ์พลังงานควรแต่งตั้งจากตัวแทนของแต่ละฝ่ายในโรงเรียนให้มากที่สุดเพื่อระดมความคิดและลดปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารภายในโรงเรียน

2. วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน

ผู้ศึกษาดำเนินการให้คณะทำงานรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานในโรงเรียน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์นำไปวางแผนมาตรการต่อไปดังนี้

2.1 ข้อมูลค่าใช้จ่ายพลังงานรายเดือน

ข้อมูลการใช้พลังงานในโรงเรียนมีรายละเอียดเพื่อเป็นฐานความคิดวิเคราะห์ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารจำแนกเป็นรายเดือน

เดือน	ค่าพลังงานไฟฟ้า (KWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	จำนวน คน	พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ย/คน	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย บาท/KWh
มกราคม	325	1090.99	95	3.42	3.36
กุมภาพันธ์	341	1150.89	95	3.59	3.38
มีนาคม	406	1379.13	95	4.27	3.40
เมษายน	213	724.23	95	2.24	3.40
พฤษภาคม	185	630.66	95	1.95	3.41
มิถุนายน	581	1922.43	95	6.12	3.31
กรกฎาคม	363	1231.09	95	3.82	3.39
สิงหาคม	351	1191.58	95	3.69	3.39
กันยายน	373	1250.88	95	3.93	3.35
ตุลาคม	162	568.78	95	1.71	3.51
พฤศจิกายน	410	1376.31	95	4.32	3.36
ธันวาคม	368	1217.65	95	3.87	3.31
รวม	4078	13734.62	1140	42.93	40.56
เฉลี่ยต่อเดือน	339.83	1144.55	95	3.58	3.38

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าในเวลาหนึ่ง ใช้กระแสไฟฟ้าทั้งหมด 4078 หน่วย/ปี เป็นจำนวนเงิน ทั้งหมด 13734.62 บาท จากจำนวนนักเรียน 95 คน คิดเป็นค่าเฉลี่ยคนละ 42.93 บาท คิดเป็นค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.38 บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน

การนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อแยกย่อยรายละเอียดถึงแหล่งที่มาของข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละระบบ ซึ่งผู้ศึกษาได้แบ่งระบบการใช้พลังงานออกเป็น 3 ระบบ ซึ่งสามารถนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ระบบการใช้พลังงาน ดังนี้

2.2.1 ระบบอุปกรณ์สำนักงาน มีผลแสดงการวิเคราะห์ระบบดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงการใช้กระแสไฟฟ้าระบบอุปกรณ์สำนักงาน

ที่	อุปกรณ์	KWh	จำนวน	รวม	ชั่วโมง/ปี	หน่วย/ปี	บาท/ปี
1	คอมพิวเตอร์จอสี 17 นิ้ว	0.120	15	1.80	450	810.00	2737.80
2	เครื่องพิมพ์ผล 250 วัตต์	0.250	3	0.75	120	90.00	304.20
3	โทรทัศน์สี 29 นิ้ว	0.130	7	0.91	700	637.00	2153.06
4	พัดลมตั้งพื้น 16 นิ้ว	0.050	2	0.10	200	20.00	67.60
5	ตู้เย็น 10 ลบ.ฟ	0.150	2	0.30	4600	1380.00	4664.40
6	กระติกน้ำร้อน 3.2 ลิตร	0.720	1	0.72	100	72.00	243.36
7	เครื่องสูบน้ำ 746 วัตต์	0.750	1	0.75	200	150.00	507.00
8	หม้อหุงข้าว 4 ลิตร	1.350	1	1.35	150	202.50	684.45
9	เครื่องขยายเสียง 100 วัตต์	0.100	1	0.10	120	12.00	40.56
						3373.50	11402.43

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการใช้กระแสไฟฟ้าระบบอุปกรณ์สำนักงาน จำนวน 3,373.50 หน่วย/ปี คิดเป็นจำนวนเงิน 11,402.43 บาท โดยคิดจากอัตราค่ากระแสไฟฟ้า 3.38บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง

2.2.2 ระบบปรับอากาศ มีผลแสดงการวิเคราะห์ระบบดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงการใช้กระแสไฟฟ้าระบบปรับอากาศ

ที่	อุปกรณ์	KWh	จำนวน	รวม	ชั่วโมง/ปี	หน่วย/ปี	บาท/ปี
1	แอร์แบบติดผนัง 24,000 BTU/HR	1.75	1	1.75	60	105.00	354.90
						105.00	354.90

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการใช้กระแสไฟฟ้าระบบปรับอากาศจำนวน 3,373.50 หน่วย/ปี คิดเป็นจำนวนเงิน 11,402.43 บาท โดยคิดจากอัตราค่ากระแสไฟฟ้า 3.38บาทต่อกิโลวัตต์ - ชั่วโมง

2.2.3 ระบบแสงสว่าง มีผลแสดงการวิเคราะห์ระบบดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการใช้กระแสไฟฟ้าระบบแสงสว่าง

ที่	อุปกรณ์	KWh	จำนวน	รวม	ชั่วโมง/ปี	หน่วย/ปี	บาท/ปี
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์	0.05	68	3.40	100	340	1149.2
2	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์	0.03	3	0.09	2400	216	730.08
						556	1879.28

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการใช้กระแสไฟฟ้าระบบแสงสว่าง รวมทั้งสิ้น 556 หน่วย/ปี คิดเป็นเงิน 1879.28บาท/ปี

เมื่อผู้ศึกษาได้จัดทำข้อมูลการใช้พลังงานเป็นรายเดือนและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายระบบแล้ว จึงนำมาสรุปผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 สรุปผลการใช้พลังงาน

ระบบ	ค่าพลังงานไฟฟ้า (KWh)	ค่าไฟฟ้า (บาท)	คิดเป็นร้อยละ
ระบบอุปกรณ์สำนักงาน	3373.50	11402.43	83.02
ระบบปรับอากาศ	105.00	354.90	2.59
ระบบแสงสว่าง	556.00	1879.28	13.68
ระบบอื่น ๆ	43.50	98.01	0.71
รวม	4078.00	13734.62	100.00

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อแบ่งออกเป็น 3 ระบบสามารถสรุปได้ดังนี้ ระบบอุปกรณ์สำนักงานใช้พลังงานไฟฟ้า 3373.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า 11402.43 บาท คิดเป็นร้อยละ 83.02 ระบบปรับอากาศ ใช้พลังงานไฟฟ้า 105.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า 354.90 บาท คิดเป็นร้อยละ 2.59 ระบบแสงสว่าง ใช้พลังงานไฟฟ้า 556.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า 1879.28 บาท คิดเป็นร้อยละ 13.68 ระบบอื่น ๆ ใช้พลังงานไฟฟ้า 43.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า 98.01 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.71

3. กำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

การกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสร้างความรู้ ความเข้าใจ เกิดการปฏิบัติจริงในการใช้พลังงาน จนในที่สุดพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานก็จะเกิดขึ้นในจิตสำนึกอนุรักษ์พลังงาน ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และนำผลจากการศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน เพื่อกำหนดเป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้วิธีการมีส่วนร่วมของคณะทำงาน ได้กำหนดมาตรการเพื่ออนุรักษ์พลังงานดังนี้

3.1 วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง เช่น การปิดไฟเมื่อไม่ใช้งานและการตั้งเทอร์โมสแตทของเครื่องปรับอากาศไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นต้น

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าหลังจากใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงานการใช้กระแสไฟฟ้าระบบปรับอากาศ ลดลงจาก 105.00 หน่วย/ปี เหลือ 96.25 หน่วย/ปี

4.3 ผลการใช้มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระบบแสงสว่าง แสดงผลดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงการใช้กระแสไฟฟ้าระบบแสงสว่าง

ที่	อุปกรณ์	KWh	จำนวน	รวม	ชั่วโมง/ปี	หน่วย/ปี	บาท/ปี
1	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์	0.05	68	3.40	80	272	919.36
2	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์	0.03	3	0.09	2400	216	730.08
						488	1649.44

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าใช้มาตรการการอนุรักษ์พลังงานการใช้กระแสไฟฟ้าระบบปรับอากาศ ลดลง จาก 556 หน่วย/ปี เหลือ 488 หน่วย/ปี

4.4 สรุปผลการใช้มาตรการการอนุรักษ์พลังงานระบบอุปกรณ์สำนักงาน ระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง แสดงผลดังนี้

ตารางที่ 9 ตารางสรุปผลการใช้กระแสไฟฟ้า ระบบอุปกรณ์สำนักงาน ระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่าง

ระบบ	จำนวนหน่วยต่อปี	จำนวนเงิน	คิดเป็นร้อยละ
ระบบอุปกรณ์สำนักงาน	3211.80	10855.88	83.96
ระบบปรับอากาศ	96.25	325.33	2.52
ระบบแสงสว่าง	488.00	1649.44	12.76
ระบบอื่น ๆ	43.50	98.01	0.76
รวม	3839.55	12928.66	100.00

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าการใช้กระแสไฟฟ้า ระบบอุปกรณ์สำนักงาน ระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่างคิดเป็น 3211.80 , 96.25 , 488.00 และ 43.50 หน่วยต่อปี ตามลำดับ คือเป็นร้อยละ 83.96, 2.52, 12.76 และ 0.76 ตามลำดับ

4.5 การเปรียบเทียบผล ก่อนและหลังใช้มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน แสดงผลดังนี้

ตารางที่ 10 ตารางเปรียบเทียบผลการใช้กระแสไฟฟ้า ระบบอุปกรณ์สำนักงาน ระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่าง

ระบบ	ก่อนใช้มาตรการ		หลังใช้มาตรการ		ค่าพลังงานลดลง		
	จำนวน หน่วย (KWh)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวน หน่วย (KWh)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวน หน่วย (KWh)	จำนวน เงิน (บาท)	คิด เป็น ร้อยละ
ระบบอุปกรณ์สำนักงาน	3373.50	11402.43	3211.80	10855.88	161.70	546.55	3.96
ระบบปรับอากาศ	105.00	354.90	96.25	325.33	8.75	29.57	0.21
ระบบแสงสว่าง	556.00	1879.28	488.00	1649.44	68.00	229.84	1.67
ระบบอื่น ๆ	43.50	98.01	43.50	98.01	-	-	-
รวม	4078.00	13734.62	3839.55	12928.66	238.45	805.96	5.84

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าหลังจากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น โรงเรียนสามารถลดการใช้พลังงานได้

ปีละ 238.45 กิโลวัตต์ – ชั่วโมง คิดเป็นเงินประมาณ 805.96 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 5.84 โดยไม่มีเงินลงทุนแต่ประการใดและไม่ก่อให้เกิดความไม่สะดวกสบายแต่อย่างใด การที่ลดการใช้พลังงานลงได้น้อยเนื่องจากโรงเรียนใช้พลังงานอย่างประหยัด โดยใช้เท่าที่จำเป็น

สรุปและวิจารณ์ผล

สืบเนื่องจากการที่ได้กำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียน สามารถสรุปการดำเนินการได้ ดังนี้

1. วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง เช่น การปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน และการตั้งเทอร์โมสแตทของเครื่องปรับอากาศไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นต้น นอกจากนั้น การลดชั่วโมงการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้น้อยลงหรือใช้เท่าที่จำเป็น และถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดหลังใช้งานเสร็จ หรือแม้แต่การปิดจอคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ใช้งานเกิน 15 นาที จัดเป็นการดำเนินงานด้านการอนุรักษ์พลังงานในระยะเริ่มต้นและสามารถทำได้ตลอดเวลา เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายไม่มีค่าใช้จ่ายหรือใช้ค่าใช้จ่ายน้อยและเห็นผลการอนุรักษ์พลังงานได้เร็ว

2. วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์หรือลดการสูญเสียโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่แทนอุปกรณ์เดิมที่มีประสิทธิภาพต่ำ เช่น การใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ การเปลี่ยนและเลือกชนิดโคมไฟให้เหมาะสมกับการใช้งานและการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นเบอร์ 5 เป็นต้น จัดเป็นวิธีการที่จะต้องวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลตอบแทนการลงทุนเนื่องจากจะมีเงินลงทุน ผลการประหยัดพลังงานและอายุใช้งานเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยทั่วไปวิธีการดังกล่าวนี้มักจะเป็นแผนดำเนินงานและกำหนดผู้รับผิดชอบเพื่อดำเนินงานและติดตามผล

3. วิธีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงระบบ วิธีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงระบบเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน เช่น การเปลี่ยนแปลงเครื่องปรับอากาศให้มีขนาดทำความเย็นเหมาะสมกับพื้นที่ใช้สอย เป็นต้น จัดเป็นวิธีการที่มีความซับซ้อนและต้องใช้ความรู้ทางด้านเทคนิคเนื่องจากการดำเนินการนอกจากจะเกี่ยวข้องกับการลงทุน และผลการประหยัดและอายุการใช้งานแล้วยังจำเป็นต้องออกแบบระบบใหม่ให้ถูกต้องตามหลักวิชา

นอกจากนั้น การสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานให้เกิดขึ้นแก่บุคลากรในโรงเรียนก็นับว่าเป็นสิ่งสำคัญ แม้จะมี

ค่าใช้จ่ายสำหรับค่าไฟฟ้าค่อนข้างน้อยอยู่แล้วก็ตาม หากประเมินการใช้จ่ายแล้วโรงเรียนสามารถประหยัดการใช้พลังงานได้มากกว่านี้ ซึ่งถือว่าเป็นหน้าที่ของคนไทยทุกคนที่ควรคิดตระหนัก โรงเรียนเป็นหน่วยงานทางการศึกษา ที่มีหน้าที่สอนเด็กและเยาวชนให้เป็นคนดี คนเก่ง และมีชีวิตอย่างเป็นสุข การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนก็ควรสอนจากการปฏิบัติจริงทั้งในโรงเรียนและที่บ้าน มาตรการอนุรักษ์พลังงาน โดยการคิดคำนวณค่าไฟฟ้า จัดระบบเครื่องใช้ไฟฟ้า แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายเพื่อหามาตรการแก้ปัญหา เป็นการเรียนการสอนเชิงวิจัยอย่างหนึ่งที่ได้ผลดี เนื่องจากนักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากปัญหา การแก้ปัญหา การดำเนินการเพื่อหาคำตอบหรือตอบปัญหาให้ได้ แล้วได้ผลจากการศึกษาอย่างไร นักเรียนก็สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงก็มีคุณค่ามากมาย ได้แก่การเกิดจิตสำนึกอนุรักษ์พลังงาน มนุษย์สัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อน ความอดทน ความพยายาม ซึ่งเรื่องคุณลักษณะของนักเรียนในสิ่งเหล่านี้ควรสนับสนุนส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับนักเรียนให้มากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรดำเนินกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นรูปธรรมอย่างสม่ำเสมอ โดยกำหนดกิจกรรมและระยะเวลาไว้ในแผนปฏิบัตินโยบายประจำปี
2. ควรขยายผลวิธีการเรียนรู้ รูปแบบนี้ไปสู่สาระการเรียนรู้อื่น ๆ เนื่องจากการอนุรักษ์พลังงาน จัดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3) หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน และช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) เรื่องการคำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน นอกจากนั้นควรสอดแทรกในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้
3. ควรจัดให้กิจกรรมเชิงนโยบาย
4. ควรจัดให้เครือข่ายผู้ปกครองและชุมชนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานของโรงเรียน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548. **เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร** (หมายเลข 1). 48 หน้า
- กระทรวงพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548. **วิธีการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน**. ในอาคาร (หมายเลข 2). 37 หน้า
- กระทรวงพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2548. **คู่มือการตรวจวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงาน**. 261 หน้า

ปั๊มไฮดรอลิกแรม

Hydraulic Ram Pump

ชัชชญา เหมรัตน์ * ยุกาภรณ์ มุกดา*

*โรงเรียนหวังดี จังหวัดสงขลา 16 ถนนสะเดา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

*โรงเรียนวัดปลุกศรัทธา ถนนเจ้าคุณทหาร เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

การทดลองหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิกแรมเมื่อใช้ความยาวท่อส่งน้ำความสูง 3 เมตร ของแหล่งส่งน้ำระยะของการเปิดวาล์วความสูงของแหล่งส่งน้ำขึ้นไปใช้งานที่มีค่าแตกต่างกัน เพื่อนำไปเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้และหาค่าประสิทธิภาพสูงสุด ว่าที่ระดับความสูงที่ปั๊มสามารถส่งน้ำได้ดีที่สุดคือระดับใด

จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง ทำให้ทราบว่าประสิทธิภาพสูงสุดที่เครื่องไฮดรอลิกแรมสามารถทำได้ใน ระดับความสูง 3 เมตร สามารถส่งน้ำได้สูงถึง 6 เมตร ปริมาณน้ำที่สูบได้ ร้อยละ 18 %

ผลจากการทดลองประสิทธิภาพสูงสุดที่เครื่องสูบน้ำไฮดรอลิกแรมทำได้นั้นค่อนข้างต่ำ เพราะน้ำที่ไหล ผ่านวาล์วน้ำทั้งค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่สูบได้ เครื่องสูบน้ำชนิดนี้จึงเหมาะใช้กับแหล่งน้ำธรรมชาติ เพราะน้ำที่ไหลออกจากวาล์วน้ำทั้งนั้น ก็จะไหลกลับ สู่แหล่งน้ำธรรมชาติตามเดิม

คำสำคัญ

พลังงานน้ำ ตะบันน้ำ ไฮดรอลิกแรม

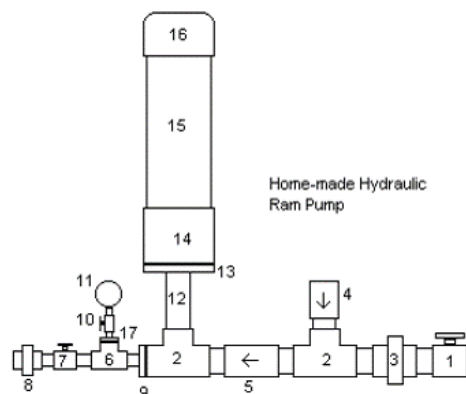
ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันเกษตรกรใช้เครื่องสูบน้ำดีเซลเป็นส่วนใหญ่ มีบางท้องที่ใช้เครื่องสูบน้ำด้วยไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าใช้ การสูบน้ำด้วยไฟฟ้าก็ยังมีข้อจำกัด เฉพาะบริเวณที่มีสายส่งถึงส่วนบริเวณที่ไม่มีสายส่งถึง ที่เป็นบริเวณเพาะปลูกห่างหมู่บ้านหลายกิโลเมตรและมีความต้องการน้ำ จะไม่สามารถสูบน้ำด้วยไฟฟ้าได้ จาก เหตุผลดังกล่าว รวมทั้งการกระจายกระจายของหมู่บ้านเกิดใหม่ ซึ่งมักอยู่ห่างไกลสายส่งไฟฟ้า และแนวโน้มของ ราคาน้ำมันดีเซลจะเพิ่มขึ้น ทำให้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำเอาพลังงานทดแทนรูปแบบต่าง ๆ มาใช้ในการสูบน้ำ เช่นพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ ก๊าซชีวภาพและพลังงานน้ำ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการสูบน้ำด้วยพลังงาน ทดแทนดังกล่าวได้รับการพัฒนา จนอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

Hydraulic Ram Pump หรือที่คนไทยเรียกกันในชื่อว่า ตะบันน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่ถูกสร้างขึ้น และพัฒนา มาอย่างต่อเนื่องตลอดหลายร้อยปี เป็นอุปกรณ์ที่สามารถส่งน้ำขึ้นไปบนที่สูง โดยอาศัยกำลังงานจากการไหลของ น้ำ ปั๊มชนิดนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีอัตราการไหลสูง แต่ความดันต่ำและจะปั๊มน้ำบางส่วนให้ขึ้นไปยังที่สูง ๆ ได้ โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องยนต์มาเป็นตัวขับเคลื่อน วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อศึกษาลักษณะการ ทำงานของระบบไฮดรอลิกแรม ออกแบบจำลอง และหาประสิทธิภาพของไฮดรอลิกแรม ที่ระดับความสูงของน้ำที่ เข้าสู่ปั๊มต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์การทำเครื่องตะบันน้ำ



ส่วนประกอบ

- | | |
|--|--|
| 1. 1-1/4" valve | 2. 1-1/4" tee (สามทาง) |
| 3. 1-1/4" union | 4. 1-1/4" brass swing check valve (เชควาล์ว แบบบานพับ) |
| 5. 1-1/4" spring check valve (เชควาล์ว แบบมีสปริง) | |
| 6. 3/4" tee (สามทาง) | 7. 3/4" valve |
| 8. 3/4" union | 9. 1-1/4" x 3/4" bushing (ท่อลด) |
| 10. 1/4" pipe cock (วาล์ว) | 11. 100 psi gauge (เกจความดัน) |
| 12. 1-1/4" x 6" nipple (ท่อตรง) | 13. 4" x 1-1/4" bushing (ท่อลด) |
| 14. 4" coupling (ข้อต่อตรง) | 15. 4" x 24" PR160 PVC pipe (ท่อPVC ทนความดัน 160 psi) |
| 16. 4" PVC glue cap | 17. 3/4" x 1/4" bushing (ท่อลด) |

ในการศึกษานี้ได้ศึกษาระบบการทำงานของไฮดรอลิคแรมแล้วออกแบบจำลองชุดทดลองขึ้นเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องไฮดรอลิคแรมที่ระดับความสูงของน้ำที่เข้าสู่ปั๊ม ระยะ 2 เมตร และ 3 เมตร

วิธีทดลอง ปลอยน้ำใส่ถังโดยให้ระดับน้ำอยู่ที่ความสูง 2 เมตร เปิดวาล์วให้น้ำจากถังไหลผ่านท่อส่งน้ำเข้าสู่ตัวปั๊ม ปั๊มจะเริ่มทำงาน ทำการวัดอัตราการไหล(q)ของน้ำที่ไหลผ่านท่อส่งน้ำที่ระดับความสูง 2 เมตร ในระยะเวลา 1 นาที ที่ความดัน 0.1 0.2 และ 0.3 kg m/s² ตามลำดับ โดยใช้ถ้วยตวงวัดน้ำจากถังรองรับน้ำ และทดลองในระยะ 3 เมตร ความดันที่ 0.2 0.4 และ 0.6 kg m/s² แล้วทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องไฮดรอลิคแรม

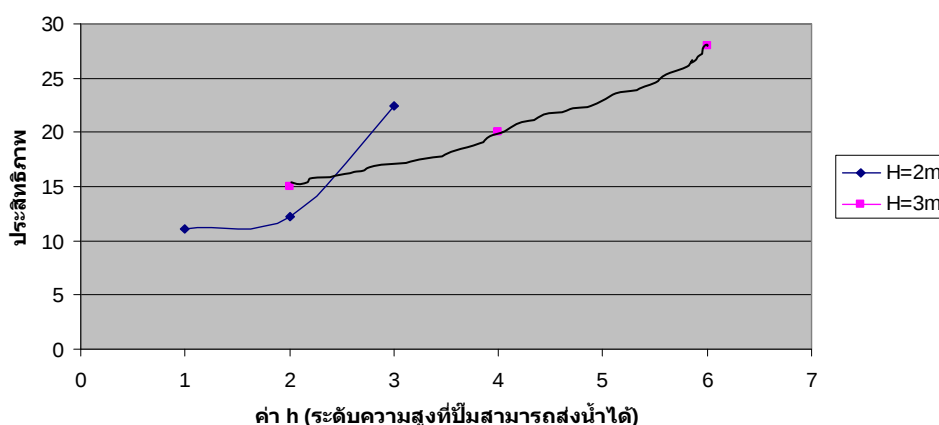
จากสมการ

$$\eta = \frac{qh}{QH}$$

- | | | |
|--------|---|---------------------------------------|
| q | = | อัตราการไหลของน้ำที่สามารถส่งได้ |
| h | = | ระดับความสูงของน้ำที่ปั๊มสามารถส่งได้ |
| Q | = | อัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้าปั๊ม |
| H | = | ระดับความสูงของน้ำที่ส่งเข้าปั๊ม |
| η | = | ประสิทธิภาพของไฮดรอลิคแรม |

ผลการทดลอง/วิจารณ์ผล

ในขณะที่ไฮดรอลิคแรมทำงานจะเกิดการสูญเสียน้ำมากซึ่งเมื่อเทียบน้ำที่ไหลเข้าปั๊มกับปริมาณที่สูบได้ เช่น ที่ ในระดับความสูง $H = 2 \text{ m}$ ความดัน เท่ากับ 0.3 kg m/s^2 ประสิทธิภาพของไฮดรอลิคแรม เท่ากับ 22 % และความสูง 2 เมตร ความดัน เท่ากับ 0.2 kg m/s^2 ประสิทธิภาพของไฮดรอลิคแรม เท่ากับ 12 % ในความสูง 2 เมตร ความดันเท่ากับ 0.1 kg m/s^2 ประสิทธิภาพของไฮดรอลิคแรม เท่ากับ 11 % ในระดับความสูง $H = 3 \text{ m}$ ความดัน เท่ากับ 0.6 kg m/s^2 ประสิทธิภาพของไฮดรอลิคแรม เท่ากับ 28 % และ ในระดับ ความสูง 3 เมตร ความดัน เท่ากับ 0.4 kg m/s^2 ประสิทธิภาพของไฮดรอลิคแรม เท่ากับ 20 % ความสูง 3 เมตร ความดัน เท่ากับ 0.2 kg m/s^2 ประสิทธิภาพของไฮดรอลิคแรม เท่ากับ 15 %



รูป แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับระดับความสูงที่ปั๊ม สามารถส่งน้ำได้ที่ระดับความสูงของน้ำที่เข้าปั๊ม 2 เมตร และ 3 เมตร

การนำผลงานไปใช้ประโยชน์

- นำชุดทดลองไฮดรอลิคแรมไปเป็นสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
- สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่ในชุมชนที่อาศัยอยู่และชุมชนใกล้เคียง
- นำทักษะการเรียนรู้ที่ได้ในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากไฮดรอลิคแรม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่วยงาน สกว. ที่อนุเคราะห์ให้เงินสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆสำหรับทำวิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ไพโรจน์ ศิริรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำในการทำวิจัย ให้ความรู้แนะนำอุปกรณ์ พาไปศึกษานอกสถานที่ และกับกับดูแลอย่างใกล้ชิด ขอขอบคุณครูช่างณัด จิมพลี ที่ให้คำแนะนำในการออกแบบ ดูแลการใช้อุปกรณ์ช่างเป็นอย่างดีทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆและน้องๆคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สุรพงษ์ เลิศวรลักษณ์,เสกสันต์ ชื่นชม , 2543 . ไฮดรอลิคแรมปั้ม.วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะกรรม ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

Ersal W.kindel.1977 . **A hydraulic ram for village use.** pp. 1-11.

S.B,Watt.1978. **A Manual on the hydraulic ram for pumping water.** pp. 6-39.

การผลิตก๊าซชีวมวลด้วยเตาชีวมวลแบบไหลขึ้น Production of Producer Gas by Updraft Gasifier

ฮามิตะ มูเก็ม⁽¹⁾ และพิกุล เอกวงศ์ษา⁽²⁾

⁽¹⁾ โรงเรียนภัคดีศึกษามูลนิธิ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลา เขต 1

⁽²⁾ โรงเรียนภูพานวิทยา อำเภอภูพาน จังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 4

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตก๊าซชีวมวลที่ผลิตจากเตาแบบอากาศไหลขึ้น โดยใช้วัสดุชีวมวล 3 ชนิด คือ ถ่าน ไม้พิน และแกลบ ผลศึกษาค้นพบว่า มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงถ่าน ไม้พิน และแกลบในการผลิตก๊าซเท่ากับ 2.50 2.40 และ 2.22 kg/h เชื้อเพลิงไม้พินสามารถจุดติดไฟได้เร็วที่สุดภายในเวลา 1 min หลังการเดินเตา การเผาไหม้ก๊าซชีวมวลจากแกลบสูงได้อุณหภูมิ 697°C ซึ่งสูงกว่าการใช้ไม้พินและถ่านเป็นเชื้อเพลิง แต่เชื้อเพลิงที่มีปริมาณถ่านน้อยที่สุด คือถ่าน ซึ่งมีค่าเหลือเพียง 8 % เตาชีวมวลมีประสิทธิภาพ 11.7, 10.7 และ 13.8% เมื่อใช้ถ่าน ไม้พิน และแกลบเป็นเชื้อเพลิงตามลำดับ การวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบเตาชีวมวลสำหรับให้นักเรียนเรียนรู้ ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 mm สูง 1 m ที่สามารถเปลี่ยนแปลงชนิดและความหนาของฉนวน และเดินเตาได้ทั้งแบบอากาศไหลขึ้นและไหลลง

คำสำคัญ: Biomass, Updraft Gasifier, gasification

1. บทนำ

ก๊าซชีวมวล เป็นพลังงานทดแทนรูปหนึ่ง ที่ได้จากการนำพืชพลังงานมาเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซเชื้อเพลิง ด้วยกระบวนการแกสซิฟิเคชัน (gasification) ซึ่งเป็นการเผาไหม้แบบจำกัดปริมาณอากาศ

ก๊าซที่ได้จะประกอบไปด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO_2) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นต้น ก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติสามารถนำไปเผาไหม้ได้

กระบวนการแกสซิฟิเคชัน ใช้เตาผลิตก๊าซชีวมวล ที่สามารถจำแนกตามลักษณะการไหลของอากาศหรือก๊าซออกซิเจนในเตาออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ แบบอากาศไหลลง (Downdraft) อากาศไหลขึ้น (Updraft) และแบบอากาศไหลตามขวาง (Crossdraft) ในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการผลิตก๊าซชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือสำหรับประยุกต์ใช้ในครัวเรือนแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม โดยเฉพาะเตาแบบอากาศไหลขึ้นซึ่งเป็นเตาชนิดที่สร้างได้ง่ายและมีใช้มานานแล้ว

Belonio, A. T. (2005) ได้สร้างเตาแบบอากาศไหลขึ้นรูปทรงกระบอกซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 เมตร และสูง 1.0 เมตร เมื่อทดสอบสมรรถนะของเตาโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงพบว่าเวลาที่ใช้ในการจุดไฟเชื้อเพลิงในตอนเริ่มต้นจนกระทั่งมีการเผาไหม้ก๊าซที่หัวเตา (Start-up time) ใช้เวลา 1.35 – 1.82 นาที เมื่อใช้แกลบ 1.3 กิโลกรัม เวลาที่เกิดก๊าซทั้งหมด (Time Operate) มีค่า 46.10 – 51.40 นาที อัตราการเผาผลาญเชื้อเพลิง (Fuel consumption rate) ของเตามีค่า 1.59 – 2.0 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพความร้อน (Thermal efficiency) ของเตามีค่า 12.3 – 13.3%

Belonio, A. T. and Atmowidjojo Djoewito (2007) ได้สร้างเตาก๊าซชีวมวลสำหรับถ่านไม้ขนาดเล็ก ๆ โดยเตาก๊าซมีโครงสร้างแบบ Top-Lit Updraft (TLUD) ขนาดของเตาด้านนอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร

สูง 25 เซนติเมตร ใช้ซีเมนต์ผสมกับซีเมนต์เป็นฉนวนสามารถบรรจุเชื้อเพลิงได้ประมาณ 288 – 300 กรัม เวลาที่เริ่มจุดเชื้อเพลิงจนกระทั่งเตาสามารถจุดติดก๊าซ (Start-up time) อยู่ในช่วง 3-7 นาที สามารถเกิดก๊าซต่อเนื่องเป็นเวลา 40 – 46 นาที อัตราการเผาผลาญเชื้อเพลิง (Fuel consumption rate) ของเตามีค่า 0.39 – 0.43 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพความร้อน (Thermal efficiency) ของเตามีค่า 18 – 20%

อมร รักญาติ. (2548). ได้สร้างเตาผลิตก๊าซชีวมวลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร ภายในก่อด้วยปูนทนไฟมีท่ออากาศเข้าขนาด 2 นิ้ว จำนวน 6 ท่อ รอบเตาด้านล่างของเตาเป็นส่วนเก็บซีเมนต์มีขนาด 50 x 50 x 20 เซนติเมตร เวลาเริ่มต้นในการจุดติด (Start-up time) ของเตาใช้เวลา 4 – 12 นาที อัตราการใช้เชื้อเพลิงของเตาที่ใช้ในการทดสอบมีค่าประมาณ 3.91 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ในปี 2551 สถานีวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ได้ผลิตก๊าซชีวมวลจากแกลบและถ่านไม้ยางพารา โดยใช้เตาผลิตก๊าซชนิดอากาศไหลลง และอากาศไหลขึ้น

จากข้อมูลเหล่านี้จึงทำให้มีความสนใจจะศึกษาการผลิตก๊าซชีวมวลจากเตาก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น โดยใช้เชื้อเพลิงชีวมวล 3 ชนิด คือ ถ่าน ไม้พินและแกลบ นอกจากนี้จะนำความรู้ที่ได้ใช้ในการออกแบบเตาก๊าซชีวมวล สำหรับใช้เป็นชุดทดลองในกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ทฤษฎีและหลักการ

ในเตาผลิตก๊าซทั่วไปสามารถถูกแบ่งออกเป็นชั้นที่สำคัญๆ ได้ 4 ชั้น โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปฏิกริยาและผลผลิตที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นในความเป็นจริงแต่ละชั้นอาจจะเหลื่อมล้ำ (Overlap) กันอยู่ก็ได้

1. ชั้นเผาไหม้ (Combustion or Oxidation Zone)

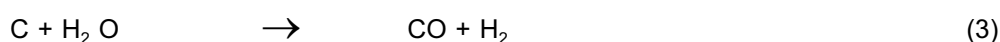
ในบริเวณนี้คาร์บอนจะเผาไหม้กับออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศในปริมาณจำกัดด้วยปฏิกริยาดังต่อไปนี้



ปฏิกริยาในชั้นเผาไหม้เป็นปฏิกริยาคายความร้อน อุณหภูมิในชั้นนี้อยู่ระหว่าง 900 – 1200 °C ความร้อนที่เกิดขึ้นในชั้นนี้ถูกนำไปใช้ในปฏิกริยาแบบดูดความร้อนในชั้นรีดักชันและชั้นกลั่นสลายผลผลิตหลักที่ได้จากการทำปฏิกริยาในชั้นเผาไหม้คือ ความร้อน ถ่าน

2. ชั้นรีดักชัน (Reduction Zone)

ก๊าซ CO₂ ที่ได้จากการเผาไหม้ในชั้นเผาไหม้ เมื่อไหลเข้าสู่ชั้นรีดักชันก็จะเกิดปฏิกริยาที่เปลี่ยนก๊าซ CO₂ ให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ โดยก๊าซ CO₂ จะไหลผ่านคาร์บอนที่ร้อนและเกิด CO ดังสมการที่ (2)



ปฏิกริยาในสมการที่ (2) เรียกว่า Boudouard Reaction ซึ่งเป็นปฏิกริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction) ในกรณีที่ต้องการเพิ่มปริมาณของ CO สามารถทำได้โดยฉีดไอน้ำร้อนเข้าไปซึ่งไอน้ำจะไปทำปฏิกริยากับคาร์บอน ดังสมการที่ (3) ได้ก๊าซ CO และ H₂ เพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกปฏิกริยานี้ว่า Watergas Reaction ซึ่งเป็นปฏิกริยาดูดความร้อน

ร้อนและจะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 800°C ภายใต้ ความดันสูง H_2 อาจจะไปรวมตัวกับคาร์บอนและผลิต CH_4 ออกมาได้ซึ่งเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Methane Reaction โดยจะเกิดขึ้นได้ดีที่ความดันสูงๆ และอุณหภูมิไม่สูงมากนัก

3. ชั้นกลั่นสลาย (Pyrolysis Zone)

ในชั้นนี้เชื้อเพลิงได้รับความร้อนจากชั้นเผาไหม้ เพื่อสลายสารอินทรีย์ในเชื้อเพลิงทำให้ได้สารระเหย (Volatile Matter) ต่างๆ ออกมา ซึ่งประกอบไปด้วยเมทานอล กรดน้ำส้ม น้ำมันดิบ ก๊าซที่เผาไหม้ได้และไม่ได้ อุณหภูมิของชั้นนี้จะประมาณ $135 - 600^{\circ}\text{C}$ ของแข็งที่เหลืออยู่หลังกระบวนการนี้คือคาร์บอนในรูปถ่าน (Fixed Carbon) ดังสมการที่ (4)

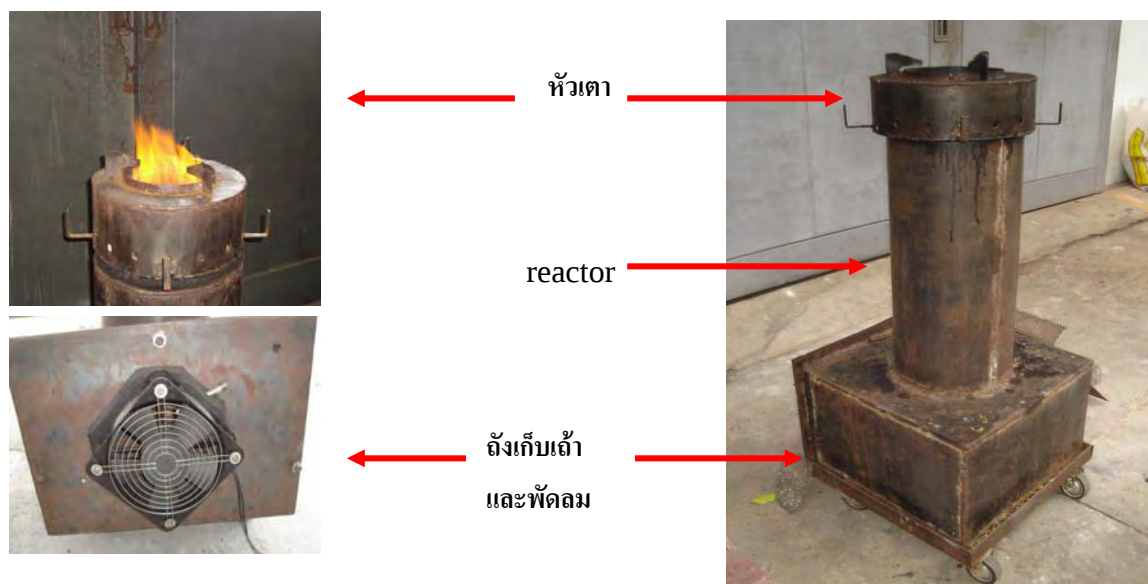


4. ชั้นลดความชื้น (Drying Zone)

ชั้นนี้อุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของสารระเหยต่างๆ ความร้อนที่ได้รับมาจากชั้นกลั่นสลาย จะระเหยความชื้นที่มีอยู่ในชีวมวลให้ออกมาในรูปของไอน้ำ อุณหภูมิในชั้นนี้จะอยู่ประมาณ $100 - 135^{\circ}\text{C}$

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 เตาก๊าซชีวมวล



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเตาก๊าซชีวมวล

3.2 เครื่องมือวัด



รูปที่ 2 แสดงเครื่องมือวัดความเร็วลมและเทอร์โมคัปเปิล

3.3 วิธีการทดลอง

การศึกษากระบวนการและปริมาณที่เกี่ยวข้องในการเกิดก๊าซจากเตาก๊าซชีวมวลชนิดอากาศไหลขึ้น ประกอบด้วย

1. เตรียมวัสดุชีวมวล ได้แก่ ถ่าน ไม้พื้นขนาด 3 x 2 x 7 cm และแกลบ สำหรับใช้ในการเผา เป็นเชื้อเพลิงอย่างละ 1 กิโลกรัม
2. นำวัสดุชีวมวลใส่ลงไปในเตาจุดไฟให้เชื้อเพลิงติดไฟเกิดการเผาไหม้ ปิดฝาเตา และเปิดพัดลมให้อากาศไหลเข้าไปภายในเตา
3. จุดไฟที่หัวเตาเมื่อเริ่มมีแก๊สออกมาจากรูบริเวณหัวเตา
4. เมื่อจุดติดก๊าซแล้ววัดอุณหภูมิของเปลวไฟ วัดอัตราการไหล ปริมาณแก๊ส จับเวลาในการเกิดแก๊ส เวลาน้ำเดือด
5. หาประสิทธิภาพของเตาโดยหาจากอัตราการถ่ายเทความร้อนให้การต้มน้ำเดือด

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การทดลองเดินเตาก๊าซชีวมวลชนิดไหลขึ้น ด้วยเชื้อเพลิง 3 ชนิด คือ ถ่าน ไม้พื้นและแกลบ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการผลิตก๊าซชีวมวลจากเชื้อเพลิงถ่าน ไม้พื้น และแกลบ

ชนิดของชีวมวล	ถ่าน	ไม้พื้น	แกลบ
มวลของเชื้อเพลิง(kg)	1	1	1
เวลาดำเนินการ (Time Operate)			
Initial time	20.39 น.	21.33 น.	19.58 น.
Final time	21.02 น.	21.58 น.	20.25 น.
Start Up Time (min)	5	1	4
Gas Ignition Time (min)	24	25	27
Gas Temperature (°C)	690	684	697
Weight of Char Produced (%)	8	8.5	10.0
ความเร็วอากาศ (m/s)	0.7	-	1.8
อัตราการไหลของอากาศ (m ³ /s)	0.039	อากาศ	0.102
Fuel consumption Rate (kg/hr)	2.5	2.3	2.2
Heat Input (kcal/kg)	5,893	3,355	3,000
Heat Output(kcal/kg)	692	362	414
Thermal Efficiency(%)	11.7	10.7	13.8

ผลจากการทดลองจุดติดก๊าซชีวมวลด้วยเตาแบบไหลขึ้นพบว่า ชีวมวลต่างชนิดกันที่มีมวลเท่ากัน ใช้เวลาในการจุดติดก๊าซ อุณหภูมิของก๊าซและให้น้ำหนักของซี้เถ้าที่เหลือต่างกัน จากตารางที่ 1 พบว่าเชื้อเพลิงจากแกลบจะสามารถเกิดแก๊สได้นานกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากแกลบเป็นเชื้อเพลิงที่มีขนาดสม่ำเสมอ

กันมากที่สุด จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้อย่างต่อเนื่องและสมบูรณ์ (Rajvanshi A. K., 1986) ส่วนปริมาณเถ้าที่เกิดขึ้นก็คือสารเฉื่อยที่ผสมอยู่ในเชื้อเพลิงถ่านนี้ถึงแม้ว่าจะไม่เป็นอันตรายต่อการผลิตก๊าซแต่ก็เป็นตัวที่จะบอกว่าเชื้อเพลิงนั้น ๆ จะใช้ได้อย่างประหยัดหรือไม่จากการทดลองนี้จะพบว่าถ่านมีปริมาณเถ้าที่น้อยสุดสอดคล้องกับผลการทดลองของ Remulla, J. A. (1982) ที่ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเถ้าที่เหลือระหว่างถ่านกับไม้ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงของเตาก๊าซชีวมวลแต่ทั้งนี้ปริมาณเถ้าอาจจะขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ฟืนและไม้ที่นำมาทำถ่านนั่นเอง อย่างไรก็ตามถึงแม้เชื้อเพลิงชนิดใดจะมีปริมาณเถ้ามากก็ตาม ถ้าถ่านนั้นเกิดในลักษณะที่เหมาะสม ก็จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาที่ระบบมากนัก ลักษณะการเกิดเถ้าที่ดีคือ เถ้าที่เกิดจะร่วงลงสู่เบื้องล่างอย่างสม่ำเสมอและอนุภาคของเถ้าควรจะร่วนแยกออกจากกันได้ง่ายเมื่อเผาไหม้แล้วควรจะแยกตัวออกจากผิวของเชื้อเพลิงเพื่อเปิดโอกาสให้ผิวของเชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ (บวรพรรณ, 2529)

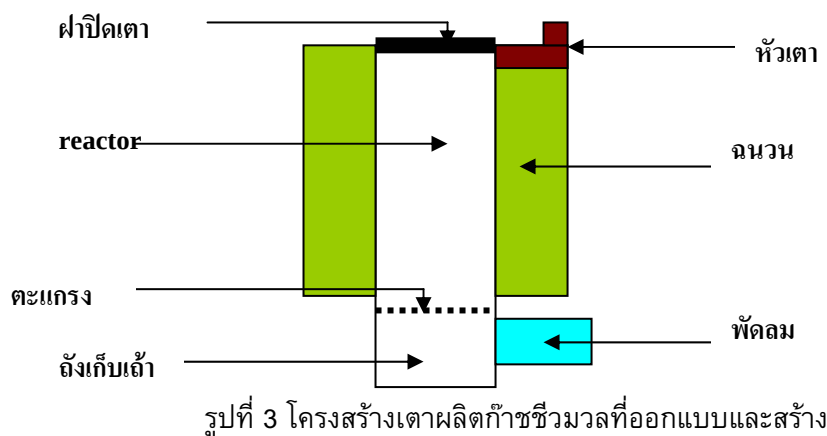
เมื่อใช้เชื้อเพลิงที่เป็นไม้ฟืนเตาจะสามารถจุดติดได้โดยไม่ต้องให้ลมผ่านพัดลมใช้เพียงอากาศธรรมดาและเตาสามารถจุดติดได้เร็วภายใน 1 นาทีดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 แต่ในการทดสอบจะต้องจุดเชื้อเพลิงที่ด้านล่างของเตาและไม้ฟืนที่ใช้จะต้องมีขนาด ประมาณ $3 \times 2 \times 7$ เซนติเมตร เมื่อใช้ไม้ฟืนที่มีขนาดใหญ่กว่านี้เตาจะไม่สามารถจุดติดได้นอกจากนี้ยังเกิดน้ำส้มควันไม้และมีควันออกมารอบๆ เตาเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการใช้ไม้ฟืนที่มีขนาดใหญ่มากเกินไปการจุดเตาจะยากกว่าปกติและช่องว่างชั้นเชื้อเพลิงที่ใหญ่เกินไปนั้นจะทำให้อากาศไหลผ่านได้เร็วเกินไป ปฏิกิริยาจึงเกิดได้ไม่สมบูรณ์(บวรพรรณ, 2529) และกระบวนการไล่ความชื้นอาจจะเกิดขึ้นได้ช้าเนื่องจากเชื้อเพลิงมีชื้นใหญ่ ดังนั้นถ้าจะสร้างเตาชนิดอากาศไหลขึ้นที่ใช้สำหรับไม้ฟืนและถ่านส่วนของเตาที่สามารถเปิดปิดได้เวลาปิดควรมีวัสดุสำหรับป้องกันกาไหลออกนอกเตาของก๊าซเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาภายในเตา

ในตารางที่ 3 แสดงให้ทราบถึงประสิทธิภาพของเตาจากอัตราการถ่ายเทความร้อนของแก๊สผ่านหม้อน้ำที่เดือด พบว่าค่าประสิทธิภาพความร้อน (Thermal Efficiency) ของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆ คนที่ระบุว่าเตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้นสามารถใช้ได้ง่ายกับเชื้อเพลิงชีวมวลแทบทุกชนิด แต่อย่างไรก็ดีขณะที่ทำการทดสอบเตาพบว่าเชื้อเพลิงที่เป็นถ่านและไม้ฟืนจะสามารถจุดติดได้ดีจากการจุดเตาที่ด้านล่าง ส่วนแกลบจะจุดติดได้ดีเมื่อจุดไฟที่ด้านบนของเตา เมื่อทำการจุดเตาที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงที่ด้านล่างของเตาพบว่าจะมีควันเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากและเมื่อทำการเพิ่มแรงกดอัดขณะทำการไล่เชื้อเพลิงยิ่งทำให้เกิดควันในปริมาณมากกว่าไล่เชื้อเพลิงลงไปตามธรรมดา สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจจะเกิดจากการเพิ่มแรงกดอัดทำให้พื้นที่หรือช่องว่างระหว่างเชื้อเพลิงมีขนาดเล็กเกินไปอากาศไม่สามารถไหลผ่านได้สะดวกทำให้ปฏิกิริยาในการเกิดแก๊สไม่สมบูรณ์

5. การออกแบบเตาก๊าซชีวมวล

จากการศึกษาการเกิดปฏิกิริยาในการเกิดก๊าซชีวมวลทำให้กลุ่มผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างเตาสำหรับผลิตก๊าซชีวมวล โดยเตาที่ออกแบบและสร้างขึ้นจะมีรูปทรงกระบอกโดยเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวเตา (reactor) มีขนาด 8 นิ้วทำจากเหล็ก และมีความสูง 1 เมตรแบ่งเป็นส่วนสำหรับไล่เชื้อเพลิง 60 เซนติเมตร และส่วนที่เป็นถังเก็บชี้เก่า 40 เซนติเมตร มีฝาเปิด-ปิดด้านบนสำหรับไล่เชื้อเพลิงและทำการต่อท่อหัวเตาออกด้านข้าง โดยที่ท่อของหัวเตากับท่อที่ใช้ต่อพัดลมทำให้มีขนาดเท่ากันเพื่อที่จะสามารถปรับเตาแก๊สชีวมวลนี้ไว้ศึกษาทั้งในกรณีเตาก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้นและแบบอากาศไหลลงโดยการเปลี่ยนสลับตำแหน่งพัดลมกับหัวเตา โครงสร้าง

อย่างง่ายของเตาแสดงดังรูปที่ 3 ในส่วนของฉนวนที่ห่อหุ้มเตาจะทำให้สามารถปรับเปลี่ยนวัสดุที่นำมาทำฉนวนได้ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของฉนวนในเตาก๊าซต่อไป



6. สรุปผล

ในการศึกษากระบวนการเกิดก๊าซชีววมวลจากเตาผลิตก๊าซชีววมวลชนิดอากาศไหลขึ้นโดยเชื้อเพลิง 3 ชนิด ได้แก่ ถ่าน ไม้ฟืนและแกลบ พบว่า ในปริมาณมวลที่เท่ากันแกลบสามารถจุดติดแก๊สได้เป็นเวลานานกว่า เชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากแกลบเป็นเชื้อเพลิงที่มีขนาดเท่ากันอย่างสม่ำเสมออากาศสามารถไหลผ่าน ช่องว่างระหว่างมวลแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาได้พอดี ที่อัตราเร็วลม 0.102 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในขณะที่ไม้ฟืน สามารถจุดติดแก๊สได้ในระยะเวลาที่สั้นและไม่ต้องใช้ลมจากพัดลมช่วยในการเกิดปฏิกิริยาแต่มีข้อเสียคือจะมีควัน เกิดขึ้นรอบ ๆ เตาจำนวนมากแต่ไม้ฟืนและถ่านต้องจุดจากด้านล่างของเตาส่วนแกลบให้จุดจากด้านบน เมื่อ ทดสอบประสิทธิภาพของเตาจากการถ่ายเทความร้อนผ่านหม้อน้ำเดือดพบว่าเชื้อเพลิงทั้งสามชนิดให้ ประสิทธิภาพใกล้เคียงกันแสดงว่าเตาผลิตก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลขึ้นสามารถใช้วัสดุชีววมวลทั้งสามเป็น เชื้อเพลิงได้ ส่วนในขั้นตอนการออกแบบและสร้างเตากลุ่มผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างเตาผลิตก๊าซชีววมวลรูป ทรงกระบอกที่สามารถเปลี่ยนชนิดของฉนวนและปรับเปลี่ยนหัวเตากับพัดลมทางเข้าอากาศได้เพื่อทำเป็นเตาผลิต ก๊าซชีววมวลแบบอากาศไหลขึ้นและแบบอากาศไหลลงไว้ในตัวเดียวกัน

7. ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาผลที่เกิดจากการใช้ฉนวนต่างชนิดกันในการสร้างเตาก๊าซชีววมวล
2. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเตาที่มีขนาดต่าง ๆ กัน
3. ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับช่องที่ให้อากาศเข้าบริเวณหัวเตาว่าจะมีผลต่อการจุดติดของก๊าซอย่างไร

8. การนำไปใช้ประโยชน์

นำเตาก๊าซชีววมวลที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทำเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เตาผลิต ก๊าซชีววมวล

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สถานฝึกปฏิบัติในการทำวิจัย รศ.กำพล ประทีปชัยกูร ผศ.ไพโรจน์ ศิริรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยดูแลให้คำแนะนำและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำงานวิจัย

10. เอกสารอ้างอิง

Belonio, A. T. (2005). **Rice Husk Gas Stove Handbook**. Appropriate Technology Center. Department of Agricultural Engineering and Environmental Management, College of Agriculture, Central Philippine

University, Iloilo City, Philippines.

Beloneo, A. T. and Atmowidjojo Djoewito (2007)., **Wood Charcoal Gasifier Stove**. Appropriate Technology Center. Department of Agricultural Engineering and Environmental Management, College of Agriculture, Central Philippine University, Iloilo City, Philippines.

Rajvanshi, A. K. (1986). **Biomass Gassification**. Chapter (No. 4) in book “Alternative Energy in Agriculture”, Vol. II, Ed. D. Yogi Goswami, CRC Press, pp 83 -102.

Remulla, J. A. (1982), **Gasifier Manufacture in the Philippines : Status and Prospects**. Presented at Technical Consultation meeting between People's Republic of China and Philippines, Manila, June 23-30,.

บรรพพรรณ คติการ. (2529). **ตัวกรองที่เหมาะสมสำหรับระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านไม้**. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อมร รัชญาติ. (2548). **Wood Gasification Stove**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่.

การขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและถ่านแกลบ Forming of Solid Fuel from Coffee Pulp and Rice Husk Char

ศิริพร สุคนธ์ สุจิตรา ราศิริตันนะ และสมรัก คุ่มเนตร
สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 91000
E – mail : <http://etrc.me.psu.ac.th>

Siriporn Sukon Suchittra Rasrirattana Somrak Khumnetr
Faculty of Engineering, Prince Songkra
E – mail : <http://etrc.me.psu.ac.th>

บทคัดย่อ

การวิจัยการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและถ่านแกลบ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและถ่านแกลบโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพการนำไปใช้งาน ผลการทดลองพบว่าเชื้อเพลิงแข็งจากถ่านแกลบและกากกาแฟสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็งที่ผ่านค่าความทนทาน 90 % โดยใช้เครื่องอัดแบบไฮดรอลิกที่แรงอัด 20 ตัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

คำสำคัญ เชื้อเพลิงแข็ง, กากกาแฟ, ถ่านจากแกลบ

1. บทนำ

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีจำนวนมาก เช่น แกลบ ฟางข้าว เศษไม้ และอื่น ๆ ซึ่งวัสดุเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้โดยเฉพาะแกลบที่เป็นผลผลิตจากการสีข้าว ให้ความร้อนสูงแต่เนื่องจากแกลบมีความหนาแน่นต่ำการใช้เป็นเชื้อเพลิงจึงอยู่ในขอบเขตจำกัด อีกทั้งมีค่าขนส่งสูง การนำแกลบมาขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็งจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ และนอกจากนี้ยังมีวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ ที่สามารถนำมาขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็งได้ เช่น กากกาแฟ ดังนั้นจึงต้องการศึกษาการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและถ่านแกลบ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและถ่านแกลบที่ใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ การนำไปใช้งาน โดยการทดลองได้กำหนดขนาดของเชื้อเพลิงแข็งจากถ่านแกลบและกากกาแฟที่นำมาขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็งที่ผ่านค่าความทนทาน 90 % มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่องอัดแบบไฮดรอลิก ผลการศึกษานี้เพื่อนำมาเป็นข้อมูลการขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงแข็งที่มีคุณภาพดี และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้เหมือนกับถ่านไม้ที่มีใช้อยู่ทั่วไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่จะนำมาขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็ง
2. ออกแบบการทดลอง
3. จัดหาอุปกรณ์

4. ทดลองและบันทึกผล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและตัวประสาน ขั้นตอนการผสม ขั้นตอนการขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็ง และขั้นตอนการวิเคราะห์สมบัติเชื้อเพลิงแข็ง

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบและตัวประสาน

วัตถุดิบที่ใช้เป็นถ่านแกลบที่เหลือจากการเผาแกลบ โดยนำถ่านแกลบที่ได้มาทำการร่อนเอาเฉพาะส่วนที่เป็นแกลบดำ และกากกาแฟที่เหลือทิ้งจากการบดกาแฟสดจากร้านกาแฟ

ขั้นตอนที่ 2 การผสม

วัตถุดิบที่ใช้ในการผสม ได้แก่ ถ่านแกลบและกากกาแฟ กับตัวประสาน (แป้งเปียก) ในอัตราส่วน 8:1

ขั้นตอนที่ 3 การขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็ง

วัตถุดิบที่ได้รับการผสมนำไปขึ้นรูปโดยเครื่องอัดแบบไฮดรอลิก ที่แรงอัด 10 ตัน และ 20 ตัน ต่อมวล 100 กรัม

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์สมบัติเชื้อเพลิงแข็ง

เชื้อเพลิงแข็งจากวัตถุดิบแต่ละชนิด ได้นำมาวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่น และการนำไปใช้งานจากการทดสอบระยะเวลาการเผาไหม้

3. ผลการศึกษา / ผลการทดลอง

ตารางผลการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพ และการใช้งาน

แรงอัด	วัสดุ	ตัว ประสาน	ความ หนาแน่น กก : ลบ.ม	แรงตก กระแทก (%)	แรง กด (N)	ระยะเวลา การเผา ไหม้ (ชั่วโมง)
10 ตัน	แกลบ	แป้ง เปียก	879.19	81	-	3.10
10 ตัน	กาแฟ	แป้ง เปียก	885.47	83	-	2.05
20 ตัน	แกลบ	แป้ง เปียก	946.78	90	10670	3.34
20 ตัน	กาแฟ	แป้ง เปียก	938.22	90	12268	2.32

ผลการทดลอง

ผลการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงแข็งที่แรงอัด 10 ตัน และ 20 ตัน พบว่า เชื้อเพลิงแข็งจากแกลบมีความหนาแน่นมากกว่าเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและเมื่อทดสอบแรงตกกระแทกที่แรงอัด 20 ตัน ที่ผ่านค่าความทนทาน 90 % เท่ากัน เมื่อนำมาทดสอบการใช้งานจากการทดสอบระยะเวลาการเผาไหม้ พบว่าเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบจะมีระยะเวลาการเผาไหม้นานกว่าเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟ

4. วิจัยรณผล

จากการทดลองนำกากกาแฟและกลบมาขึ้นรูปแท่งเชื้อเพลิงแข็งโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน พบว่า วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด สามารถนำมาขึ้นรูปเป็นเชื้อเพลิงแข็งได้และมีระยะเวลาการเผาไหม้ที่แตกต่างกันโดย เชื้อเพลิงแข็งจากกลบจะมีระยะเวลาการเผาไหม้นานกว่าเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟโดยเฉพาะเชื้อเพลิงแข็งจาก กลบที่แรงอัด 20 ตัน

5. สรุปผล

การขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟและถ่านกลบเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่น และค่าต้านแรง กด พบว่า ค่าความหนาแน่น และต้านแรงกดของถ่านกลบมีค่ามากกว่าเชื้อเพลิงแข็งจากกากกาแฟที่แรงอัด เท่ากัน ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้เชื้อเพลิงแข็งจากถ่านกลบ มีคุณภาพดี และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ เหมือนกับถ่านไม้ที่มีใช้อยู่ทั่วไป

6. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1.เชื้อเพลิงแข็งจากถ่านกลบและกากกาแฟสามารถนำไปใช้ประโยชน์แทนถ่านไม้ได้
- 2.เชื้อเพลิงแข็งจากกลบและกากกาแฟ สามารถนำมาผลิตเพื่อการจำหน่ายได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) โครงการวิจัยพลังงาน รุ่นที่ 2 สถานวิจัย เทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รศ.ไพโรจน์ ศิริรัตน์ คณาจารย์และบุคลากรคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ทุกท่าน

8. เอกสารอ้างอิง

การส่งเสริมการใช้พลังงานชีวมวลของประเทศ

ไทย, วารสารนโยบายพลังงาน, ฉบับที่ 55 ม.ค. – มี.ค.2545.

จิระพงษ์ คูหากาญจน์. คู่มือการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้. กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ท ครีเอชั่น จำกัด, 2550.

สถาพร เกษมศรีวิวัฒน์. การเปรียบเทียบการจัดการผลิตและตลาดถ่านจากไม้ยูคาลิปตัสของผู้เผาถ่านใน กลุ่มและนอกกลุ่มสหกรณ์ผู้ปลูกป่าขอนแก่นจำกัด. รายงานการศึกษาอิสระ วศ.ม ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2546.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ถ่าน : การผลิตที่ถูกต้องวิธีและประโยชน์. กรุงเทพฯ. 2544.

Richard SR, Physical of Fuel Briquettes. Fuel Processing Technology. Vol. 25,pp. 89-100, 1989.

Husain Z,Zainac Z, Addulllah Z, Briquetting of Palm fibber and shell from the Processing of Palm nuts to Palm oil, Biomess and Bioenergy. Vol. 22, No. 10, pp. 505-509, 2002.

ศึกษาการ เผาถ่านด้วยเตาขนาดเล็ก Study of Charcoal Making by Small Kiln.

บุญมี ศรีประเสริฐ ตำแหน่งครูโรงเรียนบ้านฝายกวาง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา

Boonmee Sripasart Ban faikwang School Chiengkham Phayao

ธนธิป หลีกกันชะ ตำแหน่งครูโรงเรียนบ้านท่าม่วง อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา

Thanathip Leekancha Bantamuang School Tepha Songkhla

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างชุดทดลองเตาเผาถ่านขนาดเล็ก เชื้อเพลิงหน้าเตาใช้ไอน้ำความร้อนจากแก๊ส เพื่อทำการศึกษาอุณหภูมิของการเผาถ่าน และความหนาแน่นของถ่าน พบว่า อุณหภูมิเริ่มต้นอยู่ในช่วง 30 – 35°C อุณหภูมิไล่ความชื้นอยู่ในช่วง 150 – 270°C อุณหภูมิที่ทำให้ฟืนเป็นถ่านบริสุทธิ์อยู่ในช่วง 300 – 343°C ความหนาแน่นของถ่านไม้ยางพาราอยู่ที่ 0.43 g/cm³

คำสำคัญ เตาเผาถ่านขนาดเล็ก, การเผาถ่าน, รูปแบบของเตาเผาถ่าน

Abstract

The research has created a free trial of small charcoal kiln. Fuel cook using steam from the hot gas. To study the temperature of coal combustion. And density of carbon. Found that Starting temperature in the range 30 - 35 ° c temperature, humidity in the range of gradation 150 - 270 ° c. Temperatures that fuel is pure carbon in the range 300 -343 ° c. Density of rubber wood charcoal at 0.43 g/cm3.

บทนำ

มนุษย์รู้จักการเผาถ่านมาเป็นเวลานานนับหมื่นปี การเผาถ่านในยุคแรกจะนำท่อนไม้มาเรียงซ้อนกันจุดไฟ แล้วจึงกลบด้วยดิน เช่น เตาผิง เตาหลุม วิธีการเช่นนี้เป็นวิธีการให้ความร้อนสัมผัสเนื้อไม้โดยตรงทำให้ไม้ถูกติดไฟ วิธีการผลิตดังกล่าวทำให้ไม่สามารถควบคุมอากาศภายในได้ตามต้องการ ได้ปริมาณถ่านน้อย มีคุณภาพต่ำ มีเขี้ยวมาก และต้องใช้ไม้ที่มีขนาดใหญ่ หากใช้ไม้ที่มีขนาดเล็กก็จะถูกเผาเหลือแต่เขี้ยว ซึ่งเกิดจากอากาศสามารถไหลผ่านดินที่กลบไว้ได้

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเตาเผาถ่านที่สามารถควบคุมการไหลของอากาศได้ โดยใช้ไอร้อนในการเผาไม้ เช่น เตาเผาถ่านจากถัง 200 ลิตร เตาหลุมฝังรơmป่าไม้ เตาดินเหนียวก่อ เตาอิฐเตะ ความร้อนจากไฟที่จุดไม้ได้ถูกเนื้อไม้โดยตรง ทำให้ได้ถ่านที่มีคุณภาพดี สร้างเตาเผาได้ง่าย สามารถใช้ไม้ขนาดเล็กและเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเผาเป็นถ่านได้ เหมาะสำหรับผลิตถ่านใช้ในครัวเรือน นอกจากนั้นยังได้นำสัมนวันไม้เป็นผลพลอยได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้การเผาถ่านที่อุณหภูมิสูงๆยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์เกี่ยวกับสุขภาพ เช่น ทำน้ำแร่สำหรับดื่มและอาบ ใช้ดูดซับกลิ่นและใช้ดูดซับรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นต้น

ในอนาคตปัญหาเกี่ยวกับวิกฤตการณ์น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซหุงต้ม ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในชนบทนับว่ามีศักยภาพอย่างมากในการใช้พลังงานหมุนเวียนจากทรัพยากรในท้องถิ่น เยาวชนรุ่นหลังจึงจำเป็นต้อง

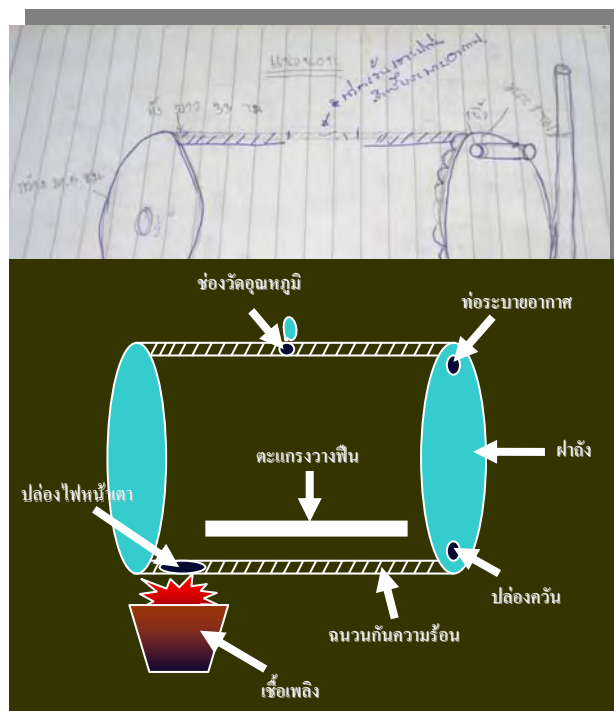
เรียนรู้ เตาเผาถ่านจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นพิเศษ คณะผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาอุณหภูมิในการเผาถ่าน ความหนาแน่นของถ่าน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นชุดทดลองในการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระศิลปะ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีในช่วงชั้นที่ 2 - 4

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษารวบรวมข้อมูล ผลงาน ที่เกี่ยวข้องกับเตาเผาถ่านจากถังขนาด 200 ลิตร

- ศึกษารูปแบบเตาเผาถ่านจากถังขนาด 200 ลิตร จากหนังสือ เอกสารต่างๆ
- ศึกษาฐานเตาเผาถ่านจากถังขนาด 200 ลิตรจาก แหล่งเรียนรู้ (ศูนย์สาธิตการผลิตและส่งเสริมการใช้น้ำหมักชีวภาพและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องชุมชน ตำบลคลองแห อำเภอหาดใหญ่, ศูนย์ทดลองวิชาการพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา)
- ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

2. ออกแบบเตา



3. เตรียมวัสดุ - อุปกรณ์ในการสร้างเตา ซึ่งประกอบไปด้วย



ถังสี่ชนิดโลหะขนาด 17.5 ลิตร พร้อมฝาปิด

- 3.1 ปูนซีเมนต์ทนไฟ
- 3.2 ดินเหนียวทนไฟ
- 3.3 ปากกาเคมี
- 3.4 วาล์วขนาด 1 นิ้ว
- 3.5 สามทางขนาด 1 นิ้ว
- 3.6 โหนดขนาด 05 นิ้ว , 1 นิ้ว , 2 นิ้ว
- 3.7 วงเวียนเหล็ก
- 3.8 เหล็กฉาก
- 3.9 สังกะสี ยาว 112 เซนติเมตร กว้าง 33 เซนติเมตร
- 3.10 เตาแก๊สขนาด 9.5 กิโลกรัม
- 3.11 ที่ตั้งเตาเผาถ่าน
- 3.12 ท่อเหล็ก ขนาด 1 นิ้ว ยาว 35 เซนติเมตร
- 3.13 นิปปเปิ้ล ขนาด 2×4 นิ้ว
- 3.14 ฟืนจากไม้ยางพารา
- 3.15 ตะแกรงวางฟืน
- 3.16 เทอร์โมมิเตอร์

4. การสร้างเตา มีวิธีการดังนี้

4.1 นำถังสี่วงในแนวนอน ใช้ไม้ฉากเหล็กวัดตรงรอยต่อจากกันถังสี่ขึ้นมา 2 นิ้ว นำวงเวียนเหล็กทำวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และด้านตรงกันข้ามตรงกึ่งกลางทำวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว เจาะออกด้วยโหนด นำโหนดขนาด 0.5 นิ้ว และ 2 นิ้ว ใส่ตรงรอยเจาะหมุนให้แน่น

4.2 นำสังกะสีเจาะเว้นตรงโหนด นำไปครอบด้านนอกถังสี่ ผสมปูนซีเมนต์กับน้ำหล่อให้มีความหนา 1 นิ้ว

4.3 นำฝาปิดถังสี่ติดเส้นผ่าศูนย์กลางฝาถัง 1 เส้น ใช้ไม้ฉากวัดจากขอบฝาให้มีระยะห่าง 1 เซนติเมตร ทั้ง 2 ด้าน นำวงเวียนเหล็กเขียนวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ทั้ง 2 ข้าง เจาะออกด้วยโหนด หมุนด้วยโหนดขนาด 1 นิ้ว และ สามทาง นำปูนซีเมนต์ผสมกับน้ำเทบนฝาถังหนาประมาณ 1 นิ้ว ตั้งทิ้งไว้ 1 คืนให้ปูนแข็งตัว

4.4 นำนิปปเปิ้ลประกอบเข้ากับโหนดตัวแรก และนำสามทางประกอบเข้ากับโหนดตัวที่เหลือต่อด้วยท่อเหล็ก สำหรับปล่อยควัน

4.5 ติดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิด้านบนเตา

5. การไล่ความชื้นออกจากเตา

เตาเผาที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์จะยังคงมีความชื้นอยู่ ก่อนจะนำไปใช้เผาถ่านจะต้องทำให้เตาไม่มีความชื้น โดยการนำไม้ฟืน หรือถ่านจุดให้เกิดความร้อน น้ำในเตาจะค่อยๆ ซึมออกจากเตา จนกระทั่งเตาไม่มีความชื้น

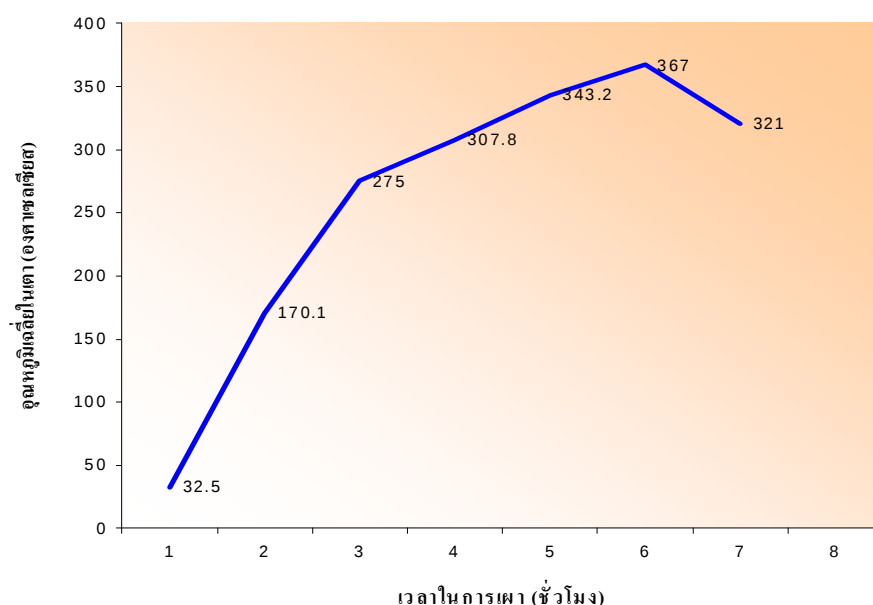
6. การทดลอง

- 6.1 นำเตาเผาถ่านตั้งบนที่ตั้ง
- 6.2 ใส่ถังแก๊สใต้เตาเผาถ่าน โดยให้ปากเตาเผาถ่านตรงกับแก๊สที่ออกมา
- 6.3 วางตะแกรงที่ก้นเตา
- 6.4 ชั่งฟืน หนัก 4 กิโลกรัม เรียงฟืนบนตะแกรงในแนวนอน
- 6.5 นำฝาทิ้งปิดเตา ใช้ดินเหนียวทนไฟผสมน้ำปิดโดยรอบ ระหว่างฝาและตัวเตาไม่ให้มีอากาศเข้า
- 6.6 นำเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเตา ก่อนเผาบันทึกข้อมูล
- 6.7 วัดอุณหภูมิทุกๆ 20 นาที จนกระทั่งปิดเตา

ผลการทดลอง

อุณหภูมิเฉลี่ยในเตา

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา



ความหนาแน่นของถ่าน

$$\text{ความหนาแน่นของถ่าน} = 0.43 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{จากสูตร} \quad D = \frac{m}{V}$$

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการทดลองแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาอธิบายได้ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1-3 จากอุณหภูมิเริ่มต้น 32.5-275 เส้นจะชันเป็นช่วงของการไล่ความชื้นออกจากเนื้อไม้ ในช่วงชั่วโมงที่ 3-4 เป็นช่วงที่ไม้ในเตาเริ่มคายความร้อน เริ่มหรีฟพ่นน้ำเตา ชั่วโมงที่ 5-6 เป็นช่วงของการทำให้ถ่าน

บริสุทธิ์ หยดบ่อนเชื้อเพลิง เปิดหน้าต่างเล็กน้อยให้อากาศเข้าทำให้ถ่านสุกและบริสุทธิ์ขึ้น ชั่วโมงที่ 6 ปิดหน้าต่าง อุณหภูมิจะเริ่มลดลงเรื่อย ๆ

ถ่านไม้ยางพาราที่ได้มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.43 g/cm^3 เป็นถ่านที่มีคุณภาพดี มีซีเถ้าและรูละเอียด หากอุณหภูมิในเตามีค่าความร้อนไม่ถึง 300°C ผลผลิตถ่านที่ได้จะมีคุณภาพไม่ดี มีสันถ่าน และเปราะบาง หากปิดเตาทั้งหมดแล้วต้องควบคุมอากาศไม่ให้เข้าในเตา ถึงจะได้ถ่านที่มีคุณภาพดี หากอากาศเข้าจะได้ถ่านคุณภาพไม่ดี มีซีเถ้ามาก

การนำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. นำกระบวนการจากการวิจัยไปสร้างชุดทดลองเตาเผาถ่านขนาดเล็กสำหรับนักเรียน
2. บูรณาการการเรียนรู้กับกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ศิลปะ

ข้อเสนอแนะ

1. หากต้องการเพิ่มอุณหภูมิในเตา ควรเพิ่มปล่องควันให้สูงขึ้น
2. การเรียงฟืนในเตา ควรเรียงฟืนตามทิศทางการไหลเข้าออกของอากาศ
3. การออกแบบเตาต้องคำนึงถึงหลักการไหลเข้า การไหลออกของอากาศ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โครงการวิจัยพลังงาน รุ่นที่ 2 สถานวิจัย เทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ คณะจารย์และบุคลากรคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

จิระพงษ์ คูหากาญจน์. คู่มือการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้. กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ท ครีเอชั่น จำกัด, 2550.

มูลนิธิศูนย์สื่อเพื่อการพัฒนา. เกษตรกรรมธรรมชาติซูเปอร์อั้งโล่เตาหุงต้มประหยัดพลังงาน.

กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์ จำกัด, 2550.

มูลนิธิศูนย์สื่อเพื่อการพัฒนา. เกษตรกรรมธรรมชาติพลังงานชุมชนเพื่อการพึ่งตนเอง.

กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์ จำกัด, 2551.

สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม. คู่มือเตาเผาถ่าน 200 ลิตร. นครราชสีมา: พิชเนศ พรินติ้ง จำกัด, 2549.

ตารางและภาพ

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเตาเผาถ่านทุกๆ 20 นาที

ทดสอบครั้งที่ 1 (° c)	ทดสอบครั้งที่ 2 (° c)	ทดสอบครั้งที่ 3 (° c)	ทดสอบครั้งที่ 4 (° c)
34.5	34	31.2	32.5
70.9	65.9	45	73.2
115.5	99	70.8	134.5
158.5	128	190	170.1
236	161.8	243	248
263.9	196.2	216	263.5
285	213.9	236	275
294.4	225.8	226	277.2
322	252.3	241	280.3
355	272.8	252	307.8
253	303	259	310.9
	317	272	313.5
	331	274	343.2
	345	278	

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นของถ่าน

ถ่านก้อนที่	น้ำหนักของ กระดาษ	น้ำหนักของ กระดาษรวม กับน้ำหนักถ่าน	น้ำหนักถ่าน (กรัม)	ปริมาตรของถ่าน (ml)
1	2.57	19.00	16.43	38
2	2.57	15.74	13.17	12
3	2.57	9.49	6.92	9

ภาพกิจกรรม

ภาพการพบกลุ่ม และปรึกษางานร่วมกัน



ภาพการศึกษาดูงานนอกสถานที่



ภาพการสำรวจอุปกรณ์ในการทำเตา



ภาพการออกแบบและการสร้างเตาเผาถ่าน



ภาพการทดลองและเก็บข้อมูล



ภาคผนวก จ

สาระการเรียนรู้/แผนการเรียนการสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง การสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

นายวิโรจ หลักมัน⁽¹⁾, นายบุญนำ หมินยะลา⁽²⁾, นางสาวกษมณ ดอนแก้ว⁽³⁾

(1) โรงเรียนวังทองวิทยา อำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลำปาง เขต 3

(2) โรงเรียนบ้านเขาน้อย อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลา เขต 3

คู่มือครู

คู่มือครูนี้ใช้สำหรับประกอบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วย

1. บทบาทของครูผู้สอน

ครูผู้สอนเตรียมตัวให้พร้อม โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดชั้นเรียน และการเตรียมสื่อการเรียนที่ใช้ประกอบการจัดการจัดการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูจะต้องจัดกิจกรรมให้ครบตามที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้กิจกรรมเป็นไปอย่างต่อเนื่องและบรรลุตามวัตถุประสงค์

ก่อนทำกิจกรรมทุกครั้ง ครูต้องอธิบาย ชี้แจงวิธีการปฏิบัติกิจกรรมให้ชัดเจนให้นักเรียนได้เข้าใจตรงกัน จึงจะทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุเป้าหมายและมีประสิทธิภาพ

ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รับผิดชอบต่อหน้าที่ กล้าแสดงออก สังเกตการณ์ปฏิบัติและให้การช่วยเหลือนักเรียนในยามที่จำเป็นอย่างใกล้ชิด

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นลงในแต่ละกิจกรรม ครูเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

2. สิ่งที่ต้องเตรียม

ครูจะต้องเตรียมสื่อการสอนให้ครบตามขั้นตอนการจัดชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

บัตรคำสั่งที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม

แบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม

บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกนนอน

แบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกนนอน

บัตรกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน

แบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน

วัสดุ - อุปกรณ์กิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน

บัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง พลังงานลม

บอร์ดแสดงนิทรรศการพร้อมวัสดุ - อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดบอร์ด

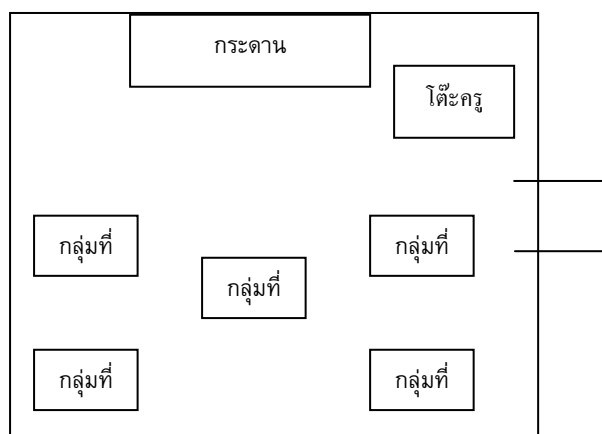
บัตรคำถามที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

บัตรเฉลยบัตรคำถามที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

3. การจัดชั้นเรียน

ในการจัดชั้นเรียนขณะที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน จำนวนกลุ่มขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนในชั้นเรียน เมื่อทำการวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนนักเรียนต้องแยกออกจากกลุ่ม และจัดห้องทำการสอบเป็นรายบุคคล

แผนผังการจัดชั้นเรียน



4. การประเมินผลการเรียนรู้

ประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

ประเมินผลจากคุณภาพชิ้นงาน/ผลการทดลอง จากการตอบคำถาม และจากบัตรคำถาม

ประเมินผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

แบบประเมินพฤติกรรม/การสังเกต

แบบประเมินการนำเสนอ

หน่วยการเรียนรู้ การสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างกังหันลมแนวแกนนอน

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทักษะทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อสร้างกังหันลมแนวแกนนอนที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมแนวแกนนอน ได้แก่ การออกแบบใบพัด การพันขดลวด การติดแม่เหล็ก การประกอบเจนเนอเรเตอร์ การประกอบและติดตั้งกังหันลม ความเร็วลม (Wind speed) และทิศทางลม (Wind Direction)
3. เพื่อทดสอบการทำงานของกังหันลม และหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมที่ระดับต่าง ๆ กับจำนวนรอบการหมุนของใบพัด ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น และกำลังไฟฟ้าที่ได้

3. สารการเรียนรู้

1. กังหันลมและหลักการทำงาน
2. ประเภทของกังหันลม
3. กังหันลมแนวแกนนอนและส่วนประกอบ
4. การออกแบบและสร้างกังหันลมแนวแกนนอน
5. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมแนวแกนนอน ได้แก่ การออกแบบใบพัด การพันขดลวด การติดแม่เหล็ก การประกอบเจนเนอเรเตอร์ การประกอบและติดตั้งกังหันลม ความเร็วลม (Wind speed) และทิศทางลม (Wind Direction)

4. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูนำรูปภาพ วีดีโอคลิปกังหันลมชนิดต่าง ๆ ให้นักเรียนดู และร่วมกันอภิปราย
2. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเรื่องพลังงานทดแทนจากพลังงานลม กังหันลมและหลักการทำงาน ประเภทของกังหันลม กังหันลมแนวแกนนอนและส่วนประกอบ
3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดเวลา และข้อตกลงอื่น ๆ ให้นักเรียนเข้าใจตรงกันก่อนเข้ากลุ่มทำกิจกรรม

ชั่วโมงที่ 2-12

ขั้นสำรวจและค้นหา

4. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 5 – 6 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่ เก่ง ปานกลาง อ่อน คละกัน (ครูจัดกลุ่มนักเรียนไว้ล่วงหน้า)
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารับบัตรคำสั่งที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และปฏิบัติตามกิจกรรมตามคำสั่งในบัตรคำสั่ง
6. นักเรียนรับบัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม
7. นักเรียนรับบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกนนอน
8. นักเรียนรับบัตรกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน พร้อมด้วยวัสดุ - อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างและทดสอบ
9. นักเรียนรับวัสดุ – อุปกรณ์ ในการจัดบอร์ดนิทรรศการ ซึ่งประกอบด้วย

- กระดาษ
 - ปากกา
 - กาว
 - กรรไกร
 - เทป
 - สีเมจิก
- ฯลฯ

10. นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการสืบค้น เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ในประเด็นเกี่ยวกับ กังหันลมและหลักการทำงาน ประเภทของกังหันลม กังหันลมแนวแกนนอน และส่วนประกอบ และการออกแบบและสร้างกังหันลมแนวแกนนอน

11. นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการสืบค้น เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้าง ส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกนนอน จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ในประเด็นเกี่ยวกับออกแบบใบพัด การพันขดลวด การติดแม่เหล็ก การประกอบเจนเนอเรเตอร์ การประกอบและติดตั้งกังหันลม

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน พร้อมกับบันทึกผลการทดสอบลงในแบบบันทึกผลการทดสอบ

ชั่วโมงที่ 13-15

ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

13. ตัวแทนนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้น การออกแบบส่วนประกอบของกังหัน และส้อมตัวแทนนักเรียนจำนวน 2 กลุ่มนำเสนอผลการทดสอบกังหันลมแนวแกนนอนหน้าชั้นเรียน

14. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการสืบค้น การออกแบบ และผลการทดสอบ

ชั้นขยายความรู้

15. ครูแจกบัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง พลังงานลม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาเนื้อหา

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสืบค้น เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม และการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกนนอน จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มาจัดบอร์ดแสดงนิทรรศการ

17. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกังหันลม และผลการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ชั้นประเมิน

18. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารับบัตรคำถามที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จำนวน 5 ข้อ โดยใช้เวลาทำ 15 นาที และแบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำ 10 นาที

19. ประธานกลุ่มรวบรวมเก็บบัตรคำถามที่ 1 และแบบทดสอบหลังเรียนของสมาชิกกลุ่ม แล้วนำไปแลกเปลี่ยนกับกลุ่มอื่นเพื่อช่วยกันตรวจ ดังนี้

- กลุ่ม 1 ให้กลุ่ม 2 ตรวจ
- กลุ่ม 2 ให้กลุ่ม 3 ตรวจ
- กลุ่ม 3 ให้กลุ่ม 4 ตรวจ
- กลุ่ม 4 ให้กลุ่ม 5 ตรวจ
- กลุ่ม 5 ให้กลุ่ม 1 ตรวจ

20. ประธานกลุ่มออกมารับบัตรเฉลยบัตรคำถามที่ 1 และแบบทดสอบหลังเรียน เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และอ่านเฉลยให้สมาชิกในกลุ่มฟังพร้อมกัน และช่วยกันตรวจให้คะแนน

21. ประธานกลุ่มรวบรวมบัตรคำถามที่ 1 บัตรเฉลยบัตรคำถามที่ 1 แบบทดสอบหลังเรียน และบัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน พร้อมทั้งคะแนนส่งครูผู้สอน

5. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

1. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
2. ห้องสมุด
3. อินเทอร์เน็ต
4. บัตรคำถามที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
5. บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม
6. แบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม
7. บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกนนอน
8. แบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกนนอน
9. บัตรกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน
10. แบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน
11. วัสดุ - อุปกรณ์กิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน
12. บัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง พลังงานลม
13. บอร์ดแสดงนิทรรศการพร้อมวัสดุ - อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดบอร์ด
14. บัตรคำถามที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
15. บัตรเฉลยบัตรคำถามที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
16. แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน/ผลการทดสอบ
17. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
18. แบบประเมินการนำเสนอ

6. การวัดและประเมินผล

1. วิธีการ
 - 1.1 ตรวจผลงานจากการศึกษา/สืบค้น
 - 1.2 การทดสอบ
 - 1.3 ตรวจผลงานจากการจัดบอร์ดนิทรรศการ
 - 1.4 การประเมินพฤติกรรม/สังเกต
2. เครื่องมือ
 - 2.1 บัตรคำถามที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
 - 2.2 แบบทดสอบหลังเรียน
 - 2.3 แบบประเมินคุณภาพชิ้นงาน/ผลการทดสอบ
 - 2.4 แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

2.5 แบบประเมินการนำเสนอ

3. เกณฑ์

3.1 บัณฑิตคำถามและแบบทดสอบ ได้ผลการประเมินเฉลี่ยร้อยละ 50 ขึ้นไปให้ “ผ่าน”

3.2 การประเมินคุณภาพชิ้นงาน กำหนดระดับคะแนนเป็น 4 ระดับ ได้ผลการประเมินเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปให้ “ผ่าน”

3.3 การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม กำหนดระดับคะแนนเป็น 4 ระดับ ได้ผลการประเมินเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปให้ “ผ่าน”

3.4 การนำเสนอ กำหนดระดับคะแนนเป็น 4 ระดับ ได้ผลการประเมินเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปให้ “ผ่าน”

หมายเหตุ : เครื่องมือ และเกณฑ์การวัดดูที่ภาคผนวก

สื่อสำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง การสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

บัตรคำสั่งที่ 1 เรื่อง การสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เลือกประธานกลุ่มเพื่อเป็นผู้นำในการดำเนินกิจกรรม และเลขานุการกลุ่มเพื่อบันทึกข้อมูลจากกิจกรรมต่าง ๆ

2. ศึกษาบัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบวางแผนและสืบค้น เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

4. บันทึกผลการสืบค้นลงในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม

5. ศึกษาบัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวนอน

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบวางแผนและสืบค้น เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวนอน จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

7. บันทึกผลการสืบค้นลงในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวนอน

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการสืบค้น จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ มาจัดบอร์ดแสดงนิทรรศการ

9. ศึกษาบัตรกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน วางแผน ออกแบบ และทำการสร้าง

10. บันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลงานของกลุ่มอื่น ๆ แสดงความคิดเห็นและวิพากษ์

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง พลังงานลม

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามลงในบัตรคำถามที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยให้สมาชิกทุกคนช่วยกันหาคำตอบ

14. ประธานกลุ่มรวบรวมคำตอบของสมาชิกแล้วนำไปแลกเปลี่ยนกับกลุ่มอื่นเพื่อแลกเปลี่ยนกันตรวจ
ดังนี้

กลุ่ม 1 ให้กลุ่ม 2 ตรวจ

กลุ่ม 2 ให้กลุ่ม 3 ตรวจ

กลุ่ม 3 ให้กลุ่ม 4 ตรวจ

กลุ่ม 4 ให้กลุ่ม 5 ตรวจ

กลุ่ม 5 ให้กลุ่ม 1 ตรวจ

15. ประธานกลุ่มรับบัตรเฉลยบัตรคำถามที่ 1 เรื่องการสร้างกังหันลมแนวแกนนอนเพื่อผลิต
กระแสไฟฟ้า

16. สมาชิกทุกคนช่วยกันตรวจคำตอบของกลุ่มที่แลกเปลี่ยนกันตรวจ และให้ประธานกลุ่มรวบรวมส่งครู
พร้อมเก็บเอกสารและวัสดุ – อุปกรณ์ และชุดการทดลองให้เรียบร้อย

บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการสืบค้น เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม จากแหล่ง
เรียนรู้ต่าง ๆ ในประเด็นเกี่ยวกับ

กังหันลมและหลักการทำงาน

ประเภทของกังหันลม

กังหันลมแนวแกนนอนและส่วนประกอบ

การออกแบบและสร้างกังหันลมแนวแกนนอน

ฯลฯ

2. บันทึกผลการสืบค้นลงในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 1 เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการสืบค้น เรื่องการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกังหันลม

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานการสืบค้นมาจัดบอร์ดแสดงนิทรรศการ

บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสืบค้นข้อมูล

และออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกน

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการสืบค้น เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้าง
ส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกนนอน จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ในประเด็นเกี่ยวกับ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากกังหันลมแนวแกนนอน

การออกแบบและการสร้างใบพัด

การออกแบบและการพันขดลวด

การออกแบบและการติดแม่เหล็ก

การออกแบบและการประกอบเจนเนอเรเตอร์

การประกอบและติดตั้งกังหันลม

ฯลฯ

2. กำหนดให้
 - กลุ่มที่ 1 สืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างใบพัดกังหันลม
 - กลุ่มที่ 2 สืบค้นข้อมูลและออกแบบการพันขดลวด
 - กลุ่มที่ 3 สืบค้นข้อมูลและออกแบบการติดแม่เหล็ก
 - กลุ่มที่ 4 สืบค้นข้อมูลและการประกอบเจนเนอเรเตอร์
 - กลุ่มที่ 5 สืบค้นข้อมูลการประกอบและติดตั้งกังหันลม
3. บันทึกผลการสืบค้นลงในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 2 เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวนอน
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการสืบค้น เรื่องการสืบค้นข้อมูลและออกแบบการสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวนอน
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานการสืบค้นและการออกแบบมาจัดบอร์ดแสดงผลนิทรรศการ

บัตริยกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างส่วนประกอบของกังหันลมแนวแกนนอน ตามที่ได้สืบค้นและออกแบบมาจากวัสดุ – อุปกรณ์ที่กำหนดให้ (หาเพิ่มเติมได้) โดยกำหนดให้
 - กลุ่มที่ 1 สร้างใบพัดกังหันลม
 - กลุ่มที่ 2 พันขดลวด
 - กลุ่มที่ 3 ติดแม่เหล็ก
 - กลุ่มที่ 4 ประกอบเจนเนอเรเตอร์
 - กลุ่มที่ 5 ประกอบและติดตั้งกังหันลม
2. นักเรียนร่วมกันทดสอบการหมุนของกังหันลมแนวแกนนอน ในสภาพความเร็วลมธรรมชาติ
3. ทดสอบการหมุนของกังหันลมแนวแกนนอน ด้วยการให้พลังงานลมเข้าไปจากพัดลม ด้วยความเร็วต่าง ๆ กัน
4. วัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (V) ของกังหันลมแนวแกนนอนด้วยเครื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์ เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้า (kW) ที่ได้ โดยวัดความเร็วลมด้วยเครื่องวัดความเร็วลม (vane type) ที่ระดับความเร็วลมตั้งแต่ 0 – 10 m/s บันทึกผลการทดสอบ
5. วัดจำนวนรอบของกังหันลมแนวแกนนอน ในหน่วยของ rpm โดยวัดความเร็วลมด้วยเครื่องวัดความเร็วลม (vane type) ที่ระดับความเร็วลมตั้งแต่ 0 – 10 m/s บันทึกผลการทดสอบ
6. วัดกระแสไฟฟ้าที่ได้ (A) ของกังหันลมแนวแกนนอนด้วยเครื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์ โดยวัดความเร็วลมด้วยเครื่องวัดความเร็วลม (vane type) ที่ระดับความเร็วลมตั้งแต่ 0 – 10 m/s บันทึกผลการทดสอบ
7. บันทึกผลการสร้างและทดสอบลงในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการสร้างและทดสอบลงในแบบบันทึกผล เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน
9. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอนมาจัดบอร์ดแสดงผลนิทรรศการ

แบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 3 เรื่องการสร้างและทดสอบกังหันลมแนวแกนนอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สมาชิกกลุ่มที่.....

- | | |
|--------|--------|
| 1..... | 2..... |
| 3..... | 4..... |
| 5..... | 6..... |
| 7..... | 8..... |

วัสดุ - อุปกรณ์

ลำดับที่	รายการ	จำนวน
1	ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 100 ซม.	1 เส้น
2	ริเว็ต dia 1/8" X 1/4"	1 ห่อ
3	ขดลวดทองแดงอาบน้ำยา เบอร์ 24	1 กิโลกรัม
4	แม่เหล็กถาวร Neodymium magnets 3/4" X 1/8" Disc rare earth N 42	10 ก้อน
5	ไม้อัดกว้าง 10 ซม. X ยาว 10 ซม. Xหนา 1 ซม.	2 แผ่น
6	ไม้อัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม.หนา 1 ซม.	1 แผ่น
7	ลวดเส้นเล็ก	1 มัด
8	น็อตเบอร์ 12 พร้อมแหวนรอง	1 ห่อ
9	สก็อตเทปดำพันขดลวด	
10	แผ่นพลาสติกหรือแผ่นอะคลิลิกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 25 ซม. X ยาว 25	1 แผ่น
11	ซม. Xหนา 3 มม.	1 แผ่น
12	แผ่นพลาสติกหรือแผ่นอะคลิลิกรูปวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ซม.หนา	1 แผ่น
13	3 มม.	2 อัน
14	แผ่นพลาสติกหรือแผ่นอะคลิลิกสำหรับทำแพนหาง	3 อัน
15	ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว พร้อมข้อต่อ 3 ทาง	1 ห่อ
16	ดัดลูกปืน	1 อัน
17	สายรัดพลาสติก	1 เส้น
18	เลื่อย	1 เส้น
19	แผ่นอลูมิเนียม กว้าง 3 ซม. X ยาว 30 ซม. Xหนา 3 มม.	1 แผ่น
20	เพลาลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว ยาว 30 ซม.	1 เส้น
21	แผ่นสังกะสีบาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ซม.	1 เครื่อง
22	ท่อเหล็ก 1.5 นิ้ว หนา 3 มม. ยาว 0.5 เมตร ทำโครงและเสากังหัน	1 เครื่อง
23	เครื่องวัดความเร็วลม (vane type)	1 ชุด
	ดิจิตอลมัลติมิเตอร์	
24	ที่ยึดริเว็ต ส่วนไฟฟ้า ดอกสว่าน ฉากเหล็ก ฟุตเหล็ก ค้อน คีมตัด กรรไกร ประแจไขควง ฯลฯชุดพันขดลวด	1 ชุด

ผลการออกแบบ

.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดสอบ

ความเร็วลม (m/s)	ความเร็วรอบ (rpm)	ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (mA)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

สรุปผลการทดสอบ

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนชุมนุมวิทยาศาสตร์นักสิ่งแวดล้อมรุ่นเยาว์
โดย สุนทร สำกำปัง

เรื่อง ลมเกิดจากอะไร

สาระสำคัญ

อากาศเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวทำให้มีความหนาแน่นน้อยกว่าปกติและลอยตัวสูงขึ้นไป ซึ่งเรียกว่า **กระแสอากาศ** เมื่ออากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้น อากาศในแนวราบจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเคลื่อนขนานกับแนวราบเข้ามาแทนที่ อากาศที่เคลื่อนที่ขนานกับพื้นผิวของโลก เรียกว่า **“ลม”** ลมจะพัดจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือบริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่า ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าหรือบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่า

กลางวันอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นน้ำ เนื่องจากดินและน้ำรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ในปริมาณเท่ากันแต่ดินจะมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำ ส่วนกลางคืน อุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินจะต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นน้ำ เนื่องจากดินคายความร้อน ได้ดีกว่าน้ำ ปรากฏการณ์นี้จะเกี่ยวข้องกับการเกิด ลมบก ลมทะเล

ลมทะเล เป็นลมแถบบริเวณชายฝั่งที่พัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่งในเวลากลางวัน เกิดขึ้นเนื่องจากในเวลากลางวันพื้นดินร้อนกว่าพื้นน้ำ ดังนั้นอากาศเหนือพื้นดินซึ่งร้อนกว่าจะเบา และลอยตัว สูงขึ้น อากาศซึ่งเย็นกว่าจากทะเลจะเคลื่อนเข้ามาแทนที่ (เข้าสู่ฝั่ง) เพื่อไม่ให้เสียสมดุลความร้อน ทำให้เกิดลมทะเลขึ้น ลมทะเลนี้โบราณเรียกว่า **“ลมขึ้น”**

ลมบก เป็นลมแถบบริเวณชายฝั่งที่พัดออกจากฝั่งสู่ทะเลในเวลากลางคืน เกิดขึ้นเนื่องจาก ในเวลากลางคืน แผ่นดินเย็นกว่าพื้นน้ำ ดังนั้น อากาศเหนือพื้นน้ำซึ่งร้อนกว่าจะเบาและลอยตัวสูงขึ้น ลมจึงพัดจากแผ่นดินที่เย็นกว่า จากฝั่งไปสู่บริเวณพื้นน้ำที่ร้อนกว่า(เพื่อไม่ให้เสียสมดุลความร้อน) ทำให้เกิดลมบกขึ้น ลมบกนี้โบราณเรียกว่า **“ลมลง”**

จากความรู้เรื่องลมบก - ลมทะเลนี้ชาวประมงได้อาศัยลมดังกล่าวแล่นเรือใบออกทะเลในเวลาค่ำและกลับสู่ฝั่งในตอนเช้า

ลมภูเขาและลมหุบเขา (mountain and valley winds) เป็นลมที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างสันเขาและหุบเขา โดยลมภูเขาจะพัดจากสันเขาลงไปสู่หุบเขาในตอนกลางคืนเนื่องจากบริเวณสันเขา อยู่ในที่สูงกว่าจึงเย็นเร็วกว่าหุบเขาดังนั้นจึงมีลมพัดลงจากยอดเขาสู่หุบเขา ส่วนลมหุบเขาจะพัดจากหุบเขาขึ้นไปสู่สันเขาโดยเกิดขึ้นในตอนกลางวัน เนื่องจากบริเวณหุบเขาเบื้องล่างจะมีอุณหภูมิต่ำกว่ายอดเขาจึงมีลมพัดขึ้นไปตามความสูงของสันเขา

ลมประจำฤดู เป็นลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางตามฤดูกาล เรียกว่า ลมมรสุม ประเทศไทยมี ลมมรสุมที่มีความสำคัญมากก็คือ

1. ลมมรสุมฤดูร้อน พัดในแนวทิศใต้ และตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนมิถุนายน - สิงหาคม
2. ลมมรสุมฤดูหนาว พัดในแนวทิศเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนธันวาคม - กุมภาพันธ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสาเหตุของการเกิดลม
2. ระบุอันตรายอันเกิดจากลม เสนอแนะวิธีการป้องกัน และการเตือนภัยเมื่อเกิดพายุ

เนื้อหา

1. การเกิดลม
2. อันตรายจากลม (พายุ)
3. วิธีการป้องกันภัย
4. การเตือนภัยเมื่อเกิดพายุ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างความสนใจ

- 1.1 นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเรื่อง การเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศในท้องถิ่น เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า “ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร”
- 1.2 นักเรียนตอบข้อซักถามครูว่า “ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร” และ ความแตกต่างระหว่างลมบกและลมทะเล มีประโยชน์อย่างไร
- 1.3 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ
- 1.4 แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ การเกิดลม,อันตรายจากลม(พายุ),วิธีการป้องกันภัย, การเตือนภัยเมื่อเกิดพายุ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดลม. อันตรายจากลม (พายุ). วิธีการป้องกันภัย การเตือนภัยเมื่อเกิดพายุ จากแหล่ง เรียนรู้ทั้งในและนอกชั้นเรียน แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึก
- 2.2 สุ่มนักเรียน นำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้นข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู
- 3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ การเกิดลม. อันตรายจากลม (พายุ). วิธีการป้องกันภัย การเตือนภัยเมื่อเกิดพายุ

4. ขั้นขยายความรู้

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมอุปกรณ์และทำการทดลอง กิจกรรมที่ 1 ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร
- 4.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับ กิจกรรมที่ 1 ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร

5. ขั้นประเมิน

- 5.1 นักเรียนเขียน Concept mapping สรุปผลการทดลอง กิจกรรมที่ 1 ลมเกิดขึ้นได้อย่างไร
- 5.2 นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน
- 5.3 นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู
- 5.4 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบกิจกรรม 1	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
3. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
4. ห้องสมุดโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ
5. แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ
6. แหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	แบบทดสอบก่อนเรียน ตรวจใบกิจกรรม 1	ร้อยละ 60 ขึ้นไป ร้อยละ 60 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไข ข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัยที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมินหลังเรียน

เรื่อง การทำเครื่องมือตรวจสอบทิศทางการง่าย

สาระสำคัญ

เครื่องมือตรวจสอบทิศทางการที่สร้างขึ้นต้องมีลักษณะ เป็นลูกศรที่มีหางเป็นแผ่นใหญ่กว่าหัวลูกศรมาก เพราะเมื่อลมพัดมา หางลูกศรจะถูกแรงลมปะทะมากกว่าหัวลูกศร ทำให้หัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่ลมพัดมา เราจึงทราบทิศทางการว่าพัดมาจากทางทิศใด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างเครื่องมือวัดทิศทางลมอย่างง่าย
2. ทดสอบติดตั้งเครื่องมือทิศทางลมอย่างง่าย

เนื้อหา

1. วิธีการสร้างเครื่องมือวัดทิศทางลมอย่างง่าย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเรื่อง อันตรายจากลม (พายุ). วิธีการป้องกันภัย จากการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศในท้องถิ่น เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า “ลมมาในทิศทางใด”
2. นักเรียนตอบข้อซักถามครูว่า มีวิธีสังเกตทิศทางของลมได้อย่างไร
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ
4. แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ วิธีการสร้างเครื่องมือวัดทิศทางลมอย่างง่าย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ การทำงานของกรมอุตุนิยมวิทยา หรือการพยากรณ์อากาศในแต่ละวัน จากแหล่งเรียนรู้ทั้งในและนอกชั้นเรียน แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึก
2. สุ่มนักเรียน นำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้นข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตรวจอากาศ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ในแต่ละชั่วโมง แต่ละวัน แต่ละเดือน แต่ละปี มาหาค่าเฉลี่ย ค่าปานกลาง ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด เพื่อทำเป็นแผนภูมิอากาศ หรือลมฟ้าอากาศประจำถิ่นของภาคต่างๆ
3. ครูแนะนำวิธีสร้างเครื่องมือวัดทิศทางลมอย่างง่าย

4. ขั้นขยายความรู้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมอุปกรณ์และทำการทดลอง กิจกรรมที่ 2 การทำเครื่องมือตรวจสอบทิศทางลมอย่างง่าย
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับ กิจกรรมที่ 2 การทำเครื่องมือตรวจสอบทิศทางลมอย่างง่าย

5. ขั้นประเมิน

4. นักเรียนเขียน Concept mapping สรุปผลการทดลอง กิจกรรมที่ 2 การทำเครื่องมือ

ตรวจสอบทิศทางลมอย่างง่าย

5. นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน
6. นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ในงานนั้น โดยการสุ่มจากครู
7. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบกิจกรรม 2	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
3. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
4. ห้องสมุดโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ
5. แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ
6. แหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	แบบทดสอบก่อนเรียน ตรวจใบกิจกรรม 1	ร้อยละ 60 ขึ้นไป ร้อยละ 60 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัยที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมินหลังเรียน

การทำเครื่องมือตรวจสอบทิศทางลมอย่างง่าย

สาระสำคัญ

ลมพัดเกิดจากความกดอากาศในบริเวณสองแห่งแตกต่างกัน ถ้าความกดอากาศในบริเวณ 2 แห่งแตกต่างกันมาก ลมจะพัดด้วยความเร็วสูง และมีทิศทางพัดจากบริเวณความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ

เครื่องวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วย ใช้ลูกถ้วยต่อกับแกนหมุนให้หมุนรอบแกนหลักในแนวตั้งฉาก ถ้ารู้รัศมีของแกนยึดลูกถ้วย สามารถวัดความเร็วลมได้โดยการนับจำนวนรอบที่เครื่องวัดความเร็วลมหมุนไปในช่วงเวลาแล้วคำนวณหา

$$\text{ระยะทางที่หมุนไป} = (\text{จำนวนรอบที่หมุน}) \times \pi r^2$$

เมื่อ R คือรัศมีของลูกถ้วยจากแกน

$$\text{อัตราเร็วลม} = \frac{\text{ระยะทางที่ลูกถ้วยหมุนไป}}{\text{เวลาที่ใช้ในการวัด}}$$

เปรียบเทียบอัตราความเร็วลมที่นักเรียนวัดได้ เทียบกับ เครื่องวัดความเร็วลม (anemometer)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย
2. ทดสอบติดตั้งเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย และคำนวณหาอัตราเร็วลม

เนื้อหา

1. วิธีการสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย
2. คำนวณหาอัตราความเร็วลม ในบริเวณที่ติดตั้งเครื่องมือวัดความเร็วลม ในเวลา 1 สัปดาห์

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเรื่อง อันตรายจากลม (พายุ). และการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศในท้องถิ่น เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า “ลมพายุเกิดขึ้นเมื่อใด”
2. นักเรียนตอบข้อซักถามครูว่า มีวิธีสังเกตการเกิดลมพายุอย่างไร
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ
4. แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ วิธีการสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ อันตรายจากลมพายุในภูมิภาคต่างๆ ในโลก จากแหล่งเรียนรู้ทั้งในและนอกชั้นเรียน แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึก
2. สุ่มนักเรียน นำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้นข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการคำนวณเกี่ยวกับอัตราเร็วลม เพื่อให้นักเรียนเก็บข้อมูล จำนวนรอบของการหมุนของเครื่องวัดความเร็วลมมาหาค่าเฉลี่ย ค่าปานกลาง ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด เพื่อทำเป็นแผนภูมิอากาศในห้องเรียน
3. ครูแนะนำวิธีสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย

4. ขั้ขยายความรู้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมอุปกรณ์และทำการทดลอง กิจกรรมที่ 3 การทำเครื่องมือตรวจสอบความเร็วลมอย่างง่าย
2. การทำเครื่องมือตรวจสอบความเร็วลมอย่างง่าย
3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับ กิจกรรมที่ 2 การทำเครื่องมือตรวจสอบความเร็วลมอย่างง่าย

5. ขั้นประเมิน

1. นักเรียนเขียน Concept mapping สรุปผลการทดลอง กิจกรรมที่ 3 การทำเครื่องมือตรวจสอบความเร็วลมอย่างง่าย
2. นักเรียนนำ Concept mapping อภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน
3. นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงาน Concept mapping ที่ได้รับการประเมินจากเพื่อนมาอภิปรายเกี่ยวกับ Concept ใน งานนั้น โดยการสุ่มจากครู
4. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นสร้างความสนใจ
2. ใบกิจกรรม 3	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
3. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ขั้นประเมินและลงข้อสรุป
4. ห้องสมุดโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ขั้นสร้างความสนใจ
5. แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ขั้นสร้างความสนใจ
6. แหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ขั้นสร้างความสนใจ

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	แบบทดสอบก่อนเรียน ตรวจใบกิจกรรม 1	ร้อยละ 60 ขึ้นไป ร้อยละ 60 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัยที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมินหลังเรียน

ประดิษฐ์กังหันลมแนวแกนตั้งอย่างง่าย

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองกังหันลมแนวแกนตั้งเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

3. สาระสำคัญ

กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ ซึ่งทำให้สามารถรับลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง

หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลม จะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน และได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่าน

ระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วลม ความยาวของใบพัด และสถานที่ติดตั้งกังหันลม

4. สารการเรียนรู้

พลังงานดั้งเดิม (Conventional Energy) ที่เกิดจากการทับถมของซากพืชหรือสัตว์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ (Fossil Fuel) เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไปต้องใช้เวลาหลายนับล้านๆ ปี ไม่สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ในชั่วชีวิตของมนุษย์ นอกจากนั้นการนำเชื้อเพลิงฟอสซิล มาเผาเพื่อผลิตพลังงาน ความร้อน และแปรรูปพลังงานความร้อนเป็นพลังงานรูปแบบอื่นๆ ในกระบวนการแปรรูปพลังงานจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศ ซึ่งจะเพิ่มปริมาณการสะสมมากขึ้นตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่ง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมในชั้นบรรยากาศเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) และส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) ที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์แปรปรวนของภูมิอากาศโลก (Climate Change)

ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดอย่างหนึ่งที่นานาประเทศจะพัฒนาให้เกิดประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากลมมีศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญใช้ไม่มีวันหมดและกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากลมยังไม่ปล่อยของเสียที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม ลมเกิดจากอากาศเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวทำให้มีความหนาแน่นน้อยกว่าปกติและลอยตัวสูงขึ้นไป กระแสอากาศเมื่ออากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้น อากาศในแนวราบจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเคลื่อนขนานกับแนวราบเข้ามาแทนที่ โดยลมจะพัดจากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือบริเวณที่มีความกดอากาศสูงกว่า ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าหรือบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่า

พลังงานลมเป็นพลังงานจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า “กังหันลม” เป็นตัวสกัดกั้นพลังงานจลน์ของกระแสลม แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกล จากนั้นจึงนำพลังงานกลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ เช่น สูบน้ำ หรือใช้ผลิตไฟฟ้า เป็นต้น แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของลม โดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากกับแรงลม มีอุปกรณ์ควบคุมกังหันให้หันไปตามทิศทางของกระแสลม เรียกว่า หางเสือ และมีอุปกรณ์ป้องกันกังหันชำรุดเสียหายขณะเกิดลมแรง เช่น ลมพายุ และตั้งอยู่บนเสาที่แข็งแรง กังหันลมแบบแกนนอน ได้แก่ กังหันลมวินด์มิลล์(Windmills) กังหันลมใบเสาลำแพน นิยมใช้กับเครื่องสูบน้ำ กังหันลมแบบกังล้อจักรยาน กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้า แบบพรอปเพลเลอร์(Propeller)

2. กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ ซึ่งทำให้สามารถรับลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง

หลักการทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น เมื่อมีลมพัดผ่านใบกังหัน พลังงานจลน์ที่เกิดจากลม จะทำให้ใบพัดของกังหันเกิดการหมุน และได้เป็นพลังงานกลออกมา พลังงานกลจากแกนหมุนของกังหันลมจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออยู่กับแกนหมุนของกังหันลม จ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบต่อไป โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความเร็วลม ความยาวของใบพัด และสถานที่ติดตั้งกังหันลม

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

กิจกรรมที่ 1 สร้างความตระหนักในการกระจายเชื้อเพลิง

1. ครูสร้างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึง ภาวะโลกร้อน (Global Warming) ที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์แปรปรวนของภูมิอากาศโลก (Climate Change) เพื่อให้นักเรียนสนใจค้นคว้าเพื่อแสวงหาพลังงานทางเลือกสำหรับการกระจายเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงพลังงานดั้งเดิม(Conventional Energy) และการได้มาซึ่งพลังงานในอดีต รวมถึงการใช้ประโยชน์และผลกระทบอันเกิดจากการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย
3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 5 คน เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าหาข้อมูลเพื่ออภิปรายในหัวข้อ “พลังงานและการกระจายเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า”

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

กิจกรรมที่ 2 พลังงานลมเป็นพลังงานสะอาด

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ เช่น ห้องสมุด หรืออินเทอร์เน็ต นอกเวลาเรียนเพื่ออภิปรายในหัวข้อ “พลังงานและการกระจายเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า”
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อดีและข้อเสียของวิธีการกระจายเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียนและ ชุมชน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการกระจายเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียนและชุมชน คือ พลังงานลม ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสะอาดอย่างหนึ่งที่นานาประเทศจะพัฒนาให้เกิดประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากลมมีศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญใช้ไม่มีวันหมด และกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากลมยังไม่ปล่อยของเสียที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม
4. ครูเสนอแนะให้นักเรียนทราบว่าพลังงานลมในอำเภอพล จังหวัดขอนแก่น เป็นเขตลมสงบ ดังนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องค้นคว้าเพื่อหาวิธีนำพลังงานลมมาใช้ได้อย่างเหมาะสม

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

กิจกรรมที่ 3 สืบค้นวิธีสร้างกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ เช่น ห้องสมุด หรืออินเทอร์เน็ต นอกเวลาเรียนเพื่ออภิปรายในหัวข้อ “วิธีการสร้างกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า”
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการสร้างกังหัน 2 แบบ คือ 1.กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Wind Turbine) 2. กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) เพื่อหาข้อดีและข้อเสีย และให้เหมาะสมกับพลังงานลมที่เกิดขึ้นในเขตอำเภอพล จังหวัดขอนแก่นเพื่อให้ได้ข้อสรุปกังหันลมแนวแกนตั้งมีความเหมาะสมมากกว่ากังหันลมแนวแกนนอนเพราะสามารถรับลมในแนวราบได้ทุกทิศทาง โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมให้กังหันลมหันหน้าเข้าหาลม และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบการส่งกำลังวางใกล้พื้นดินมากกว่าแบบแกนนอน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า มีส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ ขดลวดทองแดงและแม่เหล็ก
4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่สืบค้นวิธีการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อให้ได้ข้อสรุปการหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็ก จะทำให้สนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลง จึงเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ไม่

เคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ (พ. ศ . 2334-2410) เป็นผู้ค้นพบหลักการที่ว่า “ กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กที่ผ่านขดลวด ”

5. ครูสร้างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตระหนักว่าถ้าต้องการสร้างไดนาโมให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น สามารถทำได้ดังนี้ 1. เพิ่มจำนวนรอบของขดลวด 2. หมุนขดลวดให้เร็วขึ้น 3. เพิ่มแรงขั้วแม่เหล็ก
6. ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบใบพัดเพื่อให้สามารถหมุนได้เร็วมีทั้งแรงยกและแรงผลักมานำเสนอ

ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

กิจกรรมที่ 4 ประดิษฐ์ กังหันแนวแกนตั้งและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอรูปแบบใบพัดของแต่ละกลุ่ม
2. ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่องวิธีการสร้างใบพัดกังหันอย่างง่ายและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม และสร้างข้อตกลงว่าแต่ละกลุ่มจะพัฒนารูปแบบใบพัดของกลุ่มตามแบบที่นำเสนอเพื่อทดสอบว่าประสิทธิภาพของกังหันลมแนวแกนตั้งในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้เวลาในการทำงาน 10 สัปดาห์ ทดสอบประสิทธิภาพของกังหัน สรุปรายและอภิปรายผลในอีก 2 สัปดาห์พร้อมกับนำเสนอผลการประดิษฐ์กังหันลมแนวแกนตั้งก่อนปิดภาคเรียน
3. ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง แบบบันทึกผลการวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและคำนวณกำลังไฟฟ้า เพื่อให้นักเรียนบันทึกผลการทดลอง

ชั้นประเมิน (Evaluation)

กิจกรรมที่ 5 นำเสนอผลงานการทดสอบประสิทธิภาพของกังหัน

1. ครูประเมินผลงานและนักเรียนจากการทำใบกิจกรรมที่ 1 โดยใช้แบบประเมินกระบวนการทำงาน
2. ครูประเมินผลการทดสอบประสิทธิภาพของกังหันในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากใบงานที่ 1
3. ครูและนักเรียนในชุมนุมประเมินผลการนำเสนอผลงานของนักเรียนโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องอธิบายวิธีการสร้างใบพัดและข้อดีของใบพัดที่สร้างขึ้น เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ

6. วัสดุอุปกรณ์ สื่อ และแหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. ใบกิจกรรมที่ 1	1 ชุด	ชั้นขยายความรู้
2. ใบงานที่ 1	1 ชุด	ชั้นขยายความรู้
3. อินเทอร์เน็ต		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ, ชั้นสำรวจและค้นหา, ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป
4. ห้องสมุดโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ, ชั้นสำรวจและค้นหา, ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป
5. แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ, ชั้นสำรวจและค้นหา, ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป
6. แหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ, ชั้นสำรวจและค้นหา, ชั้นอภิปรายและลงข้อสรุป
7. วัสดุอุปกรณ์ในการประดิษฐ์กังหันลมและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า		ตามใบกิจกรรมที่ 1

7. การวัดผลและประเมินผล

พฤติกรรมที่ต้องการ	การวัดและประเมินผล		
	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์
ผลการทำกิจกรรมประดิษฐ์กังหันลมแนวแกนตั้ง	ครู	ใบงานที่ 1	กังหันลมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าโดยมีความต่างศักย์ 3 โวลต์
การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	ครู	แบบประเมินกระบวนการทำงาน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
นำเสนอผลงาน	ครูและนักเรียน	แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80

เรื่อง แข่งขันประดิษฐ์ใบพัดกังหันลมแนวแกนตั้ง

สาระสำคัญ

พลังงานลมเป็นพลังงานจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า “กังหันลม” เป็นตัวสกัดกั้นพลังงานจลน์ของกระแสลม แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกล จากนั้นจึงนำพลังงานกลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ เช่น สูบน้ำ หรือใช้ผลิตไฟฟ้า เป็นต้น

ชนิดของกังหันลมมีวิธีการจำแนก 2 วิธี

1. การจำแนกตามลักษณะแนวแกนหมุนของกังหัน จำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่ กังหันลมที่มีแกนหมุนในแนวนอน และกังหันลมที่มีแกนหมุนในแนวตั้ง
2. การจำแนกตามลักษณะแรงขับที่กระแสลมกระทำต่อกังหันมี 2 แบบ คือ การขับด้วยแรง ยก และขับด้วยแรงฉุดหรือแรงหน่วง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ศึกษาวิธีการนำพลังงานลมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านพลังงานทดแทน
2. สามารถประดิษฐ์ใบพัดกังหัน ที่เหมาะสมกับการผลิตกระแสไฟฟ้า

เนื้อหา

1. ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทยและการประเมินศักยภาพพลังงานลมเบื้องต้น
2. ชนิดและหลักการทำงานของกังหันลม กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า
3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) หรือไดนาโม (Dynamo)
4. ประดิษฐ์ใบพัดของกังหันลม ทั้งในแนวแกนตั้งและแนวนอน (ตามความสนใจของนักเรียน)
5. ทดสอบประสิทธิภาพของใบพัดกังหันลม

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับเรื่อง พลังงานลมมีประโยชน์อย่างไร
2. นักเรียนตอบข้อซักถามครูว่า มีวิธีใดที่สามารถนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์ได้
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ
4. แจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ วิธีนำพลังงานลมเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ ชนิดของใบพัดกังหันในแนวแกนตั้งและแนวนอน จากแหล่งเรียนรู้ทั้งในและนอก ชั้นเรียน แล้วสรุปสาระสำคัญ บันทึกลงในสมุดจดบันทึก
2. สุ่มนักเรียน นำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นการสืบค้นข้อมูล มาอภิปรายร่วมกับครู
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการสร้างใบพัดของกังหันทั้งในแนวแกนตั้งและแนวนอน
3. ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดีข้อเสียระหว่างกังหันลมในแนวแกนตั้งและกังหันลมในแนวแนวนอน

4. ขั้วขยายความรู้

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมอุปกรณ์และทำการทดลอง กิจกรรมที่ 4 แข่งขันประดิษฐ์กังหันในแนวตั้งขนาดเล็กเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
2. นักเรียนออกแบบรูปร่างใบพัดตามความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถทดสอบความเร็วรอบได้ก่อนวันแข่งขัน
3. นักเรียนและครูร่วมกันทดสอบประสิทธิภาพของกังหันในแนวตั้ง ขนาดเล็ก เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในสัปดาห์ที่ 15 – 16 ของภาคเรียน

5. ชั้นประเมิน

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจวัดผลการทดลองจากเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า และเครื่องวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า นำไปคำนวณ กำลังไฟฟ้า เพื่อเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้า กังหันลมของกลุ่มใดสามารถให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด เป็นผู้ชนะ
2. นักเรียนผู้เข้าร่วมแข่งขันแต่ละกลุ่มจะต้องอธิบายวิธีการสร้างใบพัดและข้อดีของใบพัดที่สร้างขึ้น เพื่อแลกเปลี่ยนกับเพื่อนๆ และประเมินผลงาน
3. นักเรียนที่เป็นเจ้าของผลงานที่ได้รับรางวัลต่างๆ ต้องสามารถอธิบายข้อดีข้อเสียของใบพัดที่กลุ่มของตนได้สร้างขึ้น ได้
4. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนการสอน / แหล่งเรียนรู้

รายการสื่อ	จำนวน	สภาพการใช้สื่อ
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นสร้างความสนใจ
2. ใบกิจกรรม 4	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
3. แบบทดสอบหลังเรียน	1 ชุด	ใช้ชั้นประเมินและลงข้อสรุป
4. ห้องสมุดโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ
5. แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ
6. แหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียน		ใช้สร้างองค์ความรู้, ชั้นสร้างความสนใจ

การวัดผลและประเมินผล

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	แบบทดสอบก่อนเรียน ตรวจใบกิจกรรม 1	ร้อยละ 60 ขึ้นไป ร้อยละ 60 ขึ้นไป
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ขึ้นไป

กิจกรรมเสริมทักษะหรือซ่อมเสริม

รายการ	วิธีดำเนินการกิจกรรม
1. ปรับปรุง – แก้ไข ข้อบกพร่องของผู้เรียน	1. ครูควบคุมดูแลให้อยู่ในกรอบระหว่างเรียน 2. ครูคอยเสริมหรือแก้ไขเมื่อการอภิปรายของนักเรียนไม่สมบูรณ์ 3. ครูชี้แจงข้อบกพร่องในการทำกิจกรรม 4. ครูเฉลยข้อสงสัยที่นักเรียนทำไม่ได้ 5. สอนซ่อมเสริมนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมินหลังเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้
รายวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์ 2 ว 40291 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปฏิบัติการโครงงานวิทยาศาสตร์ เวลา 30 ชั่วโมง
โดย
นางนฤมล ธรรมรักษ์เจริญ โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย
สุนทร สำกำปัง โรงเรียนรัตนภูมิวิทยา

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. เตรียมสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเตรียมแบบการบันทึกผลถูกต้องครบถ้วน
2. ปฏิบัติการและรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์ข้อมูล แปรผล อภิปราย และสรุป ผลการปฏิบัติการ
4. เสนอแนวทางในการทำวิจัย เพื่อขยายผลต่อไป หรือเพื่อนำไปประยุกต์ใช้

แนวความคิดหลัก

การปฏิบัติการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นขั้นที่มีความสำคัญที่นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ไขปัญหาในการค้นหาคำตอบของปัญหาที่สนใจ อาจเริ่มตั้งแต่การสำรวจข้อมูลเพิ่มเติม จัดเตรียมสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และแบบการบันทึกผล เพื่อให้สอดคล้องกับเค้าโครงของโครงงาน สามารถปฏิบัติและรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ แปรผล อภิปราย และสรุป ผลการปฏิบัติการ เพื่อขยายผลในการทำวิจัยเพิ่มเติม หรือเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งใช้การวิจัยเป็นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูสอบถามเกี่ยวกับการเตรียมความพร้อมของโครงงานที่จะลงมือปฏิบัติ เช่น การเตรียมสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และแผนการทดลอง

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

- 2.1 ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานโครงงานวิทยาศาสตร์จากวิดิทัศน์หรือเว็บไซต์
- 2.2 ปฏิบัติการเบื้องต้น และฝึกเทคนิคปฏิบัติการที่ต้องนำมาใช้ให้เกิดความชำนาญ
- 2.3 ปฏิบัติการตามแผนปฏิบัติงาน และขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้ออกแบบไว้ และติดตามผลอย่างใกล้ชิด
- 2.4 บันทึกผลการปฏิบัติการ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- 3.1 นักเรียนนำเสนอผลการปฏิบัติการ
- 3.2 อภิปรายและสรุปผลการปฏิบัติการ

4. ขั้นขยายความรู้

- 4.1 นักเรียนค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมในสิ่งที่สนใจเพื่อขยายผลจากการวิจัย
- 4.2 นักเรียนระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา

- 4.3 นักเรียนร่วมอภิปรายผลทางการปฏิบัติการโครงงาน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้
5. **ขั้นประเมินผล**
 - 5.1 ประเมินนักเรียนขณะปฏิบัติโดยดูจากความสนใจ ทักษะการปฏิบัติ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 5.2 ประเมินนักเรียนจากการทำกิจกรรมโดยดูการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
 - 5.3 นักเรียนประเมินตนเอง จากการปฏิบัติงานและการนำเสนอผลงาน

สื่อการเรียนการสอน

1. วัสดุ อุปกรณ์ ตามที่นักเรียนแต่ละคนนำเสนอ
2. วีดิทัศน์เกี่ยวกับขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และเทคนิคปฏิบัติการเบื้องต้น
3. แผ่นซีดีบันทึกโปรแกรมเพอร์เวอร์พอยต์ (ประกอบนำเสนอผลงาน)

การวัดผลและประเมินผล

1. **วิธีวัด**
 - 1.1 สังเกตพฤติกรรม
 - 1.2 สังเกตทักษะการใช้เครื่องมือขณะทำการทดลอง
 - 1.3 สังเกตการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
2. **เครื่องมือวัด**
 - 2.1 แบบประเมินพฤติกรรม
 - 2.2 แบบประเมินทักษะการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์
 - 2.3 แบบประเมินการรายงานหน้าชั้นเรียน
3. **เกณฑ์การประเมิน**
ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แหล่งเรียนรู้

1. ห้องสมุด
2. อินเทอร์เน็ต เช่น เว็บไซต์ www.scienceproject.com, www.google.com

แผนการจัดการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ชื่อหน่วยการเรียนรู้ พลังงานแสง เวลาเรียน 15 ชั่วโมง
โดย ชนิกา บัวผื่น โรงเรียนบ้านท่าวา

บทที่ 1 เรียนรู้เรื่องแสง

แผนการเรียนรู้ที่ 1.1 การใช้ประโยชน์จากแสง การเดินทางของแสง และแสงกับตัวกลาง 2 ชั่วโมง
ความคิดรวบยอด

แสงเคลื่อนที่ได้ทุกทิศทางจากแหล่งกำเนิด และเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

สาระการเรียนรู้

1. การเดินทางของแสง
2. แสงกับตัวกลาง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ยกตัวอย่างแหล่งที่ให้แสงสว่างได้
2. ทดลองและอธิบายการเคลื่อนที่ของแสงจากแหล่งกำเนิดได้
3. ทดลองและอธิบายการเดินทางของแสงเมื่อกระทบกับตัวกลางชนิดต่าง ๆ ได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นเกริ่นนำ

ครูให้นักเรียนร่วมกันร้องเพลง รอบกองไฟ พร้อมกับทำท่าทางประกอบเพลงตามจินตนาการ

เพลง รอบกองไฟ

โอ้เมื่อมี ไฟ ไฟ ไฟ ลูกขึ้นแจ่มจ้า สุขอุราเมื่อได้มาพร้อมหน้ากัน
 คีนวันนี้มีสุข ปลดเปลื้องทุกข์รับความสำราญ เธอกับฉันนั้นมาเล่นรอบกองไฟ (ซ้ำ)
 ไฟมันลุกมีความร้อน ไม่อาทรความร้อนของไฟ
 ไฟจะลุกจะร้อนเพียงไหน สุขฤทัยรวมวงเฮฮา (ซ้ำ)

ขั้นสอน

1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดแสง แล้วให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างสิ่งที่ให้แสงสว่างแก่เรา เช่น ดวงอาทิตย์ เทียน ตะเกียง ไฟฉาย เป็นต้น
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความหมายของแหล่งกำเนิดแสง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของคำดังกล่าว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด
3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำการทดลองเกี่ยวกับ การเดินทางของแสง และแสงกับตัวกลาง ดังนี้
 - การทดลองที่ 1 เรื่อง แสงเดินทางอย่างไร
 - การทดลองที่ 2 เรื่อง ชนิดของตัวกลาง
 - การทดลองที่ 3 เรื่อง ผ้าแห้งได้อย่างไร

จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานที่หน้าชั้น

4. ครูอภิปรายเพิ่มเติมให้นักเรียนฟังว่า จากการทดลองจะพบว่า แสงเดินทางเป็นเส้นตรง และตัวกลางแต่ละชนิดจะยอมให้แสงผ่านต่างกัน ซึ่งตัวกลางเหล่านี้ ได้แก่ ตัวกลางโปร่งใส ตัวกลางโปร่งแสง และตัวกลางทึบแสง
5. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความรู้เรื่อง การเดินทางของแสง และแสงกับตัวกลาง

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาเกี่ยวกับ การเดินทางของแสง และแสงกับตัวกลาง
2. ครูให้นักเรียนศึกษาสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สื่อการเรียนรู้

1. เพลง รอบกองไฟ
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการบอกเกี่ยวกับการเดินทางของแสง
2. สังเกตจากการอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการเดินทางของแสงผ่านตัวกลาง
3. ตรวจแบบฝึกกิจกรรม

แผนการเรียนรู้ที่ 1.2 การสะท้อนของแสง และการหักเหของแสง 3 ชั่วโมง

ความคิดรวบยอด

เมื่อแสงกระทบกับตัวกลางที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อการเปลี่ยนทิศทางของแสง

สาระการเรียนรู้

1. การสะท้อนของแสง
2. การหักเหของแสง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองและอธิบายการเดินทางของแสงเมื่อกระทบกับตัวกลางชนิดต่าง ๆ ได้
2. บรรยายประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาเรื่องแสงได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นเกริ่นนำ

ครูสุ่มเรียกนักเรียนออกมาเล่าเกี่ยวกับ การเดินทางของแสงผ่านตัวกลาง เพื่อทบทวนความรู้

ขั้นสอน

1. ครูสนทนากับนักเรียนว่า ตัวกลางที่แสงเป็นตัวกลางที่ไม่ยอมให้แสงผ่าน จึงทำให้เกิดเงาขึ้นที่ด้านหลังวัตถุ เพราะแสงทั้งหมดจะยังคงปรากฏอยู่บนวัตถุ นักเรียนสงสัยหรือไม่ว่า ถ้าตัวกลางที่แสงมีลักษณะผิวหน้าแตกต่างกัน แสงที่ปรากฏจะคล้ายกันหรือแตกต่างกันอย่างไร ให้นักเรียนช่วยกันคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบ

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ทำการทดลองเกี่ยวกับ การสะท้อนของแสง และการหักเหของแสง ดังนี้
 - การทดลองที่ 1 เรื่อง การสะท้อนของแสงกับพื้นผิวของวัสดุ
 - การทดลองที่ 2 เรื่อง การสะท้อนของแสง
 - การทดลองที่ 3 เรื่อง การหักเหของแสง
 - การทดลองที่ 4 เรื่อง เหยี่ยงแสงกล
 - การทดลองที่ 5 เรื่อง การหักเหของแสงผ่านเลนส์

จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานที่หน้าชั้น

3. ครูอภิปรายเพิ่มเติมและสรุปผลการทดลองให้นักเรียนฟังว่า

1) การเดินทางของแสง แสงจะเดินทางเป็นเส้นตรง เมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสชนิดเดียวกัน แต่เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน เช่น จากน้ำไปยังอากาศ จากอากาศไปแก้ว หรือจากอากาศไปน้ำ จะทำให้แสงเกิดการหักเหออกจากแนวเดิม

2) การหักเหของแสง ถ้าแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีเนื้อบางกว่า ไปยังตัวกลางที่มีเนื้อแน่นกว่าลำแสงจะหักเหเบนเข้าหาเส้นปกติ ถ้าแสงเดินทางผ่านตัวกลางที่มีเนื้อแน่นกว่า ไปยังตัวกลางที่มีเนื้อบางกว่า ลำแสงจะหักเหเบนออกจากเส้นปกติ

4. ครูติดแผนภูมิแสดงการหักเหของแสง ซึ่งจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ แล้วให้นักเรียนอ่านพร้อมกัน ดังนี้

- ทำให้มองเห็นสิ่งต่างๆ ที่อยู่ใต้น้ำตื้นกว่าความเป็นจริง
- ทำให้มองเห็นวัตถุที่อยู่ในน้ำหักงอ
- เมื่อมองวัตถุผ่านน้ำไปยังอากาศ จะทำให้มองเห็นวัตถุใหญ่กว่าความเป็นจริง
- ทำให้เกิดรุ้งกินน้ำ ซึ่งเกิดจากการหักเหของแสงอาทิตย์ผ่านละอองน้ำในอากาศ

5. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความรู้เรื่อง การสะท้อนของแสง และการหักเหของแสง จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกกิจกรรม

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาเกี่ยวกับ การสะท้อนของแสง และการหักเหของแสง

2. ครูให้นักเรียนศึกษาสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ

สื่อการเรียนรู้

1. แผนภูมิแสดงการหักเหของแสง
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการบอกเกี่ยวกับการสะท้อนและการหักเหของแสง
2. สังเกตจากการสรุปสมบัติของแสง
3. สังเกตจากการบรรยายประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาเรื่องแสง
4. ตรวจแบบฝึกกิจกรรม และแบบทดสอบ

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเพิ่มคุณค่าผลผลิตในท้องถิ่นด้วยการอบแห้ง โดย ปิยาภรณ์ ปานกำเนิด โรงเรียนบ้านเขาพระ

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อให้นักเรียนรู้จักจัดการกับผลผลิตในท้องถิ่นของตนเอง
 2. เพื่อให้นักเรียนรู้จักการเลือกใช้แหล่งพลังงานที่เหมาะสมในการจัดการกับผลผลิตในท้องถิ่น

ระดับชั้นมัธยมศึกษา

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1 เพื่อให้นักเรียนรู้จักจัดการกับผลผลิตในท้องถิ่น

ขั้นตอน

1. สำรวจผลผลิตต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่น
2. ศึกษากระบวนการจัดการกับผลผลิตต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น
3. จำแนกชนิดผลผลิตตามคุณค่าที่ได้รับมา
4. ศึกษาค้นคว้าการเพิ่มคุณค่าให้กับผลผลิตที่มีราคาต่ำ
5. ทดลองปฏิบัติการเพิ่มคุณค่าผลผลิต
6. สรุปผลการทดลองการเพิ่มคุณค่าผลผลิต

กิจกรรมที่ 2 เพื่อให้นักเรียนรู้จักการเลือกใช้แหล่งพลังงานที่เหมาะสมในการจัดการกับผลผลิตในท้องถิ่น

ขั้นตอน

1. ศึกษาแหล่งพลังงานต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการกับผลผลิต
2. เปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้แหล่งพลังงานที่ต่างกัน
3. เลือกแหล่งพลังงานที่เหมาะสมที่สุดในการจัดการกับผลิตภัณฑ์

กิจกรรมสำหรับครู

1. ให้ความรู้เบื้องต้นและให้นักเรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติม
2. แนะนำแหล่งค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่างงานวิจัย นำอภิปรายกระบวนการต่าง ๆ
3. เตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติการ วางแผนคาดคะเนปัญหา ควบคุมเวลา

สาระการเรียนรู้เรื่องการเพิ่มคุณค่าผลผลิตในท้องถิ่นด้วยการอบแห้ง

การทำแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารที่มนุษย์คุ้นเคยมาตั้งแต่โบราณ เช่น การตากเมล็ดพันธุ์พืชสำหรับฤดูกาลหน้า ตากเนื้อสัตว์ผัสดองผลไม้และธัญชาติที่เลือกกินไว้เป็นอาหารเช่น เนื้อเค็ม กุ้งตาก ข้าวเปลือก เป็นต้น ในการทำแห้งจะต้องมีการให้พลังงานกับอาหารทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำแล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร แสงอาทิตย์ เป็นพลังงานความร้อนจากธรรมชาติและกระแสลมที่พัดผ่านอาหารทำให้เกิด การเคลื่อนย้ายของไอน้ำ และเนื่องจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้อุณหภูมิไม่สูงมากนัก กระแสลมธรรมชาติ

ก็ไม่สูงพอ ข้ำพลังงานความร้อนและกระแสลมยังไม่แน่นอน ทำให้การตากแห้งใช้เวลานานดังนั้นจึงมีการพัฒนาเครื่องอบที่มีการให้พลังงานความร้อนในปริมาณที่ควบคุมได้และมีอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากผิวอาหาร การถ่ายเทความร้อนและมวลสารเกิดได้เร็ว อาหารจึงแห้งได้เร็วขึ้นการถ่ายเทความร้อนและ มวลสารระหว่างการอบแห้งทำได้หลายวิธี อันได้แก่ การถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน, การถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน, การแผ่รังสีร่วมกับการดูดอากาศไอน้ำ, การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง(freeze drying หรือ lyophilization)

เครื่องอบแห้งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการให้ความร้อน คือ

1. Adiabatic Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้ความร้อนโดยใช้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่ สัมผัสกับอาหารโดยอาหารอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ด้วย ได้แก่ Tray dryer, cabinet dryer, tunnel dryer, kiln dryer เป็นต้น

2. Solid Surface Transfer Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้อาหารสัมผัสกับแผ่นโลหะร้อน น้ำที่ระเหยกระจายออกไปที่บรรยากาศตามธรรมชาติหรือใช้ลมหมุนเวียนหรือใช้ระบบสุญญากาศได้แก่ vacuum shelf dryer, continuous vacuum dryer เป็นต้น

การเลือกใช้เครื่องอบแห้ง ขึ้นกับลักษณะของอาหาร เช่น ผัก ที่เป็นชิ้นขนาดใหญ่ ใช้เครื่องอบแห้งแบบ tray หรือ cabinet dryer เป็นเตาอบแห้งที่เป็นถาดวางตะแกรงอาหารแล้วให้กระแสลมร้อนพัดผ่านจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งของเตา ถ้ามีอาหารปริมาณมากอาจใช้เป็นระบบต่อเนื่องด้วยเครื่องอบแห้งแบบ tunnel dryer หรือ belt dryer ลักษณะเป็นตัวยาว มีล้อเลื่อนหรือสายพานพาอาหารเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งตามความยาวของตู้ ปรับความเร็วของการเคลื่อนที่ให้อาหารที่ออกจากเตาแห้งพอดี เตาอบแบบ kiln dryer เป็นห้องอบที่มีการให้ความร้อนจากด้านล่างและมีการระบายอากาศออกที่ช่องลมตอนบน อุณหภูมิในห้องอบไม่สูงมากนักเหมาะกับผลิตผลทางการเกษตรที่ต้องการลดความชื้นอย่างช้าๆ เช่น มะพร้าว ข้าวโพด

เตาอบแบบ vacuum shelf dryer เป็นตู้ปิดสนิทชั้นวางอาหารเป็นแบบแผ่นให้ความร้อน มีระบบสุญญากาศดูดอากาศออกจากตู้ เมื่อใช้ระบบนี้ทำให้ใช้อุณหภูมิในการทำแห้งต่ำลงๆ ได้ เตาอบแบบ continuous vacuum dryer เป็นตู้ปิดสนิท ภายในมีสายพานหมุนพาอาหารเคลื่อนที่ไป อาหารที่แห้งแล้วจะถูกปล่อยออกจากเครื่องอบแห้งผ่านระบบกันอากาศ (air lock)

ทดลองออกแบบเครื่องอบแห้งสำหรับการจัดการกับวัตถุดิบ

เครื่องต้นแบบสำหรับอบวัตถุดิบ เหมาะกับอุตสาหกรรมขนาดย่อม ไม่ต้องลงทุนสูง สามารถผลิตได้ในครัวเรือนหรือชุมชน อาศัยหลักการทำแห้งแบบฟลูอิดไดซ์(Fluidized bed dryers)

ส่วนประกอบหลัก

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| 1. ฮีตเตอร์ | เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน |
| 2. พัดลม หรือโบเวอร์ | ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดลม |

ขั้นตอนการทำงานของเครื่อง

เมื่อฮีตเตอร์ปล่อยความร้อน พัดลมจะพาความร้อนจากฮีตเตอร์ กระจายไปทั่วเครื่องอบ ซึ่งถ้าไม่มีพัดลมพาความร้อนจะทำให้ความร้อนกระจุกอยู่ที่เดียว พืชที่นำมาอบก็แห้งไม่สม่ำเสมอ โดยถาดรองพืชสมุนไพรต้องเป็นถาดโลหะที่มีรูด้านล่าง ตำแหน่งของถาดรองต้องอยู่ด้านบน ฮีตเตอร์และพัดลม เพราะลมร้อนจะพัดจากด้านล่างของเครื่อง เกิดการผสมและกวนอย่างรุนแรง ลมร้อนจะเป็นตัวกลางทำให้แห้ง ซึ่งวิธีการนี้เป็นการเพิ่ม

พื้นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้นทำให้ การแห้งง่ายขึ้นด้วย ส่วนเวลาและอุณหภูมิ จะใช้ Thermal couple เป็นตัวจับอุณหภูมิแสดงผลหน้าจอสามารถกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมได้ตามชนิดของวัตถุดิบ

ข้อแนะนำ

เครื่องต้นแบบนี้เหมาะสำหรับวัตถุดิบที่มีพื้นผิวไม่หนามากนัก อย่าง ตะไคร้หั่น กระเจี๊ยบ ใบเตย

การทดลอง

ทดลองอบชาตะไคร้ หั่นขนาดของตะไคร้ให้มีขนาด ประมาณ 0.75-1 มิลลิเมตร เกลี่ยให้กระจาย ใช้อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาอบประมาณ 1 ชั่วโมง

ทางเลือกการจัดการกับผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีผลิตผักอบแห้ง

วิธีการเตรียม ปอกเปลือก ตัดแต่ง ตัดเป็นขนาดตาม ต้องการ ตามความนิยม หรือตามความสะดวกใช้ ผักสีเขียว นิยมแช่สารละลายคาร์บอเนตเพื่อรักษาสีเขียว ผักที่ดำง่ายเนื่องจากเอนไซม์ นิยม แช่สารละลายเกลือ โซเดียมคลอไรด์ 1% หรือกรดซิตริก 0.5% หรือโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.1% ระหว่างรอการแปรรูป ผักประเภทแบ่ง นิยมลวกทำลายเอนไซม์ที่ทำให้อาหารมีสีคล้ำ แต่ผักที่ให้กลิ่น เช่น ใบมะกรูด กระเพรา ไม่นิยมนลวกเพราะกลิ่นรสเสียมากไป ถ้ามีการลวกต้องมีการทำให้เย็นหลังลวก มิฉะนั้นอาหารจะเลอะหรือเสียรสชาติ

การอบแห้งผัก ใช้อุณหภูมิช่วงแรก 88-90 องศาเซลเซียส แล้วลดลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส ถ้าไม่ใช้ สารประกอบซัลเฟอร์ หรือลดลง 71-74 องศาเซลเซียส ถ้าใช้สารประกอบซัลเฟอร์ ความชื้นสุดท้ายของผัก ประมาณ 4%

ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง ธรรมชาติของอาหาร ขนาดและรูปร่าง ตำแหน่งของอาหารในเตา ปริมาณอาหารต่อ ถาด ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน อุณหภูมิของอากาศร้อน ความเร็วของลมร้อน

การเก็บอาหารแห้ง อาหารแห้งที่เก็บที่ค่าวอเตอร์แอคทีวิตีต่ำกว่า 0.07 จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์แต่ทั้งนี้ ต้องรักษาค่าวอเตอร์แอคทีวิตีไม่ให้เพิ่มระหว่างการเก็บ อย่างไรก็ตามยังมีการเสื่อมเสียอื่นๆ อีก ทำให้ต้องเก็บ อาหารแห้งที่วอเตอร์แอคทีวิตีต่ำกว่านี้มาก และหลีกเลี่ยงสภาวะที่ส่งเสริมการเสียของอาหารแห้ง

สาเหตุการเสื่อมเสียของอาหารแห้ง

1. การออกซิไดส์เอง (Autooxidation) เนื่องจากอากาศ เกิดการเสื่อมคุณค่าทางอาหารเนื่องจากการสูญเสีย วิตามินเอ ซี
2. การสูญเสียคลอโรฟิลล์ แอนโทไซยานิน ทำให้สีซีด
3. การระเหยของน้ำมันระเหยและสารให้กลิ่นทำให้กลิ่นเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงปัจจัยที่เสริมปฏิกิริยา คือ แสงและอุณหภูมิ เนื่องจากเอนไซม์ที่มีอยู่ในอาหารแต่แรกหรือที่มาจากแหล่ง อื่นภายหลังจึงต้องมีการทำลาย เอนไซม์
4. การเปลี่ยนสีเนื่องจากอุณหภูมิ หลีกเลี่ยงโดยไม่เก็บในที่ร้อนหรือเก็บในที่อากาศถ่ายเท

5. การเกาะตัวจับเป็นก้อน เนื่องจากดูดความชื้นจากอากาศ หลีกเลียงโดยเก็บในภาชนะปิดสนิท เมื่อเก็บอาหารที่มีความชื้นต่ำกว่าความชื้นสมดุลกับบรรยากาศเฉลี่ย อาหารจะดูดความชื้นจากอากาศ จึงต้องเก็บในภาชนะปิดสนิท

ประโยชน์ของการทำแห้ง

1. ป้องกันการเน่าเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมี และเอนไซม์
2. ทำให้มีใช้ในยามขาดแคลน นอกฤดูการผลิตหรือแหล่งห่างไกล
3. เก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องแช่ตู้เย็นให้เปลืองค่าใช้จ่าย
4. ลดน้ำหนักอาหาร ทำให้ สะดวกในการบรรจุ เก็บรักษาและขนส่ง
5. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่
6. ให้ความสะดวกในการใช้

สาระการเรียนรู้ เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์
เรื่อง การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 เวลา 5 ชั่วโมง
โดย ประภาพรณ เพ็ชรประสมกุล โรงเรียนชุมชนบ้านโคกค่าย

สาระสำคัญ

ดวงอาทิตย์แหล่งพลังงานสำคัญแสงอาทิตย์ให้ความร้อนแก่เรา ดวงอาทิตย์มีพลังงานมากมายมหาศาลในการที่จะให้มนุษย์สามารถใช้พลังงานจากดวงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สามารถใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในการถนอมอาหารได้ และสามารถสร้างตู้อบแห้งอย่างง่ายโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายจากเศษวัสดุที่เหลือใช้ในท้องถิ่นได้

การจัดกิจกรรม

1. ศึกษาความร้อนที่ได้จากแสงอาทิตย์
2. ให้นักเรียนศึกษาการทำงานของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายได้

กิจกรรมที่ 1 พลังงานแสงอาทิตย์ เวลา 5 ชั่วโมง

1. ให้นักเรียนศึกษาความรู้จากอินเทอร์เน็ต ในเรื่องพลังงานความร้อนที่ได้จากดวงอาทิตย์ทางเว็บไซต์ต่าง
2. ให้นักเรียนทดลองนำผลิตภัณฑ์ใกล้ตัวหรือที่อยู่ในท้องถิ่นของตนเองในการทำการตากแห้ง
3. ศึกษาระยะเวลาในการตากแห้งผลิตภัณฑ์

กิจกรรมที่ 2 การทำงานของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ 10 ชั่วโมง

1. ศึกษาความร้อนที่ได้จากตู้อบแสงอาทิตย์
2. หาวัสดุที่สามารถนำมาทำตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายได้
3. ออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย
4. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการทดลองด้วยตู้อบแสงอาทิตย์
5. นักเรียนสามารถศึกษาได้จากใบความรู้และตัวอย่างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และสามารถสร้างและออกแบบทดลองใช้งานได้จริงจากกระดาษลัง หรือ กระดาษไม้อัด หรือจากวัสดุอื่นๆ ได้

ใบความรู้

การใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ยังเป็นกรรมวิธีที่มีต้นทุนต่ำ ทำง่าย และสามารถเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้ แต่ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ยังมีข้อจำกัดของช่วงเวลาและปริมาณของแสง ในบางครั้งแสงแดดไม่เพียงพอ ฝนตก ไม่สามารถใช้แสงอาทิตย์ได้ จึงมีความสนใจในการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานกับให้ความร้อนจาก

การเผาไหม้ไม่สิ้น ทำให้สามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้อย่างต่อเนื่อง ลดการสูญเสีย เครื่องอบมีประสิทธิภาพในการใช้งานมากขึ้น

ประสิทธิภาพของตู้อบ

1. ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งชนิดต่างๆ โดยทั่วไปแล้วเครื่องอบแห้งแบบใช้ ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพดีกว่าแบบอื่นๆ เนื่องจากว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามต้องการและมีการระบายความร้อนได้ดีโดยใช้พัดลมช่วย
2. อุณหภูมิของการทำแห้งยิ่งอุณหภูมิสูงเท่าใด น้ำก็ยิ่งระเหยออกง่ายเท่านั้น
3. อัตราเร็วของลมหรืออากาศ ถ้าการอบแห้งมีลมช่วยระบายอากาศด้วยยิ่งให้การทำแห้งเร็วยิ่งขึ้นและถ้าการระบายอากาศภายในตู้อบได้ดีแล้วยิ่งทำให้อาหารแห้งเร็วและมีความสม่ำเสมอด้วย
4. ความหนาของชั้นอาหาร ถ้าวางอาหารที่ต้องการอบแห้งบนถาดที่มีความหนา แน่นมากเกินไปจะทำให้ อัตราการทำแห้งต่ำเพราะว่ามีการระเหยของน้ำช้า

- ระยะเริ่มต้นของอบแห้ง (Setting Down Period) ระยะช่วงนี้อุณหภูมิที่พื้นผิวของวัสดุอบแห้งจะเข้าสู่สภาวะสมดุลทางความร้อนและมีการระเหยของความชื้นเกิดขึ้นที่บริเวณพื้นผิวของวัสดุ ค่าอัตราการอบแห้งของวัสดุจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

- ระยะอัตราการระเหยของไอน้ำคงที่ (Constant Rate Period) ระยะนี้อุณหภูมิพื้นผิวของวัสดุอบแห้งจะมีค่าคงที่

ชนิดของตู้อบ

1. ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดแอคทีฟ (Active solar-energy drying system) ซึ่งใช้ลักษณะการพาความร้อนแบบบังคับ โดยมีพัดลมดูดหรือผลักอากาศเข้าสู่เครื่องอบ อากาศที่ไหลเข้าเครื่องอบจะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ผ่านชุดรับความร้อน
2. ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดพาสซีฟ (Passive Solar energy drying system) ในกรณีนี้จะคล้ายกับแบบแรกเพียงแต่การพาความร้อนจะเป็นแบบอิสระโดยไม่มีพัดลมช่วย แต่จะมีปล่องระบายช่วยในการพาความร้อนดียิ่งขึ้น

ลักษณะตู้อบแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์

- เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใช้หลักการเปลี่ยนรังสีแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อนโดยใช้แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ ซึ่งทาสีดำเพื่อให้การดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพสูงสุด
- อากาศที่ไหลผ่านช่องข้างล่าง จะรับความร้อนจากแผ่นรับรังสีทำให้อุณหภูมิสูงประมาณ 40-60 องศาเซลเซียส
- จากนั้นอากาศร้อนจะไหลผ่านชั้นวางผลิตภัณฑ์ในตู้อบ
- ความร้อนถูกถ่ายเทให้แก่ผลิตภัณฑ์ และความชื้นจากผลิตภัณฑ์จะถูกดูดออกไปทางปล่องระบายที่ชั้นบนสุด



ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสานพลังงานความร้อนจากไม้ฟืน

- เนื่องจากการอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียวมีข้อจำกัดคือไม่สามารถใช้งานได้ในเวลาที่แสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบเสริมโดยใช้เชื้อเพลิงอื่นมาผสมผสานใช้ในเวลาที่ใช้เวลาที่พลังงานแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ



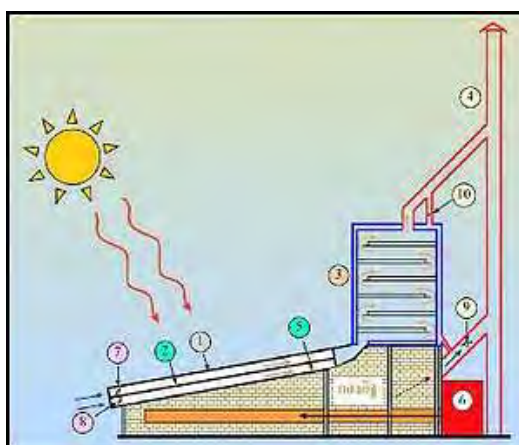
ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน พลังงานความร้อนจากไม้ฟืน

เนื่องจากการอบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวจะมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถใช้งานได้ในช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบเสริมโดยใช้เชื้อเพลิงอื่นมาผสมผสานใช้ในเวลาที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ตัวอย่างของเชื้อเพลิงเสริมที่มีศักยภาพในภาคใต้ คือ ฟืนจากไม้ยางพารา ซึ่งมีต้นทุนถูก หาได้ง่ายในท้องถิ่น และเป็นเชื้อเพลิงที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวม หากมีการปลูกต้นไม้ทดแทนทุกต้นที่ถูกตัด

ระบบอบแห้งที่จะทำการออกแบบและก่อสร้างในโครงการนี้เป็นแบบผสมผสาน จะใช้หลักการดังรูปด้านล่าง ซึ่งเป็นแบบรับความร้อนโดยอ้อม ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลักผสมผสานกับเชื้อเพลิงจากไม้ฟืน การออกแบบจะใช้แบบพาสซีฟ โดยให้อากาศร้อนไหลเข้าห้องอบโดยธรรมชาติ มีหลักการทำงานดังนี้

กรณีใช้พลังงานแสงอาทิตย์

- เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใช้หลักการเปลี่ยนรังสีแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อนโดยใช้แผงรับรังสีแสงอาทิตย์ (1) ซึ่งทาสีดำเพื่อให้การดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพสูงสุด
- อากาศที่ไหลผ่านช่องข้างล่าง (2) โดยการเปิดวาล์ว (7) จะรับความร้อนจากแผงรับรังสีทำให้อุณหภูมิสูงประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส
- จากนั้นอากาศร้อนจะไหลผ่านชั้นวางผลิตภัณฑ์ในตู้อบ (3)
- ความร้อนถูกถ่ายเทให้แก่ผลิตภัณฑ์ และความชื้นจากผลิตภัณฑ์จะถูกดูดออกไปทางปล่องระบายที่ชั้นบนสุด (4)



แผนภาพแสดงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

กรณีใช้ไม้ฟืน

- อากาศไหลเข้าสู่ห้องอบผ่านช่อง (5) โดยการเปิดวาล์ว (8)
 - ก๊าซร้อนจากการเผาไม้ฟืนจะถูกบังคับให้ไหลจากเตา (6) เข้าสู่ช่องว่างภายในกองอิฐที่จัดวางเรียงไว้ได้ชุดรับรังสีแสงอาทิตย์และตู้อบ ก่อนไหลออกสู่ปล่องระบายเดียวกัน (4) ผ่านวาล์ว (9) ความร้อนจะถูกสะสมไว้ในก้อนอิฐเหล่านี้
 - อากาศที่ไหลเข้าสู่ห้องอบจะค่อย ๆ รับความร้อนจากก้อนอิฐเหล่านี้ แล้วไหลเข้าตู้อบเพื่อถ่ายเทความร้อนให้แก่ผลิตภัณฑ์แล้วจึงระบายออก
 - ก๊าซร้อนส่วนหนึ่งที่ไหลผ่านกองอิฐจะถูกบังคับให้ไหลเข้าช่องว่างรอบตู้อบแล้วไหลออกทางปล่องผ่านวาล์ว (10) เพื่อช่วยให้อุณหภูมิในตู้อบสูงเร็วขึ้น
- กองอิฐที่จัดวางเรียงได้แผงรับรังสีและตู้อบจะทำหน้าที่เก็บสะสมความร้อนจากการเผาไม้ฟืนแล้วค่อย ๆ ปลดปล่อยความร้อนให้แก่อากาศที่ไหลเข้าตู้อบผ่านช่องว่างล่างสุดของแผงรับรังสีซึ่งแยกจากช่องว่างที่ให้อากาศซึ่งรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ไหลผ่านโดยมีฉนวนกันความร้อนไว้



เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน



ตัวอย่างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์



สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2

โดย อภิชาติ บัวทอง โรงเรียนบ้านหนองหาด อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช

สาระที่ ๕ พลังงาน

มาตรฐาน ว ๕. ๑ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๔	๑. ทดลองและอธิบายการเคลื่อนที่ของแสงจากแหล่งกำเนิด	- แสงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดทุกทิศทางและเคลื่อนที่เป็นแนวตรง
	๒. ทดลองและอธิบายการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบวัตถุ	- แสงตกกระทบวัตถุจะเกิดการสะท้อนของแสงโดยมีมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
	๓. ทดลองและจำแนกวัตถุตามลักษณะการมองเห็นจากแหล่งกำเนิดแสง	- เมื่อแสงกระทบวัตถุต่างกันจะผ่านวัตถุแต่ละชนิดได้ต่างกัน ทำให้จำแนกวัตถุออกเป็นตัวกลางโปร่งใสตัวกลางโปร่งแสงและวัตถุทึบแสง
	๔. ทดลองและอธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลางโปร่งใสสองชนิด	- เมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่ต่างชนิดกัน
	๕. ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- เซลล์สุริยะเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดมีเซลล์สุริยะเป็นส่วนประกอบ เช่น เครื่องคิดเลข
	๖. ทดลองและอธิบายแสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- แสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายของแสงเป็นแสงสีต่าง ๆ นำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น การเกิดสีรุ้ง
ป.๕	๑. ทดลองและอธิบายการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง	- เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทางโดยอาศัยตัวกลาง
	๒. ทดลองและอธิบายการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ	- แหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยความถี่ต่ำจะเกิดเสียงต่ำ แต่ถ้าสั่นด้วยความถี่สูงจะเกิดเสียงสูง
ป.๕	๓. ทดลองและอธิบายเสียงดังเสียงค่อย	- แหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานมากจะทำให้เกิดเสียงดัง แต่ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานน้อยจะเกิดเสียงค่อย
	๔. สำรวจและอภิปรายอันตรายที่เกิดขึ้นเมื่อฟังเสียงดังมาก ๆ	- เสียงดังมาก ๆ จะเป็นอันตรายต่อการได้ยินและเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ เรียกว่ามลพิษทางเสียง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.๖	๑. ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	- วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า
	๒. ทดลองและอธิบายตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	- วัสดุที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้เป็นตัวนำไฟฟ้า ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านไม่ได้เป็นฉนวนไฟฟ้า
	๓. ทดลองและอธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- เซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์ต่อเรียงกัน โดย ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีกระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรเพิ่มขึ้น - การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย
	๔. ทดลองและอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรมแบบขนาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม จะมีกระแสไฟฟ้าปริมาณเดียวกันผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด - การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานกระแสไฟฟ้าจะแยกผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงในบ้าน
	๕. ทดลองและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- สายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านจะเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การทำแม่เหล็กไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ก๊าซชีวภาพพลังงานครัวเรือนในอนาคต
โดย
นางสาวอารียา พลักษณ์ โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา
จूरรัตน์ ช่วยเจริญ โรงเรียนวัดชุมประดิษฐ์

1.สาระการเรียนรู้

- อาชีพในท้องถิ่น
- วัสดุเหลือทิ้งในชุมชนเช่น ฟางข้าว มูลโค เศษอาหาร น้ำเสีย อื่นๆ
- ความหมายของก๊าซชีวภาพ
- กระบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจน
- กระบวนการเกิดก๊าซมีเทน
- คุณสมบัติหรือparameter ต่าง ๆของระบบหมักก๊าซชีวภาพ
- ประโยชน์/ข้อดีของก๊าซชีวภาพ และการพัฒนา
- การทดลองหมักก๊าซชีวภาพและการศึกษาระบบหมักในชุมชน

2.วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนได้สำรวจอาชีพในท้องถิ่น
2. เพื่อให้นักเรียนสำรวจวัสดุเหลือทิ้งในชุมชน
3. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายของก๊าซชีวภาพ
4. เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้การหมักแบบไร้ออกซิเจน
5. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสามารถอธิบายกระบวนการเกิดก๊าซมีเทน
6. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้คุณสมบัติหรือ parameter ต่าง ๆของน้ำที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพ
7. เพื่อให้นักเรียนทราบถึงประโยชน์/ข้อดีของก๊าซชีวภาพและแนวทางการพัฒนา
8. เพื่อให้นักเรียนได้ทำการทดลองหมักก๊าซชีวภาพเพื่อดูปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นรวมถึงparameter ต่าง ๆ

3. ระดับและมาตรฐานการเรียนรู้

ระดับที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว.2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

4. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1 เรื่องที่ 1 เพื่อสำรวจอาชีพในท้องถิ่น

ขั้นนำ

- ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่าในชุมชนของพวกเรามีการประกอบอาชีพอะไรบ้าง
- นักเรียนช่วยกันตอบ

ขั้นสอน

- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม โดยใช้การจับฉลาก
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเกี่ยวกับอาชีพในชุมชนโดยมีหัวข้อดังนี้ อาชีพ ขั้นตอนการประกอบอาชีพ สิ่งที่ได้จากการประกอบอาชีพ วัสดุ ของเสียที่เหลือจากการประกอบอาชีพ
- ครูสุ่มให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ

ขั้นสรุป

- ครูสรุปเนื้อหาที่สอนร่วมกันกับนักเรียน
- ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไปสำรวจอาชีพในชุมชนของนักเรียนเพื่อนำเสนอกลุ่มละ 5 นาทีในคาบต่อไป

คาบที่ 2 เรื่องที่ 2 เพื่อสำรวจวัสดุเหลือทิ้งในชุมชน

ขั้นสอน

- ครูทบทวนเรื่องที่เรียนเมื่อคาบที่ผ่านมา
- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่ได้สำรวจมากลุ่มละประมาณ 5 นาที
- เมื่อนักเรียนนำเสนอข้อมูลเสร็จแล้วครูตั้งคำถามต่อว่าวัสดุเศษเหลือที่เกิดขึ้นจากการประกอบอาชีพยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้อีกบ้าง
- ครูอธิบายต่อว่าวัสดุเศษเหลือ เช่น ฟางข้าว มูลโค เศษอาหาร และอื่นๆ นั้นหากเราไม่จัดการอย่างถูกวิธีก็จะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนของเรา
- ครูตั้งคำถามว่าวัสดุเศษเหลือเหล่านี้สามารถนำไปทำอะไรได้อีกบ้าง
- นักเรียนช่วยกันตอบ

ขั้นสรุป

- ครูสรุปว่าวัสดุเศษเหลือเหล่านี้สามารถนำไปสร้างให้เกิดประโยชน์ได้อีกมากมาย ตัวอย่างสำคัญคือ การนำไปทำก๊าซชีวภาพ และครูจะอธิบายต่อในคาบเรียนต่อไป

คาบที่ 3 เรื่องที่ 3 เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับก๊าซชีวภาพ

ขั้นนำ

- ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่าใครมีความรู้เกี่ยวกับ ก๊าซชีวภาพ บ้าง
- นักเรียนช่วยกันตอบ

ขั้นสอน

- ครูให้นักเรียนจับคู่กัน 2 คน และตั้งคำถามกับนักเรียนว่าร่างกายเราผายลมได้อย่างไร และเกิดกลิ่นได้อย่างไร ให้นักเรียนช่วยกันคิดหาคำตอบ
- ครูสุ่มเรียกนักเรียนให้ตอบคำถาม
- ครูอธิบายเรื่องการผายลมให้นักเรียนฟัง
- ครูอธิบายเปรียบเทียบการผายลมกับการเกิดก๊าซชีวภาพ
- ครูอธิบายการเกิดก๊าซชีวภาพให้นักเรียนฟัง(เอกสารประกอบ)

ขั้นสรุป

-ครูสรุปเรื่องการเกิดก๊าซชีวภาพร่วมกับนักเรียน

คาบที่ 4 เรื่อง 4 กระบวนการหมักแบบไร้อากาศ

ขั้นนำ

- ครูตั้งคำถามกับนักเรียนเกี่ยวกับการผายลมว่าเกิดขึ้นอย่างไร และมีอะไรเกิดขึ้นบ้าง
- นักเรียนช่วยกันตอบความรู้เดิมที่เรียนมาแล้ว

ขั้นสอน

- ครูอธิบายเกี่ยวกับการผายลมให้นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่ง
- ครูอธิบายกระบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจน ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซมีเทน ซึ่งสามารถนำก๊าซนั้นมาใช้ได้อย่างไรโดยให้ดูรูปประกอบ(อาจเป็นเอกสาร หรือ Power point จากการที่มำทำวิจัย)
- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับกระบวนการหมักแบบไร้อากาศ

ขั้นสรุป

-ครูสุ่มเรียกนักเรียนให้สรุปเรื่องกระบวนการหมักแบบไร้อากาศให้เพื่อน ๆ ฟัง โดยมีครูเป็นผู้ช่วย

คาบที่ 5 เรื่องที่ 5 การเกิดก๊าซมีเทน

ขั้นนำ

-ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่าวันนี้ใครผลิตก๊าซชีวภาพแล้วบ้างแล้วก๊าซชีวภาพนั้นเกิดจากส่วนผสมใดบ้าง

ขั้นสอน

- ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 5-6 คน โดยใช้การจับฉลาก
- ครูให้นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลในหนังสือและเชื่อมโยงความรู้จากคาบเรียนที่ผ่านมาถึงกระบวนการเกิดก๊าซมีเทน และส่งตัวแทนออกมานำเสนอกลุ่มละ 1 คน
- ครูให้นักเรียนดูภาพระบบหมักก๊าซชีวภาพ และอธิบายการเกิดก๊าซชีวภาพ

ขั้นสรุป

-ครูร่วมกันสรุปเรื่องการเกิดก๊าซมีเทนกับนักเรียน

คาบที่ 6 เรื่องที่ 6 เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้คุณสมบัติหรือ parameter ต่างๆของน้ำที่เกิดจากการหมักก๊าซชีวภาพ

ขั้นนำ

-ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการหมักก๊าซชีวภาพนั้นเราจะต้องมีการทดสอบหรือสังเกตอะไรได้บ้าง

-นักเรียนช่วยกันตอบ

ขั้นสอน

-ครูสุ่มเรียกนักเรียน 2 คน แล้วตั้งคำถามคนละคำถาม ดังนี้

1. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าน้ำที่ดื่มมันสะอาด

2. หากเราจะพิจารณาว่าสิ่งใดว่าดีหรือไม่ดีนั้น เรามีเกณฑ์ในการพิจารณาอย่างไรบ้าง(ให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งที่พิจารณาเอง)

-นักเรียนตอบตามความคิดเห็นของตัวเอง

-เมื่อนักเรียนตอบแล้ว ครูเชื่อมโยงไปยังเรื่องก๊าซชีวภาพ ว่า ในส่วนของการพิจารณาประสิทธิภาพหรือคุณสมบัติของการหมักก๊าซชีวภาพก็เช่นกันต้องมีการพิจารณาคุณสมบัติต่างๆซึ่งได้แก่ pH ค่าอัลคาไลน์ตี ค่า TS ค่า VS และครูอธิบายให้นักเรียนรู้จักค่าต่างๆ เหล่านี้

-ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 5-6 คน โดยไม่ซ้ำกับกลุ่มเดิม(2 ครั้งที่ผ่านมา)และให้ช่วยกันเลือกวัสดุที่จะนำมาหมักก๊าซชีวภาพในอีก 2 สัปดาห์ข้างหน้า และให้ส่งรายชื่อพร้อมรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุหมักในคาบต่อไป

ขั้นสรุป

-ครูสรุปเรื่องคุณสมบัติของการหมักก๊าซชีวภาพให้นักเรียนฟังและสั่งให้แต่ละกลุ่มหาข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของก๊าซชีวภาพเพื่อนำมาแลกเปลี่ยนกันในคาบถัดไป

คาบที่ 7 เรื่องที่ 7 ประโยชน์/ข้อดีของก๊าซชีวภาพและการพัฒนา

ขั้นสอน

-ครูให้ตัวแทนกลุ่มละ 1 คนนำเสนอข้อมูลที่ได้อ่านไปศึกษาค้นคว้ามา

-ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนทราบถึงประโยชน์/ข้อดีของก๊าซชีวภาพ

-ครูให้นักเรียนส่งรายชื่อและแจ้งให้นักเรียนเตรียมหาวัสดุหมักทำก๊าซชีวภาพ เพื่อนำมาในคาบเรียนถัดไป

ขั้นสรุป

-ครูสรุปเนื้อหาให้นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่ง

คาบที่ 8-10 เรื่องที่ 8 การทดลองหมักก๊าซชีวภาพและการศึกษาระบบหมักในชุมชน

ขั้นนำ

-ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเตรียมอุปกรณ์เพื่อทำการทดลองหมักก๊าซชีวภาพ

ขั้นสอน

-ครูอธิบายขั้นตอนการหมักก๊าซชีวภาพโดยใช้อุปกรณ์ต่างๆ

-นักเรียนสร้างระบบหมักก๊าซชีวภาพของแต่ละกลุ่ม

-ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวัดปริมาณก๊าซของระบบหมักในทุกๆวัน เป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์

- ครูตรวจข้อมูลของแต่ละกลุ่มในอีก 2 สัปดาห์ที่เหลือ

ขั้นสรุป

-ครูสรุปเรื่องการหมักก๊าซชีวภาพในภาพรวมตั้งแต่คาบที่ 1 จนถึงคาบสุดท้าย

การออกแบบหน่วยการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ **ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2**
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม **เวลา 2 ชั่วโมง**
โดย ดร.ณิ นวลศรี โรงเรียนบ้านบางโหนด

1. สาระ ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

2. มาตรฐานการเรียนรู้ ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

3. มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

มาตรฐาน ว 2.2

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในท้องถิ่น
2. อภิปรายและนำเสนอวิธีการต่าง ๆ ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัด คุ่มค่า และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ

4. เป้าหมายการเรียนรู้ (Learning Goals)

4.1 ความเข้าใจที่คงทนหรือคำถาวรขบยอด

สำรวจ สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นให้ยั่งยืน ได้อย่างไร

4.2 ความรู้และทักษะคร่อมวิชา (สาระ)

- 4.2.1 ทักษะกระบวนการคิดและจินตนาการ
- 4.2.2 ทักษะกระบวนการกลุ่ม
- 4.2.3 ทักษะการสืบเสาะหาความรู้
- 4.2.4 ทักษะการพูด
- 4.2.5 ทักษะการเขียน

4.3 ความรู้และทักษะเฉพาะวิชา (สาระ)

- ความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์การเรียนรู้ : บอกความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมได้

- ทรัพยากรธรรมชาติ

จุดประสงค์การเรียนรู้ : บอกปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และการทำลายสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะวิธีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัดได้

- ประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติ

จุดประสงค์การเรียนรู้ : บอกประโยชน์ของทรัพยากรและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้

- ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ

จุดประสงค์การเรียนรู้ : บอกการกระทำที่เป็นสาเหตุของการทำลาย
ทรัพยากรธรรมชาติและผลที่เกิดจากการทำลายทรัพยากรธรรมชาติได้

- การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

จุดประสงค์การเรียนรู้ : อธิบายวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้

4.4 จิตพิสัย

- 4.1 การมีความสุขในการเรียนรู้
- 4.2 มีความรับผิดชอบต่องานและส่วนรวม
- 4.3 มีจิตวิทยาศาสตร์

การจัดแผนการจัดการเรียนรู้
แผนการเรียนรู้เรื่อง การเกิดก๊าซชีวภาพ **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้น**
ประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 เวลา ชั่วโมงโดย
นางสาวอ้อเสาะ หลีกกันชะ โรงเรียนบ้านม่วงงาม

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- มาตรฐาน ว ๒. ๑ เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
- มาตรฐาน ว ๒.๒ เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน
- มาตรฐาน ว ๕. ๑ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา

- มาตรฐาน ส.๓.๑ เข้าใจและสามารถบริหารจัดการทรัพยากรในการผลิตและการบริโภคการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า รวมทั้งเข้าใจหลักการของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อการดำรงชีวิตอย่างมีดุลยภาพ
- มาตรฐาน ส ๕.๒ เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์วัฒนธรรม มีจิตสำนึก และมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด

1. สำรวจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตนเองและอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ และอภิปรายการใช้ทรัพยากร ธรรมชาติในท้องถิ่น
3. ระบุนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ในท้องถิ่น
4. อภิปรายและนำเสนอการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ อย่างประหยัด คุ้มค่า และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ
1. บอกแหล่งพลังงานธรรมชาติที่ใช้ผลิตไฟฟ้าและเชื้อเพลิง
2. อธิบายความสำคัญของพลังงานและ เสนอวิธีการใช้อย่างประหยัดและปลอดภัย

สาระการเรียนรู้

- สิ่งแวดล้อมหมายถึง สิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวเรามีทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งกับสิ่งมีชีวิตด้วยกันและกับสิ่งไม่มีชีวิต

- มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นเพื่อ ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต
- มนุษย์นำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างมากมายจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
- มนุษย์ต้องช่วยกันดูแลและรู้จักใช้ ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัดและคุ้มค่าเพื่อให้มีการใช้ได้นาน

และยั่งยืน

- การผลิตไฟฟ้าใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานธรรมชาติ ซึ่งบางแหล่งเป็นแหล่งพลังงานที่มีจำกัด เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ บางแหล่งเป็นแหล่งพลังงานที่หมุนเวียน เช่น น้ำ ลม

- พลังงานทดแทน
- ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานเชื้อเพลิง
- การเกิดก๊าซชีวภาพ
- วัสดุที่ทำให้เกิดก๊าซชีวภาพ
- เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของก๊าซชีวภาพ

ทักษะกระบวนการ

- กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- การสืบเสาะหาความรู้
- ทักษะกระบวนการคิด
- กระบวนการกลุ่ม

ชิ้นงานและการงาน

1. สำรวจสิ่งแวดล้อมที่โรงเรียนและชุมชน
2. วาดภาพระบายสีสิ่งแวดล้อมจากการสำรวจ
3. ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับพลังงานธรรมชาติ พลังงานทดแทน
4. ศึกษาชุดการทดลองการเกิดก๊าซชีวภาพ
 - บันทึกผลการทดลอง
 - สรุปความรู้ที่ได้
 - เสนอแนะแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์

กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 ให้นักเรียนสังเกตสิ่งแวดล้อมบริเวณโรงเรียนและชุมชน บันทึกผลการสังเกต

กิจกรรมที่ 2 นักเรียนแยกสิ่งแวดล้อมที่สำรวจมาแล้วได้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น บันทึกผลการสำรวจ ด้วยการวาดภาพระบายสี

กิจกรรมที่ 3 ศึกษาเกี่ยวกับพลังงานธรรมชาติ พลังงานทดแทน โดยการค้นคว้า สอบถามหรือพูดคุยจากแหล่งการเรียนรู้ที่ครูเสนอแนะไว้ให้

กิจกรรมที่ 4 เสนอแนวทางในการศึกษาการเกิดก๊าซชีวภาพจากชุดทดลอง โดยให้นักเรียนเป็นผู้ร่วมคิดออกแบบในการทำชุดทดลองเพื่อใช้ศึกษา โดยครูนำรูปแบบที่มีความหลากหลายมาให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง

กิจกรรมที่ 5 นักเรียนศึกษาการเกิดก๊าซชีวภาพจากชุดทดลอง ทำการบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 6 นำเสนอความรู้ที่ได้จากการสรุปเพื่อต่อยอดความรู้ไปสู่การนำไปใช้ประโยชน์

การประเมินผล

1. ประเมินตามสภาพจริง
 - 1.1 สังเกตการณ์ทำกิจกรรมของนักเรียน
 - 1.2 รายงานผลการทำกิจกรรมของนักเรียน
2. ตรวจผลงาน
3. ตรวจแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้

1. สิ่งแวดล้อมที่โรงเรียนและชุมชน
2. สื่อสิ่งพิมพ์
3. แหล่งเรียนรู้ด้านพลังงาน
4. ชุดการทดลองการเกิดก๊าซชีวภาพ
5. แบบบันทึกผลการทดลอง
6. เอกสารประกอบการเรียนการสอน

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เรื่องสารในชีวิตประจำวัน
โดย กาญจนา มณีรัชยากร โรงเรียนบ้านทุ่งโพธิ์

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว. 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว. 3.2 เข้าใจหลักการของธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

1. สำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และอธิบายสมบัติต่าง ๆ ของสารเป็นกลุ่มโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นที่กำหนด
2. สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายจัดจำแนกประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน สมบัติและการนำสารแต่ละประเภทไปใช้ประโยชน์ สามารถเลือกใช้สารเหล่านี้ ได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย
3. สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายวิธีการแยกสารบางชนิดที่ผสมกันโดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด หรือการระเหยแห้ง
4. สังเกต สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายสมบัติของสาร เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นสารละลาย เปลี่ยนสถานะ และเกิดสารใหม่ วิเคราะห์และอธิบายได้ว่า การเปลี่ยนแปลงใดทำให้สมบัติของสารเปลี่ยนแปลง รวมทั้งตระหนักว่าการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง อาจก่อให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลอง วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และอธิบายสมบัติของสาร ในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส (ว.3.1.2)
2. จำแนกประเภทของสาร โดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่น (ว.3.1.2)
3. ทดสอบและอธิบายการแยกสาร ด้วยวิธีการร่อน การกรอง การทำให้ตกตะกอน การระเหิด หรือการระเหยแห้ง (ว.3.1.3)
4. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และจัดประเภทของสารต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ตามสมบัติ และการนำไปใช้ประโยชน์ (ว.3.1.4)
5. สืบค้นข้อมูล อธิบายและเลือกใช้สารในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้อง และปลอดภัย(ว.3.1.4)
6. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับสมบัติของสาร เมื่อสารเปลี่ยนแปลงสถานะเกิดการละลาย และเกิดสารใหม่(ว.3.2.1)
7. วิเคราะห์และอธิบาย สิ่งที่ทำให้เกิดสมบัติของสารเกิดการเปลี่ยน (ว.3.2.1)
8. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเสนอแนะการป้องกันอันตรายที่เกิด จากการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ว.3.2.1)

สาระการเรียนรู้

1. การสังเกต การทดลอง และการอภิปรายสมบัติของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
2. การเปรียบเทียบ และการจำแนกประเภทของสารโดยใช้สถานะหรือเกณฑ์อื่นๆ
3. การทดลอง และการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการแยกสารด้วยวิธีการร่อน การตกตะกอน การระเหิดหรือการระเหยแห้ง
4. การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายประเภทของสารที่ใช้ในชีวิตประจำวันตามสมบัติ และการนำไปใช้ประโยชน์
5. การอภิปรายวิธีการเลือกใช้สารในชีวิตประจำวันอย่างถูกต้องและปลอดภัย
6. การทดลองเกี่ยวกับสมบัติของสาร เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดการละลาย และเกิดเป็นสารใหม่
7. การอภิปรายการเปลี่ยนแปลงของสาร และการป้องกันอันตราย ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่อง ก๊าซชีวภาพ เวลา 10 ชั่วโมง

เนื้อหาสาระ	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	วัดผลประเมินผล	สื่อการเรียนรู้	เวลา ชม.
น้ำเสียในชุมชน	เพื่อสำรวจและจำแนกสารที่อยู่รอบๆ ตัวเรา	1.จัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3-4 คนระดมความคิด 2.สำรวจแหล่งน้ำเสียที่มีอยู่ในชุมชน บันทึกผลการสำรวจ และเก็บตัวอย่างน้ำเสีย 3.นำผลการสำรวจมาอภิปรายถึงผลที่ได้รับจากน้ำเสียและสรุปผลร่วมกันในชั้นเรียน	1. กระบวนการปฏิบัติงาน 1.1 ทักษะการสังเกต และการสำรวจ 1.2 การตอบคำถาม 1.3 บันทึกผลการสำรวจ 2. ผลงาน 2.1 ความถูกต้องของข้อมูลที่สำรวจได้ 2.2 รายงานผลการสำรวจ	แหล่งน้ำเสียในชุมชน	2
ก๊าซชีวภาพจากไบโपाल์ม-หมักชีเลสจากไบโपाल์ม, กากน้ำตาล-ไบโอแก๊สจากชีเลสขำตัน	1.เพื่อให้นักเรียนออกแบบ ทดลองการผลิตก๊าซชีวภาพโดยการหมักชีเลส	1.ร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการผลิตก๊าซชีวภาพระหว่างไบโपाल์มสดกับการหมักชีเลส โดยกากน้ำตาล 2.ให้นักเรียนได้ทำการหมักชีเลสไบโपाल์มและ	1.กระบวนการปฏิบัติงาน 1.1 ทักษะการสังเกต ทดลอง 1.2ตอบคำถาม 1.3การบันทึก 2.ผลงาน 2.1ความถูกต้องของผลการทดลอง	1.ไบโपाल์ม 2.กากน้ำตาล 3.น้ำกลั่น 4.ถุงพลาสติก	1

เนื้อหาสาระ	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	วัดผลประเมินผล	สื่อการเรียนรู้	เวลา ชม.
		กากน้ำตาล หมักไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อเปรียบเทียบผล การผลิตก๊าซชีวภาพต่อไป	2.2รายงานผลการทดลอง		
การผลิตก๊าซชีวภาพ -จากไบโपाल์มสด -ไฮเลสไบโपाल์ม -เศษอาหาร -มันสำปะหลัง -ข้าวโพด	1.เพื่อศึกษาวิเคราะห์อธิบาย สิ่งที่ทำให้การเกิด ก๊าซ 2.เพื่อออกแบบ การทดลองการหมักแบบไร้อากาศ 3.เพื่อศึกษาความแตกต่างของวัสดุต่าง ๆ ที่สามารถใช้ในการผลิตก๊าซ	1.ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงข้อเสีย และวัสดุในท้องถิ่นที่จะนำมาผลิตก๊าซชีวภาพโดยศึกษาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต แล้วนำมาวิเคราะห์ถึงความเหมาะสม 2.แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน เพื่อทำการผลิตก๊าซชีวภาพ จากเศษ วัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร เช่น -ไบโपाल์ม -มันสำปะหลัง -มูลสุกร -เศษอาหาร 3.ให้แต่ละกลุ่มศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลและออกแบบการทดลอง	1.กระบวนการปฏิบัติงาน 1.1ทักษะการสังเกต และการทดลอง 1.2การตอบคำถาม 1.3บันทึกผลการทดลอง 2.ผล 2.1ความถูกต้องผล การทดลอง 2.2รายงานผลการทดลอง	1.เศษวัสดุทางการเกษตร ไบโपाल์ม กากน้ำตาล และมูลสุกร 2.ถุงพลาสติก ขนาด 10×12 นิ้ว 3.ผืนผ้าใบ 4.มีดสับ 5.ขวดน้ำเกลือ ขนาด 1 ลิตร 6.พลาฟิล์ม 7.สายยางซิลิโคน 8.เข็มฉีดยา 9.จุกคออร์ก 10.กระดาษลิสมีส 11.ถังพลาสติก 12.กรวย	

เนื้อหาสาระ	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	วัดผลประเมินผล	สื่อการเรียนรู้	เวลา ชม.
		4.ทำการทดลองผลิตก๊าซชีวภาพด้วยระบบไร้อากาศ โดยใช้ -เศษอาหาร -มันสำปะหลัง -ข้าวโพด -ไบโพลัมหมัก ไซเลส -ไบโพลัมสด ซึ่งในการหมักจะใช้มูลสุกรเป็นตัวร่วมเร่งให้เกิดก๊าซในอัตรา 1:1 น้ำ 3ส่วน โดยให้ความเป็นต่างคงที่ ตัวอย่างละ 2 ข้ว			
		5.ทำการวัดปริมาณโดยการแทนที่ของน้ำเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อหา ก๊าซที่เกิดขึ้นของตัวอย่างแต่ละตัวและหาค่าเฉลี่ย 6.สรุปผลการทดลองเพื่อหาคุณภาพของวัสดุที่จะทำให้เกิดก๊าซมากที่สุด และเหมาะสมที่สุด			

การวิเคราะห์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ไฟฟ้าเพื่อชีวิต
 จัดทำโดย
 พรปวีณ์ โกศลศิริศักดิ์ โรงเรียนศรีสะเกษ
 อรรณพ แก้วพิบูลย์ โรงเรียนธรรมโฆสิต

สาระ/มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
สาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานกับการ ดำรงชีวิต การเปลี่ยน รูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงาน ต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ สื่อสาร สิ่งที่ได้รับและนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์	1. สืบค้น อธิบาย ความหมายและ ความสำคัญของพลังงาน	1. พลังงานคือความสามารถในการทำงานได้ 2. สิ่งมีชีวิตมีความจำเป็นต้องใช้พลังงานในการดำรงชีวิตตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน
	2. สืบค้น อธิบาย เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า	1. การใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่จะใช้ผ่าน เครื่องใช้ไฟฟ้า 2. ค่าของพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปเรียกว่า กำลังไฟฟ้า 3. การผลิตกระแสไฟฟ้าได้จากแหล่งพลังงานที่ หลากหลายเช่นพลังงานจากลม คลื่น แก๊สธรรมชาติ ความร้อนใต้พิภพ
	3. สืบค้นข้อมูล นำเสนอ การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า	1. พลังงานมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและ พัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์ จึงจำเป็นต้องใช้ พลังงานให้มีประสิทธิภาพที่สุดและมีจิตสำนึกในการ อนุรักษ์พลังงาน 2. วิธีการในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้มี ประสิทธิภาพ ยั่งยืนและต่อเนื่อง ประกอบด้วยการ กำหนดนโยบายและเป้าหมาย การจัดตั้งองค์กรด้าน การอนุรักษ์พลังงานและกำหนดหน้าที่ความ รับผิดชอบ การวิเคราะห์พลังงานเพื่อหาศักยภาพใน การอนุรักษ์พลังงาน และการหามาตรการการอนุรักษ์ พลังงาน
	4. ศึกษาการใช้งานและ บำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า	1. หลักการใช้งานและบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าแบ่ง ออกเป็น 1.1 ระบบปรับอากาศ 1.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 1.3 อุปกรณ์สำนักงานในอาคาร
	5. ศึกษาและคำนวณ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ไฟฟ้า	1. การคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า 1.1 อัตราค่าไฟฟ้า 1.2 โครงสร้างพื้นฐานในการเก็บและ

สาระ/มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
		คำนวณหาค่าไฟฟ้า 1.3 การคำนวณหาค่าไฟฟ้า
	6. จัดทำโครงการสิ่งประดิษฐ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า	1. นำความรู้ที่ได้รับมาจัดทำเป็นโครงการสิ่งประดิษฐ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

คำอธิบายรายวิชา

สาระเพิ่มเติมไฟฟ้าเพื่อชีวิต

ศึกษา วิเคราะห์ ความหมาย ความสำคัญของพลังงาน พลังงานไฟฟ้า การอนุรักษ์พลังงาน หลักการใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า การคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน นำเสนอโครงการสิ่งประดิษฐ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การวิเคราะห์ข้อมูล การสังเกต การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย การอภิปราย สรุปและนำเสนอข้อมูลความรู้

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ที่ชัดเจนถูกต้อง สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

1. สืบค้น อธิบาย ความหมายและความสำคัญของพลังงาน
2. สืบค้น อธิบายเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า
3. สืบค้นข้อมูล นำเสนอการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า
4. ศึกษาการใช้งานและบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า
5. ศึกษาและคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า
6. จัดทำโครงการสิ่งประดิษฐ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

หน่วยการเรียนรู้สาระเพิ่มเติม
รายวิชาไฟฟ้าเพื่อชีวิต
เวลา 40 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วย	เวลา (ชั่วโมง)
1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงาน 1.1 ความหมาย 1.2 ความสำคัญ 1.3 ประเภทของพลังงาน	6
2	พลังงานไฟฟ้า 2.1 แหล่งกำเนิดพลังงาน	4
3	การอนุรักษ์พลังงาน 3.1 จิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน 3.2 วิธีดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงาน	4
4	หลักการใช้งานและบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า 4.1 ระบบปรับอากาศ 4.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 4.3 อุปกรณ์สำนักงานในอาคาร	10
5	การคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า	6
6	โครงงานสิ่งประดิษฐ์	6
	สอบกลางภาค	2
	สอบปลายภาค	2
	รวม	40

สาระการเรียนรู้กลุ่มไบโอดีเซล
การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบหีบรวมด้วยปฏิกิริยา 2 ขั้นตอน
นางสุธิภา หมื่นชนะ โรงเรียนการเคหะท่าทราย เขตหลักสี่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
นางสาวบุเรียม พรหมปลัด ครูชำนาญการ โรงเรียนกษรพิชากร อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง

โครงการเกี่ยวกับพลังงานทดแทน

1. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ความหมาย ประเภท การจำแนกชนิด และ ประโยชน์ของเชื้อเพลิง พลังงานทดแทนที่เกี่ยวข้อง การผลิตเชื้อเพลิงด้วยภูมิปัญญาชาวบ้าน

ส่วนที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล คำอธิบายแต่ละขั้นตอนว่า ประกอบด้วยอะไรบ้าง ปฏิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง คุณสมบัติ การตรวจสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล

2. อยากให้เรียนรู้อะไร

2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ให้รู้จักความหมาย ประเภท ชนิด และประโยชน์ของไบโอดีเซล ที่มีความสำคัญต่อชุมชน

2.2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล คุณสมบัติ และการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล

3. ช่วงชั้นและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกรณีนี้ สาระที่ 3 มาตรฐาน ว 3.2

4. กิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ข้อ

4.1 ค้นหาความรู้จากแหล่งเอกสาร อินเตอร์เน็ต และภูมิปัญญา

4.2 การทดลองผลิตน้ำมันไบโอดีเซลด้วยกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

- ขั้นตอนการผลิต
- วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่น น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว สบู่ดำ ไขมันวัว หรือ วัตถุดิบที่สามารถผลิต น้ำมันไบโอดีเซล ที่มีอยู่ในท้องถิ่น

- ปฏิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิริยาที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ที่เหมาะสม
- ปรับเปลี่ยนตัวแปรหาสภาวะที่เหมาะสม เช่น ปริมาณแอลกอฮอล์ ชนิดและปริมาณของตัวเร่งปฏิริยา อุณหภูมิ ระยะเวลา และการล้างไบโอดีเซล

- ทดสอบคุณสมบัติ และคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล เช่น ความหนาแน่น ค่ากรดไขมันอิสระ (FFA) pH ปริมาณน้ำและ ตะกอน จุลินทรีย์ เป็นต้น

- คำนวณหาร้อยละผลได้ของน้ำมันไบโอดีเซลเทียบกับปริมาณน้ำมันที่ใช้

4.3 อภิปรายและสรุปผล

จากผลการทดลองอภิปรายได้ว่า กระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล มีขั้นตอนการผลิตที่สำคัญอะไรบ้าง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล คุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของ กรมธุรกิจพลังงาน ให้ผลเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

5. เอกสารชุดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบหีบรวมด้วยปฏิกิริยา 2 ขั้นตอน

โครงการเกี่ยวกับเชื้อเพลิง
นางปราณี ช่วยหนู โรงเรียนวัดพังตรุ
นางอรนุช เสียงดัง โรงเรียนผังปาล์ม 1

โครงการเกี่ยวกับเชื้อเพลิง

1. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ ความหมาย ประเภท การจำแนกชนิด และ ประโยชน์ของเชื้อเพลิง
 พลังงานทดแทนที่เกี่ยวข้อง การผลิตเชื้อเพลิงด้วยภูมิปัญญาชาวบ้าน

ส่วนที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล คำอธิบายแต่ละขั้นตอนว่า
 ประกอบด้วยอะไรบ้าง ปฏิบัติเคมีที่เกี่ยวข้อง คุณสมบัติ การตรวจสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล

2. อยากให้เรียนรู้อะไร

2.1 วัดอุปกรณ์การเรียนรู้ ให้รู้จักความหมาย ประเภท ชนิด และประโยชน์ของเชื้อเพลิง ที่มี
 ความสำคัญต่อชุมชน

2.2 วัดอุปกรณ์การเรียนรู้ กระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล คุณสมบัติ และการตรวจสอบคุณภาพ
 ของน้ำมันไบโอดีเซล

3. ช่วงชั้นและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกรณีนี้

ช่วงชั้นที่ 1 สาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย

สาระที่ 5 มาตรฐาน ว 5.2 พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานอื่น

ช่วงชั้นที่ 1 สาระภาษาอังกฤษ เรื่อง Coconut to Biodiesel

สาระที่ 1 ภาษาเพื่อการสื่อสาร

สาระที่ 3 ภาษากับความสัมพันธ์กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น

เรื่อง Coconut to Biodiesel

4. กิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ข้อ

4.1 ค้นหาความรู้จากแหล่งเอกสาร อินเตอร์เน็ต และภูมิปัญญา

4.2 การทดลองผลิตน้ำมันไบโอดีเซลด้วยกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

- ขั้นตอนการผลิต

- วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่น น้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว สบู่ดำ ไขมันวัว

หรือวัตถุดิบที่สามารถผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ที่มีอยู่ในท้องถิ่น

- ปฏิบัติเอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิบัติทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน ปฏิบัติที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ที่

เหมาะสม

- ปรับเปลี่ยนตัวแปรหาสภาวะที่เหมาะสม เช่น ปริมาณแอลกอฮอล์ ชนิดและปริมาณของตัวเร่ง

ปฏิบัติ อุณหภูมิ ระยะเวลา และการล้างไบโอดีเซล

- ทดสอบคุณสมบัติ และคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล เช่น ความหนาแน่น ค่ากรดไขมันอิสระ (FFA) pH ปริมาณน้ำและตะกอน จดวามไฟ เป็นต้น

- คำนวณหาร้อยละผลได้ของน้ำมันไบโอดีเซลเทียบกับปริมาณน้ำมันที่ใช้

4.3 อภิปรายและสรุปผล

จากผลการทดลองอภิปรายได้ว่า กระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล มีขั้นตอนการผลิตที่สำคัญอะไรบ้าง ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล คุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมธุรกิจพลังงาน ให้ผลเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

5. เอกสารชุดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วที่มีกรดไขมันอิสระต่ำด้วยกระบวนการทรานส์เอสเตอร์ฟิเคชัน (เอกสารแนบ)

แผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง ตู้เย็น
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เวลา 2 ชั่วโมง
โดย นางสาวอารีย์ หลีโสภา โรงเรียนบ้านท่าแค

สาระสำคัญ

นักเรียนและประชาชนคนไทยทุกคนควรร่วมมือร่วมใจกันประหยัดการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถทำได้วิธีง่ายๆ และยังเป็นการช่วยรักษาภาวะแวดล้อมให้ดีขึ้นด้วย เช่น เริ่มต้นเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การบริโภคอาหารในปัจจุบันพอเพียงเท่าที่ต้องการโดยไม่มีการเหลือทิ้ง หรือปิดไฟเมื่อเลิกใช้ เป็นต้น นักเรียนสามารถช่วยกันประหยัดพลังงานได้ทั้งที่บ้าน ที่โรงเรียน หรือในการใช้รถยนต์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๕. ๑ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

จุดประสงค์การเรียนรู้ปลายทาง

ศึกษา ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานจากตู้เย็นจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

จุดประสงค์การเรียนรู้แนวทาง

1. ด้านความรู้ บอกวิธีการทำงานและการใช้ตู้เย็นให้ประหยัดพลังงานได้
2. ด้านเจตคติ บอกคุณค่าของการประหยัดพลังงานในการใช้ตู้เย็นได้
3. ด้านทักษะ/กระบวนการ มีทักษะในการคิดคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ตู้เย็นได้

สาระการเรียนรู้

1. ตู้เย็นให้ความเย็นได้อย่างไร
2. ส่วนประกอบโดยทั่วไปของตู้เย็น
3. ประเภทของตู้เย็น
4. คุณสมบัติของตู้เย็นและวิธีการเลือกซื้อ
5. วิธีใช้ตู้เย็นให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้า
6. หน่วยไฟฟ้าของตู้เย็น

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ทดสอบก่อนเรียนจากแบบทดสอบเรื่องการอนุรักษ์พลังงานกับตู้เย็น
2. แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม ร่วมกันศึกษา เกี่ยวกับวิธีการจะอย่างไรจึงจะประหยัดพลังงานจากการใช้ตู้เย็น ตามประเด็นแต่ละกลุ่มต่อไปนี้ เอกสารประกอบการเรียนรู้เรื่องตู้เย็น หรือศึกษาค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต
 - 1.การทำงานของตู้เย็น
 - 2.ส่วนประกอบและประเภทของตู้เย็น
 - 3.วิธีการเลือกซื้อตู้เย็น
 - 4.วิธีใช้ตู้เย็นให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้า
3. นักเรียนสรุปผลจากการศึกษาในรูปของแผ่นพับหรือแผนผังความคิด
4. นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาของกลุ่มโดยส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
5. สมาชิกทุกกลุ่มร่วมกันสรุปและช่วยกันจัดนิทรรศการผลงานจากการศึกษา
6. ทดสอบหลังเรียนจากแบบทดสอบเรื่องการอนุรักษ์พลังงานกับตู้เย็น

สื่อวัสดุอุปกรณ์แหล่งเรียนรู้

1. แบบทดสอบเรื่องการอนุรักษ์พลังงานกับตู้เย็น
2. เอกสารประกอบการเรียนรู้เรื่องการประหยัดพลังงานจากตู้เย็น
- 3.อินเทอร์เน็ต

การวัดและประเมินผล

1. ด้านความรู้ แบบทดสอบเรื่องการอนุรักษ์พลังงานกับตู้เย็น
2. ด้านเจตคติ แบบประเมินผลการนำเสนอผลงานของกลุ่ม
3. ด้านทักษะ แบบประเมินผลงานแผ่นพับหรือแผนผังความคิด

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หม้อหุงข้าวไฟฟ้า โดย นางสาวอำไพ กลับทับลึงค์ โรงเรียนวัดหน้าสตน

ในปัจจุบันการหุงข้าวสะดวกและรวดเร็วขึ้นเพราะมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อำนวยความสะดวกในการหุงข้าวสุกโดยอัตโนมัติ นั่นก็คือหม้อหุงข้าวไฟฟ้านั่นเอง หม้อหุงข้าวไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ความร้อนทำให้ข้าวสุกได้อย่างรวดเร็วโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อน หม้อหุงข้าวไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านเราใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต

ประเภทของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

แบ่งตามรูปร่างและคุณลักษณะที่แตกต่างของหม้อหุงข้าวไฟฟ้าเป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบธรรมดา ตัวหม้อมีอุปกรณ์ 3 ชิ้น คือฝา หม้อชั้นใน และหม้อชั้นนอก บางรุ่นอาจมีระบบอุ่นอัตโนมัติแต่ต้องเสียบสายไฟไว้ตลอดเวลาและบางรุ่นก็มีอุปกรณ์เสริม เช่น หม้อชั้นในใช้หุงอาหาร หรือต้มข้าวต้ม เป็นต้น



2. แบบฝาหม้อติดกับตัวหม้อโดยบานพับ ข้าวร้อนอยู่ได้นานโดยไม่ต้องเสียบสายไฟ เนื่องจากมีฉนวนกันความร้อนและฝาปิดสนิท อุปกรณ์เสริมพิเศษมีในบางผลิตภัณฑ์เท่านั้น



3. แบบควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ มีความสามารถพิเศษหลายอย่าง เช่น เลือกโปรแกรมหุงข้าวมีหน้าปัดเป็นดิจิตอลบอกเวลา และแสดงลักษณะการทำงาน เป็นต้น



ส่วนประกอบของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

หูจับหม้อชั้นนอก
หม้อชั้นใน



1. ที่จับฝาหม้อภายนอก
2. ฝาปิดหม้อ
3. หูจับหม้อชั้นนอก
4. หม้อชั้นใน
5. หม้อชั้นนอก
6. ชุดควบคุมแสดงการทำงาน

หม้อชั้นนอก



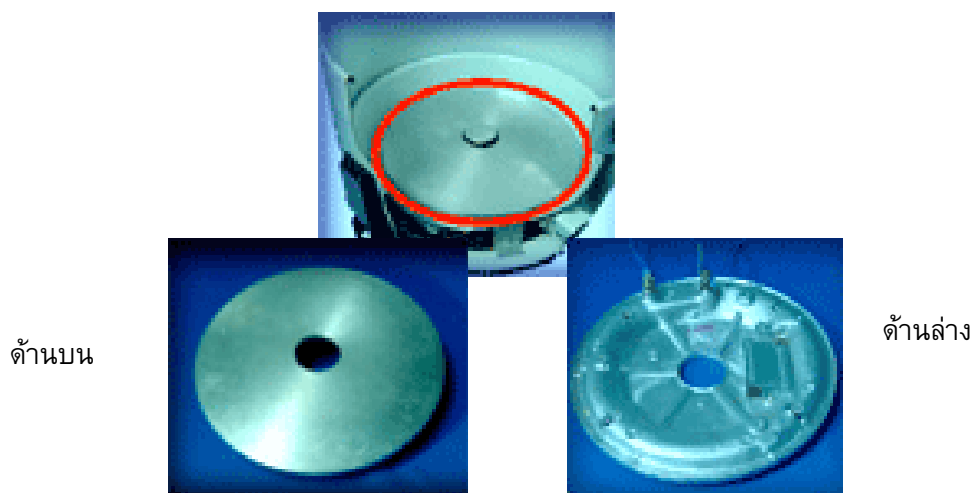
หม้อชั้นนอกทำหน้าที่เป็นโครงเพื่อให้หม้อชั้นในใส่เข้า และมีหูจับสำหรับยก เคลื่อนย้ายได้ และที่ก้นของหม้อจะมีชุดให้ความร้อนประกอบยึดติดอยู่

ชุดควบคุมแสดงการทำงาน



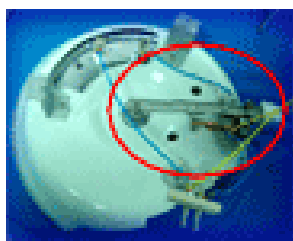
ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงาน ของหม้อหุงข้าว โดยมีสวิตซ์ในการกด เพื่อให้หม้อหุงข้าวทำงาน หลอดไฟสีแดง **COOK** แสดงสถานะกำลังหุงข้าว หลอดไฟสีเหลือง **WARM** แสดงสถานะการอุ่น

อุปกรณ์ให้ความร้อน



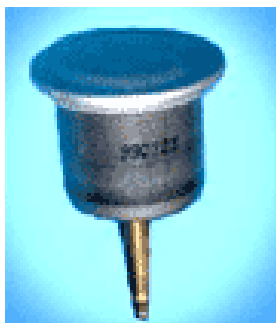
แผ่นความร้อนจะอยู่ที่ก้นของหม้อทำหน้าที่ให้ความร้อนในการหุงข้าว แผ่นความร้อนที่ใช้เป็นแบบปิด (Closing Heating Element)

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

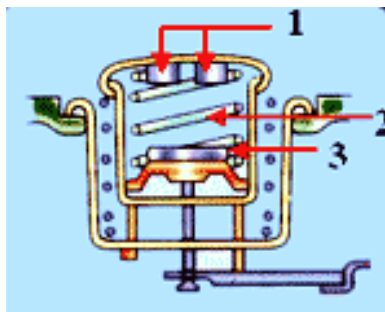


เทอร์โมสแตท (Thermostat) หรือชุดควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบแม่เหล็กจะยึดติดอยู่ที่ก้นของตัวหม้อชั้นนอก ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิในการหุงข้าวให้พอดี ไม่ให้ร้อนมากเกินไป

รายละเอียดชุดแม่เหล็ก



ลักษณะภายนอก

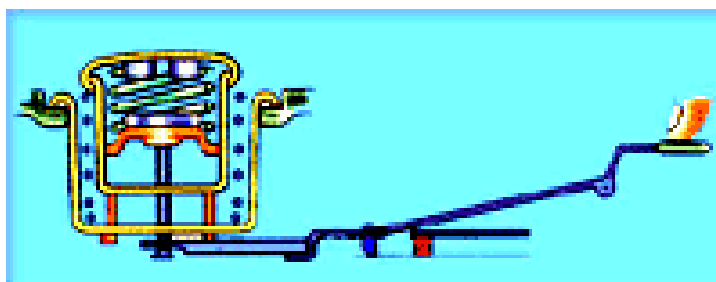


ลักษณะภายใน

1. เฟอร์ไรต์(สารแม่เหล็ก)
2. สปริง
3. แม่เหล็กถาวร

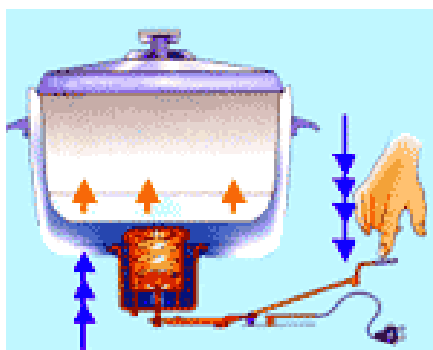
โครงสร้างภายในของเทอร์โมสแตทแบบแม่เหล็กประกอบด้วยโลหะสองชนิดคือ แท่งแม่เหล็กถาวร แท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์(สารแม่เหล็ก) และมีสปริงยึดติดอยู่

การทำงานของเทอร์โมสแตส

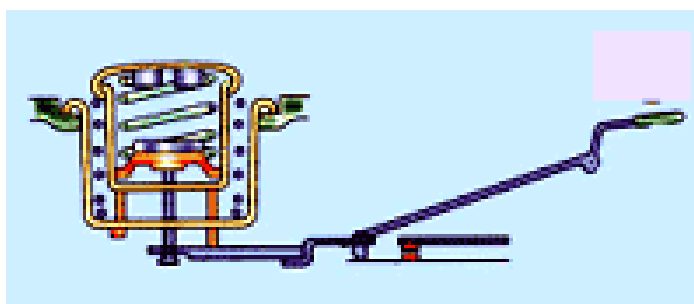


เมื่อกดสวิตช์คานบังคับจะดันสปริงขึ้นไปแท่งแม่เหล็กที่อยู่ด้านล่างของสปริงจะดูดแท่งเหล็กเฟอร์ไรต์ที่ติดอยู่ด้านบนของสปริงในขณะนี้จะทำให้หน้าสัมผัสติดกันจะทำให้กระแสไหลผ่านหน้าสัมผัสเข้าสู่วงจรจนถึงแผ่นความร้อน

หลักการทำงานของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า



เมื่อกดสวิตช์ในการหุงข้าวแล้วคานบังคับจะดันสปริงขึ้นไปแท่งแม่เหล็กที่อยู่ทางด้านล่างของสปริงจะดูดแท่งเหล็กเฟอร์ไรต์ที่อยู่ด้านบนของสปริงทำให้หน้าสัมผัสติดกันมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหน้าสัมผัสเข้าสู่วงจรและแผ่นความร้อน ทำให้แผ่นความร้อนจะร้อนขึ้นเรื่อย ๆ และส่งผ่านความร้อนไปยังหม้อชั้นในและข้าวที่อยู่ในหม้อ



เมื่อข้าวสุกได้ปริมาณน้ำที่เราเติมพอดีหุงข้าวสวยน้ำจะกลายเป็นไอน้ำและกลายเป็นไอน้ำอยู่ในหม้อชั้นใน ซึ่งจะทำให้ข้าวสุกและอุณหภูมิสูงมากยิ่งขึ้นอุณหภูมิที่สูงขึ้นมาก ๆ จะทำให้แท่งเหล็กเฟอร์ไรต์เสื่อมสภาพเป็นสภาพทำให้แรงดึงดูดระหว่างแท่งแม่เหล็กกับแท่งเหล็กเฟอร์ไรต์แม่เหล็ก

การเลือกซื้อหม้อหุงข้าว



ในการที่จะซื้อหม้อหุงข้าวแต่ละครั้งเราต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับครอบครัวเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้งานและประหยัดค่าไฟฟ้า

ตารางแสดงขนาดของหม้อหุงข้าวไฟฟ้ากับขนาดของครอบครัว

ขนาด (ลิตร)	ปริมาณข้าวสาร ในการหุง (ถ้วย)	จำนวนสมาชิกในครอบครัว	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
0.5 – 1.0	3 – 5	1 – 2	130 - 450
1.0 – 1.5	5 - 10	3 – 6	450 – 500
1.5 – 2.0	12 ขึ้นไป	5 - 8	530 - 730

หมายเหตุ ขนาดถ้วยตวงมีความจุประมาณ 180 ลูกบาศก์เซนติเมตร ความจุนี้พอ ๆ กับแก้วน้ำขนาดเล็ก หม้อหุงข้าวแต่ละขนาด ใช้กำลังไฟฟ้าต่างกัน ถ้าวัดขนาดกำลังไฟฟ้ามก ก็จะทำให้เสียค่าไฟมาก

หน้าที่ของส่วนประกอบหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

ฝาหม้อ



ฝาหม้อทำหน้าที่ ปิดหม้อชั้นในป้องกันความร้อนออกขณะที่กำลังทำการหุงข้าว ตลอดจนรักษาความร้อนเอาไว้เมื่อหุงข้าวสุกแล้วและป้องกันสิ่งสกปรกลงไปในหม้อ ฝาหม้อจะมีที่จับเพื่อความสะดวกในการเปิดและปิดฝาหม้อ

หม้อชั้นใน



หม้อชั้นในเป็นภาชนะบรรจุข้าวและเป็นส่วนทำหน้าที่รับความร้อนจากแผ่นความร้อน ในการแพร่กระจายความร้อนเพื่อให้ข้าวสุก

ตารางแสดงขนาดของหม้อหุงข้าวไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าที่ใช้และค่าไฟฟ้าที่ใช้

ขนาด (ลิตร)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ค่าไฟฟ้า / เดือน
1.0	450	11 บาท
1.8	600	15 บาท
2.2	800	20 บาท
2.8	1,000	25 บาท

หมายเหตุ หุงข้าววันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 20 นาที โดยใช้อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.50 บาท ต่อหน่วย

การใช้หม้อหุงข้าวให้ถูกวิธีและประหยัดพลังงาน

1. กะปริมาณน้ำให้พอเหมาะ การใส่น้ำมากเกินไปนอกจากจะทำให้ข้าวแฉะแล้ว ตัวหม้อข้าวจะยังหุงอยู่จนกว่าน้ำจะแห้งหมด ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์
2. ขณะหุงไม่ควรเปิดฝาท่อเพื่อดูว่าข้าวสุกหรือยัง หรือเพื่อคนข้าวไม่ให้ติดกันหม้อ เพราะจะทำให้สูญเสียความร้อน ทำให้ต้องเสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น
3. ไม่ควรหุงข้าวในห้องปรับอากาศ เพราะนอกจากความร้อนที่เกิดจากการหุงข้าวจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักแล้วไอน้ำที่เกิดขณะหุงข้าวยังไปกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่เครื่องปรับอากาศทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักเป็นสองเท่า
4. ถอดปลั๊กออกเมื่อหุงข้าวเสร็จ การเสียบปลั๊กค้างไว้นอกจากจะทำให้ข้าวแข็งเนื่องจากน้ำจะถูกระเหยออกมา ยังทำให้เปลืองพลังงานไฟฟ้าอีกด้วย
5. ไม่ควรนำทัพพีไว้ในหม้อข้าว ความร้อนจากข้าวทำให้ทัพพีร้อนเป็นอันตรายและอาจทำให้สารที่เคลือบอยู่ในหม้อชั้นในได้รับความร้อนจะละลายเจือปนกับข้าว



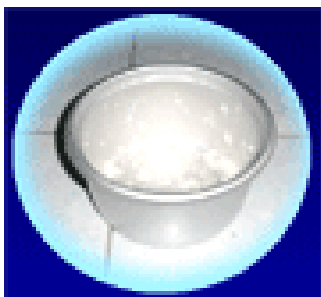
6. ไม่ควรนำถั่วอาหาร หรือข้าวที่เหลือมาอุ่นในหม้อข้าว เพราะจะทำให้เสียพลังงาน ความร้อนและสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ทำให้หม้อหุงข้าวเสื่อมเร็ว



7. ขณะที่หม้อข้าวร้อนเอามือไปแตะจะทำให้เกิดอันตรายอาจทำให้มือพองได้



8. ในการหุงข้าวก่อนหุงข้าวต้องทำความสะอาดเศษข้าวที่ติดอยู่ ออกให้หมดก่อนเพราะเศษอาหารที่ติดอยู่ทำให้ข้าวบูดได้และต้องใช้พลังงานในการหุงมากขึ้นทำให้เปลืองไฟ



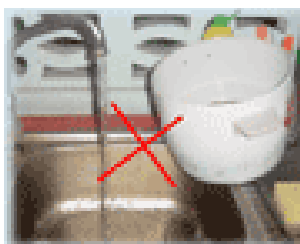
9. อย่าหุงข้าวขณะที่ไม่มีภาชนะบรรจุข้าวด้านในก่อนหุงข้าวต้องตรวจสอบว่ามีสิ่งแปลกปลอมติดอยู่ที่แผ่นความร้อนหรือไม่ ถ้ามีต้องเอาออกเพราะจะทำให้เกิดการเสียหายกับแผ่นความร้อนและหม้อหุงข้าวได้



10. ไม่ควรรนำหม้อหุงข้าว ไว้ใกล้แหล่งความร้อน เพราะจะทำให้หม้อหุงข้าว เกิดการเสียหายจากความร้อนได้



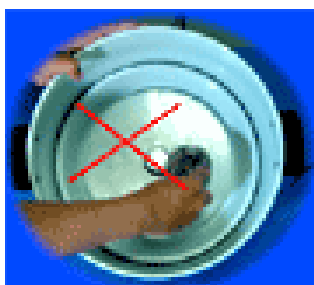
11. ไม่ควรรนำหม้อหุงข้าว ไฟฟ้าขึ้นนอกไปล้างน้ำ เพราะจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ารั่วไหล และเกิดการลัดวงจร และต้องถอดปลั๊กออกทุกครั้งที่ทำทำความสะอาด



12. ใช้ผ้าเช็ดเบาๆ เมื่อมีสิ่งสกปรกติด แผ่นความร้อนหรือเทอร์โมสตัท



13. ไม่ควรใช้ฝอยเหล็กขัด เพราะจะทำให้แผ่นความร้อนหรือเทอร์โมสตัทเสื่อมและสึกเร็ว



14. ควรใช้ฟองน้ำกับน้ำยาล้างจาน ล้าง ทำความสะอาดหม้อหุงข้าว ไม่ควรใช้ ผงซักฟอก ทินเนอร์ ฝอยเหล็ก ขัดล้างหม้อหุงข้าว เพราะจะทำให้ผิวหม้อ เสียหายได้



ปัญหาที่เกิดกับหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

1. หม้อหุงข้าวไม่ทำงาน

- สายไฟขาด
- สวิตช์เสีย
- ขั้วปลั๊กหลุดหรือหลวม
- ลวดความร้อนขาด

2. หม้อหุงข้าวไม่ตัดไฟ

- เทอร์โมสตัทไม่ทำงาน
- เทอร์โมสตัทไม่สัมผัส กับด้านล่างของภาชนะ

3. ขณะอุ่นข้าวข้าวใหม่

- วงจรอุ่นข้าวผิดปกติ
- เกิดการลัดวงจร ของหลอดความร้อน

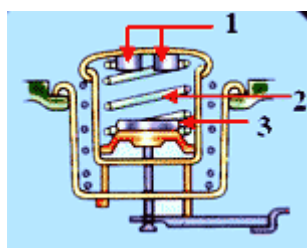
ทำแบบทดสอบก่อน - หลังเรียน

1. หม้อหุงข้าวไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะออกเป็น 3 ประเภทอะไรบ้าง
 - ก. แบบหุงหิว แบบธรรมดา และแบบอัตโนมัติ
 - ข. แบบอัตโนมัติ แบบฝาหม้อติดกับตัวหม้อและแบบธรรมดา
 - ค. แบบอัตโนมัติ แบบฝาหม้อติดกับตัวหม้อ และแบบควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์
 - ง. แบบธรรมดา แบบฝาหม้อติดกับตัวหม้อ และแบบควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์
2. หม้อหุงข้าวขนาด 2.2 ลิตร ใช้กำลังไฟฟ้ากี่วัตต์
 - ก. 450 วัตต์
 - ข. 600 วัตต์
 - ค. 800 วัตต์
 - ง. 1,000 วัตต์
3. จากรูปภาพเป็นส่วนประกอบใดของหม้อหุงข้าวไฟฟ้า



- ก. เทอร์โมสตัท
 - ข. แผ่นความร้อนแบบปิด
 - ค. แผ่นความร้อนแบบกึ่งปิด
 - ง. แผ่นควบคุมอุณหภูมิ
4. อุปกรณ์ที่ควบคุมให้ข้าวสุกคืออะไร
 - ก. หม้อชั้นใน
 - ข. แผ่นความร้อน
 - ค. เทอร์โมสตัท
 - ง. แผงควบคุมสวิตช์

จากรูปโครงสร้างภายในของเทอร์โมสตัทแบบแม่เหล็กจذبตอบคำถามข้อ 5 - 6



5. จากรูปส่วนประกอบของกระทะไฟฟ้าหมายเลข 7 คืออะไร
 - ก. สปริง
 - ข. แม่เหล็กถาวร
 - ค. เฟอไรต์(สารแม่เหล็ก)
 - ง. แท่งแม่เหล็กชั่วคราว
6. ที่ตำแหน่งหมายเลข 3 เป็นส่วนประกอบใดของเทอร์โมสแตทแบบแม่เหล็ก
 - ก. แม่เหล็กถาวร
 - ข. สปริงปรับระยะห่าง
 - ค. แท่งแม่เหล็กชั่วคราว
 - ง. เฟอไรต์ (สารแม่เหล็ก)
7. มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหน้าสัมผัสเข้าสู่ขั้วจุกและแผ่นความร้อน ทำให้แผ่นความร้อนจะร้อนขึ้นเรื่อย ๆ และส่งผ่านความร้อนไปยัง ที่ใดของหม้อหุงข้าว
 - ก. หม้อชั้นใน
 - ข. หม้อชั้นนอก
 - ค. เทอร์โมสแตท
 - ง. เฟอไรต์ (สารแม่เหล็ก)
8. หม้อหุงข้าวไม่ตัดไฟเกิดจากสาเหตุอะไร
 - ก. สวิตช์เสีย
 - ข. ลวดความร้อนขาด
 - ค. เทอร์โมสแตทไม่ทำงาน
 - ง. ขั้วปลั๊กหลุดหรือหลวม
9. สิ่งที่ไม่ควรทำในการใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้าคืออะไร
 - ก. ควรนำถุงอาหาร ไปอุ่นในหม้อข้าว
 - ข. ก่อนหุงข้าวต้องทำความสะอาดเศษข้าวที่ติดอยู่ ออกให้หมดก่อน
 - ค. ใช้ฟองน้ำกับน้ำยาล้างจาน ล้าง ทำความสะอาดหม้อหุงข้าว
 - ง. ใช้ผ้าเช็ดเบาๆ เมื่อมีสิ่งสกปรกติด แผ่นความร้อนหรือเทอร์โมสแตท
10. การกระทำในข้อใดถือเป็นการอนุรักษ์พลังงาน
 - ก. หุงข้าวครั้งละน้อย ๆ
 - ข. ซื้อหม้อหุงข้าวขนาดเล็ก
 - ค. ถอดปลั๊กหม้อหุงข้าวออกเมื่อข้าวสุก
 - ง. ซื้อหม้อหุงข้าวที่มีมาตรฐานอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**. องค์การตำราสภา, กรุงเทพมหานคร.

กองส่งเสริมและพัฒนาด้านการมาตรฐาน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม **คู่มือการซื้อและใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน**. ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ กระทรวงพลังงาน **สารความรู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน “หม้อหุงข้าวไฟฟ้า”**

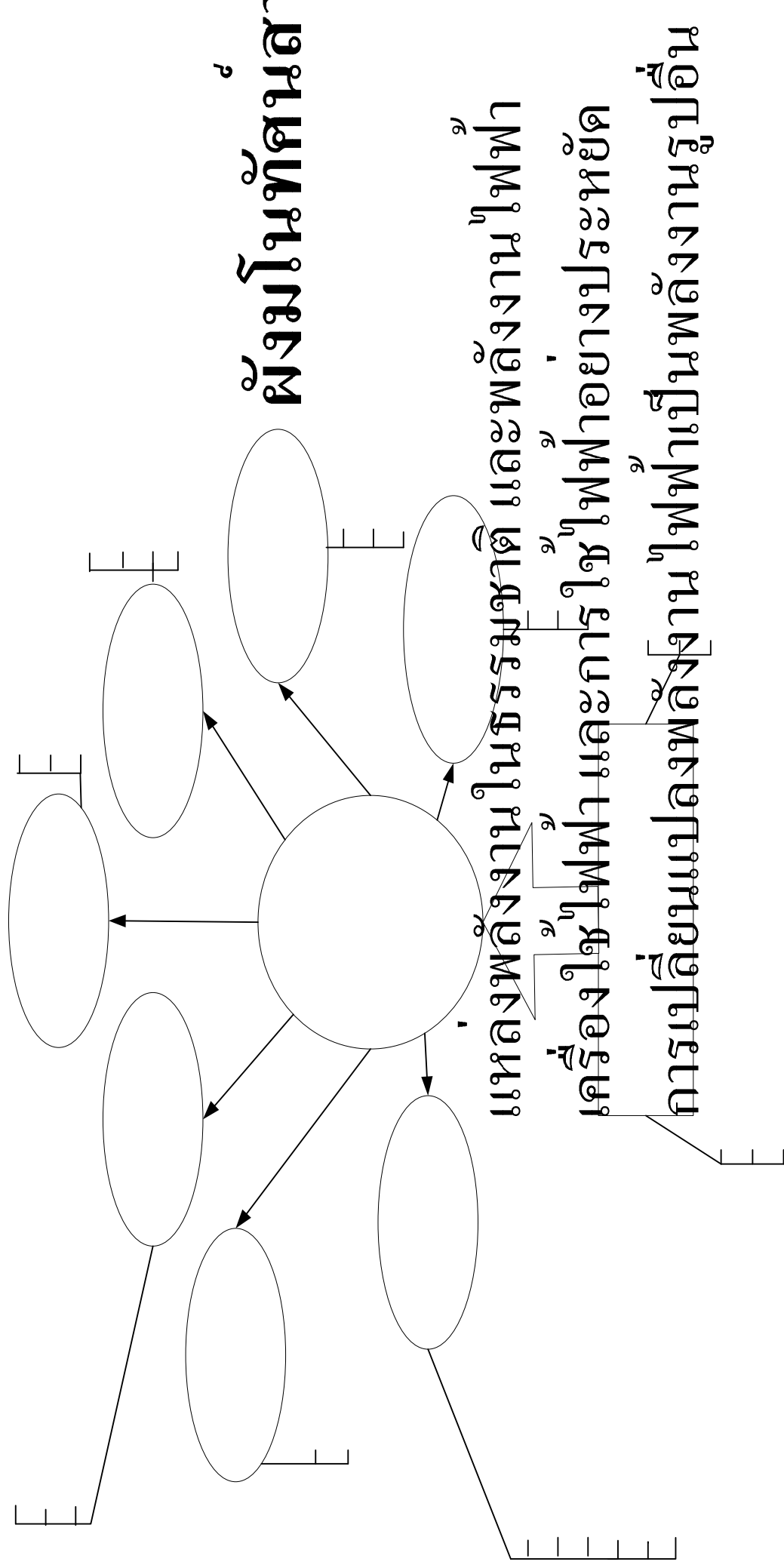
สาระการเรียนรู้เรื่องพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน
นางสาวชูศรี กาญจนวงศ์
โรงเรียนบ้านชุมโง
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 4

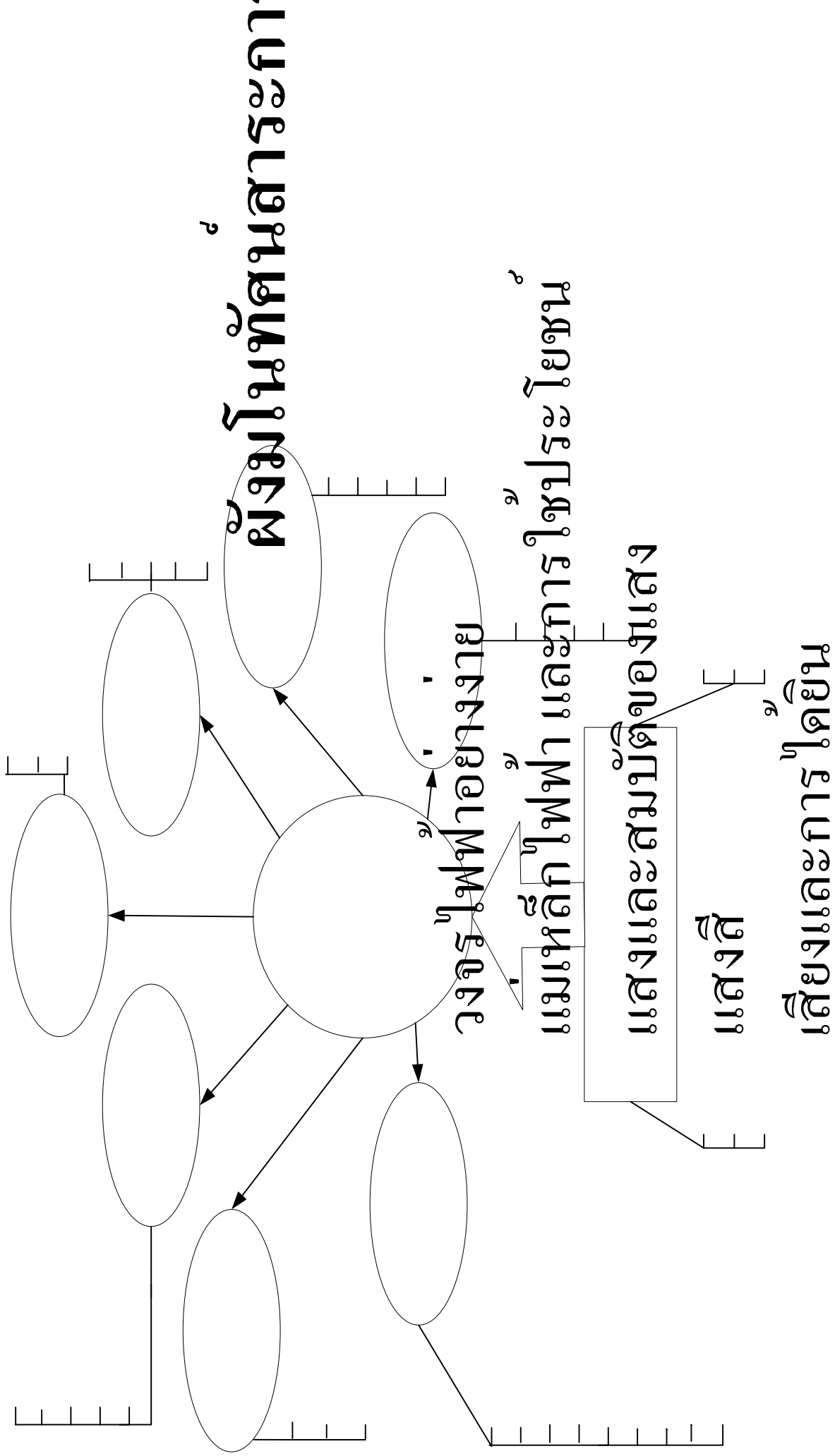
หน่วยการเรียนรู้

วิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษา

ชั้น	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	หมายเหตุ
ประถมศึกษาปีที่ 1	ท้องฟ้าแสนสวย - เราเห็นอะไรในท้องฟ้า - ความสำคัญของดวงอาทิตย์ - ทิศขึ้นตกของดวงอาทิตย์	10	
ประถมศึกษาปีที่ 2	สนุกกับแม่เหล็กและไฟฟ้า - แม่เหล็กมีพลัง - พลังไฟฟ้าจากแม่เหล็กและแบตเตอรี่ - การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	15	
ประถมศึกษาปีที่ 3	ไฟฟ้าในบ้าน - ไฟฟ้ามาจากไหน - เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน - ใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย	15	
ประถมศึกษาปีที่ 4	ระบบสรียะและพลังงานแสง - ดวงอาทิตย์และดาวบริวาร - การเคลื่อนที่ของแสงและถิ่นกำเนิด - การเคลื่อนที่ของแสงเมื่อตัวกระทบแตกต่างกัน - การเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า	20	
ประถมศึกษาปีที่ 5	น้ำ ไฟ และดวงดาว - ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ - น้ำและวัฏจักร - การเกิดลมและประโยชน์ของลม	20	
ประถมศึกษาปีที่ 6	วงจรไฟฟ้า - วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย - สมบัติของตัวนำและฉนวนไฟฟ้า - แม่เหล็กไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้า	15	





พลังงาน

ความหมายของพลังงาน

พลังงาน คือ ความสามารถในการทำงาน โดยการทำงานนี้อาจจะอยู่ในรูปของการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนรูปของวัตถุ

ประเภทพลังงาน

ถ้าจัดพลังงานตามลักษณะการทำงานแล้ว จะสามารถแบ่งพลังงานออกเป็น

- พลังงานสะสม (Stored energy) เป็นพลังงานที่เก็บสะสมในวัตถุหรือสิ่งของต่างๆ เช่น พลังงานเคมีที่เก็บสะสมไว้ในอาหาร พลังงานเคมีที่เก็บในลักษณะของก้อนถ่านหิน น้ำมัน หรือไม้ฟืน
- พลังงานศักย์ (Potential energy) เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกวางอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเคลื่อนที่ได้ไม่ว่าจากแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดจากแม่เหล็ก เช่น ก้อนหินที่วางอยู่บนขอบที่สูง
- พลังงานจลน์ (Kinetic energy) เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ เช่น รถที่กำลังวิ่ง หนูที่พุ่งออกจากแหล่ง จักรยานที่กำลังเคลื่อนที่ เป็นต้น

นอกจากนั้น พลังงานที่ใช้ยังมีรูปแบบต่างๆ กันและสามารถเปลี่ยนรูปไปมาได้ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานเคมี พลังงานไฟฟ้า

แหล่งพลังงาน

1. พลังงานประเภทที่ใช้แล้วหมดไป

ถ่านหิน เกิดจากการที่พืชถูกทับถมในหนองน้ำได้ดินและโคลนในสภาพที่ไม่เน่าเปื่อยแต่จะเกิด การเปลี่ยนแปลงแบบไม่ใช้ออกซิเจนอย่างช้าๆ โดยแบคทีเรีย ถ่านหินแบ่งเป็น 4 ชนิดตามคุณสมบัติทางด้านเคมีและการให้ความร้อน ได้แก่ พีท (Peat) ลิกไนต์ (Lignite) บิทูมินัส (Bituminous) และแอนทราไซต์ (Anthracite)

น้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของซากพืชและซากสัตว์ในทะเลเมื่อหลายล้านปีก่อนในภาวะที่มีความดันและอุณหภูมิสูงมาก จนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างช้าๆ เป็นน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ

หินน้ำมัน เกิดจากการทับถมของซากพืชและซากพืชบริเวณที่เคยเป็นทะเลสาบมาก่อน เมื่อผสมกับหินดินทรายและถูกอัดแน่นเป็นเวลาหลายล้านปีกลายเป็นหินน้ำมันซึ่งมีลักษณะคล้าย หินชนวน มีสีดำเงา

พลังงานนิวเคลียร์ เป็นพลังงานที่ได้จากขบวนการแตกตัว (Fission) ของธาตุกัมมันตรังสี โดยการแตกตัวนี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและปล่อยพลังงานเป็นจำนวนมากออกมา ซึ่งพลังงานดังกล่าวจะถูกใช้ในการทำไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้า

2. พลังงานที่เกิดขึ้นทดแทนใหม่ได้ (พลังงานหมุนเวียน)

พลังงานชีวมวล เป็นพลังงานที่ได้จากพืชหรือสัตว์ เช่น ไม้ฟืน เศษเหลือทางการเกษตร เช่น ฟาง แกลบ ชานอ้อย รวมทั้งก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักขยะหรือสิ่งปฏิกูล

แรงงานสัตว์ จัดเป็นพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่ง และมนุษย์เคยมีการใช้แรงงานสัตว์เป็นแหล่งพลังงานในการทำงานทางด้านการเกษตรและการเดินทางคมนาคมขนส่ง

พลังน้ำ เป็นพลังงานที่ได้จากการไหลของน้ำจากที่สูงมายังที่ต่ำหรือใช้แรงดันจากกระแสน้ำ หากจะเปลี่ยนพลังงานจากน้ำให้เป็นพลังงานไฟฟ้า จะต้องมีการสร้างเขื่อน เพื่อกักเก็บน้ำและ ยกกระตือรือร้นน้ำให้สูงขึ้น

พลังงานลม จัดเป็นพลังงานที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานชนิดนี้สามารถใช้ได้ดีถ้าใช้ร่วมกับพลังงานชนิดอื่น เช่นพลังงานจากแสงแดด สำหรับประเทศไทย พบว่า ความเร็วลมอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ (เฉลี่ยต่ำกว่า 4 เมตร/วินาที)

พลังงานจากแสงแดด มนุษย์มีการใช้พลังงานจากแสงแดดโดยตรงมาตั้งแต่สมัยโบราณ เช่น การตากผ้า การถนอมรักษาอาหาร ใช้เป็นเข็มทิศในการเดินทาง ปัจจุบันมีการผลิตไฟฟ้าจากแสงแดดโดยใช้แผง Solar Cell

พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นพลังงานที่ได้จากใจกลางของโลก ลึกลงไปใต้ดินประมาณ 2-3 กิโลเมตร สำหรับประเทศไทย การใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพนี้มีการทดลองใช้ที่อำเภอฝาง จังหวัดลำปาง

พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า คือ พลังงานรูปหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการแยกตัวออกมาหรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือโปรตอนหรืออนุภาคอื่นที่มีสมบัติแสดงอำนาจคล้ายคลึงกับอิเล็กตรอนหรือโปรตอน หรือในแง่ของการใช้ไฟฟ้าจะหมายถึง ความสิ้นเปลืองไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งก็คือกำลังไฟฟ้าที่ใช้ควบคู่กับระยะเวลาในการใช้ไฟฟ้ามีหน่วยเรียกเป็น “วัตต์-ชั่วโมง” หรือ “กิโลวัตต์-ชั่วโมง”

ประเทศไทย เริ่มมีไฟฟ้าครั้งแรกในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว จากการริเริ่มของจอมพลเจ้าพระยาสุรศักดิ์มนตรี (เจิม แสง-ชูโต) และได้เริ่มจ่ายกระแสไฟฟ้าที่พระที่นั่งจักรีมหาปราสาท ในพระบรมมหาราชวังเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2427 ซึ่งตรงกับวันคล้ายวันพระราชสมภพและนับเป็นการเริ่มต้นของการมีไฟฟ้าของไทยมาตั้งแต่บัดนั้น โดยไฟฟ้าในประเทศไทยเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดัน 220 โวลต์ ซึ่งใช้ในบ้านอยู่อาศัยและ แรงดัน 380 โวลต์ ใช้ในงานอุตสาหกรรม

การผลิตไฟฟ้า เรียกตามลักษณะและวิธีในการผลิตได้ดังนี้

1. **โรงไฟฟ้าพลังน้ำ** คือโรงไฟฟ้าที่ใช้แรงดันของน้ำไปหมุนเครื่องกังหันเพื่อเปลี่ยนแรง ดันของน้ำให้เป็นพลังงานกลที่สามารถควบคุมได้ และใช้พลังงานกลที่ได้นี้ไปหมุนเครื่องผลิตไฟฟ้า
2. **โรงไฟฟ้าพลังความร้อน (พลังไอน้ำ)** คือโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานความร้อนเป็นกำลังในการผลิตไฟฟ้า โดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูงไปขับเคลื่อนเครื่องกังหันไอน้ำ แล้วจุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำการผลิตไฟฟ้า
3. **โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส** คือ โรงไฟฟ้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยการเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องอัดอากาศให้เกิดอากาศร้อนที่มีแรงดันสูงไปขับเคลื่อนกังหันแก๊สแล้วไปจุดเครื่องผลิตไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้า
4. **โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม** คือโรงไฟฟ้าระบบรวมของเครื่องกังหันแก๊สและเครื่องพลังความร้อน โดยการนำไอเสียจากเครื่องกังหันแก๊สที่มีความร้อนสูงไปผ่านหม้อน้ำ แล้วถ่าย เทความร้อนให้กับน้ำ ทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำ เพื่อขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ ซึ่งต่อกับเพลาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อีกครั้งหนึ่ง
5. **โรงไฟฟ้าดีเซล** คือโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานกลจากเครื่องยนต์ดีเซลไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำการผลิตพลังงานไฟฟ้า
6. **โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์** เป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้ Solar Cell เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า
7. **โรงไฟฟ้าพลังงานลม** คือโรงไฟฟ้าที่อาศัยการเปลี่ยนรูปพลังงานจลน์ของกระแสลมให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

8. โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ คือโรงไฟฟ้าที่อาศัยความร้อนจากแหล่งน้ำร้อนใต้พิภพ โดยการนำน้ำร้อนไปถ่ายเทความร้อนให้กับสารของไหลที่มีจุดเดือดต่ำจน กระทั่งเดือดกลายเป็นไอน้ำนำไปหมุนเครื่องกังหันซึ่งมีเพลาคู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำการผลิตไฟฟ้าออกมาใช้งาน

9. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ คือ โรงงานผลิต กระแสไฟฟ้าที่ใช้พลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาแตกตัวทางนิวเคลียร์ (Nuclear fission reaction) ทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำที่มีแรงดันสูง แล้วส่งไอน้ำไปหมุนกังหันไอน้ำซึ่งต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า และส่งต่อไปยังผู้บริโภคต่อไป

สถานการณ์พลังงาน

ปี 2549 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้น 63,257 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปีที่ 8 และเพิ่มขึ้นจากปี 2548 ร้อยละ 1.4 โดยใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ (ร้อยละ 82.6) อันประกอบด้วยน้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และไฟฟ้า เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.3 และใช้พลังงานใหม่และหมุนเวียน (ร้อยละ 17.4) อันประกอบด้วย พืน ถ่าน แกลบ และกากอ้อย เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6 คาดว่าแนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคตจะยังคงเพิ่มขึ้นต่อไป ตามการขยายตัวของการบริโภค จำนวนประชากร และเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม หากราคาน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป ในตลาดยังคงเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จะมีผลกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจ ความต้องการพลังงานน่าจะชะลอลง

จากความความต้องการใช้ที่เพิ่มสูงขึ้น ในปี 2549 ประเทศไทยมีการจัดหาพลังงานเพื่อนำมาแปรรูปและใช้ในสาขาเศรษฐกิจต่างๆ รวมทั้งส่งออก รวมทั้งสิ้น 114,129 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ โดยแบ่งเป็นผลิตพลังงานจากแหล่งในประเทศ 55,376 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปี 2548 ร้อยละ 3.2 เป็นการผลิตพลังงานเชิงพาณิชย์ ซึ่งมีสัดส่วนร้อยละ 68.8 พลังงานใหม่และพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ มีสัดส่วนร้อยละ 31.2 ของการผลิตพลังงานทั้งหมดนำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งสิ้น 58,753 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 2.5 คิดเป็นมูลค่านำเข้ารวมทั้งสิ้น 873,565 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 15.9 โดยเป็นการนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์เกือบทั้งหมด

ปัญหาพลังงาน

ปริมาณมีจำกัด

ในขณะที่ปิโตรเลียม ถือได้ว่าเป็นเชื้อเพลิงพลังงานที่เป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ประเทศไทยกลับไม่มีแหล่งพลังงานดังกล่าวมากเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการใช้ในประเทศ จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้น ความผันผวนของปริมาณน้ำมันซึ่งแปรเป็นความไม่แน่นอนของราคาน้ำมันย่อมมีผลกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจของประเทศ เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องนับแต่ปี พ.ศ. 2547 จนถึงปัจจุบัน และคาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นต่อไปอีกอย่างไม่มีการสิ้นสุด

สำหรับทางเลือกในการใช้พลังงานชนิดอื่นๆ ของประเทศ โดยเฉพาะพลังงานชนิดที่ทดแทนใหม่ได้นั้น ถึงแม้ว่าจะมีศักยภาพอยู่บ้างในพลังงานบางประเภท เช่น พลังงานจากแสงแดด พลังงานจากชีวมวล แต่การนำมาใช้ในปัจจุบันยังต้องการการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างจริงจัง อีกทั้งการลงทุนและพัฒนานำมาใช้ยังต้องอาศัยเวลาอีกระยะหนึ่งจึงจะสามารถทดแทนพลังงานจากฟอสซิลได้ (บางส่วน) นอกจากนี้ การส่งเสริมการผลิต โดยเฉพาะพลังงานจากชีวมวล เช่น ไบโอดีเซล หรือเอทานอล ยังต้องการการจัดการสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับการขยายพื้นที่เพาะปลูก ที่จะต้องไม่ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ หรือพื้นที่สาธารณะใดๆ

การใช้พลังงานมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กระบวนการนำเชื้อเพลิงพลังงานขึ้นมาใช้ การแปรรูป และการใช้พลังงาน ล้วนแต่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น ผลกระทบต่อพื้นที่ป่า สัตว์ป่า สังคมและชุมชน ในกรณีที่มีการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่เพื่อกักเก็บน้ำสำหรับการผลิตไฟฟ้า ผลกระทบต่อระบบภูมิอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงพลังงานทุกชนิด ผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ เนื่องมาจากสารพิษและเขม่าหรือควัน ฯลฯ อย่างไรก็ตาม ผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นประเด็นร้อนแรงในขณะนี้ดังนี้

โลกร้อน

จากการที่เชื้อเพลิงพลังงานที่เราพึ่งพาส่วนใหญ่เป็นพวกฟอสซิลซึ่งประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจนและคาร์บอนเป็นหลัก เมื่อมีการเผาไหม้เพื่อให้ได้พลังงานหรือความร้อนออกมา ก็จะมีการปล่อยธาตุคาร์บอนในรูปแบบของก๊าซเรียกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นไปสะสมรวมกับก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ (ก๊าซมีเทน ไนตรัสออกไซด์ โอโซน ซีเอฟซี) ที่ชั้นบรรยากาศ เรียกว่า ชั้นเรือนกระจก โดยชั้นเรือนกระจกจะดูดซับรังสีความร้อนหรือที่เรียกว่ารังสีอินฟราเรด ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น การที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นและที่สำคัญคือทำให้ภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลกทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบไหลเวียนตามธรรมชาติของน้ำ ใต้น้ำ ลม และอื่นๆ ปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับกันว่า ระดับความรุนแรงของภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นบนโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลกที่ถูกรบกวนโดยกิจกรรมของมนุษย์ และหนึ่งในกิจกรรมนั้นก็คือ การใช้พลังงานของมนุษย์นั่นเอง

ฝนกรด

การเผาไหม้ถ่านหินซึ่งมีส่วนประกอบของกำมะถัน(ซัลเฟอร์) จากโรงงานหรือโรงไฟฟ้าที่มีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงจะทำให้เกิดสารมลพิษหลักคือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ในขณะที่การเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ทำให้เกิดออกไซด์ของไนโตรเจน (NOX) ซึ่งเมื่อสารมลพิษทั้ง 2 ชนิดลอยขึ้นไปในอากาศจะรวมตัวกับไอน้ำกลายเป็นกรดซัลฟูริกและกรดไนตริกและเกิดปฏิกิริยาทางเคมีเปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลเฟตและไนเตรตสะสมในอากาศ จนในที่สุดรวมตัวกับน้ำฝน ตกลงสู่พื้นดินกลายเป็น “ฝนกรด” ฝนกรดเป็นปัญหาส่งแวดล้อมที่มีผลกระทบทั้งต่อระบบนิเวศ สุขภาพมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เมื่อฝนที่ตกลงมามีสภาพเป็นกรดทำให้สามารถกัดกร่อนสิ่งก่อสร้างรวมทั้งต้นไม้และพืชพันธุ์ต่างๆล้มตาย น้ำฝนที่ซึมลงดินหรือไหลบนผิวดินจะทำให้ทั้งดินและแหล่งน้ำมีสภาพเป็นกรด มีผลกระทบต่อพืชและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น จนเกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทั้งบนบกและในน้ำ

ความขัดแย้งในสังคม

ปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงานนั้นนอกจากจะทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดปัญหาทางสังคมตามมาได้อีกด้วย เช่นกรณีการสร้างโรงไฟฟ้าหลายแห่ง มักจะเกิดการต่อต้านจากชาวบ้านรอบๆ โครงการที่ไม่เห็นด้วย ไม่ว่าจะเป็นประเด็นความมั่นใจในผลกระทบจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ประเด็นความขัดแย้งเรื่องที่ดินหรือประเด็นความไม่เชื่อถือนายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรืออีไอเอ จนทำให้เกิดการชุมนุมประท้วงและสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน

นโยบายพลังงาน

ในประเทศไทย องค์กรหลักที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการนโยบายและแผนพลังงานของประเทศ คือ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน เพื่อให้ประเทศไทยมีพลังงานใช้อย่างพอเพียง มั่นคงทั่วถึง ในระดับราคาที่เหมาะสม มีการใช้และอนุรักษ์พลังงาน อย่างรู้ค่า เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน และมีขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน โดยนโยบายทางด้านพลังงานของประเทศ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สร้างความมั่นคงทางด้านพลังงาน ด้วยการจัดหาพลังงานให้เพียงพอต่อการพัฒนาประเทศ เพื่อความอยู่ดีกินดีของประชาชน โดยเร่งรัดให้มีการลงทุนสำรวจและพัฒนาพลังงานทั้งจากในประเทศ เขตพื้นที่พัฒนาร่วม และจากประเทศเพื่อนบ้านให้เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งส่งเสริมความร่วมมือด้านพลังงานกับต่างประเทศ
2. ส่งเสริมให้มีการกำกับดูแลกิจการพลังงานให้มีราคาพลังงานที่เหมาะสม เป็นธรรม และก่อให้เกิดการแข่งขันลงทุนในธุรกิจพลังงาน โดยมีมาตรฐาน คุณภาพการให้บริการและความปลอดภัยที่ดี
3. พัฒนาและวิจัยพลังงานทดแทนทุกรูปแบบเพื่อเป็นทางเลือกแก่ประชาชนตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและการพัฒนาอย่างยั่งยืน รวมทั้งศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมในการตัดสินใจพัฒนาพลังงานทางเลือกอื่น ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและพลังงานที่สอดคล้องกับท้องถิ่น
4. ส่งเสริมการอนุรักษ์และประหยัดพลังงานอย่างจริงจังและต่อเนื่อง รวมทั้งสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพทั้งในภาคการผลิต ภาคบริการ และภาคประชาชน โดยมีมาตรการจูงใจที่เหมาะสม
5. ส่งเสริมการพัฒนา ผลิต และใช้พลังงานควบคู่ไปกับการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมกลไกการพัฒนาพลังงานที่สะอาด รวมทั้งให้ความสำคัญกับการจัดการก๊าซเรือนกระจกเพื่อช่วยบรรเทาสภาวะโลกร้อน

ยุทธศาสตร์ด้านพลังงานของประเทศ

1. ยุทธศาสตร์การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ได้กำหนดเป้าหมายลดค่าความยืดหยุ่นด้านพลังงานของประเทศลงจากเดิม 1.4 : 1 ให้เหลือ 1 : 1 ภายในปี 2550 โดยมุ่งเน้นการปรับโครงสร้างใน สาขาขนส่งและอุตสาหกรรมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน พร้อมทั้งนำมาตรการทางด้านภาษีมาใช้เพื่อสร้างแรงจูงใจในการประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้นในทั้ง 2 ภาคส่วน
2. ยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานทดแทน มีเป้าหมายให้เพิ่มสัดส่วนพลังงานทดแทนจากเดิมร้อยละ 0.5 ของพลังงานเชิงพาณิชย์ ในปี 2545 เพิ่มขึ้นร้อยละ 8 ของพลังงานเชิงพาณิชย์ ภายในปี 2554 โดยกำหนดสัดส่วนให้โรงไฟฟ้าที่ก่อสร้างใหม่จะต้องผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในอัตราร้อยละ 4 และกำหนดมาตรการจูงใจเพื่อให้มีการรับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานทดแทนมากขึ้น พร้อมทั้งสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนที่ประเทศมีศักยภาพสูง ตลอดจน สนับสนุนให้ชุมชนร่วมเป็นเจ้าของโรงไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานทดแทน เป็นต้น
3. ยุทธศาสตร์การสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน โดยด้านไฟฟ้าได้กำหนดเป้าหมายให้มีกำลังผลิตไฟฟ้าที่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ไม่ให้เกิดไฟฟ้าดับหรือไฟฟ้าตก หรือมีไฟฟ้าสำรองเกินความจำเป็น และมีโครงสร้างราคาค่าไฟฟ้าที่เหมาะสมเป็นธรรม ตลอดจน คำนึงถึงคุณภาพชีวิตและผลกระทบต่อชุมชนและท้องถิ่น โดยให้ กฟผ. รับผิดชอบระบบการผลิตและระบบส่งไฟฟ้า รวมทั้งรับผิดชอบจัดตั้งกองทุนเพื่อพัฒนาชุมชนพื้นที่รอบโรงไฟฟ้า สำหรับด้านปิโตรเลียมได้กำหนดเป้าหมายการสำรองก๊าซธรรมชาติจากแหล่งในประเทศให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ได้นานอีก 30 ปี และยืดระยะเวลาการสำรองพลังงานของประเทศจาก 30 ปี เป็น 50 ปี โดยดำเนินการส่งเสริมการสำรวจและผลิตในประเทศ และประสานความร่วมมือกับประเทศต่างๆ ใน

ภูมิภาค รวมทั้ง ส่งเสริมให้ ปตท. ปตท.สผ. และเอกชนไทยที่มีศักยภาพไปลงทุนด้านพลังงานในต่างประเทศ

4. ยุทธศาสตร์การปรับประเทศให้เป็นศูนย์กลางพลังงานในภูมิภาค โดยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาประเทศให้เป็นศูนย์กลางการค้าขายพลังงาน โดยปรับโครงสร้างและบทบาทจากผู้ซื้อเป็นผู้ค้าพลังงานโดยปรับปรุงระบบและโครงสร้างภาษีอากรในระบบการค้าน้ำมัน การพัฒนาใช้โครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ให้เต็ม

การอนุรักษ์พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงาน หมายถึง การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์มากที่สุด โดยเริ่มด้วยการลดการสูญเสียในทุกขั้นตอน มีการตรวจตราดูแลการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง เพิ่มความระมัดระวังในการใช้ ไม่ปล่อยให้มีการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่มีการใช้ประโยชน์ มีการตรวจสอบการรั่วไหลเพื่อป้องกันและลดการสูญเสีย มีการกำหนดแผนการใช้อย่างเหมาะสมในการใช้พลังงานในกิจกรรมต่างๆ โดยให้คำนึงถึงการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยในประเทศไทยได้มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน 2535 ทั้งนี้ พรบ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานมีเจตนารมณ์ที่จะส่งเสริมให้เกิดวินัยในการอนุรักษ์พลังงาน และให้มีการดำเนินการลงทุนในการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคาร การประกาศใช้ พรบ.ฉบับดังกล่าว มีผลทำให้มีการจัดตั้งกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และแต่งตั้งคณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเพื่อกำกับดูแลการใช้จ่ายเงินของกองทุนฯ

การใช้พลังงานหมุนเวียน

จากภาวะวิกฤติน้ำมันในตลาดโลกที่มีราคาเพิ่มสูงขึ้นมาโดยตลอดและประเทศไทยต้องนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ทำให้ส่งผลกระทบต่อภาวะเศรษฐกิจและค่าครองชีพของประชาชน อีกทั้งปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการที่โลกร้อนขึ้น ปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่าไม้จากกิจกรรมการจัดการพลังงาน หรือมลภาวะอากาศทางด้านต่างๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องร่วมกันประหยัดพลังงานและหันมาส่งเสริมและสร้างแรงจูงใจในการใช้พลังงานทดแทน ไม่ว่าจะเป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง หรือใช้โซลาร์เซลล์แปรรูปพลังงานจากแสงแดดให้เป็นพลังงานไฟฟ้า หรือการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังลมหรือน้ำ (ขนาดเล็ก) การใช้พลังงานจากชีวมวลทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

แนวทางการปฏิบัติเพื่อประหยัดพลังงาน

ลดการรั่วไหล

การหลีกเลี่ยงการสูญเสียรั่วไหลจากการใช้พลังงาน มักจะถูกละเลยและมองข้ามเสมอทั้งที่สามารถทำได้ง่าย รวดเร็วและเสียค่าใช้จ่ายน้อย เช่น

- การติดตั้งเครื่องปรับอากาศโดยป้องกันการรั่วไหลของอากาศเย็นออกจากห้อง
- การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ตำแหน่งที่ไม่ปิดกั้นทางลมและแสงสว่าง
- การติดตั้งตู้เย็นในตำแหน่งที่ห่างไกลจากความร้อน
- การดูแลบำรุงเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ
- การติดตั้งอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าในที่ที่มีการบำรุงรักษาได้ง่าย

ปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดมีลักษณะการใช้ที่แตกต่างกัน หากมีการใช้ที่ถูกต้องเหมาะสมก็จะ

สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ เช่น ไม่เปิดตู้เย็นบ่อยหรือเปิดไว้นานๆ ปิดโทรทัศน์ทุกครั้งเมื่อไม่มีคนดูหรือการรีดผ้าครั้งละจำนวนมาก เป็นต้น แต่ในขณะเดียวกันหากมีการใช้ที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมแล้วพฤติกรรมการใช้ของเรา ก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานได้เช่นกัน

หันมาใช้เทคโนโลยีประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานต้องเริ่มตั้งแต่การเลือกซื้ออุปกรณ์ ซึ่งการพิจารณาเลือกซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้ามีเกณฑ์ที่ต้องพิจารณา 4 ประการ ได้แก่

1. กำลังไฟฟ้า เป็นตัวบอกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เลือกจะใช้จะกินไฟมากน้อยเพียงใด ปกติ เครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีแผ่นป้ายบอกไว้ที่ตัวเครื่องว่ากินไฟกี่วัตต์ (กิโลวัตต์) จำนวนวัตต์มากก็ย่อมกินไฟมาก การเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าให้พิจารณาว่า ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเดียวกัน แต่มีจำนวนวัตต์มากกว่า ก็ย่อมจะกินไฟมากกว่า ปัจจุบันในการซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภท ผู้ซื้อสามารถเลือกชนิดที่มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน ได้จากการสังเกตสัญลักษณ์ประหยัดพลังงาน

2. ความปลอดภัยในการใช้งาน ไฟฟ้ามีอันตรายถ้าใช้ไม่ถูกวิธี จึงควรเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการออกแบบที่ดี และเป็นที่น่าไว้วางใจได้

3. ราคา ราคาของเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณาให้ดี เพราะการเลือกซื้อของราคาถูกบางครั้งก็ไม่ใช่การประหยัดนัก เพราะอาจได้ของคุณภาพต่ำ ทางที่ดีควรปรึกษาผู้รู้

4. ค่าติดตั้งบำรุงรักษา การเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าจะต้องพิจารณาการติดตั้งและบำรุงรักษาเครื่องด้วย หากการติดตั้งต้องเดินสายไฟใหม่ ต้องทุบหรือฉีกผนังหรือต้องดัดแปลงบ้านใหม่ ค่าติดตั้งก็จะสูงมาก อีกประการหนึ่งคือ ควรสอบถามผู้ที่เคยใช้เกี่ยวกับค่าซ่อม ค่าอะไหล่ วิธีและค่าบำรุงรักษา ว่าเป็นอย่างไร แล้วจึงตัดสินใจเลือกซื้อชนิดที่มีค่าซ่อมถูก อะไหล่หาง่าย วิธีบำรุงรักษาไม่ยุ่งยากนอกจากนั้น การเลือกใช้อุปกรณ์เสริมก็มีส่วนสำคัญในการช่วยประหยัดพลังงาน เช่น การใช้สวิตช์กระตุก การใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

http://www.adeq.or.th/web/news/news_green_detail.php?id=23&cateid=en&name=พลังงาน

สมาคมพัฒนาคุณภาพและสิ่งแวดล้อม 23/03/2008.

www.energy.go.th/th/download.asp พลังงาน, กระทรวง. สารบัญรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน.

สาระการเรียนรู้และแผนการสอน
หน่วย วิทยาศาสตร์ทั่วไป
สำหรับชั้นอนุบาลปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552
โดย
นางอาอีซะ หมาดอี
ตำแหน่ง ครูประจำชั้นอนุบาลปีที่ 3
โรงเรียนนักศึกษามูลนิธิ 421 หมู่ที่ 5

หน่วย วิทยาศาสตร์น้ำ

แนวคิด

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตและการเคลื่อนที่ของทุกสิ่งทุกอย่าง พลังงานมีหลายรูปแบบ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานเสียง พลังงานจลน์ เป็นต้น

จุดประสงค์

1. เพื่อให้เด็กรู้จักพลังงานในรูปความร้อน แสง เสียง และแม่เหล็ก
2. เพื่อให้เด็กรู้จักแหล่งความร้อน
3. เพื่อให้เด็กรู้ว่าพลังงานมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต
4. เพื่อให้เด็กรู้ว่าเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน
5. เพื่อให้เด็กรู้ว่าแรงทำให้วัตถุเคลื่อนที่หรือหยุดเคลื่อนที่
6. เพื่อให้เด็กรู้จักคุณสมบัติของแม่เหล็ก

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ในการสอนเรื่องความร้อน ควรสอนวิธีการในการรักษาความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น
2. พลังงานเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นแต่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงในชีวิตประจำวันได้ ครูควรส่งเสริมให้เด็กรู้จักการสังเกตเหตุการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ที่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของพลังงานได้ เช่น การเล่นเกม เครื่องดนตรีทำให้เกิดเสียง การเคลื่อนที่ของสิ่งต่างๆ เป็นต้น

มาตรฐานสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

สาระมาตรฐานวิทยาศาสตร์ปฐมวัย

1. สาระที่ 5 พลังงาน

มฐ 10 สสำรวจการใช้พลังงานใกล้ตัวและบอกการใช้ประโยชน์

มาตรฐานคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พ.ศ. 2546

พัฒนาการด้านสติปัญญา

มฐ 9 ใช้ภาษาสื่อสารได้เหมาะสมกับวัย

มฐ 10 มีความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาได้เหมาะสมตามวัย

มฐ 12 มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ และมีทักษะในการแสวงหาความรู้

มาตรฐานการศึกษาเพื่อประเมินคุณภาพภายนอก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน : การศึกษาปฐมวัยสำนักรับรอง

มาตรฐานการศึกษา (สมศ)

มาตรฐานด้านผู้เรียน

มฐ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์

มฐ 6 ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักการเรียนรู้ และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

แผนการจัดประสบการณ์ระดับก่อนประถมศึกษา ชั้นอนุบาลปีที่ ๓

สาระการเรียนรู้ สิ่งแวดล้อมรอบตัว หน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์นำรู้

แผนการจัดประสบการณ์ที่ เรื่อง พลังงานความร้อน

จุดประสงค์

1. เพื่อให้เด็กรู้จักพลังงานในรูปของความร้อน
2. เพื่อให้เด็กรู้จักแหล่งความร้อน เช่น ดวงอาทิตย์ เปลวไฟ ไฟฟ้า

สาระที่ควรเรียนรู้

พลังงานความร้อนมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ความร้อนทำให้ของแข็งบางชนิดเกิดการละลายนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การปรุงอาหาร แหล่งความร้อนมีหลายแห่ง เช่น ดวงอาทิตย์ เปลวไฟ ไฟฟ้า

ประสบการณ์สำคัญ

1. การตั้งสมมุติฐาน การสังเกต
2. การทดลอง การแสดงความคิดเห็น
3. การรักษาความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น

กิจกรรมและประสบการณ์

ขั้นนำ ครูพาเด็กออกไปกลางแจ้งในบริเวณที่มีแดด และกลับเข้าที่ร่มอภิปรายเกี่ยวกับความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อโดนแดดและเมื่ออยู่ในร่ม ครุ่นแก้วใส่น้ำแข็ง 2 ใบ ใบหนึ่งวางไว้ในห้อง อีกใบหนึ่งวางไว้ในบริเวณที่ถูกแดดให้เด็กตั้งสมมุติฐานว่าน้ำแข็งในแก้วใบไหนจะละลายก่อนกัน

- ขั้นสอน**
1. ให้เด็กทำกิจกรรม “ชงเครื่องดื่มโกโก้” โดยในระหว่างทำกิจกรรมขั้นนำ ครูตั้งคำถามน้ำโดยให้เด็กได้สัมผัสสภาน้ำก่อนต้ม เมื่อน้ำเดือดให้เด็กสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นบริเวณพวยกา อภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น และอธิบายให้เด็กรู้ถึงอันตรายและการปฏิบัติตนในการป้องกันไฟลุกและน้ำร้อนลวก ครูเทน้ำจากกาใส่กระติกน้ำร้อน เพื่อป้องกันอันตรายจากการถูกกาที่ร้อน
 2. ครูสนทนากับเด็กเกี่ยวกับการชงเครื่องดื่มโกโก้ อุปกรณ์ที่ต้องใช้และขั้นตอนให้เด็กแสดงความคิดเห็นว่า เพราะเหตุใดจึงต้องใช้น้ำร้อน อาจให้เด็กทดลองใช้น้ำเย็นชงและดูผลที่เกิดขึ้น
 3. เด็กตักส่วนผสมของผงโกโก้ใส่แก้ว ครูรดน้ำร้อนให้ ให้เด็กสัมผัสแก้วและคนผงโกโก้ ก่อนดื่มเครื่องดื่มครูและเด็กร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับน้ำก่อนต้ม น้ำหลังต้มที่ออกมาจากกระติกน้ำ ความแตกต่างของการใช้น้ำเย็นและน้ำร้อนในการชงเครื่องดื่มโกโก้ และแหล่งที่ทำให้เกิดความร้อน

ขั้นสรุป ให้เด็กสังเกตผลการทดลองวางแก้วน้ำแข็งในที่ร่มกับที่โดนแดด ช่วยกันสรุปผลการทดลอง เปรียบเทียบกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ อภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลอง และแหล่งความร้อน

สื่อการเรียนรู้

1. แก้วใส่น้ำแข็ง
2. อุปกรณ์ในการชงเครื่องดื่มโกโก้
3. เต้าไฟฟ้า กาน้ำหรือกาต้มน้ำไฟฟ้า
4. กระจกน้ำร้อน

ประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม
2. สังเกตจากการตั้งสมมุติฐาน และการแสดงความคิดเห็น

หมายเหตุ

ในกิจกรรมขั้นสอน ถ้าใช้เต้าแก๊ส แหล่งความร้อนคือเปลวไฟ ถ้าใช้เต้าไฟฟ้าหรือกาต้มน้ำไฟฟ้า แหล่งความร้อน คือ ไฟฟ้า

ครูทำสมุดภาพประกอบนิทานเรื่อง “ความร้อนมาจากไหน”

แผนการจัดประสบการณ์ระดับก่อนประถมศึกษา ชั้นอนุบาลปีที่ ๓

สาระการเรียนรู้ สิ่งแวดล้อมรอบตัว หน่วยการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์น่ารู้

แผนการจัดประสบการณ์ที่ เรื่อง พลังงานแสง

จุดประสงค์

1. เพื่อให้เด็กรู้ว่าแสงช่วยให้มองเห็น
2. เพื่อให้เด็กรู้ว่าแสงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช

สาระที่ควรเรียนรู้

พลังงานแสงมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต แสงทำให้มองเห็นสิ่งต่างๆ ได้ แสงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช

ประสบการณ์สำคัญ

1. การทดลอง
2. การฟังนิทาน
3. การแสดงความคิดเห็น

กิจกรรมและประสบการณ์

ขั้นนำ ให้เด็กทำกิจกรรม “เข้าถ้ำ” ใช้ผ้าหมักที่เป็นผ้าเนื้อหนาคลุมรอบโต๊ะครูให้มืด ไม่ให้แสงเข้า ให้เด็กเข้าไปใต้โต๊ะครูที่สมมุติเป็นถ้ำ ซึ่งวางสิ่งของต่างๆ ไว้ หลังจากเด็กทุกคนได้เข้าถ้ำและออกจากถ้ำแล้วให้เด็กบอกรายละเอียดของสิ่งที่อยู่ในถ้ำ

ขั้นสอน 1. จากการทำกิจกรรม “เข้าถ้ำ” ให้เด็กบอกรายละเอียดสิ่งของที่อยู่ในถ้ำ

2. ครูนำสิ่งที่อยู่ในถ้ำมาให้เด็กพิจารณารายละเอียดอีกครั้ง และอภิปรายความแตกต่างของการมองเห็นสิ่งของในที่มืดและในที่สว่าง ช่วยกันสรุปประเด็นเกี่ยวกับความสำคัญของแสงสว่างต่อการมองเห็นสิ่งต่างๆ
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าแสงยังมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชและทำการทดลองปลูกถั่วงอก 2 ถาด ถาดหนึ่งไว้ในห้องเรียน อีกถาดหนึ่งนำไปไว้ในตู้ทึบ สังเกตผลทุกวัน จนถึงปลายสัปดาห์ แล้วจึงอภิปรายผลการทดลอง

ขั้นสรุป ครูและเด็กร่วมกันสรุปความสำคัญของแสงโดยใช้นิทานประกอบภาพเรื่อง “โลกสวยด้วยแสง”

สื่อการเรียนรู้

1. ผ้าห่มเนื้อหนาใช้ทำ “ถ้ำ”
2. สิ่งของต่างๆ เช่น ลูกบอลสีต่างๆ รูปภาพ ของเล่น ฯลฯ
3. เมล็ดถั่วเขียวแช่น้ำแล้ว และภาชนะสำหรับปลูก

ประเมินผล

1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม
2. สังเกตจากการแสดงความคิดเห็น

หมายเหตุ

ครูทำสมุดภาพประกอบนิทาน “โลกสวยด้วยแสง”

แผนการจัดประสบการณ์ระดับก่อนประถมศึกษา ชั้นอนุบาลปีที่ ๓

สาระการเรียนรู้ **สิ่งแวดล้อมรอบตัว** หน่วยการเรียนรู้ **วิทยาศาสตร์น่ารู้**

แผนการจัดประสบการณ์ที่ เรื่อง **พลังงานเสียง**

จุดประสงค์

1. เพื่อให้ได้รู้จักพลังงานในรูปของเสียง
2. เพื่อให้ได้รู้ว่าเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน

สาระที่ควรเรียนรู้

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน การเขย่า เป่า ดัด สี เคาะ ทูป ฯลฯ ทำให้เกิดเสียง

ประสบการณ์สำคัญ

1. การรู้จักสิ่งต่างๆ ด้วยการสัมผัส
2. การทดลอง
3. การแสดงความคิดเห็น

กิจกรรมและประสบการณ์

ขั้นนำ ครูเตรียมอุปกรณ์ ได้แก่ กระป๋องน้ำอัดลมใส่เมล็ดถั่ว นกหวีด โมบายลิลลี่ กระดิ่ง ขันพลาสติก ให้เด็กสำรวจ สัมผัส และหาวิธีการที่ทำให้เกิดเสียง อภิปรายเกี่ยวกับเสียงที่เกิดขึ้นว่าเกิดได้อย่างไร

ขั้นสอน 1. ให้เด็กทำการทดลองเกี่ยวกับเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน ดังนี้

- 1.1 เอามือแตะบริเวณลำคอ ขณะที่ไม่มี การพูดหรือทำเสียงใดๆ
- 1.2 เอามือแตะบริเวณลำคอ ขณะพูดหรือทำให้เกิดเสียง
- 1.3 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจาก 1.1 และ 1.2

1.4 ให้เด็กเล่นเครื่องดนตรีที่มีอยู่ และอภิปรายว่าเสียงดนตรีแต่ละชนิดเกิดขึ้นได้อย่างไร

ขั้นสรุป ครูและเด็กร่วมกันสรุปว่าเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือน การกระทำกับวัตถุ เช่น การเขย่า การเป่า การตี การดี การเคาะ การทุบ ฯลฯ ทำให้เกิดเสียง

สื่อการเรียนรู้

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. กระป๋องน้ำอัดลมใส่เมล็ดถั่วเขียว | 2. นกหวีด |
| 3. โหมบายล์โลหะ | 4. กระจี๋ |
| 5. ขันพลาสติก | 6. เครื่องดนตรี |

ประเมินผล

- สังเกตจากการร่วมกิจกรรม
- สังเกตจากการแสดงความคิดเห็น

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่อง การอนุรักษ์พลังงานคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ผล

นางสาวผู้ไรดา เต๊ะมาหมัด โรงเรียนบ้านปากบาง อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา

นางวรลักษณาวลัย ยงสืบชาติ โรงเรียนบ้านวังตง

คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดพิมพ์ข้อมูลการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลในเวลาอันรวดเร็วถูกต้องและแม่นยำและยังเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการค้นคว้าหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารกับแหล่งข้อมูลทั้งหมดในโลกเราสามารถแบ่งคอมพิวเตอร์ออกเป็นสอง 2 ส่วน คือเครื่องคอมพิวเตอร์ (CPU) และจอภาพ

ชนิดของคอมพิวเตอร์

1. คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะที่มีจอภาพ 14 นิ้ว ซึ่งใช้กันมากในสำนักงานทั่วไปจะใช้กำลังไฟฟ้า 100 วัตต์
2. คอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าคือจะใช้กำลังไฟฟ้า 20 วัตต์

การใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมพิวเตอร์

ชนิด	กำลังไฟฟ้าขณะที่ใช้งาน (วัตต์)
คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ จอภาพสี SVGA 17 นิ้ว	120
คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ จอภาพสี SVGA 14 นิ้ว	100
คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ จอภาพสี VGA 14 นิ้ว	85
คอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าคือ	20

การเลือกซื้อคอมพิวเตอร์

1. ควรคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงเร็วมากหรือเกิดการล้าสมัยเร็ว ดังนั้นจึงควรพิจารณาลักษณะของคอมพิวเตอร์ให้ใช้งานตรงตามลักษณะงานที่ต้องการ
2. ซื้อคอมพิวเตอร์ที่มีระบบประหยัดพลังงาน(Energy Mangement) เช่น คอมพิวเตอร์ที่มีสัญลักษณ์ Energy Star คอมพิวเตอร์ ชนิดนี้ จะใช้กำลังไฟฟ้าเท่ากับคอมพิวเตอร์ทั่วไปในขณะที่ใช้งานแต่จะใช้กำลังไฟฟ้าลดลงร้อยละ 55 ในขณะที่รอทำงานเมื่อไม่ได้ใช้งานในระยะเวลาที่กำหนด

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขณะทำงาน

	คอมพิวเตอร์Energy Star	คอมพิวเตอร์ทั่วไป
จอภาพ	ไม่เกิน 15 วัตต์	60 วัตต์
ตัวเครื่อง	ไม่เกิน 30 วัตต์	40 วัตต์
รวม	ไม่เกิน 45 วัตต์	100 วัตต์

3. ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์กับจอภาพคอมพิวเตอร์กับจอภาพไม่ได้มาจากผู้ผลิตรายเดียวกันควรตรวจสอบดูว่า สามารถทำงานกับจอภาพ Energy Star ได้หรือไม่ เพราะจอภาพ Energy Star โดยทั่วไปจะประหยัดพลังงานได้ต่อเมื่อได้รับการสั่งงานตัวเครื่องคอมพิวเตอร์

4. ถ้าต้องใช้คอมพิวเตอร์ทั้งที่ทำงานและนอกสถานที่ควรเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าคือ (Note Book) นอกจากจะช่วยให้ประหยัดพลังงานแล้วยังประหยัดพื้นที่ของโต๊ะทำงาน ไม่มีเสียงรบกวนจากพัดลมระบายอากาศที่มักติดตั้งในตัวเหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง เนื่องจากคอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าคือมีแบตเตอรี่ในตัวสามารถบรรจุไฟใหม่ได้

5. ควรซื้อจอภาพที่ขนาดไม่ใหญ่จนเกินไป เช่น จอภาพขนาด 14 นิ้ว ใช้พลังงานน้อยกว่า จอภาพขนาด 17 นิ้ว ถึงร้อยละ 25

การใช้คอมพิวเตอร์ให้ประหยัดพลังงาน

1. ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ควรตรวจสอบดูว่าระบบประหยัดพลังงานในคอมพิวเตอร์ถูกสั่งให้ทำงานแล้วหรือไม่ ถึงแม้ว่าระบบประหยัดพลังงานมักจะถูกตั้งให้ทำงานจากผู้ผลิตแล้วก็ตาม แต่มีบางรุ่นที่ระบบประหยัดพลังงานไม่ได้ถูกสั่งทำงาน ดังนั้นผู้ใช้จึงควรตรวจสอบหรือสั่งให้ระบบนี้ทำงาน

2. ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์หลังเลิกงาน

3. ปิดจอภาพในเวลาพักเที่ยงหรือขณะที่ไม่ใช้งานเกินกว่า 15 นาที ซึ่งจะไม่ส่งผลทำให้อายุการใช้งานลดลง สำหรับในกรณีนี้สามารถตั้งเวลาให้คอมพิวเตอร์ปิดจอภาพหรือฮาร์ดดิสก์(Hard Disk) เองอัตโนมัติซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการช่วยประหยัดพลังงาน หากลืมเปิดเครื่องทิ้งไว้ หรือละจากจอคอมพิวเตอร์ไปทำงานอื่นในระยะเวลาสั้น

คอมพิวเตอร์อุปกรณ์เทคโนโลยี

1. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กกินไฟน้อยกว่าคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ 5 เท่า
2. หากคุณซื้อคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ควรเลือกจอ LCD แทนที่จะเป็นจอ CRT ที่ตกทุนไปแล้ว
3. คอมพิวเตอร์ของคุณควรมีระบบจัดการพลังงาน การพักหน้าจอไม่ได้ช่วยประหยัดพลังงาน
4. ตรวจสอบดูว่าคอมพิวเตอร์ของคุณรองรับระบบจัดการพลังงานแบบ Speedstep รุ่นใหม่ๆ หรือไม่
5. การปิดสวิตช์คอมพิวเตอร์จะช่วยยืดอายุการใช้งานคอมพิวเตอร์ให้นานขึ้น การปล่อยให้คอมพิวเตอร์เปิดใช้งานตลอดทั้งปีจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่า 1,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

เครื่องพิมพ์ผล (PrinterX)

เครื่องพิมพ์ผลเป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงผลข้อมูลที่ได้นับที่ลงในคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ผลจะใช้พลังงานมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและความเร็วในการพิมพ์เป็นสำคัญ กล่าวคือ

เครื่องพิมพ์ผลต่างชนิดมีการใช้กำลังไฟฟ้าต่างกัน กล่าวคือ

1. เครื่องพิมพ์ผลชนิดเลเซอร์ (Laser Printer) มีความเร็วในการพิมพ์สูง คุณภาพดีมากและใช้พลังงานสูง กำลังไฟฟ้าขณะทำงาน 60-70 วัตต์
2. เครื่องพิมพ์ผลชนิดพ่นหมึก (Ink Jet Printer) คุณภาพในการพิมพ์ดี สามารถพิมพ์เป็นสีได้ ใช้กำลังไฟฟ้าขณะทำงาน 3 - 5 วัตต์
3. เครื่องพิมพ์ผลชนิดเข็ม (Dot Matrix Printer) คุณภาพในการพิมพ์ต่ำ ในขณะที่พิมพ์มีเสียงดัง ใช้กำลังไฟฟ้าขณะทำงาน 7 -15 วัตต์

ความเร็วของเครื่องมีผลต่อการใช้พลังงาน เครื่องพิมพ์ผลที่มีความเร็วในการพิมพ์สูงจะใช้พลังงานขณะทำงานมากกว่า เช่น ชนิดเลเซอร์ที่มีความเร็ว 12 หน้าต่อนาทีที่ใช้กำลังไฟฟ้าขณะทำงาน 70 วัตต์ ส่วนชนิดเลเซอร์ที่มีความเร็ว 8 หน้าต่อนาที ใช้กำลังไฟฟ้าขณะทำงาน 60 วัตต์

การเลือกซื้อเครื่องพิมพ์ผลอย่างถูกวิธี

1. ถ้าเลือกซื้อชนิดเลเซอร์ ควรเลือกซื้อเครื่องที่มีระบบประหยัดพลังงาน หรือ เครื่องที่มีสัญลักษณ์ Energy Star ซึ่งกำลังไฟฟ้าขณะทำงานจะลดลงเหลือ 15 – 45 วัตต์ หลังจากไม่ได้ใช้งาน 15 – 60 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วของเครื่องระบบประหยัดพลังงานมักจะถูกตั้งให้ทำงานโดยอัตโนมัติจากผู้ผลิตแล้ว
2. เลือกซื้อเครื่องที่มีความเร็วเหมาะสมกับงานที่ใช้ เช่น สำนักงานขนาดเล็ก มีผู้ใช้ไม่มาก ปริมาณงานพิมพ์น้อย ก็ควรเลือกใช้ความเร็วต่ำ (1-7 หน้าต่อนาที) ใช้กำลังไฟฟ้า 15 วัตต์ขณะทำงาน ส่วนสำนักงานขนาดใหญ่ที่มีผู้ใช้หลายคน มีงานพิมพ์มากควรเลือกใช้ความเร็วสูง (8 หน้าต่อนาทีขึ้นไป) ใช้กำลังไฟฟ้า 30 – 45 วัตต์ขณะทำงาน
3. เครื่องชนิดพ่นหมึกจะใช้กำลังไฟฟ้าขณะทำงานต่ำ ให้คุณภาพงานดี
4. ใช้เครื่องระบบเครือข่าย (Network Printer) ติดตั้งใช้งานสำหรับผู้ใช้หลายคน เพื่อลดกำลังไฟฟ้าขณะทำงานโดยรวมแทนการใช้หลายเครื่อง เพราะเครื่องพิมพ์ผลมักจะถูกเปิดทิ้งไว้โดยไม่ใช้งาน

การใช้อย่างฉลาด

1. ปิดเครื่องเมื่อไม่ใช้งาน
2. ควรตรวจทานข้อความบนจอภาพก่อนการพิมพ์งาน
3. ใช้กระดาษใช้แล้ว 1 หน้าสำหรับเอกสารที่ไม่สำคัญ
4. ใช้ Electronic Mail (E-Mail) โดยไม่จำเป็นต้องพิมพ์ออกเป็นเอกสาร

ลดการสั่งพิมพ์เอกสารให้น้อยลง เลเซอร์พริ้นเตอร์ใช้ไฟมากกว่าอิงค์เจ็ทพริ้นเตอร์ มอนิเตอร์ และลำโพง และเมื่อไม่ใช้เครื่องควรปิดสวิตช์ ซึ่งจะกินไฟน้อยกว่าการเปิดเครื่องไว้ในโหมดสแตนด์บาย 200 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อปีหรือมากกว่านั้น

การติดตั้งและบำรุงรักษาอุปกรณ์

1. ควรติดตั้งอุปกรณ์สำนักงานในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก เพื่อกระจายความร้อนที่ปล่อยออกมา และยังช่วยลดอันตรายต่อสุขภาพผู้ใช้จากไอระเหยของหมึกที่ใช้ในการรอปิมพ์ผล เป็นต้น
2. ไม่ควรติดตั้งอุปกรณ์สำนักงานไว้ชิดตู้เก็บเอกสาร ชั้นวางของ หรือชิดผนังกำแพงเกินไป ทำให้ระบายความร้อนได้ไม่ดี อายุการใช้งานจะสั้น
3. ควรติดตั้งอุปกรณ์สำนักงานในบริเวณที่สะดวกต่อการปิดสวิตช์และการถอดปลั๊ก เพื่อหลีกเลี่ยงการลืมปิดเครื่องหรือลืมถอดปลั๊กหลังเลิกงาน
4. เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีสนามแม่เหล็ก จึงมีฝุ่นละอองจับส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์ได้ง่าย จึงเป็นผลให้ผู้ใช้อุปกรณ์จึงควรหมั่นปัดฝุ่นละอองบริเวณภายนอกและภายในอุปกรณ์สำนักงานสม่ำเสมอ
5. หมั่นทำความสะอาดหัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ผล เพื่อลดความสิ้นเปลืองกระดาษ หมึกพิมพ์ และพลังงานในกรณีที่หัวพิมพ์สกปรก ทำให้ต้องพิมพ์ใหม่

ตัวอย่างของการเลือกใช้อุปกรณ์สำนักงานที่ประหยัดพลังงาน

ข้อมูลต่อไปนี้นำมาจากการตรวจวัดและบันทึกการใช้พลังงานตามสภาวะการใช้พลังงานจริงของอุปกรณ์สำนักงาน Energy Star กับอุปกรณ์สำนักงานทั่วไป ซึ่งอุปกรณ์ Energy Star จะประหยัดพลังงานได้มากกว่าดังผลที่ได้แสดงดังต่อไปนี้

อุปกรณ์สำนักงาน	พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี)		ประหยัดได้ (%)	เงินที่ประหยัดได้ (บาทต่อปี)
	อุปกรณ์สำนักงาน Energy Star	อุปกรณ์สำนักงาน ทั่วไป		
คอมพิวเตอร์	117	192	39	150
เครื่องพิมพ์ผลเลเซอร์	136	303	55	334

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. องค์การคำครุสภา, กรุงเทพมหานคร.
 กองส่งเสริมและพัฒนาด้านการมาตรฐาน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม **คู่มือการซื้อและใช้
 เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน**. ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
 สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ กระทรวงพลังงาน **สารนำรู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน
 คอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ผล ”**

สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องปรับอากาศ
โดย นางจรินทร์ แก้ววิจิตร
โรงเรียนวัดป่าระกำ

1. เครื่องปรับอากาศคืออะไร

เครื่องปรับอากาศ หรือเรียกเป็นภาษาพูดว่า แอร์ (อังกฤษ: Air conditioner, aircon) คือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับปรับอุณหภูมิของอากาศในเคสสถาน เพื่อให้มนุษย์ได้อาศัยอยู่ในที่ที่ไม่ร้อนหรือไม่เย็นจนเกินไป หรือใช้รักษาภาวะอากาศให้คงที่เพื่อจุดประสงค์อื่น เคสสถานในเขตศูนย์สูตรหรือเขตร้อนชื้นมักมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิให้เย็นลง ตรงข้ามกับในเขตอบอุ่นหรือเขตขั้วโลกใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น (อาจเรียกว่า เครื่องทำความร้อน) เครื่องปรับอากาศมีทั้งแบบตั้งพื้น ติดผนัง และแขวนเพดาน ทำงานด้วยหลักการการถ่ายเทความร้อน กล่าวคือ เมื่อความร้อนถ่ายเทออกไปข้างนอก อากาศภายในห้องจะมีอุณหภูมิลดลงเป็นต้น และเครื่องปรับอากาศอาจมีความสามารถในการลดความชื้นหรือการฟอกอากาศให้บริสุทธิ์

2. ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อวัตถุประสงค์อะไร

เครื่องปรับอากาศมีวัตถุประสงค์การใช้งานดังนี้

☺ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในห้องปรับอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งานและความสุขสบายของคน

☺ ควบคุมให้การหมุนเวียนและถ่ายเทอากาศภายในห้องปรับอากาศเหมาะสมกับการใช้งาน

☺ ลดฝุ่นละอองของอากาศภายในห้องปรับอากาศ เนื่องจากห้องปรับอากาศเป็นห้องที่ควรปิดมิดชิด ดังนั้นการปรับอากาศจึงช่วยลดมลภาวะ กลิ่น ฝุ่นละออง และเสียงจากภายนอก

3. เครื่องปรับอากาศมีส่วนประกอบอะไรบ้าง

เครื่องปรับอากาศประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญดังนี้

1. แผงท่อทำความเย็น (Cooling coil)
2. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
3. แผงท่อระบายความร้อน (Condenser coil)
4. พัดลมส่งลมเย็น (Blower)
5. พัดลมระบายความร้อน (Condenser fan)
6. แผ่นกรองอากาศ (Air filter)
7. หน้ากากเครื่องที่มีแผ่นเกล็ดกระจายลมเย็น (Louver)
8. อุปกรณ์ควบคุมสำหรับการเปิด-ปิดเครื่อง ตั้งค่าอุณหภูมิห้อง ตั้งความเร็วของพัดลมส่งลมเย็น ตั้งเวลาการทำงานของเครื่อง เป็นต้น อุปกรณ์ควบคุมนี้อาจติดตั้งอยู่ที่ตัว เครื่องปรับอากาศเอง หรือแยกเป็นอุปกรณ์ต่างหากเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการ ควบคุมระยะไกล (Remote control) จากบริเวณอื่นๆ ภายในห้องปรับอากาศ
9. อุปกรณ์บ่อนสารทำความเย็น (Metering device)

4. เครื่องปรับอากาศมีหลักการทำความเย็นอย่างไร

เครื่องปรับอากาศ มีหลักการทำความเย็นโดยต้องอาศัยสารทำความเย็น ซึ่งเป็นสารที่ไม่ มีกลิ่น สี และรส ซึ่งการทำงานเป็นวัฏจักรการทำความเย็นดังนี้

1. เปิดเครื่องปรับอากาศ สารทำความเย็นเหลวในปริมาณพอเหมาะจะไหลผ่านอุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็นเข้าไปยังแผงท่อทำความ เย็นซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้อง
2. พัดลมส่งลมเย็นจะดูดอากาศร้อนและชื้นภายในห้องผ่านแผ่น กรองอากาศ ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านหน้าของแผงท่อทำความเย็น เพื่กรองเอาฝุ่นละอองขนาดใหญ่ ออกไป
3. อากาศร้อนชื้นจะคายความร้อนให้แก่สารทำความเย็นภายในแผงท่อทำความเย็น ทำให้มีอุณหภูมิและความชื้นลดลงและถูกพัดลมส่งลมเย็นกลับเข้ามาสู่ห้องอีกครั้งหนึ่ง โดยผ่านแผ่นเกล็ดกระจายลม เพื่อให้ลมเย็นแพร่ไปสู่ส่วนต่างๆ ของห้องอย่างทั่วถึง

4. สารทำความเย็นเหลวภายในแผงท่อทำความเย็น เมื่อได้รับความร้อนจาก อากาศภายในห้องจะระเหยกลายเป็นไอ และไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์

5. ไอที่ได้นี้จะถูกส่ง ต่อไปยังแผงท่อระบายความร้อนซึ่งติดตั้งอยู่นอกอาคาร พัดลมระบายความร้อนจะดูดอากาศ ภายในอาคารระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น ทำให้ไอสารทำความเย็นกลั่นตัวกลับ เป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง และไหลออกจากแผงท่อระบายความร้อนไปสู่อุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็นวนเวียนเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดเวลา จนกว่าอุณหภูมิในห้องจะถึงระดับที่เราตั้งไว้ อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิก็จะส่งสัญญาณให้เครื่องคอมเพรสเซอร์หยุดทำงานชั่วขณะหนึ่ง จึงประหยัดไฟฟ้าส่วนที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์ทำงานได้ แต่พัดลมส่งลมเย็นยังคงทำหน้าที่ส่ง ลมให้ภายในห้อง จนเมื่อความร้อนจากร่างกายของผู้ที่อยู่ในห้องเริ่มทำให้คอมเพรสเซอร์ทำ งานโดยอัดสารทำความเย็นป้อนเข้าไปในแผงท่อทำความเย็นใหม่

หลักการทำความเย็นในลักษณะนี้ จะต้องทำให้ห้องที่จะทำการปรับอากาศนั้นอยู่ ในสภาพที่เป็นระบบปิดเสมือนเป็นกล่องใบหนึ่งคือ ต้องปิดประตูและหน้าต่างทุกบานให้มิด ชิดอย่าให้มีอากาศรั่วเข้าออกได้ เครื่องปรับอากาศจะทำงานโดยรับความร้อนและความชื้น จากภายในห้องไปปรับจนเย็นถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ซึ่งยังมีผู้ใช้เครื่องปรับอากาศผิดๆ โดยเปิด เครื่องปรับอากาศและยังคงเปิดประตูหรือหน้าต่างไว้ ซึ่งทำให้อากาศและความชื้นจากภายนอกห้องไหลเข้ามาภายในห้องตลอดเวลา จึงทำให้คอมเพรสเซอร์ต้องทำงานตลอดเวลาเช่น กัน และทำให้ห้องเย็นไม่ถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ จึงสิ้นเปลืองพลังงาน

กล่าวโดยสรุปก็คือ เครื่องปรับอากาศทำหน้าที่พาความร้อนที่เกิดขึ้นภายในห้อง ต่าง ๆ ของบ้านพักอาศัยผ่านทางแผงท่อทำความเย็นออกไปทิ้งภายนอกอาคารโดยผ่านทาง แผงท่อระบายความร้อนนั่นเอง หากการพาความไปทิ้งนี้เกิดขึ้นได้สะดวก ห้องต่างๆ ก็จะ เย็นได้รวดเร็วและสิ้นเปลืองไฟฟ้าน้อยด้วยดังนั้นถ้าเราตั้งอุณหภูมิที่อุปกรณ์ควบคุมไม่ให้ต่ำมากคือ ไม่ให้เย็นจนเกินไป ก็จะ ช่วยประหยัดค่าไฟได้ ซึ่งตามปกติควรตั้งไว้ที่ 25° C

5. เครื่องปรับอากาศแบ่งประเภทอย่างไร

เครื่องปรับอากาศ สามารถแบ่งประเภทได้ 4 ลักษณะดังนี้

ลักษณะที่ 1 แบ่งประเภทตามชนิดการระบายความร้อนที่เครื่องควมแน่น ได้แก่

- ก. เครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ
- ข. เครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

ลักษณะที่ 2 แบ่งประเภทตามชนิดสารทำความเย็นที่ใช้ เช่น R22. R134 a เป็นต้น

ลักษณะที่ 3 แบ่งประเภทตามลักษณะการทำงานของเครื่องอัด เช่น แบบลูกสูบ แบบโรตารี เป็นต้น
 ลักษณะที่ 4 แบ่งประเภทตามโครงสร้าง หรือความเหมาะสมในการใช้งาน เช่น แบบติดหน้าต่าง แบบตั้งพื้น แบบฝังในเพดาน แบบแยกส่วน แบบติดผนัง แบบชุด เป็นต้น

ตารางที่ 1 ประเภทของเครื่องปรับอากาศ

ประเภท	ขนาดบีทียู	จุดเด่น	ข้อจำกัด
แบบเคลื่อนที่ PORTABLE	6,000 ถึง 15,000BTU	-เคลื่อนย้ายสะดวก -ไม่ต้องติดตั้งใช้งานได้ทันที	-ต้องการระบายความร้อน -ต้องระบายน้ำทิ้งเอง -กระจายความเย็นเฉพาะจุด -เสียงค่อนข้างดัง
แบบติดผนัง WALL TYPE	9,000 ถึง 36,000BTU	-ทำงานเงียบ -รูปทรงสวยงาม -ใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย -มีขนาดบีทียูให้เลือกมากมาย	-การติดตั้งเฉพาะผนังเท่านั้น -การกระจายแรงลมน้อยกว่า -แบบตั้งพื้นและแขวนเพดาน
ตั้งพื้นแขวนเพดาน FOOL TYPE	12,000 ถึง 38,000 BTU	- กระจายลมเย็นได้ดี - สามารถแขวน -สามารถติดตั้งในห้องที่เพดานสูง -หรือห้องที่มีกระจกรอบด้าน -เลือกที่จะตั้งพื้นหรือแขวนเพดาน	-มีฟังก์ชันการทำงานน้อย - รูปร่างใหญ่ - ใช้พื้นที่ติดตั้งมาก - เสียงดัง มีเสียงลมบ้าง -ไม่เหมาะกับห้องนอน
แบบตู้ตั้งพื้น	25,000 ถึง 36,000BTU	- กระจายลมได้ดีแรงและไกล - เหมาะสำหรับห้องโล่งใหญ่	- ใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก - ยังไม่มีการทดสอบมาตรฐานเบอร์ 5

การเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสม

ขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ทำความเย็นให้แก่ห้องต่างๆ ภายในบ้าน โดยเฉลี่ย ความสูงของห้องโดยทั่วไปที่ 2.5-3 เมตร อาจประมาณคร่าวๆ จากค่าต่อไปนี้

1. ห้องรับแขก ห้องอาหาร ประมาณ 15 ตร.ม./ตันความเย็น
2. ห้องนอนที่เพดานห้องเป็นหลังคา ประมาณ 20 ตร.ม./ตันความเย็น
3. ห้องนอนที่เพดานห้องเป็นพื้นของอีกชั้นหนึ่ง ประมาณ 23 ตร.ม./ตันความเย็น

6. ขนาดความเย็น (BTU)ของเครื่องปรับอากาศ คืออะไร

เครื่องปรับอากาศ จะต้องมีข้อมูลระบุขนาดความเย็น (BTU) เสมอ

BTU คือขนาดความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น 1 ตัน ความเย็นเท่ากับ 12,000 บีทียู / ชั่วโมง เราควรเลือกบีทียูให้เหมาะกับขนาดที่จะติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

BTU / ชม.	ขนาดห้อง (ตารางเมตร)	
	ห้องปกติ	ห้องที่โดนแดด
9,000	12 - 15	11 - 14
12,000	16 - 20	14 - 18
18,000	24 - 30	21 - 27
21,000	28 - 35	25 - 32
24,000	32 - 40	28 - 36
26,000	35 - 44	30 - 39
30,000	40 - 50	35 - 45
36,000	48 - 60	42 - 54
48,000	64 - 80	56 - 72
60,000	80 - 100	70 - 90

ปัจจัยที่ควรเลือกพิจารณาเพิ่มขนาด BTU

1. จำนวนและขนาดของหน้าต่าง
2. ทิศที่แดดส่อง หรือทิศที่ตั้งของห้อง
3. วัสดุหลังคามีฉนวนกันความร้อนหรือไม่
4. จำนวนและประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าในห้อง

การคำนวณ BTU BTU = พื้นที่ห้อง (กว้าง * ยาว) * ค่าตัวแปร

ค่าตัวแปร ความร้อนแบ่งได้ 2 ระดับ

600 -700 ห้องที่มีความร้อนน้อยส่วนใหญ่ใช้เวลากลางวัน

700 - 800 ห้องที่มีความร้อนปานกลาง – มากใช้เวลากลางวัน

ถ้าเพดานสูงกว่า 2.5 เมตร ให้บวกเพิ่มจากเดิม 5 % จากปกติ

7. ทำไมต้องเลือก BTU ให้พอดี

เครื่องปรับอากาศ มีความสัมพันธ์กับขนาด BTU ดังนี้

BTU สูงไป - Compressor ดัดบ่อยเกินไป ทำให้ลดประสิทธิภาพลง
และมีความชื้นสูง ทำให้ไม่สบายตัว และสิ้นเปลืองพลังงาน

BTU ต่ำไป – Compressor ต้องทำงานตลอดเวลา เพราะความเย็นในห้องไม่ได้ตามที่ตั้งไว้ สิ้นเปลืองพลังงานและเครื่องเสียเร็ว

8. ค่าใช้จ่ายพลังงาน (ค่าไฟฟ้า) ของเครื่องปรับอากาศคิดอย่างไร

เครื่องปรับอากาศ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงโดยเห็นได้จากพลังงานไฟฟ้าโดยรวมของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน 50 - 80 % เป็นพลังงานที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ แต่อย่างไรก็ตามด้วยอุณหภูมิบ้านเราร้อนขึ้นเรื่อย ๆ เครื่องปรับอากาศก็มีความจำเป็น อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นเราควรจำเป็นต้องทำความเข้าใจเรื่องค่าใช้จ่ายพลังงาน เพื่อนำไปพิจารณาประกอบการเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างเหมาะสม และไม่เกินความจำเป็นดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายพลังงาน(ค่าไฟฟ้า)ของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศ	ขนาดBTU	จำนวนวัตต์	จำนวนหน่วยที่ใช้ 1 ช.ม.	ระยะเวลาต่อวัน	หน่วย /เดือน	ค่าไฟ
ติดหน้าต่าง	9000	920	0.92	8 ช.ม.	165.6	418.97
	12000	1,150	1.15		207.0	523.71
	24000	2,900	2.99		538.2	1,361.65
ติดผนัง	9000	680	0.68	คอมทำงาน 6 ช.ม.	122.4	309.67
	12000	1,130	1.13		203.4	514.60
	24000	2,490	2.49		448.2	1,133.92
ตั้งพื้น/แขวน	12000	1,330	1.33		239.4	605.68
	24000	2,710	2.71		487.8	1,234.13

สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาด 12000 บีทียู ถ้าปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศา (นับจาก 25 องศา) เป็นระยะเวลา 8 ช.ม. / วัน ช่วยชาติประหยัดไฟได้วันละ 2 บาท / วัน 60 บาท /เดือน คิดเป็น 720 บาท /ปี

9. ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่ไหน

เครื่องปรับอากาศจะใช้พลังงานไฟฟ้ากับ 3 อุปกรณ์หลัก คือ

1. เครื่องอัด (Compressor) ใช้พลังงานมากที่สุด
2. เครื่องควบแน่น(Condensing Unit)ใช้พลังงานสำหรับพัดลมระบายความร้อน
3. เครื่องเป่าลมเย็น ใช้พลังงานไฟฟ้าที่พัดลมกระจายความเย็น

เครื่องปรับอากาศที่ดีจะต้องใช้ไฟฟ้าต่ำในการทำ ความเย็น ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศนิยมใช้หน่วยเป็น BTU ต่อ ชั่วโมงและตันความเย็น 1 ตันความเย็นมีค่าเท่ากับ 12,000 BTU

ปัจจุบันนี้นิยมเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศโดยวัดค่า EER (Energy Efficiency Ratio) โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น BTU ต่อชั่วโมงต่อวัตต์ เพื่อให้การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ การใช้พลังงานไฟฟ้าและราคาของเครื่องปรับอากาศมีความชัดเจนและมีหลักเกณฑ์ที่ดี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจึงได้กำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานไฟฟ้าขึ้นโดยแบ่งเครื่องปรับอากาศออกเป็น 5 ระดับ ตามค่า EER ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายพลังงาน(ค่าไฟฟ้า)ของเครื่องปรับอากาศ

ระดับค่า EER	มาตรฐานการใช้ไฟฟ้าเทียบกับ
10.6 ขึ้นไป	เบอร์ 5
ช่วง 9.6- 10.6	เบอร์ 4
ช่วง 8.6- 9.6	เบอร์ 3
ช่วง 7.6- 8.6	เบอร์ 2
ต่ำกว่า 7.6	เบอร์ 1

เครื่องปรับอากาศที่มี EER สูง จะมีประสิทธิภาพ

และใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศที่มีค่า EER ต่ำ นี่ก็คือ 

เหตุผลที่ควรเลือกเครื่องปรับอากาศเบอร์ ⑤

10. จะพิจารณาเลือกเครื่องปรับอากาศอย่างไรจึงมีประสิทธิภาพ

เครื่องปรับอากาศควรพิจารณาข้อมูลต่างๆเพื่อประกอบการพิจารณาดังนี้

1. ประเภทของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศ แบ่งออกเป็นประเภทตามลักษณะความต้องการใช้งานซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ ซึ่งแตกต่างกันไป ทั้งฟังก์ชันการทำงานคุณสมบัติต่างๆ รวมถึงราคา ดังนั้นควรเลือกสินค้าที่ราคาเหมาะสมกับคุณภาพ และความต้องการใช้งานรวมทั้งได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ)

2. ขนาดของความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

เป็นความสำคัญอันดับแรกๆ ในการเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ คือต้องเลือกขนาด การทำความเย็น ของเครื่องปรับอากาศให้พอเหมาะกับห้องและการใช้งาน โดยหน่วยความเย็นที่เรารู้จักกันดี เรียกว่าบีทียู

3. มีฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

เป็นสินค้าที่ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 จากหน่วยงานไฟฟ้า จะได้รับรองเรื่องของการประหยัดไฟเบอร์ 5

4. คุณสมบัติพิเศษต่างๆและการดีไซน์

คุณสมบัติพิเศษต่างๆของเครื่องปรับอากาศ เช่น ฟังก์ชันกรองอากาศ การกำหนดความเร็วความแรงของมอเตอร์ , การปรับทิศทางลม , การออกแบบเพื่อความสวยงามของห้อง

5.การติดตั้งและการบำรุงรักษา

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศต้องทำโดยช่างผู้ชำนาญเท่านั้น และการใช้เครื่องปรับอากาศให้เต็มประสิทธิภาพ ต้องคำนึงถึงแผนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องอีกด้วย

11 การปรับปรุงสภาพแวดล้อมอย่างไรที่ส่งผลดีต่อเครื่องปรับอากาศ

เพื่อให้เครื่องปรับอากาศที่ซื้อมาสามารถทำความเย็นได้อย่างเต็มที่และประหยัด พลังงาน ควรมีการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมรอบตัวบ้านและห้องที่จะติดตั้ง ดังนี้

1. หากห้องที่ทำการปรับอากาศ มีกระจกส่วนใหญ่หันไปทางทิศตะวันออก ทิศ ตะวันตกหรือทิศใต้ ควรปลูกต้นไม้ใหญ่บังแดดให้ผิวนกระจก นอกจากนี้ต้นไม้ยังทำให้ อากาศนอกอาคารมีอุณหภูมิต่ำลง ช่วยลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ห้องอีกด้วย

2. หากไม่สามารถปลูกต้นไม้ได้ ควรติดตั้งกันสาดที่ด้านนอกอาคารหรือติดผ้า ม่านหรือมู่ลี่สีอ่อนที่สามารถปรับมุมใบเกล็ดไว้ด้านหลังกระจกด้านทิศตะวันออก ทิศตะวันตกและ ทิศใต้ เพื่อป้องกันมิให้แสงแดดส่องผ่านแผ่นกระจกเข้ามาในห้อง

3. หนือฝ้าเพดานที่เป็นหลังคา หากสามารถปูแผ่นใยแก้วที่มีความหนา 1 นิ้ว ชนิดมีแผ่นฟอยล์ (Aluminum foil) หุ้มแผ่นใยแก้วไว้ทั้งหมดเหนือแผ่นฝ้า จะช่วยลดการ ส่งผ่านรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์เข้าสู่ห้องที่มีการปรับอากาศได้

4. พัฒลมระบายอากาศของห้องอาหาร ห้องรับแขก ห้องนั่งเล่น ที่มีการปรับอากาศ ต้องมีขนาดไม่เกิน 6 นิ้ว และเปิดเฉพาะกรณีที่เป็นเท่านั้น เช่น เพื่อระบายกลิ่นอาหาร หรือควันบุหรี่ เพื่อป้องกันมิให้มีการดูดเอาอากาศเย็นภายในห้องทิ้งออกไปมากเกินไปจนเกินไป ทำให้ห้องไม่เย็น และเครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนัก ควรสูบบุหรี่นอกห้องปรับอากาศ เพื่อป้องกันมิให้อากาศภายในห้องสกปรก

5. ภายในห้องนอนไม่ควรติดตั้งพัฒลมระบายอากาศ หากมีห้องน้ำติดกับห้องนอน อาจติดตั้งพัฒลมระบายอากาศที่มีขนาดไม่เกิน 6 นิ้วไว้ภายในห้องน้ำก็ได้ แต่ควรเปิดเฉพาะ เมื่อมีการใช้ห้องน้ำเท่านั้น

6. ควรอุดรูรั่วรอบห้องให้สนิท เพื่อป้องกันมิให้อากาศร้อนภายนอกรั่วซึมเข้า สู่อากาศในห้อง หน้าต่างบานเกล็ด ไม่ว่าจะเป็นบานเกล็ดไม้หรือเกล็ดกระจก มักมีช่องว่างระหว่างแผ่นเกล็ด มาก ควรแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่

7. ควรทาสีผนังภายนอกอาคารด้วยสีขาวหรืออ่อน จะช่วยลดการนำความร้อน ผ่านผนังได้ดี

12. จะติดตั้งเครื่องปรับอากาศอย่างไรจึงถูกวิธีและประหยัดพลังงาน

เครื่องปรับอากาศที่ได้รับการติดตั้งอย่างถูกวิธีสามารถประหยัดพลังงาน ทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการทำงาน และลดความเสียหายอีกด้วย ดังนี้

1. กรณีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ควรติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็น(แฟนคอยล์ยูนิต)และเครื่องเป่าลมร้อน (คอนเดนซิงยูนิต)ให้ใกล้กันมากที่สุด (ไม่ควรเกิน 5 เมตร) เพราะทำให้เครื่องไม่ต้องทำงานหนักในการส่งสารทำความเย็นให้ไหลไปตามท่อ และยังลดค่าใช้จ่ายในการเดินท่อและหุ้มฉนวน
2. ห่อหุ้มสารทำความเย็น ด้วยฉนวนที่มีความหนาประมาณ 0.5 นิ้ว เพื่อไม่ให้สารทำความเย็นภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายนอก
3. ตำแหน่งติดตั้งเครื่องเป่าลมร้อน (คอนเดนซิงยูนิต)ควรอยู่ในที่ร่ม ไม่ถูกแดดโดยตรง ควรให้เป็นที่ยาวไม่คับแคบหรืออับลม
4. ในกรณีมีการติดตั้งเครื่องเป่าลมร้อน (คอนเดนซิงยูนิต) หรือแบบติดตั้งหน้าต่าง หลายชุด ควรติดตั้งให้เครื่องเป่าลมร้อนเป่าลมได้อย่างสะดวก และไม่ควรติดตั้งในระยะใกล้กันมากซึ่งจะทำให้ลมร้อนจากเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องถ่ายเทความร้อนกันได้
5. ไม่ควรติดตั้งเครื่องเป่าลมร้อน (คอนเดนซิงยูนิต) หรือติดตั้งเครื่องแบบติดตั้งหน้าต่าง ให้อยู่ในทิศทางเดียวกับลมเพราะจะทำให้เครื่องระบายความร้อนลำบาก
6. ตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็น(แฟนคอยล์ยูนิต) หรือติดตั้งเครื่องแบบติดตั้งหน้าต่างต้องให้ลมเย็นสามารถจ่ายลมเย็นได้สะดวกทั่วห้อง

13. ใช้งานเครื่องปรับอากาศอย่างไรจึงเป็นการอนุรักษ์พลังงาน เครื่องปรับอากาศใช้

งานให้ถูกต้องอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการอนุรักษ์พลังงาน โดยสามารถทำได้โดยง่ายดังนี้

1. ปรับตั้งอุณหภูมิของห้องให้เหมาะสม โดยทั่วไปควรตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส สำหรับห้องนอนอาจปรับอุณหภูมิที่ 26-28 องศาเซลเซียส ก็ได้เพราะขณะหลับร่างกายไม่ใช้พลังงาน และคายเหงื่อออก ซึ่งจะ

สามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้ประมาณร้อยละ 15-20

2. ปิดเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่ไม่ใช้งาน หรือตั้งเวลาปิดการทำงานไว้ล่วงหน้า เพื่อให้เครื่องหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ
3. ยื่อนำสิ่งของกีดขวางทางลมเครื่องเป่าลมเย็น(แพนคอยล์ยูนิต)
4. ยื่อนำสิ่งของกีดขวางทางลมเครื่องเป่าลมร้อน(คอนเดนซิ่งยูนิต)
5. ควรเปิดหลอดไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆภายในห้องเฉพาะเท่าที่จำเป็นต่อการใช้งาน เพราะจะลดความร้อนภายในห้องและเครื่องปรับอากาศทำงานไม่หนัก
6. ไม่ควรนำอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน
7. ก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศประมาณ 15 นาที ควรเปิดประตู-หน้าต่างทิ้งไว้เพื่อให้อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้าไปแทนที่อากาศเก่าที่อยู่ในห้อง จะช่วยให้ลดกลิ่นอับในห้องได้ดี
8. ควรปิดประตู-หน้าต่างให้สนิทขณะใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อไม่ให้อากาศร้อนจากภายนอกเข้ามาในห้อง ซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักและใช้พลังงานมาก
9. ไม่ควรปลูกต้นไม้ หรือตากผ้าภายในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ เพราะความชื้นเหล่านี้ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้น
10. ใช้ม่าน มู่ลี่ หรือกันสาด หรือวัสดุอื่นๆ สีขาวหรือสีอ่อน เพื่อป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้ามาในตัวอาคารหรือตัวบ้าน

14. มีวิธีการอย่างไรสำหรับการดูแล และบำรุงรักษา เครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศ ควรได้รับการดูแล และรักษาอย่างถูกวิธีนอกจากทำให้มีอายุการใช้งานได้ยาวนานแล้ว ยังสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

1. หมั่นทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศอย่างสม่ำเสมอ อย่าให้มีฝุ่นเกาะ จะประหยัดไฟฟ้าได้ร้อยละ 5-7
2. หมั่นทำความสะอาดแผงท่อทำความเย็น ด้วยแปรงนุ่มๆ และน้ำผสมสบู่เหลวอย่างอ่อน ทุกๆ 6 เดือน เพื่อให้เครื่องทำความเย็นทำงานอย่างมีประสิทธิภาพอยู่เสมอ
3. ทำความสะอาดพัดลมส่งลมเย็น ด้วยแปรงขนาดเล็ก เพื่อขจัดฝุ่นละอองที่จับกันเป็นแผ่นแข็งและติดอยู่ตามซี่ใบพัด ทุก 6 เดือน จะทำให้การส่งลมเต็มสมรรถนะตลอดเวลา
4. ทำความสะอาดแผงท่อระบายความร้อน โดยการแปรงนุ่มๆ และน้ำฉีดล้าง ทุกๆ 6 เดือน เพื่อให้เครื่องสามารถนำความร้อนภายในห้องออกไปทิ้งให้แก่อากาศภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. หากปรากฏว่าเครื่องปรับอากาศไม่เย็น เพราะสารทำความเย็นรั่ว ควรรีบตรวจหารอยรั่วแล้วทำการแก้ไขพร้อมเติมให้เต็มโดยเร็ว
6. ตรวจสอบสภาพฉนวนหุ้มสารทำความเย็น อย่างสม่ำเสมอ อย่าให้ฉีกขาด

15. การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าก่อนและหลังการดูแล และบำรุงรักษาเครื่อง

เครื่องปรับอากาศ หากได้ศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศรวมทั้งได้ดำเนินการดูแล และบำรุงรักษาเครื่องเป็นอย่างดีแล้วควรตรวจวัดกำลังไฟฟ้าก่อนและหลัง และทำการบันทึกค่าการใช้พลังงานตามแบบบันทึก ดังนี้

เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.2548.เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร(หมายเลข 1),48 หน้า.
2. กระทรวงพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.2548. วิธีการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร(หมายเลข 2),37 หน้า.
3. กระทรวงพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.2549.คู่มือตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน(หมายเลข 3),42หน้า.
4. กระทรวงพลังงาน. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.2550.การจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน(หมายเลข 4),53หน้า.
5. "<http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8>

เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่องก๊าซชีวมูล

จัดทำโดย

นายณัฐ วังศุพล

นางอุไร สายวาริ

นางสาวพิกุล เอกวงศ์ษา

นางสาวหามิตะ มูเก็ม

ความหมายของชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ สารอินทรีย์เหล่านี้ได้มาจากพืชและสัตว์ต่างๆ เช่น เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร การใช้งานชีวมวลเพื่อให้ได้พลังงานอาจจะทำได้โดย นำมาเผาไหม้เพื่อนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าทดแทน พลังงานจากฟอสซิล (เช่น น้ำมัน) ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดและอาจหมดลงได้ ชีวมวลเหล่านี้มีแหล่งที่มาต่างๆ กัน เช่น พืชผลทางการเกษตร (agricultural crops) เศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (agricultural residues) ไม้และเศษไม้ (wood and woodresidues) หรือของเหลือจากอุตสาหกรรมและชุมชน

ตัวอย่างวัสดุทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตพลังงาน



- แกลบ ได้จากการสีข้าวเปลือก
- ชานอ้อย ได้จากการผลิตน้ำตาลทราย
- ชังข้าวโพดได้จากการสีข้าวโพด



- เศษไม้ ได้จากการแปรรูปไม้ยางพารา
- กากปาล์ม ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบออกจากผลปาล์มสด



- กาบและกะลามะพร้าว ได้จากการนำมะพร้าวมาปอกเปลือกออกเพื่อนำเนื้อมะพร้าวไปผลิตกะทิและน้ำมันมะพร้าว

พลังงานชีวมวล (Bio-energy) หมายถึง พลังงานที่ได้จากชีวมวลชนิดต่างๆ โดยกระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่างๆ คือ

1.การเผาไหม้โดยตรง (combustion) เมื่อนำชีวมวลมาเผา จะได้ความร้อนออกมาตามค่าความร้อนของชนิดชีวมวล ความร้อนที่ได้จากการเผาสามารถนำไปใช้ในการผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิ และความดันสูงไอน้ำนี้ จะถูกนำไปขับเคลื่อนไอน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไป ตัวอย่างชีวมวลประเภทนี้คือ เศษวัสดุทางการเกษตร และเศษไม้

2.การผลิตก๊าซ (gasification) เป็นกระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งหรือชีวมวลให้เป็นแก๊สเชื้อเพลิง เรียกว่า แก๊สชีวภาพ (biogas) มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทน แก๊สไฮโดรเจน แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ สามารถนำไปใช้สำหรับกังหันแก๊ส(gasturbine)

3.การหมัก (fermentation) เป็นการนำชีวมวลมาหมักด้วยแบคทีเรียในสภาวะไร้อากาศ ชีวมวลจะถูกย่อยสลายและแตกตัว เกิดแก๊สชีวภาพ(biogas) ที่มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สมีเทนใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้สามารถใช้ขยะอินทรีย์ชุมชน มูลสัตว์ น้ำเสียจากชุมชน หรืออุตสาหกรรมเกษตรเป็นแหล่งวัตถุดิบชีวมวลได้

4.การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากพืช มีกระบวนการที่ใช้ผลิตดังนี้

4.1 กระบวนการทางชีวภาพ ทำการย่อยสลายแป้ง น้ำตาล และเซลลูโลสจากพืชทางการเกษตร เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ให้เป็นเอทานอล เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในเครื่องยนต์เบนซิน

4.2 กระบวนการทางฟิสิกส์และเคมี โดยสกัดน้ำมันออกจากพืชน้ำมัน จากนั้นนำน้ำมันที่ได้ไปผ่านกระบวนการ transesterification เพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล

4.3 กระบวนการใช้ความร้อนสูง เช่นกระบวนการไพโรไลซิส เมื่อวัสดุทางการเกษตรได้รับความร้อนสูงในสภาพไร้ออกซิเจน จะเกิดการสลายตัว เกิดเป็นเชื้อเพลิงในรูปของเหลวและแก๊สผสมกัน

เชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตก๊าซชีวมวล

- แกลบ

แกลบ คือ เปลือกของข้าว เป็นวัตถุดิบย่อยได้เหลือใช้จากการสีข้าว

ประโยชน์ของแกลบ

- **ด้านการเกษตร**

- o ใช้ผสมเพื่อปรับสภาพดิน
- o ใช้ทำปุ๋ยหมัก
- o ใช้กันความชื้นในคอกสัตว์
- o ใช้เป็นส่วนผสมการผลิตซีเมนต์

- **ด้านการก่อสร้าง**

- o เป็นส่วนผสมในการทำอิฐ
- o เมื่อเผาเป็นถ่านแล้วเพิ่มสารเคมีบางประเภทใช้เป็นวัสดุถมในงานถนน

- **ด้านพลังงานและอุตสาหกรรม**

- o ใช้เป็นเชื้อเพลิง
- o เผาเป็นถ่านขี้เถ้า ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นต่าง ใช้เป็นส่วนผสมของสบู่ ยาสระผม และน้ำยาล้างจาน เป็นต้น
- o ใช้ทำแท่งถ่านอัดขี้เถ้าแกลบ เพื่อเป็นเชื้อเพลิง
- o ใช้ดูดซับก๊าซจากกระบวนการผลิตทางด้านอุตสาหกรรม

- ฟางข้าว

ลักษณะทั่วไป ขนาดเล็กยาวแต่กลวง ได้มาหลังการเกี่ยวข้าว

แหล่งที่มา ถ้าเกี่ยวข้าวด้วยแรงคน ฟางข้าวจะกองอยู่บริเวณลานตากข้าวตามหมู่บ้าน ถ้าเกี่ยวข้าวด้วยเครื่องจักร ฟางข้าวจะถูกทิ้งไว้ในนาข้าว

การนำไปใช้งาน ฟางข้าวมีประโยชน์หลายอย่าง เช่น เป็นอาหารสัตว์ คูลมดิน เพาะเห็ดฟาง ทำโครงพวงหรีด ดอกไม้ และใช้ในอุตสาหกรรมทำกระดาษ เป็นต้น แต่ยังมีฟางข้าวอีกมากที่ไม่ได้นำไปใช้ คาดว่าประมาณ 1 ใน 3 ของส่วนที่เหลือถูกเผาทิ้ง

จุดเด่น ยังมีฟางข้าวอีกมากที่ไม่ได้นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์

จุดด้อย รวบรวมได้ยากถ้าใช้แรงคน เพราะอยู่กระจัดกระจาย ต้อง ใช้เครื่องทุ่นแรง (Straw baler) มาช่วยในการรวบรวม

- เศษไม้ยางพารา

ลักษณะทั่วไป ไม้ยางพาราเมื่อมีอายุถึง 20 -25 ปีจะถูกตัด เพื่อปลูกใหม่ ไม้ยางพาราที่ถูกตัดจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ รากหรือตอไม้ ปลายไม้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้วลงมา และไม้ท่อนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้วขึ้นไป ไม้ท่อนจะถูกตัดให้ได้ความยาว 1.05 ม. เพื่อส่งโรงเลื่อย และโรงงานเฟอร์นิเจอร์ซึ่งจะได้เศษไม้หลายแบบคือ ปีกไม้ ตาไม้(ส่วนที่มีตำหนิ) ขี้เลื่อย และขี้กบ

แหล่ง ปีกไม้และขี้เลื่อย จะหาได้จากโรงเลื่อยไม้ยางพารา ตาไม้และขี้กบ จะหาได้จากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ปลายไม้และรากไม้ จะหาได้จากสวนยางพารา

การนำไปใช้งาน ในส่วนของขี้เลื่อยจะนำไปเพาะเห็ด ทำรูป ใช้คลุมเผาถ่าน เศษไม้อื่นๆจะนำไปเป็นเชื้อเพลิง สำหรับโรงบ่มยางพารา เผาถ่าน ใช้ในขบวนการผลิต ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับ ไม้อัดยางพารา (Plywood) Medium density board และ Chip board นอกจากนี้ ยังนำไปใช้ในงานก่อสร้าง เช่น เสาค้ำ ใช้ทำเป็นพาเลท ลังไม้ เป็นต้น

จุดเด่น เศษไม้ยางพารา คือ รากไม้ และกิ่งไม้ เหลืออีกมากที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน

จุดด้อย มีขนาดใหญ่ และถ้าเป็นเศษไม้สดจะมีความชื้นค่อนข้างสูง ประมาณ 50 % ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ จึงไม่ค่อยสมบูรณ์ ดังนั้นอาจจะต้องเพิ่มขบวนการย่อยและลดความชื้นก่อนนำไปเผา

- กากอ้อย

ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเป็นขุย ได้จากการผลิตน้ำตาลดิบ โดยนำอ้อยมาคั้นน้ำออก ส่วนที่เป็นน้ำนำไปผลิตเป็นน้ำตาลดิบ ส่วนที่เหลือคือกากอ้อย

แหล่ง โรงงานน้ำตาล ซึ่งมีอยู่ประมาณ 46 โรง

การนำไปใช้งาน ส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิต น้ำตาลดิบประมาณ 80 % ส่วนที่เหลืออีก 20 % นำไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตกระดาษ และ MDF Board

จุดเด่น ยังมีกากอ้อยเหลืออีกส่วนหนึ่งที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน

จุดด้อย น้ำหนักเบา และความชื้นสูง

-กากปาล์ม

ลักษณะทั่วไป กากปาล์มเป็นเศษเหลือจากการ สกัดน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายปาล์มสด มี 3 แบบคือ ไฟเบอร์มีลักษณะเป็นขุย กะลามีลักษณะเป็นคล้ายกะลามะพร้าวแต่มีขนาดเล็กกว่ามาก โตประมาณ 1-2 ซม. และทะลายปาล์มเปล่า

แหล่ง จะได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมาตรฐาน อย่างไรก็ตามยังโรงงานสกัดอีกประเภทหนึ่งคือ นำเฉพาะผลปาล์มสดไม่รวมทะลายมาสกัด เศษที่ได้จะนำมาเป็นอาหารสัตว์

การนำไปใช้งาน ไฟเบอร์นำมาเป็นเชื้อเพลิง ในขบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ จึงมีเหลือไม่มาก ส่วนทะลายเปล่านำไปเพาะเห็ด

จุดเด่น กะลาปาล์มมีค่าความร้อนสูงสุด เหมาะนำมาเป็นเชื้อเพลิง แต่ต้องระวังเศษ น้ำมันที่ตกค้างอยู่ ส่วนทะลายปาล์มเปล่ามีเหลืออีกมากที่ยังไม่ได้นำมาใช้ และถ้านำมาเผา จะได้ซีเถ้าที่มีแร่ธาตุโปตัสเซียมสูงมาก

จุดด้อย การที่จะนำทะลายปาล์มเปล่ามา เป็นเชื้อเพลิง ต้องนำมาผ่านขบวนการย่อย หรือตัดก่อน เพราะมีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ ยังมีสารประกอบอัลคาไลน์สูง จะทำให้ท่อน้ำในหม้อน้ำมียางเหนียวเกาะติดได้ง่าย

ปฏิกิริยาเคมีที่สำคัญที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นของเตาผลิตก๊าซ

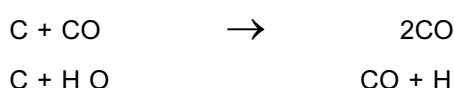
ในเตาผลิตก๊าซทั่วไปสามารถถูกแบ่งออกเป็นชั้นที่สำคัญๆ ได้ 4 ชั้น โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปฏิกิริยาและผลที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้น (รัตนชัย ไพรินทร์ และคณะ. 2541) ในความเป็นจริงแต่ละชั้นอาจจะเหลื่อมล้ำ (Overlap) กันอยู่ก็ได้

1.ชั้นเผาไหม้ (Combustion or Hearth Zone)

ในบริเวณนี้คาร์บอนจะเผาไหม้กับออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศในปริมาณจำกัดด้วยปฏิกิริยาดังต่อไปนี้ ปฏิกิริยาในชั้นเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน อุณหภูมิในชั้นนี้อยู่ระหว่าง 900 – 1200 C ความร้อนที่เกิดขึ้นในชั้นนี้ถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยาแบบดูดความร้อนในชั้นรีดักชันและชั้นกลั่นสลายผลผลิตหลักที่ได้จากการทำปฏิกิริยาในชั้นเผาไหม้คือ ความร้อน เถ้าถ่าน

2.ชั้นรีดักชัน (Reduction Zone)

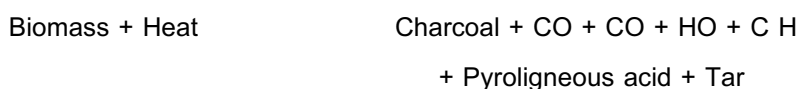
ก๊าซ CO ที่ได้จากการเผาไหม้ในชั้นเผาไหม้ เมื่อไหลเข้าสู่ชั้นรีดักชันก็จะเกิดปฏิกิริยาที่เปลี่ยนก๊าซ CO ให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ โดยก๊าซ CO จะไหลผ่านคาร์บอนที่ร้อนและเกิด CO ดังสมการที่ (1.2)



ปฏิกิริยาในสมการที่ (1.2) เรียกว่า Boudouard Reaction ซึ่งเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction) ในกรณีที่ต้องการเพิ่มปริมาณของ CO สามารถทำได้โดยฉีดไอน้ำร้อนเข้าไปซึ่งไอน้ำจะไปทำปฏิกิริยากับคาร์บอน ดังสมการที่ (1.3) ได้ก๊าซ CO และ H เพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Watergas Reaction ซึ่งเป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนและจะเกิดได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 800 C ภายใต้ ความดันสูง H อาจจะไปรวมตัวกับคาร์บอนและผลิต CH ออกมาได้ซึ่งเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Methane Reaction โดยจะเกิดขึ้นได้ดีที่ความดันสูงๆ และอุณหภูมิไม่สูงมากนัก

3. ชั้นกลั่นสลาย (Pyrolysis Zone)

ในชั้นนี้เชื้อเพลิงได้รับความร้อนจากชั้นเผาไหม้ เพื่อสลายสารอินทรีย์ในเชื้อเพลิงทำให้ได้สารระเหย (Volatile Matter) ต่างๆ ออกมา ซึ่งประกอบไปด้วยเมทานอล กรดน้ำส้ม น้ำมันดิบ ก๊าซที่เผาไหม้ได้และไม่ได้ อุณหภูมิของชั้นนี้จะประมาณ 135 – 600 C ของแข็งที่เหลืออยู่หลังกระบวนการนี้คือคาร์บอนในรูปแบบถ่าน (Fixed Carbon) ดังสมการที่ (1.4)



4. ชั้นลดความชื้น (Drying Zone)

ชั้นนี้อุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของสารระเหยต่างๆ ความร้อนที่ได้รับมาจากชั้นกลั่นสลาย จะระเหยความชื้นที่มีอยู่ในชีวมวลให้ออกมาในรูปของไอน้ำ อุณหภูมิในชั้นนี้จะอยู่ประมาณ 100 – 135 C

ชนิดของเตาผลิตก๊าซชีวมวล (Type of Gasifier)

สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ตามชนิดของการไหลของโปรดิวเซอร์แก๊สและการจัดเรียงตัวของชั้นต่างๆ ภายในเตาผลิตก๊าซ

1. เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น (Updraft Gasifier)

เตาผลิตก๊าซแบบนี้เป็นแบบง่ายที่สุด ชั้นล่างสุดจะเป็นชั้นเผาไหม้ ชั้นรีดักชัน ชั้นกลั่นสลายและชั้นลดความชื้น เชื้อเพลิงถูกป้อนเข้าสู่ส่วนบนของเตาและอากาศถูกส่งเข้ามาทางด้านล่าง การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเกิดขึ้นที่จุดแรกของการสัมผัสกับอากาศ CO ที่เกิดขึ้นในชั้นเผาไหม้จะผ่านขึ้นไปยังชั้นรีดักชันซึ่งมีคาร์บอนที่ร้อนอยู่มาก CO ทำปฏิกิริยากับคาร์บอนได้เป็น CO₂ จุดเด่นของเตาแบบนี้คือสามารถเพิ่มปริมาณโปรดิวเซอร์แก๊สได้โดยใช้ไอน้ำเข้าช่วย นอกจากนั้นยังสามารถใช้กับชีวมวลที่ความชื้นสูง อาจจะได้ถึง 50% อุณหภูมิเฉลี่ยของเตาจะค่อนข้างต่ำคือประมาณ 120 – 150 C แต่ปัญหาที่สำคัญคือสารระเหยที่ออกมาพร้อมกับโปรดิวเซอร์แก๊ส Pan, et al. (1999: 1703 – 1709) ได้ศึกษาการกำจัดน้ำมันดินออกโดยใช้อากาศทุติยภูมิในเตา ฟลูอิดไดซ์เบดที่อุณหภูมิเฉลี่ย 840 – 880 C สำหรับเศษไม้ (Forest waste) ใช้อัตราส่วนอากาศทุติยภูมิต่ออากาศปฐมภูมิที่ 10% ปริมาตรต่อปริมาตร จะสามารถลดน้ำมันดินได้มากที่สุดจากปริมาณน้ำมันดินมากกว่า 2.52 g/m³ เหลือ 0.8 g/m³ สำหรับลิกไนต์ (Escatron lignite) ใช้อัตราส่วนอากาศทุติยภูมิต่ออากาศปฐมภูมิที่ 20% ปริมาตรต่อปริมาตร ให้ค่าพลังงานความร้อน 4800 kJ/m³ จะสามารถลดน้ำมันดินได้มากที่สุดจากปริมาณน้ำมันดินมากกว่า 3.70 g/m³ เหลือ 0.42 g/m³ ให้ค่าพลังงานความร้อน 3770 kJ/m³ ซึ่งปัญหาจากสารระเหยจะเป็นอุปสรรคที่สำคัญมากในการนำไปเดินเครื่องยนต์สันดาปภายในเพราะจะทำให้เกิดการอุดตันและทำความเสียหายให้แก่เครื่องยนต์ได้ นิรมล ชูลิเลิศวิทยาภรณ์ (2537) ได้หาสภาวะการทำงานที่ดีที่สุดของเครื่องผลิตก๊าซชีวมวลแบบไหลขึ้นโดยมีไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบ การหาภาวะที่ดีที่สุดจะใช้วิธีการค้นหาแบบ Simplex โดยใช้ผลการทดลองในแต่ละครั้งเป็นแนวทางในการกำหนดภาวะการทดลองต่อไป จากการศึกษาดังนี้มี 3 ตัวแปรคือความยาวของไม้ อัตราการไหลของอากาศและ

ของ CO พบว่าภาวะที่ดีที่สุดคือ ไม้ยาว 4 cm อากาศไหลด้วยความเร็ว 0.18 kg/min และใช้ CO 4.49×10 kg/min ได้ก๊าซชีวมวลที่ประกอบด้วย CO 21.35%

2. เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลลง (Dowadraft Gasifier)

เตาแบบนี้จะเป็นแบบที่ใช้ทำการวิจัยและใช้งานจริงกันอย่างแพร่หลายทั่วไปมากที่สุด ชั้นล่างสุดจะเป็นชั้นรีดักชันตามด้วยชั้นเผาไหม้ ชั้นกลั่นสลายและชั้นลดความชื้นจะอยู่บนสุดอากาศจะถูกส่งให้ไหลสู่ชั้นเผาไหม้และไหลลงไปสู่ชั้นรีดักชันซึ่งอยู่ด้านล่าง สารระเหยจากชั้นกลั่นสลายที่อยู่เหนือชั้นเผาไหม้ก็จะถูกดูดผ่านชั้นเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิ 900 – 1,200 C สารระเหยต่างๆ จะถูกเผาไป ทำให้ Producer Gas ที่ผลิตออกมาได้นั้นปราศจากสารระเหยจึงเหมาะที่จะนำไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน ข้อเสียเปรียบของเตาชนิดนี้คือจะเกิดการเผาไหม้อย่างรุนแรงในชั้นเผาไหม้จึงต้องใช้วัสดุที่ทนความร้อนสูง อุณหภูมิเฉลี่ยของโปรดิวเซอร์แก๊สที่ออกมาจากเตาจะค่อนข้างสูงประมาณ 450 – 550 C ดังนั้นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดใหญ่จึงมีความจำเป็น

3. เตาผลิตก๊าซชีวมวลแบบอากาศไหลตามขวาง (Cross draft Gasifier)

เตาแบบนี้จะเป็นแบบที่เล็กและเบาที่สุดใน 3 แบบ ทิศทางการไหลของอากาศจะตั้งฉากกับแนวแกนของเตาอากาศจะถูกส่งตรงไปชั้นเผาไหม้ และต่อไปยังชั้นรีดักชันซึ่งทั้ง 2 ชั้นนี้ จะเป็นชั้นเล็ก ๆ วางเรียงกันตามแนวนอน อุณหภูมิเฉลี่ยของโปรดิวเซอร์แก๊สที่ออกมาจากเตาจะไม่สูงมากเหมือนเตาแบบไหลลง ชีวมวลจะถูกป้อนจากทางด้านบนของเตาเช่นเดียวกันกับเตาทั้งสองแบบที่กล่าวมา ข้อดีของเตาแบบนี้คือ สามารถผลิตโปรดิวเซอร์แก๊สได้เร็วกว่าเตาอีกสองแบบ และอุณหภูมิในเตาจะไม่สูงนัก

การใช้พลังงานจากเตาผลิตก๊าซ

การนำก๊าซชีวมวลที่ผลิตได้จาก Gasifier ไปใช้นั้นแบ่งออกได้ 2 แบบใหญ่ ๆ คือ

การนำไปใช้งานโดยตรง (Direct Use)

ได้แก่การอบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ซึ่งจุดเด่นที่สำคัญในการใช้พลังงานความร้อนที่ได้รับจากก๊าซชีวมวล ไปใช้ที่สำคัญคือ สามารถทำการอบแห้งได้อย่างต่อเนื่องสามารถควบคุมอุณหภูมิที่จะใช้ในการอบให้คงที่ตลอดการอบให้คงที่ตลอดการอบแห้ง หรือปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะใช้อบได้ ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถทำได้เช่น ในการอบแห้งพริกโดยใช้ความร้อนจากก๊าซชีวมวล (ชนากานต์ อาษาสุจริต, 2538) ซึ่งมีค่าความร้อนประมาณ 17,319 kJ/m ระบบอบแห้งนี้มีการไหลของอากาศภายในห้องอบแห้งเป็นระบบบังคับ โดยใช้พัดลมขนาด 760 W มีระบบควบคุมอัตราการไหลของอากาศภายในห้องอบแห้งตามต้องการได้ และระบบอบแห้งนี้สามารถทำงานได้ 24 ชั่วโมง ตู้บรรจุผลิตภัณฑ์อบแห้งมีความกว้าง 0.6 m ยาว 1 m สามารถวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ 8 ถาดในการทดลองนี้สามารถควบคุมคุณภาพของพริกชี้ฟ้าได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะปราศจากสิ่งปนเปื้อนและฝุ่นละออง โดยตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ คือ ระยะเวลาในการอบแห้ง อัตราการไหลอากาศ ส่วนการอบแห้งเนื้อวัว ชีรพงษ์ ภาระบุญ (2538) ได้ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซชีวมวลนั้นสามารถประหยัดพลังงานไปได้ถึง 49% การนำพลังงานจาก Producer Gas ไปขับเคลื่อนเครื่องยนต์สันดาปภายนอก (External Combustion Engine) (ดนัย อารัมธรรมพร, 2539) จากการทดสอบการขับเคลื่อนเครื่องยนต์สเตอร์ลิงสามารถให้กำลังแรงม้าสูงสุดทางทฤษฎี 3.92 แรงม้า ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ 2200 rpm และสามารถนำไปใช้ในการขับเคลื่อนปั๊มสูบน้ำได้โดยมี Head Pump = 23.8 m ที่ความเร็วรอบ 1300 rpm

การนำไปใช้ทางอ้อม (Indirect Use)

ในกรณีนี้จะมุ่งนำไปใช้ในการขับเคลื่อนยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) ซึ่งสามารถใช้เดินเครื่องยนต์ได้ทั้งเครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ดีเซล โดยมีการปรับเครื่องยนต์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยเฉพาะตอนเริ่มติดเครื่องยนต์จะใช้เชื้อเพลิงดีเซลไปก่อนและหลังจากนั้นจึงเปลี่ยนมาเป็น โปรติวเซอร์แก๊สแทน พลังงานที่ได้รับออกมานั้นสามารถนำไปใช้เดินปั๊มน้ำหรือนำไปขับเคลื่อนเครื่องปั่นไฟได้ เพื่อนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าก็ได้

การนำก๊าซชีววมวลไปใช้ประโยชน์

-องค์ประกอบของชีววมวลที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้า

ชีววมวลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะอย่าง คุณสมบัติบางอย่างถือเป็นจุดเด่น คุณสมบัติบางอย่างถือเป็นจุดด้อย เช่น

- การกระจายตัวของแหล่งชีววมวล
- ขนาด
- ความชื้น
- สิ่งเจือปน
- ปริมาณขี้เถ้า

ดังนั้น ถ้าจะนำชีววมวลใดมาผลิตไฟฟ้า ต้องออกแบบเครื่องจักรให้เหมาะสมกับชีววมวลนั้นๆ เพื่อประสิทธิภาพโดยรวมที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติอย่างหนึ่งของชีววมวลที่เหมือนกันคือ มีน้ำหนักเบา เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ โรงไฟฟ้าชีววมวลจึงควรอยู่ใกล้กับแหล่งผลิตชีววมวลเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งให้มากที่สุด

การกระจายตัวของแหล่งชีววมวล

รูปแบบการกระจายตัวของแหล่งชีววมวล มี 2 ลักษณะคืออยู่รวมเป็นกลุ่ม และอยู่กระจัดกระจาย ชีววมวลที่อยู่รวมเป็นกลุ่มคือเศษชีววมวลจากกระบวนการแปรรูป ณ ที่ใดที่หนึ่ง เช่น โรงสีข้าว, โรงงานผลิตน้ำตาลทราย, โรงงานแปรงไม้ส้วม, โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม และโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา เป็นต้น ที่อยู่กระจัดกระจายตามพื้นที่เพาะปลูกหรือไม่มีการรวบรวม เช่น การสีข้าวโพดโดยอาศัยอุปกรณ์สีข้าวโพดที่เคลื่อนที่ได้ และเศษไม้-ปลายไม้จากสวนปาล์มยางพารา เป็นต้น ส่วนการนำชีววมวลที่อยู่กระจัดกระจายมา เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้า จะมีข้อเสียเปรียบคือเสียค่าใช้จ่ายในการรวบรวมเพิ่มขึ้น

ขนาด

ขนาดของชีววมวล เป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ต้อง พิจารณา ถ้าชีววมวลมีขนาดใหญ่ เช่น เศษไม้หรือปลายไม้จากสวนปาล์มยางพารา และปึกไม้ที่ได้จากโรงเลื่อยไม้ยางพารา เป็นต้น จะมีขนาดใหญ่เกินไปจึงไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้เป็น เชื้อเพลิงโดยตรง เพราะประสิทธิภาพการเผาไหม้จะต่ำ ดังนั้นควรจะนำมาย่อยให้เป็นชิ้นเล็กๆ จะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น แต่ก็มีค่าใช้จ่ายในการย่อยเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ความชื้น

ความชื้นของชีวมวลเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการนำมาเป็นเชื้อเพลิง ถ้าชีวมวลมีความชื้นสูงมาก เช่น กากมันสำปะหลังหรือส่าเหล้า ซึ่งมีความชื้นประมาณ 80-90% ไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้ แต่อาจจะนำมาผ่านกระบวนการบีบอัด(Dewatering)เพื่อลดความชื้นก่อนนำไปเผา หรือนำมาผ่านกระบวนการบำบัดแบบไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน ในกรณีของเศษไม้ มีความชื้นประมาณ 50-60% ถ้านำมาเก็บไว้ล่วงหน้าระยะหนึ่ง ความชื้นจะลดลงโดยธรรมชาติ แต่มีข้อเสียคือ เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ และถ้าเก็บไว้นานไปไม่มีโอกาสใช้ได้

สิ่งเจือปน

สิ่งเจือปนในชีวมวลมีหลายอย่างเช่น เศษดิน หิน กรวดทราย และคราบน้ำมันปาล์ม เป็นต้น สิ่งเจือปนที่ต้องระมัดระวังให้มากคือ สารอัลคาไลไนท์ละลายปาล์ม เพราะเมื่อถูกความร้อนที่อุณหภูมิระดับหนึ่งจะกลายเป็นยางเหนียวเกาะติดท่อน้ำในห้องเผาไหม้ ทำให้ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำลดลง ดังนั้นในการออกแบบห้องเผาไหม้ต้องพิจารณาจุดนี้เป็นพิเศษ

ปริมาณขี้เถ้า

ปริมาณขี้เถ้าของชีวมวล มีผลต่อการเผาไหม้เช่นกัน โดยเฉพาะแกลบจะมีปริมาณขี้เถ้า 16% โดยน้ำหนัก ดังนั้นการออกแบบห้องเผาไหม้จะต้องพิจารณาถึงการรวบรวมขี้เถ้าออกจากห้องเผาไหม้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวัดค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชีวมวล

มีวิธีการวัด 3 แบบคือ

1. **ค่าความร้อนต่ำ** หรือ Lower Heating Value (LHV) หมายถึงการนำชีวมวลหนัก 1 กิโลกรัม มาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนต่ำ (LHV) ต่อ กิโลกรัม
2. **ค่าความร้อนสูง** หรือ Higher Heating Value (HHV) หมายถึงการนำชีวมวลหนัก 1 กิโลกรัม มาลดความชื้นหรือกำจัดน้ำออกให้หมด จากนั้นนำมาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนสูง (HHV) ต่อ กิโลกรัมและมีความสัมพันธ์กับค่าความร้อนต่ำดังนี้

$$\text{HHV} = \text{LHV} + 5.72(9\text{H} + \text{M}) \text{ kcal/kg หรือ}$$

$$\text{HHV} = \text{LHV} + 23.95(9\text{H} + \text{M}) \text{ kJ/kg}$$

เมื่อ H เท่ากับปริมาณเปอร์เซ็นต์ของธาตุไฮโดรเจนในชีวมวล และเมื่อ M เท่ากับปริมาณเปอร์เซ็นต์ของความชื้นในชีวมวล

3. **ค่าความร้อนแห้ง** หรือ Dry Heating Value หมายถึงการนำชีวมวลจำนวนหนึ่งมาลดความชื้นหรือ

กำจัดน้ำออกให้หมด จากนั้นแบ่งมา 1 กิโลกรัม เพื่อนำมาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือ ค่าความร้อนแห้งต่อกิโลกรัม และมีความสัมพันธ์กับค่าความร้อนสูงดังนี้

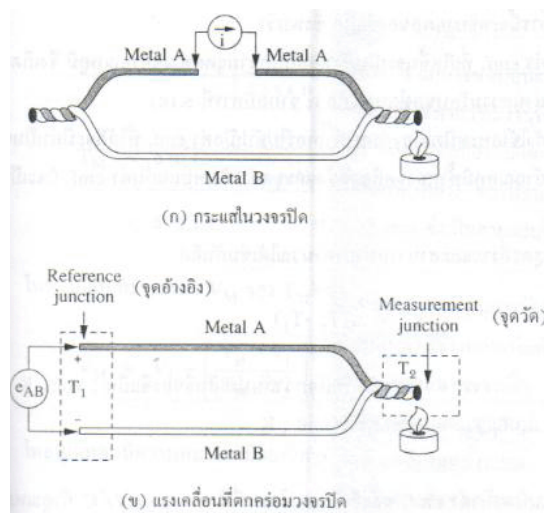
$$\text{Dry Heating Value} = \text{HHV} / (1-\text{M}/100)$$

เมื่อ M เท่ากับปริมาณเปอร์เซ็นต์ของความชื้นในชีวมวล

เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิล คืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (emf) เทอร์โมคัปเปิลทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว (แตกต่างกันทางโครงสร้างของ

อะตอม) นำมาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกันที่ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่าจุดวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยเปิดไว้ เรียกว่าจุดอ้างอิง หากจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองข้าง ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ค้นพบโดย Thomus Seebeck นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันในปี ค.ศ.1821 ในรูปที่2 เป็นวงจรที่ใช้อธิบายผลของซีเบ็คดังกล่าว



รูปที่2 แสดงผลของซีเบ็ค

ผลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากความร้อน (Termoelectric Effect)

ทฤษฎีพื้นฐานของผลจากเทอร์โมอิเล็กทริก เกิดจากการส่งผ่านทางไฟฟ้าและทางความร้อนของโลหะที่ต่างกันจึงทำให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าตกคร่อมที่โลหะนั้น ความต่างศักย์นี้จะสัมพันธ์กับความจริงที่ว่าอิเล็กตรอนในปลายด้านร้อนของโลหะจะมีพลังงานความร้อนมากกว่าปลายทางด้านเย็น จึงทำให้อิเล็กตรอนมีความเร็วไปหาปลายด้านเย็น ที่อุณหภูมิเดียวกันนี้การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะแปรเปลี่ยนไปตามโลหะที่ต่างชนิดกันด้วย ที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะว่า โลหะที่ต่างกันจะมีการนำความร้อนที่ต่างกันอย่างนั้นเอง

1.ผลของซีเบ็ค (Seebeck Effect) โดยใช้ทฤษฎีโซลิตัสเตด เราสามารถวิเคราะห์ค่าได้จากสมการอินทิเกรตค่าจากย่านของอุณหภูมิดังกล่าวนี้คือ

$$\mathcal{E} = \int_{T_1}^{T_2} (Q_A - Q_B) dT$$

สมการนี้จะอธิบายผลของซีเบ็ค ซึ่งพบว่า

- 1.ค่า emf. ที่เกิดจะเป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของอุณหภูมิ จึงเกิดความแตกต่างของ ค่าคงที่ในการส่งผ่านความร้อนของโลหะ
2. ถ้าใช้โลหะชนิดเดียวกันมาทำเทอร์โมคัปเปิลค่าemf. ที่ได้ก็จะมีค่าเป็นศูนย์
3. ถ้าอุณหภูมิทั้งสองจุดคือจุดวัดและจุดอ้างอิงเหมือนกันค่า emf. ก็จะเป็นศูนย์

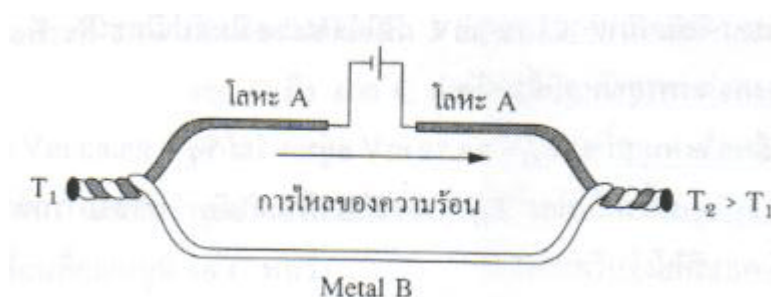
โดยสูตรที่ง่ายและสามารถนำมาคำนวณได้เช่นกันคือ

$$\mathcal{E} = \alpha(T_2 - T_1)$$

เมื่อ α = ค่าคงที่หรือเรียกว่าสัมประสิทธิ์ของซีแบ็ค ; volts/K

T_1, T_2 = อุณหภูมิที่จุดต่อ ; K

2.ผลของเพลเทียร์ (Peltier Effects) หากคิดย้อนกลับจากผลของซีแบ็ค นั่นคือใช้โลหะที่แตกต่างกันสองชนิดมาเชื่อมต่อทั้งสองเข้าด้วยกันแล้วจ่ายพลังงานจากภายนอกเข้าไป ก็จะเป็นเหตุให้เกิดกระแสไหลในวงจร เพราะจากคุณสมบัติในการส่งไฟฟ้าและความร้อนของโลหะ พบว่าขั้วหนึ่งจะเกิดความร้อน (T_2) และอีกขั้วหนึ่งจะเกิดความเย็น (T_1) ขึ้น โดยผลดังกล่าวเรียกว่า “ผลของเพลเทียร์” (Peltier effect) และถูกนำไปใช้งานพิเศษสำหรับการทำความเย็นกับส่วนของระบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้กระทั่งเครื่องทำความเย็นขนาดเล็ก



รูปที่ 3 แสดงผลของเพลเทียร์

ตารางแสดงแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple Table)

ตารางเทอร์โมคัปเปิลจะให้แรงเคลื่อนสำหรับเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชนิด เมื่ออ้างอิงกับจุดอ้างอิงที่กำหนด (0°C) ณ อุณหภูมิที่จุดวัดต่าง ๆ พบว่าที่อุณหภูมิ 210°C เทอร์โมคัปเปิลชนิด j เมื่ออ้างอิงที่ 0°C จะมีแรงเคลื่อนเป็น

$$V(210^{\circ}\text{C}) = 11.3 \text{ mV (ชนิด J, } 0^{\circ}\text{C ref.)}$$

ในทางกลับกัน ถ้าเราวัดแรงเคลื่อนได้ 4.768 mV กับชนิด s และอุณหภูมิอ้างอิงที่ 0°C เราพบว่า

$$T(4.768 \text{ mv}) = 555^{\circ}\text{C (ชนิด s, } 0^{\circ}\text{C ref.)}$$

แต่บางกรณี แรงเคลื่อนที่วัดได้จะไม่ตรงกับค่าในตาราง จึงจำเป็นต้องมีการแบ่งสเกล(interpolate) ระหว่างค่าในตาราง ซึ่งหาได้จากสมการการแบ่งสเกลดังนี้

$$T_M = T_L + \left[\frac{T_H - T_L}{V_H - V_L} \right] (V_M - V_L)$$

เมื่อ V_M = คือแรงเคลื่อนที่วัดได้จากมิเตอร์

V_H และ V_L = ค่าแรงเคลื่อนของ T_H และ T_L อ่านได้จากตารางโดย V_H อยู่สูง

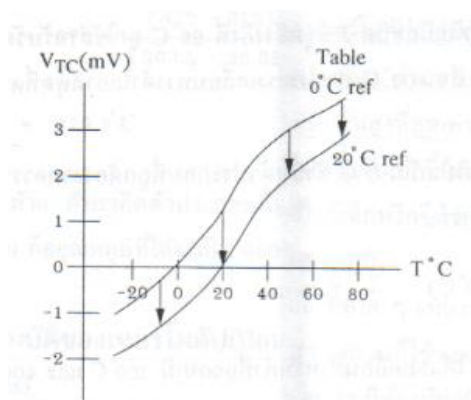
กว่า V_M และ V_L ต่ำกว่า V_M

T_H และ T_L = ค่าอุณหภูมิที่ตรงกับค่าแรงเคลื่อน V_H และ V_L ตามลำดับ

การเปลี่ยนจุดอ้างอิงของตาราง (Change of Table Reference)

หากอุณหภูมิอ้างอิงแตกต่างจากตารางเทอร์โมคัปเปิลที่กำหนดไว้ เรายังสามารถใช้ค่าจากตารางนี้เป็นฐานในการคำนวณได้ ข้อควรจำคือเมื่อวัดอุณหภูมิเดียวกันแต่เปลี่ยนไปใช้จุดอ้างอิงที่สูงกว่าจะทำให้แรงเคลื่อนทางเอมฟิตถูกกดให้ต่ำลง ดังรูปที่ 4

เช่นนำเทอร์โมคัปเปิลชนิด J ซึ่งมีจุดอ้างอิงที่ 30°C ไปวัดที่ 400°C วิธีการหาแรงเคลื่อนใหม่ที่ได้คือ ขั้นตอนแรกหาแรงเคลื่อน ณ อุณหภูมิที่ต้องการอ้างอิงใหม่จากตาราง ในกรณีที่นี้คือ 30°C ณ จุดอ้างอิง 0°C จากภาพผนวก ข. พบว่ามีแรงเคลื่อน 1.54 mV (เรียกค่าที่หาได้นี้ว่าตัวประกอบ) หลังจากนั้นก็นำค่านี้ไปลบออกจากแรงเคลื่อนที่จุดวัดที่ 400°C เมื่อจุดอ้างอิงเป็น 0°C หรือเขียนเป็นขั้นตอนได้ดังนี้



รูปที่ 4 แสดงการเปลี่ยนจุดอ้างอิงจาก 0 ถึง 200°C ซึ่งจะสมมูลกับ

การเลื่อนลงของเส้นโค้งแรงเคลื่อนเทอร์โมคัปเปิล

$$V(30^{\circ}\text{C}) = 1.54 \text{ mV (ชนิด J , } 0^{\circ}\text{C ref.) ชั้นแรก}$$

$$\text{และ } V(400^{\circ}\text{C}) = 21.85 \text{ mV (ชนิด J , } 0^{\circ}\text{C ref.) ชั้นที่สอง}$$

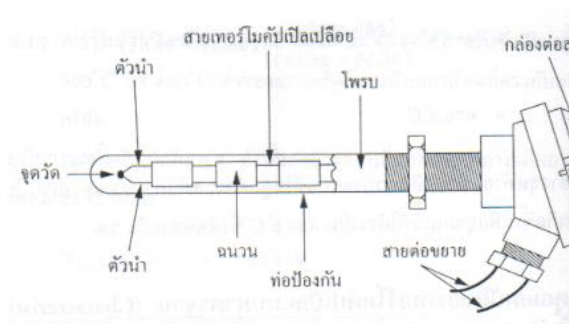
นำค่า (ตัวประกอบ) ที่ได้จากชั้นที่สองมาลบออกจากชั้นแรก ทำให้ได้แรงเคลื่อนซึ่งขึ้นอยู่กับความแตกต่างนี้เป็น

$$V(400^{\circ}\text{C}) = 20.31 \text{ mV (ชนิด J , } 30^{\circ}\text{C ref.)}$$

เพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนของจุดอ้างอิงจะเขียนในแบบใหม่ เช่น V_{j0} จะหมายถึงแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลชนิด J อ้างอิงที่ 0°C และ V_{j30} หมายถึงของชนิด J อ้างอิงที่ 30°C

คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน(Characteristic of Standard Thermocouples)

1.ความไว (Sensitivity) จากตารางแรงเคลื่อนของ NBS แสดงว่าย่านของแรงเคลื่อนจากเทอร์โมคัปเปิลจะมีค่าน้อยกว่า 100 mV แต่ความไวที่แท้จริงในการใช้งานจะขึ้นอยู่กับการใช้งานจริงปรับสภาพสัญญาณและตัวเทอร์โมคัปเปิลเอง



รูปที่5 แสดงโครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล

2.โครงสร้าง (Construction) โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิลมีลักษณะดังรูปที่5 โดยต้องมีลักษณะดังนี้คือ: มีความต้านทานต่ำ ให้สัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเกิดออกไซด์ที่อุณหภูมิสูงๆ ทนต่อสภาวะแวดล้อมที่นำไปใช้วัดค่า และเป็นเชิงเส้นสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตัวฝักหรือท่อป้องกันส่วนมากจะทำจากสแตนเลส ความไวของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับความหนาของท่อป้องกันทั้งเยอร์มันเนียมและซิลิคอนจะทำให้คุณสมบัติการเกิดเทอร์โมอิเล็กทริกจึงใช้กันมากในอุปกรณ์ทำความเย็น (peltier element) มากกว่าที่จะใช้เป็นเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิ

ขนาดของสายเทอร์โมคัปเปิลกำหนดได้จากการใช้งานแต่ละอย่าง และมีขนาดจาก #10 ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่คงที่ จนถึงขนาด # 30 หรือแม้กระทั่ง 0.02 mm ซึ่งเป็นสายแบบไมโครไวร์(microwire) ที่ใช้กับการวัดอุณหภูมิการกลั่นในงานทางชีววิทยา

3.ย่านการใช้งาน (Range) ย่านอุณหภูมิการใช้งานและความไวในการวัดของเทอร์โมคัปเปิล แต่ละตัว จะแตกต่างกันตามแต่ละสมาคมจะกำหนด ในส่วนที่สำคัญคือค่าแรงเคลื่อนที่ออกมาจากแต่ละอุณหภูมิ จะต้องอ้างอิงกับตารางค่ามาตรฐานของแต่ละสมาคมที่ใช้ให้ถูกต้องเป็นเอกภาพเดียวกันหมดทั้งระบบ

4. เวลาตอบสนอง (Time Response) เวลาตอบสนองของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับขนาดของสายและวัสดุที่นำมาทำท่อป้องกันตัวเทอร์โมคัปเปิล

5.การปรับสภาพสัญญาณ (Signal Conditioning) ปกติแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลจะมีขนาดเล็กมากจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์ขยายความแตกต่างที่มีอัตราขยายสูงๆ

การใช้งานเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐาน (Characteristic in Application of Thermocouple Standard Type)

ในปัจจุบัน พบว่ามีเทอร์โมคัปเปิลมาตรฐานอยู่ 7 ชนิดตามมาตรฐานของ ANSI และ ASTM โดยการจัดจำแนกตามประเภทของวัสดุที่ใช้ทำได้แก่

1.เทอร์โมคัปเปิลแบบ S ประดิษฐ์โดยนาย Le Chatelier ในปี 1886

ข้อดีของแบบ S

- เหมาะกับการใช้งานในสภาวะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีแบบออกซิไดซิง(oxidizing)
- เหมาะกับการใช้งานในสภาวะงานเฉื่อย (inert) คืองานที่ไม่เปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาใดๆ ได้ง่าย ๆ
- นิยมใช้กับงานวัดตัวแปรที่มีอุณหภูมิสูง เช่น เตาหลอมเหล็ก

- วัดอุณหภูมิต่อเนื่องได้จากช่วง 0 ถึง 1550°C และอุณหภูมิช่วงสั้นได้จากช่วงประมาณ -50 ถึงประมาณ 1700°C
- หากอยู่ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมจะให้ความเที่ยงตรงสูงที่สุด
- ใช้ในการสอบเทียบ ตั้งแต่จุดแข็งตัวของแอนติโมนี (630.74°C) จนถึงจุดแข็งตัวของทองแดง (1064.43°C) ตามมาตรฐาน IPTS 68

ข้อเสียของแบบ S

- ต้องใช้ท่อป้องกันในทุกสภาวะบรรยากาศ
- ไม่เหมาะกับงานที่มีปฏิกิริยาแบบรีดิวซิง (reducing)
- ไม่เหมาะกับงานที่เป็นสุญญากาศ (vacuum)
- ไม่เหมาะกับงานที่มีไอโลหะ เช่น สังกะสี ตะกั่ว
- ไม่เหมาะกับงานที่มีไอของโลหะ เช่น จำพวก อาเซนิก ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส เพราะจะมีอายุการใช้งานสั้นลง

2.เทอร์โมคัปเปิลแบบ R เป็นแบบที่เหมาะสมกับการวัดอุณหภูมิสูง ๆ

ข้อดีของแบบ R

- ให้แรงเคลื่อนทางต้านเอาต์พุตสูงกว่าแบบ S
- วัดอุณหภูมิต่อเนื่องได้จากช่วง 0 ถึง 1600°C
- วัดอุณหภูมิช่วงสั้นได้จากช่วง -50 ถึงประมาณ 1700°C
- เหมาะกับการวัดอุณหภูมิสูง ๆ เช่น ในเตาหลอมเหล็ก อุตสาหกรรมแก้ว
- ทนทานต่อการกัดกร่อน และให้เสถียรภาพของอุณหภูมิที่ดี
ส่วนลักษณะข้อเสียเช่นเดียวกับแบบ S แต่ส่วนที่เพิ่มเติมคือ ให้ความเป็นเชิงเส้นต่ำเพิ่มอุณหภูมิต่ำกว่า 540°C

3.เทอร์โมคัปเปิลแบบ B ผลิตครั้งแรกเมื่อปี 1954 ในประเทศเยอรมัน

ข้อดีของแบบ B

- วัดอุณหภูมิต่อเนื่องได้จากช่วงประมาณ 100 ถึงประมาณ 1600°C
- วัดอุณหภูมิช่วงสั้นได้จากช่วงประมาณ 50 ถึงประมาณ 1750°C
- แข็งแรงกว่าแบบ S และแบบ R
- เหมาะกับการใช้งานในสภาวะที่มีปฏิกิริยาแบบออกซิไดซิงและสภาวะเฉื่อย ให้ความเป็นเชิงเส้นของสัญญาณ (linearity) ดี

ข้อเสียของแบบ B

- ให้แรงเคลื่อนของไฟฟ้าน้อยกว่าแบบอื่น ๆ เมื่อวัดอุณหภูมิที่เงื่อนไขเดียวกัน
- ไม่เหมาะกับสภาวะที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาแบบรีดิวซิง
- ไม่เหมาะกับสภาวะที่เป็นสุญญากาศ
- ไม่เหมาะกับสภาพงานที่มีไอของโลหะและไอโลหะเช่นเดียวกับแบบ R และ S