รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “ครุวิจัย-พลังงานในพื้นที่ 5 จังหวัด”

โดย รศ.กำพล ประทีปชัยกูร และคณะ

สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

วันที่เสร็จโครงการ 31 พฤษภาคม 2553

สัญญาเลขที่ RDG5350008

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “ครุวิจัย-พลังงานในพื้นที่ 5 จังหวัด”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1.นายกำพล ประทีปชัยกูร	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
2.นายไพโรจน์ คีรีรัตน์	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
3.นายฐานันดร์ศักดิ์ เทพญา	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

และคณะ

ชุดโครงการ “ครุวิจัย-พลังงานในพื้นที่ 5 จังหวัด”

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

สัญญาเลขที่ RDG5350008

โครงการ "ครุวิจัย-พลังงานในพื้นที่ 5 จังหวัด"

บทสรุปของผู้บริหาร

ผู้เสนอ	:	รศ. กำพล ประทีปชัยกูร
หน่วยงานต้นสังกัด	:	วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ระยะเวลาดำเนินการ	:	1 ปี (15 ตุลาคม 2552 ถึง 14 ตุลาคม 2553)

สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ม.อ.) เป็นศูนย์พี่เลี้ยงด้านพลังงานในโครงการครุวิจัย สกว. ตั้งแต่ปี 2550 มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดกระบวนการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์พลังงานและวิศวกรรมไปพร้อมกับเรียนรู้ศักยภาพของครู โดยคาดว่าสักวันหนึ่งจะได้วิธีการสอนที่ดีสำหรับครู

ในฝึกวิจัยครั้งนี้ ครูฝึกการคิด จากการออกแบบการวิจัยและวางแผนทดลองเอง ครูฝึกการอ่าน ด้วยการอ่านรายงาน บทความวิจัยเพื่อนำมาใช้ออกแบบการทดลองและอ่านหนังสือแนะนำตามความสนใจ ครูฝึกการเขียนด้วยการเขียนเรื่องเล่า เขียนโปสเตอร์ เขียนบทความวิจัย

ความตั้งใจของครูอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ ครูยังต้องการบรรยากาศที่ดีด้วย โดยเฉพาะบรรยากาศแห่งมิตรภาพและความไว้วางใจ ซึ่งช่วยเปิดประตูแห่งความอยากเรียนรู้ ทั้งนี้ต้องมีวินัยด้วย

ในการฝึกทำวิจัย ครูได้เรียนรู้ใน 2 แนวทาง คือ เรียนรู้ด้วยตัวเองทั้งหมด กับเรียนตามแผนที่พี่เลี้ยงจัดไว้ให้ ซึ่งเหมาะสำหรับการเรียนศาสตร์เฉพาะ ที่ต้องการความแม่นยำในหลักการ

การมาฝึกทำวิจัยพลังงานหนึ่งเดือน ครูสามารถเลือกเรียนได้จาก 6 กลุ่มวิจัย คือ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม ไบโอดีเซล ก๊าซชีวภาพ เชื้อเพลิงแข็ง และก๊าซชีวมวล ตามความถนัดและศักยภาพที่จะนำไปใช้ที่โรงเรียน ทำให้คุณครูทั้ง 20 คน ได้เรียนรู้ศาสตร์แขนงต่าง ๆทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรียนรู้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับพี่เลี้ยง ทำให้เข้าใจกระบวนการวิจัย จนสามารถผลิตผลงานเป็นบทความได้ 17 เรื่อง

กระบวนการสอน เป็นการฝึกให้ครูเข้าใจวิธีการหาข้อมูล และการแปลผลข้อมูล ที่เน้นปฏิบัติ ให้ความรู้ระหว่างทำ และให้ครูสร้างอุปกรณ์ทดลองเอง โดยฝึกสร้างกันใน workshop ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ม.อ. ซึ่งมีครูช่างและนักศึกษาคอยให้ความช่วยเหลือ ครูที่ผ่านการเรียนแบบนี้จะสามารถสร้างอุปกรณ์ทดลองง่าย ๆ ที่โรงเรียนได้ และสนุกกับการสอนโครงงาน

ครูที่เข้าร่วมโครงการครุวิจัยพลังงาน เป็นครูที่มีศักยภาพในการพัฒนา แม้ได้รับการฝึกฝนในระยะเวลาอันสั้น ก็สามารถนำไปทดลองขยายผลสู่การสอนที่โรงเรียนได้ มีกรณีให้ศึกษา การทำงานของครูในช่วงการฝึกฝนได้สะท้อนให้เห็นผ่านพฤติกรรมที่แสดงออกให้เห็น ซึ่งผลการประเมินของพี่เลี้ยงอยู่ในระดับที่ดีและดีมาก แม้จะเป็นการประเมินที่ไม่ครอบคลุมทุกด้าน

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : สัญญาเลขที่ RDG5350008

ชื่อโครงการ : โครงการ "ครุวิจัย-พลังงานในพื้นที่ 5 จังหวัด"

ชื่อนักวิจัย : กำพล ประทีปชัยกูร

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

email address : gumpon.p@psu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 15 ตุลาคม 2552 - 14 ตุลาคม 2553

โครงการครุวิจัยพลังงาน เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศักยภาพของครูด้วยกระบวนการวิจัยจากประสบการณ์นอกห้องเรียน เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเชื่อมโยงกับวิถีชีวิต และเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนของครู ที่สามารถสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการฝึกการทำวิจัยเป็นเวลา 1 เดือน สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้จัดการเรียนรู้เป็น 3 ส่วนให้แก่ครู 20 คน คือ การบรรยายเนื้อหาพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์พลังงาน วิธีการทำวิจัย การเรียนรู้ด้วยการลงปฏิบัติ ซึ่งมี 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอนุรักษ์พลังงาน กลุ่มอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ กลุ่มเชื้อเพลิงแข็งและก๊าซชีวมวล กลุ่มไบโอดีเซล กลุ่มพลังงานลม และกลุ่มก๊าซชีวภาพ และการเรียนรู้ด้วยการทัศนศึกษา ได้แก่ ทัศนศึกษาอารยะธรรมรอบทะเลสาบสงขลา การวิจัยการท่องเที่ยวเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรของชุมชนบ้านบ่อเจ็ดลูก ผลการฝึกครูทำวิจัยครั้งนี้ ได้ทำให้ครูมีความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน สามารถออกแบบการทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน ครูแต่ละคนสามารถเขียนผลงานวิจัยเป็นรายงานและบทความวิจัย ได้ผลงานวิจัย 17 เรื่อง ครูที่เข้าอบรมมีทัศนคติที่ดีต่อการทำวิจัยด้านพลังงานและได้นำประสบการณ์ที่ได้ไปขยายผลต่อที่โรงเรียน เช่น การให้นักเรียนทำโครงงานที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในชุมชน การทำไบโอดีเซลในโรงเรียน การผลิตก๊าซชีวภาพ เป็นต้น สรุปผลของโครงการนี้ ครูได้ความรู้และได้ประสบการณ์จากนอกห้องเรียนที่สามารถนำไปพัฒนาการเรียนการสอนที่โรงเรียนได้ ทั้งนี้เสนอแนะให้ติดตามและให้ทุนสนับสนุนแก่ครูกลุ่มนี้ต่อเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ทำวิจัยอย่างต่อเนื่องจนได้เป็นตัวอย่างแก่ครูคนอื่น จนสามารถสร้างผลงานวิจัยและสาระการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

คำหลัก :

ครุวิจัยพลังงาน, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์

Abstract

Project Code : RDG5130033

Project name: Kuruvijai-Energy in the 5 provincial areas

Researchers: Gumpon Prateepchaikul

Faculty of Engineering, Prince of Songkla University

email address : gumpon.p@psu.ac.th

Duration: October 15, 2009 - October 14, 2010

The objectives of Kuruvijai-energy project is to develop the teachers' potential with research methodology from the off-classroom experience, to enhance the knowledge and understanding in scientific principle and to develop the teaching procedure of the teachers in order to create the eagerness in learning of the students by research training for 1 month. Energy technology research center, Prince of Songkla University organized the training for 20 teachers into 3 parts: energy science fundamental lecture, research methodology and practice. Six groups have been divided: energy conservation, solar drying, solid fuel and gasification, biodiesel, Wind energy, and biogas. Study visits to Songkla lake's culfure. Tourism Research for Conservation of Ban Bo Chet Luk.. After finishing the project, all participants gains the energy fundamental knowledge, the capability in experimental design in order to describe the relation in conjunction with the alternative energy and energy conservation. Each participant has the ability to write a research report and research paper. 17 research works have been achieved from this workshop. All participants have the good impression in energy research and brought this experience to his/her school for further development i.e, student project in the field of community knowledge, school biodiesel, biogas from the waste. At last all participant have the experience and knowledge in which he/she can bring this experience to develop his/her teaching in the school. However, follow-up and financial support in research fund are suggested for these teachers in order to keep them performing the research continuously.

Keyword

Kuruvilai-energy, Prince of Songkla university, Department of Mechanical Engineering

สารบัญ

สัญญาเลขที่ RDG5350008
โครงการ "ครูวิจัย-พลังงานในพื้นที่ 5 จังหวัด"
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน : รศ. กำพล ประทีปชัยกูร

หน่วยงาน : สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิยาลัยสงขลานครินทร์

Email address : gumpon.p@psu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 15 ตุลาคม 2552 – 14 ตุลาคม 2553

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อพัฒนาศักยภาพของครูด้วยกระบวนการวิจัยจากประสบการณ์ นอกห้องเรียน
2. เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเชื่อมโยงกับวิถีชีวิต
3. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนของครูที่สามารถสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ของนักเรียน

ตารางเปรียบเทียบ วัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ได้จัดการเรียนรู้กระบวนการทำวิจัยด้วยการลงมือปฏิบัติเอง ภายใต้การดูแลอย่างใกล้ชิดของพี่เลี้ยง คือ อาจารย์และผู้ช่วยวิจัย

การเรียนเป็นกลุ่มวิจัย ทำให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในกลุ่ม บางครั้งก็มีการไปแอบเรียนรู้การทำวิจัยของกลุ่มอื่น

ในตารางแสดงผลการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานกับวัตถุประสงค์ และประเมินผลสัมฤทธิ์จากการทำงานครั้งนี้

วัตถุประสงค์	กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ* ผลสัมฤทธิ์
1. เพื่อพัฒนาศักยภาพของครูด้วยกระบวนการวิจัยจากประสบการณ์นอกห้องเรียน	ให้ความรู้พื้นฐานต่าง ๆ เช่น การสืบค้นสิทธิบัตร การทำวิจัย และการวางแผน การใช้เครื่องมือวัด	ครูเข้าใจกระบวนการวิจัย และเรียนรู้การสร้างความรู้จากกระบวนการวิจัย ได้ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้สร้างความก้าวหน้าในวิชาชีพ	ได้บรรยายความรู้พื้นฐานในแต่ละหัวข้อ ได้ฝึกการเก็บข้อมูล ได้ผลงานวิจัย 17 เรื่อง	100%

วัตถุประสงค์	กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ* ผลสัมฤทธิ์
2. เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเชื่อมโยงกับวิถีชีวิต	การไปทัศนศึกษาฝึกเขียนรายงาน	ครูได้เรียนรู้ในหัวข้อเกี่ยวกับการใช้พลังงานหมุนเวียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนและเผยแพร่ในชุมชนได้	ได้พาครูไปทัศนศึกษานอกสถานที่และประชุมสังเคราะห์ความรู้	100%
3. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนของครูที่สามารถสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ของนักเรียน	การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล	ครูสามารถพัฒนาการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้จากกระบวนการทำวิจัย	ครูได้รายงานวิจัยที่เชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ ได้อุปกรณ์ทดลอง	100%

รายละเอียดการดำเนินงาน

การศึกษาเป็นเสาหลักในการสร้างคนในประเทศ โดยมีครูเป็นบุคคลสำคัญ กล่าวคือ ครูเก่งย่อมมีผลให้นักเรียนเก่งด้วย ที่ส่งผลให้ชาติเข้มแข็ง ไม่มีกระบวนการใดที่ใช้พัฒนาคนได้อย่างมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการทำวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โดยฝ่ายชุมชนและสังคม (ฝ่าย 4) และฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย5) จึงได้สนับสนุนทุนให้ครูจำนวน 47 คน เข้าฝึกทำวิจัยกับนักวิจัยของสถานวิจัยพลังงาน มอ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ภายใต้โครงการครุวิจัย ทั้งนี้ในจำนวนครูทั้งหมดนี้มีครูจากภาคใต้ 20 คน ที่มาจากพื้นที่ 5 จังหวัด (สงขลา สตูล พัทลุง ตรัง และนครศรีธรรมราช) ได้เข้าฝึกทำวิจัยในโครงการนี้เป็นพิเศษตามยุทธศาสตร์การพัฒนาการศึกษาของฝ่าย 5

การเรียนรู้การทำวิจัยของครู 47 คนได้ถูกจัดแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่มประหยัดพลังงาน กลุ่มอบแห้ง กลุ่มเชื้อเพลิงแข็งและก๊าซชีวมวล กลุ่มไบโอดีเซล และกลุ่มก๊าซชีวภาพ กลุ่มพลังงานลม โดยครูต้องเข้ามาพักในมหาวิทยาลัยและฝึกทำวิจัยด้านพลังงานเป็นเวลาหนึ่งเดือนเต็ม คือ ในเดือนเมษายน 2553 เป็นการพิสูจน์ว่าครูสามารถสร้างความรู้เองได้ด้วยการวิจัย ครูทุกคนจะนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาแปลงเป็นความรู้และนำเสนอในรูปของโปสเตอร์ การบรรยาย บทความผลงานวิจัย รวมไปถึงสาระการเรียนรู้ ที่ครูสามารถนำไปใช้ที่โรงเรียนได้

สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงานจะจัดให้มีการฝึกทักษะการทำวิจัยให้แก่ครูโดยใช้สถานที่ฝึกและทำวิจัยในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ภายใต้การดูแลของอาจารย์ในสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงานและนักศึกษาปริญญาโทอย่างใกล้ชิด ผู้เข้าร่วมโครงการทุกคนจะเข้าพักในหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งอยู่ห่างจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ประมาณ 300 เมตร การฝึกทักษะการทำวิจัยมีระยะเวลา 1 เดือน คือ เดือนเมษายน

การคัดเลือกครูผู้ร่วมโครงการ ของ สกว. ฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5) ศูนย์พี่เลี้ยงได้ทำการคัดเลือกครูผู้ร่วมโครงการจากข้อเสนอโครงการวิจัยที่ครูแต่ละคนส่งมาสมัคร โดยผ่านเกณฑ์การคัดเลือก 33 คน ซึ่งตัวแทนจากสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงานในแต่ละกลุ่มวิจัยได้พบครูที่ผ่านการคัดเลือกดังกล่าว ในงานประชุมพัฒนาข้อเสนอโครงการครุวิจัย ในวันที่ 23 มกราคม 2553 เวลา 10.00 น. – 14.00 น. ณ ห้องประชุมมงคลสุข คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อปรับปรุงข้อเสนอต่อไป โดยกำหนดให้ครูส่งข้อเสนอที่ปรับปรุงแล้วภายในสิ้นเดือนมกราคม 2553 ซึ่งในเดือนเมษายน 2553 มีครูที่เข้าฝึกอบรม 20 คน

พี่เลี้ยงครุวิจัยพลังงานมอ. ได้รวบรวมข้อมูลที่จำเป็น ซึ่งเพียงพอระดับหนึ่งสำหรับครูที่มาอยู่กับศูนย์พี่เลี้ยงแห่งนี้ คู่มือได้อธิบายกิจกรรมต่าง ๆ ให้ครูได้รับทราบ และอธิบายแนวทางการทำวิจัยของกลุ่มวิจัยต่าง ๆ ครูต่างกลุ่มจะได้เห็นกิจกรรมของกลุ่มอื่น หากสนใจก็สามารถไปเรียนรู้ข้ามกลุ่มได้ การได้สัมผัสกับวิธีการวิจัยที่แตกต่างกัน ตามศาสตร์แต่ละแขนง ก็จะยิ่งทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจกระบวนการการวิจัยได้ดีและลุ่มลึกยิ่งขึ้น

การเรียนรู้พลังงานซึ่งเป็นศาสตร์ทางกายภาพ ที่มีการจัดการเรียนการสอนโดยภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและภาคอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องมีการเรียนความรู้พื้นฐาน เช่น การสืบค้นข้อมูล เครื่องมือวัด การออกแบบการวิจัย กลศาสตร์ของไหลและอุณหพลศาสตร์ รวมไปถึงทำความเข้าใจในศาสตร์เบื้องต้นของการวิจัยในแต่ละแขนง แม้การทำวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นการวิจัยเชิงการทดลอง มีการสร้างชุดทดลองเพื่อใช้เก็บข้อมูลอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ แต่ก็มีงานวิจัยบางส่วนสร้างแบบจำลองด้วยสมการคณิตศาสตร์ ในการอธิบายปรากฏการณ์บางอย่าง ครูจะได้เรียนรู้การแปลงข้อมูลเป็นความรู้ ด้วยกระบวนการวิเคราะห์และสังเคราะห์ ซึ่งครูต้องใช้ความรู้เดิม ความรู้จากการอ่านงานวิจัยของคนอื่น และข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

รายชื่อครูผู้เข้าฝึกอบรมครุวิจัยในเดือนเมษายน 2553 มีดังนี้

กลุ่มพลังงานแสงอาทิตย์

พี่เลี้ยง : รศ.ดร.สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล โทร.074-287036 E-mail : supawan.t@psu.ac.th

ผศ.ดร.ยุทธนา ฏิระวณิชย์กุล

ผู้ช่วยวิจัย : จุฑารัตน์ ทะสะระ โทร.080-5404663 E-mail : ajutarut@hotmail.com

ชื่อ-สกุล	จังหวัด	หัวข้อวิจัย
นายเฉลิม ปานมา	นครศรีธรรมราช	การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งขนุนด้วยระบบผสมผสานกับพลังงานแสงอาทิตย์

กลุ่มพลังงานลม

พี่เลี้ยง :ดร.ฐานันดร์ศักดิ์ เทพญา

โทร.074-287211, 089-4659205 E-mail: thanan@me.psu.ac.th

ชื่อ-สกุล	จังหวัด	หัวข้อวิจัย
นางสาวภัชรินทร์ เลิศบุรุษ	นครศรีธรรมราช	เครื่องมือวัดความเร็วลม/ หรือเครื่องมือวัดทิศทางลม
นายสิรภพ กาฬสุวรรณ	สงขลา	เครื่องมือวัดความเร็วลม/ หรือเครื่องมือวัดทิศทางลม
นางสาวนพกนก ดวงรัตน์	พัทลุง	เครื่องมือวัดความเร็วลม/ หรือเครื่องมือวัดทิศทางลม
นายอนุจิต นันทศรี	พัทลุง	เครื่องมือวัดความเร็วลม/ หรือเครื่องมือวัดทิศทางลม
นางสาวดวงแข เพชรเรือนทอง	ตรัง	เครื่องมือวัดความเร็วลม/ หรือเครื่องมือวัดทิศทางลม

กลุ่มไบโอดีเซล

พี่เลี้ยง : รศ.กำพล ประทีปชัยกูร โทร.086-6945670 E-mail : gumpon.p@psu.ac.th

ผู้ช่วยวิจัย : นายสุรชัย จันทร์ศรี โทร.085-1829505 E-mail : k_aew474@yahoo.com

ชื่อ-สกุล	จังหวัด	หัวข้อวิจัย
นางสุนันทา สุวรรณะ	สงขลา	ศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการลดกรดและกำจัดยางเหนียวโดยกระบวนการปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน
นางสาวปัทมา ยืนยาว	นครศรีธรรมราช	การลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยคลื่นไมโครเวฟ
นางณวลน้อย บัวเงิน	สงขลา	การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูด้วยคลื่นไมโครเวฟ
นางสาวจุฑามาศ จอมทอง นางสาวกรรณิกา จอมทอง	นครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช	การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วที่ผ่านการลดกรดไขมันอิสระโดยใช้ถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตรด้วยกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน

กลุ่มก๊าซชีวภาพ

พี่เลี้ยง : ผศ.ดร.สุเมธ ไชยประพัทธ์

ผู้ช่วยวิจัย : นางสาวอิฐสรา 084-8599938 E-mail : hyacinth@gmail.com

ชื่อ-สกุล	จังหวัด	หัวข้อวิจัย
นายขจรศักดิ์ นกร่อน	พัทลุง	ผลของน้ำยาล้างจานต่อศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารอินทรีย์

พี่เลี้ยง : ดร.ปิยะรัตน์ บุญแสวง

E-mail : piyarat.b@psu.ac.th โทร. 0-7444-6727, 0-7428-6372

ชื่อ-สกุล	จังหวัด	หัวข้อวิจัย
นางจุรีย์ ช่วยชาติ	ตรัง	การผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลสุกรร่วมกับกากตะกอนดีแคนเตอร์จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

พี่เลี้ยง : รศ.กำพล ประทีปชัยกูร

โทร.086-6945670 E-mail : gumpon.p@psu.ac.th

ชื่อ-สกุล	จังหวัด	หัวข้อวิจัย
นายธีระพันธ์ จุลแก้ว	สงขลา	การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม
นายจรูญ อินเอก	สงขลา	
นางอำไพ กลับทับลังค์	นครศรีธรรมราช	

กลุ่มเชื้อเพลิงแข็งและก๊าซชีวมวล

พี่เลี้ยง : รศ.ไพโรจน์ คีรีรัตน์

โทร.074-287207, 081-9692492 E-mail: pairoj.k@psu.ac.th

ชื่อ-สกุล	จังหวัด	หัวข้อวิจัย
นายรณภพ สำเภาทอง นางพาณิภัค พุทธสะแสง	สงขลา ตรัง	การขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็งจากผงถ่านที่ได้จากเศษวัสดุทางการเกษตร
		การศึกษาเตาแก๊สชีวมวลสำหรับการจัดการเรียนการสอน

กลุ่มการอนุรักษ์พลังงาน

พี่เลี้ยง : ดร.นันทพันธ์ นภัทรานันทน์

โทร.074-287229,086-9632232 E-mail : sphutthi@me.psu.ac.th

ชื่อ-สกุล	จังหวัด	หัวข้อวิจัย
นายไฟซอล ยีโกบ	นครราชสีมา	การเปรียบเทียบสีของหลังคาบ้านที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในบ้าน
นางสาวศิริขวัญ จันทร์มณี	พัทลุง	วิเคราะห์การหาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารไม้

ปัจจุบันมีครูที่จะเข้าร่วมโครงการครุวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนวิจัย จาก (สกว.) ฝ่ายชุมชนและสังคม (ฝ่าย 4) 27 คน และฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย5) 20 คน รวมครูจำนวน 47 คน โดยฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5) สละสิทธิ์ทั้งหมด 13 คน ดังนี้

- นายอนุวัฒน์ รัตนมณี โรงเรียนคูเต่าวิทยา จ.สงขลา
  เหตุผล : ไม่สะดวกในการพักอยู่ในมหาวิทยาลัย แจ้งเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2553
- นางอารยา สกุลนุ้ย โรงเรียนบ้านควนเงิน จ. นครศรีธรรมราช
  เหตุผล : ย้ายโรงเรียนใหม่
- นายเดโช สิงหพันธ์ โรงเรียนบ้านนำทรัพย์ จ.นครศรีธรรมราช
  เหตุผล : พ่อไม่สบาย แจ้งเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2553
- นางสาวเสาวนิดย์ อินทร์แก้ว โรงเรียนรัตภูมิวิทยา จ.สงขลา
  เหตุผล : ติดภารกิจที่โรงเรียน แจ้งเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2553
- นางพรพรรณ แก้วนาเส็ง โรงเรียนเขาวิเศษ จ.ตรัง
  เหตุผล : สามีประสบอุบัติเหตุต้องเฝ้าไข้ แจ้งเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2553
- นางปราณี ลิ่มเซ่ง โรงเรียนบ่อหิน จ.ตรัง
  เหตุผล : ติดสอนเดือนเมษายน แจ้งเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2553
- นางสุวเพ็ญ วุฒิมานพ ,นายบุญยัง ทัลวรรณ์ โรงเรียนวัดน้ำสรง จ.นครศรีธรรมราช
  เหตุผล : ไม่สะดวกพักที่มหาวิทยาลัยตลอดเดือนเมษายน 2553 แจ้งเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2553
- นางสาวนิตยา สุขจ้อง โรงเรียน จ.นครศรีธรรมราช
  เหตุผล : ติดภารกิจที่โรงเรียน แจ้งเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2553

- นายบุญนำ หมีนยะลา โรงเรียนบ้านเขาน้อย จ.สงขลา
  เหตุผล : ไม่แจ้งให้ทราบ
- นางสาวชนิกา บัวเผียน โรงเรียนบ้านท่าวา จ.พัทลุง
  เหตุผล : ไม่แจ้งให้ทราบ
- นายอรรถกร เหรียญนุ้ย โรงเรียนกงหราพิชากร จ.พัทลุง
  เหตุผล : ไม่แจ้งให้ทราบ
- นางจรินทร์ แก้ววิจิตร โรงเรียนวัดป่าระกำ จ.พัทลุง
  เหตุผล : ไม่แจ้งให้ทราบ

กำหนดการโครงการครูวิจัยพลังงาน

โครงการครูวิจัย สกว. ได้กำหนดให้ครูวิจัยพลังงานทุกคน เข้าพักในหอพักนักศึกษา และเรียนรู้การทำวิจัย 1 เดือนเต็ม โดยมีกำหนดการดังนี้

วันพุธที่ 31 มีนาคม 2553 ครูเดินทางมาถึงที่พัก

วันพฤหัสบดีที่ 1 เมษายน 2553 ปฐมนิเทศ ณ ห้องประชุมมงคลสุข คณะวิศวกรรมศาสตร์
(คุณครูต้องเตรียม โน๊ตบุ๊กเพื่อมาใช้ในการสืบค้นข้อมูลและสิทธิบัตร)

08.00-08.30 น.	ลงทะเบียน
08.30-09.30 น.	กล่าวต้อนรับโดยคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และผู้อำนวยการสถานวิจัย
09.30-10.00 น.	แนะนำการเรียนรู้ โดย รศ.ไพโรจน์ คีรีรัตน์
10.00-12.00 น.	แบ่งกลุ่มพบพี่เลี้ยง และนำเสนอวิธีการวิจัยแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 15 นาที
12.00-13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน (หน้าห้องประชุมมงคลสุข)
13.00-15.00 น.	การวางแผนทำวิจัย โดย รศ.ดร.พีระพงศ์ ทีฆสกุล
15.00-17.00 น.	การสืบค้นข้อมูลและสิทธิบัตร โดย ดร.ฐานันดร์ศักดิ์ เทพญา
18.00-18.30 น.	รับประทานอาหารเย็น ที่ SING GOLDEN PLACE HOTEL
19.00-21.30 น.	กิจกรรมสันทนาการ

วันศุกร์ที่ 2 เมษายน 2553 การบรรยายความรู้พื้นฐาน ณ ห้องประชุมมงคลสุข คณะวิศวกรรมศาสตร์

08.00-10.00 น.	ทฤษฎีพื้นฐานของไหลและความร้อน โดย รศ.ไพโรจน์ คีรีรัตน์
10.00-12.00 น.	เครื่องมือวัด โดย ดร.ชยุด นันทดุสิต
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน (หน้าห้องประชุมมงคลสุข)
13:00-15:00 น.	การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอ โดย ดร.ชยุด นันทดุสิต
15:00-17:00 น.	การวางแผนเขียนรายงาน โดย รศ.ไพโรจน์ คีรีรัตน์

วันเสาร์ที่ 3 เมษายน 2553 ทัศนศึกษาเยี่ยมชมวิถีโหนด-นา-เล 3 ตำบล ท่าหิน-คูขุด-คลองรี

06.00 น.	ออกเดินทางจากศูนย์กีฬา ข้างสระว่ายน้ำ

07.00 น. คณะเดินทางถึงวัดท่าหิน ตำบลท่าหิน อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ลงเรือชมวิถีชีวิตชาวประมงในทะเลสาบสงขลา ท่าเรือวัดท่าหิน

09.00 น. พร้อมกันที่ศูนย์เรียนรู้ ชมวิธีการปีนดาล/การเคี่ยวดาล/การแปรรูปน้ำดาลแว่น/น้ำดาลผง/ขนมพื้นบ้าน/การจักสาน/ทำสบู่ลูกดาล /การเฉาะดาล

โดยแบ่งเป็น 5 ฐาน

1. การทำน้ำดาลผง/แว่น 2. การทำขนมพื้นบ้าน

3. การจักรสาน 4.การเฉาะดาล 5.ทำสบู่ลูกดาล

เรียนรู้วิถีการทำนา สีข้าว ดำข้าว แลกเปลี่ยนการทำนา

12.00 น. รับประทานอาหารเที่ยง อาหารพื้นบ้าน

13.15 น. เดินทางไปบ้านดอนคัน ตำบลคูขุด ชมการแปรรูปลูกดาลกรอบ พิพิธภัณฑ์ชุมชน

14.20 น. เดินทางไปองค์การบริหารส่วนตำบลคลองรี ชมการทำก๊าซชีวภาพ เดินทางชมเตาชีวมวลเคี่ยวดาลโดนด

15.30 น. นมัสการเจ้าแม่อยู่หัววัดท่าคุระ ตำบลคลองรี หรือเดินทางไปนมัสการหลวงปู่ทวดเหยียบน้ำทะเลจืด วัดพะโคะ

16.00 น. เดินทางไปหาดชลาทัศน์ และสักการะอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพร

18.00 เดินทางกลับโดยสวัสดิภาพ

วันอาทิตย์ที่ 4 เมษายน 2553 พัก หรือ ปฏิบัติการวิจัย

วันจันทร์ที่ 5-8 เมษายน 2553 ปฏิบัติการวิจัย

วันศุกร์ที่ 9 เมษายน 2553

09.00-12.00 น. นำเสนอรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 ณ ห้องบรรยายรวม ME 110 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

13.00 – 17.00 น. ปฏิบัติการวิจัย

วันเสาร์ที่ 10 เมษายน 2553 ทัศนศึกษางานวิจัยท้องถิ่น จังหวัดสตูล

06.00 น. ออกเดินทางจากศูนย์กีฬา ข้างสระว่ายน้ำ

09.00-12.00 น. เดินทางถึงถ้ำภูผาเพชร ชมความงามของหินงอก หินย้อยตามธรรมชาติ

12.00–13.00 น. รับประทานอาหารกล่องหน้าถ้ำภูผาเพชร

13.00 -14.30 น. เดินทางไปบ้านบ่อเจ็ดลูก อ.ละงู จ.สตูล

14.30-16.00 น. ฟังบรรยายงานวิจัยท่องเที่ยว โดยนักวิจัยชาวบ้านและการทำวิจัยท้องถิ่น โดยผู้ประสานงาน

16.00-17.00 น. รับประทานอาหารเย็น

17.00 น. เดินทางกลับที่พัก อ.หาดใหญ่

หมายเหตุ กำหนดการอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

วันอาทิตย์ที่ 11 เมษายน 2553 พัก หรือ ปฏิบัติการวิจัย

วันจันทร์ที่ 12 เมษายน 2553

08.00 – 12.00 น. ปฏิบัติการวิจัยวิจัย

12.00 – 14.00 น. ร่วมกิจกรรมสงกรานต์ และร่วมรับประทานอาหาร ณ ลานหน้าห้องประชุมมงคลสุข คณะวิศวกรรมศาสตร์

14.00 – 17.00 น. ปฏิบัติการวิจัยวิจัย

วันอังคารที่ 13-15 เมษายน 2553 พัก/ปฏิบัติการวิจัยวิจัย

วันที่ 16-18 เมษายน 2553 ปฏิบัติการวิจัย

วันจันทร์ที่ 19 เมษายน 2553

09.00-12.00 น. นำเสนอรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ณ ห้องบรรยายรวม ME 110 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

12.00 น. ปฏิบัติการวิจัย

วันที่ 20-25 เมษายน 2553 ปฏิบัติการวิจัย

วันจันทร์ที่ 26 เมษายน 2553

08.00-12.00 น. นำเสนอรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 ห้องบรรยายรวม ME 110 ภาคฯเครื่องกล

13.00-16.30 น. ปฏิบัติการวิจัย

วันที่ 27-28 เมษายน 2553 สังเคราะห์ข้อมูลกับพี่เลี้ยง และเขียนรายงาน

- จัดทำ โปสเตอร์บน Power Point ขนาดกว้าง 80 cm สูง120 cm
- เขียนบทความวิจัย
- จัดทำสื่อชุดการเรียนรู้
- เขียนเรื่องเล่าประสบการณ์ฝึกทำวิจัยที่ มอ.

วันพุธที่ 28 เมษายน 2553 ส่งงานทั้งหมดใส่แผ่น CD/DVD โดยแยกเป็น1 คน ต่อ 1 แผ่นหรือผ่านทาง E-mail karuvijai.etrc@gmail.com ดังนี้

- จัดทำ โปสเตอร์บน Power Point (ส่งก่อน11.00 น. ที่แนน)
- เขียนบทความวิจัย
- จัดทำสื่อชุดการเรียนรู้
- เขียนเรื่องเล่าประสบการณ์ฝึกทำวิจัยที่ มอ.

วันพฤหัสบดีที่ 29 เมษายน 2553 เดินทางไปร่วมประชุมที่กทม.

ก่อน 12.00 น. คืนกุญแจที่สำนักงานอยู่ชั้นล่างของหอพัก และคืนพัดลมพร้อมกล่องบรรจุที่ รปภ.หอพักหญิง

โดยแจ้งชื่อกับ รปภ. ว่าเป็นพัดลมของห้องไหน

16.30 น. เดินทางออกจาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

19.00 น. รับประทานอาหารเย็นที่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช

24.00 น. ทานมื้อดึก ที่ร้านคุณสาหร่าย จ.ชุมพร

วันศุกร์ที่ 30 เมษายน 2553

06.00 น. ถึงที่พักกทม. รับประทานอาหารเช้า และพักผ่อนตามอัธยาศัย

12.00 น. รับประทานอาหารเที่ยง

16.00 น. จัดนิทรรศการที่โรงแรมเพื่อเตรียมนำเสนอผลงาน

18.30 – 21.00 น.งานเลี้ยงต้อนรับครุวิจัยปี 2553

วันเสาร์ที่ 1 พฤษภาคม 2553 ประชุมนำเสนอผลงานครุวิจัยปี 2553

8.00-9.000 น. ลงทะเบียนและชมนิทรรศการ

9.00-9.10 น. แนะนำโครงการครุวิจัย สกว. โดย ดร.สีลาภรณ์ บัวสาย

9.10-9.30 น. เปิดประชุม โดย ดร.ชินภัทร ภูมิรัตน เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

9.30-10.00 น. บรรยาย **"ครูนักจัดการการเรียนรู้ในสังคมไทย"**

10.00-10.15 น. พักรับประทานอาหารว่าง

10.00 - 11.00น. การเสวนา **"การฝึกทำวิจัย เพื่อเป็นครูผู้สร้างและนักจัดการการเรียนรู้"**
โดยตัวแทนครูจาก ศูนย์ไดโนเสาร์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ทางทะเล ศูนย์สิ่งแวดล้อม
ดำเนินรายการโดยคุณครูบุเรียม พรหมปลัด

11.00 – 12.00น.การเสวนา **"กระบวนการฝึกครูทำวิจัย ทางเลือกใหม่สำหรับการศึกษา"**
โดยพี่เลี้ยงจากศูนย์ไดโนเสาร์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ทางทะเล ศูนย์ดาราศาสตร์ (LESA) และศูนย์สิ่งแวดล้อม
ดำเนินรายการโดย รศ.สุชาดา ชินะจิตร

12.00 – 13.00 น. พักรับประทานอาหาร และชมนิทรรศการ

13.00 – 14.00 น. การเสวนา " **การฝึกทำวิจัย...เป็นเส้นทางของครูไทยจริงหรือ** "
โดยครูจากศูนย์พลังงาน ศูนย์อุตสาหกรรมอาหาร ศูนย์นวัตกรรมและการจัดการเทคโนโลยีอาหาร ดำเนินรายการโดยคุณครูยุพาพรรณ วรรณสาย

14.00 – 15.00 น.การเสวนา **"รูปแบบการฝึกครูไทยทำวิจัย ที่เชื่อมโยงกับห้องเรียน"**
โดยพี่เลี้ยงจากศูนย์พลังงาน ศูนย์อุตสาหกรรมอาหาร ศูนย์นวัตกรรมและการจัดการเทคโนโลยีอาหาร ดำเนินรายการโดย รศ.สุธีระ ประเสริฐสรรพ์

15.00 -15.15 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.15 - 17.00 น.วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลการฝึกทำวิจัยของโครงการครุวิจัยสกว. ปี 2553
โดย รศ.สุชาดา ชินะจิตร รศ.ดร.สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ และ ดร.เลขา ปิยะอัจฉริยะ

17.00 น. ปิดประชุม

วันอาทิตย์ที่ 2 พฤษภาคม 2553 เดินทางกลับก่อนเที่ยง

แนวทางการวิจัยกลุ่ม

- กลุ่มวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์

กิจกรรม	สถานที่	สัปดาห์			
		1	2	3	4
1.บรรยายเรื่อง "ทฤษฎีการอบแห้งและการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	ห้องประชุมภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	↔			
2. การสืบค้นข้อมูล	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	↔			
3.การออกแบบการทดลอง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ลานตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	↔			
4. เตรียมอุปกรณ์	Work Shop ลานตากแห้ง ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาเคมี (คณะวิทย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	↔			
5. ทำการทดลอง	ลานตากแห้ง ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาเคมี (คณะวิทย์) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล		↔	↔	
6. วิเคราะห์ผล	ลานตากแห้ง ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาเคมี (คณะวิทย์) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล			↔	↔
7.ประชุมกลุ่มย่อยเพื่อวิจารณ์ผล	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	↔	↔	↔	↔
8.เขียนรายงาน	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเคมี		↔	↔	↔

รายละเอียดกิจกรรมการวิจัย

1. การบรรยายทฤษฎีการอบแห้ง โดย รศ.ดร.สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล และบรรยายการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดย รศ.ดร.พีระพงศ์ ทีฆสกุล ณ ห้องประชุมภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

2. การสืบค้นข้อมูล สืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิก โดยใช้คอมพิวเตอร์ ศึกษารายงานโปรเจคนักศึกษา และสืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต (เพื่อความสะดวกครูควรนำคอมพิวเตอร์มาเอง)

3. การออกแบบการทดลอง/ 4.การเตรียมอุปกรณ์/ 5.การทำการทดลอง แยกตามเรื่องที่ทำดังต่อไปนี้

ก. การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และลมร้อน

(Solar Drying & Hot air Drying)

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินวิจัย

1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองได้แก่ พริก ตะไคร้ กระดุมทอง (โรงเรียนสันติสุข) ล้างให้สะอาด หาความชื้นตามมาตรฐาน AOAC (1995)

2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องอบแห้งที่ประกอบด้วยส่วนที่รับพลังงานแสงอาทิตย์ และมีส่วนของพลังงานความร้อนเสริมจากเครื่องทำความร้อน
- แผงรับความร้อนทำด้วยแผ่นสังกะสีทาสีดำ เพื่อช่วยในการดูดซับรังสี ด้านบนปิดด้วยพลาสติกใส ผนังด้านนอกทำด้วยสังกะสี ภายในบุด้วยฉนวนที่ทำด้วยโพลีเอทิลีนหนา 1 cm ประกอบเข้ากับตัวเครื่องอบแห้ง วางทำมุมเอียง 14 ° กับแนวระดับ
- ถาดอบแห้งมีพื้นที่การอบแห้งประมาณ 1 m^2 อบแห้งวัสดุได้ประมาณ 1-2 kg ต่อถาด
- เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ A&D รุ่น GF 3000 ค่าความละเอียด ±0.01 กรัม
- เครื่องวัดอุณหภูมิใช้เทอร์โมมิเตอร์ เพื่อวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง อุณหภูมิแวดล้อมและอุณหภูมิกระเปาะเปียก

ข. การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบตู้ : การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Infrared and Solar Drying)

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินวิจัย

1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองได้แก่ มันฝรั่ง ล้างให้สะอาด สไลด์เป็นชิ้นบาง ๆ หาความชื้นตามมาตรฐาน AOAC (1995)

2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

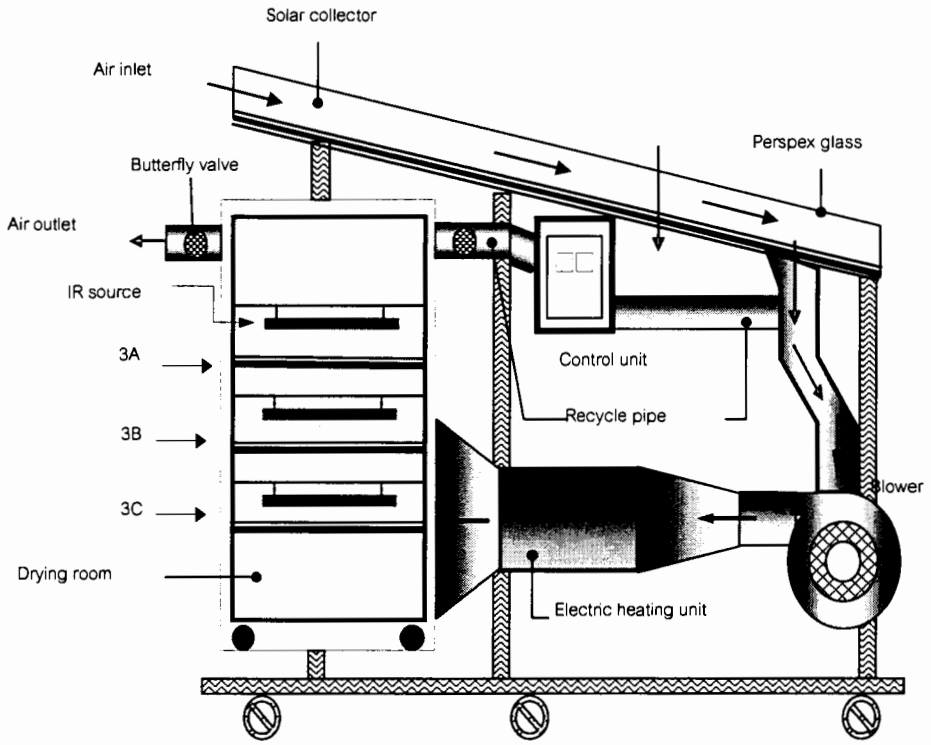
- ห้องอบแห้งมีปริมาตร 60×80×158.5 cm^3 ภายในบุฉนวนใยแก้ว หนา 5 cm
- แผงรับความร้อนทำด้วยแผ่นสังกะสีทาสีดำ เพื่อช่วยในการดูดซับรังสี มีขนาด 32.5×133×240 cm^3 ด้านบนปิดด้วยพลาสติกใส ผนังด้านนอกทำด้วยสังกะสี ภายในบุด้วยฉนวนที่ทำด้วยโพลีเอทิลีนหนา 1 cm ประกอบเข้ากับตัวเครื่องอบแห้ง วางทำมุมเอียง 14 ° กับแนวระดับ
- ถาดอบแห้งแดนเลส มีขนาด 44×70×5 cm^3 จำนวน 3 ถาด มีพื้นที่การอบแห้งรวม 3.08 m^2 อบแห้งวัสดุได้ประมาณ 1 kg ต่อถาด

- หลอดรังสีอินฟราเรดขนาด 500 W จำนวน 2 แท่ง ในแนวตั้งฉากกับทิศทางการไหลของอากาศและห่างจากวัสดุอบแห้ง 0.13 m
- เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ A&D รุ่น GF 3000 ค่าความละเอียด ±0.01 กรัม
- เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ความละเอียด ±0.01°C ต่อกับสายเทอร์โมคับเปิลชนิด K เพื่อวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง อุณหภูมิแวดล้อมและอุณหภูมิกระเปาะเปียก

3 วิธีการวิจัย

ทำการทดลองแบบแบตซ์ ใช้ตัวอย่างประมาณ 4 กิโลกรัมต่อแบตซ์

- ทำการทดลองอบแห้งในช่วง อุณหภูมิอบแห้ง 60-80°C ความเข้มของรังสีอินฟราเรดอยู่ในช่วง 500–1000 วัตต์
- บันทึกผลการทดลอง ได้แก่ น้ำหนัก อุณหภูมิกระเปาะเปียก กระเปาะแห้ง และอุณหภูมิอบแห้งภายในตู้อบแห้ง
- บันทึกปริมาณพลังงานที่ใช้ด้วย Watt-hour meter
- ทดสอบคุณภาพของกุ้งแห้ง ได้แก่ สี ร้อยละการหดตัว
- สรุปผลและรายงาน



รูปที่ 1 รายละเอียดของเครื่องอบแห้งแบบโดยการใช้พลังงานจากลมร้อน รังสีอินฟราเรดและแสงอาทิตย์

ค. การอบแห้งผลไม้ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray Drying)

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินวิจัย

1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ผลไม้ตามฤดูกาล หาความชื้นตามมาตรฐาน AOAC (1995)

2 อุปกรณ์

2.1 เครื่องอบแห้งผลไม้โดยใช้พลังงานความร้อนร่วมจากรังสีอินฟราเรดและพลังงานไฟฟ้า ที่ได้พัฒนาขึ้นมา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

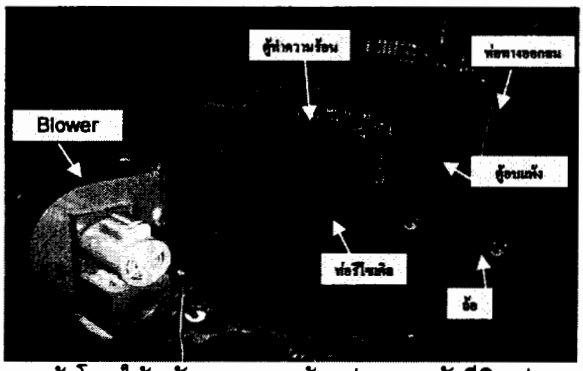
-ตู้อบแห้งมีขนาด 55×55×55 cm^3

-ถาดที่ใช้อบแห้งมีขนาด 30×32×2 cm^2 จำนวน 4 ถาด

-เครื่องทำความร้อนขนาดตัวละ 1000 W จำนวน 6 ตัว

-พัดลมเป่าอากาศ ขนาด 1 แรงม้า จำนวน 1 ตัว

-หลอดอินฟราเรด ขนาดหลอดละ 500 W จำนวน 4 หลอ



รูปที่ 2 เครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานความร้อนร่วมจากรังสีอินฟราเรดและพลังงานไฟฟ้า

2.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ A&D รุ่น GF 3000 ค่าความละเอียด ±0.1 g.

2.3 เครื่องวัดยี่ห้อ SUPCON ความละเอียด ± 0.01°C ต่อกับเทอร์โมคับเปิลชนิด K เพื่อวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง อุณหภูมิแวดล้อม และอุณหภูมิกระเปาะเปียก

2.4 เครื่องวัดความเร็วลม ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DA-45 ความละเอียด ±0.01 m/s

2.5 เวอร์เนีย

3 วิธีการทดลอง

- การอบแห้ง

สภาวะที่ 1 อบแห้งด้วยลมร้อนจากกระแสไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว

โดยกำหนดความเร็วลมภายในตู้อบแห้ง 1.0±0.5 m/s กระแสป้อนกลับของอากาศอบแห้ง 95% อุณหภูมิอบแห้งในช่วง 60-80°C

สภาวะที่ 2 อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียว

- บันทึกผลการทดลอง ได้แก่ น้ำหนัก อุณหภูมิกระเปาะเปียก กระเปาะแห้ง และอุณหภูมิอบแห้งภายในตู้อบแห้ง

- หาความชื้นตามมาตรฐาน AOAC (1995) ได้แก่ความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายที่สภาวะต่าง ๆ

- วิเคราะห์ผล

ง. การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

<u>การออกแบบการทดลอง</u>

- กำหนดตัวแปรที่จะศึกษา เช่น อุณหภูมิ ความเข้มแสงอาทิตย์ ค่าความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม

- กำหนดจุดวัดอุณหภูมิ ความเข้มแสงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม

- กำหนดจุดตั้งตัวอย่าง เพื่อหาค่าความชื้น

- กำหนดผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ศึกษา
- กำหนดจำนวนครั้งที่จะทดลอง

<u>การเตรียมอุปกรณ์</u>

- เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์
- Thermocouple
- เครื่องวัดความเร็วลม
- เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์
- ตาชั่งละเอียดสำหรับชั่งตัวอย่าง
- ตาชั่งสำหรับชั่งตัวอย่างทั้งหมด

<u>การทดลอง</u>

- ชั่งผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
- ชั่งถาดเปล่า และชั่งถาดเปล่า+ตัวอย่าง
- บันทึกตัวแปรต่างๆ ทุกๆ 2 ชม.
- รอจนผลิตภัณฑ์แห้ง แล้วนำตัวอย่างไปอบจนแห้ง และคำนวณหาค่าความชื้นผลิตภัณฑ์ ณ เวลาต่างๆ
- ชั่งผลิตภัณฑ์ที่แห้งแล้วทั้งหมด

จ. อบแห้งผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

<u>การออกแบบการทดลอง</u>

- กำหนดตัวแปรที่จะศึกษา เช่น อุณหภูมิ ความเข้มแสงอาทิตย์ ค่าความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม
- กำหนดจุดวัดอุณหภูมิ ความเข้มแสงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม
- กำหนดจุดตั้งตัวอย่าง เพื่อหาค่าความชื้น
- กำหนดผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ศึกษา
- กำหนดจำนวนครั้งที่จะทดลอง
- กำหนดปริมาณไม้ฟืนที่ใช้และเวลาในการเริ่มจุดฟืน

<u>การเตรียมอุปกรณ์</u>

- เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์
- Thermocouple
- เครื่องวัดความเร็วลม
- เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์
- ตาชั่งละเอียดสำหรับชั่งตัวอย่าง
- ตาชั่งสำหรับชั่งตัวอย่างทั้งหมด
- ตาชั่งสำหรับชั่งไม้ฟืน
- ตู้อบไฟฟ้า

<u>การทดลอง</u>

- ชั่งผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
- ชั่งถาดเปล่า และชั่งถาดเปล่า+ตัวอย่าง
- บันทึกตัวแปรต่างๆ ทุกๆ 2 ชม.

- รอจนผลิตภัณฑ์แห้ง แล้วนำตัวอย่างไปอบจนแห้ง และคำนวณหาค่าความชื้นผลิตภัณฑ์ ณ เวลาต่างๆ
- ชั่งผลิตภัณฑ์ที่แห้งแล้วทั้งหมด
- ชั่งไม้ฟืนที่จะป้อนในเตา
- ป้อนไม้ฟืนประมาณ 40-160 กก. เวลาประมาณ 16.00 น ของทุกวันที่ทำการอบด้วยความร้อนจากไม้ฟืน

ฉ. การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยแผงรับรังสี

<u>การออกแบบการทดลอง</u>

- กำหนดรูปแบบแผงรับรังสีที่จะศึกษา
- กำหนดตัวแปรที่จะศึกษา เช่น อุณหภูมิเข้า-ออก แผงรับรังสี ความเข้มจากแสงอาทิตย์ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์
- กำหนดจุดวัด อุณหภูมิ ความเข้มแสงอาทิตย์ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์
- กำหนดระยะเวลาการทดลอง

<u>การเตรียมการทดลอง</u>

- เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์
- Thermocouple
- เครื่องวัดความเร็วลม
- เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์
- พัดลมดูดอากาศ

การทดลอง

- เปิดพัดลมและวัดความเร็วลม
- บันทึกค่าตัวแปรต่างๆ
- ทำการทดลองซ้ำ

การวิเคราะห์ผล

ให้แสดงผลในรูปกราฟหรือตารางที่เหมาะสม

- อธิบายและวิจารณ์ผลการทดลองในแต่ละหัวข้อโดยอ้างอิงตามทฤษฎีและความรู้ที่มี
- สรุปผลการทดลองแต่ละการทดลองและทำการเปรียบเทียบผล(ถ้ามี)

ประชุมกลุ่มย่อย

เพื่อวิจารณ์ผล และหาแนวทางแก้ไขอุปสรรค์ที่เกิดขึ้นและเสนอแนะการปรับปรุงการทดลองทุกครั้งที่ทดลองเสร็จ หากเกิดปัญหาจะได้แก้ไขได้ทันที

การเขียนรายงาน

ควรเขียนรายงานควบคู่ไปกับการปฏิบัติ ไม่รอเขียนหลังการทดลองเสร็จสิ้นเนื่องจากจะทำให้เสียเวลา และลืมผลการทดลอง เขียนเขียนส่วนที่เขียนได้ก่อน เช่น บทนำ ทฤษฎีและวิธีการทดลอง ส่วนผลการทดลองให้เขียนในรูปแบบรายงานทุกครั้งที่ทำเสร็จ

- กลุ่มวิจัยพลังงานลม

แนวทางการทำวิจัยของกลุ่มพลังงานลม

การทำวิจัยของกลุ่มพลังงานลมจะมุ่งเน้นการทดลอง ทดสอบกังหันลมขนาดเล็กอย่างง่าย โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ทดสอบกังหันลมชนิดแกนตั้ง และกลุ่มที่ทดสอบกังหันลมชนิดแกนนอน เมื่อผู้ทำวิจัยได้ศึกษาพื้นฐาน สำรวจเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือรูปแบบการนำพลังงานลมมาใช้ให้เกิดประโยชน์แล้ว ให้คิดวางแผนการทดลอง เพื่อทดสอบการทำงานของกังหันลม รวมถึงการคิดหัวข้อกรณีศึกษาหรือโครงงานขนาดเล็ก เช่น การประดิษฐ์เครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย เป็นต้น (หัวข้อกรณีศึกษา ขึ้นอยู่กับการระดมความคิดของสมาชิกแต่ละกลุ่ม)

ตารางกิจกรรมและระยะเวลาทำวิจัย เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวางแผนการวิจัยของครูกลุ่มพลังงานลม

กิจกรรม (*ตัวอย่าง*)	**ลำดับวันที่ทำวิจัย** (ไม่รวมวันที่นำเสนอผลงานและวันที่มีกิจกรรมบรรยายของโครงการครูวิจัย)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. การศึกษาความรู้พื้นฐาน การสำรวจข้อมูลวิจัย การออกแบบการทดลอง/ ระดมความคิด กรณีศึกษาหรือโครงงาน																		
2. ทดลอง ศึกษา ทดสอบการทำงานของกังหันลมอย่างง่าย																		
3. ดำเนินการกรณีศึกษา หรือ โครงงาน (สร้าง/ประดิษฐ์)																		
4. ทดลองกรณีศึกษา เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล																		
5. สรุปผล ทำรายงาน ผลงานเพื่อนำเสนอ																		

- กลุ่มวิจัยไบโอดีเซล

ในการฝึกทำวิจัยด้านไบโอดีเซล จะกำหนดให้ครูทำวิจัยเรื่องละ 2 คน ดังนั้นครูแต่ละคู่ จะต้องกำหนดเครื่องมือในการทำวิจัยกันเอง พร้อมทั้งชนิดของวัตถุดิบ ตัวแปรที่แต่ละคู่จะต้องทดลอง วางแผนการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และแปรผล

ในช่วงแรก กำหนดให้แต่ละคนศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เขียนรายละเอียดข้อเสนอโครงการ จากนั้นครูจะได้รับการฝึกอบรมกระบวนการ การใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

ตาราง กิจกรรมและแผนการทำงาน

กิจกรรม	**ลำดับวันที่ทำวิจัย** (ไม่รวมวันที่นำเสนอผลงานและวันที่มีกิจกรรมบรรยายของโครงการครูวิจัย)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. การศึกษาความรู้พื้นฐาน การสำรวจข้อมูลวิจัย การทดลองขั้นต้น																		
2. การออกแบบการทดลอง การฝึกการใช้เครื่องมือทดสอบ การฝึกปฏิบัติ																		
3. ลงมือทำวิจัย พร้อมทั้งเก็บข้อมูล																		
4. การวิเคราะห์ผล สรุปผล ทำรายงาน ทำผลงานเพื่อนำเสนอ																		

ตาราง กิจกรรมและสถานที่

รายละเอียด	สถานที่/ห้องปฏิบัติการ	วัน/เวลา	หมายเหตุ
การสืบค้นข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิจัย	- ภายในภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลภายในห้องบรรยาย หรือลานอาคารวิศวฯ	ตลอดระยะเวลาการทำวิจัย	- สำหรับท่านที่มี laptop สามารถนำมาใช้สืบค้นข้อมูลทาง internet โดยใช้ เครือข่าย wireless lan ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้ - สำหรับท่านที่ไม่มี laptop สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่องในภาควิชาฯ หรือที่อาคารปฏิบัติการวิจัยได้ (1-2 เครื่อง)

รายละเอียด	สถานที่/ห้องปฏิบัติการ	วัน/เวลา	หมายเหตุ
การฝึกอบรม	- Shop ปฏิบัติการ วิศวกรรมเครื่องกล (ในภาควิชา ฯ) - ห้องเรียนภาควิชา (ห้อง C)	5-26 เม.ย. 53 8:30-16:30 น.	หากเวลาในการทำวิจัยไม่พอ สามารถทำวิจัยเพิ่มนอกเหนือจากเวลาปรกติ
อุปกรณ์/เครื่องมือ วัสดุ สำหรับการวิจัย	- ห้องเครื่องมืออิเลคทรอนิกส์ (ผู้ดูแลห้อง : คุณสุมาดร ฟองเกิด) - ห้องเครื่องมือช่าง (ผู้ดูแลห้อง : คุณวินิจ จันทกานต์) - วัสดุบางอย่าง ครูผู้วิจัยและอาจารย์พี่เลี้ยงช่วยกันจัดหา	5-26 เม.ย. 53 9:00-16:00 น. (วันราชการ)	<u>**วัสดุ**</u> วัดถุดิบ อาทิเช่น น้ำมัน สารเคมี ติดต่ออาจารย์พี่เลี้ยง หรือผู้ช่วยวิจัย
การบรรยายพื้นฐานเกี่ยวกับไบโอดีเซล	- ห้องเรียนภายในภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ME 110C)	กำหนดเวลาภายหลัง	รศ.กำพล ประทีปชัยกูร นายสุรชัย จันทร์ศรี
การประชุมกลุ่ม (เพื่อติดตาม ให้คำปรึกษาการทำวิจัย)	- ลานด้านหน้าห้องปฏิบัติการภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล หรือ - ห้อง ME 110C	ทุกวันเช้าวันพุธ 9:00 – 10:30 น. (หรือวันอื่นๆที่ต้องการคำปรึกษา ในแต่ละกรณี)	รศ.กำพล ประทีปชัยกูร นายสุรชัย จันทร์ศรี
นักศึกษาปริญญาเอก (ผู้ช่วยสนับสนุนการวิจัย)	- Shop ปฏิบัติการ วิศวกรรมเครื่องกล (ในภาควิชา ฯ)	ตลอดระยะเวลาการทำวิจัย	นายสุรชัย จันทร์ศรี

- กลุ่มวิจัยก๊าซชีวภาพ

เมื่อผู้ทำวิจัยได้ศึกษาพื้นฐาน สำรวจเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือวิธีการผลิตไบโอก๊าซที่สามารถนำใช้ให้เกิดประโยชน์ ผู้วิจัยจะต้องสรุป ผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม โดยประเมินจากการวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ได้ความรู้ และความเข้าใจ ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงกับสถานศึกษาหรือท้องถิ่นของครูผู้วิจัย โดยนำความรู้ไปต่อยอด หรือนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการเรียนการสอน

อย่างไรก็ตามการดำเนินการทดลองเป็นการทดลองการหมักวัสดุเศษเหลือแบบไร้อากาศ เพื่อผลิตไบโอก๊าซ จะอยู่ภายใต้คำแนะนำให้คำปรึกษาของอาจารย์พี่เลี้ยงและผู้ช่วย ทั้งนี้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำวิจัยค่อนข้างสั้น ดังนั้นจึงควรวางแผนการทำกิจกรรมวิจัยให้สอดคล้องกับระยะเวลา

ตาราง กิจกรรม

กิจกรรม (ตัวอย่าง)	**วันที่ทำวิจัย **** (เมษายน 2553)														
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1. การศึกษาความรู้พื้นฐาน การสำรวจข้อมูลวิจัย การทดลองขั้นต้น															
2. การออกแบบวิธีการทดลอง วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ															
3. ดำเนินการวิจัยโดยทดลองหมักไร้อากาศของแต่ละกลุ่มวิจัย															
4. รายงานความก้าวหน้า															
5. การวิเคราะห์ผล สรุปผล ทำรายงาน ทำผลงานเพื่อนำเสนอ															
6. ส่งตัวผู้วิจัยกลับภูมิลำเนา															

**ไม่รวมวันที่นำเสนอผลงานและวันที่มีกิจกรรมบรรยายของโครงการครุวิจัย)

ตาราง รายละเอียดสถานที่ศึกษา วิจัย และวัน เวลา

รายละเอียด	สถานที่/ห้องปฏิบัติการ	หมายเหตุ
การสืบค้นข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิจัย (ตลอดระยะเวลาการทำวิจัย)	- ภายในภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลภายในห้องบรรยาย หรือลานอาคารวิศวฯ	- สำหรับท่านที่มี laptop สามารถนำมาใช้สืบค้นข้อมูลทาง internet โดยใช้ เครือข่าย wireless lan - สำหรับท่านที่ไม่มี laptop สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่อง ในภาควิชาฯ หรือที่อาคารปฏิบัติการวิจัยได้ (1-2 เครื่อง) (ซึ่งอาจไม่เพียงพอ และไม่ได้รับความสะดวกเนื่องจากส่วนใหญ่มีการใช้งานอยู่ประจำ)
การออกแบบการทดลองและเตรียมวัสดุสำหรับหมักแบบไร้อากาศ	- ห้องปฏิบัติ (LAB) การคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ห้อง E505B-E505C และ E605A-E605C - ห้องระบบชั้น B คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม หรือ - ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์	หากเวลาในการทำวิจัยไม่พอ สามารถทำวิจัยเพิ่มนอกเหนือจากเวลาปรกติ
อุปกรณ์/เครื่องมือ วัสดุ สำหรับการวิจัย	- เตาเผา - ตู้อบลมร้อน - ตู้ดูดควัน - ชุดอุปกรณ์ทำ SS (ปั๊มสุญญากาศ, ชุด Suction) - เครื่องชั่ง 2 และ 4 ตำแหน่ง - เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (UV-VIS Spectrophotometer) - เตาย่อยและเตากลั่น TKN และแอมโมเนีย - Hot Plate - เตาย่อย COD - Touch Mixer	<u>วัสดุ</u> - ใบปาล์ม, ทะลายปาล์ม, กากน้ำตาล,ไซเลสที่ทำจากใบปาล์มและทะลายปาล์ม, มูลสุกร - ถุงพลาสติกขนาด 10×12 นิ้ว - ผืนผ้าใบ - มีดสับ - เครื่องปั่น (Blender) - กระป๋องพลาสติก - สายยางซิลิโคน - พาลาฟิมล์ - ถุงเก็บก๊าซชีวภาพ - เข็มฉีดยา - อุปกรณ์เครื่องแก้วสำหรับปฏิบิติการทางเคมี (Lab)

ตาราง (ต่อ)

รายละเอียด	สถานที่/ห้องปฏิบัติการ	หมายเหตุ
	- pH meter - เครื่องกวนชนิดใช้แม่เหล็ก (Magnetic Stirrer) - อุปกรณ์วัดปริมาณก๊าซแบบแทนที่น้ำ วัสดุบางอย่าง ครูผู้วิจัย และพี่เลี้ยงช่วยกันจัดหา	- กระดาษกรอง GF/C - สารเคมีสำหรับทำ LAB พารามิเตอร์ต่าง ๆ
การประชุมกลุ่มไบโอก๊าซ (เพื่อติดตาม ให้คำปรึกษาการทำวิจัย)	- ห้องหน่วยวิจัยเทคโนโลยีสีเขียว คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (E207)	ผศ.ดร.สุเมธ ไชยประพัทธ์
การบรรยายพื้นฐานเกี่ยวกับไบโอก๊าซ	- ห้องเรียนภายในภาควิชาวิศวกรรมโยธา (ME 110A)	ผศ.ดร.สุเมธ ไชยประพัทธ์
พี่เลี้ยง และนักศึกษาปริญญาโท ซึ่งเป็นผู้ช่วยดูแลการดำเนินการวิเคราะห์ระดับห้องปฏิบัติการ *(ตลอดระยะเวลาการทำวิจัย)*	- ห้องปฏิบัติการ (LAB) ในคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม หรือ ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์	นางสาวกัญญารัตน์ สฤษฎ์พงศ์ทีรฆ และนักศึกษาปริญญาโท

- กลุ่มวิจัยเชื้อเพลิงแข็งและก๊าซชีวมวล

การมีอาชีพเกษตรกรรม ทำให้มีเศษวัสดุเหลือใช้จำนวนมาก เช่น ซังข้าวโพด กากถั่วเหลือง แกลบ เศษไม้ ใยปาล์ม กากปาล์ม ใยมะพร้าว และอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีพลาสติกจากขยะ วัสดุเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ แต่มีปัญหาในเรื่องการขนย้ายและความสะดวกในการใช้งาน เนื่องจากมีความหนาแน่นต่ำ จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีการอัดขึ้นรูปเป็นแท่ง (Briquette) และเป็นเม็ด (Pellet) เพื่อลดปริมาตรและสะดวกในการนำไปใช้งาน มีงานวิจัยการทำเชื้อเพลิงแข็งมากมาย ซึ่งจัดแบ่งได้ 2 แนวทาง คือ การศึกษาเงื่อนไขในการขึ้นรูป และการพัฒนาเครื่องอัดขึ้นรูป โดยใช้สมบัติของเชื้อเพลิงแข็ง เช่น ความหนาแน่น ความทนทานต่อการตกกระทบ การทนทานต่อแรงกด เป็นต้น ในการอธิบายสิ่งที่เราต้องการ ในบางครั้งก็มีการแปรรูปเป็นถ่านก่อนนำมาอัดขึ้นรูป และสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยความหอมหรืออื่น ๆ

ก๊าซชีวมวล (Producer gas) เป็นก๊าซที่ผลิตได้จากกระบวนการสลายสารอินทรีย์ด้วยกระบวนการความร้อนในสภาวะจำกัดออกซิเจน ซึ่งเรียกว่า แก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) ได้ก๊าซชีวมวลที่ได้ประกอบไปด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO_2) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นต้น ก๊าซเหล่านี้เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นก๊าซเชื้อเพลิง งานวิจัยแก๊สซิฟิเคชันส่วนใหญ่ศึกษาเงื่อนการเกิดก๊าซชีวมวลจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวพันกับขนาดและชนิดของเตาก๊าซชีวมวล ซึ่งมี 3 ชนิด ได้แก่ แบบอากาศไหลลง (Downdraft) อากาศไหลขึ้น(Updraft) และแบบข้าม (Cross draft) ปัจจุบันมีการพัฒนาเตาก๊าซชีวมวลขนาดเล็กสำหรับใช้หุงต้มในครัวเรือน

สำหรับการฝึกทำวิจัยในกลุ่มเชื้อเพลิงแข็งและก๊าซชีวมวลครั้งนี้ มีครูสนใจทั้งหมด 9 คน แบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ เชื้อเพลิงแข็ง และก๊าซชีวมวล ดังแสดงในตารางที่ 7.1

ตาราง กิจกรรมและแผนการทำงาน

กิจกรรม	สถานที่	สัปดาห์			
		1	2	3	4
1. การออกแบบการทดลอง		X			
2. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 แนวทางการทำวิจัย	ห้องประชุมภาค	X			
3. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ผลการทดลอง	ห้องประชุมภาค		X		
4. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 ผลการทดลอง	ห้องประชุมภาค			X	
5. เขียนรายงาน					X

- กลุ่มวิจัยการอนุรักษ์พลังงาน

การทำวิจัยของกลุ่มอนุรักษ์พลังงาน จะมุ่งเน้นการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน แนวทางการประหยัดพลังงาน และการประเมินผลตอบแทนการลงทุน

เมื่อผู้ทำวิจัยได้ศึกษาพื้นฐาน สำรวจเอกสาร กฎหมายและตำราที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจะต้องสำรวจอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้า ตรวจวัดการใช้ไฟฟ้า ประเมินการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ วางมาตรการประหยัดพลังงาน โดยประเมินการลงทุนและผลตอบแทนการลงทุน ภายในอาคารตัวอย่าง อีกทั้งจะต้องคิดหาแนวทางการวิจัยว่า หากต้องการทราบศักยภาพการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้า จะต้องทดสอบ หรือทดลองเก็บข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆอย่างไรบ้าง

เพื่อให้ได้ความรู้จากการทำงานครั้งนี้ ผู้วิจัยจะต้องพยายามเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานที่ได้ศึกษามา และการนำความรู้ไปต่อยอดหรือไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการเรียนการสอน หรือการทำวิจัยด้านนี้ในโรงเรียนต้นสังกัดหรือท้องถิ่นของครูผู้วิจัยแต่ละท่าน การวิจัย การสร้าง การทดลองและการทดสอบ จะอยู่ภายใต้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาของอาจารย์พี่เลี้ยงและผู้ช่วย ทั้งนี้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำวิจัยค่อนข้างสั้น ดังนั้นจึงควรวางแผนการทำกิจกรรมวิจัยให้สอดคล้องกับระยะเวลาที่มี

ตาราง กิจกรรมและแผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	สถานที่	สัปดาห์				
		1	2	3	4	5
1. การศึกษาความรู้พื้นฐาน การค้นหาข้อมูล การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูล การเขียนรายงานวิชาการ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	X				
2. ศึกษาการใช้พลังงานของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ วิธีการประเมินการใช้พลังงาน อัตราค่าไฟฟ้า ตารางสำรวจข้อมูล	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล		X			
3.สำรวจอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าในอาคารตัวอย่าง ตรวจวัดการใช้ไฟฟ้าในอุปกรณ์	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล			X		
4. ทดสอบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ตัวอย่าง ผลของตัวแปรต่างๆ ต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้า	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล				X	
5. การวิเคราะห์ผล สรุปผล ทำรายงาน ทำผลงานเพื่อนำเสนอ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล					X

ตาราง เครื่องมือและอุปกรณ์

รายละเอียด	สถานที่/ห้องปฏิบัติการ	วัน/เวลา	หมายเหตุ
การสืบค้นข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิจัย การประเมินการใช้พลังงาน อัตราค่าไฟฟ้า ตารางสำรวจข้อมูล	- ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลภายในห้องบรรยาย หรือลานอาคารวิศวฯ	ตลอดระยะเวลาการทำวิจัย	- สำหรับท่านที่มี laptop สามารถนำมาใช้สืบค้นข้อมูลทาง internet โดยใช้ เครือข่าย wireless lan ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้ - สำหรับท่านที่ไม่มี laptop สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่องในภาควิชาฯ (1-2 เครื่อง) (ซึ่งอาจไม่เพียงพอ และไม่ได้รับความสะดวก เนื่องจากส่วนใหญ่มีการใช้งานอยู่ประจำ)
สำรวจอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าในอาคารตัวอย่าง ตรวจวัดการใช้ไฟฟ้าในอุปกรณ์ ทดสอบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ตัวอย่าง	- อาคารวิจัยทางวิศวกรรมศาสตร์ - ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล - อาคารตัวอย่าง	13-24 เม.ย. 53 8:30-16:30 น.	หากเวลาในการทำวิจัยไม่พอสามารถทำวิจัยเพิ่มนอกเหนือจากเวลาปรกติ
อุปกรณ์/เครื่องมือวัสดุ สำหรับการวิจัย	ห้องเครื่องมืออิเลคทรอนิกส์ (ผู้ดูแลห้อง : คุณสุมาดร ฟองเกิด) ห้องเครื่องมือช่าง (ผู้ดูแลห้อง : คุณวินิจ จันทกานต์) ศูนย์วิศวกรรมพลังงาน	5-26 เม.ย. 53 9:00-16:00 น. (วันราชการ)	<u>**เครื่องมือ**</u> - เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า - เครื่องวัดความส่องสว่าง - เครื่องวัดอุณหภูมิ - เครื่องวัดความชื้น - ตลับเมตร - อื่นๆที่จำเป็น โดยอาจารย์พี่เลียง จะจัดเตรียมให้
การบรรยายพื้นฐานเกี่ยวกับการอนุรักพลังงาน	ห้องประชุมภายในภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	ตามกำหนดการ	ดร.นันทพันธ์ นภัทรานันทน์ นาย ชาญวิทย์ บัวศรี นาย พันศักดิ์ แซ่ก่ำ
การประชุมกลุ่มพลังงานลม (เพื่อติดตาม ให้คำปรึกษาการทำวิจัย)	ห้องประชุมภายในภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	ทุกวัน จันทร์ พุธ และศุกร์ 9:00–10:00น.	ดร.นันทพันธ์ นภัทรานันทน์ นาย ชาญวิทย์ บัวศรี นาย พันศักดิ์ แซ่ก่ำ (หรือวันอื่นๆที่ต้องการคำปรึกษา ในแต่ละกรณี)

การเขียนสาระการเรียนรู้/แผนการสอน

โครงการครุวิจัย สกว. มีวัตถุประสงค์หลัก คือ การใช้กระบวนการวิจัยพัฒนาให้ครูเก่งขึ้นทั้งด้านความรู้ความเข้าใจและกระบวนการเรียนรู้ที่ผ่านการวิจัย โดยหวังว่าประโยชน์จะได้แก่นักเรียน ที่ได้เรียนจากบทเรียนอย่างสนุกสนานและเข้าใจจากการปฏิบัติจริง หัวใจของการเรียนรู้ของครูที่กำลังเล่นบทบาทของผู้เรียนอยู่นี้ คือ การได้ลงมือทำด้วยตัวเอง

การที่ครูได้มีส่วนร่วมในการกำหนดวิธีการและสามารถสร้างความรู้ได้เอง จะเป็นการเรียนรู้ที่ครูสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงได้คำขวัญของโครงการว่า " จากครูผู้เสพมาเป็นครูผู้สร้างความรู้" และเพื่อมิให้การเรียนรู้ของครูหยุดที่การเรียนรู้ของตัวเอง แต่มีเป้าหมายให้ครูได้นำประสบการณ์ที่ได้รับไปออกแบบเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีรายละเอียดพอที่ครูคนอื่นจะสามารถนำไปใช้สอนได้ด้วย โดย สกว.อาจรวบรวมบทเรียนดีๆเผยแพร่ต่อไป

รศ.สุชาดา ชินะจิตร อดีตผู้ช่วยผู้อำนวยการ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้เรียบเรียงคำแนะนำนี้ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะให้แนวทางในการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การทำเป็นกิจกรรมเรียนรู้หรือชุดการเรียนรู้ ที่จะนำไปใช้สอนจริงได้โดยครูคนอื่นที่อาจจะไม่เคยผ่านประสบการณ์เช่นเดียวกันนี้ก็ได้

จึงขอความร่วมมือมายังครูทุกคน <u>ลองปฏิบัติตามจนได้กิจกรรมการเรียนรู้แล้วส่งมาให้ดูพร้อมคำแนะนำ</u>ว่าควรปรับปรุงคำแนะนำนี้อย่างไร เช่น ขั้นตอนที่อาจมีรายละเอียดเพิ่มเติม สิ่งที่อาจขาดหายไปหรือภาษาการสื่อสารที่ควรแก้ไข

คำแนะนำการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้จากประสบการณ์

ลำดับหัวข้อ เรื่องที่ทำ เช่น เครื่องดนตรี โดยตั้งคำถามว่าจะใช้เรื่องที่ทำและกระบวนการที่ได้นี้ไปเขียนเป็นกิจกรรมการเรียนรู้หรือ ชุดการเรียนรู้ได้อย่างไร

1. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง อาจมี 2 ส่วน ส่วนที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับบริบทของท้องถิ่น เช่น ประวัติความเป็นมา ประเพณี วัฒนธรรม ความสำคัญหรือความหมาย อีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น หลักการทางฟิสิกส์ของเสียง ทางเคมี ทางชีววิทยา สิ่งแวดล้อม

ลองวิเคราะห์ว่าครูได้อะไรจากเรื่องนี้และความรู้นี้จะไปสนับสนุนบทเรียนอะไรได้บ้าง

2. อยากให้นักเรียนเรียนรู้อะไรจากความรู้นี้ ซึ่งมี 2 ส่วนสอดคล้องกับข้อ 1. นั่นคือการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ รวมทั้งประสบการณ์ใดที่อยากให้นักเรียนได้รับเพื่อเรียนรู้

3. ระดับชั้นและมาตรฐานสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรง สิ่งที่อยากถ่ายทอดเกี่ยวข้องกับบทเรียนรายวิชาใด กลุ่มสาระใด

4. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อ เช่น

<u>กิจกรรมที่ 1</u> เพื่อเรียนรู้ประวัติความเป็นมา บริบทของท้องถิ่น

<u>ขั้นตอน</u> ค้นหาความรู้จากแหล่งความรู้ : เอกสารประกอบคำสอน ห้องสมุด internet เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้รู้และชุมชน

<u>กิจกรรมที่ 2</u> เพื่อเรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์

<u>ขั้นตอน</u> หัวข้อการทดลองโครงการเปรียบเทียบ การทดลองใช้ตัวแปรต่างๆ การทดลองเพื่อได้ค่าดัชนี ฯลฯ

<u>วิธีการ</u> ให้รายละเอียดที่ผู้เรียนสามารถทำตามได้

5. เอกสารชุดการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้อาจประกอบด้วย

1) คู่มือครู แนะนำขั้นตอนวิธีการเตรียมความพร้อมของทั้งครูและนักเรียน อุปสรรค ปัญหาที่อาจพบ เวลาที่ใช้ คำถามนำ แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล (ควรให้นักเรียนคิดเองด้วย) คำแนะนำแหล่งค้น

2) เอกสารประกอบคำสอน อาจประมวลความรู้ที่ได้มาจากโครงการออกมาเป็นเล่ม

3) กิจกรรมปฏิบัติสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย การให้ความรู้เบื้องต้น ปูพื้นเพื่อไปค้นต่อ

- วิธีการทดลอง บอกขั้นตอนการปฏิบัติ
- วิธีเก็บข้อมูล ให้สามารถทำตามอย่างถูกวิธี
- รายงาน
- คำถามท้ายบท

หมายเหตุ ความรู้ส่วนที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์อาจไม่ได้จากโครงการครูวิจัย นอกจากไปทำเพิ่มเติมภายหลัง เมื่อกลับจากศูนย์พี่เลี้ยงแล้ว

ตัวอย่าง

โครงการเกี่ยวกับเครื่องดนตรี

1. <u>ความรู้ที่เกี่ยวข้อง</u>

<u>ส่วนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์</u> – ประวัติความเป็นมาวิธีสร้าง วิธีใช้ ประเพณีวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้อง การบรรเลง เพลงที่ใช้บรรเลง สิ่งที่ได้จากภูมิปัญญา วิธีถ่ายทอด

<u>ส่วนที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์</u> – กำเนิดเสียง คลื่นเสียง คุณภาพเสียง วิธีวัด

2. <u>อยากให้เรียนรู้อะไร</u>

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ – เพื่อเรียนรู้ประวัติ ความเป็นมา ประเพณีวัฒนธรรม ฯลฯ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ – หลักการทางฟิสิกส์ของเสียง : เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร วิธีวัดคลื่นเสียง ความแตกต่างของระดับเสียงเกิดจากอะไร

3. <u>ช่วงชั้นและมาตรฐานสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกรณีนี้</u>

4. <u>กิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ข้อ</u>

2.1ค้นหาความรู้จากแหล่งความรู้ – เอกสารประกอบคำสอนห้องสมุด internet เก็บข้อมูล จากการสัมภาษณ์ผู้รู้และชุมชน – ออกแบบวิธีการและแบบเก็บข้อมูล ประมวล วิเคราะห์ อภิปราย

2.2 ทดลองเปรียบเทียบคลื่นเสียงของเครื่องดนตรีชนิดต่าง ๆ หรือชนิดเดียวกันจากแหล่งต่าง ๆ หรือกับเครื่องดนตรีที่ไพเราะที่สุดในความเห็นของภูมิปัญญา

ทดลองเปรียบเทียบคลื่นเสียงเมื่อใช้วัสดุต่างชนิด ใช้วิธีการ (ดีด สี ตี เป่า) ต่างกัน

ทดลองเปรียบเทียบระดับเสียง

วิธีทดลอง – รายละเอียดเป็นขั้นตอนของแต่ละการทดลอง

อภิปรายผลและสรุป ผลจากการทดลอง ความแตกต่างกันของคลื่นเสียงขึ้นกับปัจจัยอะไร อย่างไร

โครงการที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

1. <u>ความรู้ที่เกี่ยวข้อง</u>
   - <u>ส่วนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์</u> – บริบทของพื้นที่นั้นๆ ด้านกายภาพ สังคมวัฒนธรรม ตำนานเรื่องเล่า วิธีการของภูมิปัญญา ความหมายและความสำคัญ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมโทรม และการอนุรักษ์ มาตรฐานสิ่งแวดล้อม กฎหมายที่เกี่ยวข้อง
   - <u>ส่วนที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์</u> – อะไรคือดัชนีชี้วัดคุณภาพของดิน น้ำ ป่า ความหลากหลายทางชีวภาพ ความหมายของดัชนีแต่ละตัว วิธีวัด (หลักการหรือทฤษฎีที่ใช้)

2. <u>อยากให้เรียนรู้อะไร</u>

   2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อรู้จักท้องถิ่นของตนเองอย่างเชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติกับชุมชน (สังคม)

   2.2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ – ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม (เช่น น้ำ)
   - ดัชนีคุณภาพ

3. <u>ช่วงชั้นและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกรณีนี้</u> เช่น

   สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

   มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต

4. <u>กิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ข้อ</u>

   2.1 ค้นหาความรู้จากแหล่งความรู้ที่เป็นสากลและในบริบทของท้องถิ่น – เอกสารประกอบคำสอน ห้องสมุด internet

   เก็บข้อมูลจากการสำรวจ การสัมภาษณ์ชุมชน ประมวล วิเคราะห์ อภิปราย

   2.2 สำรวจบริเวณโดยรอบของประเด็นที่ศึกษา เช่น ถ้าทำเรื่องคุณภาพน้ำในแม่น้ำ ก. ก็สำรวจเส้นทางของสายน้ำว่า 2 ข้างทาง มีลักษณะอย่างไร ที่จะมีผลต่อ การใช้และคุณภาพน้ำ

   เก็บตัวอย่างน้ำ – ขั้นตอนรายละเอียด

   วิเคราะห์คุณภาพน้ำ – ขั้นตอนรายละเอียด

   อภิปรายและสรุปผล จากข้อมูลที่วัดได้แปลความหมายเป็นดัชนีคุณภาพน้ำได้อย่างไร และเชื่อมโยงกับสภาพที่สำรวจได้หรือไม่อย่างไร

โครงการเกี่ยวกับสีย้อม

1. <u>ความรู้ที่เกี่ยวข้อง</u>

   <u>ส่วนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์</u> บริบทของชุมชน ภูมิปัญญา กระบวนการย้อมและสีที่ใช้ดั้งเดิม

   <u>ส่วนที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์</u> สีธรรมชาติ สีสังเคราะห์ กระบวนการย้อมสีผ้า คำอธิบายแต่ละขั้นตอนว่า ประกอบด้วย อะไร ทำไมต้องทำ คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เช่น การติดสีเกิดได้อย่างไร

2. <u>อยากให้เรียนรู้อะไร</u>

   2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเรียนรู้กระบวนการย้อมจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และความสำคัญของผ้าย้อมต่อชุมชน

   2.2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้

   เคมีของสีย้อมและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฟิสิกส์ในการย้อมสี

3. <u>ช่วงชั้นและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกรณีนี้</u> เช่น

สาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.2

4. <u>กิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ข้อ</u>

4.1 ค้นหาความรู้จากแหล่งเอกสาร และภูมิปัญญา

4.2 การทดลองย้อมสีผ้าด้วยสีสังเคราะห์เกี่ยวกับสีธรรมชาติที่ใช้

ขั้นตอนการย้อม

ปรับเปลี่ยนตัวแปร เช่น เปลี่ยน mordant เปลี่ยนภาวะความเป็นกรด-ด่าง เปลี่ยนอุณหภูมิ หรือระยะเวลา

ทดสอบความคงทนของสีภายใต้สภาวะต่าง ๆ

ขั้นตอน การทดลอง และวัดความเข้มสี

4.3 อภิปราย สรุปผล

จากข้อมูลที่ทดลองได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการทางภูมิปัญญา มีคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่าอย่างไร

โครงการเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยง

1. <u>ความรู้ที่เกี่ยวข้อง</u>

<u>ส่วนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์</u> พืชพรรณไม้ หรือสัตว์ของท้องถิ่นที่ศึกษามีส่วนสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ อาชีพอย่างไร ภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้อง

<u>ส่วนที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์</u> –การจัดกลุ่มทางสัณฐานวิทยา อาหารและการเจริญเติบโต ระบบนิเวศที่พบ

2. <u>อยากให้เรียนรู้อะไร</u>

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ – ให้รู้จักพืช – สัตว์ประจำถิ่น ความสัมพันธ์กับระบบนิเวศชุมชน

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ – เพื่อเรียนรู้ชีววิทยาของ ..... ทางสัณฐานวิทยา วงจรชีวิต สภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย

3. <u>ช่วงชั้นและมาตรฐานสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกรณีนี้</u>

เช่น สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ม. 2.1,2.2

หรือ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

4. <u>กิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ข้อ</u>

4.1 สำรวจและเก็บข้อมูลทางกายภาพจากพื้นที่ รวมทั้งการเก็บข้อมูลจากชุมชน

4.2 การศึกษาวงจรชีวิตของแมลง โดยการนำมาเลี้ยง สังเกต เก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา

การศึกษาผลต่อการเจริญเติบโตของ (พืช)

เพาะเลี้ยงในแปลงทดลอง โดยใช้ตัวแปรต่าง ๆ

วัดอัตราการเจริญเติบโต (ใช้สถิติเบื้องต้น)

4.3 อภิปรายผล สภาพถิ่นที่อยู่เป็นอย่างไร การเจริญเติบโตขึ้นกับปัจจัยอะไรบ้าง

โครงการเกี่ยวกับอาหาร

1. <u>ความรู้ที่เกี่ยวข้อง</u>

   <u>ส่วนที่ไม่ใช่วิทยาศาสตร์</u> ที่มาและความสำคัญของอาหารชนิดนั้นๆในท้องถิ่น เช่น อาชีพ กระบวนการทางภูมิปัญญา

   <u>ส่วนที่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์</u> กระบวนการแปรรูปอาหารคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร เช่น กระบวนการหมัก องค์ประกอบหรือสารอาหารที่มีอยู่

2. <u>อยากให้เรียนรู้อะไร</u>

   2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ รู้จักอาหารประจำถิ่น ความสำคัญต่อชุมชน

   2.2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการแปรรูปอาหาร ที่อธิบายได้ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

3. <u>ช่วงชั้นและมาตรฐานสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับกรณีนี้</u>

4. <u>กิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์</u>ข้อ

   4.1 ค้นหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆรวมทั้งจากชุมชน เช่น ที่มา ความสำคัญ ความเกี่ยวโยงกับขนบวัฒนธรรมประเพณี สูตรอาหาร กระบวนการทำอาหารนั้น

   4.2 ทดลองทำอาหารนั้นโดยเปลี่ยนตัวแปรบางอย่าง เช่น ถ้าเป็นการหมัก ให้ทดลองส่วนผสมและสภาวะที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เก็บข้อมูลเป็นระยะ เทียบกับกระบวนการดั้งเดิม

   4.3 อภิปรายผลและสรุป

   จากผลการทดลองอภิปรายได้ว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างไร อะไรคือปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น และเมื่อเทียบกับกระบวนการดั้งเดิมมีผลเหมือนหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

ตัวอย่างที่นำมานี้ให้เพียงหลักการขั้นตอน ไม่สามารถเขียนรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนได้ สิ่งที่คุณครูจะเขียนเป็นรายละเอียดขั้นตอนต่างๆนั้น คือ ประสบการณ์ที่ได้ผ่านการปฏิบัติมาแล้วในโครงการ เพียงแต่เขียนให้อยู่ในรูปของกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติตามที่ละขั้นตอนเท่านั้น

การเขียนบทความวิจัย

การเขียนบทความจากงานวิจัยที่ทำหนึ่งเดือน เป็นการแสดงคุณค่าและความสามารถของนักวิจัย.ให้ผู้อื่นได้รับรู้ กล่าวคือ เมื่อได้อ่านบทความแล้วทราบว่า ผู้วิจัยได้ทำอะไรบ้าง เฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่ได้

ครูวิจัยพลังงานทุกคนจะถูกมอบหมายให้เขียนบทความวิจัยเรื่องละ 1 บทความ ที่พิมพ์ด้วยกระดาษ A4 หน้าเดียว ความยาวไม่เกิน 10 หน้า บทความวิจัยควรมีหัวข้อตามลำดับดังนี้

ชื่อเรื่อง/ชื่อผลงานวิจัย	ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
ชื่อ ตำแหน่ง ที่อยู่ผู้เขียน และคณะ	ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ กรณีที่ผู้เขียนมีสถาบันสังกัดเดียวกันให้แสดงที่อยู่ของสถาบันสังกัดเดียวกันและให้กำหนดหมายเลขแสดงที่ชื่อผู้เขียน/ผู้วิจัย กรณีต่างสถาบันสังกัดให้แยกบรรทัดแสดงซึ่งผู้เขียน/ผู้วิจัยไว้ที่เชิงอรรค (footnote) ด้านล่างของเอกสารหน้าแรก

บทคัดย่อ	ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ (Abstract) ประกอบด้วยชื่อวิทยาศาสตร์แบบเต็ม (ถ้ามี) อุปกรณ์และวิธีการ ผลการทดลองหลักและสรุปประเด็นสำคัญ ความยาวไม่เกิน 5% ของเนื้อเรื่อง
คำสำคัญ	เป็นคำเฉพาะหรือคำศัพท์ที่แสดงสาระสำคัญหลักของเอกสารวิชาการ
คำนำ/บทนำ	แสดงความสำคัญของปัญหา และอาจรวมถึงวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
อุปกรณ์และวิธีการ	อธิบายเกี่ยวกับวิธีการและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย หรือตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา และแสดงแผนการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลอย่างชัดเจน
ผลการศึกษา/ผลการทดลอง	แสดงผลตามหลักการและวัตถุประสงค์การทดลองวิจัย
วิจารณ์ผล	นำสรุปผลการทดลองที่มีสาระสำคัญวิเคราะห์วิจารณ์เปรียบเทียบกับการค้นพบ หรือการทดลองที่ได้มีการเสนอผลงานหรือหลักวิชาการไว้ก่อน
สรุปผล	สรุปประเด็นหลักจากการแปรผลการทดลอง
การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	แนวทางการใช้ประโยชน์จากความรู้ที่ค้นพบจากการวิจัย เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและการเชื่อมโยงเข้าสู่ชุมชนหรือท้องถิ่น - บทความแบบที่ 1 การถ่ายทอดเป็นบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ที่เชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ และการออกแบบกิจกรรมความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับครู - บทความแบบที่ 2 เป็นผลการวิจัยในห้องเรียนที่ได้ทำการทดลองสอนจริง มีข้อมูลวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการเรียนการสอน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน
กิตติกรรมประกาศ	สำหรับผู้ช่วยเหลืองานวิจัยหรือการเตรียมเอกสาร แต่มิได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย
เอกสารอ้างอิง	เขียนตามวิธีธรรมเนียมปฏิบัติ
ตารางและภาพ	ควรมีหมายเลข เช่น ตารางที่ 1, ตารางที่ 2...หรือ ภาพที่ 1, ภาพที่ 2

ข้อแนะนำทั่วไปสำหรับการเขียนบทความวิจัย

1. การเขียนควรใช้ภาษาที่ง่าย มีเนื้อหาสาระที่สั้นรัดกุมและชัดเจน
2. การอ้างอิงในเรื่องให้ใช้ระบบชื่อ-ปี เช่น สมสมัย(2007) หรือ (สมสมัย,2007) ถ้า 2 คน ให้ใช้และระหว่างชื่อ เช่น สมสมัยและวิจิตร (2007) หรือ (สมสมัยและวิจิตร, 2007) กรณี 3 คนขึ้นไปให้ใช้ชื่อคนแรก ตามด้วยและคณะ เช่น สมสมัยและคณะ (2007) หรือ (สมสมัยและคณะ, 2007) Smith et al. (2007) หรือ (Smith et al., 2007)

3. เอกสารอ้างอิง ให้เขียนดังนี้ (อ้างอิงในเนื้อเรื่อง) และบรรณานุกรม (ใช้ประกอบการเขียนไม่ได้อ้างอิงโดยตรงในเนื้อเรื่อง) ให้เขียนดังนี้

- เรียงลำดับภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ
- เรียงลำดับตามตัวอักษรและสระ และตามจำนวนผู้เขียน กรณีผู้เขียนคนเดียวกันให้เรียงตามปี
- ให้ใช้รูปแบบดังนี้
- วารสาร

ผู้เขียน. ปี. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร ปีที่ (ฉบับที่) หน้า – หน้า.

เจตน์ เจริญโท. การท่องเที่ยวกับสิ่งแวดล้อมไทย ทำอย่างไรจึงจะยั่งยืน. นิตยสารโลกสีเขียว 2, 4(2536): 6-20.

Dunean, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometric 11: 1-42.

- ตำราหรือหนังสือที่ออกมีเป็นวาระ
- ***ชื่อผู้เขียน. ปี. ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์หรือหน่วยงานที่พิมพ์, เมืองที่พิมพ์.***

สุภาพพรรณ ณ บางช้าง. ขนบธรรมเนียมประเพณี. กรุงเทพมหานคร : สถาบันไทยศึกษา จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2535.

Price, P.W. 1975. Insect Ecology. John Wiley & Sons, New York.

- วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียน. ปี. ชื่อวิทยานิพนธ์. ชื่อมหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ โตกิจกล้า. 2548. อิทธิพลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติมโตและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของหญ้าคาลลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

Sirvanne, W.1999. Yield from irrigated pastures in the Burdekin. M.s. thesis, Kasetsart University.

การส่งต้นฉบับ

ให้พิมพ์เอกสารต้นฉบับด้วยตัวอักษร Cordia UPC ขนาดอักษร 14 ทั้งหมด โดยให้มีหมายเลขกำกับทุกหน้า

ผลสำรวจความถึงพอใจของครูในศูนย์ครุวิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตาราง 1 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (47 คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	19	40.4
หญิง	28	59.6
2. อายุ		
ต่ำกว่า 30 ปี	17	36.2
31 – 35 ปี	14	29.8
36 – 40 ปี	5	10.6
41 ปีขึ้นไป	11	23.4
3. การศึกษาขั้นสูงสุด		
ปริญญาตรี	24	51.1
ปริญญาโท	22	46.8
ปริญญาเอก	1	2.1
อื่นๆ	0	0
4. สาขาที่จบ		
วิทยาศาสตร์	27	57.4
สังคม	3	6.4
อื่นๆ	17	36.2
5. ประสบการณ์การสอน		
1-5 ปี	18	38.3
6-10 ปี	9	19.1
11-20 ปี	12	25.54
21 ปีขึ้นไป	8	17.0
6. โรงเรียนที่สอน		
ภาคเหนือ	9	19.1
ภาคอีสาน	11	23.4
ภาคกลาง	3	6.4
ภาคตะวันออก	5	10.6
ภาคใต้	19	40.4

ข้อมูลความพึงพอใจของครูผู้เข้าฝึกอบรม ต่อศูนย์พี่เลี้ยง

เกณฑ์การประเมิน 5 ระดับใช้การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยมาก

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของครูผู้เข้าฝึกอบรม ต่อศูนย์พี่เลี้ยง

ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	แปลผล
ด้านเนื้อหาและความรู้		
1. ความรู้ที่ได้รับถ่ายทอดจากพี่เลี้ยง	4.32	ดี
2. ความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติวิจัย	4.62	ดีมาก
3. ได้แนวทางการนำความรู้ไปปรับใช้ในการสอน	4.15	ดี
4. ได้ประสบการณ์อื่น เช่น ได้เพื่อน, ได้เรียนรู้วัฒนธรรม, ได้เที่ยว และอื่น ๆ	4.62	ดีมาก
ด้านวิธีการ/กระบวนการฝึกทำวิจัย		
5. รูปแบบการฝึกทำวิจัย ของศูนย์พี่เลี้ยง	4.26	ดี
6. ระยะเวลาในการฝึกทำวิจัย	3.89	ดี
7. กิจกรรมทัศนศึกษา	4.13	ดี
8. การเขียนข้อเสนอโครงการ	4.13	ดี
9. การเขียนเรื่องเล่า	4.11	ดี
10. การนำเสนอรายงานความก้าวหน้า	4.20	ดี
11. การลงมือปฏิบัติ/ทดลอง	4.64	ดีมาก
12. การเขียนรายงาน	4.28	ดี
13. การสื่อสารกับศูนย์พี่เลี้ยง	4.21	ดี
14. ความสนุก/ความประทับใจ ต่อศูนย์พี่เลี้ยง	4.47	ดี
ด้านผู้สอนและพี่เลี้ยง		
15. ความสามารถ ในการจัดการเรียนการสอน ของพี่เลี้ยงประจำกลุ่ม	4.48	ดี
16. การมีเวลาให้และการให้ความช่วยเหลือ ของพี่เลี้ยงประจำกลุ่ม	4.60	ดีมาก
ด้านเครื่องมือ,อุปกรณ์ และสถานที่		
17. ความพร้อมของวัสดุ และเครื่องมือ ที่ใช้ทดลอง	4.47	ดี
18. ความพร้อมสำหรับการค้นคว้า เช่น มี Internet มีห้องสมุด มีหนังสือ และอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการทำวิจัย	4.68	ดีมาก
19. ความพร้อมของสถานที่พัก เช่น ความสะดวก ความปลอดภัย	4.55	ดีมาก
20. ความพร้อมในด้านอาหารการกิน	4.26	ดี

ตอนที่ 3 ข้อมูลทั่วไป ที่มีต่อโครงการครุวิจัย สกว.

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อโครงการครุวิจัย

ระดับความพึงพอใจ	คะแนน	แปลผล
1. การสื่อสารกับโครงการครุวิจัย สกว. ที่ E-mail (kruvijai.trf@gmail.com) และ Facebook	4.09	ดี
2. ความเข้าใจกระบวนการวิจัย หลังจากผ่านประสบการณ์ฝึกทำวิจัยครั้งนี้	4.11	ดี
3. ความประทับใจโดยรวม ต่อโครงการครุวิจัย สกว.	4.61	ดีมาก

กระบวนการจัดการเรียนรู้ศูนย์พลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน (Energy Technology Research Center) เป็นหน่วยงานสังกัดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นการรวมกลุ่มของนักวิจัยจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมเคมี วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ ภาควิชาฟิสิกส์ ที่มีความสนใจจะถ่ายทอดความรู้พื้นฐานด้านวิศวกรรมพลังงาน และการจัดการผ่านกระบวนการทำวิจัยกับพี่เลี้ยง ที่เป็นนักวิจัยจากสาขาต่าง ๆ ทั้งในด้านพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ ไบโอดีเซล ก๊าซชีวภาพ อนุรักษ์พลังงาน เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล เป็นต้น

ศูนย์พี่เลี้ยงด้านวิจัยพลังงาน จึงมีความพร้อมทั้งด้านบุคลากร สถานที่ และที่พัก ในการฝึกทักษะการวิจัยด้านพลังงานให้แก่ครูทั่วประเทศ นอกจากนี้ยังมีแหล่งเรียนรู้เทคโนโลยี การวิจัยปฏิรูปการเรียนรู้ของงานวิจัยชุมชนที่ถ้ำบ่อเจ็ดลูก ซึ่งอยู่ไม่ไกลจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติอีกมากมาย

ทั้งนี้ศูนย์พี่เลี้ยงด้านวิจัยพลังงาน จะมีความหลากหลายของครูที่มาเข้าร่วมการอบรมมากกว่าศูนย์อื่น เพราะทางศูนย์พี่เลี้ยงได้ขยายโอกาสในการเข้าร่วมโครงการครุวิจัยให้กับครูในพื้นที่ 5 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ สงขลา พัทลุง นครศรีธรรมราช สตูลและตรัง จึงเปิดรับครูเข้าร่วมโครงการอีก 30 คนต่อรุ่น ทำให้มีครูที่เข้าร่วมโครงการครุวิจัยในศูนย์พี่เลี้ยงด้านพลังงาน รวมทั้งสิ้น 60 คนต่อรุ่น ซึ่งทำให้ครูที่อยู่ในพื้นที่ (ภาคใต้) ได้ทำหน้าที่เจ้าบ้านที่ดีในการต้อนรับ คอยดูแล แนะนำสถานที่ต่างๆ ให้กับครูที่มาจากภาคอื่นๆ ทำให้บรรยากาศการวิจัยมีความหลายหลายขึ้น

กระบวนการจัดการเรียนรู้ของศูนย์ในช่วงสองสัปดาห์แรกเน้นไปที่ การเรียนรู้ทฤษฎีจากพี่เลี้ยงกลุ่มและการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ภายในพื้นที่ โดยการจัดทัศนศึกษาพาครูไปเรียนรู้วิถีชีวิตชาวบ้าน เพื่อให้ครูได้เห็นตัวอย่างการสร้างคุณค่าทรัพยากรในท้องถิ่น เรียนรู้งานวิจัยระดับชาวบ้าน เพื่อให้ครูเห็นตัวอย่างการใช้กระบวนการวิจัยในการแก้ปัญหาให้กับชุมชน รวมทั้งครูยังได้เรียนรู้วัฒนธรรมที่แตกต่างในแต่ละพื้นที่อีกด้วย ศูนย์พี่เลี้ยงเลือกจัดกิจกรรมให้ครูในช่วงแรกของการเข้าอบรม เพราะเป็นช่วงที่ครูกำลังปรับตัวในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ครูยังไม่มีภาระงานมากหนัก จึงเหมาะแก่เปิดโลกทรรศน์ให้ครูให้กว้างขึ้นด้วยกิจกรรมดังกล่าว หลังจากกระบวนการเรียนรู้นอกพื้นที่แล้ว กระบวนการลงมือปฏิบัติก็จะได้รับการดูแล ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดจากพี่เลี้ยงประจำกลุ่ม ซึ่งทำให้พี่เลี้ยงได้รู้จักครู ทราบพื้นฐานของครูแต่ละคนมากขึ้น นำไปสู่การปรับกระบวนการคิดและพฤติกรรมเพื่อการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของคุณครู นอกจากนั้นทางศูนย์ได้วางโปรแกรมให้มีการรายงานผลความก้าวหน้าโครงการของครูทุกสัปดาห์จำนวนทั้งสิ้น 3 ครั้ง ซึ่งมีการแจ้งไว้ในคู่มือศูนย์พี่เลี้ยง ทำให้ครูทราบกำหนดการล่วงหน้าชัดเจนว่า ช่วงไหนครูต้องทำอะไรบ้าง พี่เลี้ยงก็ไม่ต้องตามงานจากคุณครู เป็นการฝึกวินัยในตัวครูอีกทางหนึ่ง รวมทั้งการรายงานผลการวิจัยเป็นระยะ มีผลดีให้ครูได้รับข้อเสนอแนะจากพี่เลี้ยงและเพื่อนครูคนอื่นด้วย เกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่มใหญ่ กิจกรรมการรายงานผลวิจัยจึงเป็นกิจกรรมที่ครูจะได้ประชุมแลกเปลี่ยนความรู้กับกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้ในส่วนของแต่ละกลุ่มพี่เลี้ยงจะคอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ เป็น “พี่เลี้ยง” แต่ไม่ใช่ “ผู้ช่วย” เพราะหากพี่เลี้ยงเป็นผู้ช่วยครู เมื่อครูจบการอบรมไปแล้วครูก็จะไม่ได้เกิดการเรียนรู้ใดๆขึ้นเลย เพราะตอนอบรมมีพี่เลี้ยงช่วยเหลือ แต่หากให้ครูได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง และขอคำแนะนำ ชี้แนะจากพี่เลี้ยง กระบวนการเรียนรู้ก็จะฝังติดกับตัวครู สามารถนำไปถ่ายทอดสู่เด็กนักเรียนได้

แม้ว่าครูจะมุ่งหวังในการมาอบรมที่แตกต่างกันไป แต่กระบวนการเรียนรู้ที่ทางศูนย์ได้จัดขึ้นนั้นมุ่งหวังให้ครูได้ฝึกทักษะด้านพลังงาน และที่สำคัญกระบวนการวิจัย ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ สร้างปัญญาให้กับครู หากครูมีความเข้าใจในทฤษฎีและการปฏิบัติอย่างถูกต้องก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีคุณค่าต่อนักเรียนและการศึกษา

ข้อเสนอแนะ

การฝึกครูในช่วงระยะเวลาหนึ่งเดือน ได้ทำให้ครูมีความเข้าใจในกระบวนการวิจัย แต่เมื่อกลับไปโรงเรียนแล้ว ไม่ได้ทำต่อ หรือไม่มีการกระตุ้นให้ทำวิจัยต่อ ก็จะทำให้ครูเหล่านี้สูญเสียศักยภาพไปอย่างน่าเสียดาย จึงเสนอแนะให้สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยจัดสรรทุนสนับสนุนให้ครูเหล่านี้ได้ทำวิจัยต่อ หากไม่ได้รับทุนสนับสนุนจากแหล่งอื่น

ลงนาม.....

(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)

วันที่ .....

ภาคผนวก ก
บทความวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งขนุนด้วยระบบผสมผสานกับพลังงานแสงอาทิตย์

Comparative Study of Jackfruit Drying using Hybrid Heat Sources and Solar Energy

เฉลิม ปานมา[1] รัชนีกร นำชัย[2] สุภาวรรณ ฎิระวณิชย์กุล[3*] และยุทธนา ฎิระวณิชย์กุล[4]

[1]โรงเรียนบ้านไสถิน อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช 80180 โทร 084 407-6252

[2]โรงเรียนสอยดาววิทยา อ.สอยดาว จ.จันทบุรี 22180 โทร 039 381-140 โทรสาร 039 381 140

[3]ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

[4]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

E-mail: Supawan.t@psu.ac.th

บทคัดย่อ

ขนุนเป็นผลไม้ที่ออกได้ตลอดปี จัดเป็นผลไม้ที่มีปริมาณน้ำตาลและซัลเฟอร์สูง อย่างไรก็ดีขนุนสุกไม่สามารถเก็บได้เป็นระยะเวลานานและต้องมีวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งนี้เพื่อลดการเสื่อมสภาพ จึงเป็นที่สนใจในการทำโครงการวิจัยระดับท้องถิ่นนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการสอนแบบประสบการณ์จริง และการฝึกปฏิบัติการอบแห้งภาคสนามตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวิชาการจากองค์ความรู้พื้นฐาน โดยการอบแห้งขนุนสดด้วยพลังงานความร้อนหลายรูปแบบ (พลังงานแสงอาทิตย์ รังสีอินฟราเรด และรังสีอินฟราเรดร่วมกันลมร้อน) และศึกษาผลของพลังงานความร้อนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อจลนพลศาสตร์ของความชื้นในขนุน ทำการอบแห้งโดยเลือกใช้อุณหภูมิอบแห้ง ในช่วง 50°C-70°C ที่กำลังรังสีอินฟราเรดคงที่ 1,000W เทียบกับการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และทดสอบการชิม ผลจากการทดลองพบว่า อัตราส่วนความชื้นมีค่าลดลงเป็นฟังก์ชันไม่เชิงเส้นกับเวลา และพบว่าอุณหภูมิอบแห้งที่ 70°C จะให้สีของขนุนมีความสว่างต่ำกว่าขนุนที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิต่ำกว่า และการทดสอบการชิมพบว่า รสชาติของเนื้อขนุนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง 50-70°C และแหล่งพลังงานความร้อน ขณะที่กรณีการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดร่วมกับลมร้อนใช้ระยะเวลาการอบแห้ง น้อยกว่าการอบด้วยรังสีอินฟราเรดหรือพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียว และสรุปได้ว่า การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียวมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่น้อยกว่าการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดร่วมกับลมร้อน แต่สูงกว่าการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และแม้ว่าการอบแห้งด้วยการตากแดดจะสิ้นเปลืองต่ำแต่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ก็จะต่ำด้วย ทั้งนี้เพราะใช้เวลาในการอบแห้งยาวนานและอุณหภูมิอบแห้งไม่สม่ำเสมอ

คำสำคัญ; การอบแห้งขนุน / พลังงานแบบผสมผสม / พลังงานแสงอาทิตย์ / พลังงานความร้อนจากไฟฟ้า / รังสีอินฟราเรด

Abstract

Jackfruit is all-seasons fruit which has high sugar and sulfur content. However the ripe jackfruit cannot be stored and it must have a suitable post-harvesting arrangement to reduce degradation. This is the local interesting work so the objectives of this work are to develop the learning media from direct experience and to practice in field experiment on drying technology including to evaluation experimental results by

academic basic principles. The drying of jackfruit was carried out using various heat sources (Sun drying, electric Infrared (IR) radiation and hybrid IR and hot air (HA) convection) and study effect of various heat sources on drying kinetics with drying

temperature of 50-70°C and sensory test. The experimental results concluded that evolution of moisture ratio was non-linear function of drying time while drying using high temperature of 70°C had low brightness compare to each other drying temperatures. In addition, the sensory test of dried jack fruit had insignificant affected by drying temperature ranging of 50-70°C and heat sources while drying using only IR combine with HA had low energy consumption comparing to the drying by only IR source. However, even sun drying for jack fruit has the lowest value energy consumption but the quality of sample is slightly low compared to the other heat sources. This is because it takes long drying period due to temperature fluctuation.

Keyword; Jackfruit Drying, Hybrid Energy, Solar, Hot air, Infrared radiation

1. บทนำ

ขนุน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus heterophyllus* Lamk. วงศ์ MORACEAE ชื่อพื้นเมืองจะแตกต่างกันไปตามท้องถิ่นนั้น ๆ ซึ่งแต่ละส่วนของขนุนมีสรรพคุณ เช่น ใบ รสฝาดมัน รักษาหนองเรื้อรัง และใบสดนำมาตำให้ละเอียดอุ่นพอกแผล ราก รสหวานอมขม แก้ท้องร่วง แก้ไข้ แก้ธาตุน้ำกำเริบ โลหิตพิการ ฝาดสมานบำรุงกำลัง และบำรุงโลหิต เนื้อหุ้มเมล็ด รสหวานมันหอม บำรุงกำลัง และชูหัวใจให้ชุ่มชื่น และสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ได้ เช่น ขนุนอบแห้ง ขนุนในน้ำเชื่อม บรรจุกระป๋อง นอกจากนี้ยังส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้ การอบแห้งเป็นกรรมวิธีที่สามารถนำมาใช้ถนอมและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและเนื้อสัตว์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งแล้วจะมีความชื้นลดลง ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์มีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง และผลิตภัณฑ์ไม่เน่าเสียง่าย ปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการเน่าเสียได้เร็วขึ้นกับปริมาณความชื้นเป็นองค์ประกอบหลัก จากการศึกษาผลิตภัณฑ์ขนุนอบกรอบตามท้องตลาดพบว่า ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการอบแห้งแล้วนำมาทอด ปัญหาที่ตามมาก็คือ มีปริมาณน้ำมันที่ตกค้างอยู่ในเนื้อขนุน ทำให้อาจมีกลิ่นเหม็นหืน และนอกจากนี้ยังเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ใช้ในการทอด ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และระยะเวลาในการตากแดดต้องใช้เวลานานซึ่งไม่ทันต่อความต้องการของผู้บริโภค และอีกปัญหาก็คือ ด้านภูมิอากาศที่ไม่คงที่ ทำให้ไม่สามารถทำการตากแห้งได้ตลอดเวลา

วิธีการอบแห้งระบบผสมผสาน เป็นระบบอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และอาศัยพลังงานในรูปแบบอื่น ๆ ช่วย ในเวลาที่มีแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ หรือต้องการให้ผลิตผลทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น เช่น ใช้ร่วมกับพลังงานเชื้อเพลิงจากชีวมวล พลังงานไฟฟ้า วัสดุอบแห้งจะได้รับความร้อนจากอากาศร้อนที่ผ่านเข้าแผงรับแสงอาทิตย์ และการหมุนเวียนของอากาศจะอาศัยพัดลมหรือเครื่องดูดอากาศช่วย โดยอาศัยพลังงานจากแสงอาทิตย์และลมร้อนร่วมกัน และพลังงานจากรังสีอินฟราเรด รวมทั้งทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิอบแห้ง เวลาในการอบแห้ง และความชื้นที่ลดลงในการอบแห้ง

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาผลของการอบแห้งขนุนด้วยระบบอบแห้งแบบผสมผสาน โดยเลือกใช้พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานความร้อนจากไฟฟ้า และพลังงานความร้อนจากรังสีอินฟราเรด ที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้ง ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้ง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนุน

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุ

เนื้อขนุนซื้อจากห้างสรรพสินค้า TESCO LOTUS อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา แล้วนำมาหาความชื้นตามมาตรฐาน AOAC (1995)

2.2 อุปกรณ์ แบ่งเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ

2.2.1 การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน และลมร้อนเพียงอย่างเดียว

1) ตัวเครื่องอบแห้งมีขนาด 50x100x25 cm^3 บริเวณห้องอบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมทำด้วยเหล็ก ต่อกับเครื่องวัดอุณหภูมิ (Data Locker) ความละเอียด ±1°C โดยมีเทอร์มิสเตอร์เป็นตัวเซนเซอร์

2) พัดลม ยี่ห้อ DAICHI ขนาด 200 W.

3) เครื่องทำความร้อน (Heater)

4) เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ ACU ชั่งได้ 0–150 kg. ค่าความละเอียด ±0.1 g.

5) ถาดที่ใช้ในการอบแห้ง ขนาด 46x94 cm^2 จำนวน 1 ถาด

6) เวอร์เนีย นาฬิกาจับเวลา มีดและเขียง

2.2.2 การอบด้วยรังสีอินฟราเรด

1) ตัวเครื่องอบแห้งมีขนาด 61x48x53 cm^3 บริเวณห้องอบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมทำด้วยเหล็ก มีการควบคุมอุณหภูมิแบบ PID ซึ่งมีค่าความถูกต้อง ±1°C โดยมีเทอร์มิสเตอร์เป็นตัวเซนเซอร์ต่อกับกล่องควบคุมอุณหภูมิ ภายใต้ตู้มีหลอดรังสีอินฟราเรด ขนาด 500 W จำนวน 2 หลอด แขวนไว้ด้านบนห่างจากเนื้อวัสดุประมาณ 15 เซนติเมตร

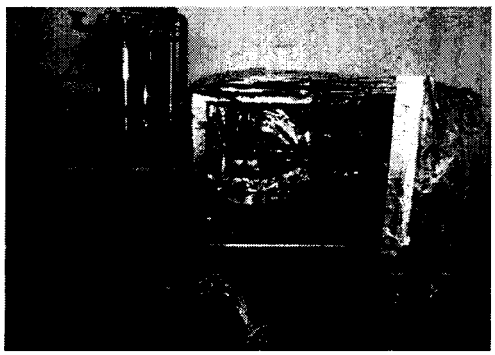
2) เครื่องวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ YOKOGAWA

3) เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Sartorius B3420S

4) ถาดที่ใช้ในการอบแห้ง ขนาด 41.5x47.5 cm^2 จำนวน 1 ถาด

5) ตู้อบหาความชื้น ยี่ห้อ MEMMERT

รูปที่ 1 เครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานความร้อนแสงอาทิตย์และพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน



รูปที่ 2 เครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานความร้อนจากรังสีอินฟราเรด

2.3 วิธีการทดลอง แบ่งเป็น 4 ส่วน

2.3.1 การเตรียมขนุน

นำขนุนจาก 2.1 หั่นตามขวาง ขนาดประมาณ 2.5±0.05 มิลลิเมตร แล้วนำมาจัดเรียงในถาดอบ

2.3.2 การอบแห้ง

จัดเรียงขนุนลงบนถาดอบขนาด 46*94 cm^2 เตรียมการจดบันทึกค่าต่าง ๆ ได้แก่น้ำหนักของขนุนก่อนอบแห้ง อุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในตู้อบแห้ง อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก บันทึกค่าน้ำหนัก อุณหภูมิ ทุก ๆ 20 นาที จนขนุนมีความชื้น ประมาณ 308.08 ± 5 % มาตรฐานแห้ง โดยแบ่งการอบแห้งเป็น 4 สภาวะ คือ

สภาวะที่ 1 อบแห้งขนุนโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์

สภาวะที่ 2 อบแห้งขนุนโดยใช้พลังงานผสมผสาน (พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน) อุณหภูมิ 50-70°C ที่ความเร็วลม 0.5 ± 0.1 m/s

สภาวะที่ 3 อบแห้งขนุนโดยใช้พลังงานความร้อนจากไฟฟ้าอุณหภูมิ 50-70°C ที่ความเร็วลม 0.5 ± 0.1 m/s

สภาวะที่ 4 อบแห้งขนุนโดยใช้รังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียวที่อุณหภูมิ 50-70°C ที่กำลังของรังสีอินฟราเรด 1000 W

2.3.3 การหาค่าจลนพลศาสตร์การเปลี่ยนแปลงความชื้น

การคำนวณหาค่าจลนพลศาสตร์การเปลี่ยนแปลงความชื้นของขนุน สามารถคำนวณหาได้จากแบบจำลองดังนี้

อัตราส่วนความชื้น (Moisture ratio)

$$MR = \frac{M}{M_{in}}$$

2.3.4 การคำนวณหาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้ง

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ SEC (MJ/kg water evap.) ที่ใช้ในการอบแห้งขนุน คำนวณตามสมการที่

$$SEC = \frac{3.6E_P}{M_{in} - M_f}$$

เมื่อ

M_{in} คือ มวลของวัสดุก่อนอบแห้ง (กิโลกรัม),

M_f คือ มวลของวัสดุหลังอบแห้ง (กิโลกรัม)

E_P คือ ปริมาณพลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

2.3.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

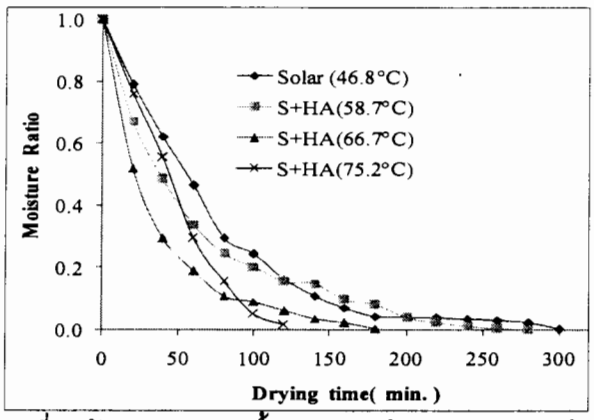
ทำการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบ 20-30 คน ทำการทดสอบ โดยใช้มาตรฐานของ Hedonic scale 1-9

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 จลนพลศาสตร์การอบแห้งขนุน

3.1.1 การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อนจากไฟฟ้า

อบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อนที่อุณหภูมิ 58.7°C, 66.7°C และ 75.2°C มีแนวโน้มของการลดลงของความชื้นที่เวลาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3

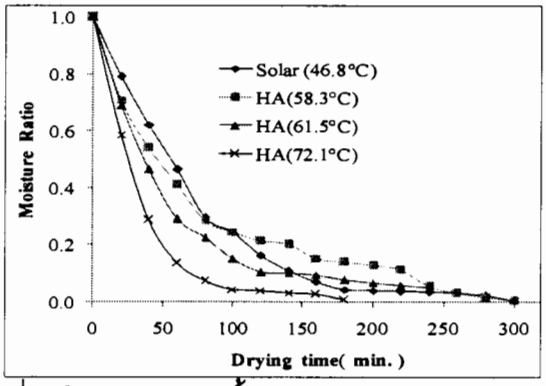


รูปที่ 3 อัตราส่วนความชื้นของขนุนกับเวลาการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่ 308.08 ± 5 % มาตรฐานแห้ง

รูปที่ 3 แสดงถึงความสัมพันธ์กันระหว่างอัตราส่วนความชื้นของขนุนกับเวลาการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน 3 อุณหภูมิ พบว่าในการอบแห้งขนุนที่อุณหภูมิ 75.2°C มีการใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุดคือ 2 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 66.7°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยเป็นลำดับที่สองคือ 3 ชั่วโมง ส่วนที่อุณหภูมิ 58.7°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งมากที่สุดคือ 4 ชั่วโมง 40 นาที

3.1.2 การอบแห้งด้วยพลังงานลมร้อนเพียงอย่างเดียว

อบแห้งด้วยพลังงานลมร้อนเพียงอย่างเดียวที่อุณหภูมิ 58.3°C, 61.5°C และ72.1°C มีแนวโน้มของการลดลงของความชื้นที่เวลาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4

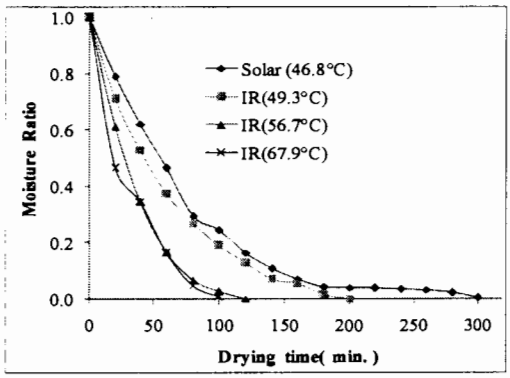


รูปที่ 4 อัตราส่วนความชื้นของขนุนกับเวลาการอบแห้งด้วยลมร้อน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่ 308.08 ± 5 % มาตรฐานแห้ง

รูปที่ 4 แสดงถึงความสัมพันธ์กันระหว่างอัตราส่วนความชื้นของขนุนกับเวลาการอบแห้งด้วยพลังงานลมร้อนเพียงอย่างเดียว พบว่า ในการอบแห้งขนุนที่อุณหภูมิ 72.1°C มีการใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุดคือ 3 ชั่วโมง 20 นาที และที่อุณหภูมิ 61.5°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเป็นอันดับที่สองคือ 4 ชั่วโมง ส่วนอุณหภูมิ 58.3°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งมากที่สุดคือ 5 ชั่วโมง

3.1.3 การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียว

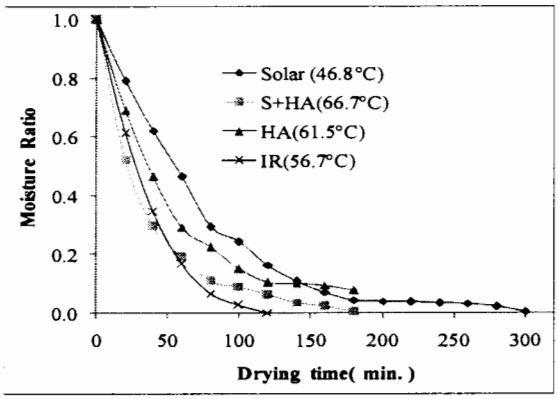
อบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่กำลัง 1000 W อุณหภูมิอบแห้ง 49.8°C, 56.7°C และ 67.9°C มีแนวโน้มของการลดลงของความชื้นที่เวลาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นของขนุนกับเวลา
การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่ 308.08 ± 5 % มาตรฐานแห้ง

รูปที่ 5 แสดงถึงความสัมพันธ์กันระหว่างอัตราส่วนความชื้นของขนุนกับเวลาการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียว พบว่าขนุนที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 67.9°C มีการใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุดคือ 1 ชั่วโมง 50 นาที และที่อุณหภูมิ 56.7°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเป็นอันดับที่สองคือ 2 ชั่วโมง 20 นาที ส่วนอุณหภูมิ 49.3°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งมากที่สุดคือ 3 ชั่วโมง 40 นาที

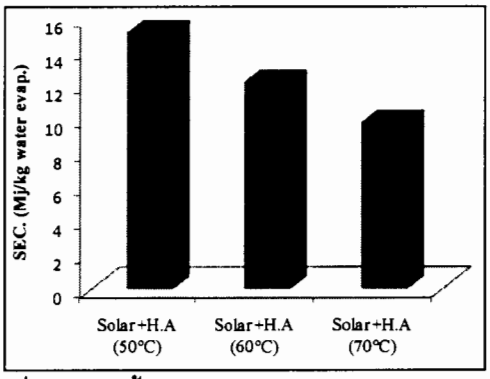
เมื่อเปรียบเทียบแหล่งพลังงานที่แตกต่างกันพบว่าการอบแห้งโดยใช้รังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียวจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุด ที่ทุกอุณหภูมิอบแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นของขนุนกับแหล่งพลังงาน ที่อุณหภูมิ 60°C ที่ 308.08 ± 5 % มาตรฐานแห้ง

3.2 ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้ง

3.2.1 การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน

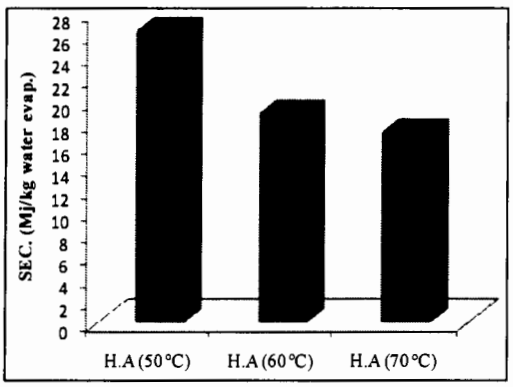


รูปที่ 7 ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งขนุนด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ

จากรูปที่ 7 พบว่าที่อุณหภูมิ 70°C มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ 9.85 MJ/kg water evap. ซึ่งเป็นค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่น้อยที่สุดในการอบแห้งขนุนด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน และอุณหภูมิ 60°C และ 50°C มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ 12.22, 15.66 MJ/kg water evap. ตามลำดับ

3.2.2 การอบแห้งด้วยพลังงานลมร้อนเพียงอย่างเดียว

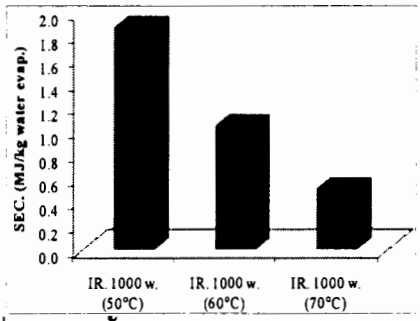
จากรูปที่ 10 พบว่าที่อุณหภูมิ 70°C มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ 17.18 MJ/kg water evap. ซึ่งเป็นค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่น้อยที่สุดในการอบแห้งขนุนด้วยพลังงานลมร้อนเพียงอย่างเดียว และอุณหภูมิ 60°C และ 50°C มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ 18.22, 27.87 MJ/kg water evap. ตามลำดับ



รูปที่ 8 ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งขนุนด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียวที่อุณหภูมิต่าง ๆ

3.2.3 การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด

จากรูปที่ 9 พบว่าที่อุณหภูมิอบแห้ง 70°C มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 0.51 MJ/kg water evap. ซึ่งเป็นค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่น้อยที่สุดในการอบแห้งขนุน ด้วยพลังงานลมร้อนเพียงอย่างเดียว และที่อุณหภูมิ 60°C และ 50°C มีค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ 1.04, 1.98 MJ/kg water evap. ตามลำดับ



รูปที่ 9 ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะของการอบแห้งขนุนด้วยรังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียวที่อุณหภูมิต่างๆ

เมื่อเปรียบเทียบการอบแห้งจากแหล่งพลังงานต่าง ๆ พบว่า ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีแนวโน้มลดลง เมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากที่อุณหภูมิอบแห้งสูงจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าที่อุณหภูมิอบแห้งต่ำกว่า

3.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนุน

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนุนที่มีสภาวะต่าง ๆ

สภาวะในการอบแห้ง	คุณลักษณะ				
	Flaver	Color	Sweetness	Texture	Acceptability
การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (46.8°C)					
46.8°C	6.64	4.79	6.07	4.71	6.57
การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อนจากไฟฟ้า					
58.7°C	7.00	7.57	7.00	4.86	7.07
66.7°C	6.87	7.36	7.07	4.86	6.86
75.2°C	7.00	8.00	7.21	4.86	7.14
การอบแห้งด้วยลมร้อนจากไฟฟ้า					
58.3°C	7.29	7.86	7.36	4.79	7.29
61.5°C	7.07	6.50	6.79	4.57	7.00
72.1°C	7.07	7.43	7.36	4.57	6.93
การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด 1000 W					
59.3°C	7.07	7.64	7.21	4.86	7.00
56.7°C	7.00	7.79	7.29	4.86	6.93
67.9°C	7.14	7.36	7.36	4.93	7.21

<u>หมายเหตุ</u> 1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบมาก
3 ไม่ชอบปานกลาง 4 ไม่ชอบเล็กน้อย
5 เฉยๆ 6 ชอบน้อย
7 ชอบปานกลาง 8 ชอบมาก
9 ชอบมากที่สุด

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในเรื่อง กลิ่น สี ความหวาน ความเหนียว การยอมรับในการบริโภคของขนุน แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนุนเป็นที่ยอมรับในการบริโภคทุกสภาวะการทดลอง และมีแนวโน้มการชอบในระดับปานกลาง โดยการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีแนวโน้มการชอบในระดับน้อยถึงปานกลาง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้ระยะเวลาในการ

อบแห้งที่ยาวนานกว่าวิธีการอบแห้งแบบอื่นๆ จึงทำให้เกิดการสูญเสียกลิ่นและรส รวมทั้งเกิดการเสื่อมสภาพของสีทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดจาง คุณลักษณะเนื้อสัมผัสมีค่าต่ำ(น้อยกว่า 5) เนื่องจากการวางผลิตภัณฑ์ภายหลังการอบแห้งไว้ในสภาพแวดล้อมปกติ ไม่ได้ใส่ในถุงที่ป้องกันการซึมผ่าน ความชื้นจากอากาศแวดล้อมทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการดูดคืนความชื้นกลับ ทำให้ผลิตภัณฑ์เดิมแห้งกรอบ กลายเป็นชื้นและเหนียวขึ้น

4. สรุปผลการทดลอง

1) การทดลองวิจัยอบแห้งขนุนด้วยรังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียว ที่กำลังของรังสีอินฟราเรด 1000 W อุณหภูมิอบแห้ง 50-70°C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน และลมร้อนเพียงอย่างเดียว
2) ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้งขนุนด้วยรังสีอินฟราเรดเพียงอย่างเดียว มีความสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน และลมร้อนเพียงอย่างเดียว
3) การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนุน พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนุนเป็นที่ยอมรับในการบริโภคทุกสภาวะการทดลอง และมีแนวโน้มการชอบในระดับปานกลาง

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุล รศ.ดร.ยุทธนา ฏิระวณิชย์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งกรุณาสละเวลาให้ความรู้ และคำแนะนำตลอดการทำโครงการ นางสาวจุฑารัตน์ ทะสะระ และน้องๆ นักศึกษาที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์และภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับทำโครงการ

ขอขอบคุณ สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำโครงการนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ผู้ร่วมโครงการที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำโครงการให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายที่สุด ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์ ที่รักและเคารพ ผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสทางการศึกษาที่มีค่าอันยิ่งใหญ่

6. เอกสารอ้างอิง

1) ปิยาภรณ์ ปานกำเนิด . **การอบแห้งตะไคร้ด้วยลมร้อนและรังสีอินฟราเรด** . 2552. รายงานวิจัยตามโครงการครุวิจัยพลังงาน สกว. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ . สงขลา
2) สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. **การอบแห้งเมล็ดธัญพืชและอาหารบางประเภท**. 2535. คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ
3) AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists (15th ed). Washington D.C., 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.
5) Tirawanichakul, Y., Prachayawarakon, S., Tungtrakul, P., Chaiwatpongskon, W. and Soponronnarit, S. 2003. Experiments on In-store paddy drying under tropical climate: simulation and product quality. Drying Technology-An International Journal. 21(6): 1049-1064.

การสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย

The simple anemometer

ภัชรินทร์ เลิศบุรุษ
โรงเรียนบ้านบางฉาง อำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช 80120
E-mail : maw.wan@gmail.com

บทคัดย่อ

การสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้เป็นอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องลม ระดับประถมศึกษา โดยการนำวัสดุที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น ลูกถ้วยทำวุ้นและก้านอะลูมิเนียม แผ่นไม้ แผ่นพลาสติก ลวดทองแดงและแม่เหล็ก โดยนำวัสดุดังกล่าวมาประกอบเป็นเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย อาศัยหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าจากการหมุนขดลวดผ่านสนามแม่เหล็กแล้วจึงแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสลับที่ได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อนำมาเทียบความเร็วลมจากกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้มีการสอบเทียบมาตรฐานกับเครื่องมือวัดความเร็วลม (แอนนิมอมิเตอร์ รุ่น AM 4836C) เครื่องมือวัดความเร็วรอบ (Digital Tachometer รุ่น DT2236B) และโวลต์มิเตอร์ (Fluke 83(3) Multimeter) ผลการสร้างและสอบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือพบว่า อัตราการหมุนของเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย มีความสัมพันธ์กับความเร็วลมแบบ $y = -1E\text{-}06x^3 + 0.0006x^2 - 0.0285x + 0.9357$ ความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายแบบ $y = 0.043x^3 - 0.671x^2 + 3.3702x$ และอัตราการหมุนมีความสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายแบบ $y = -4E\text{-}06x^2 + 0.0452x$ และ $y = 0.0443x$ และในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย ใช้สมการ $y = 0.0443x$ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนกับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องมือวัดความเร็วลม โดยนำเครื่องมือวัดความเร็วลมดังกล่าวมาใช้เป็นสื่อการสอนในชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องความเร็วลม ระดับชั้นประถมศึกษา

คำสำคัญ: ความเร็วลม

1. บทนำ

การเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านบางฉาง ในส่วนที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับพลังงานลม และอุปกรณ์อย่างง่ายในการวัดความเร็วลมและทิศทางลม ประสบปัญหาหลายอย่าง เช่น นักเรียนไม่สามารถหาค่าอัตราความเร็วลมได้ถูกต้อง ไม่สามารถสร้างอุปกรณ์ที่มีความคงทนเหมาะสมต่อการใช้งานได้ ไม่เข้าใจกระบวนการและหลักการทำงานของเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับพลังงานลม เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ครูผู้สอนจึงพยายามศึกษาการสร้างอุปกรณ์อย่างง่ายในการวัดความเร็วลม
เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 วัสดุอุปกรณ์

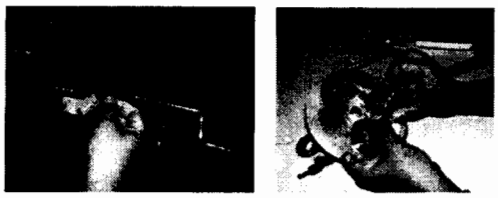
1. แม่เหล็ก Neodymium N32 จำนวน 4 ก้อน
2. ขดลวดทองแดง เบอร์ AWG31 จำนวน 3 ขด
3. เพลาลูกปืน จำนวน 2 ตัว
4. ถ้วยอะลูมิเนียม จำนวน 3 ลูก
5. ก้านอลูมิเนียม จำนวน 3 ก้าน
6. แกนเหล็กเกลียว จำนวน 1 เส้น
7. กาวติดเหล็ก จำนวน 1 ชุด

8. แผนไม้ จำนวน 2 แผ่น
9. สีสเปร์ย จำนวน 2 ขวด
10. แผ่นพลาสติก จำนวน 2 แผ่น
11. ตัวน๊อต 0.5 ซม จำนวน 20 ตัว
12. สายรัดพลาสติกขนาดเล็ก จำนวน 6 เส้น
13. เครื่องมือวัดจำนวนรอบมาตรฐาน
14. Volt meter
15. สว่านไฟฟ้า
16. เลื่อยไฟฟ้า
17. อุปกรณ์นับรอบขดลวด

2.2 วิธีการวิจัย

การสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย

1. พันขดลวดให้มีขนาด 450 รอบ จำนวน 3 อันและนำขดลวดดังกล่าวมาวางบนแผ่นพลาสติกที่เตรียมไว้แล้วรัดด้วยสายรัดให้เรียบร้อย

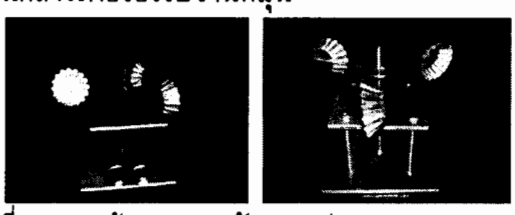


รูปที่ 1 การพันขดลวดและนำมาวางบนแผ่นพลาสติก

2. เตรียมอะลูมิเนียมสำหรับทำแขนและนำลูกถ้วยมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นอุปกรณ์รับลม

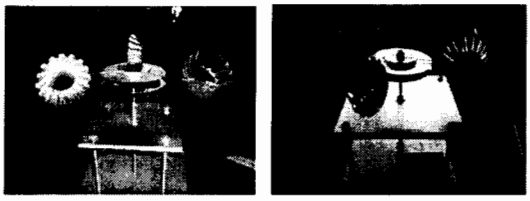
รูปที่ 2 ขั้นตอนการประกอบแกนและลูกถ้วย

3. สร้างฐานสำหรับรองรับอุปกรณ์และพ่นสีเพื่อความสวยงามแล้วจึงประกอบอุปกรณ์เข้าด้วยกันและใส่แกนกลางเพื่อรองรับจานหมุน



รูปที่ 3 การสร้างฐานรองรับ และประกอบแกนกลาง

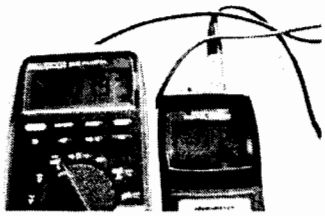
4. ประกอบแม่เหล็ก ขดลวด และ แกนหมุนเข้าด้วยกัน ติดตั้งวงจรอุปกรณ์แปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาปรับปรุง



รูปที่ 4 อุปกรณ์ที่ประกอบเสร็จแล้ว

การสอบเทียบประสิทธิภาพอุปกรณ์

1. เตรียมเครื่องในการสอบเทียบ ประกอบด้วยเครื่องมือวัดความเร็วรอบ (Digital Tachometer รุ่น DT2236B) แอนนิมอมิเตอร์ (รุ่น AM 4836C) โวลต์มิเตอร์ (Fluke 83(3) Multimeter) และกล้องถ่ายรูปเพื่อบันทึกผล
2. นำเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายที่สร้างขึ้นไปเทียบอัตราการหมุนของลูกถ้วยด้วยเครื่องมือวัดความเร็วรอบกับแอนนิมอมิเตอร์ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุน(รอบ/นาที) และความเร็วลม(เมตร/วินาที)
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้าโดยใช้ค่าที่บันทึกได้จากโวลต์มิเตอร์และแอนนิมอมิเตอร์นำมาเขียนกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ และหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนและแรงดันไฟฟ้าต่อไป



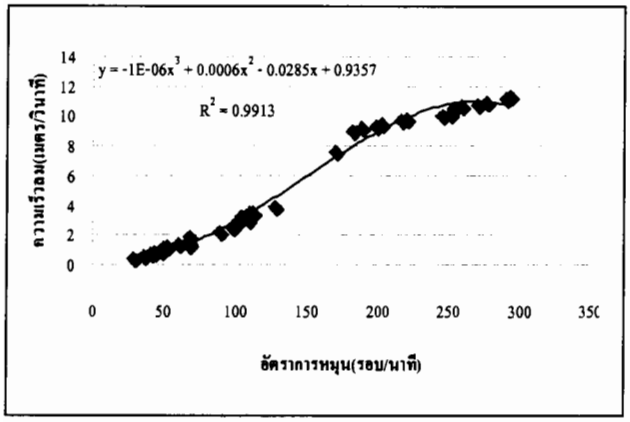
รูปที่ 5 อุปกรณ์ในการสอบเทียบประสิทธิภาพเครื่องมือ

3. ผลการทดลอง

3.1 อัตราการหมุนของเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย และความเร็วลมที่ได้จากแอนนิมอมิเตอร์ (รุ่น AM 4836C) มีการกระจายดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปตามสมการ ดังนี้

$$y = -1E\text{-}06x^3 + 0.0006x^2 - 0.0285x + 0.9357$$

$$R^2 = 0.9913$$

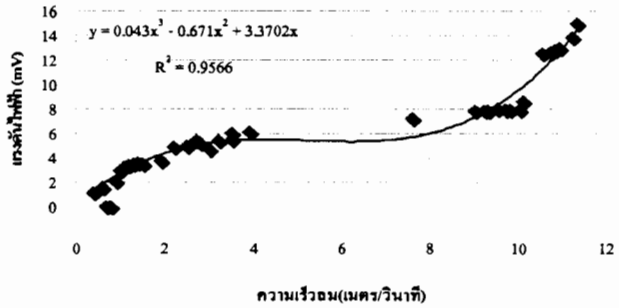


รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนและความเร็วลม

3.2 ความเร็วลมที่ได้จากแอนนิมอมิเตอร์ (รุ่น AM 4836C) และแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ (Fluke 83(3) Multimeter) มีการกระจายดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปตามสมการ ดังนี้

$$y = 0.043x^3 - 0.671x^2 + 3.3702x$$

$$R^2 = 0.9566$$



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้า

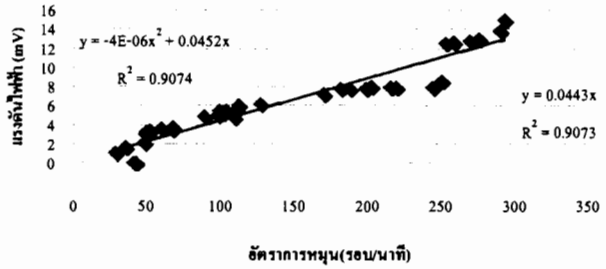
3.3 อัตราการหมุนของเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย และแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ (Fluke 83(3) Multimeter) มีการกระจายดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งความสัมพันธ์เป็นไปตามสมการ ดังนี้

$$y = -4E\text{-}06x^2 + 0.0452x$$

$$R^2 = 0.9074$$

และ $$y = 0.0443x$$

$$R^2 = 0.9073$$



รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนและแรงดันไฟฟ้า

4. สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่า เครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายที่สร้างขึ้น มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนกับแรงดันไฟฟ้า ดังสมการ y = 0.0443x ซึ่งสามารถนำเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายดังกล่าวไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้

นอกจากนี้ได้ทำการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย และทดสอบดัชนีความก้าวหน้าของผู้เรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 87 และมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

5. ข้อเสนอแนะ

1. ควรสร้างอุปกรณ์วัดทิศทางลมควบคู่กับการสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมจะทำให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน

2. ควรพัฒนาชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องเครื่องมือวัดความเร็วลมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการนำไปทดสอบใช้กับกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากโครงการครุวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(สกว.) ได้รับคำปรึกษาและชี้แนะ ตลอดจนได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ จากสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. พลังงานลม . ออนไลน์ . http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=97. (30 มีนาคม 2553).

[2] ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2545. วิธีการเขียนทางวิทยาศาสตร์. นครราชสีมา : สมบูรณ์การพิมพ์.

[3] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วัดความเร็วลมได้อย่างไร . ออนไลน์ http://www.ipst.ac.th/Activity_PrimarySci/science-p/sci-p44.html. (30 มีนาคม 2553).

[4] สมาน เสนงาม. 2541. กังหันลมผลิตไฟฟ้าสำหรับชนบท. สงขลา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.(อัดสำเนา)

เครื่องมือวัดความเร็วลมจากกระป๋องน้ำอัดลม

สิรภพ กาฬสุวรรณ
โรงเรียนเทศบาล ๕ (วัดหาดใหญ่) สำนักการศึกษา เทศบาลนครหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
E-mail : ksirapop@gmail.com

บทคัดย่อ

ถ้ามีข้อมูลความเร็วลมในบริเวณโรงเรียนจะทำให้รู้ศักยภาพของพลังงานลม ว่าจะสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หรือไม่เพียงใด ในการนี้จะต้องใช้เครื่องมือวัดความเร็วลมซึ่งโรงเรียนเทศบาล ๕ (วัดหาดใหญ่) ไม่มี จึงได้ประดิษฐ์เครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายจากเศษวัสดุเหลือใช้หรือที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เพื่อใช้วัดความเร็วลมได้ และเพื่อใช้เป็นสื่อการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนเรื่องพลังงานลมให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร โดยประดิษฐ์จากกระป๋องน้ำอัดลมผ่าครึ่งทรงกระบอก แบบ 3 ใบที่ติดอยู่กับเพลาแกนตั้ง ซึ่งมีข้อดีคือสามารถรับลมได้ทุกทิศทาง ทำการทดลองพร้อมการสอบเทียบมาตรฐานและเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ ค่าแรงดันไฟฟ้า ความเร็วรอบ ความเร็วลมที่ระดับต่าง ๆ กัน ผลการทดลองพบว่า ความสัมพันธ์ของความเร็วลม แรงดันไฟฟ้า และความเร็วรอบมีลักษณะเดียวกัน คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับค่าแรงดันไฟฟ้า ความเร็วรอบกับค่าแรงดันไฟฟ้า ความเร็วลมกับความเร็วรอบมีความสัมพันธ์กันแบบโพลิโนเมียล ยกกำลังสาม

เครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ใช้งานได้ง่ายและสะดวก โดยผู้ใช้นำเครื่องมือไปวางในบริเวณที่ต้องการวัดความเร็วลม อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ แล้วเทียบค่าเป็นความเร็วลมจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับค่าแรงดันไฟฟ้า หรือคำนวณจากสมการความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้ และที่สำคัญงานวิจัยนี้ทำให้ได้สื่อการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินแล้วว่ามีคุณภาพเหมาะสมที่จะใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้อันจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

คำสำคัญ : เครื่องมือวัดความเร็วลม กระป๋องน้ำอัดลม

1.บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้พลังงานสะอาดเพื่อทดแทนการใช้น้ำมันหรือถ่านหินซึ่งนับวันจะมีปริมาณลดน้อยลงและมีราคาแพงขึ้น ที่สำคัญยังก่อให้เกิดปัญหาโลกร้อน ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดหนึ่งที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น โรงเรียนเทศบาล ๕ (วัดหาดใหญ่) ก็ตระหนักและให้ความสำคัญต่อเรื่องดังกล่าว และจากการสังเกตธงชาติบนยอดเสาซึ่งมีความสูงระดับใกล้เคียงกับบริเวณดาดฟ้าอาคารเรียน พบว่าในแต่ละวันผืนธงโบกสะบัดอย่างรุนแรงติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ถ้าสามารถวัดความเร็วลมได้ก็จะทราบได้ว่าบริเวณดังกล่าวมีศักยภาพของพลังงานลมเป็นอย่างไร สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หรือไม่ แต่ด้วยโรงเรียนไม่มีเครื่องมือวัดความเร็วลม การของบประมาณจัดซื้อก็ต้องใช้เวลาและมีหลายขั้นตอน อีกทั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ซื้อสำเร็จรูปมักจะถูกผนึกอย่างแน่นหนา ไม่สามารถเปิดเพื่อศึกษากลไกภายในได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประดิษฐ์เครื่องมือวัดความเร็วลมจากวัสดุเหลือใช้หรือที่หาได้ตามท้องตลาด ซึ่งทำให้ประหยัดและเป็นสื่อการเรียนรู้ที่คุ้มค่ากว่าเพราะสามารถมองเห็นกลไกการทำงานภายในของเครื่องมือได้

2. ทฤษฎีและหลักการ

การศึกษาทฤษฎีพลังงานลม กังหันลม หลักการทำงานของเครื่องวัดความเร็วลม ทฤษฎีกังหันลมแนวตั้ง จุดมุ่งหมายหลักของกังหันลม คือ พยายามที่จะดึงพลังงานออกจากกระแสลมให้มากที่สุด พลังงานที่มีอยู่ในลมนั้นจะขึ้นกับความเร็วลมว่ามีค่ามาก หรือ

น้อย เราจะสามารถเขียนค่ากำลังงานของลมเป็นสมการดังนี้

$$P = \frac{1}{2}\rho A v^3 \qquad \text{(สมการที่ 1)}$$

โดยที่ **P** คือ ค่ากำลังงาน

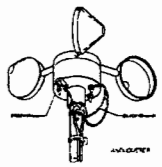
ρ คือ ค่าความหนาแน่นของลม (อากาศ)

A คือ พื้นที่ซึ่งใช้ในการดักลมไว้

V คือ ความเร็วลม

จะเห็นได้ว่ากำลังงานในกระแสลมนั้นแปรตามความเร็วลมยกกาลังสาม ดังนั้นความเร็วลมจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการพิจารณาในการเลือกหรือออกแบบกังหันลมเพื่อที่จะนำเอาพลังงานจากลมมาใช้ให้มากที่สุด เพราะว่าไม่ว่าจะประดิษฐ์กังหันลมให้มีประสิทธิภาพสมบูรณ์แบบแค่ไหน แต่ถ้าลมมีความเร็วต่ำ กำลังงานจากลมก็จะมีค่าต่ำลงอย่างมาก เนื่องจากค่ากำลังงานแปรเป็นสัดส่วนกำลังสามของความเร็วลม และจะพบต่อไปว่าค่ากำลังงานในสมการข้างต้น ไม่สามารถนำมาใช้งานได้หมด แต่จะเอาออกมาใช้ได้สูงสุดเพียง 59.3 % ของค่ากำลังงานที่มีอยู่ในกระแสลม

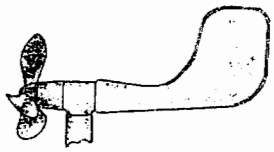
เครื่องวัดความเร็วลม เรียกว่า แอนิโมมิเตอร์ (Anemometer) แบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ แบบลูกถ้วย (Cup Anemometer) ประกอบด้วย ลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกลม 3 หรือ 4 ใบ ติดอยู่กับเพลาในแนวตั้ง



รูปที่ 2 แอนิโมมิเตอร์แบบรูปถ้วย

ความกดที่แตกต่างกันจากด้านหนึ่งของลูกถ้วยใบหนึ่ง ไปยังลูกถ้วยอีกใบหนึ่ง เป็นเหตุให้ลูกถ้วยหมุนรอบๆ เพลา อัตราที่ลูกถ้วยหมุนจะเป็นสัดส่วนตรงต่อความเร็วลม การหมุนของลูกถ้วยปกติจะถูกเปลี่ยนกลับเป็นความเร็วลมผ่านระบบเกียร์ และสามารถอ่านความเร็วลมได้จากหน้าปัด หรือส่งไปยังเครื่องบันทึกเวลา

ส่วนเครื่องวัดที่วัดได้ทั้งความเร็วลม และทิศทางลม เรียกกว่า แอโรเวน (Aero vane) โดยรวมแอนิโมมิเตอร์และศรลมเข้าด้วยกัน เครื่องมือนี้ใช้ใบพัด 3 ใบวัดความเร็วลม ใบพัดหมุนเป็นอัตราส่วนกับความเร็วลม ด้วยรูปร่างของเครื่องที่มีรูปทรงอากาศพลศาสตร์ดี และมีหางเสืออยู่ในแนวตั้งช่วยให้ใบพัดหันเข้าหาลม (รูปที่ 3) ศรลมจะทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ บอกทิศทางลม และช่วยให้แกนของใบพัดชี้เข้าหาทิศทางลม ทั้งแอนิโมมิเตอร์และศรลม เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องมือที่ทำการบันทึก



รูปที่ 3 แอโรเวน

เครื่องวัดลมที่กล่าวมานี้เป็นการวัดลมที่พื้นดิน และบอกทิศทาง หรือความเร็วลมในตำแหน่งคงที่โดยเฉพาะ สิ่งกีดขวางอื่นๆ ก็มีอิทธิพลต่อลม เช่น อาคาร ต้นไม้ และอื่นๆ ความเร็วลมจะเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ดังนั้น เครื่องมือที่ใช้วัดลมควรตั้งอยู่ในที่โล่งที่ลมไหลได้สะดวก และควรอยู่สูงกว่าหลังคาอาคาร แต่ในทางปฏิบัติแอนิโมมิเตอร์จะถูกติดตั้งวางไว้ในระดับความสูงต่างๆ ไม่แน่นอน ทำให้การวัดลมขาดความแม่นยำไปพอสมควร

3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

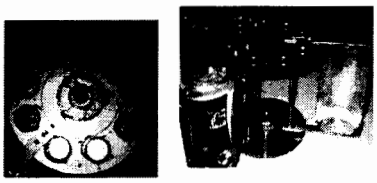
3.1 วัสดุอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ ได้แก่ กระป๋องน้ำอัดลม แผ่นซีดี หรือ ดีวีดี ขดลวดทองแดงอาบน้ำยา เบอร์ AWG 31 แม่เหล็กถาวรความเข้มสูง ตลับลูกปืน ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทาน ไดโอด แผงวงจร เครื่องมือวัดความเร็วลมมาตรฐาน เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องวัดรอบการหมุน

3.2 การสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมจากกระป๋องน้ำอัดลม

พันขดลวดทองแดงอาบน้ำยา เบอร์ AWG 31 จำนวน 9 ขด ๆ ละ 300 รอบ ใช้เทปพันให้เรียบร้อย วางเรียงบนแผ่นวีซีดีหรือดีวีดี ให้เป็นแนวเดียวกัน มีระยะห่างเท่า ๆ กัน ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ขดลวดทองแดงจำนวน 9 ขด ๆ 300 รอบ

ติดแหวนเหล็กบนแผ่นวีซีดีหรือดีวีดี ให้เป็นแนวเดียวกัน มีระยะห่างเท่า ๆ กัน และตำแหน่งต้องตรงกับขดทองแดงข้างต้น แล้วติดแม่เหล็กถาวรจำนวน 9 ก้อน โดยต้องหันขั้วเดียวกันลงบนแหวนเหล็กดังกล่าว ดังรูปที่ 5

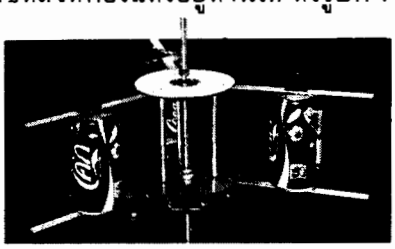


รูปที่ 5 ชุดแม่เหล็กถาวรติดบนแหวนเหล็กใต้ฐาน

ผ่าครึ่งกระป๋องน้ำอัดลมตามแนวยาว พับขอบลบคมเพื่อความแข็งแรงและป้องกันคม ดังรูปที่ 6 เตรียมไว้จำนวน 3 ชิ้น

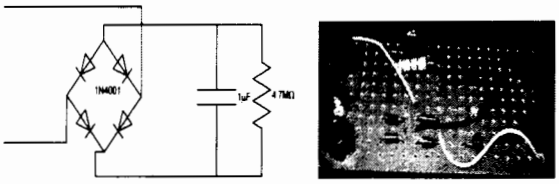
รูปที่ 6 กระป๋องน้ำอัดลมผ่าครึ่งตามแนวยาว พับขอบลบคม

ติดกระป๋องน้ำอัดลมกับโครงสร้างแบบ 3 ใบ ที่ติดอยู่กับเพลาแกนตั้ง ที่มีชุดแผ่นซีดีติดแม่เหล็กถาวร และชุดขดลวดทองแดงอยู่ด้านใต้ ดังรูปที่ 7



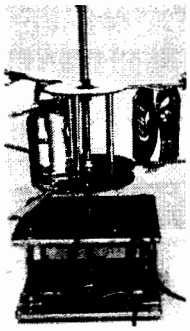
รูปที่ 7 โครงยึดกระป๋อง

ประกอบแผงวงจรกรองกระแสแบบเต็มคลื่น ดังรูปที่ 8 เพื่อใช้ในการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง



รูปที่ 8 วงจรกรองกระแสแบบเต็มคลื่น

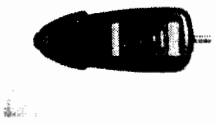
ประกอบเครื่องมือวัดความเร็วลมเข้ากับฐาน ดังรูปที่ 9



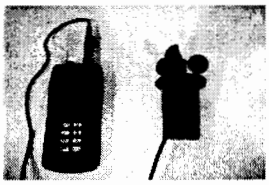
รูปที่ 9 เครื่องมือวัด

3.3 การทดลองและสอบเทียบมาตรฐาน

การสอบเทียบมาตรฐานในการวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์ดังนี้



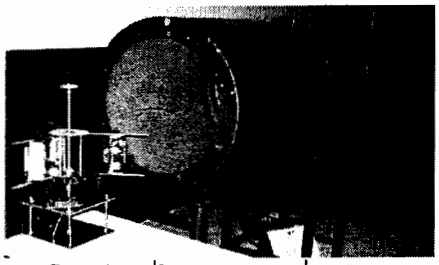
รูปที่ 10 เครื่องวัดความเร็วรอบ Digital Tachometer รุ่น DT22368



รูปที่ 11 เครื่องวัดความเร็วลม Microprocessor Digital Meter รุ่น AM-4836C

รูปที่ 12 มัลติมิเตอร์ Fluke 83-3

นำเครื่องมือที่ประดิษฐ์ เครื่องวัดความเร็วลมมาตรฐานติดตั้งในแนวลมเดียวกันหน้าอุโมงค์ลม ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้อาศัยแรงลมเป่าจากอุโมงค์ลม ไม่ได้นำเครื่องมือวัดฯเข้าภายในตัวอุโมงค์ หลังจากนั้นติดตั้งเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า และเครื่องวัดรอบการหมุน ดังรูปที่ 13 และ 14



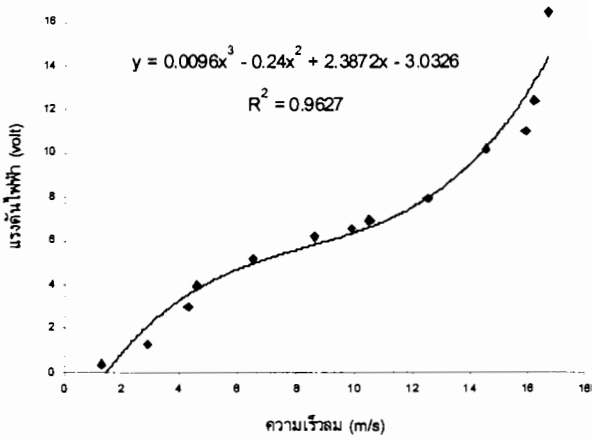
รูปที่ 13 อุโมงค์ลมที่ใช้ทดสอบเครื่องมือวัดความเร็วลม

รูปที่ 14 ติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลมมาตรฐาน เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า และเครื่องวัดรอบกับเครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์

เปิดอุโมงค์ลมให้ทำงานที่ความเร็วลมต่างกันตั้งแต่ความเร็วลมต่ำถึงสูง ทำการบันทึกโดยใช้กล้องถ่ายภาพ Digital บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า ค่าความเร็วลมจากเครื่องวัดมาตรฐาน และรอบการหมุนของเครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์ที่ระดับความเร็วลมต่าง ๆ

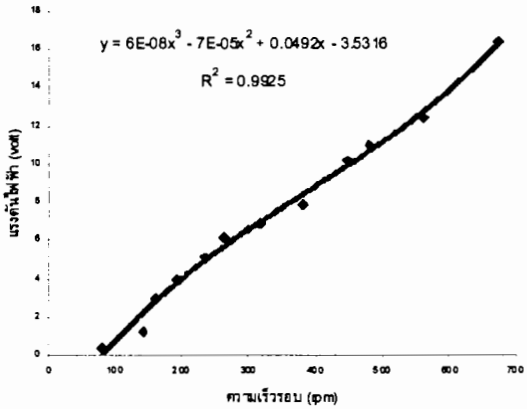
4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองและสอบเทียบมาตรฐานปรากฏผลดังแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 15 - 18



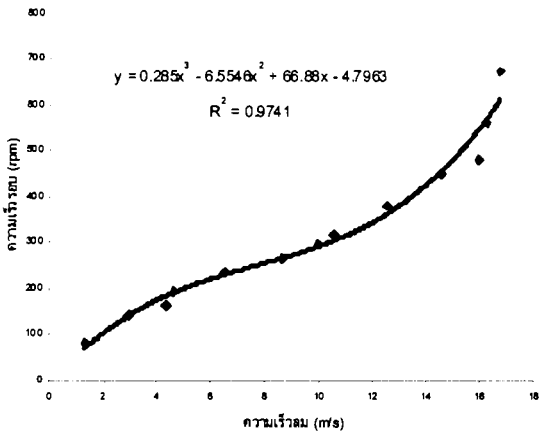
รูปที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและค่าแรงดันไฟฟ้า

จากรูปที่ 15 จะเห็นว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความเร็วลมในรูปของสมการโพลิโนเมียลยกกำลังสาม



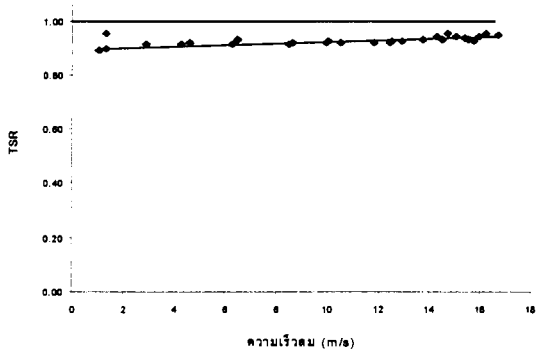
รูปที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและค่าแรงดันไฟฟ้า

จากรูปที่ 16 จะเห็นว่าค่าแรงดันไฟฟ้าแปรผันตรงกับความเร็วรอบการหมุนของเครื่องมือที่ประดิษฐ์ในรูปของสมการโพลิโนเมียล ยกกำลังสาม



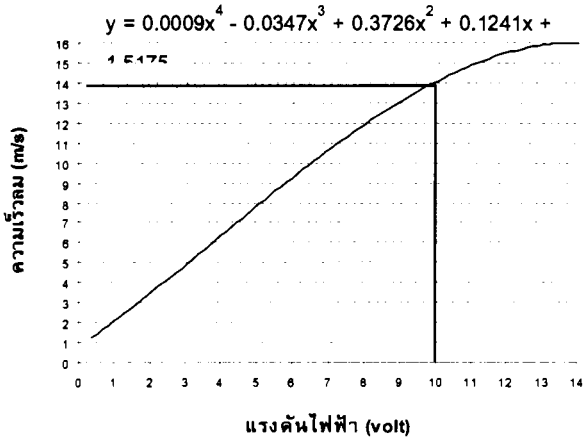
รูปที่ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ และความเร็วลม

จากรูปที่ 17 จะเห็นได้ว่าความเร็วรอบแปรผันตรงกับความเร็วลมในรูปของสมการแบบโพลิโนเมียล ยกกำลังสาม



รูปที่ 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความเร็วปลายใบ (TSR) และความเร็วลม

จากรูปที่ 18 จะเห็นว่าอัตราส่วนความเร็วปลายใบ (TSR) มีค่าใกล้เคียง 1.00 (ค่า TSR เฉลี่ยเท่ากับ 0.94) นั่นหมายความว่าเครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้มีการเสียเปรียบเชิงกลเพียง 6 %



รูปที่ 19 กราฟการเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์ เทียบเป็นความเร็วลม

จากรูปที่ 19 เมื่อทราบค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์ ก็จะเทียบเป็นความเร็วลมได้ตามสมการโพลิโนเมียลยกกำลังสี่ ดังนี้

$$y = 0.0009x^4 - 0.0347x^3 + 0.3726x^2 + 0.1241x + 1.5175 \quad \text{(สมการที่ 2)}$$

เมื่อ x คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า (volt)
y คือ ความเร็วลม (m/s)

ตัวอย่างเช่น ถ้าวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ 10 volt เทียบจากตารางจะได้ความเร็วลมประมาณ 14 m/s ถ้าคำนวณตามสมการจะได้ความเร็วลม 14.3185 m/s

4. สรุปและอภิปรายผล

เครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์ขึ้นจากกระป๋องน้ำอัดลมและเศษวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นสามารถใช้วัดความเร็วลมได้จริง โดยมีความสามารถในการเริ่มต้นหมุนด้วยตนเอง(Self starting) ที่ความเร็วลม 1.2 m/s ซึ่งสรุปผลการทดลองได้ว่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องมือ ฯ ที่ประดิษฐ์ขึ้นจะแปรผันโดยตรงกับความเร็วลมและความเร็วรอบ เช่นเดียวกับความเร็วรอบก็แปรผันโดยตรงกับความเร็วลมซึ่งทุกความสัมพันธ์ข้างต้นเป็นความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการโพลิโนเมียลยกกำลังสาม ที่มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9627 0.9925 และ 0.9741 ตามลำดับ นั่นหมายความว่า เครื่องมือวัดความเร็วลมจากกระป๋องน้ำอัดลมนี้สามารถวัดความเร็วลมได้ และมีความน่าเชื่อถือสูง ส่วนอัตราส่วนความเร็วลมปลายใบ (TSR) มีค่าใกล้เคียง 1.00 (ค่า TSR เฉลี่ย เท่ากับ 0.94) นั่นหมายความว่าเครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้มีการเสียเปรียบเชิงกลเพียง 6 %

สิ่งที่ต้องระมัดระวังอย่างยิ่งในกระบวนการวิจัยครั้งนี้คือ การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจะเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ โดยเฉพาะการวัดความเร็วรอบที่ยิงแสงในแนวดิ่ง คือ ตำแหน่งยิงแสงวัดความเร็วรอบอาจไม่คงที่ ถ้าตำแหน่งยิงแสงเคลื่อนออกจากแกนกลางมากเท่าใด เวลาครบรอบก็จะมากขึ้น แต่ถ้าตำแหน่งยิงแสงเข้าใกล้แกนกลาง เวลาครบรอบการหมุนจะน้อยลง ส่งผลกระทบต่อค่าความเร็วรอบ

ส่วนวิธีใช้เครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ทำได้ง่ายมาก เพียงผู้ใช้นำเครื่องมือไปวางในบริเวณที่ต้องการวัด อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ แล้วเทียบค่าเป็นความเร็วลมจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับค่าแรงดันไฟฟ้า หรือจะแทนค่าแรงดันไฟฟ้าลงในสมการที่ 2 ก็จะได้ความเร็วลมขณะนั้นได้

ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง พลังงานลมเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร โดยผู้ประเมินได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ 3 คน หัวหน้างานวิชาการ และผู้บริหารฝ่ายวิชาการ รวมจำนวน 5 คน พบว่า ผู้ประเมินทุกคนมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เครื่องมือวัดความเร็วลมจากกระป๋องน้ำอัดลมที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้มีความเหมาะสมที่ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

ดังนั้น งานวิจัยนี้ทำให้ได้เครื่องมือวัดความเร็วลมที่ประดิษฐ์ขึ้นใช้ได้เอง อีกทั้งได้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ เหมาะสมที่จะใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้อันจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

5. ข้อเสนอแนะ

ควรสอบเทียบมาตรฐานกับเครื่องวัดความเร็วลมของกรมอุตุดิยมวิทยาอีกครั้ง เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือที่ประดิษฐ์นี้

ควรทดลองวัดความเร็วลมตามธรรมชาติ เช่น ชายทะเล ทุ่งนา ดาดฟ้าอาคาร เป็นต้น เพื่อจัดทำเป็นตารางเทียบระหว่างค่าแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วลมที่เป็นเกณฑ์ประจำถิ่น

เอกสารอ้างอิง

[1]กัมพงษ์ ทองเรือง. 2547 , การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า. สกายบุ๊กส์ . ปทุมธานี

[2]จิตปราณี วิระพงษ์ . 2528 , แม่เหล็กไฟฟ้าเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

[3]เฉลียว มณีเลิศ. 2543, ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย 2 : ไฟฟ้าแม่เหล็ก.มหาวิทยาลัยรังสิต. ปทุมธานี,

[4]ณัฐภูมิ สุดแก้ว. 2551, กังหันลมผลิตไฟฟ้า พลังงานสะอาด หลังงานสีเขียว บริษัทวินด์วินเทค จำกัด.

[5]ณัฐภูมิ สุดแก้ว. 2551, กังหันลมไทยประดิษฐ์ ไฟฟ้าจากลมที่คนไทยก็ทำได้เรื่องราวของมนุษย์กังหันลม จ.ชลบุรี.

[6]บรรจง โอฬาริ. แม่เหล็กไฟฟ้า 1. ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. สงขลา , 2546.

[7]Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE). พลังงานลม. http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=97. (March, 27, 2010).

[8]Department of Energy Development and Promotion. กำลังและความเร็วลมในประเทศไทย. http://www2.dede.go.th/dede/renew/Twm/main.htm. (March, 28, 2010).

[9]GLOBAL WIND ENERGY . Wind measurement analysis and report . http://www.global-wind-energy.com/. (March, 31, 2010).

[10]The LESA Project. อุปกรณ์วัดความเร็วลม (Anemometer). http://portal.edu.chula.ac.th/lesa_cd/assets//document/LESA212/6/weather_station/anemometer/anemometer. html. (March, 31, 2010).

เครื่องวัดความเร็วลมจากขวดน้ำพลาสติก

Anemometer of plastic water bottles.

นพกนก รองรัตน์
โรงเรียนวัดปากประ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพัทลุง เขต 1
Email : nopkanokr@hotmail.com

บทคัดย่อ

ลมเป็นพลังงานที่มีความสำคัญและมีประโยชน์มากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากพลังงานลมมีอยู่โดยทั่วไป ไม่ต้องซื้อหา และเป็นพลังงานที่สะอาด (Green Energy) จึงได้ทำการทดลองเพื่อสร้างเครื่องวัดความเร็วลมตั้งแต่ช่วง 0 – 10 m/s และหาค่าความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้า ความเร็วลม และความเร็วรอบ เทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน และใช้กราฟมาอ่านค่าความเร็วลมจากแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้น ทำการทดลอง 2 ขั้นตอน คือ 1.การสร้างเครื่องวัดความเร็วลมแบบสามใบพัดจากขวดน้ำพลาสติก 2. การตรวจสอบมาตรฐานเครื่องมือและเปรียบเทียบหาค่าความเร็วลม จากการทดลองพบว่า ความเร็วรอบและความเร็วลมมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้น คือ เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้นตาม ความเร็วรอบและความเร็วลม มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบโพลิโนเมียลยกกำลังสาม
ความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบโพลิโนเมียลยกกำลังสอง และค่าเฉลี่ย TSR = 0.6 ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของกังหันแบบ A คือ แบบ Savonius rotor จากการทดลองนี้ทำให้สามารถอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องวัดความเร็วลมเทียบค่าจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วลมไปใช้ในการตรวจสอบความเร็วลมในพื้นที่ต่างๆ

Wind energy is an important and useful in the present Because the wind is generally Do not buy it. And clean energy (Green Energy) has experimented to create a wind speed meter range from 0 - 10 m / s and find the relationship between voltage and speed winds. Compared to the tools standard And use the chart to read the wind speed from the voltage measured from Anemometer built conducted two phases: 1. To create Anemometer three blades of bottle water plastic 2. Conformances. tool for comparing the speed and wind The results showed that Speed and wind speed. Correlated in a linear form when wind speed is increased speed will increase accordingly. Speed and wind speed. Ties in a polynomial exponent three. Speed and voltage. Are related in a polynomial squared and the average TSR = 0.6, consistent with the form of turbine type A is a savonius rotor of this experiment allows it to read voltage from speedometer Wind from the chart compared the relationship between voltage and wind speed used to monitor wind speed in different areas.

คำสำคัญ : เครื่องวัดความเร็วลม, Amemometer

1. บทนำ

ลมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลม เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าลมเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในตัวเอง ในปัจจุบันมนุษย์จึงได้ให้ความสำคัญและนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลังงานลมมีอยู่โดยทั่วไป ไม่ต้องซื้อหา เป็นพลังงานที่สะอาด (Green Energy) ไม่ก่อให้เกิดอันตราย

ต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่รู้จักหมดสิ้น เช่นนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า (Wind Generator) และเป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบันและอนาคต โดยการใช้ กังหันลม (Wind Turbine) ซึ่งเป็น เครื่องจักรกลอย่างหนึ่งที่สามารถรับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลได้ จากนั้นนำพลังงานกลมาใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น การบดสีเมล็ดพืช การสูบน้ำ หรือในปัจจุบันใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า การพัฒนากังหันลมเพื่อใช้ประโยชน์มีมาตั้งแต่ชนชาวอียิปต์โบราณและมีความต่อเนื่องถึงปัจจุบัน โดยการออกแบบกังหันลมจะต้องอาศัยความรู้ทางด้านพลศาสตร์ของลมและหลักวิศวกรรมศาสตร์ในแขนงต่างๆ เพื่อให้ได้กำลังงาน พลังงาน และประสิทธิภาพสูงสุด แต่ในการจะดำเนินการติดตั้งกังหันลมเพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆ นั้น การวางแผนและสำรวจแหล่งติดตั้งกังหันลมเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง จะต้องมีการสำรวจพื้นที่อย่างรอบคอบ โดยการสำรวจและตรวจสอบความเร็วลมที่มีตลอดปีว่ามีความคุ้มค่ามากน้อยเพียงใดโดยการใช้เครื่องวัดความเร็วลม การพัฒนาเครื่องวัดความเร็วลมอย่างง่าย ที่สามารถประดิษฐ์และสร้างได้เอง จึงเป็นประโยชน์อย่างมากในการตรวจสอบความเร็วลม

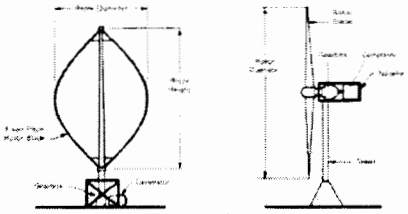
2. ทฤษฎีและหลักการ

รูปแบบเทคโนโลยีกังหันลม

กังหันลมสามารถแบ่งออกตามลักษณะการจัดวางแกนของใบพัดได้ 2 รูปแบบ คือ

1. <u>**กังหันลมแนวแกนตั้ง**</u> (Vertical Axis Turbine (VAWT)) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ

2. <u>**กังหันลมแนวแกนนอน**</u> (Horizontal Axis Turbine (HAWT)) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ โดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม



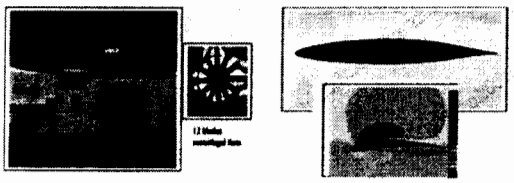
รูปที่ 1 รูปแบบกังหันลมแนวแกนตั้งและแนวแกนนอนตามลำดับ

ที่มา :

<u>http://www2.egat.co.th/re/egat_wind/wind_technology.htm</u> (12 เม.ย. 53)

แนวความคิด กังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind Turbine Generator)

เนื่องด้วยในปัจจุบันการใช้ไฟฟ้ายังมีความต้องการเพิ่มขึ้นทุกวัน เพราะไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญต่อความเป็นอยู่และการพัฒนาประเทศในปัจจุบันยังมีประชาชนที่ยังไม่มีไฟฟ้าอีกเป็นจำนวนมากในท้องถิ่นทุรกันดาร และในชนบท โดยไฟฟ้าที่ได้ส่วนใหญ่มาจากเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเป็นหนทางเลือก ในปัจจุบันแต่เนื่องจากในปัจจุบันน้ำมันดีเซลมีราคา สูงมากทำให้ราคาต่อหน่วยในการผลิตไฟฟ้าสูงตามไปด้วย หนทางในการพัฒนาพลังงาน อย่างยั่งยืน จึงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ กระผมในนามของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้เล็งเห็นการใช้พลังงานจึงได้ทำการออกแบบและผลิตกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า ออกมาสู่ประชาชนซึ่งในเบื้องต้นมีอยู่ 2 รุ่นคือ 400 วัตต์ และ 1000 วัตต์ และจะพัฒนาให้เป็น 3000 วัตต์ และ 5000 วัตต์ ในอนาคต เพื่อให้กับประชาชนที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้ รวมถึงเป็นการช่วยลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศในการใช้เครื่องยนต์ ปั่นไฟให้แก่ประเทศ อีกด้วยกังหันทั้ง 2 แบบ ถูกออกแบบและศึกษาการทำงานและทดสอบมาทั้งในอุโมงค์ลมและการทดสอบการทำงาน จริงมาทั้งในประเทศไทยและจากประเทศอังกฤษ



รูปที่ 2 ทดสอบในท่ออุโมงค์ลม ณ ประเทศอังกฤษ (UNN, Newcastle)

กังหันลมผลิตไฟฟ้าที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมีราคาสูงและยังมีประสิทธิภาพต่ำ เมื่อนำมาใช้ในประเทศไทย เพราะลมในต่างประเทศซึ่งส่วนใหญ่ในแถบประเทศยุโรปและสหรัฐอเมริกาจะมีความ เร็วลมเฉลี่ยสูงกว่าประเทศไทยเรามากกังหันลมนี้ถูกออกแบบโดยวิศวกรรมคนไทย เพื่อใช้สำหรับหรับลมในประเทศไทย ทำงานที่ความเร็วลมต่ำและผลิตไฟฟ้าทุกความเร็วรอบการทำงานด้วยการพัฒนาออก แบบใบพัด (Blade) ตัวผลิตไฟฟ้า (Generator) ชุดควบคุม (Controller) ให้มีความสัมพันธ์กันเพื่อผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง ชิ้นส่วนทุกชิ้นถูกออกแบบอย่างด้วยวิศวกรรมการออกแบบขั้นสูงโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยเฉพาะในสาขาการออกแบบกังหันลม ซึ่งเป็นผลให้สามารถออกแบบระบบต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 6 ยูนิต ทางไฟฟ้าในแต่ละวัน หากมีความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่ติดตั้งประมาณ 3-6 เมตรต่อวินาที โดยคำนวณจากการไหลของลมใน 24 ชั่วโมง นำมาใช้แค่ 7 ชั่วโมงการทำงานของกังหันลมเท่านั้น 1 ยูนิตทางไฟฟ้า คือ 1kW/hr ดังนั้นกังหันสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 6000 kW/hr ใน 1 วัน โดยสามารถนำใช้ในไฟส่องสว่างด้วยหลอดไฟขนาด 40 วัตต์ จำนวน 150 ดวง ได้ใน 1 ชั่วโมง ซึ่งโดยปกติแล้วการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนทั่วไปนั้นไฟส่องสว่างมีความจำเป็น อยู่ประมาณหลอด 40 วัตต์ 3 หลอดเท่านั้น จึงมีไฟ เพียงพอต่อการส่องสว่างและยังสามารถนำมาใช้ในงานและเครื่องใช้ไฟฟ้า อย่างอื่นได้อีกมากมาย นี่จึงเป็นหนทางเลือกที่มีคุณค่าต่อการประชาชน และประเทศชาติในการผลิตกระแส ไฟฟ้าโดยไม่มีการทำลายสิ่งแวดล้อมและไม่สร้างมลพิษ [http://www.thaiwindy.com/ (7 เม.ย. 53)

ความเร็วลม

1) ความเร็วลมจากธรรมชาติจะแรงหรืออ่อนเราใช้หน่วยวัดความเร็วหลายอย่าง เช่นวัดเป็น ไมล์ต่อชั่วโมง (Mile/Hour mph) และ สามารถคำนวนลงมาเป็น ฟุตต่อนาที (Foot/Minute ft/min) หรือ วัดเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง (Kilometer/Hour km/h) และสามารถคำนวนลงมาเป็น เมตรต่อวินาที (Meter/Second m/s) โดยการคำนวนดังนี้ ความเร็วลม กิโลเมตรต่อชั่วโมง คูณด้วย 1000 ให้กลายเป็นเมตรต่อชั่วโมง เมื่อหารด้วย 60 จะได้เป็นเมตรต่อนาที และ หารด้วย 60 อีกครั้งเพื่อให้เป็นเมตรต่อวินาที (Kilometer/Hour km/h x 1000 / (60 x 60) = Meter/Second)

2) ความเร็วลมระดับที่กังหันลมเริ่มหมุนออกตัวเรียกว่า ความเร็วลมเริ่มต้น (Starting Wind Speed) เนื่องจากระบบมีความฝืด (Friction) และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม่เหล็กถาวรอาจมีแรงหนืด (Cogging Force) บางครั้งอาจทำให้ระบบสตาร์ทได้ยากขึ้น (ความเร็วลมประมาณ 3-3.5 เมตรต่อวินาที)

3) ความเร็วลมระดับที่กังหันลมสามารถเริ่มต้นทำงานและผลิตไฟฟ้าได้เรียกว่า ความเร็วลมเข้าระบบ (Cut-in Wind Speed) แต่ในขณะนี้อาจได้กำลังน้อยหรือยังไม่ได้กำลังเลย (ความเร็วลมประมาณ 3.5-4 เมตรต่อวินาที)

4) ความเร็วลมระดับที่จ่ายกำลังได้เต็มพิกัดอย่างต่อเนื่องเรียกว่า ความเร็วลมเต็มพิกัด (Rated Wind Speed) นี่คือจุดที่กังหันลมผลิตไฟฟ้าได้ถูกออกแบบและทดสอบมา (ความเร็วลมประมาณ 10-12 เมตรต่อวินาที)

5) ความเร็วลมระดับสูงที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายได้จำเป็นต้องหยุดการทำงานเรียกว่า ความเร็วลมตัดออก (Cut-out Wind Speed) การทำเช่นนี้เพื่อความปลอดภัยของระบบ (ความเร็วลมประมาณ 15 เมตรต่อวินาที)

6) ความเร็วลมระดับสูงสุดเท่าที่กังกันลมสามารถทนอยู่ได้ เรียกว่า ความเร็วลมสูงสุด (Maximum Wind Speed) ที่ความเร็วลมระดับนี้ใบพัดกังหันลมต้องออกแบบให้หลบลม เพื่อป้องกัน

ความเสียหาย (ความเร็วลมประมาณ 20 เมตรต่อวินาที)

7) ขนาดของใบพัดกังหันลม นิยมพูดกันด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง แทนที่จะบอกด้วยความยาวของใบพัด หรือรัศมีของใบพัด การวัดรัศมี คือวัดความยาวเริ่มตั้งแต่จุดศูนย์กลางของการหมุน (เพลา) จนถึงปลายของใบพัด เมื่อคูณด้วย 2 ก็จะเป็นเส้นผ่าศูนย์กลาง หน่วยความยาวที่วัดอาจเป็น ฟุต (Foot) หรือเป็นเมตร (Meter)

8) ความเร็วในการหมุนของกังหันลมนับเป็นจำนวนรอบต่อนาที ถ้าเราไปยืนดูกังหันลมขนาดใหญ่ซึ่งกำลังหมุนอยู่ แล้วอยากรู้ว่าความเร็วรอบเท่าไร ให้ใช้นาฬิกาจับเวลาว่าภายในเวลา 1 นาที ใบพัดของกังหันลมหมุนผ่านเสากี่ครั้งแล้วหารด้วยจำนวนใบพัด ก็จะได้เป็นความเร็วรอบต่อนาที [http://www.thaiwindturbine.com/windturbine.html (1 เม.ย. 53)]

3. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

3.1.1 แม่เหล็ก Neodymium N35 จำนวน 5 ก้อน

3.1.2 ขดลวดทองแดง เบอร์ AWG31 จำนวน 5 ขด

3.1.3 ขวดน้ำพลาสติก จำนวน 2 ขวด

3.1.4 แท่งเหล็กเกลียว จำนวน 1 เส้น

3.1.5 กาวติดเหล็ก จำนวน 1 ชุด

3.1.6 เพลาลูกปืน จำนวน 2 ตัว

3.1.7 แผ่นพลาสติกบางใส(อคลิลิค) หนา 0.5 ซม./1.5 ซม. จำนวน 2 แผ่น

3.1.8 ตะปูเกลียว จำนวน 4 ตัว

3.1.9 น๊อต 1.5 ซม. จำนวน 10 ตัว

3.1.10 แหวนรองน๊อต จำนวน 10 ตัว

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 โวลต์มิเตอร์

3.2.2 มัลติมิเตอร์(multimeter) Fluke 83-3

3.2.3 แอนนิมอมิเตอร์(Anemometer) Am 4836C

3.2.4 เครื่องวัดความเร็วรอบ Digital Tochometer DT2236B

3.2.5 พัดลมขนาดใหญ่

3.2.6 อุโมงค์ลม (Wind turnel Experiments)

3.2.6 สว่านไฟฟ้า

3.2.7 เลื่อยไฟฟ้า

3.2.8 เครื่องพันรอบขดลวดแม่เหล็ก

3.3 วิธีการทดลอง

วิธีการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1. การสร้างเครื่องวัดความเร็วลม 2) การตรวจสอบมาตรฐานเครื่องมือและเปรียบเทียบหาค่าความเร็วลม

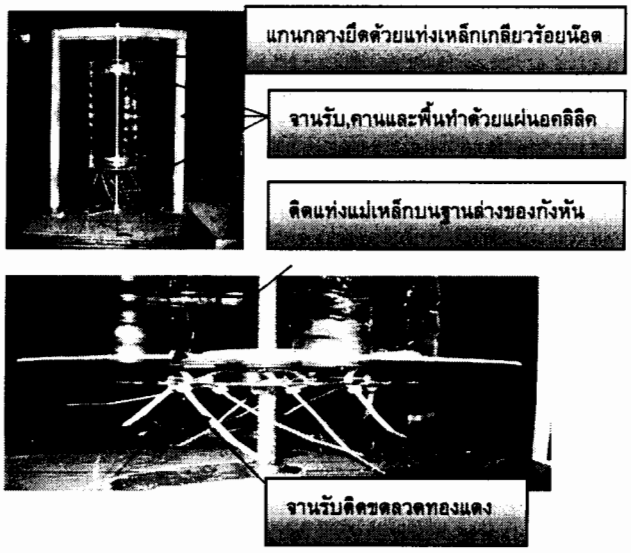
1. การสร้างเครื่องวัดความเร็วลมแบบสามใบพัดจากขวดน้ำพลาสติก

1.1 จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เลือกขนาดขวดพลาสติกที่เป็นทรงกระบอกให้มากที่สุด ออกแบบใบพัด ฐานรับใบพัด ฐานวางขดลวดทองแดงและฐานตั้ง โดยคำนวณจากขนาดของขวดน้ำพลาสติกเป็นเกณฑ์

1.2 พันขดลวดให้มีขนาดตามต้องการ จำนวน 5 ขด (ประมาณ 300 รอบ ได้ค่าความต้านทาน 6.5 โอมห์/ขด) นำขดลวดไปติดตั้งฐานรับแกนที่เตรียมไว้

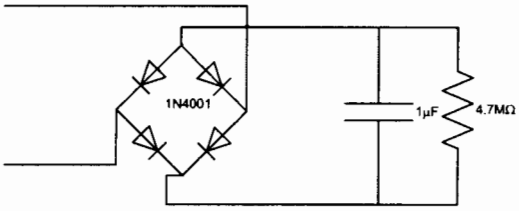
รูปที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และการพันขดลวดทองแดง

1.3 ประกอบอุปกรณ์เข้าด้วยกัน



รูปที่ 4 แสดงการประกอบเครื่องวัดความเร็วลม

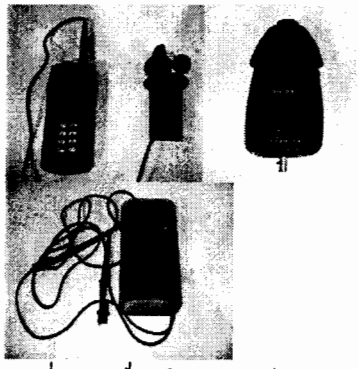
1. ติดตั้งวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง เพื่อให้ง่ายต่อการอ่านค่า โดยใช้วงจรไฟฟ้าแบบวงจรกรองกระแสแบบเต็มคลื่น



รูปที่ 5 วงจรกรองกระแสแบบเต็มคลื่น

การตรวจสอบมาตรฐานเครื่องมือและเปรียบเทียบหาค่าความเร็วลม

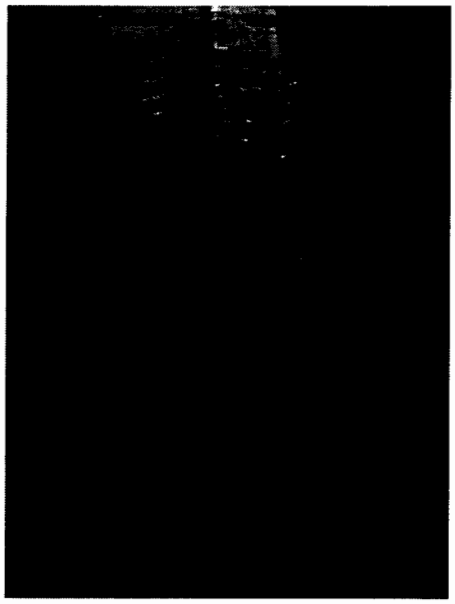
1. จัดเตรียมและศึกษาการใช้เครื่องมือตรวจสอบมาตรฐาน คือ มัลติมิเตอร์ แอนนิมอมิเตอร์ เครื่องวัดความเร็วรอบ และจัดเตรียมสถานที่พัดลมขนาดใหญ่ และอุโมงค์ลม เพื่อใช้ในการวัดค่าตรวจสอบมาตรฐานเครื่องมือ



รูปที่ 6 เครื่องวัดความเร็วลม เครื่องมือวัดรอบ และเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า ตามลำดับ

2. ทดสอบและวัดค่าโดยใช้เครื่องมือมาตรฐาน ดังนี้ 1) ความเร็วลม หน่วยเป็น เมตรต่อวินาที(m/s) 2) ความเร็วรอบ หน่วยเป็น รอบต่อนาที(rpm) และ 3) แรงดันไฟฟ้า หน่วยเป็น มิลลิโวลต์ (mV)

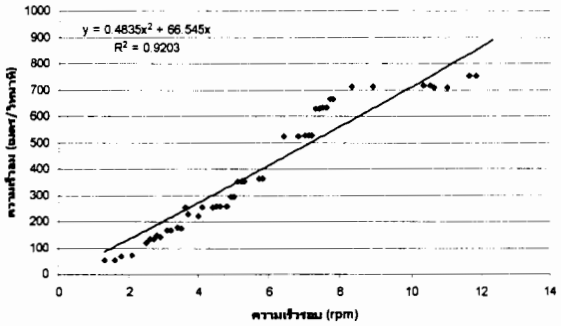
3. ติดตั้งโวลต์มิเตอร์เป็นตัวเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้กับความเร็วลมที่ต้องการหาโดยใช้เทียบจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วลม



รูปที่ 7 เครื่องวัดความเร็วลมที่ติดตั้งโวลต์มิเตอร์เทียบค่าความเร็วลมจากกราฟแสดงความสัมพันธ์

4. ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความเร็วลม



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความเร็วลม

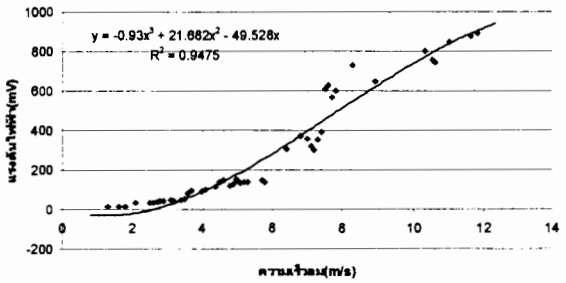
จากกราฟพบว่าความเร็วรอบของเครื่องวัดความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับความเร็วลมดังสมการ

$y = 0.4835x^2 + 66.545x$

R2 = 0.9203

แสดงว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความเร็วลม พบว่า มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้น คือ เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้นตาม

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้า

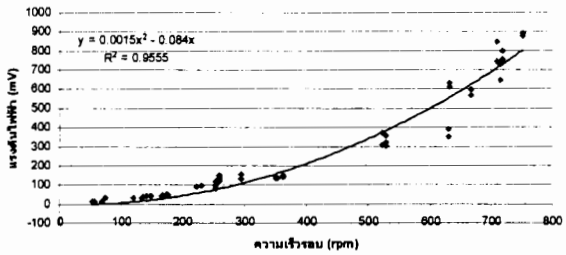
จากกราฟพบว่าความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องวัดความเร็วลม ดังสมการ

$y = -0.93x^3 + 21.682x^2 - 49.528x$

R2 = 0.9475

แสดงว่า ความเร็วรอบและความเร็วลม มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบโพลิโนเมียลยกกำลังสาม

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้า

จากกราฟพบว่าความเร็วรอบมีความสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้า ดังสมการ

$y = 0.0015x^2 - 0.084x$

R2 = 0.9555

แสดงว่า ความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบโพลิโนเมียลยกกำลังสอง

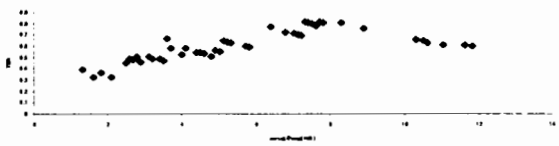
4.4 หาค่า Tip Speed Ratio (TSR)

สูตร $TSR = \frac{wR}{v}$

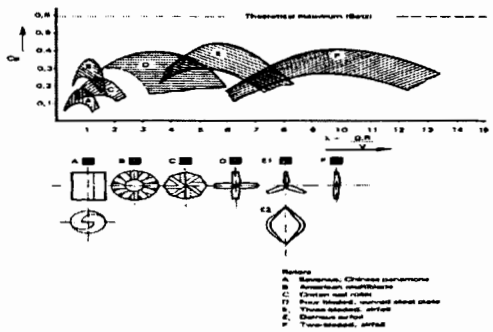
$w = \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$\text{rad} = 2\pi\text{rpm}$

R = m (เมตร)



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับค่า TSR



รูปที่ 12 ค่า TSR มาตรฐานของกังหันแบบต่างๆ

ที่มา : ศักดิ์เพ็ชร เรืองแพ. (1 เม.ย. 53)

ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ย TSR = 0.6 ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของกังหันแบบ A คือ แบบ Savonius rotor

5. สรุป

โครงการวิจัยเรื่อง "เครื่องวัดความเร็วลมจากขวดน้ำพลาสติก" นี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างเครื่องวัดความเร็วลม อันจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนและสำรวจแหล่งติดตั้งกังหันลม ตรวจสอบความเร็วลมที่มีตลอดปีว่ามีความคุ้มค่ามากน้อยเพียงใด โดยการเปรียบเทียบค่าความเร็วลม ความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้า กับเครื่องมือมาตรฐาน และใช้กราฟมาอ่านค่าความเร็วลมจากแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ดร.ฐานันดร์ศักดิ์ เทพญา ดร. กิตดินันท์ มลิวรรณ อาจารย์พี่เลี้ยงและนายสันติชัย เย็นทั่ว ผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. **พลังงานลม.** ออนไลน์ . http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=97. (20 มี.ค. 53).

[2] วิรชัย โรยนรินทร์ ดร. และกลุ่มพลังงานทดแทน. **กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า**. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ออนไลน์ http://www.thaiwindy.com/ (7 เม.ย. 53)

[3] ไพบูลย์ ศิริมาศ. **กังหันลมผลิตไฟฟ้า.** ออนไลน์ http://www.thaiwindturbine.com/windturbine.html (1 เม.ย. 53)

[4] ศักดิ์เพ็ชร เรืองแพ. **Smart Energy For Earth ไฟฟ้าฟรีจากธรรมชาติ.** ออนไลน์ http://www.greenpower.9nha.com/windturbine.html (1 เม.ย. 53)

[5] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **วัดความเร็วลมได้อย่างไร.** ออนไลน์ http://www.ipst.ac.th/Activity_PrimarySci/science-p/sci-p44.html. (30 มี.ค. 53)

[6] สมาน เสนงาม. 2541. **กังหันลมผลิตไฟฟ้าสำหรับชนบท.** สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เครื่องวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วย

อนุจิตร จันทศรี
โรงเรียนนิคมควนขนุนวิทยา หมู่ 1 ต.ลานข่อย อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110
E-mail: achanthasri@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมแบบแกนตั้ง ใช้ใบพัดแบบลูกถ้วยชนิด 3 ใบ โดยใช้ขดลวดจำนวน 3 ขดต่อแบบอนุกรมวางอยู่ในแนวระดับทำมุมกัน 120 องศา ใช้แม่เหล็กติดแกนของกังหันจำนวน 3 แท่ง ทำมุม 120 องศา ในการศึกษานี้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความต่างศักย์ไฟฟ้า ความเร็วรอบกับความต่างศักย์ไฟฟ้า ความเร็วรอบกับความเร็วลม ความเร็วลมกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ผลการทดลองพบว่า เครื่องมือวัดความเร็วลมเริ่มทำงานที่ความเร็วลม 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมกับความต่างศักย์ไฟฟ้า ความเร็วรอบกับความต่างศักย์ไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กันแบบโพลิโนเมียลกำลังสาม ความเร็วรอบกับความเร็วลม มีความสัมพันธ์กับแบบเชิงเส้น ความเร็วลมกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ มีค่าเฉลี่ย 0.96

คำสำคัญ ; wind , anemometer

1.บทนำ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงาน จึงจะทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะความอยากรู้ อยากทดลอง ประกอบกับโรงเรียนนิคมควนขนุนวิทยาขาดอุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นคณะครู อาจารย์ จึงคิดพัฒนาสื่อการเรียนการเรียนการสอนรวมถึงนวัตกรรม และอุปกรณ์การทดลองเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นตามเป้าหมาย และพันธกิจของโรงเรียน

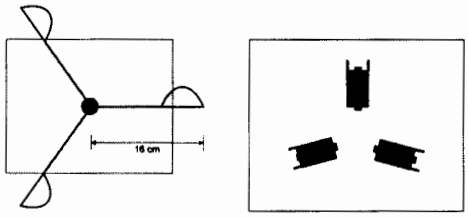
โครงการครุวิจัย ซึ่งเป็นโครงการที่สนับสนุนให้ครูฝึกทำวิจัยกับสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน เพื่อให้ครูได้ประสบการณ์ การเรียนรู้โดยการฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง โดยใช้พลังงานเป็นเป้าหมายและเชื่อมโยงเข้าสู่สาระการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ต้องการความเข้มแข็งทางการศึกษา

พลังงานลม เป็นพลังงานตามธรรมชาติที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำเอาพลังงานลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลังงานลมไม่มีค่าใช้จ่ายในการซื้อหา ดังนั้นพลังงานลมเป็นพลังงานที่น่าสนใจในการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลม ใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง งานและพลังงานเป็นอย่างดี

2. วิธีการวิจัย

2.1 การสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลม

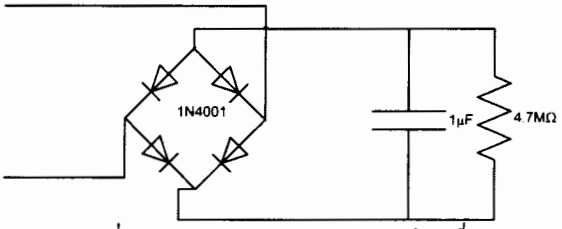
สร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมชนิดกังหันชนิดแกนตั้งแบบลูกถ้วยรูปครึ่งทรงกลมสามใบติดอยู่กับเพลาด้านหนึ่งโดยแต่ละใบทำมุมกัน 120 องศา ยาวจากเพลาถึงปลายถ้วยรูปครึ่งทรงกลม 16 เซนติเมตร และปลายเพลาอีกด้านหนึ่งติดแท่งแม่เหล็กชนิด neodymium n32 จำนวน 3 แท่งโดยหันขั้วแม่เหล็กด้านเดียวกันเข้าหาขดลวดซึ่งวางอยู่ในแนวระดับจำนวน 3 ขด ขดละ 3,100 รอบ ต่อกันแบบอนุกรม เพื่อให้เกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นภายในขดลวด ดังรูปที่ 1



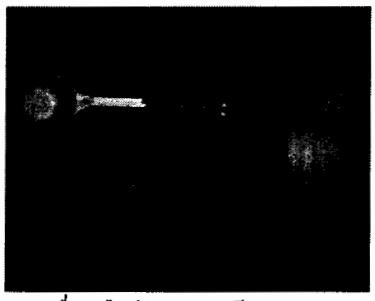
รูปที่ 1 แบบกังหันและการจัดเรียงขดลวด

นำแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องมือวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วยซึ่งเป็นกระแสสลับเข้าวงจร

กรองกระแสแบบเต็มคลื่นเพื่อให้ได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถรักษาระดับแรงดันให้คงที่ ดังรูปที่ 2



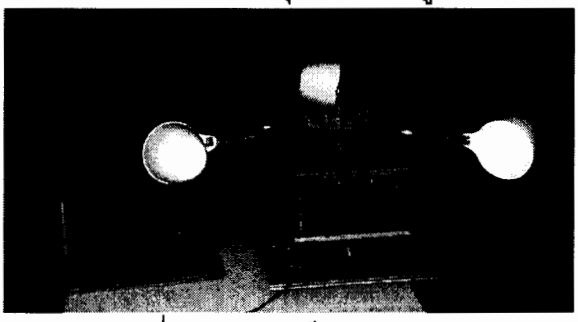
รูปที่ 2 วงจรกรองกระแสแบบเต็มคลื่น



รูปที่ 3 เครื่องมือวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วย

2.2 วิธีการทดลอง

1. นำเครื่องมือวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วยที่สร้างขึ้นต่อเข้าวงจรกรองกระแสและโวลต์มิเตอร์ให้เรียบร้อยและนำเครื่องมือวัดความเร็วลมมาตรฐาน (Anemometer) วางไว้หน้าอุโมงค์ลม ดังรูปที่ 4



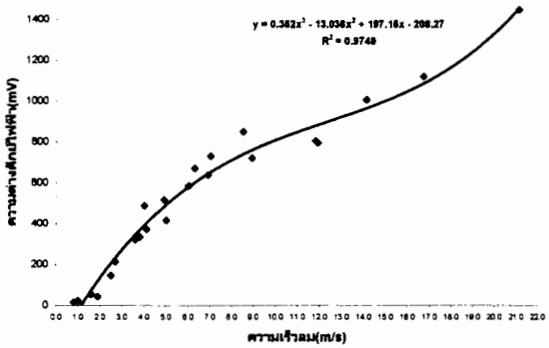
รูปที่ 4 การสอบเทียบมาตรฐาน

2.เปิดเครื่องอุโมงค์ลมให้ทำงานที่ความเร็วลมต่ำสุดแล้วเพิ่มความเร็วลมจนกระทั่งเครื่องมือวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วยที่สร้างขึ้นเริ่มทำงาน บันทึกข้อมูลความเร็วลม ความเร็วรอบของการหมุน และค่าแรงดันไฟฟ้า

3. ทำซ้ำตามข้อ 2 โดยเพิ่มความเร็วลมขึ้นเป็นช่วงๆ จนกระทั่งถึงความเร็วลมสูงสุดของอุโมงค์ลม โดยบันทึกข้อมูลแต่ละช่วงไว้เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

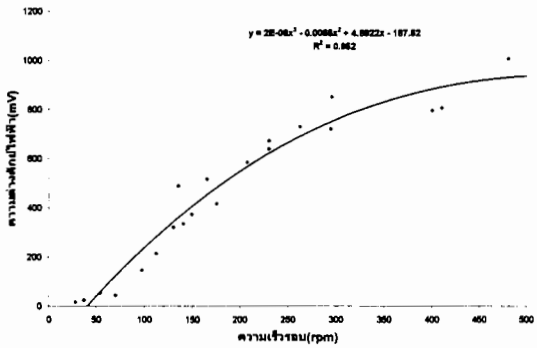
3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลของความเร็วลมต่อความต่างศักย์ไฟฟ้า



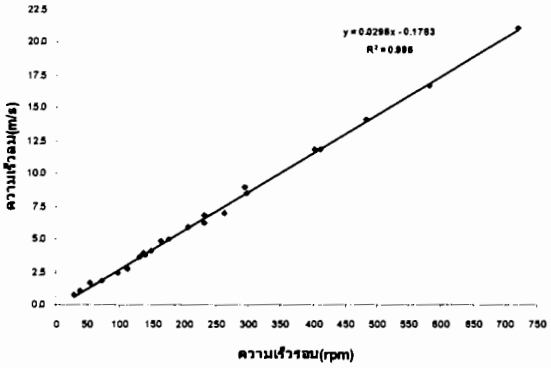
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความต่างศักย์ไฟฟ้า

จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความต่างศักย์ไฟฟ้า พบว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความเร็วลมในรูปของสมการโพลิโนเมียลยกกำลังสาม เครื่องวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้นเริ่มทำงานที่ความเร็วลม 0.8 เมตรต่อวินาที แต่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ความเร็วลมมากกว่า 1.3 เมตรต่อวินาที



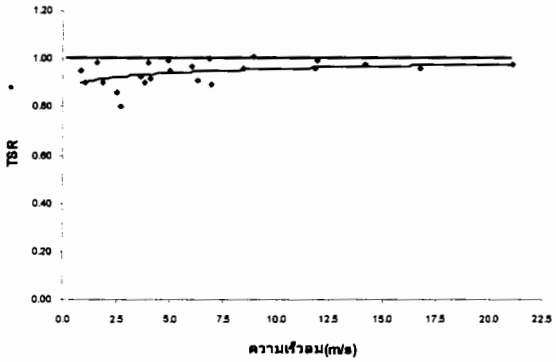
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบกับความต่างศักย์ไฟฟ้า

จากรูปความสัมพันธ์ของความเร็วรอบกับความต่างศักย์ไฟฟ้า พบว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความเร็วรอบในรูปของสมการโพลิโนเมียลยกกำลังสาม



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับความเร็วลม

จากรูปความสัมพันธ์ของความเร็วรอบกับความเร็วลม พบว่าค่าความเร็วลมจะแปรผันตรงกับความเร็วรอบในรูปของสมการเชิงเส้น



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับ TSR

จากรูปค่า TSR มีค่าเข้า 1 เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น ซึ่งใกล้เคียงกับค่าทางทฤษฎี มีค่าเฉลี่ย 0.96 หมายความว่าเครื่องมือวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วยมีการเสียเปรียบเชิงกล 4 เปอร์เซ็นต์

4. สรุป

เครื่องมือวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วยที่สร้างขึ้นสามารถใช้วัดความเร็วลมได้ดีที่ความเร็วลมมากกว่า 1.3 เมตรต่อวินาทีโดยความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความต่างศักย์ไฟฟ้า และความเร็วรอบกับความต่างศักย์ไฟฟ้าในรูปแบบโพลิโนเมียลยกกำลังสาม ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบกับความเร็วลมในรูปสมการเชิงเส้น มีค่า TSR เฉลี่ย 0.96 ซึ่งสอดคล้องกับทางทฤษฎี

เอกสารอ้างอิง

[1] กัมพงษ์ ทองเรือง.2547 , การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า. สกายบุ๊กส์ . ปทุมธานี

[2] คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ . 2524 , ฟิสิกส์2 .คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] จิตปราณี วิระพงษ์ . 2528 , แม่เหล็กไฟฟ้าเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

[4] เฉลียว มณีเลิศ.ฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัย 2 : ไฟฟ้าแม่เหล็ก.มหาวิทยาลัยรังสิต. ปทุมธานี,2543.

[5] ณัฐภูมิ สุดแก้ว. 2551, กังหันลมผลิตไฟฟ้าพลังงานสะอาด หลังงานสีเขียว บริษัทวินด์วินเทค จำกัด.

[6]ณัฐภูมิ สุดแก้ว. 2551, กังหันลมไทยประดิษฐ์ไฟฟ้าจากลมที่คนไทยก็ทำได้เรื่องราวของมนุษย์กังหันลม จ.ชลบุรี.

[7] บรรจง โอฬาริ. แม่เหล็กไฟฟ้า 1. ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. สงขลา , 2546.

[8] สมพงษ์ ใจดี.2547(4) , ฟิสิกส์มหาวิทยาลัย3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[9] Wind Generator. กังหันลมผลิตไฟฟ้า. http://www.windgen.net/ (March , 20,2010)

[10] Wind Generator KIT , http://natee2007.thaiza.com/ (March , 20,2010)

[11] กังหันลมผลิตไฟฟ้า ของคนไทย , http://www.thaiwindturbine.com/ (March , 20,2010)

[12] ไทยวินฟาร์มดอทคอม , http://thaiwindfarm.com/website/ (March , 20,2010)

เครื่องมือวัดความเร็วลมจากมอเตอร์

Anemometer from motor

ดวงแข เพชรเรือนทอง
โรงเรียนสภาราชินี จังหวัดตรัง สพท. ตรัง 1
E-mail : kae-tit@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการทำเครื่องมือวัดความเร็วลมจากมอเตอร์สำเร็จรูป แล้วทำการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดความเร็วลมที่ได้กับอะนิโมมิเตอร์มาตรฐาน ยี่ห้อ Microprocessor Digital Meter รุ่น AM-4836C และเครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ Digital Tachometer รุ่น DT22368 และ มัลติมิเตอร์ยี่ห้อ FLUKE โมเดล 83 วัดค่าเป็น และใช้ลมเป่าจากพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้นกับความเร็วลมเป็น y = 0.0001x3 - 0.0013x2 + 0.0191x - 0.0181 และได้ R2 = 0.9955 ความเร็วลมต่ำที่สุดเครื่องมือวัดได้คือ 1.7 เมตรต่อวินาที 57 รอบต่อนาที และเทียบมาตรฐานความเร็วลมไว้สูงสุดที่ 8.7 เมตรต่อวินาที ที่ความเร็วรอบ 985 รอบ/นาที และค่า tsr เท่ากับ 0.67

1. บทนำ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมจากมอเตอร์สำเร็จรูปที่ติดตั้งใช้งานกับอุปกรณ์อื่นที่ไม่ได้ใช้งานแล้วซึ่งหาได้ง่ายและราคาถูก มีความสะดวกต่อการประกอบเป็นเครื่องมือวัดความเร็วลม ด้วยหลักการทำงานของมอเตอร์มีความคล้ายกันกับเจนเนอเรเตอร์ต่างกันตรงที่มอเตอร์เป็นการทำงานย้อนกลับของเจนเนอเรเตอร์ ดังนั้นเพียงออกแบบใบพัดให้ติดกับแกนหมุนของมอเตอร์ได้ ทำให้มอเตอร์หมุนเมื่อมีลมพัดก็จะเกิดแรงดันไฟฟ้า เราวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและค่าความเร็วลมจากอะนิโมมิเตอร์มาตรฐานและหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากมอเตอร์ในขณะเวลาใดๆ การนำเครื่องวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้นไปใช้ เพียงวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นก็สามารถบอกค่าความเร็วลมได้

2. ทฤษฎีและหลักการ

1. การวัดความเร็วลม

ลม คือการเคลื่อนที่ของอากาศ ซึ่งการเคลื่อนที่มีความเร็วที่ทำให้เกิดพลังงาน ในการวัดความเร็วลมเป็นการกระทำย้อนกลับจากการทราบพลังงานที่ลมสร้างขึ้นซึ่งใบพัดกังหันมอเตอร์รับเอาไว้แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า เมื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นพร้อมกันในขณะเวลาใด ๆ ก็จึงสามารถคำนวณหาความเร็วลมได้ ดังสมการ

$$\text{พลังงานจากลม} = 0.5 \times \rho \times A \times v^3$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของอากาศ
V คือ ความเร็วลม
A คือ ความหนาแน่นของอากาศ

พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากลมหาได้จากสมการ

$$\text{พลังงานที่ได้จากกังหันลมที่สร้างขึ้น} = \eta_e . c_p (0.5 \times \rho \times A \times v^3)$$

เมื่อ η_e คือ สัมประสิทธิ์ของเจนเนอร์เรเตอร์
ρ คือ ความหนาแน่นของอากาศ
V คือ ความเร็วลม
A คือ ความหนาแน่นของอากาศ

เมื่อคิดในเทอมพลังงานไฟฟ้า

ดังนั้น $VI = \eta_e . c_p (0.5 \times \rho \times A \times v^3)$

เมื่อ V คือ แรงดันไฟฟ้า

I คือ กระแสไฟฟ้า

จากสมการดังกล่าวข้างต้นเราจึงสามารถทำการออกแบบกังหันลมได้ตามต้องการ

2. หลักการออกแบบใบพัดเครื่องมือวัดความเร็วลม

เนื่องจากมอเตอร์ที่นำมาสร้างเป็นเครื่องวัดความเร็วลมในการวิจัยนี้เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก จึงมีข้อจำกัดในเรื่องพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ หลักการออกแบบใบพัดของเครื่องมือวัดความเร็วลมจึงพยายามทำให้แกนมอเตอร์หมุนให้ได้เร็วที่สุดในที่ระดับความเร็วลมใด ๆ เพื่อให้มอเตอร์ผลิตพลังงานไฟฟ้าให้มากที่สุดตามหลักการของไดนาโม ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบใบพัดได้แก่

2.1 แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการ เนื่องจากปริมาณไฟฟ้าที่สามารถวัดได้โดยตรงจากการผลิตของมอเตอร์ก็คือ แรงดันไฟฟ้า หากแรงดันไฟฟ้ามีค่ามากจะมีความสะดวกต่อการวัด แต่หากแรงดันมีค่าน้อย ๆ ก็จำเป็นต้องมีการขยายแรงดันไฟฟ้าให้มีค่ามากพอที่จะวัดได้โดยการใช้วงจรขยายสัญญาณ

2.2 รูปร่างของใบพัด อาจเป็นรูปถ้วยหรือเป็นแบบแผ่น ใบพัดแบบถ้วยใช้สำหรับออกแบบกังหันที่มีแกนหมุนในแนวตั้ง ส่วนใบพัดแบบแผ่นใช้ออกแบบสำหรับการหมุนในแนวนอน

2.3 ความยาวของก้านใบพัด เป็นปัจจัยที่ส่งผลตรงต่อทอร์กของใบพัด

ทอร์กส่งผลต่อความเร็วเริ่มต้นในการหมุนของใบพัดและความเร็วในการหมุน ดังสมการ

ทอร์ก = ความยาวก้านใบพัด x แรง------> (1)

เมื่อทอร์กมีค่ามากใบพัดจะเริ่มหมุนได้ที่ความเร็วลมต่ำ ๆ อย่างไรก็ตามหากก้านใบพัดมีความยาวมาก ๆ จะส่งผลต่อความเร็วรอบของใบพัดซึ่งจะลดลงเมื่อเทียบกับกังหันที่ก้านใบพัดสั้นกว่า ทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลงตามไปด้วย

2.4 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของใบพัด ขนาดพื้นที่ของใบพัดส่งผลต่อแรงในการหมุนของใบพัด พื้นที่ใบพัดมากทำให้มีแรงในการหมุนมาก

แรง = ความดัน x พื้นที่ ----------> (2)

อย่างไรก็ตามหากพื้นที่มากเกินไปก็จะทำให้น้ำหนักของวัสดุที่ใช้มากตามไปด้วย นั่นคือความเร็วในการหมุนจะลดลง

2.5 น้ำหนักของใบพัด น้ำหนักของวัสดุที่ใช้ทำใบพัดมีผลต่อความเร็วในการหมุน เพราะน้ำหนักมากความเร็วในการหมุนจะลดลง ดังนั้นจึงต้องใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา

แรง = มวล x ความเร่ง -----------> (3)

2.6 ความเร็วลมเริ่มต้นต่อการหมุนของใบพัด

ความเร็วลมเริ่มต้นที่ทำให้ใบพัดหมุนจะเป็นตัวบอกว่าเครื่องมือวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้นมีความไวต่อการวัดเป็นเท่าใด

2.7 Tip speed ratio (tsr)

tsr คืออัตราส่วนความเร็วปลายใบต่อความเร็วลมที่พัดผ่านใบพัด

tsr = ความเร็วที่ปลายใบพัดหมุน / ความเร็วลม---> (4)

ดังนั้นแล้ว tsr คือตัวกำหนดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่จะได้จากหมุนของมอเตอร์ ถ้าออกแบบให้ tsr มีค่ามาก ๆ จะทำให้แรงดันไฟฟ้ามีค่ามากตามไปด้วย

3. หลักการทำงานของมอเตอร์และเจนเนอเรเตอร์

โดยทั่วไปมอเตอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานจลน์ โดยอาศัยหลักการหมุนขดลวดตัดกับสนามแม่เหล็กแล้วทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำ ดังนั้นในทางกลับกันเมื่อทำให้มอเตอร์หมุนก็จะเกิดพลังงานไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับเจนเนอเรเตอร์ซึ่งวัดได้ด้วยมิเตอร์ไฟฟ้า จากหลักการนี้เมื่ออาศัยแรงจากลมช่วยพัดใบพัดซึ่งติดอยู่กับแกนของมอเตอร์ก็จะได้พลังงานไฟฟ้าออกมา เมื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ได้ก็จะสามารถสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมได้เอง

4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้สถิติเรื่องการวิเคราะห์การถดถอยสหสัมพันธ์ ซึ่งอาศัยวิธีทางทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่าระเบียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุดเครื่องมือในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ดังนั้นเมื่อทราบระดับแรงดันไฟฟ้าก็จะสามารถคำนวณย้อนกลับไปเป็นความเร็วลมได้

5. การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดความเร็วลม

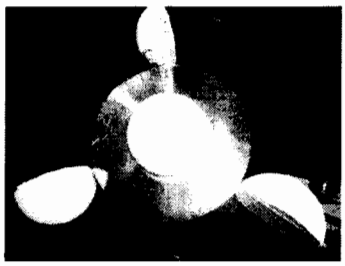
การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดความเร็วลมมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการออกแบบเครื่องมือวัดความเร็วลม เพราะเครื่องวัดความเร็วลมจะใช้การได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับการสอบเทียบ หรืออาจกล่าวได้ว่าการสอบเทียบก็คือการสร้างสเกลให้กับเครื่องมือที่เราสร้างขึ้นนั่นเอง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีสร้างเครื่องมือวัด

วัสดุอุปกรณ์

1. มอเตอร์ สำเร็จรูป
2. แผ่น CD ที่ไม่ใช้แล้ว ขนาดเล็ก 1 แผ่น
3. ลวด ยาว 10 cm 3 เส้น
4. ลูกปิงปอง 3 ลูก
5. สายไฟ 1 เมตร
6. ที่วางโคมไฟ ที่ไม่ใช้แล้ว 1 อัน
7. มัลติมิเตอร์ 1 อัน
8. กาว ปืน 1 อัน
9. หัวแร้ง ตะกั่วบัดกรี
10. กาวตราช้าง
11. สว่านไฟฟ้า

ประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันดังรูป

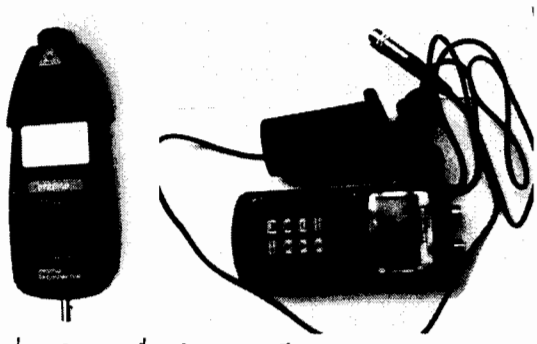


รูปที่ 1 กระเปาะวัดความเร็วลม

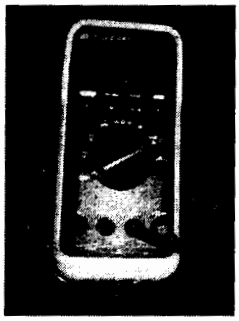
ส่วนฐานตั้งนำขาตั้งโคมไฟซึ่งไม่ใช้แล้วมาดัดแปลง ดังรูป

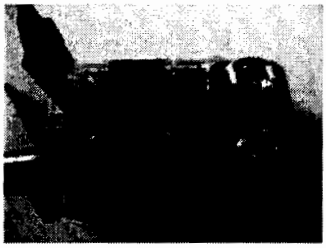
รูปที่ 2 เครื่องมือวัดความเร็วลมพร้อมฐานตั้ง

เมื่อประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันจะได้ชุดเครื่องวัดความเร็วลมดังรูปที่ 2



รูปที่ 3 ซ้าย เครื่องวัดความเร็วรอบ และขวา อะนิโมมิเตอร์





รูปที่ 4 มัลติมิเตอร์ รูปที่ 5 วงจรขยายสัญญาณ

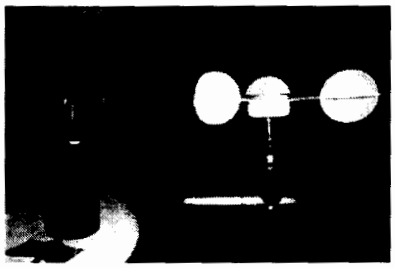
การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดความเร็วลม

วัสดุอุปกรณ์

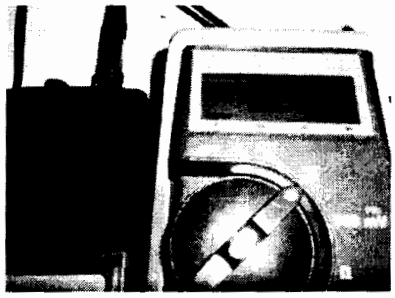
1. พัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร.
2. อะนิโมมิเตอร์ยี่ห้อ Microprocessor Digital Meter รุ่น AM-4836C
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ Digital Tachometer รุ่น DT22368
4. มัลติมิเตอร์ มัลติมิเตอร์ยี่ห้อ MITSUMI โมเดล YX-360TRe-b-s
5. สมุดบันทึกข้อมูล
6. กล้องถ่ายภาพ

วิธีสอบเทียบมาตรฐาน

เปิดพัดลมแล้วทำการวัดความเร็วลมด้วยอะนิโมมิเตอร์ในแต่ละระยะห่างจากพัดลม ในขณะเดียวกันก็ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องมือวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งวัดความเร็วรอบการหมุนของใบพัด บันทึกข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Excel นำเสนอในรูปของกราฟการกระจายข้อมูล จากนั้นจึงสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วลม สมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบการหมุนกับความเร็วลม และหาค่าความเร็วปลายใบ และหาค่าอัตราส่วนความเร็วปลายใบกับความเร็วลม (TSR)



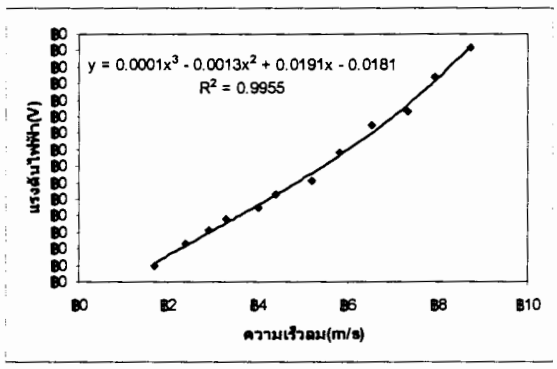
รูปที่ 6 การการวางอุปกรณ์เพื่อสอบเทียบมาตรฐาน



รูปที่ 7 การอ่านค่าความเร็วลม และแรงดันไฟฟ้า ในเวลาเดียวกัน

3. ผลการสอบเทียบมาตรฐาน

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบมาตรฐานโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ได้สมการความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง



กราฟที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าในหน่วยโวลต์ (V) กับความเร็วลมในหน่วย m/s

จากกราฟที่ 1 พบว่าเมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วลมในโปรแกรม Excel จะได้ความความสัมพันธ์เชิงเป็นเส้นตรง และได้ค่าสมการแนวโน้มดังนี้

$y = 0.0001x3 - 0.0013x2 + 0.0191x - 0.0181$

$R2 = 0.9955$

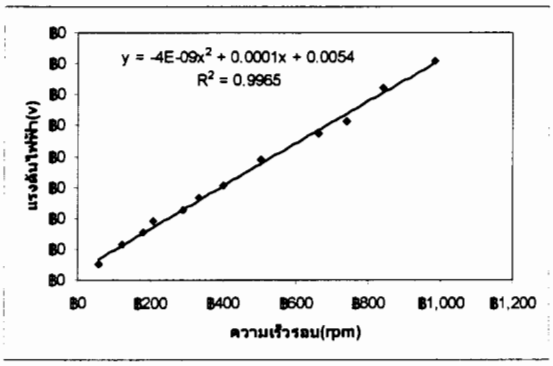
เมื่อ y แทนความเร็วลม มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)

x แทนแรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (0.5V)

และได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9955

สมรรถนะเครื่องวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้น

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับแรงดันไฟฟ้าได้สมการความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงดังกราฟที่ 2



<u>กราฟที่ 2</u> ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบในหน่วย รอบต่อนาที กับแรงดันไฟฟ้าในหน่วยโวลต์ (V)

ค่าอัตราส่วนความเร็วปลายใบต่อความเร็วลม(tsr) เท่ากับ 0.67

4. สรุปคุณลักษณะของเครื่องมือวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้น

1. ความเร็วลมเริ่มต้นมีวัดค่าได้เท่ากับ 1.7 m/s
2. อุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมเมื่อจะทำการวัดความเร็วลม คือ มัลติมิเตอร์ ปรับหน่วยวัดไปที่ DCV
3. วัดค่าลมได้ตั้งแต่ 1.7 – 15 m/s
4. ค่า trs เท่ากับ 0.67

5. ข้อเสนอแนะ

1. ขั้นตอนสำคัญที่สุด ในการสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมก็คือ การสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือ โดยขณะเวลาใด ๆ ที่สอบเทียบจะต้องออกแบบให้เครื่องวัดความเร็วที่สร้างขึ้นและอะนิโมมิเตอร์ที่ใช้เทียบมาตรฐานอยู่ในตำแหน่งที่ความเร็วลมเดียวกัน

2. เนื่องจากเราไม่ทราบคุณสมบัติของมอเตอร์ที่เลือกมาใช้ทำเครื่องวัดความเร็วลม เนื่องจากเลือกวัสดุที่เหลือใช้ จึงทำให้ไม่สามารถคำนวณทอร์กเพื่อออกแบบความยาวแกนใบพัดและขนาดของกระเปาะรวมทั้งน้ำหนักได้ล่วงหน้า การออกแบบใบพัดจึงต้องสุ่มความยาวของแกน ถ้าทราบคุณสมบัติของมอเตอร์จากผู้ผลิตก็จะส่งผลดีต่อการออกแบบใบพัด

3. เนื่องจากการทำเครื่องวัดความเร็วลมจากมอเตอร์สำเร็จรูป ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ติดตั้งใช้งานในอุปกรณ์ที่เราไม่ใช้แล้ว และที่สำคัญมอเตอร์มีแรงปิด ซึ่งด้านการหมุนของใบพัดส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์ที่มีขนาดเล็ก หากแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการหมุนของกังหันลมที่ติดกับมอเตอร์มจึงมีค่าต่ำ หากต้องการอ่านค่าได้แม่นยำจำเป็นต้อง ใช้ร่วมกับวงจรขยายสัญญาณ (Op -Amp) ตามความต้องการ ในการทดลองครั้งนี้ ผู้ทดลองได้ใช้ IC No LM 358 R_1= 3.8 k ,R_2= 6.8 k ขยายได้ 17.43 เท่า

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.ฐานันดร์ศักดิ์ เทพญา และดร.กิตดินันทร์ มลิวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา ขอบคุณคุณสันติชัย เย็นทั่ว พี่เลี้ยงกลุ่มพลังงานลมที่ให้ความช่วยเหลือด้านในด่าง ๆ ขอบคุณเพื่อนครุวิจัยที่คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือ สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สถานฝึกทำวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1]ช่วง ทมทิตชงค์, พลินจิต ทมทิตชงค์, ประกิตเผ่า ทมทิตชงค์ และประกิตพันธุ์ ทมทิตชงค์. ตะลุยคลังข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย วิชาฟิสิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง , ม.ป.ป.

[2]สมาน เสนงาม. กังหันลมผลิตไฟฟ้าสำหรับชนบท. สงขลา.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.(อัดสำเนา). 2541.

[3]วิชัย สุรเชิดเกียรติ. สถิติสำหรับวิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊ค. 2543.

[4]American Wind Energy Association. How can I Calculate the Amount of Power Available at a Given Wind Speed. 16 April 2010. Available from : URL : http://www.awea.org/fag/Windpower.html.

[5]Renewable Energy UK. Calculation of Wind Power. 16 April 2010. Available from : URL : http://www.reuk.co.uk/calculation-of-Wind-Power.htm.

[6] Wikipedia. Drag (Physics). 12 April 2010. Available from : URL:http://en.wikipedia.org/wiki/Drag_(Phisics).

[7]Wikipedia. Electricalgenerator. 12 April 2010. Available from : URL : http://en.wikipedia.org/wiki/ Electricalgenerator.

[8]Wikipedia. Wind Power. 12 April 2010. Available from : URL : http://en.wikipedia.org/wiki/ Wind_Power .

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการลดกรดและกำจัดยางเหนียว

Biodiesel Production from Degummed and Deacidified Crude Palm Oil

กุลศิวาณี ศักดิษฐานนท์*และสุนันทา สุวรรณะ

*Email : kulsiranee@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์ เพื่อศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการลดกรดและกำจัดยางเหนียวด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยศึกษาปัจจัยของตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในการผลิตต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ ทำปฏิกิริยาที่ อุณหภูมิ 60°C ใช้เมทานอล 23%โดยปริมาตร ผลิตโดยใช้ถังปฏิกรณ์ขนาด 5 ลิตร ความเร็วรอบ 560 รอบ/นาที โดยแปรค่าตัวแปรอิสระ คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4, 5 และ 6 กรัม / ลิตรของน้ำมัน และใช้โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 4, 5 และ 6 กรัม / ลิตรของน้ำมัน ในระหว่างการทำปฏิกิริยาจะทำการดึงตัวอย่างผลผลิตที่ระยะเวลา 15 – 105 นาที ออกมาเพื่อทำการตรวจวัดค่าความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ที่อยู่ในผลผลิต ผลการวิเคราะห์พบว่าเมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัม/ลิตรของน้ำมันที่ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาตั้งแต่ 45 นาที อุณหภูมิ 60°C สามารถผลิตเมทิลเอสเทอร์ที่มีความบริสุทธิ์ 99.16%

คำสำคัญ : ไบโอดีเซล, เมทิลเอสเทอร์, , น้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการลดกรดและกำจัดยางเหนียว,ปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชั่น

Abstract

The purpose of this work was to study biodiesel production from Degummed and Deacidified Crude Palm Oil by transesterification reaction using sodium hydroxide and potasssium hydroxide as the catalyst at temperature 60°C. Methanol was fixed at 23 % by volume. Five

liters installed with a 500 watts electric heater and temperature controller. The speed of the stirrer was controlled at 560 RPM. Sodium Hydroxide rate was 4, 5 and 6 g/ liter of oil.Potassium Hydroxide rate was 4, 5 and 6 g/ liter of oil .The products of the reaction at various time at 15-105 minute intervals were sampled to determine methyl ester persent. The results of analysis showed that sodium hydroxide 5 g/ liter of oil. The oreaction time was 45 minutes and the solution was reacted at 60°C. The maximum of methyl ester in the final produce was 99.16 %.

Keywords: Biodiesel, Methyl esters, Degumming and Deacid of Crude Palm Oil, Transesterification

1. บทนำ

ในปัจจุบันราคาน้ำมันได้สูงขึ้น น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเป็นน้ำมันที่ใช้มากในการขนส่งสินค้า การใช้น้ำมันไบโอดีเซลมาทดแทนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ประเทศสามารถประหยัดเงินตรา การนำเข้าน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูปได้ รวมทั้งการสร้างอาชีพและรายได้ให้กับผู้เกี่ยวข้อง เช่น เกษตรกร พ่อค้า ร้านค้าปลีก และประชาชน น้ำมันไบโอดีเซลจึงจัดเป็นพลังงานหมุนเวียน(Renewable) ที่ได้รับความสนใจนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล [1] สำหรับประเทศไทยได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล มาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2545 ซึ่งได้แก่ โครงการส่วน

พระองค์สวนจิตรลดา โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โครงการศึกษาและสาธิตการทดลองผลิตไบโอดีเซลระดับชุมชน การพัฒนาระบบผลิตไบโอดีเซลติดตั้งบนรถบรรทุกโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์(ม.อ.) น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบหลักในประเทศในการผลิตไบโอดีเซลเพราะมีศักยภาพในการผลิตสูงกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ซึ่งได้ถูกกำหนดในยุทธศาสตร์การพัฒนาและส่งเสริมไบโอดีเซล เมื่อวันที่ 18 มกราคม 2548 โดยตั้งเป้าหมายในปี 2555 สามารถผลิตไบโอดีเซลได้ถึง 8.5 ล้านลิตรต่อวัน [2]

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอ การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการลดกรดและกำจัดยางเหนียวด้วยถังปฏิกรณ์ 5 ลิตร โดยกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน (transesterification reaction) โดยโซเดียมไฮดรอกไซด์และโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ แปรค่าตัวเร่งปฏิกิริยา 4, 5 และ 6 กรัม/ลิตรของน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 60°C

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 วัสดุอุปกรณ์/สารเคมี

น้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการลดกรดและกำจัดยางเหนียว โซเดียมไฮดรอกไซด์ (99% commercial grade) , โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์(98% commercial grade) ,เมทานอล(23%), ฟีนอล์ฟทาลีน, ไอโซโพรพานอลและ ถังปฏิกรณ์ 5 ลิตร ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1

2.2 เครื่องมือวิเคราะห์

TLC/FID (Thin Layer Chromatography /Flame Ionization Detector ROD DRYER TK-8 Mitubishi Kagaku Latron,inc.ประเทศญี่ปุ่น รุ่น MK-6S ใช้วิเคราะห์หาปริมาณร้อยละของเมลทิลเอสเทอร์, mini pour/cloud point tester TANAKA รุ่น MPC-102A ใช้วิเคราะห์หาจุดไหลเทและจุดขุ่นมัวของน้ำมันไบโอดีเซล, Karl Fisher Coulometer METTLER TOLEDO รุ่น DL39 ใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำ, hydrometer BRAND รุ่น Lot B 80, auto tritration METTLER TOLEDO รุ่น T50 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด, เครื่องชั่งน้ำหนัก Shimadzu รุ่น Libror EB-3200H ค่าความละเอียด ±0.1 g, เครื่องวัดอุณหภูมิ thermometer Fluke รุ่น 51, เครื่องวัดความเร็วรอบ และ stirring hotplate FAVORIT รุ่นHS0707V2

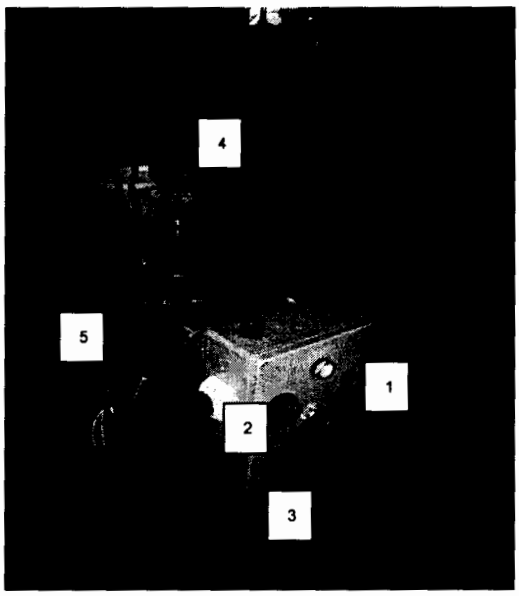
2.3 วิธีการวิจัย

2.3.1 ตัวแปรที่ทำการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ NaOH และ KOH

ตัวแปรตาม คือ ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณเมทานอล อุณหภูมิ ชนิดของน้ำมัน และ ความเร็วรอบของมอเตอร์



รูปที่ 1 ถังปฏิกรณ์ 5 ลิตร

(1: สวิตซ์ควบคุมการเปิดปิด
2 : ปุ่มควบคุมอุณหภูมิ
3 : ปุ่มควบคุมความเร็วรอบ
4 : มอเตอร์กวน
5 : ถังปฏิกรณ์)

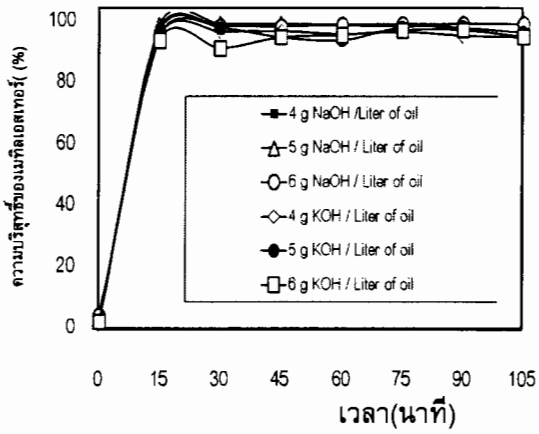
3. ขั้นตอนการทดลอง

นำน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการลดกรดและกำจัดยางเหนียว มาจำนวน 5 ลิตร ใส่ลงในถังปฏิกรณ์ แล้วอุ่นพร้อมกวนให้น้ำมันเป็นเนื้อเดียวกัน

ที่อุณหภูมิ 60°C เตรียมสารละลายโซเดียมเมทอกไซด์ โดยใช้ปริมาณเมทานอล 23%โดยปริมาตร และแปรค่าตัวเร่งปฏิกิริยา NaOH 4, 5 และ 6 กรัม/ลิตรของน้ำมัน และเตรียมสารละลายโปแตสเซียมเมทอกไซด์ โดยใช้ปริมาณของเมทานอล 23%โดยปริมาตร และแปรค่า KOH 4 ,5 และ 6 กรัม/ลิตรของน้ำมัน แล้วค่อยๆ เทสารลงในถังปฏิกรณ์ 5 ลิตร โดยใช้เวลา 105 นาที เก็บตัวอย่างทุก 15 นาที (ตัวอย่างที่เก็บนำเข้าตู้เย็นทันที) นำตัวอย่างน้ำมันที่ได้ทุกตัวมาล้างเพื่อหาความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ หาจุดขุ่นมัว จุดไหลเท หาปริมาณน้ำ หาความหนาแน่น และค่าความเป็นกรด

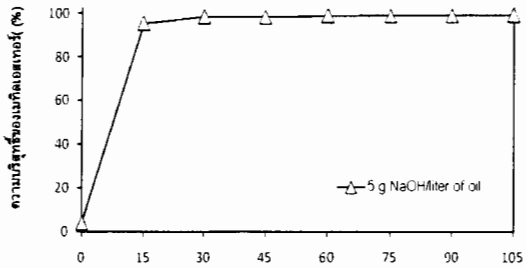
4. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาNaOH 4, 5 และ 6 กรัม/ลิตรของน้ำมันและ KOH 4 ,5 และ 6 กรัม/ลิตรของน้ำมัน ผลการทดลองดังกราฟที่แสดง



รูปที่ 2 กราฟแสดงความบริสุทธิ์เมื่อแปรค่าตัวเร่งปฏิกิริยาต่าง ๆ

จากผลการทดลองตัวเร่งปฏิกิริยาที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล คือ NaOH 5 กรัม /ลิตรของน้ำมัน ผลการทดลองดังกราฟที่แสดง



เวลา(นาที)

รูปที่ 3 กราฟแสดงความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของ NaOH 5 กรัม / ลิตรของน้ำมัน

จากรูปที่ 3 พบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นร้อยละความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์จะค่อย ๆ คงที่ในช่วงเวลาตั้งแต่ 45 นาทีเป็นต้นไป ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์จะใช้เวลาที่ 45 นาทีเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล โดยใช้ตัวเร่ง NaOH 5 กรัม /น้ำมันโดยปริมาตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร พ.ศ.2549ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของไบโอดีเซล

คุณสมบัติ	ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน [http://www.tistsor.th]
ความหนาแน่น	863	860 – 900
(kg/m^3)	0.22	ไม่เกิน 0.2
ปริมาณน้ำใน		
น้ำมัน(%v/v)	0.69	ไม่เกิน 0.8
ค่าความเป็น		
กรด	12	-3 – 12
(mgKOH/g)	11	-15 – 10
จุดขุ่นมัว (°C)		
จุดไหลเท (°C)		

5. สรุป และอภิปรายผล

ตัวเร่งปฏิกิริยา โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัม/ลิตรของน้ำมัน ปริมาณเมทานอล 23% โดย

ปริมาตร อุณหภูมิที่ 60°C เวลาที่ 45 นาที ในการทำปฏิกิริยาโดยใช้ถังปฏิกรณ์ 5 ลิตร วิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของเมลทิลเอสเทอร์สูงสุดเท่ากับ 99.16 % นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของไบโอดีเซลกับมาตรฐานกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549 พบว่าความหนาแน่น จุดขุ่นมัว และค่าความเป็นกรดผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ส่วนปริมาณน้ำในน้ำมันและจุดไหลเทยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานซึ่งจะต้องนำไปปรับปรุง

6. ข้อเสนอแนะ

1.ก่อนนำผลผลิตมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำในน้ำมันต้องนำน้ำมันมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงและตั้งทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำมาเข้าเครื่องวิเคราะห์

2.ถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเมื่อเปิดทำงานตัวถังไม่ควรขยับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร อาจารย์ที่ปรึกษา คุณสุรชัย จันทร์ศรี และ คุณกฤช สมนึก นักศึกษาปริญญาเอก ที่ให้การสนับสนุนในการทำโครงการวิจัยนี้ และท้ายสุดขอขอบคุณโรงเรียนอนุบาลวัดพระพุทธบาท สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระบุรีเขต 1 จ.สระบุรี โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสงขลาเขต 2 จ.สงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์เวลาราชการในการทำวิจัยภายใต้โครงการครูวิจัย มา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] อนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล. 2548. **การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ผ่านกระบวนการที่ใช้แล้ว.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพ. 61 หน้า

[2] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. 2553. **ไบโอดีเซล.** เอกสารอัดสำเนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.สงขลา

[3] กรมธุรกิจพลังงาน. 2550. **กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน.** สืบค้นจาก http: //www.tists.or.th [27 เม.ย. 2553]

[4] กำพล ประทีปชัยกูรและคณะ. **Meth ester production from high free fatty acid mixed crude palm oil.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา2550.

[5] ชาคริต ทองอุไร และคณะ. 2552. **การผลิตไบโอดีเซลจากผลิตผลปาล์มน้ำมัน.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา

[6] วัฒนา บัวภูมิ. 2550. **การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันที่ผ่านกระบวนการใช้แล้ว.** 166 หน้า

การลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ปัทมา ยืนยาว
โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช
E-mail : kunpatm@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยคลื่นไมโครเวฟ ให้มีค่ากรดไขมันอิสระน้อยกว่า 1 % โดยมวล ใช้กรดซัลฟูริคเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชัน โดยใช้คลื่นไมโครเวฟขนาดกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดกรดไขมันอิสระ คือ เวลา กำลังไฟฟ้า ปริมาณกรดซัลฟูริค และปริมาณของเมทานอล จากการทดลองพบว่าเวลา 3 นาที ขนาดกำลังไฟฟ้าระดับสูงสุดของคลื่นไมโครเวฟขนาดกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ ปริมาณกรดซัลฟูริค 2 % โดยปริมาตร และปริมาณของเมทานอล 20 % โดยปริมาตร ที่วัดด้วยเครื่อง TLC/FID สามารถลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมได้คงเหลือ 0.539 % โดยมวล นอกจากนี้ในกระบวนการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยคลื่นไมโครเวฟในปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชัน มีสัดส่วนของน้ำมันที่ลดกรดไขมันอิสระแล้วเท่ากับ 93.15 โดยมวล หรือ 94.64 โดยปริมาตร และมีสัดส่วนของของเสียเท่ากับ 6.85 โดยมวล หรือ 5.36 โดยปริมาตร

คำสำคัญ : กรดไขมันอิสระ , น้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม , ปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชัน, ไมโครเวฟ

1.บทนำ

การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมที่มีกรดไขมันอิสระสูง จำเป็นต้องมีการลดกรดและกำจัดยางเหนียวออกก่อนด้วยใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่อง ซึ่งกระบวนการดังกล่าวต้องใช้ระยะเวลาในการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมนานถึงจะมีคุณสมบัติเพียงพอสำหรับการนำไปสู่กระบวนการทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันเพื่อการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

การวิจัยในครั้งนี้จึงเลือกใช้เครื่องไมโครเวฟเป็นแหล่งพลังงานความร้อน เพื่อลดปริมาณกรดไขมันอิสระเนื่องจากสามารถลดระยะเวลาในกระบวนการลดกรดไขมันอิสระในรูปแบบเดิมเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมได้และปริมาณผลิตภัณฑ์มากกว่าการใช้เครื่องปฏิกรณ์เพื่อนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล

2.วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์และสารเคมี น้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม, เตาไมโครเวฟ ยี่ห้อชาร์ป รุ่น R-247, เครื่องชั่งน้ำหนักยี่ห้อ LIBROR รุ่น EB – 3200H , ขวดทนความร้อน ยี่ห้อ SCHOT DURAN ขนาด 500 ซีซี. , กรวยแยกสาร ,ไอโซโปรพานอล (Isopropanol) , ฟีนอฟทาลีน (Phenopthaline) โซเดียมไฮดรอกไซด์(Sodium Hydroxide), เมทิลแอลกอฮอล์(Methyl alcohol)

2.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ เครื่อง TLC/FID(Thin Layer Chromatography/ROD DRYER TK- 8) ยี่ห้อ Mitsubishi Kagakulation,inc. ประเทศญี่ปุ่น รุ่น MK-6s เพื่อวัดร้อยละปริมาณความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์, Karl Fisher Coulometer ยี่ห้อ METTER TOLEDO รุ่น T50, Stirring Hotplate ยี่ห้อ FAVORIT รุ่น HS0707V2

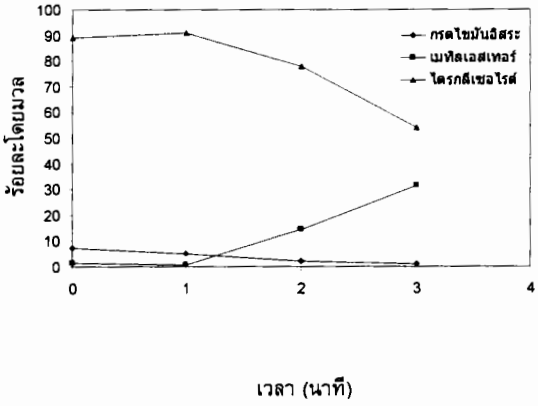
2.3 วิธีการทดลอง

เริ่มต้นจากน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมทำการอุ่นเพื่อลดความหนืดจากนั้นไทเทรตเพื่อหาค่า

กรดไขมันอิสระในน้ำมันโดยผสมสารไอโซโพรพานอลและฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์ หาค่าร้อยละโดยมวลของกรดไขมันอิสระในน้ำมันก่อนทำการลดกรดไขมันอิสระ ปัจจัยที่มีผลต่อการลดกรดไขมันอิสระด้วยกระบวนการเอสเทอร์ริฟิเคชันเรื่องเวลาโดยนำน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมปริมาตร 300 มิลลิลิตร บรรจุขวดทนความร้อน (SCHOTT DURAN) เมทานอล (commercial grade 98%) 15 % โดยปริมาตร และกรดซัลฟูริค 2 % โดยปริมาตร ที่กำลังไฟฟ้าระดับสูงสุดของคลื่นไมโครเวฟขนาดกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ โดยใช้เวลา 1, 2 และ3 นาทีตามลำดับ ศึกษาปัจจัยกำลังไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟโดยการนำน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมปริมาตร 300 มิลลิลิตร บรรจุในขวดทนความร้อน (SCHOTT DURAN) เมทานอล(commercial grade 98%) 15 % โดยปริมาตร และกรดซัลฟูริค 2 % โดยปริมาตร จากนั้นทำการทดลองที่ระดับกำลังไฟฟ้าของคลื่นไฟฟ้าระดับ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยากรดซัลฟูริคโดยการนำน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมปริมาตร 300 มิลลิลิตร บรรจุในขวดทนความร้อน (SCHOTT DURAN) เมทานอล (commercial grade 98%) 15 % โดยปริมาตร ที่เวลา 3 นาที จากนั้นทำการทดลองที่ กรดซัลฟูริค 1, 2 และ 3 % โดยปริมาตร ศึกษาปริมาณของเมทานอลโดยการนำน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมปริมาตร 300 มิลลิลิตร บรรจุในขวดทนความร้อน (SCHOTT DURAN) กรดซัลฟูริค (commercial grade 98%) 2 % โดยปริมาตร ที่เวลา 3 นาที จากนั้นทำการทดลองหาปริมาณเมทานอล ที่ 10, 15 และ 20 % โดยปริมาตร จากนั้นทำการศึกษาสัดส่วนของน้ำมันที่ลดกรดไขมันอิสระโดยการใส่กรวยแยกและตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง และแยกของเสียออกจากน้ำมัน แล้ววัดน้ำหนักของน้ำมันที่ลดกรดไขมันอิสระ

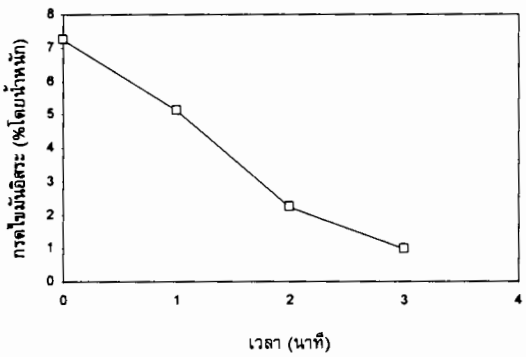
1.ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 การทดลองลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยคลื่นไมโครเวฟจะลดลงในระยะเวลาสั้น ซึ่งจะเห็นว่าในขณะที่กรดไขมันอิสระและไดรกลีเซอไรด์ลดลงปริมาณเมทิลเอสเทอร์ก็จะสูงขึ้น แต่จะมีปริมาณเมทิลเอสเทอร์สูงกว่าปริมาณกรดไขมันอิสระที่ลดลงทำให้ทราบว่าการใช้คลื่นไมโครเวฟส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันขึ้นด้วย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและร้อยละโดยมวลของสารที่เกิดขึ้นด้วยเครื่อง TLC / FID

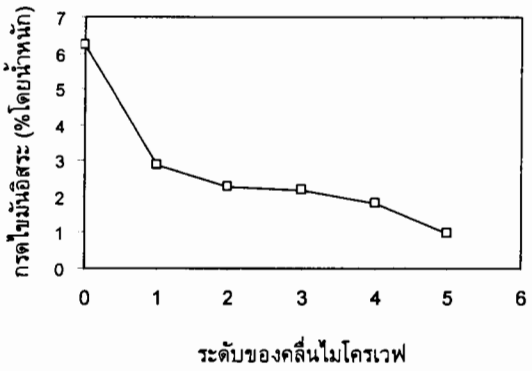
จากการศึกษาผลการวิเคราะห์การลดลงปริมาณร้อยละของกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม (%โดยมวล) โดยการเปรียบเทียบเวลา กำลังไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟ ปริมาณกรดซัลฟูริค 2 % โดยปริมาตรของน้ำมัน และปริมาณของเมทานอล 15 % โดยปริมาตรของน้ำมัน ด้วยเครื่อง TLC / FID



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้คลื่นไมโครเวฟและกรดไขมันอิสระ(%โดยมวล)

จากรูปที่ 2 พบว่าเมื่อใช้เวลาในการส่งกำลังไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นค่ากรดไขมันอิสระ (%โดยมวล) มีค่าลดลงจนที่เวลา 3 นาที มีค่า 0.982 ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลาที่ใช้ในการส่งกำลังไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟ 3 นาที

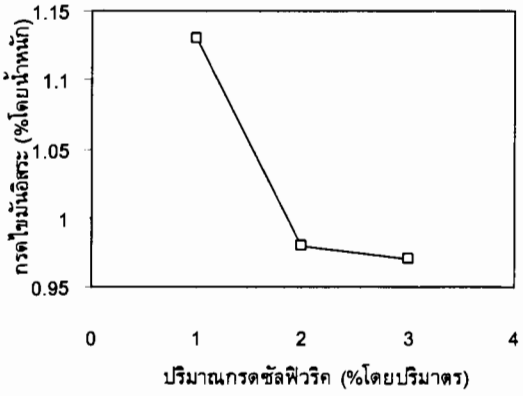
จากนั้นทำการศึกษาระดับของคลื่นไมโครเวฟตั้งแต่ 1 – 5 โดยใช้ปริมาณกรดซัลฟูริค 2 % โดยปริมาตรของน้ำมัน ปริมาณเมทานอล 15 % โดยปริมาตรของน้ำมัน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับของคลื่นไมโครเวฟและกรดไขมันอิสระ (%โดยมวล)

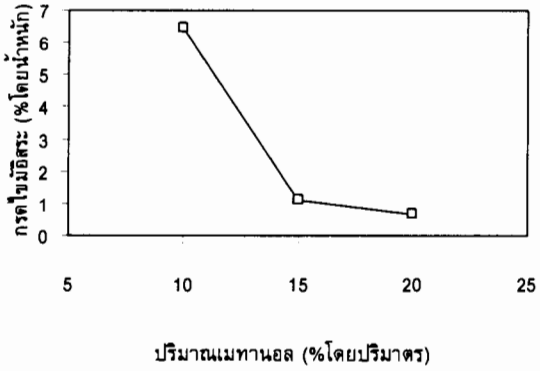
จากรูปที่ 3 พบว่าที่เวลา 3 นาทีเมื่อใช้กำลังไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นค่ากรดไขมันอิสระ (%โดยมวล) มีค่าลดลงจนที่ระดับของคลื่นไมโครเวฟสูงสุด (ระดับ 5) มีค่า 0.982 จึงเลือกใช้
เวลา 3 นาที ที่ระดับกำลังไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟสูงสุด (ระดับ 5)

จากนั้นทำการศึกษาปริมาณกรดซัลฟูริคโดยปริมาตรของน้ำมัน โดยใช้ปริมาณเมทานอล 15 % โดยปริมาตรของน้ำมัน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดซัลฟูริคและกรดไขมันอิสระ (%โดยมวล)

จากรูปที่ 4 พบว่าที่เวลา 3 นาที ระดับของคลื่นไมโครเวฟสูงสุด (ระดับ 5) เมื่อใช้ปริมาณกรดซัลฟูริคโดยปริมาตรของน้ำมันเพิ่มมากขึ้น ค่ากรดไขมันอิสระ(%โดยมวล) จะลดลงแต่ที่ระดับ 2 % โดยปริมาตรของน้ำมัน ค่ากรดไขมันอิสระ (%โดยมวล) จะลดลงเหลือ 0.983 จึงเลือกใช้เวลา 3 นาที ระดับของคลื่นไมโครเวฟสูงสุด (ระดับ 5) และปริมาณกรดซัลฟูริค 2 % โดยปริมาตรของน้ำมันเพื่อศึกษาปริมาณเมทานอล (% โดยปริมาตร)ของน้ำมัน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเมทานอล (%โดยปริมาตร) และกรดไขมันอิสระ (% โดยมวล)

จากรูปที่ 5 พบว่าปริมาณเมทานอลมีผลต่อกรดไขมันอิสระ โดยใช้ปริมาณเมทานอล 20 %โดยปริมาตรของน้ำมันจะทำให้กรดไขมันอิสระลดลงที่ 0.539 จากนั้นทำการหาเปอร์เซ็นต์ผลได้ (%yield)
ของน้ำมันที่มีการแยกของเสียออก ที่สภาวะที่เหมาะสมที่สุด คือ
เมทานอล 20 % โดยปริมาตร กรดซัลฟูริค 2 % โดยปริมาตรกำลังไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟสูงสุด และเวลา 3 นาที ทำการเก็บตัวอย่างของน้ำมันหลังจากเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมงโดยการใส่กรวยแยกทิ้งไว้เพื่อให้แน่ใจว่าของเสียตกนอนก้นจนหมด หลังจากนั้นแยกของเสียออกจากน้ำมัน แล้ววัดน้ำหนักของน้ำมันที่ลดกรดไขมันอิสระแล้ว ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนของน้ำมันและของเสียที่แยกออก

ปริมาณ	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	น้ำหนัก (กรัม)	% โดยปริมาตร	% โดยมวล
น้ำมัน	309.5	277.26	94.64	93.15
ของเสีย	17.5	20.4	5.36	6.85

จากตารางที่ 1 พบว่า มีสัดส่วนของน้ำมันที่ลดกรดไขมันอิสระแล้วเท่ากับ 93.15 โดยมวล หรือ 94.64 โดยปริมาตร และมีสัดส่วนของของเสียเท่ากับ 6.85 โดยมวล หรือ 5.36 โดยปริมาตร

4. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยคลื่นไมโครเวฟให้มีค่าน้อยกว่า 1 % ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมใช้เวลา 3 นาที ที่ระดับของคลื่นไมโครเวฟสูงสุด ปริมาณกรดซัลฟูริค 2 % โดยปริมาตร และปริมาณเมทานอล 20 % โดยปริมาตร มีค่ากรดไขมันอิสระเท่ากับ 0.539 % โดยมวล และจากการหาสัดส่วนของน้ำมันและของเสียพบว่ามีสัดส่วนของน้ำมันที่ลดกรดไขมันอิสระแล้วเท่ากับ 93.15 โดยมวล หรือ 94.64 โดยปริมาตร และมีสัดส่วนของของเสียเท่ากับ 6.85 โดยมวล หรือ 5.36 โดยปริมาตร และจากผลการวิเคราะห์จะเห็นว่าปริมาณเมทิลเอสเทอร์สูงขึ้นแสดงว่าเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันซึ่งจะเป็นผลดีเนื่องจากได้ปริมาณน้ำมันสูงขึ้น ทำให้ใช้ตัวเร่งลดลง

5. ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาผลของปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันที่เกิดขึ้นจากการใช้ไมโครเวฟจากน้ำมันที่มีกรดไขมันอิสระสูง
2. ระดับกำลังไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟและอุณหภูมิควรมีอุปกรณ์การทดลองที่สามารถกำหนดได้ ค่าถูกต้องและปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่รศ. กำพล ประทีปชัยกูร อาจารย์ที่ปรึกษา คุณสุรชัย จันทร์ศรีและคุณกฤช สมนึก นักศึกษาปริญญาเอกที่ให้การสนับสนุนการทำโครงการวิจัยนี้ และสุดท้ายขอบคุณโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต1 ที่ให้ความอนุเคราะห์เวลาราชการในการทำวิจัยภายใต้โครงการครุวิจัยมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กำพล ประทีปชัยกูรและคณะ. **Meth ester production form high free fatty acid mixed crude plam oil.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา

[2] วีระชัย เลิศสถาพรสุข, รัตนชัย ไพรินทร์ และคณิต กฤษณังกูร.**การใช้รังสีไมโครเวฟเร่งการผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่อง และผลกระทบของการใช้ไบโอดีเซลในเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าขนาด 100 kW** : วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.ปีที่ 2549 ฉบับ ที่ 29

[3] Jon Van Gerpen. **Biodiesel Processing and Production**.www.elsevier.com/locate/fuproc: Fuel Processing Technology 86 (2005) 1097 – 1107

[4]J.Hernando, P. Leton, M.P. Matia, J'L'Novella, J. Novella. **Biodiesel and FAME Synthesis Assisted by Microwave :Homogeous Batch and Flow Process**. www.sciencedirect.com : Fuel 86 (2007) 1641 -1644

[5] Suppalakpanya K et al. K. **Production of Ethyl Ester From Esterified Crude Palm Oil by Microwave with Dry Washing By Bleaching Earth**. Apply Energy (2010), doi :10.1016/j.apenerg.2009.12.6

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูด้วยคลื่นไมโครเวฟ

Biodiesel Production from Lard by Microwave

ณวลน้อย บัวเงิน
โรงเรียนมัธยมสิริวัณวรี ๒ สงขลา อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180
E-mail: hualnoybua@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูด้วยคลื่นไมโครเวฟโดยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน โดยศึกษาเปรียบเทียบชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณเมทานอล เวลาและระดับกำลังคลื่นไมโครเวฟ โดยเปรียบเทียบตัวเร่งปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide; NaOH) กับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide; KOH) และแปรค่าปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (อัตราส่วนร้อยละโดยปริมาตรของน้ำมัน) 0.3 ,0.5 และ 0.8 %ปริมาณเมทานอล (อัตราส่วนร้อยละโดยปริมาตรของน้ำมัน) 20 , 23 และ 26 % เวลา 1, 2, 3 และ 4 นาที ระดับกำลังคลื่นไมโครเวฟ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมคือ NaOH 0.5 %โดยมวลต่อปริมาตร เมทานอล 23 %โดยปริมาตร ระดับกำลังคลื่นไมโครเวฟ 4 (กำลังคลื่นไมโครเวฟ 70% (~560 วัตต์) นาน 3 นาที ได้น้ำมันไบโอดีเซลที่มีเมทิลเอสเทอร์ 96.19%โดยน้ำหนัก(มาตรฐาน 96.5 %) ความหนาแน่น 866 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำหรือตะกอน 0.69 % และน้ำมันหมูเมื่อผ่านกระบวนการผลิตแล้วจะได้เมทิลเอสเทอร์(ไบโอดีเซล)ร้อยละ 87 นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณเมทิลเอสเทอร์จะแปรผันตามปริมาณเมทิลเอสเทอร์และไตรกลีเซอไรด์ของน้ำมันเริ่มต้นด้วย

คำสำคัญ: คลื่นไมโครเวฟ น้ำมันหมู ไบโอดีเซล ทรานส์เอส-เทอริฟิเคชัน เมทิลเอสเทอร์

Abstract : The purpose of this study was investigate the optimum conditions for processing biodiesel from lard by using microwave. Parammeters of experiment were studied the kind of catalyst, amount of catalyst, amount of methanol, reaction time and the level of microwave power. The catalysts were comparative between sodium hydroxide and potassium hydroxide and verified quantitative of catalyst at 0.3, 0.5 and 0.7 %/V, methanol at 20, 23 and 26 %/V, time at 1, 2, 3, 4 min. and microwave power (level 1, 2, 3, 4 and 5. As a result, optimum reaction parameters for processing biodiesel with microwave have been identified that sodium hydroxide 5 %, methanol 23 %, a reaction time of 3 min and a microwave level of 4 (~560 W). The product from this process has density at 866 kg/cm3, warter and sediment at 0.69 % , cloud point at 19 °C and pour point at 11 °C.This process provided a yield of 87 % and product (methyl ester) indepented on methyl ester and triglyceride of substrat.

Keywords: biodiesel methyl ester microwave

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมากและมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นทุกปี ประกอบกับสภาวะการ

ผันผวนของราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในตลาดโลก นอกจากนี้ยังพบว่าโลกได้ใช้น้ำมันดิบในอัตราที่เพิ่มขึ้นโดยตลอด น้ำมันดิบเป็นพลังงานจากธรรมชาติชนิดหนึ่งที่ใช้แล้วหมดสิ้นไปและคาดว่าในรอบศตวรรษนี้ยังมีน้ำมันใช้อยู่ตลอด แต่จะค่อยๆ ลดบทบาทลงเพราะมีการนำพลังงานทางเลือกมาใช้ ได้แก่ เชื้อเพลิงชีวมวล พลังงานไฟฟ้า แก๊ส LPG และNGV หนึ่งในเชื้อเพลิงที่กำลังเป็นที่นิยมใช้กันในขณะนี้คือ ไบโอดีเซล ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ชนิดต่างๆให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ปัจจุบันพบว่าประเทศที่พัฒนาแล้วให้ความสนใจผลิตและใช้ไบโอดีเซลกันอย่างแพร่หลายโดยมีการทดลองผลิตเพื่อใช้เองในครัวเรือนและการผลิตในระดับโรงงานต้นแบบจนถึงระดับการผลิตเพื่อจำหน่ายในเชิงอุตสาหกรรม ไบโอดีเซลคือเชื้อเพลิงที่ผลิตจากน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์โดยผ่านกระบวนการทางเคมี เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างไขมันให้เป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องยนต์กระบวนการผลิตไบโอดีเซลหรือการสังเคราะห์ สารเอสเทอร์จากไขมันพืช/ไขมันสัตว์ทำได้ 3 วิธีคือการใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันของน้ำมันและแอลกอฮอล์ โดยใช้ด่างหรือกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การใช้ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ของน้ำมันและแอลกอฮอล์ทำปฏิกิริยาที่ความดันสูง โดยไม่ต้องใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา การเปลี่ยนน้ำมันพืช ไขสัตว์ ให้เป็นกรดไขมันแล้วจึงนำกรดไขมันไปทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ให้เป็นเอสเทอร์ จะเห็นได้ว่าไขมันสัตว์ก็เป็นวัตถุดิบอีกตัวหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล[1-7] Brent Schulte นักวิจัยภาควิศวเคมี จาก University of Arkansas ได้ค้นพบการผลิตไบโอดีเซลจากไขมันไก่และกรดไขมัน tall oil fatty acid ของเหลือจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ มาผ่านกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซล ที่เรียกว่า supercritical methanol treatment ซึ่งกระบวนการนี้จะทำการละลายไขมันโดยการให้ความร้อนและความดันสูงโดยไม่ต้องใช้ตัวคะตะลิสต์เมื่อถึงจุดเดือดของไขมัน ผลิตภัณฑ์ไขมันที่ได้ก็จะกลายเป็นไอและของเหลวผสมสารผลิตภัณฑ์ที่ได้กับเมทานอลเข้มข้น (supercritical methanol) และ sodium hydroxide ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้เป็นไบโอดีเซลออกมาประมาณ 89% จากไขมันไก่และ 94% จากกรดไขมัน tall oil fatty acid ตามลำดับ ไขมันไก่นั้นมีจุดเดือดที่ 325 องศาเซลเซียส และใช้เมทานอลผสมในสัดส่วน 40 ต่อ 1 และหากให้ความร้อนที่ 300 องศาเซลเซียสและเมทานอลในขนาดเท่ากันไขมันไก่ก็จะให้ไบโอดีเซลประมาณ 80% [8] ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ได้แก่ผลของความชื้นและกรดไขมันอิสระ ผลของอัตราส่วนโดยโมลระหว่างแอลกอฮอล์ต่อน้ำมัน ผลของอัตราการกวนผสม ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาผลของเวลาและอุณหภูมิการทำปฏิกิริยา

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูด้วยคลื่นไมโครเวฟโดยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน โดยศึกษาชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณของตัวเร่ง(อัตราส่วนร้อยละโดยปริมาตรของน้ำมัน ปริมาณเมทานอล(อัตราส่วนร้อยละโดยปริมาตรของน้ำมัน) เวลาและระดับกำลังคลื่นไมโครเวฟที่ใช้

2. ทฤษฎีและหลักการ

คลื่นไมโครเวฟมีความยาวคลื่นประมาณ 12 ซม.เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการการสั่นสะเทือนของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ซึ่งเคลื่อนที่จากขั้วลบไปขั้วบวกเสมอ เตาไมโครเวฟทำงานด้วยคลื่นสั่นสะเทือนถึง 2450 ล้านครั้งต่อวินาทีหรือเรียกความถี่ 2450 เมกะเฮิรตซ์โมเลกุลของน้ำมีประจุไฟฟ้าบวกที่ปลายด้านหนึ่งและประจุลบที่ปลายอีกด้าน คลื่นไมโครเวฟบวก-ลบที่สั่นสะเทือนอยู่จะปะทะกับโมเลกุลบวก-ลบที่สั่นของน้ำดึงดูดโมเลกุลของน้ำเข้าใกล้แล้วผลักออก และทำให้หมุนกลับไปมาถึง 2450 ล้านครั้งต่อวินาที ส่วนสำคัญที่สุดของเตาไมโครเวฟได้แก่ หลอดอิเล็กทรอนิกหรือที่เรียกว่า แมกนีตรอน ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดคลื่นไมโครเวฟขึ้น เตาไมโครเวฟ

โดยทั่วไปมีกำลังไฟเข้า 1100 - 1220 วัตต์ แต่ให้คลื่นไมโครเวฟที่มีกำลังไฟเพียง 800 วัตต์ ที่เหลือนั้นจะสูญเสียไปกับอุปกรณ์ภายในเครื่องในรูปของความร้อนจุดที่มีการสูญเสียมากคือในท่อแมกนีตรอนซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 100 %[9]

ระดับ	ระดับความร้อน	กำลังคลื่นไมโครเวฟ
5	HIGH	100%(800 วัตต์)
4	MEDIUM HIGH	70%(560 วัตต์)
3	MEDIUM	50%(400 วัตต์)
2	MEDIUM LOW	30%(240 วัตต์)
1	LOW	10%(80 วัตต์)

ในการผลิตไบโอดีเซลได้นำหลักการทำงานของเตาไมโครเวฟมาใช้แทนในขั้นตอนการผสม จากรายงานของ Jeyachokeและคณะ(1998)[10] ได้ศึกษาการทำปฏิกิริยาทรานส์เมทิลเลชันด้วยรังสีไมโครเวฟพบว่า สามารถช่วยลดเวลาในการเตรียมเมทิลเอสเทอร์จากน้ำมันรำข้าวได้สมบูรณ์ในเวลา 15 วินาที และ Lertsathapornsukและคณะ (2003)[11] ได้ศึกษาการเตรียมเมทิลเอสเทอร์ของน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานแล้วโดยใช้ไมโครเวฟในการเร่งปฏิกิริยาทรานเอทิลเลชันสามารถผลิตเอทิลเอสเทอร์จากน้ำมันพืชใช้แล้วภายใน 10 วินาที

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์และสารเคมี น้ำมันหมู เตาไมโครเวฟ ชาร์ป รุ่น R-247(กำลังไฟที่ออก 800 วัตต์ ความถี่คลื่น 2,450 เมกกะเฮิรตซ์), เครื่องชั่งน้ำหนัก LIBROR รุ่น EB – 3200 H ขวดทนความร้อน SCHOT DURAN ขนาด 500 ซีซี., stiming Hotplate FAVORIT รุ่น HS0707V2 ,กรวยแยกสาร , ไอโซโปรพานอล(isopropanol) analytical grade, สารละลายฟีนอฟทาลีน(phenopthaline) 5 %โดยมวล/ปริมาตร, โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide; NaOH), โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide; KOH), เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol) 98 % (commercial grade)

3.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ เครื่อง TLC/FID(Thin Layer Chromatography/ROD DRYER TK-8) MITSUBISHI KAGAKULATION,inc.ประเทศญี่ปุ่น รุ่น MK-6s เพื่อวัดร้อยละปริมาณความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ Mini Pour/Cloud Point Tester TANAKA รุ่น MPC – 102A วัดจุดไหลเท(Pour point) จุดขุ่นมัว(Could point), Karl Fisher Coulometer METTER TOLEDO รุ่นT50 เพื่อวัดปริมาณน้ำในน้ำมัน,ไฮโดรมิเตอร์ BRAND รุ่น Lot B 80 เพื่อวัดความหนาแน่นของน้ำมัน

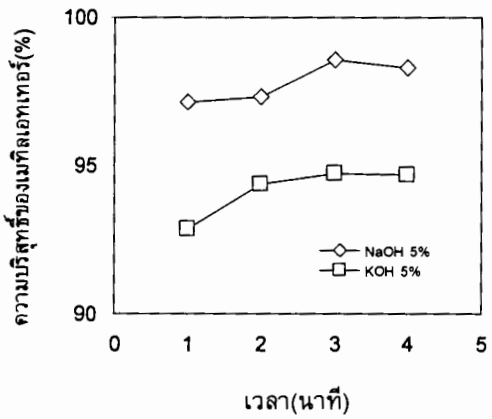
3.3 ขั้นตอนการทดลอง กระบวนการผลิตไบโอดีเซลโดยเตรียมน้ำมันหมู 300 ซีซี.(ผ่านการตรวจสอบค่าความเป็นกรดในน้ำมันโดยการไทเทรชันแล้ว)ใส่ในขวดทนความร้อน เตรียมสารละลายเมทอกไซด์โดยใช้เมทานอลผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยาแล้วนำมาผสมกับน้ำมันและเขย่าให้สารละลายผสมกันก่อนนำเข้าเตาไมโครเวฟโดยแปรค่าปริมาณเมทานอล ตั้งแต่ 20 , 23 และ 26 % (ปริมาตรโดยปริมาตรของน้ำมัน) ตัวเร่งปฏิกิริยา 0.3, 0.5 และ 0.8 % (ปริมาตรโดยปริมาตรของน้ำมัน) ระดับคลื่นไมโครเวฟ 1, ,2 , 3 , 4 และ 5 เวลาในการเกิดปฏิกิริยา 1 ,2 ,3 , 4 และ 5 นาที ตามลำดับและเมื่อครบเวลาตามกำหนดนำไปแช่น้ำแข็งเพื่อหยุดปฏิกิริยา หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของไบโอดีเซลและกลีเซอรีน นำไบโอดีเซลที่ได้ใส่กรวยแยกเพื่อล้างไบโอดีเซลโดยผสมกับน้ำอุ่นประมาณ 2 เท่าของไบโอดีเซล เขย่าประมาณ 3 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกชั้นน้ำมันกับน้ำ ปล่อยน้ำทิ้ง ทำซ้ำอีกประมาณ 3 ครั้ง หรือจนกว่าน้ำจะใส เทน้ำอุ่นประมาณ 2 เท่าของไบโอดีเซลแล้วทำการบับเบิลโดยใช้เครื่องปั๊มอากาศสำหรับตู้ปลานาน 15 นาที ปล่อยน้ำทิ้ง ทำซ้ำอีกครั้งแต่บับเบิลทิ้งไว้ 8 ชั่วโมง ปล่อยน้ำทิ้งแล้วล้างด้วยน้ำอุ่นอีกประมาณ 3 ครั้งหรือจนกว่าน้ำใส

นำไบโอดีเซลที่ได้ไปต้มไล่ความชื้นที่อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที พักทิ้งไว้ให้เย็น คำนวณหาปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสารตั้งต้นตรวจสอบปริมาณเมทิลเอสเตอร์โดยใช้เครื่องTLC และทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของไบโอดีเซลได้แก่ ความหนาแน่น จุดไหลเท(Pour point) จุดขุ่นมัว(Could point) ปริมาณน้ำและตะกอนที่สกปรก(Water and sediment)

4. ผลการทดลองและอภิปรายผล

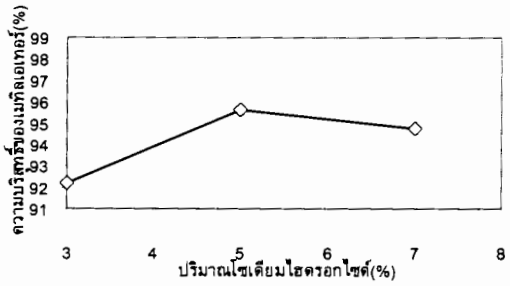
4.1 สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากไขมันหมูโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ

จากการศึกษาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูด้วยคลื่นไมโครเวฟโดยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ศึกษาเปรียบเทียบชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณตัวเร่ง ปริมาณเมทานอล เวลาและระดับกำลังคลื่นไมโครเวฟ ดังแผนภูมิรูปที่ 1-4



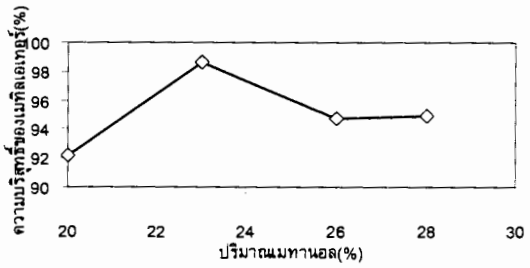
รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวเร่งปฏิกิริยากับความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ เวลา 1, 2, 3 และ 4 นาทีกำลังคลื่นไมโครเวฟ ระดับ 3

จากรูปที่ 1 การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 % และโพแทสเซียม 5 % เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชันในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูที่กำลังคลื่นไมโครเวฟระดับ 3 โดยใช้เวลา 1, 2, 3 และ4 นำไบโอดีเซลที่ได้มาตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์พบว่าการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยามีระดับร้อยละความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์สูงกว่าการใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ทุกระดับช่วงเวลาและที่เวลา 3 นาทีจะได้ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์สูงสุดคือ ร้อยละ 98.53



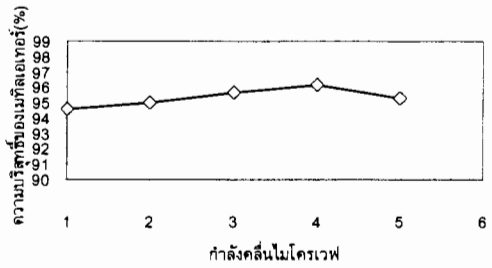
รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์กับความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ เวลา 3 นาที กำลังคลื่นไมโครเวฟระดับ 3

จากรูปที่ 2 พบว่า ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมในการเร่งปฏิกิริยาผลิตไบโอดีเซล เวลา 3 นาที กำลังคลื่นไมโครเวฟระดับ 3 คือ ปริมาณ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 % จะได้ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์สูงสุดร้อยละ 95.64



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเมทานอลกับความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ เวลา 3 นาที กำลังคลื่นไมโครเวฟระดับ 3

จากรูปที่ 3 พบว่าปริมาณเมทานอลมีผลต่อร้อยละของเมทิลเอสเทอร์ เมื่อใช้ปริมาณเมทานอล 23 %จะได้ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์สูงสุดเท่ากับร้อยละ 98.59



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังคลื่นไมโครเวฟกับความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ เวลา 3 นาที เมทานอล 5 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 %

จากรูปที่ 4 พบว่ากำลังคลื่นไมโครเวฟมีผลต่อร้อยละของเมทิลเอสเทอร์ เมื่อใช้กำลังคลื่นไมโครเวฟระดับ 4 จะได้ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์สูงสุดเท่ากับร้อยละ 96.16

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารตั้งต้นและความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์(ไบโอดีเซล)

คำนวณปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสารตั้งต้นโดยการทดลองผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมู 300 ซี.ซี. ใช้ NaOH 5 % เวลา 3 นาที กำลังคลื่นไมโครเวฟระดับ 4 โดยทำการทดลอง 3 ครั้งได้สารผลิตภัณฑ์เฉลี่ย 261 ซี.ซี. หรือร้อยละ 87 และเมื่อตรวจสอบโดยใช้ TLC/FID มีความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเตอร์ร้อยละ 97.33

4.3 ผลการทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิงของไบโอดีเซล

คุณสมบัติของน้ำมัน	มาตรฐานไบโอดีเซล	ไบโอดีเซลจากน้ำมันหมู
Densityที่อุณหภูมิห้อง (kg/m^3)	860 - 900	866
water and sediment (% v/v)	ไม่เกิน 0.2	0.69
Cloud Point (°C)	-3 ถึง 12	19
Pour Point (°C)	-15 ถึง 10	11

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของไบโอดีเซล[12]

จากตารางที่ 1 พบว่า ความหนาแน่น ผ่านค่ามาตรฐาน ส่วน ปริมาณน้ำในน้ำมันไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งจะต้องปรับปรุงต่อไป สำหรับจุดไหลเทและจุดขุ่นมัวมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งหากจะนำไปใช้จะต้องพิจารณาเติมสารแอนตี้ฟรีส (antifreeze)ต่อไป

ชุดน้ำมัน	สารเริ่มต้น(%)		สารผลิตภัณฑ์(%)	
	เมทิลเอสเทอร์	ไตรกลีเซอไรด์	เมทิลเอสเทอร์	ไตรกลีเซอไรด์
1	1.295	98.53	98.44	0.315
2	1.979	96.73	96.23	1.157

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณสารเริ่มต้นและสารผลิตภัณฑ์

จากตารางที่ 2 พบว่า น้ำมันชุดที่ 1 มีปริมาณสารเริ่มต้นสูงกว่าน้ำมันชุดที่ 2 และปริมาณสารผลิตภัณฑ์คือเมทิลเอสเทอร์ที่ได้หลังผ่านกระบวนการผลิตของน้ำมันชุดที่ 1 และ 2 แปรผันตามปริมาณสารเริ่มต้น

5. สรุปผล

จากการวิจัยการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูด้วยคลื่นไมโครเวฟโดยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ศึกษาชนิดและปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา ปริมาณของเมทานอล เวลาและระดับกำลังคลื่นไมโครเวฟที่ใช้ พบว่าชนิดและตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมคือ NaOH 5 % โดยปริมาตรของปริมาตรน้ำมัน และเมทานอล 23 %โดยปริมาตรของปริมาตรน้ำมัน ระดับกำลังคลื่นไมโครเวฟ 4 (กำลังคลื่นไมโครเวฟ 70%~560 วัตต์) นาน 3 นาทีซึ่งจะได้ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ร้อยละ 96 มีความหนาแน่น 866 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งผ่านค่ามาตรฐานไบโอดีเซล ส่วนปริมาณน้ำหรือตะกอน 0.69 % จุดไหลเท องศาเซลเซียส จุดขุ่นมัว องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานซึ่งจะต้องปรับปรุงคุณภาพโดยการระเหยน้ำออกและเติมสารแอนตี้ฟรีซ (antifreeze)เพื่อลดค่าจุดไหลเทและจุดขุ่นมัวเพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้ในพื้นที่ต่อไปและสารเริ่มต้น

(น้ำมันหมู)เมื่อผ่านกระบวนการผลิตจะได้สารผลิตภัณฑ์(เมทิลเอสเทอร์;ไบโอดีเซล) ร้อยละ 87 นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารผลิตภัณฑ์จะแปรผันตามปริมาณสารเริ่มต้นของน้ำมันด้วย

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรศึกษาเปรียบเทียบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูที่ได้จากการเจียวไขมันหมูตำแหน่งต่างๆเช่น ไขมันใต้ผิวหนัง ไขมันเปลว เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์

6.2 ศึกษาเปรียบเทียบการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูโดยใช้เตาไมโครเวฟที่ผลิตจากบริษัทต่างๆที่มีกำลังคลื่นไมโครเวฟระดับเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากโครงการครุวิจัย สำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้รับคำปรึกษาและชี้แนะตลอดการทำวิจัยจาก รศ.กำพล ประทีปชัยกูร, นายกฤช สมนึก, และนายสุรชัย จันทร์ศรี ตลอดจนได้รับการเอื้อเฟื้อสถานที่ จากสถานีวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมธุรกิจพลังงาน. 2549. กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตรไบโอดีเซล พ.ศ.2549. หน้า 9. (ออนไลน์) สืบค้นข้อมูลจาก http://.www.dede.go.th 27 เมษายน 2553.

[2] คณิต กฤษณังกูร, 2534, การใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล, วารสาร สจ.ธ., ปีที่ 14, ฉบับที่ 1, หน้า 34 - 41

[3] Bartholomew, D., 1981, "Vegetable Oil Fuel," *JAOCS*, Vol. 58, pp. 286A-288A.

[4] Collins, G.S., Griffin, R.C., and Lacewell, R.D., 1982, "National Economic Implications of Substituting Plant Oils for Diesel," *Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, ASAE*, Fargo, ND, pp. 138 – 148

[5] Jeyashoke, N.,Krisnangkura, K., and Chen, S.T., 1998, "Induced Rapid Transmethylation of Fatty Acids for Analysis of Food Oil," *Journal of Chromatography A*, Vol. 818, pp. 133-137

[6] Lertsathapornsuk, V., Pairintra, R.,Krisnangkuru, K., and Chindaruksa, S., 2003. "Direct Conversion of Use Vegetable Oil to biodiesel and Its Use as an Alternative Fuel for CI Engine," *Proceedlings of the 1st International Conference on Sustainable Energy and Green Architecture*, Bangkok, pp. SE091 – 096

[7] Lipinsky, E.S., McClure, T.A., Kresovich, S., Otis, J.L., Wagner, C.K., Trayser, D.A., and Appelbaum, H.R., 1982. "Vegetable Oils and Animal Fats for Diesel," *Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels,* ASAE, Fargo, ND,pp. 1-10

[8] Newswise. "searchers Investigate Supercritical Method of Converting Chicken Fat and Tall Oil Fatty Acid into Biodiesel". Retrieved from: http://www.newswise.com/articles/view/536409 Retrieved January 18, 2008

[9] Pryde, E.H., 1982, "Vegetable Oil Fuel Standards," *Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, ASAE*, Fargo, ND, pp. 101 – 105.

[10] Ryan, T.W., Callahan, T,J., and Dodge, LG., 1982. "Characterization of Vegetable Oils for Use as FUELS in Diesel Engines," *Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels*, *ASAE*, Fargo, ND, pp. 70 – 80.

[11] Tahir, A.R., Lapp, H.M. and Buchanan, LC., 1982, "Sunflower Oils as a Fuels for Compression Ignition Enggines," *Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels*, *ASAE*, Fargo, ND, pp. 82 – 91.

[12] http//www.wikipedia.org/wiki/เตาอบไมโครเวฟ. 20 เมษายน 2553

กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วชนิดกรดไขมันอิสระสูงด้วยถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตร

Methyl Ester Production from High Free Fatty Acid Waste Cooking Oil via a 10 Litres Reactor

กรรณิกา จอมทอง และจุฑามาศ จอมทอง

*E-mail: chomtong52@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วที่มีค่ากรดไขมันอิสระสูงด้วยกระบวนการสองขั้นตอนโดยใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ตามด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิเคชันซึ่งใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและ วัดค่า ไดร- ไต- โมโน-กลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระและเมทิลเอสเทอร์ที่อยู่ในผลผลิต ในการทดลองขั้นเอสเทอริฟิเคชันใช้ปริมาณเมทานอลร้อยละ 15 โดยปริมาตร กรดซัลฟิวริกร้อยละ 2 โดยปริมาตรและ ในขั้นตอนทรานเอสเทอริฟิเคชันใช้ปริมาณเมทานอลร้อยละ 23 โดยปริมาตรและแปรค่าตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.4, 0.5 และ 0.6 โดยมวลต่อปริมาตร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.4 โดยมวลต่อปริมาตร เวลาในการทำปฏิกิริยา 45 นาที อุณหภูมิ 60°C ความเร็วรอบใบกวน 300 รอบ/นาที จะสามารถทำให้เกิดเมทิลเอสเทอร์ที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.264 โดยมวล

คำสำคัญ : กรดไขมันอิสระ, น้ำมันพืชใช้แล้ว, ไบโอดีเซล, ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน, ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน

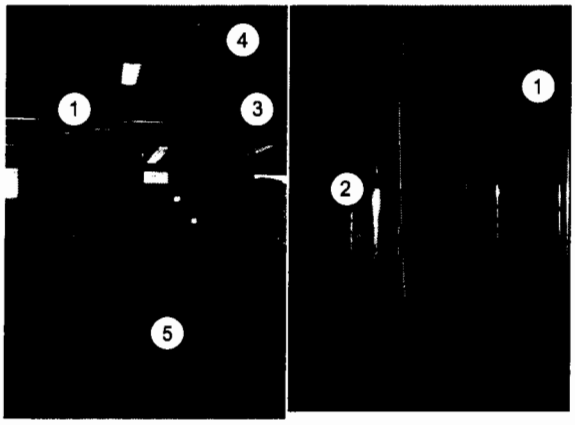
1. บทนำ

จากปัญหาวิกฤติพลังงานของไทยในปัจจุบันทำให้ต้องมีการหาพลังงานทดแทนมาช่วยในการแก้ปัญหา ไบโอดีเซลนับว่าเป็นพลังงานทางเลือกสำหรับใช้ทดแทนน้ำมันดีเซล เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่ผลิตได้จากแหล่งชีวมวลอีกทั้งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้[1] แล้วโดยใช้ถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตรด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชัน เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการผลิตไบโอดีเซลเพื่อให้ทราบถึงประเภทของตัวเร่งปฏิกิริยาและปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม[2,3]

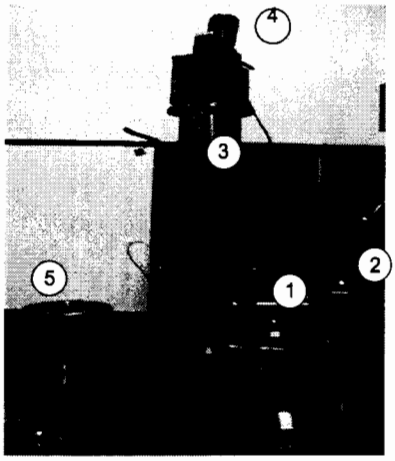
2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์ ในกระบวนการผลิต

น้ำมันพืชใช้แล้ว,โซเดียมไฮดรอกไซด์ (99% commercial grade), โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (95% commercial grade), เมทานอล(98% commercial grade), กรดซัลฟิวริก (99% commercial grade), ชุดกระบวนการเอสเทอร์ริฟิเคชันดังแสดงได้ดังรูปที่ 1 และชุดกระบวนการทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันดังแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ชุดกระบวนการเอสเทอร์ริฟิเคชัน (1: ถังวัตถุดิบ 2: ถังแอลกอฮอล์ 3: ถังปฏิกรณ์ 4: มอเตอร์กวน 5: ชุดควบคุม)



รูปที่ 2 ชุดกระบวนการทรานเอสเทอร์ริฟิเคชัน (1: ถังวัตถุดิบ 2: ถังแอลกอฮอล์ 3: ถังปฏิกรณ์ 4: มอเตอร์กวน 5: ถังแยกกลีเซอรอล)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

เครื่องชั่งน้ำหนัก LIBROR รุ่น EB–3200H เพื่อชั่งน้ำหนักสาร, เครื่อง TLC/FID (Thin Layer Chromatography / Flame Ionization Detector ROD DRYER TK-8) Mitsubishi Kagaku Iatron, inc. ประเทศญี่ปุ่น MK – 6s เพื่อวัดร้อยละปริมาณความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ในน้ำมัน, mini pour/ cloud point tester TANAKA รุ่น MPC – 102A วัดค่าจุดขุ่นมัวและจุดไหลเท, Karl Fisher Coulometer METTLER TOLEDOรุ่น DL39วัดปริมาณน้ำในน้ำมัน, stirring hotplate FAVORIT รุ่นHS0707V2 และhydrometer BRAND รุ่น Lot B 80 เพื่อวัดความหนาแน่น, auto tritration METTLER TOLEDO รุ่น TSO เพื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด

2.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

การหาปริมาณร้อยละความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์จากเครื่อง TLC/FID โดยใช้เฮกเซน, ไดเอทิลอีเธอร์ และกรดฟอร์มิก ในอัตราส่วน 50:20:0.3 โดยปริมาตรเป็นสารตัวพา (mobile phase) ชุดที่ 1 และใช้เฮกเซนผสมกับเบนซีน ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรเป็นสารตัวพา (mobile phase) ชุดที่ 2, การหาปริมาณกรดไขมันอิสระโดยวิธีการไทเทรตใช้สารละลายฟีนอลฟทาลีนความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยมวลต่อปริมาตร, ไอโซโพรพานอลความบริสุทธิ์ 99%analytical grade, 0.1M โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และ0.1M โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

2.4 วิธีการวิจัย

ศึกษาผลของตัวเร่งปฏิกิริยา NaOH และ KOH ที่มีต่อปริมาณเมทิลเอสเทอร์

ตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา NaOH และ KOH

ตัวแปรตาม คือ ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์

ตัวแปรควบคุม คือ เวลา อุณหภูมิ ความเร็วรอบของใบกวน

2.5 ขั้นตอนการทดลอง

นำน้ำมันเริ่มต้นที่ผ่านการไทเทรตจำนวน100 ลิตรใส่ถังวัตถุดิบ ไปอุ่นในถังปฏิกรณ์ให้ได้อุณหภูมิ 60 °C เติมเมทานอลร้อยละ 15 โดยปริมาตร กวนด้วยความเร็วรอบของใบกวน 300 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 30 นาทีเติมกรดซัลฟิวริกร้อยละ 2 โดยปริมาตร พักทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ถ่ายของเสียออก (น้ำ, กรดซัลฟิวริก และ เมทานอล)หลังจากนั้นนำน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเอสเทอริฟิเคชัน ใส่ลงถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตรแล้วอุ่นพร้อมกวนด้วยความเร็วรอบของใบกวน 300 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 60°C ผสม

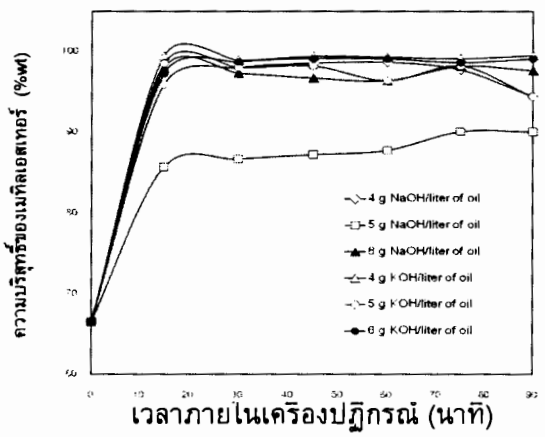
ตัวเร่งปฏิกิริยา (ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์)ที่ได้จากการไทเทรด โดยแปรค่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.4, 0.5 และ 0.6 โดยมวลต่อปริมาตร และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์0.4, 0.5 และ 0.6 โดยมวลต่อปริมาตร กับเมทานอล (ใช้สัดส่วนเมทานอลต่อน้ำมันร้อยละ 23 โดยปริมาตร) แล้วค่อยปล่อยสารตัวเร่งปฏิกิริยากับเมทานอลลงในถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตร เปิดระบบให้ถังปฏิกรณ์ทำงานต่อเนื่องแล้วเปิดมอเตอร์กวนพร้อมเก็บตัวอย่างทุก 15 นาทีจนครบ 90 นาที นำตัวอย่างน้ำมันมาล้าง 4-5 ครั้งจนกว่าน้ำมันจะสะอาด แล้วนำมาวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์, ความหนาแน่น, ปริมาณน้ำในน้ำมันไบโอดีเซล, จุดไหลเทและจุดขุ่นมัว

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา

(โซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์) ที่มีต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์ในช่วงเวลาต่างกัน แสดงได้ดังรูปที่ 3

จากรูปที่ 3 พบว่าปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์โดยใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียม0.4โดยมวลต่อปริมาตร เวลาในการทำปฏิกิริยา 45 นาที จะได้ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์สูงสุดเท่ากับร้อยละ 99.26



รูปที่ 3 แสดงผลของปริมาณเมทานอลต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์

3.2 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซล

จากการศึกษาได้นำน้ำมันไบโอดีเซลไปหาความหนาแน่น ปริมาณน้ำในน้ำมันไบโอดีเซล ปริมาณกรดรวมในน้ำมันไบโอดีเซล จุดขุ่นมัวและจุดไหลเท ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซล [1]

คุณสมบัติ	ค่ามาตรฐาน	ค่าที่วัดได้
ความหนาแน่น (kg/m^3)	860-900872	872
ปริมาณน้ำในน้ำมัน (% v/v)	ไม่เกิน 0.21	1.82
ปริมาณกรดรวม (mgKOH/g)	ไม่เกิน 0.8	0.65
จุดขุ่นมัว (°C)	-3-12	12
จุดไหลเท (°C)	-15-10	10

จากตารางที่ 1 พบว่าความหนาแน่น จุดไหลเท จุดขุ่นมัว ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ส่วนปริมาณน้ำในน้ำมันและปริมาณกรดรวมยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานซึ่งจะต้องนำไปปรับปรุงต่อไป

4. สรุปผล

จากการศึกษาพบว่าตัวทำปฏิกิริยาที่ดีที่สุด คือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.4 โดยมวลต่อปริมาตร เวลาในการทำปฏิกิริยา 45 นาทีอุณหภูมิ 60° C ความเร็วรอบใบกวน 300 รอบ/นาที ปริมาณเมทานอล ร้อยละ 23 โดยปริมาตรจะสามารถทำให้เกิดเมทิลเอสเทอร์ที่มีความบริสุทธิ์ ร้อยละ 99.264 นอกจากนี้การหาความหนาแน่น ปริมาณน้ำในน้ำมัน ปริมาณกรดรวม จุดขุ่นมัว จุดไหลเท เปรียบเทียบกับมาตรฐานกรมธุรกิจพลังงานเรื่องกำหนดคุณลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร[3]พบว่า ความหนาแน่น จุดไหลเท จุดขุ่นมัว ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ส่วนปริมาณน้ำในน้ำมันและปริมาณกรด

รวมยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานซึ่งจะต้องนำไปปรับปรุงต่อไป

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 ศึกษาตัวแปรอิสระอื่นเช่น สัดส่วนเมทานอลต่อน้ำมัน

5.2 ศึกษาอัตราส่วนของกรดซัลฟิวริกส่งผลต่อร้อยละของเมทิลเอสเทอร์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงานภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร อาจารย์ที่ปรึกษา นายสุรชัย จันทร์ศรี และนายกฤช สมนึก นักศึกษาปริญญาเอกที่ให้คำแนะนำและสนับสนุนในการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1]กรมทะเบียนการค้า.2548.**กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลพ.ศ.2548**.(ออนไลน์).สืบค้นจาก http://www.thairegistration.com/thai/law

[2] กำพล ประทีปชัยกูรและคณะ. **Methester production from high free fatty acid mixed crude palm oil**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,สงขลา.

[3] กิติศักดิ์ ทวีชัยโสภา.2549.การผลิตเมทิลเอสเตอร์จากน้ำมันปาล์มหีบรวมโดยใช้กระบวนการผลิตแบบEsterification และ Tranesterification. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.สงขลา.

[4] พุทธชาด เมฆทองและคณะ.2546 .**การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำมันพืชใช้แล้วจากอุตสาหกรรมอาหารมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน**.การสัมมนาเผยแพร่งานวิจัยทางด้านพลังงานทดแทน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,101หน้า

ผลของน้ำยาล้างจานต่อศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารอินทรีย์

Effect of Dish washing on biogas Productivity by Anaerobic fermentation organic foods scrups

ขจรศักดิ์ นกร่อน
โรงเรียนศรีบรรพตพิทยาคม อ.ศรีบรรพต สพท.พัทลุง เขต 1
Email : kajhonsa@hotmail.com

บทคัดย่อ

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารอินทรีย์ เป็นแปรสภาพของเหลือใช้ให้เป็นพลังงานที่เหมาะสมในระดับครัวเรือน นอกจากวัสดุเหลือใช้แล้วสารที่ได้จากการล้างอุปกรณ์ในครัวเรือนซึ่งมีการปนเปื้อนของสารทำความสะอาดก็มีความสำคัญต่อระบบการผลิตก๊าซชีวภาพหากมีการนำสารดังกล่าวเข้าสู่ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ จึงเกิดแนวคิดในการศึกษาถึงผลของน้ำยาล้างจานต่อศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารอินทรีย์ โดยนำเศษอาหารมาหมักรวมกับน้ำยาล้างจานในระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้การหมักแบบกะในขวดหมักขนาด 1 L ปริมาตรที่ใช้จริง 0.5 L ภายใต้อุณหภูมิห้อง (28$\pm$4^{0}C) การทดลองมีชุดควบคุม (หัวเชื้อไร้อากาศ+น้ำ) เศษอาหาร เศษอาหาร 5%+น้ำยาล้างจาน 1% w/w และเศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 2% w/w ชุดทดลองทั้งหมดเติมหัวเชื้อไร้อากาศ 100 ml แล้วเติมน้ำจนได้ปริมาตร 500 ml ใช้เวลาหมัก 10 วัน ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) ค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 73.59 ของการหมักเศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 2% w/w ขณะที่การหมักเศษอาหาร และเศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 1% w/w มีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) มีค่าร้อยละ 70.28 และ 70.03 ตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมของเศษอาหาร เศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 1% w/w และเศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 2% w/w เท่ากับ 2,229.50 ml, 711.50 ml และ 3,355 ml ตามลำดับ ผลจากการศึกษาบ่งชี้ให้เห็นว่าได้ว่าการหมักเศษอาหารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนร่วมกับน้ำยาล้างจาน 1% w/w และ 2% w/w ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ

คำสำคัญ : ก๊าซชีวภาพ, การหมักแบบไร้ออกซิเจน, เศษอาหารอินทรีย์, น้ำยาล้างจาน

1. บทนำ

หากกล่าวถึงพลังงานทางเลือกแล้ว ก๊าซชีวภาพนับว่าเป็นพลังงานที่สามารถตอบโจทย์ปัญหาสิ่งแวดล้อมโลก ได้อย่างชัดเจนเพราะนอกจากจะช่วยลดการใช้พลังงานฟอสซิลแล้วยังสามารถลดปริมาณก๊าซมีเทนซึ่งมีสมบัติเป็นก๊าซเรือนกระจก และช่วยลดมลภาวะทางกลิ่น จากข้อบ่งชี้เหล่านี้จึงทำให้มีการใช้วัตถุดิบอื่นๆ มาหมักเป็นก๊าซชีวภาพนอกเหนือจากมูลสัตว์อย่างหลากหลายไม่ว่าจะเป็นเศษพืช ของเหลือจากอุตสาหกรรมการแปรรูปพืชและสัตว์ ในระดับครัวเรือนเศษอาหารนับว่าเป็นวัตถุดิบที่ได้รับความสนใจเพราะทุกครัวเรือนจะต้องมีเศษอาหารไม่ว่าจะเป็นเศษของวัตถุดิบที่ใช้ในการปรุงอาหารและเศษอาหารที่เหลือจากการบริโภค

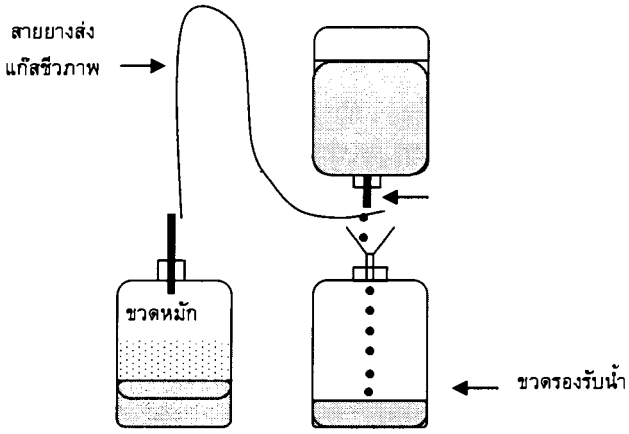
ในกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการย่อยสลายแบบไร้อากาศคือสภาพความเป็นด่างกล่าวคือสภาพความเป็นด่าง จะทำหน้าที่ด้านทานการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชในกระบวนหมักแบบไร้ออกซิเจน(สุเมธ ไชยประพัทธ์, 2553) น้ำยาล้างจานมีสมบัติเป็นเกลือโซเดียมหรือเกลือโปตัสเซียมที่มีการเติมสารลดแรงตึงผิวมีสภาพเป็นด่าง ดังนั้นหากมีการเติมน้ำที่ได้จากการล้างจานซึ่งมีน้ำยาล้างจานปนอยู่ด้วยลงในระบบหมักก๊าซชีวภาพ จะมีผลต่อประสิทธิภาพการหมักก๊าซ

ชีวภาพ อีกทั้งยังเป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียจากการล้างจานได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ M.T. Garcia *ed al.* (2005) พบว่า linear alkyl benzene sulfonate (LAS) ในระดับ ≤5–10 g/kg ของกากตะกอนของเสียสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ D. J. Araujo *ed al.* (2008) ทำการหมักน้ำเสียจากบ้านเรือนที่มีส่วนประกอบของ anionic surfactants ในระดับ 100 – 600 mg/L พบว่าสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 0.32 L/g COD แต่ในขณะเดียวกันจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในสภาวะไร้ออกซิเจนก็มีความอ่อนไหวต่อโลหะหนักที่อยู่ในส่วนผสมของ linear alkyl benzene sulfonate (LAS) ที่เป็นส่วนผสมของน้ำยาล้างจาน (Fountoulakis, M.S., Stamatelatou, K., and Lyberatos, 2008) ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำการศึกษาผลของน้ำยาล้างจานในระดับความเข้มข้นต่างๆ กันที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักแบบไร้ออกซิเจน เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดการน้ำเสียในครัวเรือนและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากสารเหลือใช้ในครัวเรือน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุหมักที่ใช้สำหรับหมักคือ หัวเชื้อไร้อากาศ (Pig manure) จากบ่อพักมูลสุกร นำมาจากโรงเลี้ยงสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ส่วนวัสดุที่นำมาหมักได้แก่ เศษอาหารอินทรีย์ จากโรงอาหารภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (โรงช้าง) ที่มีค่าความชื้นร้อยละ 63.80 ซึ่งเศษอาหารอินทรีย์ที่ TS 5% โดยคำนวณจากน้ำหนักเปียก น้ำยาล้างจานที่ใช้มีส่วนผสมของ linear alkyl benzene sulfonate Potassium salt 10 % w/w และ sodium lauryl ether sulfate 7.2% w/w น้ำหนักของน้ำยาล้างจานใช้ในระดับ 1% w/w และ 2% w/w เทียบจากน้ำหนักแห้งของเศษอาหาร

การศึกษาครั้งนี้ใช้ระบบหมักแบบกะหรือเติมวัสดุครั้งเดียว (Batch) ใช้ขวดแก้วขนาด 1 L ปริมาตรการใช้งาน 0.5 L ทำการหมักหัวเชื้อไร้อากาศจำนวน 100 ml และเศษอาหาร เศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 1% w/w และเศษอาหาร น้ำยาล้างจาน 2%w/w จากนั้นเติมน้ำจนได้ปริมาตร 500 ml ปิดปากขวดด้วยจุกยางพันทับด้วยพาราฟิล์ม (รูปที่ 1) ทำการหมักภายใต้อุณหภูมิห้อง (28±4^{0}C) เป็นเวลา 10 วัน ทำการเขย่าขวดวันละ 1 ครั้ง วัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นทุกวันโดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำ และทุกวันจะทำการวัด pH โดยควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 6.5-7.5 ด้วย $NaHCO_3$ 2 N



รูปที่ 1 ระบบหมักแบบไร้อากาศ

การวิเคราะห์

วิเคราะห์ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) กรดไขมันระเหยง่าย (Volatile Fatty Acids; VFA) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid : TS) และของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solid : VS) และวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นทุกวัน

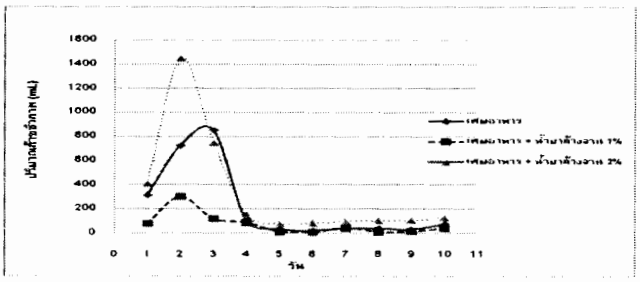
3. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการหมักเศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 1%w/w เศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 2%w/w เป็นเวลา 10 วัน มีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) ค่าสูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 73.59 ของการหมักเศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 2%w/w ขณะที่การหมักเศษอาหาร เศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 1% w/w ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) มีค่าร้อยละ 70.28 และ 70.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่วัดได้แต่ละวัน (รูปที่ 2)

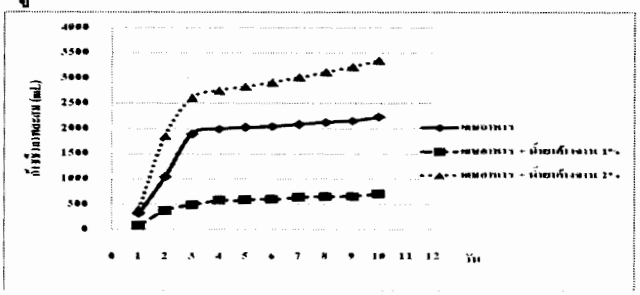
ปริมาตรก๊าซสะสมเท่ากับ 2,229.50 ml ,711.50 ml และ 3,355.00 ml ในเศษอาหาร เศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 1% w/w เศษอาหาร+น้ำยาล้างจาน 2% w/w ตามลำดับ (รูปที่ 3)

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพการหมักแบบไร้อากาศของวัสดุหมักชนิดต่างๆ

พารามิเตอร์	เศษอาหาร		เศษอาหาร+ 1%น้ำยาล้างจาน		เศษอาหาร+ 2%น้ำยาล้างจาน		ชุดควบคุม	
	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด
Alkalinity(mg/L as $CaCO_3$)	-	6750	-	6312	-	6812	-	-
VFA (mg/L as CH_3COOH)	-	933	-	720	-	877	-	-
VFA/ Alkalinity	-	0.14	-	0.11	-	0.13	-	-
TS (g/L)	79.96	34.05	79.23	36.35	80.67	35.30	9.12	7.79
VS (g/L)	77.90	21.90	78.52	23.53	79.89	21.10	6.8	5.53
VS Removal (%)	-	70.28	-	70.03	-	73.59	-	27.58
ศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ (mL/g dry weight)		89.18	-	28.06	-	134.20	-	14.48



รูปที่ 2 แสดงปริมาตรก๊าซชีวภาพที่วัดได้แต่ละวัน



รูปที่ 3 แสดงปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมตลอดการทดลอง

ผลการหมักเศษอาหาร5%ของน้ำหนักแห้ง เศษอาหาร 5% ของน้ำหนักแห้ง+น้ำยาล้างจาน 1% w/w เศษอาหาร 5% ของน้ำหนักแห้ง+น้ำยาล้างจาน 2%w/w เป็นเวลา 10 วัน ดังตารางที่ 1 รูปที่ 2 และ 3 ซึ่งปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของน้ำยาล้างจานและไม่สอดคล้องกับประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย(VS) โดย

เมื่อพิจารณาการผลิตก๊าซของชุดการทดลอง เศษอาหาร 5% ของน้ำหนักแห้ง+น้ำยาล้างจาน 1% w/w พบว่ามีปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นต่ำมาก (711.50 ml) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพของชุดควบคุม (362 ml) ในขณะที่ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักเศษอาหาร 5% ของแห้ง+น้ำยาล้างจาน 2%w/w มีค่าสูงสุด (3,355.00 ml)

4. สรุป

เมื่อพิจารณาการผลิตก๊าซชีวภาพของทั้ง 3 พบว่าไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับระดับความเข้มข้น ของน้ำยาล้างจานที่ใช้กล่าวคือปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักเศษอาหาร 5% ของน้ำหนักแห้ง สูงกว่าเศษอาหาร 5% ของน้ำหนักแห้ง+น้ำยาล้างจาน 1% w/w แต่ต่ำกว่าเศษอาหาร 5% ของน้ำหนักแห้ง+น้ำยาล้างจาน 2 % w/w ประกอบกับประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยง่าย (VS) ทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน จึงสรุปได้ว่าว่าการหมักเศษอาหารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนร่วมกับน้ำยาล้างจาน 1% w/w และ 2% w/w ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ร่วมกับสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สุเมธ ไชยประพัทธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ คุณอิศรา รักงาม คุณจิราพร ศิริวัฒน์ นักวิทยาศาสตร์พี่เลี้ยงที่ช่วยให้คำแนะนำอย่างดียิ่งจนงานวิจัยชิ้นนี้สมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] สุเมธ ไชยประพัทธ์. 2553. **พื้นฐานการบำบัดมลพิษทฤษฎีและ กระบวนการบำบัดของเสีย** สงขลา : สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[2] อริสรา คูประสิทธิ์. **สบู่อโรมา. (ออนไลน์)** เข้าถึงได้จาก http://www.tistr.or.th/tistrblog/ (9 เมษายน 2553).

[3] D.J Araujo. S.M.S Rhocha: M.C. Cammarota: A,M.F Xavier: V.L Cardoso: **Anaerobic Treatment Form the household and personal product in a hybrid bioreactor**. Brazilian Journal of Chemical engineering vol.25 no.3 SaoPaulo July/Sept. 2008.

[4] Fountoulakis, M.S., Stamatelatou, K., and Lyberatos, G. 2008. **The Effects of Pharmaceuticals on the Kinetics of Methanogenisis and Acetogenesis.** Bioresource Technology. 99: 7083-7090.

[5] M.T. Garcia: E.Campos: J.Campos: J.Sanchez Leal and I. Ribosa: 2005. **Effect of Alkenebenzene Sulfonates (LAS) on the anaerobic digestion of sewage sludge.** เข้าถึงได้จาก Sciencedirect.com/science. (19 เมษายน 2553)

การผลิตแก๊สชีวภาพจากกากตะกอนดีแคนเตอร์โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มร่วมกับมูลสุกร

Biogas Production from Decanter Cake of Palm Oil Mill Industry Co-digestion with Pig Manure

จุรีย์ ช่วยชาติ
โรงเรียนบ้านคลองโตน อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง 92210
E-mail : juree.ch@gmail.com

บทคัดย่อ

กากตะกอนดีแคนเตอร์เป็นวัสดุเศษเหลือจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการผลิตแก๊สชีวภาพได้ งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาการหมักร่วมกันระหว่างกากตะกอนดีแคนเตอร์กับมูลสุกร ที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดในการผลิตแก๊สชีวภาพ โดยใช้อัตราส่วน น้ำหนักกากตะกอนดีแคนเตอร์ 0.5 กิโลกรัมต่อมูลสุกร 50 มล. (10%) 100 มล. (20%) 150 มล. (30%) 200 มล. (40%) และ 250 มล. (50%) โดยปริมาตร ระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digester) ทำการหมักเป็นระยะเวลา 12 วัน ภายใต้อุณหภูมิห้อง (27 ± 3 องศาเซลเซียส) เก็บตัวอย่างน้ำหมักวัดค่า pH และปริมาตรแก๊สทุก 3 วัน วัดปริมาณแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นโดยการแทนที่น้ำ (fluid displacement method) พบว่า การหมักกากตะกอนดีแคนเตอร์ร่วมกับมูลสุกร แบบไร้อากาศ อัตราส่วนมูลสุกรที่ทำให้เกิดแก๊สสูงสุด คือ อัตราส่วนผสมมูลสุกร 10% ซึ่งมีปริมาณแก๊สชีวภาพเท่ากับ มิลลิลิตรต่อวัน รองลงมา คือ 40% และ30%

คำสำคัญ: แก๊สชีวภาพ การหมักร่วมกันแบบไร้อากาศกากตะกอนดีแคนเตอร์ มูลสุกร

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยในการดำรงชีพ เพื่ออำนวยความสะดวกสบาย ด้านต่างๆ เช่น ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือสำหรับยานพาหนะเพื่อคมนาคม ปัจจุบันน้ำมันดิบและพลังงานจากวัตถุดิบธรรมชาติกำลังขาดแคลนและหมดไป การหาพลังงานทดแทนจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเกษตรกรรมที่จำเป็นต้องลดต้นทุนในการผลิต ตัวอย่างพลังงานทดแทนที่สำคัญเช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ ไบโอฟิล พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานคลื่น และความร้อนจากใต้ผิวโลก พลังงานจากกระบวนการชีวภาพเช่น บ่อแก๊สชีวภาพ เป็นต้น โดยเฉพาะแก๊สชีวภาพที่ภาคเกษตรกรรมสามารถผลิตได้เองโดยใช้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำ โรงเรียนบ้านคลองโตน ตั้งอยู่บนพื้นที่อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพปลูกยางพาราและปาล์มน้ำมัน ซึ่งปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของจังหวัดตรัง มีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม จำนวนหลายแห่ง และในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มก่อให้เกิดวัสดุเศษเหลือจำนวนมาก เช่น ทะลายปาล์มเปล่า กากตะกอนดีแคนเตอร์ เส้นใยปาล์ม ซึ่งใช้เป็นวัสดุในการผลิตแก๊สชีวภาพ หรือทำปุ๋ยชีวภาพได้ นอกจากนี้เกษตรกรในพื้นที่ยังประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะการเลี้ยงสุกร ซึ่งการเลี้ยงสุกรทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากมูลสุกร

ดังนั้น การนำวัสดุเศษเหลือที่เกิดจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม เช่น กากตะกอนดีแคนเตอร์มาหมักร่วมกับมูลสุกร จึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถนำกากตะกอนดีแคนเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ รวมทั้งสามารถแก้ไขปัญหาที่สิ่งแวดล้อมที่เกิดจากมูลสุกร จึงจำเป็นที่ต้องมีการ ศึกษาหาวิธีการและเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับกากตะกอนดีแคนเตอร์

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 การศึกษาลักษณะของวัสดุที่หมัก

1) วัสดุที่ใช้สำหรับหมัก คือ กากตะกอนดีแคนเดอร์โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม จากบริษัททักษิณน้ำมันปาล์ม จ.สุราษฎร์-ธานี ส่วนหัวเชื้อไร้อากาศ (Pig Manure) จากบ่อพักมูลสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เก็บตัวอย่างวัสดุที่หมัก มูลสุกร วัดค่าอุณหภูมิ ค่าพีเอช ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS: Total solid) ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS: Total suspended solids)

2.2 ระบบการหมักแบบไร้อากาศจำลองในห้องปฏิบัติการ

การหมักกากตะกอนดีแคนเตอร์จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มร่วมกับมูลสุกร โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักกากตะกอนดีแคนเตอร์ 0.5 กิโลกรัมต่อมูลสุกร 50 มล. (10%) 100 มล. (20%) 150 มล. (30%) 200 มล. (40%) และ 250 มล. (50%) โดยปริมาตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ชุดที่ 1 ผสมกากตะกอนดีแคนเตอร์ต่อมูลสุกรด้วยอัตราส่วน น้ำหนัก 0.5 ก.ก. ต่อ 50 มล. (10%)

ชุดที่ 2 ผสมกากตะกอนดีแคนเตอร์ต่อมูลสุกรด้วยอัตราส่วน น้ำหนัก 0.5 ก.ก. ต่อ100 มล. (20%)

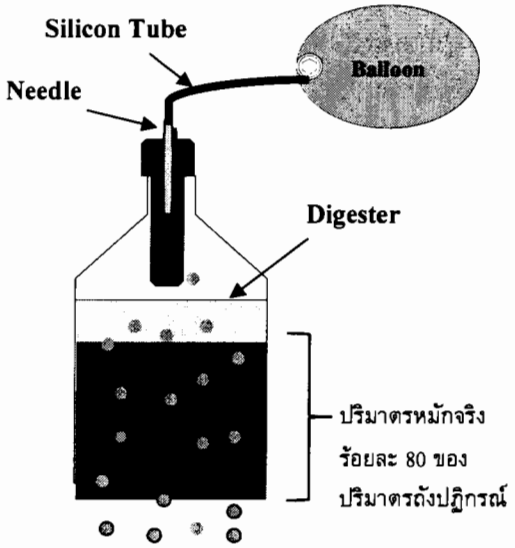
ชุดที่ 3 ผสมกากตะกอนดีแคนเตอร์ต่อมูลสุกรด้วยอัตราส่วน น้ำหนัก 0.5 ก.ก. ต่อ 150 มล. (30%)

ชุดที่ 4 ผสมกากตะกอนดีแคนเตอร์ต่อมูลสุกร ด้วยอัตราส่วน น้ำหนัก 0.5 ก.ก. ต่อ 200 มล. (40%)

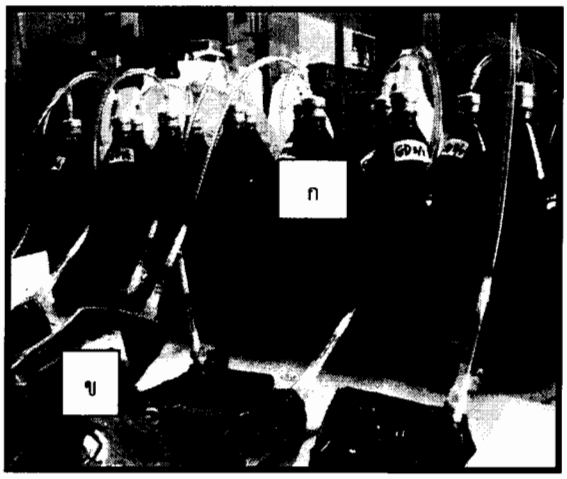
ชุดที่ 5 ผสมกากตะกอนดีแคนเตอร์ต่อมูลสุกรด้วยอัตราส่วน น้ำหนัก 0.5 ก.ก. ต่อ 250 มล. (50%)

แบบจำลองระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digester) มีลักษณะเป็นขวดแก้ว ขนาด 1 ลิตร ปริมาตรการใช้งาน 0.8 ลิตร ปิดปากขวดด้วยจุกยางพันทับด้วยพาราฟิล์ม

การศึกษาครั้งนี้ทำการป้อนวัสดุหมักแบบกะ (batch) หรือเติมวัสดุหมักครั้งเดียว การหมักสภาวะไร้อากาศ โดยการเติมแก๊สไนโตรเจนลงถังหมักเป็นระยะเวลา 3 นาที ทำการหมักเป็นระยะเวลา 12 วัน ภายใต้อุณหภูมิห้อง (27±3 องศาเซลเซียส) เก็บตัวอย่างน้ำหมักวัดค่า pH และปริมาตรแก๊สทุก 3 วัน วัดปริมาณแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นโดยการแทนที่น้ำ (fluid displacement method) (สมฤดี ฤทธิ์ยากุล, 2551) น้ำที่ถูกแทนที่จะไหลลงสู่ขวดรองรับน้ำ ปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ดังกล่าวเป็นปริมาณแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้น (ภาพประกอบที่ 1 ภาพประกอบที่ 2 และภาพประกอบที่ 3)

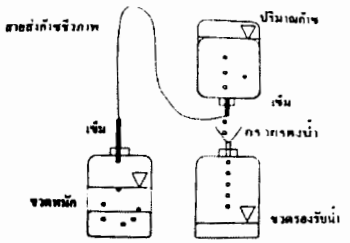


ภาพประกอบที่ 1 แบบจำลองถังปฏิกรณ์หมักไร้อากาศแบบกะ (batch) ในห้องปฏิบัติการ



ก. ขวดหมัก ข. ลูกโป่งเก็บแก๊ส

ภาพประกอบที่ 2 ลักษณะชุดอุปกรณ์ถังปฏิกรณ์หมักไร้อากาศแบบกะ (batch) ในห้องปฏิบัติการ



ภาพประกอบที่ 3 วัดปริมาณแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นโดยการแทนที่น้ำ (fluid displacement method)

ที่มา: วิจิตรพร มากมูลและคณะ (2552)

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ลักษณะของวัสดุหมัก

วัสดุที่ใช้สำหรับหมัก คือ กากตะกอนดีแคนเตอร์โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม จากจากบริษัททักษิณน้ำมันปาล์ม จ.สุราษฎร์ธานี ส่วนหัวเชื้อไร้อากาศ (Pig Manure) จากบ่อพักมูลสุกร ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งจากการวิเคราะห์สมบัติของมูลสุกรสดที่นำมาใช้ในการทดลอง พบว่า มูลสุกรมีค่า pH ที่ 5.56 ค่า TS เท่ากับ 36.58 mg/L ค่า TSS เท่ากับ 22.12 mg/L

3.2 ผลการทดลองของระบบการหมักแบบไร้อากาศในห้องปฏิบัติการ

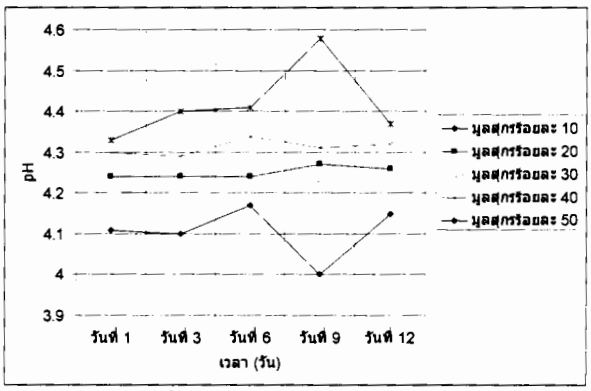
ในการทดลองนี้ เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตแก๊สชีวภาพจากการหมักกากตะกอนดีแคนเตอร์กับมูลสุกรที่อัตราส่วนผสมระดับต่างๆ โดยผสมกันในอัตราส่วนผสมน้ำหนักกากตะกอนดีแคนเตอร์ 0.5 กิโลกรัมต่อมูลสุกร 50 มล. (10%) 100 มล. (20%) 150 มล. (30%) 200 มล. (40%) และ 250 มล. (50%) โดยปริมาตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยทำการหมักแบบกะ(batch) ภายใต้อุณหภูมิห้อง (27.7-29.5 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน โดยวัดแก๊สที่เกิดขึ้น 3 วัน โดยอาศัยหลักการแทนที่น้ำ ในระหว่างการทดลองได้ทำการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และองค์ประกอบของแก๊สชีวภาพ ซึ่งมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ผลดังต่อไปนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature)

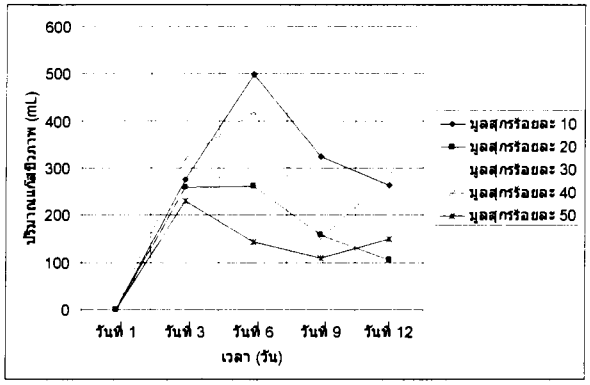
อุณหภูมิมีผลต่อจุลินทรีย์เป็นอย่างมาก โดยอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือปฏิกิริยาทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ขึ้นกับอุณหภูมิ อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิ ในการทดลองครั้งนี้ทดลองภายใต้อุณหภูมิห้อง (27.7-29.5 องศาเซลเซียส) เมื่อเริ่มเดินระบบ พบว่า อุณหภูมิเริ่มต้นของวัสดุหมักที่ป้อนเข้าระบบมีค่าอยู่ระหว่างช่วง 29.0-30.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิวันสิ้นสุดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 29.9-30.2 องศาเซลเซียส (Grady et al., 1999) ได้รายงานว่าช่วงอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ยังสามารถทำงานได้ แต่ประสิทธิภาพต่ำ และค่าแนะนำต่ำสุดที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ คือ 20-25 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่า ค่าอุณหภูมิตลอดการทดลองมีค่าสูงกว่าค่าแนะนำต่ำสุด ดังนั้น อุณหภูมิจึงไม่มีผลกระทบต่อการทำงานและเติบโตของจุลินทรีย์สร้างมีเทนและไม่จำเป็นต้องป้อนพลังงานใดๆ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิแก่ระบบ

2) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

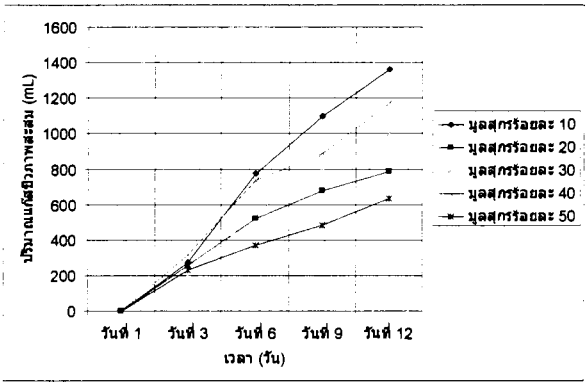
จากการศึกษาค่าพีเอชของวัสดุหมัก ก่อนป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์หมัก พบว่า ในทุกอัตราส่วนผสม มีค่าอยู่ระหว่าง 4.10-4.17 (ภาพประกอบที่ 4) เมื่อเดินระบบ จะเห็นว่าค่าพีเอชของระบบเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์สร้างมีเทนมีการเจริญเติบโตได้เร็วกว่าจุลินทรีย์สร้างกรด และมีจำนวนเพิ่มขึ้น



ภาพประกอบที่ 4 ระดับพีเอชจากการหมักกากตะกอนดีแคนเตอร์กับมูลสุกร



ภาพประกอบที่ 5 ปริมาณแก๊สชีวภาพจากการหมักกากตะกอนดีแคนเตอร์กับมูลสุกร



ภาพประกอบที่ 6 ปริมาณแก๊สชีวภาพสะสมจากการหมักกากตะกอนดีแคนเตอร์กับมูลสุกร

3) อัตราการผลิตแก๊สชีวภาพ (Biogas production)

จากการทดลองได้ทำการวัดปริมาณแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นโดยการแทนที่น้ำ โดยปริมาณแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพการเกิดแก๊ส เมื่อเดินระบบ พบว่า แก๊สชีวภาพในช่วง 2 วันแรกเกิดขึ้นสูงสุด (ภาพประกอบที่ 5) และจะลดลงต่ำสุดในช่วงวันที่ 4 และ 5 จากนั้นแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในทุกอัตราส่วนผสมต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์จะใช้สารอาหารที่ย่อยง่ายก่อนในวันแรกๆ จึงทำให้ได้แก๊สชีวภาพอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะเหลือสารอินทรีย์ที่ย่อยยาก อีกทั้งค่าพีเอชที่ต่ำลงกว่า 5.0 เป็นช่วงที่ไม่เหมาะสมต่อการผลิตแก๊สชีวภาพของจุลินทรีย์ เมื่อพิจารณาปริมาณแก๊สชีวภาพ (ภาพประกอบที่ 5) อัตราส่วนที่ให้ปริมาณแก๊สชีวภาพต่อวันสูงสุด คือ อัตราส่วนผสมน้ำหนักกากตะกอนดีแคนเตอร์ 0.5 กิโลกรัมต่อมูลสุกร 50 มล. (10%) ให้แก๊สชีวภาพเท่ากับ 498.33 มล. อัตราส่วนมูลสุกร.40% ให้แก๊สรองลงมาเท่ากับ 420.00 มล. และที่อัตราส่วนผสมมูลสุกรที่ระดับ 50% ให้แก๊สชีวภาพน้อยที่สุดเท่ากับ 143.33 มล.

ปริมาณแก๊สชีวภาพสะสม (ภาพประกอบที่ 6) อัตราส่วนผสมที่ให้แก๊สชีวภาพสะสมสูงสุด คือ อัตราส่วนผสมน้ำหนักกากตะกอนดีแคนเตอร์ 0.5 กิโลกรัมต่อมูลสุกร 50 มล. (10%) ให้แก๊สชีวภาพเท่ากับ 1,362.33 มล. อัตราส่วนมูลสุกร.40% ให้แก๊สรองลงมาเท่ากับ 1,175.33 มล. และที่อัตราส่วนผสมมูลสุกรที่ระดับ 50% ให้แก๊สชีวภาพน้อยที่สุดเท่ากับ 633.66 มล.

4. สรุป

การศึกษาการหมักกากตะกอนดีแคนเตอร์ร่วมกับมูลสุกร แบบไร้อากาศ พบว่า อัตราส่วนมูลสุกรที่ทำให้เกิดแก๊สสูงสุด คือ อัตราส่วนผสม 10% รองลงมา คือ 30% และ50%

5. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการปรับค่าพีเอชของระบบให้เป็นกลางเสมอ เพื่อให้จุลินทรีย์ที่สร้างมีเทนทำงานได้ดีที่สุด รวมถึงการปรับ pH ของระบบในตอนเริ่มระบบ

6. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการฝึกทำวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการทำวิจัยเรื่องอื่นๆ บูรณาการสู่เรียนการสอนในชั้นเรียนและ เชื่อมโยงสู่หลักสูตรท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.ปิยะรัตน์ บุญแสวง และนายอธิราชย์ เริงณรงค์ นักศึกษาปริญญาเอกและคณะนักศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร ขอขอบคุณ

โครงการครุวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ผู้ให้การสนับสนุนทุนการวิจัย คณาจารย์และบุคลากรสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ทุกท่านที่ให้ความรู้ประสบการณ์ ให้คำปรึกษา และให้ความสะดวกในด้านสถานที่ จนทำให้การฝึกทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] วธิดา คะนะแนม. 2552. **ผลของมูลไก่ กากตะกอนดีแคนเตอร์ และดินแดงในการผลิตปุ๋ยหมักจากทะลายปาล์มเปล่าปาล์มน้ำมัน.**วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[2] สมฤดี ฤทธิ์ยากุล. 2551. **ศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ และผลพลอยได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับสาหร่ายหนามจากทะเลสาบสงขลา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[3] Grady, C.P., Daigger, G.T. and Lim, H.C. 1999. **Biotechnology Wastewater Treatment**. New York : Margel Dekker,Inc

การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา และมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม

Comparison of Biogas Produced by Anaerobic Co – digestion between Pig Manure with Rubber Leaves and Pig Manure with Palm Frond

จรูญ อินเอก*, อำไพ กลับทับลังค์และธีระพันธ์ จุลแก้ว

*E-mail: i.charoon@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์มในอัตราส่วน 15 : 1 กิโลกรัม เติมวัสดุหลังจากหมักไปแล้ว 3 วัน ในถังหมักขนาด 150 L ภายใต้อุณหภูมิห้อง จากการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม เท่ากับ 73.12 L และ91.68 L ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการหมัก 15 วัน และเมื่อนำก๊าซชีวภาพไปเผาต้มน้ำ พบว่า ให้พลังงานความร้อน 17.4 kcal และ 129.6 kcal ตามลำดับ จากผลการศึกษาบ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์มมากกว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและจากผลการตรวจสอบก๊าซที่ได้พบว่ามีก๊าซมีเทนสูงกว่า 60% ของก๊าซมาตรฐาน

คำสำคัญ : ก๊าซชีวภาพ การหมักร่วมแบบไร้อากาศ มูลสุกร ใบยางพารา ทางปาล์ม

Abstract

This research attempted to compare the amount of biogas produced by anaerobic co-digestion between pig manure with rubber leaves and pig manure with palm frond. The pig manure was blended with the rubber leaves or palm frond in the ratio of 15 : 1 by weight. The blends were fed into the two reactors of 150 L in two times, first time in the first day and second time in the third day. The experiment was set under room temperature. It was found that the cumulative amount of the gas for the fifteen days digestion was 73.12 L and 91.68 L for rubber leaves mixed and palm frond mixed, respectively. In addition, the produced biogas was burnt to find out the total thermal energy by heating water. It was found that the thermal energy were about 17.4 kcal and 129.6 kcal for rubber leaves mixed and palm frond mixed, respectively. The study indicated that the amount of gas from the co-digestion of pig manure with the palm frond is much than the pig manure with rubber leaves. And also the methane in biogas is over 60%.

Keywords: biogas Production ,Anaerobic co-digestion, Pig manure, Rubber leaves and Palm frond

1. บทนำ

ปัจจุบัน ความต้องการใช้พลังงานของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัญหาการขาดแคลนพลังงาน โดยเฉพาะปัญหาราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้น จึงต้องหาพลังงานทดแทน ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ของเสียทางการเกษตรที่สามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพได้แก่ มูลสุกร มูลไก่ เศษอาหาร ชีวมวลอื่นๆ เช่น ใบยางและทางปาล์ม สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซได้ รวมทั้งเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด

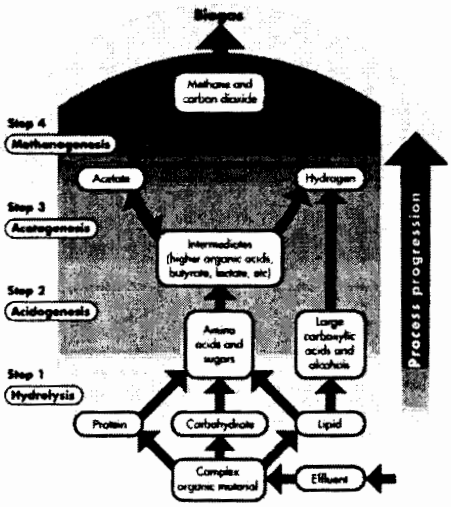
2. ทฤษฎีและหลักการ

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) เกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เพื่อใช้เป็นสารอาหารในการดำรงชีพของแบคทีเรียในกลุ่มที่ไม่ใช้อากาศ โดยสามารถแบ่งชนิดกลุ่มแบคทีเรียตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. แบคทีเรียสร้างกรด (Acid Former Bacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้จะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งไปเป็นกรดอินทรีย์ต่างๆ

2. แบคทีเรียสร้างมีเทน (Methane Former Bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายกรดอินทรีย์ไปเป็นก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์

3. แบคทีเรียรีดิวซ์ซัลเฟต (Sulfate Reducing Bacteria, SBR) ปริมาณของแบคทีเรียชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของซัลเฟต (SO_4^{2-}) ในน้ำเสีย โดยจะทำหน้าที่ดึงออกซิเจนจากสารประกอบซัลเฟต ทำให้เปลี่ยนซัลไฟด์ที่อยู่ในรูปของซัลเฟตเป็นก๊าซไข่เน่า (H_2S) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ปฏิกิริยาการเกิดก๊าซชีวภาพ

ขั้นตอนและปฏิกิริยาการเกิดก๊าซชีวภาพ กระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion)

ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การย่อย (Hydrolysis)

ในขั้นตอนนี้ สารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน จะถูกแบคทีเรียย่อยสลายให้กลายเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก ความเร็วของกระบวนการย่อยสลายขึ้นอยู่กับเอนไซม์ที่ถูกปล่อยออกมาจากแบคทีเรีย รวมถึงความเข้มข้นของสารอินทรีย์ ความเข้มข้นของเอนไซม์ อุณหภูมิ และการสัมผัสระหว่างเอนไซม์กับสารอินทรีย์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 และ 3 การสร้างกรด (Acidogenesis and Acetogenesis)

ในขั้นตอนนี้ สารอินทรีย์โมเลกุลเล็กซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์ของการย่อยในขั้นแรก จะถูกเปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ชนิดโมเลกุลเล็ก เช่น กรดอะซิติก (Acitic Acid) กรดโพรไพโอนิก (Propionic Acid) กรดวาเลอริก (Valeric Acid) และกรดแลคติก (Lactic Acid) โดยแบคทีเรียสร้างกรด

โดยกรดที่เกิดขึ้นจะมีกรดอะซิติกสูงสุดในปริมาณที่มากที่สุด และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ด้วย อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสร้างกรดจะสูงและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าแบคทีเรียสร้างมีเทน เนื่องจากกระบวนการสร้างมีเทนส่วนใหญ่ต้องการใช้กรดอะซิติกเป็นสารตั้งต้น แต่กรดไขมันระเหยง่ายที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์มีหลายชนิด ซึ่งบางชนิดแบคทีเรียสร้างมีเทนไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการสร้างมีเทนได้ โดยเป็นกรดไขมันระเหยง่ายขนาดใหญ่ เช่น กรดโพรไพโอนิก กรดบิวทิริก เป็นต้น ทำให้เกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ประเภทนี้ในระบบ ธรรมชาติจึงได้สร้างกระบวนการในการเปลี่ยนกรดไขมันระเหยง่ายที่มีขนาดใหญ่ให้กลายเป็นกรดอะซิติก (Acetogenesis) ซึ่งช่วยทำให้ไม่เกิดการสะสมของกรดอินทรีย์ในระบบ

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างมีเทน (Methanogenesis)

ก๊าซมีเทนจะสร้างจาก กรดอะซิติก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซไฮโดรเจน (H_2)

ที่ได้จากกระบวนการสร้างกรด โดยแบคทีเรียสร้างมีเทน (Methane Former Bacteria) การสร้างก๊าซมีเทน มี 2 แบบ แบบแรกเกิดจากการเปลี่ยนกรดอะซิติกเป็นก๊าซมีเทน คิดเป็น 70% ของก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นได้ในระบบ อีกแบบหนึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน

แบคทีเรียที่เป็นตัวสร้างมีเทนเจริญเติบโตได้ช้าและสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโตค่อนข้างมาก ช่วงค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการทำงานของแบคทีเรียแคบ โดยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงพีเอชประมาณ 6.8 - 7.2 (Yadvika *et al.*, 2004) นอกจากนี้อุณหภูมิก็มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตเช่นกัน อีกทั้งแบคทีเรียในกลุ่มนี้ต้องการสารอาหารที่โครงสร้างไม่ซับซ้อนในการดำรงชีพ ดังนั้นการเติบโตของแบคทีเรียที่เป็นตัวสร้างมีเทนจึงขึ้นอยู่กับการทำงานของแบคทีเรียในขั้นตอนไฮโดรไลซีสและการสร้างกรด โดยแบคทีเรียทุกกลุ่มต้องทำงานอย่างสัมพันธ์กัน

3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ ได้แก่ มูลสุกร ใบยางพารา และทางปาล์ม

3.2 อุปกรณ์

- ถังหมัก

(1) ถังพลาสติกขนาดบรรจุ 150 ลิตร 1 ใบ พร้อมฝาปิด

(2) ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว

- ใช้ทำท่อเติมมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม
- ใช้ทำตัวประคองท่อในถังหมักก๊าซ

(3) ท่อน้ำประปาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ทำเป็นท่อส่งก๊าซ

(4) วาล์วปิด - เปิด 1 ตัว

(5) เกลียวต่อสายยางนำก๊าซออกจากถังหมักก๊าซ ไปยังถังรับก๊าซ 1 ตัว

(6) กาว , ซิลิโคน และอุปกรณ์ต่าง ๆ

- ถัง

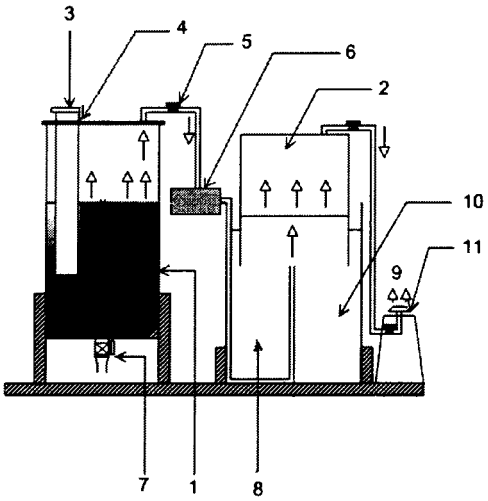
(1) ถังพลาสติกขนาดบรรจุ 200 ลิตร 2 ใบ เป็นตัวเปลือก

(2) ถังพลาสติกขนาดบรรจุ 60 ลิตร 2 ใบ เป็นถังรับก๊าซ

(3) เกลียวต่อสายยาง 2 ตัว

- ตัวที่ 1 ต่อสายยางจากถังหมักก๊าซ
- ตัวที่ 2 ต่อจากถังรับก๊าซไปยังเตาหุงต้ม

ดังรูปที่ 2



1.	ถังหมักก๊าซ	7.	ท่อปล่อยสิ่งปฏิกูล
2.	ถังเก็บก๊าซ	8.	ถังเปลือก
3.	ท่อเติมวัสดุหมัก	9.	ก๊าซ
4.	นิปเปิลพีอี 2 นิ้ว	10.	น้ำ
5.	ท่อนำก๊าซ	11.	เตาก๊าซ
6.	Gas counter		

รูปที่ 2 ชุดโมเดลถังหมักก๊าซชีวภาพ

3.3 วิธีการทดลอง

วิธีการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ชุด

1) การหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา

ใช้หมักมูลสุกร ใบยางพาราและน้ำในอัตราส่วน 5 : 1 :10 กิโลกรัม น้ำประปาที่ใช้ต้องรองทิ้งไว้เกิน 8 ชั่วโมง เพื่อให้กลิ่นและฤทธิ์คลอรีนลดลง หรือน้ำที่ไม่มีคลอรีน นำมูลสุกรมาคลุกเคล้ากับน้ำให้ได้ความเข้มข้นเต็มที่ไม่เหลว หรือหนืด

จนเกินไป เทใส่ถังหมัก ต่อจากนั้นใส่ใบยางพาราซึ่งแช่น้ำไว้นาน 1 วัน ใส่ลงไปผสมให้เข้ากัน ดังรูปที่ 3 – 4

รูปที่ 3 มูลสุกร **รูปที่ 4 ใบยางพารา**

2) การหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม

ใช้หมักมูลสุกร ทางปาล์มและน้ำในอัตราส่วน 5 : 1 :10 กิโลกรัม น้ำประปาที่ใช้ต้องรองทิ้งไว้เกิน 8 ชั่วโมง เพื่อให้กลิ่นและฤทธิ์คลอรีนลดลง หรือน้ำที่ไม่มีคลอรีน นำมูลสุกรมาคลุกเคล้ากับน้ำให้ได้ความเข้มข้นเต็มที่ไม่เหลว หรือหนืดจนเกินไป เทใส่ถังหมัก ต่อจากนั้นใส่ทางปาล์มซึ่งแช่น้ำไว้นาน 1 วัน ใส่ลงไปผสมให้เข้ากัน ดังรูปที่ 5 - 6

รูปที่ 5 มูลสุกร **รูปที่ 6 ทางปาล์ม**

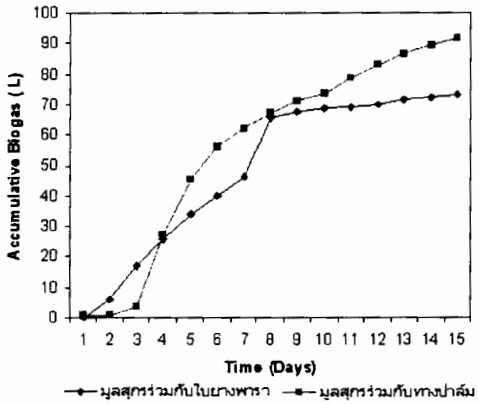
หมักทิ้งไว้ 3 วัน จากนั้นเติมมูลสุกร และน้ำในอัตราส่วน 10:10 กิโลกรัม ทั้ง 2 ชุดและวัดค่า pH โดยควบคุมให้ค่าอยู่ในช่วง 6.8 – 7.2 โดยการเติมน้ำ ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 ชุดถังหมักก๊าซชีวภาพ

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม พบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา และมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม เท่ากับ 73.12 L และ 91.68 L ตามลำดับ จะเห็นว่า ก๊าซชีวภาพสะสมจากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม มากกว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมในแต่ละวันเป็นเวลา 15 วัน

4.2 ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ด้วยวิธีการต้มน้ำ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการต้มน้ำ (kcal)

มูลสุกรร่วมกับใบยางพารา		มูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม	
ครั้งที่	Q(kcal)	ครั้งที่	Q(kcal)
1	17.4	1	69.8
-	-	2	59.8
รวม	**17.4**	**รวม**	**129.6**

ผลการศึกษาปริมาณความร้อนที่ได้จากการต้มน้ำ ระหว่างก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม พบว่าปริมาณความร้อนที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์มมากกว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา

จากผลการวิจัย ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม มีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณความร้อนที่ได้แตกต่างกัน เนื่องมาจากถังเก็บก๊าซจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา เกิดรอยรั่วบริเวณบอลวาล์วด้านบน ทำให้ปริมาณความร้อนที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อน

5. สรุป

การศึกษาปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม พบว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์มเกิดก๊าซชีวภาพมากกว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา และ ปริมาณความร้อนที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ด้วยวิธีการต้มน้ำปรากฏผลปริมาณความร้อนที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ให้พลังงานความร้อนมากกว่า และจากผลการตรวจสอบก๊าซที่ได้พบว่ามีก๊าซมีเทนสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของก๊าซมาตรฐาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รองศาสตราจารย์กำพล ประทีปชัยกูร พี่เลี้ยงและนายฉลาด ยืนยาว ผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ก๊าซชีวภาพ : จากปัญหาสิ่งแวดล้อมสู่ประโยชน์ทางด้านพลังงาน [ระบบออนไลน์].http://www.tj.co.th /optnews/modules/ articles/article.php?id=234 (วันที่ 18 เม.ย. 2553)

[2] สมฤดี ฤทธิ์ยากุล. 2552. ประสิทธิภาพของการผลิตก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับสาหร่ายหนามจากทะเลสาบสงขลา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

[3]Yadvika,Santosh,Sreekrishnan,T.R.,Kohli,S.andRana,V. 2004. Enhancement of biogas production from solid substrates using different techniques – a review.Bioresource Technology. vol 95 page 1-10.

การศึกษาเตาแก๊สชีวมวลสำหรับการเรียนการสอน

Study of Biomass Gas Stove for Instruction

รุ่งกราญ วิริยัง*,ไสว ทองอินทร์, รณภบ สำเภาทองและพาณิภัค พุทธละแสง

*E-mail : rungkran22@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษา หลักการทำงาน ประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวล 2. เพื่อออกแบบและสร้างเตาแก๊สชีวมวลจำลองสำหรับเป็นสื่อการจัดการเรียนการสอน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ คือ เตาชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น เตาถ่านธรรมดา ไม้ฟืน ยางพารา ถ่านไม้ยางพารา และเครื่องมือวัด การทดสอบ ใช้เตาชีวมวล ที่ Reactor เป็นแบบทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร และสูง 45 เซนติเมตร ต้มน้ำในการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตความร้อน โดยใช้ถ่านไม้และไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง การสร้างแบบจำลองเตาแก๊สชีวมวลอย่างง่าย และจัดทำเอกสารประกอบการสอนชุดทดลองเตาชีวมวล แล้วทดสอบการใช้สื่อกับครูประเมินผลสื่อการสอนโดยเพื่อนครูที่เป็นกลุ่มทดลอง ผลการศึกษาพบว่า เตาแก๊สชีวมวลมีประสิทธิภาพร้อยละ 10.00 ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ด้วยเตาถ่านธรรมดาที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 7.11 เตาแก๊สชีวมวลจำลอง สามารถใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหมือนกับเตาแก๊สชีวมวลจริง ต้มน้ำ 50 กรัมให้เดือดได้ มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนร้อยละ 6.12 ผลการประเมินสื่อ การสอนนี้มีผลการประเมินความพึงพอใจในระดับ มาก

1. บทนำ

เชื้อเพลิงชีวมวล เป็นเชื้อเพลิงที่มาจากพืช เช่น ไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย ขี้เลื่อย ชานอ้อย กากมะพร้าว ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก และเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญ

เตาแก๊สชีวมวล ใช้สำหรับการหุงต้มในครัวเรือน มีหลักการทำงาน คือ ผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากชีวมวล โดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงในที่ที่จำกัดปริมาณอากาศ ให้เกิดความร้อนบางส่วนไปเร่งปฏิกิริยาต่อเนื่องอื่น ๆ เพื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งเป็นแก๊สเชื้อเพลิง ดังที่กล่าวในการศึกษา Wood Gasified Stove (สัญญา หลุมทอง และอำพล ซุ่นห้อง 2552 : บทคัดย่อ) พบว่า ช่วงเวลาที่แก๊สเริ่มออกมาจากหัวเตาประมาณ 4-6 นาที และช่วงเวลา ที่เปลวไฟติดบนหัวเผาประมาณ 20-25 นาที จากเชื้อเพลิง 2 กิโลกรัม อุณหภูมิที่เปลวไฟสามารถวัดได้ 800 – 900 องศาเซลเซียส และค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเฉลี่ย 450 กิโลแคลอรี/กก.และ จากผลการสร้างเตาแก๊สปิกนิกพลังงานชีวมวล (ปิยวรรณ วิไล ประสงค์ 2551 : บทคัดย่อ) กล่าวว่า เตาผลิตแก๊สที่สร้างขึ้นนั้น จากการนำไปใช้ โดยมีไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิงทำให้การเผาไหม้สะอาดขึ้น ลดเขม่าและควันที่ทำให้เกิดความสกปรก

หลักการและคุณสมบัติของเตาชีวมวลที่ทำให้เกิดกระบวนการ Gasification เป็นกระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลซึ่งเป็นเชื้อเพลิงแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงแก๊สโดยการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์หรือในสภาวะที่มีอากาศจำกัด ซึ่งเชื้อเพลิงชีวมวลประกอบด้วยธาตุต่างๆ คือ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O_2) ไฮโดรเจน (H_2) และธาตุอื่นๆ ที่สำคัญ ดังนั้นกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งในที่ที่มีอากาศจำกัด ความร้อนที่เกิดขึ้นจะเร่งปฏิกิริยาแบบต่อเนื่องกลายเป็นแก๊สชีวมวล แก๊สชีวมวลนี้มีองค์ประกอบหลักคือ แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แก๊สมีเทน (CH_4) และแก๊สไฮโดรเจน (H_2) เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพแก๊สจึงขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุที่มีอยู่ในชีวมวลที่เป็นเชื้อเพลิง และเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อการเรียนจะต้องสร้างเป็นสื่อการเรียนรู้อธิบายการเกิดกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ กระบวนการ Gasification ร่วมกับการเรียนรู้จากตำราเรียนของนักเรียนให้เกิดความเข้าใจในทฤษฎีและมีทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โดยการสร้างชุดจำลองที่ผู้สร้างจะนำไปใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีการทดลองใช้กับครูผู้สอนที่สอนในระดับชั้นต่าง ๆ เพื่อประเมินผลการสร้างสื่อชุดการสอนนี้สำหรับเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ศึกษารูปแบบ หลักการทำงาน หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้อธิบาย และทดสอบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวล โดยใช้ชีวมวล คือ ถ่านไม้ และไม้ฟืน และสร้างแบบจำลองเตาแก๊สชีวมวล เพื่อนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนการสอนต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวล

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย เตาชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น เตาถ่านธรรมดา ถ่านไม้ยางพารา ไม้ฟืนยางพารา เทอร์โมมิเตอร์ นาฬิกาจับเวลา เครื่องวัดความเร็วลม

การทดลองหาประสิทธิภาพของเตาชีวมวล

1. หาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ 2 ชนิด ได้แก่ ถ่านไม้ยางพารา และไม้ฟืนยางพาราจากการเผาไหม้ด้วย
เตาแก๊สชีวมวลและเตาถ่านธรรมดา โดยการต้มน้ำ 2 กิโลกรัม ใช้เชื้อเพลิงครั้งละ 3 กิโลกรัมสำหรับเตาชีวมวล และ 1 กิโลกรัม สำหรับเตาถ่าน จนน้ำเดือด อุณหภูมิเริ่มลด ชั่งน้ำหนักเพื่อหามวลน้ำที่หายไป และมวลเชื้อเพลิงที่ใช้มาคำนวณค่าความร้อนประเมินประสิทธิภาพ

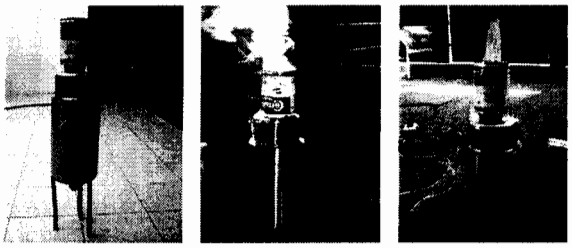
2. การประเมินประสิทธิภาพค่าความร้อนการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเตาทั้ง 2 ชนิด แล้วเปรียบเทียบประสิทธิภาพความร้อนของเชื้อเพลิงแข็งจากเตาชีวมวล และเตาถ่านธรรมดา

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาการสร้างสื่อการสอนเตาแก๊สชีวมวลอย่างง่าย

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองกิจกรรมนี้ ประกอบด้วย เครื่องใช้สเตนเลส/โลหะที่มีรูปร่างทรงกระบอก สำหรับทำตัว และหัวเตา ตัวควบคุมการไหลของอากาศภายในเตา และเครื่องมือวัดเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพในการเผาไหม้เชื้อเพลิง

ขั้นตอนการสร้างเตาชีวมวลจำลอง

ออกแบบเตาชีวมวลขนาดเล็กที่ตรงกับแนวคิดที่ตั้งไว้ จากนั้นเตรียมวัสดุ อุปกรณ์การสร้างเตา เมื่อพร้อมแล้วเริ่มสร้างเตาชีวมวลตามแบบที่ออกแบบไว้ นำไปทดสอบการใช้งาน ถ้าเกิดแก๊สจุดไฟติดได้ จึงทำการทดสอบประสิทธิภาพเตาชีวมวลจำลองนี้ พร้อมจัดทำเอกสารประกอบการสอนชุดทดลองเตาชีวมวล และประเมินผลการสร้างสื่อการสอนโดยเพื่อนครูที่เป็นกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ในด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรม
ด้านการประเมินผล และด้านการใช้ภาษา



รูปที่ 1 การทดลองหาประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลจำลอง

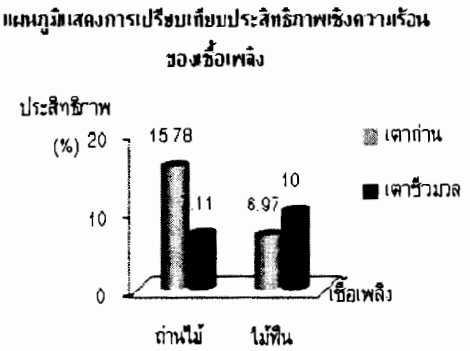
3. ผลการทดลอง

3.1 ประสิทธิภาพของเตาชีวมวลต้นแบบ

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนในการเผาไหม้เชื้อเพลิง 2 ชนิด ของเตาชีวมวล คือประสิทธิภาพการเผาไหม้ถ่านไม้คิดเป็นร้อยละ 7.11 อุณหภูมิเปลวไฟขณะน้ำเดือด เฉลี่ย 660 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพการเผาไหม้ไม้ฟืนยางพารา คิดเป็นร้อยละ 10.00 อุณหภูมิเปลวไฟขณะน้ำเดือด 750 องศา ซึ่งจะเห็นว่าการเผาไหม้ไม้ฟืนมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าถ่านไม้ ถ้าพิจารณาเวลาที่ทำให้น้ำเดือดไม้ฟืนจะใช้เวลาน้อยกว่าถ่านไม้เนื่องจาก ความเร็วของปฏิกิริยาที่จะเข้าสู่สมดุลทางเคมี สูงกว่า เมื่อเกิดการเผาไหม้ถ้า Reaction Response สูง เชื้อเพลิงจะเข้าสู่สภาวะสมดุลในเวลาอันสั้น ดังนั้นไม้ฟืนมีคุณสมบัติที่ดีเหมาะจะใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเตาชีวมวลมากกว่า เพราะจะทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ถูก รีดิวซ์ เป็น

คาร์บอนมอนอกไซด์ได้มาก (ทำให้ค่าความร้อนของก๊าซที่ได้สูงขึ้น) ภายใต้การทำงานของกระแสลมที่เท่ากัน โดยหน้าที่ของกระแสลมในระบบการเผาไหม้ คือ การทำให้แก๊สระบายสู่บรรยากาศภายนอก ในที่นี้ใช้กระแสลมเชิงกล คือ พัดลมที่ติดตั้งอยู่กับตัวเตา การทำงานจะเป่าอากาศให้เข้าไปในเตาและดึงแก๊สเข้าไปในปล่องไฟ ซึ่งจะทำให้เกิดกระแสลมขึ้นเพื่อจำกัดแก๊สให้ออกไปจากหม้อน้ำ

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนในการเผาไหม้เชื้อเพลิง 2 ชนิด ของเตาถ่านธรรมดา คือ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ถ่านไม้คิดเป็นร้อยละ 15.78 อุณหภูมิเปลวไฟขณะน้ำเดือด เฉลี่ย 562 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพการเผาไหม้ไม้ฟืนยางพารา คิดเป็นร้อยละ 6.97 อุณหภูมิเปลวไฟขณะน้ำเดือด 547 องศา ซึ่งจะเห็นว่าการเผาไหม้ถ่านไม้มีประสิทธิภาพสูงกว่าไม้ฟืน เนื่องจากเตาถ่านไม่ได้ควบคุมปริมาณอากาศขณะที่เกิดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง และลักษณะการไหลของเชื้อเพลิงจากการเผาไม้ฟืนจะแรงและเร็วกว่า ความร้อนจึงถูกถ่ายเทอย่างรวดเร็วแล้วหมดไปเร็ว เพราะต้องสูญเสียพลังงานความร้อนให้อากาศมาก เนื่องจากในอากาศมีก๊าซไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบอยู่กว่าร้อยละ 70 ทำให้แก๊สชีวมวลที่ผลิตโดยใช้อากาศมีไนโตรเจนผสมอยู่ถึงร้อยละ 42 มีผลทำให้ก๊าซชีวมวลมีค่าความร้อนลดลง ในขณะที่การเผาไหม้ถ่านไม้เกิดขึ้นช้า ๆ ความร้อนที่เกิดขึ้นสูญเสียสู่อากาศน้อย ทำให้หม้อต้มน้ำได้รับความร้อนเต็มที่มากกว่าประมาณร้อยละ 10 การรู้คุณสมบัติของเชื้อเพลิงจะช่วยให้สามารถเลือกเชื้อเพลิงได้ถูกวัตถุประสงค์ มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการนำไปใช้กับเครื่องมือ อุปกรณ์



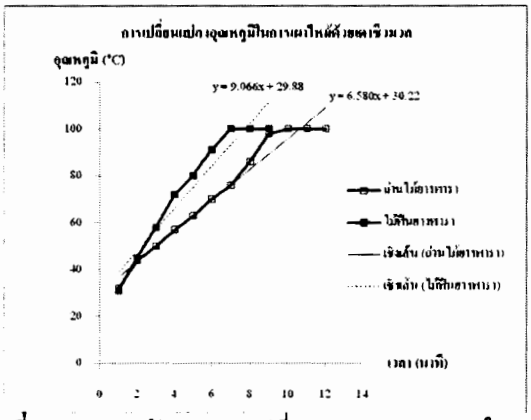
รูปที่ 2 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

ดังนั้นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้กับเตาชีวมวลควรจะเป็นชีวมวลที่ยังไม่เคยผ่านการสลายธาตุที่เป็นต้นกำเนิดแก๊สติดไฟ (ไม่ถูกเผาไหม้) เป็นแนวทางในการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับหลักการทำงานของเตาชีวมวล เพื่อให้เกิดการเลือกใช้ทรัพยากรอย่างเห็นคุณค่า และใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

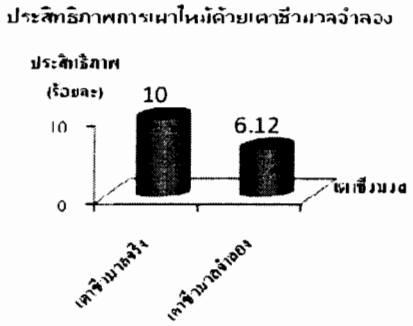
อุณหภูมิของน้ำต้มจากการเผาไหม้ของไม้ฟืนเป็น 9.066 องศาเซลเซียสต่อนาที ซึ่งสูงกว่าถ่านไม้ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำเป็น 6.58 องศาเซลเซียสต่อนาที แสดงให้เห็นว่าความร้อนจากเชื้อเพลิงไม้ฟืนเกิดการถ่ายโอนไปยังหม้อต้มน้ำได้ดีกว่าเชื้อเพลิงถ่านไม้ ทำให้ระบบการทำงานของเตาชีวมวลสามารถนำความร้อนจากไม้ฟืนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเตาถ่าน

3.2 ผลการสร้างสื่อการสอนชุดทดลองเตาแก๊สชีวมวล

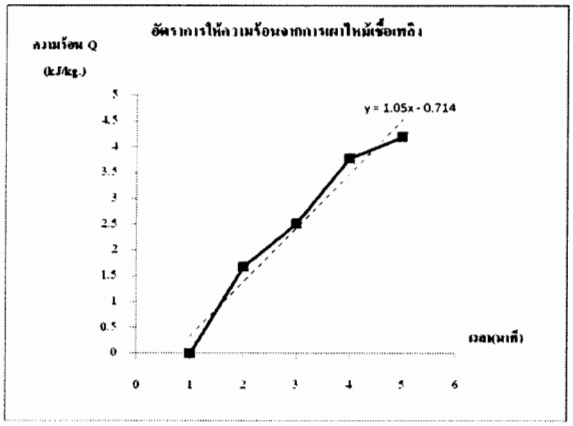
จากการทดลองหาประสิทธิภาพเตาชีวมวลจำลองพบว่า ช่วงเวลาที่แก๊สเริ่มติดไฟ ประมาณ 5-6 นาทีหลังจากนั้นน้ำเดือดทำให้น้ำเดือดระหว่าง 5-6 นาที ผลการประเมินประสิทธิภาพจากการเผาไหม้ด้วยเตาชีวมวลจำลอง พบว่าเตาจำลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 6.12 และจากการสังเกตการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้พบว่าเตาเล็กนี้สามารถอธิบายหลักการทำงานของเตาแก๊ส
ชีวมวล การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงได้เช่นเดียวกับของจริง ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาได้ผลดังแสดงในกราฟแท่งนี้



รูปที่ 3 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการเผาไหม้เชื้อเพลิงด้วยเตาแก๊สชีวมวล



รูปที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวลต้นแบบกับเตาแก๊สชีวมวลจำลอง



รูปที่ 5 แสดงอัตราการให้ความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงด้วยเตาแก๊สชีวมวลจำลอง

จากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ไม้ฟืน โดยการวัดค่าอุณหภูมิน้ำที่ต้มในทุก ๆ นาทีจนถึงเวลาน้ำเดือด แล้วนำอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปมาคำนวณค่าความร้อน พบว่าความร้อนเพิ่มขึ้นนาทีละ 1.05 kJ/kg. ซึ่งแสดงว่าการเผาไหม้เชื้อเพลิงให้ความร้อนเพิ่มขึ้นในอัตรา 1.05 kJ/kg.

เมื่อออกแบบ สร้าง พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพเตา
แก๊สชีวมวลจำลองที่สามารถจุดติดไฟที่เกิดจากแก๊สที่หัวเตาได้

ผลการสอบถามความพึงพอใจ

ด้านเนื้อหา ผลการประเมินที่ได้ อยู่ในระดับ พึงพอใจมาก

ด้านกิจกรรม ผลการประเมินอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก

ด้านการประเมินผล ผลการประเมินอยู่ในระดับ พึงพอใจปานกลาง

ด้านการใช้ภาษา ผลการประเมินอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก

สรุปผลการประเมินความพึงพอใจทุกด้านอยู่ในระดับมาก

โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คือ

- ควรมีกิจกรรมออกแบบ เตาชีวมวลเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
- ควรระบุระดับผู้เรียน

4. สรุป และอภิปราย

สรุปผลการทดลอง

1.การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สชีวมวล

1.1 การหาค่าความร้อนจากการเผาไหม้ด้วยเตาแก๊สชีวมวล พบว่า การเผาไหม้ถ่านไม้ ด้วยมวลเริ่มต้น 3 กิโลกรัม ต้มน้ำ 3 กิโลกรัม ใช้เวลา 9-10 นาที ในการทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ค่าความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เป็น 5,357.97 kJ/kg-K ประเมินประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดขึ้นเทียบกับค่าความร้อนที่ถ่านไม้ที่ถูกเผาไหม้ไปให้ (มวลถ่านไม้ที่เผาไหม้ x ค่าความร้อนของถ่าน)

มีประสิทธิภาพร้อยละ 7.11 อุณหภูมิเปลวไฟขณะอุณหภูมิน้ำเดือดคงที่เป็น 663 องศาเซลเซียส

และการเผาไหม้ไม้ฟืนยางพารา มวลเริ่มต้น 3 กิโลกรัม ต้มน้ำ 2 กิโลกรัม ใช้เวลา 6-7 นาที ในการทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ค่าความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เป็น 3,396.80 kJ/kg-K ประเมินประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดขึ้นเทียบกับค่าความร้อนที่ถ่านไม้ที่ถูกเผาไหม้ไปให้ มีประสิทธิภาพร้อยละ 10.00 อุณหภูมิเปลวไฟขณะอุณหภูมิน้ำเดือดคงที่เป็น 750 องศาเซลเซียส

1.2 การหาค่าความร้อนจากการเผาไหม้ด้วยเตาถ่านธรรมดา พบว่า การเผาไหม้ถ่านไม้ ด้วยมวลเริ่มต้น 1 กิโลกรัม ต้มน้ำ 3 กิโลกรัม ใช้เวลา 11-12 นาที ในการทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศา

เซลเซียส ค่าความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เป็น 4,090.40 kJ/kg-K ประเมินประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดขึ้นเทียบกับค่าความร้อนที่ถ่านไม้ที่ถูกเผาไหม้ไปมีประสิทธิภาพร้อยละ 15.78 อุณหภูมิเปลวไฟขณะอุณหภูมิน้ำเดือดคงที่เป็น 562 องศาเซลเซียส

การเผาไหม้ไม้ฟืนยางพารา มวลเริ่มต้น 1 กิโลกรัม ต้มน้ำ 2 กิโลกรัม ใช้เวลา 6-8 นาที ในการทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ค่าความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เป็น 1,068.40 kJ/kg-K ประเมินประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่เกิดขึ้นเทียบกับค่าความร้อนที่ถ่านไม้ที่ถูกเผาไหม้ไปให้ มีประสิทธิภาพร้อยละ 6.97 อุณหภูมิเปลวไฟขณะอุณหภูมิน้ำเดือดคงที่เป็น 547 องศาเซลเซียส

พิจารณาในด้านของอุณหภูมิ การเผาไหม้โดยเตาชีวมวล การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำต้มจากการเผาไหม้ของไม้ฟืนเป็น 9.066 องศาเซลเซียสต่อนาที ซึ่งสูงกว่าถ่านไม้ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำเป็น 6.58 องศาเซลเซียสต่อนาที แสดงให้เห็นว่าความร้อนจากเชื้อเพลิงไม้ฟืนเกิดการถ่ายโอนไปยังหม้อต้มน้ำได้ดีกว่าเชื้อเพลิงถ่านไม้ ทำให้ระบบการทำงานของเตาชีวมวลสามารถนำความร้อนจากไม้ฟืนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเตาถ่าน

การเผาไหม้เชื้อเพลิงด้วยเตาถ่าน เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำต้มจากการเผาไหม้ของไม้ฟืนเป็น 5.066 องศาเซลเซียสต่อนาที ซึ่งต่ำกว่าถ่านไม้ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำเป็น 9.2 องศาเซลเซียสต่อนาที

2. การสร้างสื่อการสอนชุดทดลองเตาแก๊สชีวมวล

2.1 การออกแบบและสร้างเตาแก๊สชีวมวลจำลองจากการสร้างเตาชีวมวลจำลองขึ้นมาจากวัสดุอุปกรณ์หลายชนิด จนได้เตาขนาดเล็กที่มีการทำงานในการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหมือนกับเตาจริงทุกประการ แต่มีความสามารถในการให้ความร้อนที่นำไปใช้หุงต้มไม่เพียงพอ แต่สามารถนำไปใช้ทดลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในการจัดการเรียนการสอนได้ จากการหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน พบว่าเตาที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพเฉลี่ย ร้อยละ 6.12 และการเผาไหม้เชื้อเพลิงให้ความร้อนเพิ่มขึ้นในอัตรา 1.05 kJ/kg.

2.2 ผลการประเมินการสร้างสื่อ จากการนำไปทดสอบสอนกับครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่าง ๆ แล้วประเมินความพึงพอใจในชุดจำลองที่มีเอกสารประกอบการสอน สื่อการสอนนี้มีผลการประเมินความพึงพอใจในระดับ มาก

อภิปรายผล

การประเมินประสิทธิภาพของเตาชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้นสำหรับเชื้อเพลิงที่เป็นไม้ฟืนที่ยังไม่ผ่านการสลายธาตุมาก่อนมีประสิทธิภาพสูงกว่าถ่านไม้ที่ถูกเผาไหม้มาก่อนเนื่องมาจากกระบวนการผลิตแก๊สชีวมวลเป็นการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงแก๊สซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งในที่ที่มีอากาศจำกัด โดยความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะเร่งปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่องกลายเป็นชีวมวล ซึ่งแก๊สที่เกิดขึ้นจะมีมากหรือน้อยนั้นก็ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุต้นกำเนิดแก๊สที่สะสมอยู่ในมวลนั้น ๆ ด้วย นอกจากนี้แล้วในการใช้เตาชีวมวลเพื่อรักษาพลังงานความร้อนให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าต้องควบคุมระบบการเผาไหม้ ไม่ให้ความร้อนสูญเสียไปกับอากาศ ประสิทธิภาพการให้ความร้อนจะสูง

ดังในการทดสอบหาค่าความร้อนการเผาไหม้ไม้ฟืนยางพาราที่ใช้ช่วงเวลาที่แก๊สเริ่มออกมาที่หัวเตา 4-5 นาที แล้วมีช่วงเวลาในการติดไฟบนหัวเตา 24-30 นาที จากเชื้อเพลิง 3 กิโลกรัม อุณหภูมิเปลวไฟ 800 องศาเซลเซียส

จากการประเมินผลการสร้างสื่อ เอกสารประกอบชุดทดลองเตาชีวมวล โดยครูผู้สอนพบว่าส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในสื่อการจัดการเรียนการสอนนี้อยู่ในระดับ ดี จะเห็นว่า การพัฒนาสื่อ และรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยยึดหลักการเรียนรู้จากสิ่งที่อยู่รอบตัวจะทำให้สื่อการเรียนรู้นั้นมีความน่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจและเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้น ดังเช่นการเรียนเรื่องความร้อน ของไหล ซึ่งมีหลักการอธิบายเอาไว้พร้อมกับ

สมการที่ซับซ้อน ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย แต่ถ้าครูสามารถเชื่อมโยงเรื่องราวไปสู่ชีวิตประจำวันของเด็ก เช่น การก่อไฟในเตา การใช้เตาแก๊ส เริ่มจากให้รู้จักการสังเกตปรากฏการณ์ แล้วออกแบบจำลองการเกิดปรากฏการณ์นั้นจริงแต่มีขนาดเล็กลง

ข้อเสนอแนะ

1. การสร้างแบบจำลองเตาแก๊สชีวมวล นอกจากนำไปใช้อธิบายการเผาไหม้ การเกิด Gasification แล้วครูสามารถนำไปต่อเติมเป็นชุดทดลองการหาค่าอื่น ๆ ได้อีก เช่น การศึกษาอัตราการไหลของอากาศที่มีผลต่อการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง

2. การทำวิจัยครั้งต่อไปอาจจะศึกษาผลของขนาดและรูปร่างของเชื้อเพลิงที่มีผลต่อค่าความร้อนที่ให้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบเชื้อเพลิงชีวมวลให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือ การศึกษาการออกแบบและสร้างหัวเตาให้สามารถติดแก๊สได้ดี มีความสะดวกต่อการใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากโครงการ
ครุวิจัย ประจำปี 2553 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่ จากสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ขอขอบคุณอาจารย์ไพโรจน์ คีรีรัตน์ และ อาจารย์กำพล ประทีปชัยกูร ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะตลอดระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณสมาชิกผู้ร่วมโครงการครุวิจัยทุกคนที่เป็นกำลังใจที่ดี

เอกสารอ้างอิง

ปิยวรรณ วิไลประสงค์ (2551). **เตาแก๊สปิกนิกพลังงานชีวมวล**. โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล,ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิชาญ มานะบรรยง (2547). **การศึกษาเตาผลิตก๊าซแบบไหลลงและต่อเนื่องโดยใช้เศษถ่านเป็นเชื้อเพลิง**, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จักรพันธ์ ชนะ และ เจษฎา ฉายเสนา " Biomass As Fuel for Industry " (โครงงานเลขที่ 29/2543), ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

พิบูลย์ แซ่จัง และ เสรี แซ่แด่น **"Development of small down draught gasifier"**, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รุจ แซ่ลิ้ม และ เริงชัย ศุภกาญจน์เดชากุล " **Up-draught Gasifier for Direct Heat Application"** (โครงงานที่ 17/2529) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิฑูรย์ อบรม, 2549. **การวัดปริมาณแก๊สชีวมวลในระบบแก๊สซิไฟเออร์**, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพมหานคร.

สัญญา หลุมทอง และ อำพล ซุ่นห้อง (2552). **Wood gasified stove** . โครงงาน , ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อนิรุตต์ มัทธุจักร,กษมา เจนวิจิตรสกุล และกุลเชษฐ์ เพียรทอง(2546). **การศึกษาการผลิตก๊าซชีวมวลจากฟางข้างโดยใช้เตาผลิตก๊าซชนิดไหลลง**, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

_____"**เตาชีวมวล**". [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.di02.net/energy/doc2/detail/G03.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 3 เมษายน 2553).

บ้านเกษตร.คอม . "**เตาแก๊สชีวมวล เพื่อชีวิตพอเพียง**" [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.bankaset.com/2009/ (วันที่ค้นข้อมูล : 3 เมษายน 2553).

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. "**ระบบแก๊สซิฟิเคชั่น**"[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.efe.or.th/home.php?ds=preview&back=content&mid=hGtTu8zx7jWvD4by&doc=fcbXRmCQgAStZy65 (วันที่ค้นข้อมูล : 4 เมษายน 2553).

Alexis T.Belonio, **Rice husk gas stove handbook, Appropriate technology center**, Department of Agricultural Engineering and Environmental Management College of Agriculture, Central Philippine University, Iloilo City, Philippines, 2005.

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

Food and Agriculture Organization of The United Nation,1996. Wood Gas as Engine Fuel [ออนไลน์]. เข้าถึงได้ http://www.fao.org/DOCREP/T0512e0b.htm . (วันที่ค้นข้อมูล : 3 เมษายน 2553)

การขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็งจากผงถ่านที่ได้จากเศษวัสดุทางการเกษตร

Forming of Solid Fuel form Agricultural Residue

รณภพ สำเภาทอง* ไสว ทองอินทร์* รุ่งศรัญญู วิริยัง และพาณิภัค พุทธละแสง

*E-mail : krujom_psu@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการ เกษตรมาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็ง โดยใช้แป้งเปียก (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง:น้ำ 1:10) เป็นตัวประสาน และเพื่อออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านจำลองสำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอน วัสดุที่นำมาใช้ คือ ผงถ่านจากไม้ยางพารา จากลูกตาลโตนด โดยใช้แป้งเปียก (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : น้ำ 1:10) เป็นตัวประสาน ในการทดลองนี้ได้จัดชุดการทดลองประกอบด้วยอัตราส่วนผสมระหว่างผงถ่านกับแป้งเปียกด้วย อัตราส่วน 1.25 : 1, 1.5 : 1, 2 : 1, 3 : 1 และ 4 : 1 นำผงถ่านผสมจำนวน 60 กรัม อัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิกด้วยแรงดัน10 ตัน อัดราส่วนละ 4 ก้อน นำก้อนถ่านที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก วัดความสูง และอบแห้งที่ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำก้อนถ่านมาหาค่าความคงทนต่อแรงกดกระทบ ได้ก้อนถ่านที่หาค่าความคงทนต่อแรงกดกระทบแล้วใช้อัตราส่วนที่ได้ไปขึ้นรูปและหาประสิทธิภาพและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งต่อไป ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูป ผงถ่าน : แป้งเปียก เท่ากับ 1.5 : 1 ซึ่งทนต่อแรงดกกระทบได้ 100 % มีค่าความหนาแน่นมีค่าเฉลี่ย 0.72 g/cm^3 (717 g/cm^3) มีค่า bulk density ได้ 500 kg/m^{3}มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ย 660 Cal/g อแรงกดได้สูงสุด 450 kg (4500 N)

ค่า bulk density ได้ 500 kg/m^3 และมีได้ค่าพลังงานความร้อนที่ใช้ต้มน้ำเฉลี่ย 660 Cal/g ซึ่งไม่แตกต่างจากถ่านไม้และถ่านอัดแท่งที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป

1. บทนำ

ถ่านนับเป็นพลังงานที่ให้ความร้อนอันเป็นภูมิปัญญาที่สืบเนื่องมาจากบรรพบุรุษของเราแต่โบราณ ซึ่งแต่ก่อนนั้นคนโบราณใช้ถ่านและไม้ฟืนในการประกอบอาหาร และถ่านที่นำมาใช้นั้นสามารถเผาได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสูง ทั้งนี้การใช้ถ่านจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรยังช่วยลดการตัดไม้เพื่อผลิตถ่าน ถ่านอัดแท่งจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนถ่านจากป่าธรรมชาติที่กำลังจะหมดไปได้อย่างสมบูรณ์ ถ่านยังเป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่มีราคาถูก หาได้ง่าย คุ้มค่าการลงทุนกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ประกอบกับชุมชนที่โรงเรียนตั้งอยู่มีอาชีพเกษตรกรรม ทำให้มีเศษจากผลผลิตทางการเกษตรเหลือทิ้งมากมาย อาทิเช่น แกลบ ซังข้าวโพด ปีกไม้ยางพารา และเศษกิ่งไม้ที่เหลือจากการตัด เหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของพลังงานทดแทนฟืนและถ่านได้ การนำเอาเศษวัสดุทางการเกษตรเศษถ่านและผงถ่านที่ไม่ได้ขนาด มาแปรสภาพโดยผ่านกระบวนการอัดแท่ง ซึ่งเป็นการนำเอาเชื้อเพลิงกลับมาใช้ใหม่ และเป็นการเพิ่มคุณค่าอีกทางหนึ่งและเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยรักษาและอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาติที่เหลือน้อยลงทุกวัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปถ่านอัดแท่ง วัสดุที่นำมาใช้คือ ผงถ่านไม้ยางพารา ผงถ่านจากลูกตาลโตนด ผงถ่านจากต้นข้าวโพด โดยใช้แป้งเปียก (อัตราส่วน แป้งมันสำปะหลัง : น้ำ 1 : 10) เป็นตัวประสาน และสร้างแบบจำลองเตาเผาถ่านเพื่อนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนการสอนต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

กิจกรรมที่ 1 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูป และหาค่าความคงทนต่อแรงตกกระทบของถ่านอัดแท่ง

วัสดุที่นำมาใช้คือ ผงถ่านจากไม้ยางพารา ผงถ่านจากลูกดาลโดนด โดยใช้แป้งเปียก (อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลัง : น้ำ 1:10) เป็นตัวประสาน ตาชั่ง นาฬิกาจับเวลา เวอร์เนีย เครื่องอัดไฮโดรลิก

วิธีการทดลอง

1. ในการทดลองนี้ได้จัดชุดการทดลองประกอบด้วยอัตราส่วน ผสมระหว่างผงถ่านกับแป้งเปียกด้วย อัตราส่วน 1.25 : 1, 1.5 : 1, 2 : 1, 3 : 1 และ 4 : 1 นำผงถ่านผสมจำนวน 60 กรัม อัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิกด้วยแรงดัน 10 ตัน อัตราส่วนละ 4 ก้อน นำก้อนถ่านที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก วัดความสูง และอบแห้งที่ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำก้อนถ่านมาหาค่าความคงทนต่อแรงกดกระทบ โดยนำก้อนถ่านอัดแท่งตัวอย่างปล่อยให้ตกลงมาจากที่สูง 2 เมตร ดูว่าแตกหรือไม่ นำมวลส่วนเหลือจากการแตกเป็นผงมาชั่งน้ำหนัก แล้วหาค่าเปอร์เซ็นต์การแตกหักจากสูตร % การแตกหัก = $\frac{\text{มวลที่เหลือจากการตกแตก}}{\text{มวลเดิม}}$

2. นำอัตราส่วนของถ่านที่ผ่านการหาค่าความคงทนต่อแรงกดกระทบใช้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปและหาประสิทธิภาพและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งต่อไป

3. ขึ้นรูปถ่านเพื่อใช้เป็นถ่านตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

4. หาความหนาแน่นและปริมาณความชื้น ของผงถ่าน จากไม้ยางพาราและลูกดาลโดนด โดยใช้บิกเกอร์ที่ทราบปริมาตร ตวงผงถ่านและชั่งน้ำหนัก (5 ครั้ง) นำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นคำนวณหาความหนาแน่นของผงถ่านไม้ยางพาราและลูกดาลโดนด

5.หาความหนาแน่นและปริมาณความชื้น ของถ่านอัดแท่งโดย ใช้สูตร

ความหนาแน่น = $\frac{\text{มวลของผงถ่าน (g)}}{\text{ปริมาตร}(cm^3)}$

สูตรเปอร์เซ็นต์ความชื้นในชีวมวล (Mc_t)

$$= \frac{m_{H20} \times 100}{m_{total}}$$

2. นำอัตราส่วนของถ่านที่ผ่านการหาค่าความคงทนต่อแรงกดกระทบใช้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปและหาประสิทธิภาพและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งต่อไป

3. ขึ้นรูปถ่านเพื่อใช้เป็นถ่านตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง

4. หาความหนาแน่นและปริมาณความชื้น ของผงถ่าน จากไม้ยางพาราและลูกดาลโดนด โดยใช้บิกเกอร์ที่ทราบปริมาตร ตวงผงถ่านและชั่งน้ำหนัก (5 ครั้ง) นำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นคำนวณหาความหนาแน่นของผงถ่านไม้ยางพาราและลูกดาลโดนด

5. หาความหนาแน่นและปริมาณความชื้น ของถ่านอัดแท่งโดย

ใช้สูตรความหนาแน่น = $\frac{\text{มวลของผงถ่าน (g)}}{\text{ปริมาตร}(cm^3)}$

สูตรเปอร์เซ็นต์ความชื้นในชีวมวล (Mc_t)

$$= \frac{m_{H20} \times 100}{m_{total}}$$

6. หาค่าความสามารถในการต้านทานต่อแรงกด โดยนำก้อนถ่านอัดแท่งมาทดสอบหาค่าความสามารถในการต้านทานต่อแรงกด ซึ่งได้ทดลองหา 2 วิธีคือ

6.1 ใช้วัตถุซึ่งมีน้ำหนัก 100 kg ตามที่กำหนดมากดทับก้อนถ่าน ดูว่าแตกหรือไม่

6.2 ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกดดินแบบ Unconfined Compression ทำการทดสอบก้อนถ่านตัวอย่าง โดยเอาก้อนถ่านวางบนถาดแล้วหมุนให้ถาดด้านบนกดลงบนชิ้นงาน จนชิ้นงานแตกเป็นผง ทำการอ่านค่าแรงที่กด

7. หาค่า bulk density โดยนำก้อนถ่านอัดแท่งมาวางซ้อนทับ ในภาชนะที่เตรียมไว้ขนาด กว้าง 10 cm ยาว 10 cm สูง 10 cm ชั่งน้ำหนักก้อนวัสดุที่ใส่ลงไปในภาชนะ แล้วคำนวณหาค่า bulk density ได้จากสูตร

$$\text{bulk density} = \frac{\text{มวลก้อนวัสดุที่บรรจุ}}{\text{ปริมาตรที่บรรจุ}}$$

8. หาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง โดยนำก้อนถ่านเชื้อเพลิงแข็งมาเผาให้ร้อนแดงแล้วนำไปต้มน้ำปริมาตร 300 cm^3 วัดอุณหภูมิของน้ำก่อนต้มหลังต้มทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 20 นาที เปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น และคำนวณหาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง

กิจกรรมที่ 2 ออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านจำลองสำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอน

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองกิจกรรมนี้ ประกอบด้วย กระป๋องสีขนาดปริมาตร 2,000 cm^3 เป็นเตาเผา ข้องอสเตนเลสขนาด 1 นิ้วเป็นข้องอและท่อเหล็ก 1 นิ้ว ยาว 18 cm เป็นปล่องควัน เศษไม้ ตาชั่ง 2 กิโลกรัม ปูนทนไฟ ไม้กระดานอัดหนา 8 มิลลิเมตร

ขั้นตอนการสร้างเตาเผาถ่านจำลอง

ออกแบบเตาเผาถ่านจำลองตรงกับแนวคิดที่ตั้งไว้ โดยการย่อ ส่วนจากเตาเผาถ่านขนาด 200 ลิตร ลงมา 100 ส่วน จากนั้นเตรียมวัสดุอุปกรณ์การสร้างเตา เมื่อพร้อมแล้วเริ่มสร้างเตาเผาถ่านจำลองตามแบบที่สร้างไว้ นำไปทดสอบการใช้งาน หากเผาเกิดถ่านได้จริงตามทฤษฎี จึงจะทำการสรุป และอธิบายผล พร้อมจัดทำคู่มือการใช้เตาเผาถ่านจำลองเพื่อใช้เป็นสื่อชุดการสอนร่วมกับเตาชีวมวลต่อไป

3. ผลการทดลอง และอภิปรายผล

จากกิจกรรมที่ 1 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูป พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมคือ อัตราส่วนผงถ่านกับแป้งเปียก 1.5 : 1 และสามารถหาค่าความคงทนต่อแรงดกกระทบ ได้ 100 %

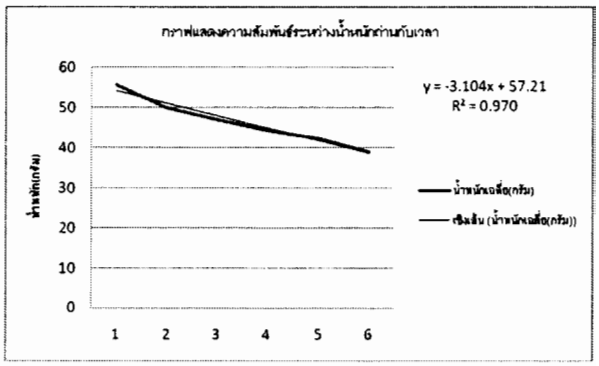
หลังจากนั้นได้ทำการขึ้นรูปตัวอย่างถ่านอัดแท่ง เพื่อนำไปใช้ศึกษาทดสอบหาประสิทธิภาพและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง ดังนี้

- หาค่าความหนาแน่นและปริมาณความชื้นของผงถ่านและ

ถ่านอัดแท่ง จากไม้ยางพาราและตาลโตนด พบว่าค่าความหนาแน่นของผงถ่านและถ่านอัดแท่งไม่ได้แตกต่างกัน โดยค่าความหนาแน่นมีค่าเฉลี่ย 0.72 g/cm^3 (717 kg/m^3) ทั้งนี้เนื่องจากอนุภาคของผงถ่านมีขนาดเล็กมากอยู่แล้ว เมื่อนำไปอัดจึงไม่มีผลต่อค่าของความหนาแน่น ซึ่งต่างจากการที่เราอัดเศษวัสดุทางการเกษตรชนิดอื่น เช่น ทลายปาล์ม ซึ่งมีขนาด ช่องว่าง ก่อนและหลังอัดต่างกันมาก

- น้ำหนักของถ่านอัดแท่งเมื่ออบแห้งแล้ว ปริมาณความชื้น

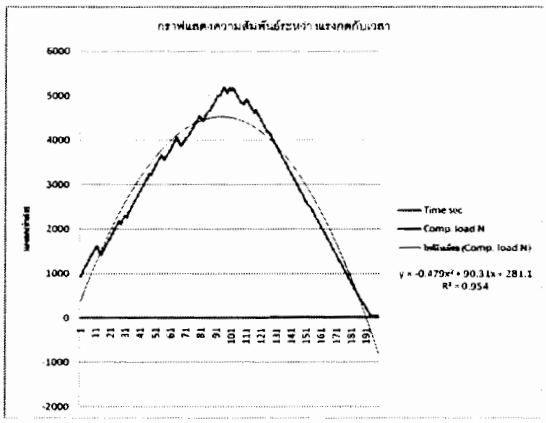
หรือน้ำหนักหายไปเฉลี่ย 24 % โดยมีการบันทึกน้ำหนักถ่านก่อนอบ และหลังอบทุกๆ 3 ชั่วโมง พบว่าน้ำหนักของถ่านลดลงเรื่อยๆจนเกือบคงที่ เมื่อเวลา ผ่านไป 24 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 1 หากปล่อยทิ้งไว้ จนครบ 48 ชั่วโมง พบว่าก้อนถ่านจะแห้งและแข็งมาก มีรอยแตกร้าว และยากต่อการจุดติดไฟ ซึ่งสอดคล้องกับค่าจุดอิ่มตัวเส้นใยอันเป็นจุดบ่งบอกถึงการหดตัวหรือการบวมตัวของเนื้อไม้หากมีการดึงน้ำออกหรือเติมน้ำเข้าไปในเนื้อไม้ โดยทั่วไปจุดอิ่มตัวเส้นใยของไม้จะอยู่ที่ประมาณ 23-27% ของมวลรวมทั้งหมด



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักถ่านที่ลดลง (กรัม) กับเวลาในการอบแห้ง (ชั่วโมง)

- การหาค่าความสามารถในการต้านทานต่อแรงกด โดย

นำก้อนถ่านอัดแท่งมาทดสอบหาค่าความสามารถในการต้านทานต่อแรงกดดังนี้ คือ ใช้วัตถุซึ่งมีน้ำหนักตามที่กำหนดมากดทับ พบว่าก้อนถ่านอัดแท่งสามารถต้านทานแรงกดได้สูงสุด 100 kg ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และได้ทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงกดดินแบบ Unconfined Compression เพื่อหาค่าความสามารถในการต้านทานต่อแรงกดสูงสุด พบว่าถ่านอัดแท่งสามารถทนต่อแรงกดได้สูงสุด 450 kg (4500 N) ดังแสดงในรูปที่ 2



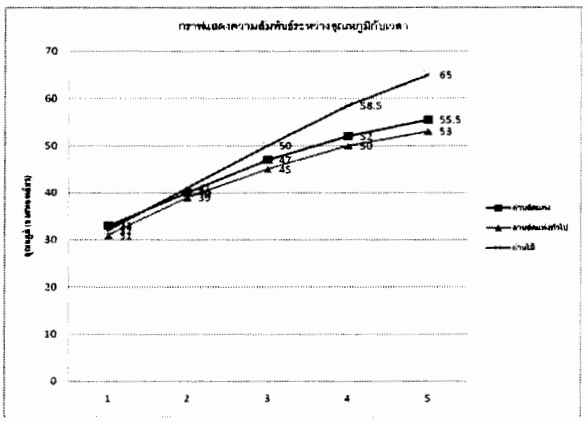
รูปที่ 2 แรงกด (นิวตัน) กับเวลา (วินาที) ที่ใช้ในการทดสอบ

- การหาค่า bulk density โดยนำก้อนถ่านอัดแท่งมา

วางซ้อนทับในภาชนะที่เตรียมไว้ขนาด กว้าง 10 cm ยาว 10 cm สูง 10 cm ชั่งน้ำหนักก้อนวัสดุที่ใส่ลงไปในภาชนะได้ 0.5 kg แล้วคำนวณหาค่า bulk density ได้ 500 kg/m^3 ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าค่าของความหนาแน่นของผงถ่านก่อนอัดแท่งมีค่า 717 kg/m^3 หลังจากอัดแท่งแล้ว คำนวณหาค่า bulk density ได้ 500 kg/m^3 อธิบายได้ว่าช่องว่างระหว่างมวลลดลงจากตอนที่ยังเป็นวัตถุดิบ 200 kg/m^3 ซึ่งพบว่าลดลงไม่มาก เนื่องจากขนาดอนุภาคดังที่กล่าวมาแล้วในเรื่องความหนาแน่น แต่เป็นแนวทางในการอธิบายได้ว่าการอัดแท่งเป็นการแก้ปัญหาการลดพื้นที่ในการขนย้ายวัตถุดิบทางการเกษตรได้โดยการอัดขึ้นรูป เช่น ฟางอัดแท่ง

- การหาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง พบว่าค่า

พลังงานความร้อนของถ่านอัดแท่งที่ขึ้นรูปได้มีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ย 660 Cal/g ซึ่งไม่แตกต่างจากถ่านไม้และถ่านอัดแท่งที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป ซึ่งอธิบายได้จากการสังเกตการเผาไหม้พบว่าถ่านไม้ช่วงเวลาที่ลุกไหม้หมดทั้งก้อนจะ ลุกไหม้ติดไฟได้เร็วให้พลังงานความร้อนออกมากกว่า แต่หากเราปล่อยทิ้งไว้ต่อไปอุณหภูมิจะค่อยๆลดลง เพราะถ่านจะมอดและไม่ติดไฟ ซึ่งต่างจากถ่านอัดแท่งซึ่งจะติดไฟทั้งก้อนเป็นเวลานานกว่า



รูปที่ 3 อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) กับเวลาที่ใช้ในการต้มน้ำ (นาที)

จากกิจกรรมที่ 2 ออกแบบและสร้างเตาเผาถ่านจำลองสำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอน

เตาเผาถ่านจำลองตามแบบที่สร้างไว้นำไปทดสอบการใช้งาน เผาเกิดถ่านได้จริงแต่ปริมาณถ่านที่เกิด เวลาในการเผา และปิดเตา ต้องมีการทดลองซ้ำๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนในการเกิดเวลาที่พอเหมาะ เทียบกับเตาเผาถ่าน 200 ลิตรต่อไป จึงจะทำการสรุป และอธิบายผล พร้อมจัดทำคู่มือการใช้เตาเผาถ่านจำลอง เพื่อใช้เป็นสื่อชุดการสอนร่วมกับเตาชีวมวลต่อไปได้

4. สรุปผล

อัตราส่วนในการขึ้นรูปถ่านอัดแท่งโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน พบว่าอัตราส่วนที่ดีในการขึ้นรูปใช้ผงถ่านต่อแป้งเปียกในอัตราส่วน 1.5 : 10 อัดด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิกแรงดัน 10 ตัน ทำให้ได้

ก้อนถ่านอัดแท่งที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพใกล้เคียงกับถ่านอัดแท่งที่มีขายตามท้องตลาด และดีกว่าถ่านไม้ ต้นทุนการผลิตต่ำเราจึงสามารถนำเอาเศษวัสดุทางการเกษตร เศษถ่านและผงถ่านที่ไม่ได้ขนาด มาแปรสภาพโดยผ่านกระบวนการอัดแท่ง ซึ่งเป็นการนำเอาเชื้อเพลิงกลับมาใช้ใหม่ และเป็นการเพิ่มคุณค่าอีกทางหนึ่ง อีกทั้งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยรักษาและอนุรักษ์ ทรัพยากรป่าไม้ของชาติที่เหลือน้อยลงทุกวัน

5. ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองสร้างเตาจำลองขนาดเล็กหรือสื่อจำลองใดๆ เพื่อนำไปใช้งานได้จริง ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน และให้ผลการทดลองคงที่น่าจะมีการคำนวณมาตราส่วนที่แน่นอน และผลิตออกมาเป็นสื่อต้นแบบที่มีการจดสิทธิบัตรได้ในอนาคต

2. การทำวิจัยครั้งต่อไปอาจจะศึกษา รูปทรงและขนาดของรูของถ่านอัดแท่ง ว่ามีผลต่อประสิทธิภาพและสมบัติของถ่านอย่างไร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัย จากโครงการครุวิจัย ประจำปี 2553 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)ได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่จากสถานวิจัยทดโนโลยี พลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ขอขอบคุณ รศ.ไพโรจน์ คีรีรัตน์ และ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร อาจารย์ที่ปรึกษาตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะตลอดระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณสมาชิกผู้ร่วมโครงการครุวิจัยทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจที่ดี

เอกสารอ้างอิง

การใช้ประโยชน์จากถ่านไม้. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://charcoal.snmcenter.com /charcoalthai/charcoal_fun2.php. สืบค้นวันที่ 25 ธันวาคม 2552

"โครงการศึกษาทดสอบการผลิตและการใช้ประโยชน์น้ำส้มควันไม้ ปี 2547" ปรีชา เกียรติกระจาย. 2529 จากวารสารเกษตรกรธรรมชาติฉบับที่ 6/2548

ไม้,กรุงเทพฯ ออปเซ็ท ครีเอชั่น จำกัด, 2550

ชินภัทร์ ดวงงามยิ่ง และยอดณรงค์ ไชยทวีวงศ์. 2548. เครื่องอัดถ่านแท่ง. โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ถ่านกัมมันต์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.ginkosea.com/Articles/9.html. สืบค้นวันที่ 21 ธันวาคม 2552

นคร ทิพยาวงศ์ เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล . กรุงเทพฯ:สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ,2552 การส่งเสริมการใช้พลังงานชีวมวลของประเทศไทย, วารสารนโยบายพลังงาน,ฉบับที่ 55 ม.ค. – มี.ค. 2545

ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ ฐานิตย์ เมธิยานนท์ และสมชาย โสภณรณฤทธิ์ การออกแบบสกรูอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชัน ว. สงขลานครินทร์ วทท.2549 28/2

ผลิตถ่านซังข้าวโพด ลดการตัดไม้ทำลายป่า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก library.dip.go.th/multim/edoc/09990.doc. สืบค้นวันที่ 21 ธันวาคม 2552

สุพจน์ เดชผล.2546. การศึกษาศักยภาพและประสิทธิภาพของเชื่อเพลิงแท่งจากกากตะกอนน้ำเสียโรงงานน้ำตาลผสมกับชานอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ส่งเสริมการใช้พลังงานจากชีวมวลของประเทศไทย. เข้าถึงได้จาก http://charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/chevamul.php. สืบค้นวันที่ 25 ธันวาคม 2552

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ถ่าน:การผลิตที่ถูกวิธีและประโยชน์.กรุงเทพฯ
2544

การเปรียบเทียบสีกระเบื้องหลังคาบ้านที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในบ้าน

Comparison of colors of a roof that affect the temperature inside the house

กลยุทธ ทะกอง*, ไฟซอล ยีโกบ และ สุภาภรณ์ เสาร์สิงห์
*E-mail: Fussion_L @gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสีของกระเบื้องหลังคาที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน เปรียบเทียบความแตกต่างการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องแต่ละสี และศึกษาความพึงพอใจในการเลือกใช้กระเบื้องมุงหลังคาของผู้สร้างบ้านในปัจจุบัน จากผลการวิจัย พบว่า คนในชุมชนและร้านจำหน่ายวัสดุก่อสร้าง นิยมเลือกกระเบื้องหลังคา สีน้ำเงิน สีเขียว สีน้ำตาล สีแดง และสีเทา เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องแต่ละสี พบว่า กระเบื้องที่มีสีเข้ม (น้ำตาล) จะมีการถ่ายเทความร้อนที่สูง ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกระเบื้องที่มีสีอ่อนกว่า (สีเทา) และเมื่อพิจารณาการถ่ายเทความร้อนระหว่างบ้านจำลองทึบ กับบ้านจำลองช่องเปิด 10 % ของพื้นที่ผนังแต่ละด้าน จะพบว่า บ้านจำลองช่องเปิด 10 % จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ส่วนความพึงพอใจในการเลือกใช้กระเบื้องมุงหลังคาของผู้สร้างบ้านในปัจจุบัน พบว่าความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.39$)โดยผู้สร้างบ้านส่วนใหญ่เลือกสีกระเบื้องมุงหลังคาตามความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.30$)ในขณะที่ผู้สร้างบ้านมีความรู้เกี่ยวกับสีของหลังคาบ้านที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนในบ้านในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 2.96$) และผู้สร้างบ้านส่วนใหญ่ยังนิยมเลือกใช้กระเบื้องที่มีสีเข้ม

คำสำคัญ: สีกระเบื้องหลังคา; อุณหภูมิภายในบ้าน

1. บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนทางซีกโลกเหนือ (North Tropical Zone) ซึ่งอยู่ระหว่างเส้นศูนย์สูตร (Equator) และเส้นทรอปิก ออฟ แคนเซอร์ (Tropic of cancer) ด้วยเหตุนี้ทำให้ประเทศไทยมีโอกาสได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์เต็มที่เกือบทั้งปี จากข้อมูลที่กรมอุตุนิยมวิทยาบันทึกมากว่า 50 ปีพบว่า อุณหภูมิของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย(Mean temperature) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย(Mean maximum temperature) และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย(Mean minimum temperature) ล้วนมีค่าสูงกว่าค่าปกติทั้งสิ้น (กรมอุตุนิยมวิทยา,2553) จากข้อมูลนี้จึงสอดคล้องกับ การสร้างบ้านเพื่ออยู่อาศัยของคนไทยซึ่งจำเป็นต้องใช้วัสดุ

อุปกรณ์ ที่ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านต่ำเย็นสบาย หลังคา นับได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของบ้าน ที่มีส่วนทำหน้าที่ในการป้องกันแสงและความร้อนที่จะถ่ายเทเข้ามาในบ้าน ซึ่งทำให้บ้านมีอุณหภูมิสูงขึ้น สีของหลังคาบ้านมีส่วนในการดูดกลืนและถ่ายเทความร้อน เข้ามาในตัวบ้าน ปัจจุบันพบว่า หลังคาบ้านมีสีสันแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งตามหลักการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะพบว่า สีแต่ละสีมีคุณสมบัติการดูดกลืนแสง และถ่ายเทความร้อนได้แตกต่างกัน ทางกลุ่มวิจัย จึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบชนิดของสีกระเบื้องหลังคาบ้านที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน เพราะ หากอุณหภูมิภายในบ้านเย็นสบาย การใช้พลังงานต่าง ๆก็อาจจะลดลง เช่น การใช้เครื่องปรับอากาศ การใช้พัดลม ซึ่งจากผลการสำรวจการใช้พลังงานในอาคารบ้านเรือน ส่วนใหญ่ จะสิ้นเปลืองพลังงานไปกับระบบปรับอากาศ ร้อยละ 50-60 อุปกรณ์สำนักงาน ร้อยละ 15-20 และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ร้อยละ 10-15 ถ้าหากมีการเลือกใช้สีกระเบื้องหลังคาที่ถูกต้อง อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการประหยัด

พลังงานได้ โดยไม่ต้องอาศัยกระบวนการอื่นที่ซับซ้อน สอดคล้องกับนโยบายการประหยัดพลังงานของประเทศที่ได้กำหนดไว้

2. วิธีการวิจัย

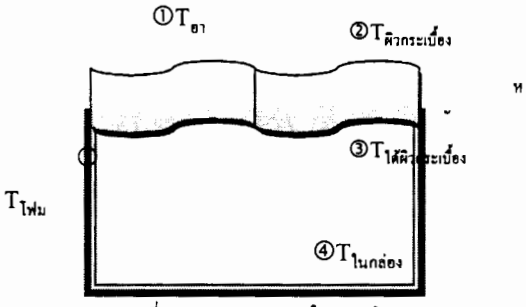
2.1 การศึกษาสีของกระเบื้องหลังคาที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน

ศึกษาการถ่ายเทความร้อน ของสีต่างๆ ตามทฤษฎี และสำรวจความนิยมในการเลือกใช้สีกระเบื้องหลังคา จากร้านจำหน่ายวัสดุก่อสร้าง พบว่า ผู้สร้างบ้านนิยมเลือก สีน้ำเงิน สีเขียว สีน้ำตาล และสีเทา

2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องแต่ละสี

กระเบื้องหลังคา ที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีทั้งหมด 5 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน สีน้ำตาล และสีเทา สร้างแบบ จำลองบ้านโดยใช้กล่องโฟม สถานที่ ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ บริเวณดาดฟ้า ตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลา-นครินทร์ วัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่องมือดิจิตอลเทอโมมิเตอร์(ภาพที่ 1) ตามตำแหน่งต่างๆ 5 ตำแหน่ง (ภาพที่ 2) ทำการวัดอุณหภูมิทั้งหมด 3 วันวันละ 5 ช่วงเวลา (9:00,11:00,13:00,15:00,17:00 น.)

ภาพที่ 1 แสดงสถานที่ทดลอง และ การวัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่องมือดิจิตอลเทอ-โมมิเตอร์



ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิ

2.3 ศึกษาความพึงพอใจในการเลือกใช้กระเบื้องมุงหลังคาของผู้สร้างบ้านในปัจจุบัน

นำแบบสอบถามความพึงพอใจในการเลือกใช้กระเบื้องมุงหลังคาของผู้สร้างบ้านในปัจจุบันไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน

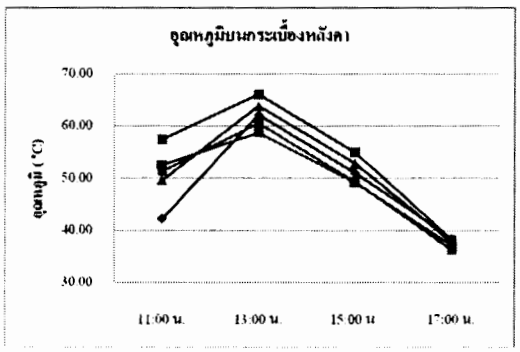
3. ผลการทดลอง

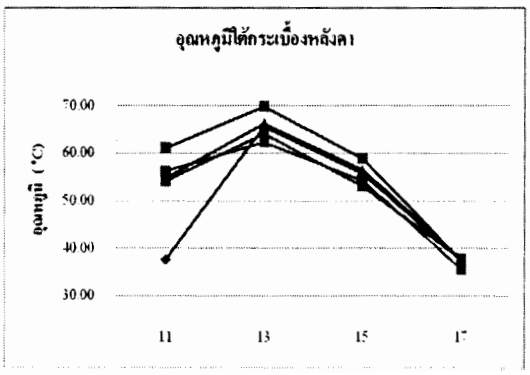
จากการคำนวณ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (RTTV) ตาม พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม ได้ค่า การถ่ายเทความร้อนรวม ของแต่ละสีมีค่าเท่ากัน (143.33 W/m^2) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องหลังคาที่มีสีแตกต่างกัน ดังนี้

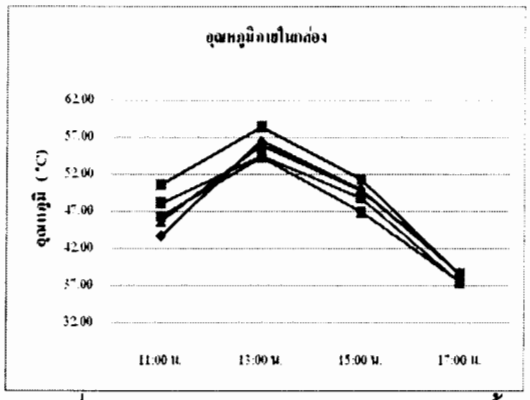
3.1เปรียบเทียบความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้อง

3.1.1เปรียบเทียบความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องทุกสี กรณี กล่องทึบ

จากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิบริเวณบนกระเบื้องหลังคา,ใต้กระเบื้องหลังคา และอุณหภูมิภายในกล่อง สีน้ำตาลมีค่าอุณหภูมิที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันทุกช่วงเวลาที่ทำการทดลอง(ภาพที่ 3 A-C) ในขณะที่สีเทาและสีเขียวอ่อน มีอุณหภูมิทั้ง 3 จุดต่ำสุดหลังเวลา 13:00 น.



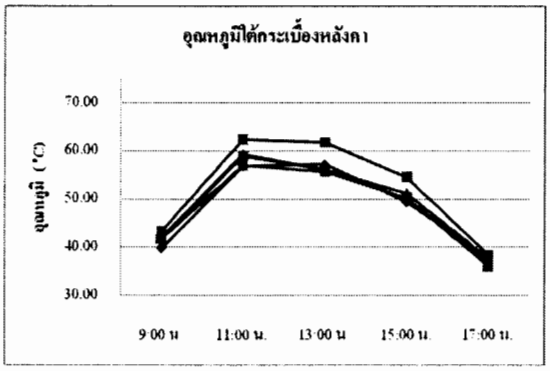


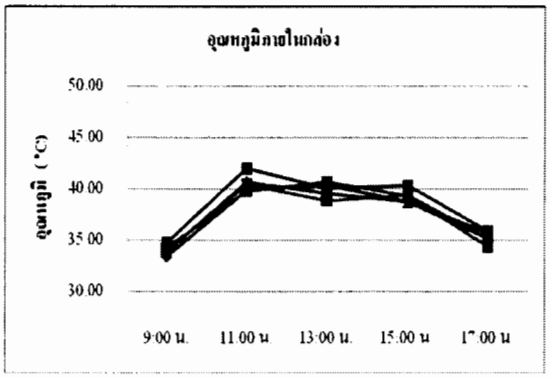


ภาพที่ 3 A-C กราฟแสดงอุณหภูมิของกระเบื้องทกสีกรณี กล่องทึบ

3.1.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องทุกสี กรณี กล่องที่มีช่องเปิด 10% ของพื้นที่ผิวแต่ละด้าน

จากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิบริเวณบนกระเบื้องหลังคา,ใต้กระเบื้องหลังคา และอุณหภูมิภายในกล่อง สีน้ำตาลมีค่าอุณหภูมิที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันทุกช่วงเวลาที่ทำการทดลอง(ภาพที่ 4 A-C) เช่นเดียวกับกรณีกล่องทึบ ในขณะที่อีก 4 สีที่เหลือจะมีค่าอุณหภูมิในระดับเดียวกัน และหากพิจารณา อุณหภูมิภายในกล่องโฟม กรณี กล่องมีช่องเปิด 10 % ค่าไม่ได้มีความแตกต่างกันมากจนชัดเจนสำหรับกระเบื้องแต่ละสี



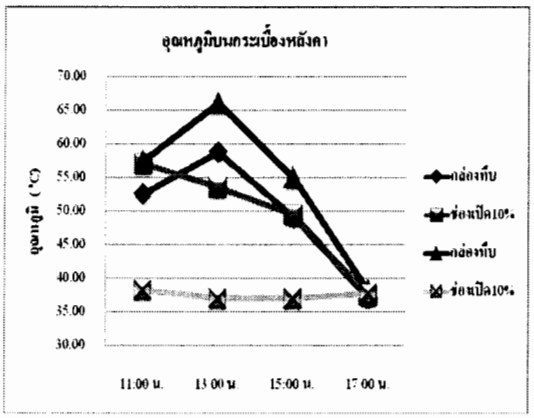


ภาพที่ 4 A-C กราฟแสดงอุณหภูมิของกระเบื้องทุกสี กรณี กล่องที่มีช่องเปิด 10% ของพื้นที่ผิวแต่ละด้าน

3.1.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องแต่ละสี กรณี กล่องทึบ และ กล่องที่มีช่องเปิด 10% ของพื้นที่ผิวแต่ละด้าน

3.1.3.1 อุณหภูมิบนกระเบื้องหลังคา

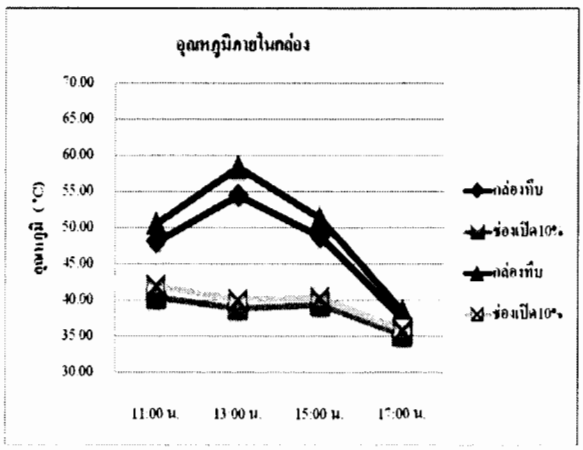
จากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิบนกระเบื้องหลังคา สีเทา กล่องทึบ จะต่ำกว่า อุณหภูมิสีน้ำตาลในทุกช่วงเวลาที่อุณหภูมิและเมื่อกล่องมีช่องเปิด 10% สีน้ำตาลจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าสีเทา(ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิบนกระเบื้องหลังคาของกระเบื้องแต่ละสี

3.1.3.2 อุณหภูมิภายในกล่องโฟม

จากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิภายในกล่องโฟม ในทุกช่วงเวลา สีเทา จะมีอุณหภูมิที่ ต่ำกว่า สีน้ำตาล ทั้งสองกรณี คือกล่องทึบ และกล่องที่มีช่องเปิด 10% (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในกล่อง

3.2 การศึกษาความพึงพอใจในการเลือกใช้กระเบื้องมุงหลังคาของผู้สร้างบ้านในปัจจุบัน

จากการแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่าง คณะผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูล ตามตาราง1 ดังนี้

ตาราง1 การประเมินความพึงพอใจของในการเลือกใช้

กระเบื้องมุงหลังคาของผู้สร้างบ้านปัจจุบัน (n = 50)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		แปรผล*
		S.D.	
ข้อที่ 1 ปัจจุบัน ท่านมีความต้องการใช้กระเบื้องในการมุงหลังคา อยู่ในระดับใด	.36	0.22	ปานกลาง
ข้อที่ 2 การเลือกสีกระเบื้องมุงหลังคาในการสร้างบ้าน ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้สร้าง	.30	1.09	มาก
ข้อที่ 3 ท่านใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการเลือกใช้สีกระเบื้องมุงหลังคาบ้าน	.00	0.59	ปานกลาง
ข้อที่ 4 การเลือกสีกระเบื้องมุงหลังคาในการสร้างบ้าน ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของท่านมากกว่า คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม	.50	0.23	ปานกลาง
ตาราง1 (ต่อ) **รายการประเมิน**	**ระดับความพึงพอใจ**		**แปรผล***
		S.D.	
ข้อที่ 5 ท่านมีความรู้เกี่ยวกับสีของหลังคาบ้านที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนในบ้านในระดับใด	.96	0.59	ปานกลาง
ข้อที่ 6 สีของหลังคาบ้าน ควรจะเลือกใช้สีเข้ม	.20	0.60	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม	**.39**	**0.55**	ปานกลาง

ที่มา: ยุทธ ไกยวรรณ์ สถิติวิจัยทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2548 หน้า 81

จากตาราง 1 พบว่า ความคิดเห็นของผู้สร้างบ้านในปัจจุบันในการเลือกใช้กระเบื้องมุงหลังคา ความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง $(\bar{x} = 3.39)$ เมื่อพิจารณาในแต่ละข้อ จากมากไปหาน้อย ได้แก่ การเลือกสีกระเบื้องมุงหลังคาในการสร้างบ้าน ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจ ของผู้สร้างอยู่ในระดับมาก $(\bar{x} = 4.30)$ ลำดับที่ 2 ได้แก่ การเลือกสีกระเบื้องมุงหลังคาในการสร้างบ้าน ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้สร้างบ้านมากกว่า คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับปานกลาง $(\bar{x} = 3.50)$ และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ผู้สร้างบ้านมีความรู้เกี่ยวกับสีของหลังคาบ้านที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนในบ้านในระดับปานกลาง $(\bar{x} = 2.96)$นอกจากนั้น จากกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ยังพบว่า ความนิยมในการเลือกใช้สีของหลังคาบ้าน เป็นลำดับ ดังนี้ สีน้ำตาล (20%) ,สีน้ำเงิน (16%) ,สีเขียว (14%) ,สีขาว (12%),สีแดง (10%),สีดำ (8%),สีฟ้า (8%)

4. สรุปและอภิปรายผล

จากผลการทดลอง พบว่า กระเบื้องที่มีสีเข้ม (น้ำตาล)มีการถ่ายเทความร้อนสูง ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกระเบื้องที่มีสีอ่อนกว่า (สีเทา) ทั้งนี้สอดคล้องกับการถ่ายเทความร้อนที่สีเข้ม จะมีการถ่ายเทความร้อนมากกว่าสีอ่อนทำให้อุณหภูมิสูง และเมื่อพิจารณาการถ่ายเทความร้อนระหว่างกล่องทึบ กับกล่องที่มีช่องเปิด 10 % ของพื้นที่ผิวข้างแต่ละด้าน จะพบว่า กล่องที่มีช่องเปิด 10 % จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า จึงเป็นเหตุผลในการสร้างบ้านเรือนต้องมีหน้าต่าง เพื่อช่วยระบายความร้อนในบ้าน และจากการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ทราบว่า คนส่วนใหญ่จะเลือกกระเบื้องมุงหลังคาโดยไม่ได้ใช้หลักการวิทยาศาสตร์ด้านการถ่ายเทความร้อนของสีมาพิจารณาเพื่อตัดสินใจ จึงมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอุณหภูมิ นอกจากนั้นยังพบว่า คนส่วนใหญ่เลือกกระเบื้องหลังคาสีน้ำตาล ซึ่งเป็นสีที่ทำให้อุณหภูมิสูงที่สุด ถ่ายเทความร้อนได้สูงที่สุด แทนที่จะเลือกใช้กระเบื้องสีอ่อน (สีเทา) ซึ่งเป็นสีที่ถ่ายเทความร้อนได้น้อยที่สุด หากผู้สร้างบ้านคำนึงถึงหลักการการถ่ายเทความร้อน

อุณหภูมิภายในบ้านเย็นสบาย การใช้พลังงานต่างๆก็จะลดลง มีส่วนช่วยในการอนุรักษ์พลังงานที่ยั่งยืนได้

5. ข้อเสนอแนะ

5.1ควรมีการทดลองในช่วงเวลากลางคืนเพื่อเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนของกระเบื้องหลังคาสีต่างๆ

5.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบกระเบื้องจากบริษัทต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัย จากโครงการครุวิจัย สกว. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.นันทพันธ์ นภัทรานันทน์ ที่คอยให้คำปรึกษาชี้แนะงานวิจัยดังกล่าวสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมวิจัย ศูนย์พลังงานทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจให้กัน จนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. **เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร**.(อัดสำเนา)

[2] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.2535.**พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม**.(อัดสำเนา)

[3] กลุ่มสาระการเรียนรู้ กลุ่มสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม. (2551).**"ที่ตั้งประเทศไทย"**. [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://technology.phobphra.org/SocialStudies/013.htm. (9 เมษายน 2553)

[4] บทความวิทยาศาสตร์.**"ความร้อนและอุณหภูมิ"** .[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://www.electron.rmutphysics.com/sciencenews/index.php?option=com_content &task=view&id=201&Itemid=4 (9 เมษายน 2553)

[5] ยุทธ ไกยวรรณ์ .2548.**สถิติวิจัยทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม** .กรุงเทพฯ:

การวิเคราะห์หาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารไม้

Analysis heat transter of wood wall

ปรีชา ฤทธิเดช*, ฟูชียะห์ เจะกา และศิริขวัญ จันทร์มณี

*Email: p_rit@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคารไม้ โดยการจำลองด้วย Ms Excel และการทดลอง จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกัน การจำลองด้วย Ms Excel พบว่า แนวโน้มค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารไม้ทั้ง 3 แบบ ลดลงเมื่อความหนาของไม้อัดเพิ่มขึ้น โดยกรอบอาคารไม้สองชั้นบุฉนวนมีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแบบที่ 1 และ 2 ผลการทดลองเพื่อหาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารไม้ ทั้ง 3 แบบ พบว่า กรณีบ้านจำลองทึบ กรอบอาคารไม้ชั้นเดียวมีค่าการถ่ายเทความร้อนสูงสุด อุณหภูมิภายในต่ำสุด ส่วนบ้านจำลองช่องเปิด 10% นั้น กรอบอาคารไม้สองชั้นบุฉนวน จะมีค่าการถ่ายเทความร้อนที่ต่ำสุด มีอุณภูมิภายในบ้านต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จาก Ms Excel โดยจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนลดลงเมื่อความหนาของไม้อัดเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : กรอบอาคารไม้, การถ่ายเทความร้อน

1. บทนำ

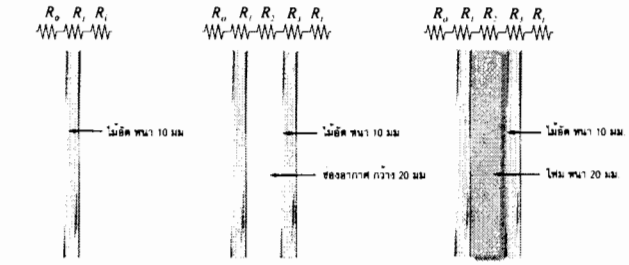
ปัจจุบันตัวเลขการใช้พลังงานในอาคารบ้านเรือนมีอัตราสูงขึ้น จากข้อมูลตัวเลขทางเศรษฐกิจปี พ.ศ. 2544 การใช้พลังงานทางธุรกิจและที่อยู่อาศัยของประเทศโดยรวม มีการใช้พลังงานอยู่ในลำดับที่ 3 รองลงมาจากการขนส่งและภาคอุตสาหกรรม แนวโน้มการใช้พลังงานในสาขาบ้านและที่อยู่อาศัย เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องคิดเป็นอัตราการเจริญเติบโตร้อยละ 1.7 ต่อปี (ในช่วงปี 2533 - 2543) ซึ่งส่วนใหญ่ถูกใช้ไปกับการปรับอุณหภูมิภายในบ้าน เพื่อทำให้อุณหภูมิภายในบ้านน่าอยู่อาศัย ด้วยเหตุนี้การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นเรื่องสำคัญและเร่งด่วน

เพื่อลดการใช้พลังงานในการปรับอุณหภูมิภายในบ้าน การเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารในการสร้างบ้านมีส่วนช่วยในการลดอุณหภูมิ และพลังงานความร้อนภายในบ้านได้ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังภายนอกอาคาร หรือค่า OTTV และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร หรือค่า RTTV จะแสดงปริมาณความร้อนเฉลี่ยที่ผ่านเข้ามาในอาคารโดยขึ้นกับค่าการแผ่รังสีความร้อน และสภาพแวดล้อมของอาคาร

ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนดให้อาคารใหม่หรืออาคารที่สร้างหลังจากวันที่ 12 ธันวาคม 2538 จะต้องมีค่า OTTV ไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร การเลือกใช้วัสดุกรอบอาคาร ความหนาของกรอบอาคารและลักษณะของผนังที่เป็นกรอบอาคาร มีส่วนช่วยในการลดความร้อนที่จะเข้าสู่ภายในอาคาร ดังนั้นทางกลุ่มวิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารไม้ โดยศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคาร ซึ่งจำลองด้วยโปรแกรม Ms Excel หลังจากนั้น ทำการทดลองหาลักษณะของกรอบอาคารไม้ที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำ แล้วนำค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารไม้ลักษณะต่างๆมาเปรียบเทียบกัน ทั้งทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้กรอบอาคารไม้ 3 แบบ ดังภาพที่ 1



กรอบอาคารไม้แบบที่ 1 กรอบอาคารไม้แบบที่ 2 กรอบอาคารไม้แบบที่ 3

ภาพที่ 1 แสดงด้านข้างของกรอบอาคารไม้ แบบที่ 1, 2 และ ตามลำดับ

2.1 การหาค่าการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคารผ่านกรอบอาคารไม้ โดยการจำลองด้วยโปรแกรม Ms Excel

1) ศึกษาพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พุทธศักราช 2538

2) คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมจากสมการ

$$OTTVi = (Uw)(1-WWR)(TDeq)+(SC)(WWR)(SF)+(Uf)(WWR)(\Delta T)$$

2.2 การทดลองหาลักษณะของกรอบอาคารไม้ที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ต่ำ

1) เตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

2) สำหรับการทดลองนี้มีตัวแปร ดังนี้

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ กรอบอาคารไม้แบบต่างๆ 3 แบบ

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 อุณหภูมิที่ผิวภายนอกของกล่องทดลอง

2.2 อุณหภูมิภายในกล่องทดลอง

3. ตัวแปรควบคุม

3.1 กล่องทดลองปริมาตรภายในกล่อง 0.55 ลูกบาศก์เมตร

3.2 สถานที่ทดลอง

3.3 เวลาที่ใช้ในการทดลอง

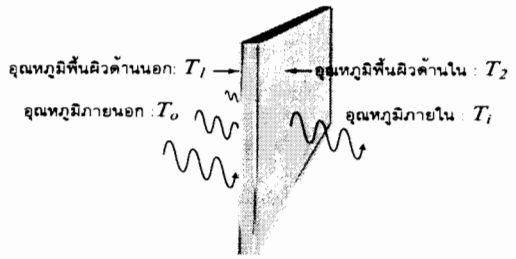
การทดลองประกอบด้วยแบบจำลองอาคารไม้ 3 แบบ ดังนี้

1. กรอบอาคารไม้ชั้นเดียวหนา 10 มิลลิเมตร

2. กรอบอาคารไม้สองชั้นที่มีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลางกว้าง 20 มิลลิเมตร

3. กรอบอาคารไม้สองชั้นบุโฟมตรงกลางหนา 20 มิลลิเมตร

ในการทดลองวัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่องมือดิจิตอลเทอโมมิเตอร์ ทำการวัดอุณหภูมิ 4 ตำแหน่ง ได้แก่ อุณหภูมิภายนอก, อุณหภูมิภายภายใน, อุณหภูมิภายนอกพื้นผิวด้านนอก และอุณหภูมิพื้นผิวด้านใน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิ

ทำการเก็บข้อมูล 3 วัน วันละ 4 ช่วงเวลา (11.00 น., 13.00 น., 15.00 น., 17.00 น.)

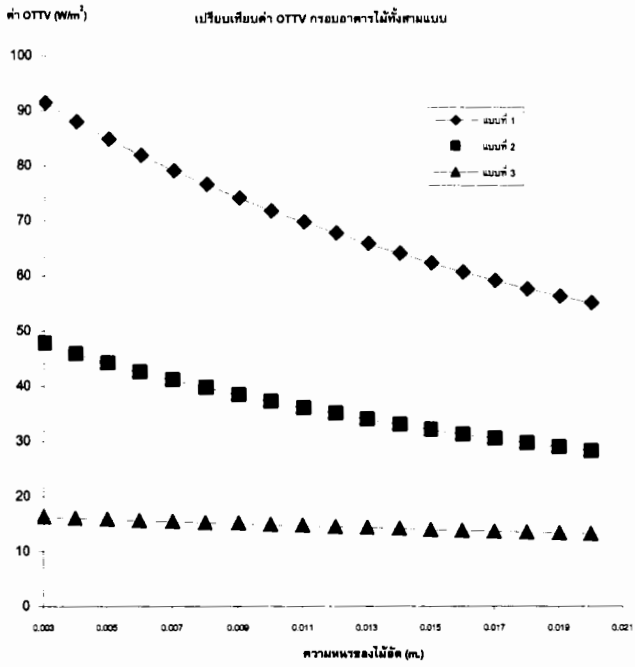
2.3 เปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารไม้ลักษณะต่าง ๆ จากการจำลองและการทดลอง

นำข้อมูลจาก 2.1 และ 2.2 มาหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารไม้ทั้ง 3 แบบ ด้วยกราฟทางสถิติ เปรียบเทียบลักษณะกราฟทั้ง 2 แบบ

3. ผลการทดลอง

3.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคารผ่านกรอบอาคารไม้ โดยการจำลองด้วยโปรแกรม Ms Excel

แนวโน้มค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารไม้ทั้ง 3 แบบ มีแนวโน้มลดลงเมื่อความหนาของไม้อัดเพิ่มขึ้น โดยกรอบอาคารไม้สองชั้นบุฉนวนมีค่าการถ่ายเทความร้อนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแบบที่ 1 และ 2 (ภาพที่ 3)

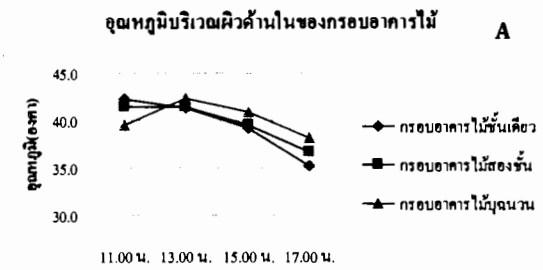


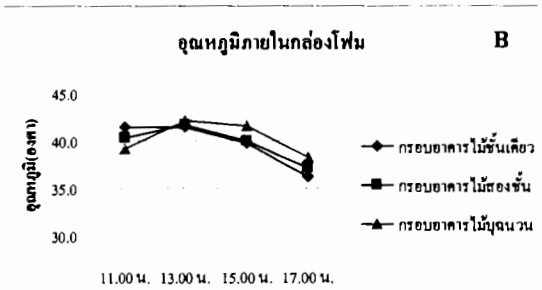
ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่า OTTV (จากโปรแกรม MS Excel)
ของกรอบอาคารไม้แบบต่าง ๆ

3.2 หาลักษณะของกรอบอาคารไม้ที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ต่ำ

1) การเปรียบเทียบความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารไม้ทั้ง 3 แบบ กรณี กล่องทึบ

จากผลการทดลอง พบว่า ในช่วงเวลา 13.00 น.-17.00 น. อุณหภูมิบริเวณผิวด้านในและอุณหภูมิภายในกล่องโฟมของกรอบอาคารไม้ชั้นเดียวมีอุณหภูมิต่ำสุด (ภาพที่ 4 A-B)

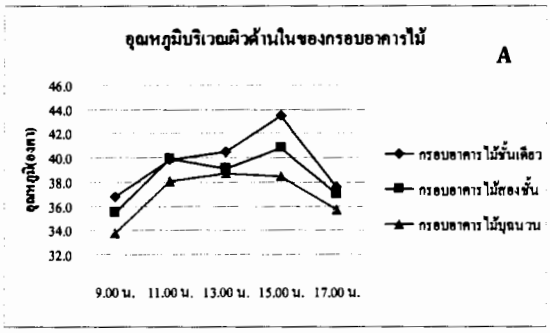


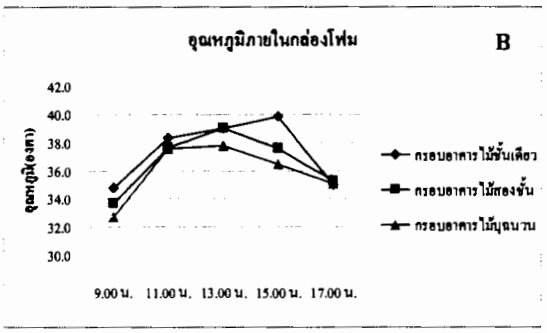


ภาพที่ 4 A-B กราฟแสดงอุณหภูมิของกรอบอาคารไม้กรณีกล่องทึบ

2) การเปรียบเทียบความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารไม้ทั้ง 3 แบบ กรณี กล่องที่มีช่องเปิด 10% ของพื้นที่ผิวแต่ละด้าน

ผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิบริเวณผิวด้านในและอุณหภูมิภายในกล่องโฟมของกรอบอาคารไม้สองชั้นบุฉนวนมีอุณหภูมิต่ำสุด ในทุกช่วงเวลาที่ทำการทดลอง (ภาพที่ 5 A-B)



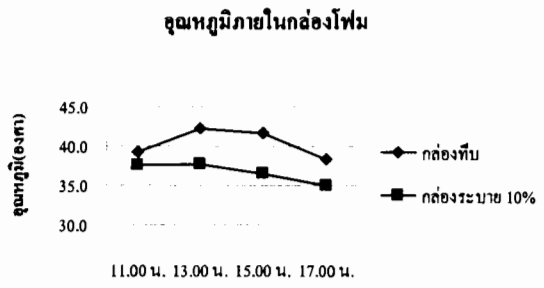


ภาพที่ 4 A-B กราฟแสดงอุณหภูมิของกรอบอาคารไม้

กรณี กล่องที่มีช่องเปิด 10% ของพื้นที่ผิวแต่ละด้าน

3) การเปรียบเทียบความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารไม้สองชั้นบุฉนวน กรณี กล่องทึบ และ กล่องที่มีช่องเปิด10% ของพื้นที่ผิวแต่ละด้าน

ผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิภายในกล่องโฟมของกรอบอาคารไม้สองชั้นบุฉนวน กรณีกล่องที่มีช่องเปิด10% ของพื้นที่ผิวแต่ละด้าน มีอุณหภูมิต่ำกว่ากรณีกล่องทึบ ในทุกช่วงเวลาที่ทำการทดลอง (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 กราฟแสดงอุณหภูมิภายในกล่องโฟม ของกรอบ อาคาร

ไม้สองชั้นบุฉนวน กรณี กล่องทึบ และกล่องที่มีช่องเปิด

10% ของพื้นที่ผิวแต่ละด้าน

3) เปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารไม้ลักษณะต่าง ๆ จากการจำลองด้วยโปรแกรม Ms Excelและการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารไม้ลักษณะต่าง ๆ จากการจำลองด้วยโปรแกรม Ms Excel และการทดลอง ค่าที่ได้มีความสอดคล้องกัน คือ กรอบอาคารไม้สองชั้นบุโฟมตรงกลางหนา 20 มิลลิเมตร มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ กรอบอาคารไม้สองชั้น ที่มีช่องว่างอากาศตรงกลางกว้าง 20 มิลลิเมตร และ กรอบอาคารไม้ชั้นเดียว หนา 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองเพื่อหาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารไม้ ทั้ง 3 แบบ กรณีกล่องทึบ และกล่องที่มีช่องเปิด 10% นั้น พบว่า กรณีกล่องทึบ กรอบอาคารไม้ชั้นเดียวมีค่าการถ่ายเทความร้อนสูงสุด อุณหภูมิภายในต่ำสุด ส่วนกล่องที่มีช่องเปิด 10% นั้น กรอบอาคารไม้สองชั้นบุฉนวน จะมีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำสุด อุณหภูมิภายในต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนที่จำลองด้วยโปรแกรม Ms Excel โดยจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนลดลงเมื่อความหนาของไม้อัดเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณา ถึง กรณีกล่องทึบ ที่ไม่เป็นไปตามแบบจำลองด้วยโปรแกรม Ms Excel อาจเนื่องมาจาก การแผ่ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในกล่องโฟม ซึ่งส่งผลให้มีอุณหภูมิสูงตลอดเวลา ทำให้ค่าการถถ่ายเทความร้อนมีความคลาดเคลื่อน

5. ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบเซ็นเซอร์ บันทึกผลเข้าคอมพิวเตอร์โดยตรง เพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอน เที่ยงตรงกว่านี้

2. สามารถเลือกวัสดุชนิดอื่นเป็นกรอบอาคาร และสามารถออกแบบกรอบอาคารในลักษณะต่างๆ ได้อีกหลายลักษณะ เพื่อสร้างองค์ความรู้เพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัย จากโครงการครุวิจัย สกว. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสถานที่

ขอขอบพระคุณ ดร.นันทพัทธ์ นภัทรานันทน์ และพี่เลี้ยงนายชาญวิทย์ บัวศรี นายพันศักดิ์ แซ่ก่ำ ภาควิชาวิศวกรรมเคลื่อนกล ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะ ตลอดจนการดูแลช่วยเหลือทุกๆ อย่างจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานกระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. **พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม**. กรุงเทพมหานคร, 2535

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. **การศึกษาสถานภาพการใช้พลังงานและแนวทางการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (บ้านอยู่สบายประหยัดพลังงาน)**

[3] สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT). **คู่มือการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน Energy Efficient Design Guideline**. 2547

[4] สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT). **โครงการปรับปรุงข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคารควบคุม**. 25

ภาคผนวก ข
โปสเตอร์

Comparative Study of Jackfruit Drying using Hybrid Heat Sources and Solar Energy

[illegible]

บทคัดย่อ

[illegible]

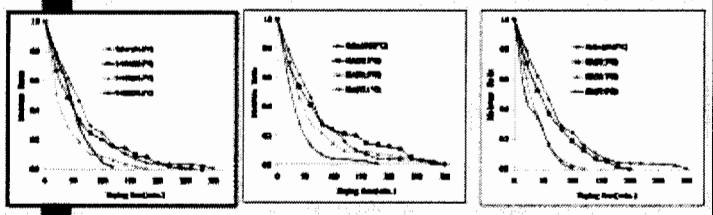
วัสดุและวิธีการทดลอง

- ปลอดเปลือกและเมล็ดออกและหั่นขนุนตามขวาง ขนาดประมาณ 2.5 ± 0.05 mm
- หาความชื้นเริ่มต้นตามมาตรฐาน AOAC (103°C 72 h)
- เรียงขนุนบนถาดอบแห้ง ชั่นที่พารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ มวลขนุนก่อนอบแห้ง อุณหภูมิที่ต่างกัน ต่าง ๆ ในตู้อบแห้ง, อุณหภูมิภายนอกตู้อบแห้งและภายในเปลือก
- ชั่นที่ต่างกันที่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาอบแห้ง (ทุก ๆ 20 นาที และใช้อุณหภูมิอบแห้ง 50-70°C เลือกใช้ IR 1,000 W เงื่อนไขการอบแห้งที่ 3 สภาวะ คือ
  - *สภาวะที่ 1* อบแห้งโดยใช้ Solar
  - *สภาวะที่ 2* อบแห้งขนุนโดยใช้ Solar+HA
  - *สภาวะที่ 3* อบแห้งขนุนโดยใช้ HA
  - *สภาวะที่ 4* อบแห้งขนุนโดยใช้ IR
- การทดสอบทางประสาทสัมผัส ให้ผู้ทดสอบ 20-30 คน ทำตามมาตรฐานของ Hedonic scale 1-9

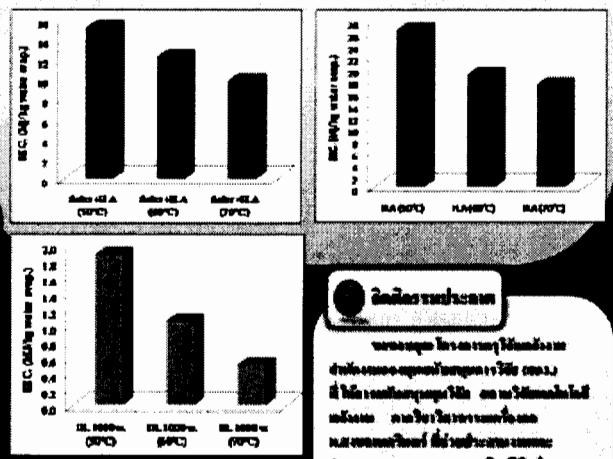
ผลการทดลองและวิเคราะห์

1. กราฟแสดงอณหภูมิภายในตู้การอบแห้งขนุน

ก. Solar+HA ข. HA ค. IR



2. การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะที่ใช้ในการอบแห้ง



สรุปผลการทดลอง

วิจารณ์การประยุกต์

[illegible]

เอกสารอ้างอิง

[illegible]

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (16th ed). Washington D.C. USA.

Tirawanichakul, S., Na-Chiangmai, W. and Tirawanichakul, Y. 2008. Drying Strategy of Shrimp using Hot Air Convection and Electric Infrared Radiation (Int. Air Convection Wahalai). J. Sci. 40(3): 399-410.

Tirawanichakul, Y., Prachayawarakorn, S., Tungtrakul, P., Chaiyaporngsin, W. and Soponronnarit, S. 2003. Experiments on mature mango drying under tropical climate simulation and product quality. Drying Technology: An International Journal. 21(6): 1349-1364.

การสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย

ภัชรินทร์ เลิศบุรุษ

โรงเรียนบ้านบางฉาง สพท.นครศรีธรรมราช เขต 4

บทคัดย่อ

การสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้เป็นอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องลม ระดับประถมศึกษา วัสดุการนำวัสดุที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น ลูกเป่าสำลีและก้านสะอาด แผ่นไม้ แผ่นพลาสติก ลวดตอนและแม่เหล็ก โดยนำวัสดุดังกล่าวมาประกอบเป็นเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย อาศัยหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าจากการหมุนของลวดผ่านสนามแม่เหล็กแท่งซึ่งแปลงกระแสไฟฟ้าแบบสลับที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อนำมาเทียบความเร็วลมจากกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้มีการสอบเทียบมาตรฐานกับเครื่องวัดความเร็วลม (แอนโมมิเตอร์ รุ่น AM 4836C) เครื่องมือวัดความเร็วรอบ (Digital Tachometer รุ่น DT2236B) และโวลต์มิเตอร์ (Fluke 83(3) Multimeter) ผลการสร้างและสอบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือพบว่า อัตราการหมุนของเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย มีความสัมพันธ์กับความเร็วลมแบบ $y = -4E-08x^3 + 0.0008x^2 - 0.0285x + 0.9157$ ความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายแบบ $y = 0.042x^3 - 0.571x^2 + 2.2792x$ และอัตราการหมุนมีความสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายแบบ $y = -4E-08x^3 + 0.0452x$ และ $y = 0.0442x$ และในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย ใช้สมการ $y = 0.0442x$ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนกับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องมือวัดความเร็วลม โดยนำเครื่องมือวัดความเร็วลมดังกล่าวมาใช้เป็นสื่อการสอนในชุดกิจกรรมการทดลองเรื่องความเร็วลม ระดับชั้นประถมศึกษา

บทนำ

การเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านบางฉาง ในส่วนที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับพลังงานลม และอุปกรณ์อย่างง่ายในการวัดความเร็วลมและทิศทางลม ประสบปัญหาหลายอย่าง เช่น นักเรียนไม่สามารถทราบค่าอัตราความเร็วลมได้ถูกต้อง ไม่สามารถสร้างอุปกรณ์ที่มีความคงทนเหมาะสมต่อการใช้งานได้ ไม่เข้าใจกระบวนการและหลักการทำงานของเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับพลังงานลม เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ครูผู้สอนจึงพยายามศึกษาการสร้างอุปกรณ์อย่างง่ายในการวัดความเร็วลม เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีการ

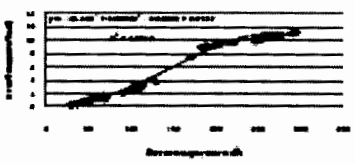
การสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย

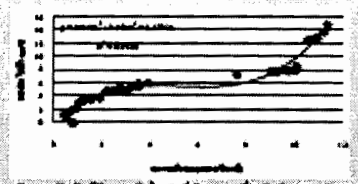
1. ตัดแผ่นไม้ขนาด 450 มม จำนวน 3 ชิ้น และตัดแผ่นพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เตรียมไว้ แล้วเจาะรูตามจุดที่กำหนดไว้ให้ได้ขนาดเท่ากัน
2. เตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับทำเครื่องมือวัดความเร็วลมให้ถูกต้อง ไม่สามารถสร้างอุปกรณ์ที่มีความคงทนเหมาะสมต่อการใช้งานได้ ไม่เข้าใจกระบวนการและหลักการทำงานของเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับพลังงานลม เป็นต้น
3. สร้างฐานสำหรับวางอุปกรณ์ที่ตัดแล้วให้ได้ขนาดเท่ากันเพื่อสะดวกแก่การนำอุปกรณ์ไปใช้ ด้วยกันและไม่กระทบกระเทือนซึ่งกันและกัน
4. ประกอบอุปกรณ์ตามขั้นตอนข้อ 1 และ 2 และนำอุปกรณ์ที่ได้มาติดตั้งกับฐานที่เตรียมไว้ ตัดสายไฟฟ้าและต่อเข้ากับโวลต์มิเตอร์ เพื่อนำไปใช้ทดสอบหาค่าแรงดันไฟฟ้า

การทดสอบเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย

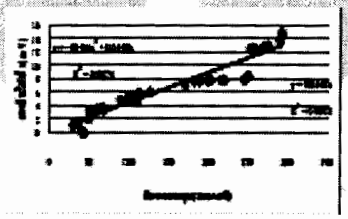
1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย ได้แก่ เครื่องวัดความเร็วรอบ (Digital Tachometer รุ่น DT2236B) และเครื่องมือวัดค่าไฟฟ้า (Fluke 83(3) Multimeter) และตัวเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย
2. นำเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายที่ได้ไปติดตั้งที่ปลายเครื่องวัดความเร็วรอบ เครื่องมือวัดความเร็วลมกับเครื่องมือวัดค่าไฟฟ้า เพื่อทดสอบหาค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างอัตราการหมุนของใบพัด (รอบต่อวินาที) และความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้า โดยใช้ค่าที่วัดได้จากโวลต์มิเตอร์และแอนโมมิเตอร์ นำมาเขียนกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ และหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนและแรงดันไฟฟ้าต่อไป

ผลการทดลอง





ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนกับแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย ตัวแบบ $y = 0.042x^3 - 0.571x^2 + 2.2792x$, $R^2 = 0.9996$



อัตราการหมุนของเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย แรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย ตัวแบบการ $y = -4E-08x^3 + 0.0452x$, $R^2 = 0.9974$ และ $y = 0.0442x$, $R^2 = 0.9973$

สรุป

ผลการศึกษาพบว่า เครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายที่สร้างขึ้น มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหมุนกับแรงดันไฟฟ้า ตัวแบบการ $y = 0.0442x$ ซึ่งสามารถนำเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่ายดังกล่าวไปใช้เป็นเครื่องมือการเรียนการสอนได้

นอกจากนี้ได้ทำการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องเครื่องมือวัดความเร็วลมอย่างง่าย และทดสอบดัชนีความก้าวหน้าของผู้เรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าคิดเป็นร้อยละ 47 และมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

อ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. พลังงานลม. ออนไลน์. http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=47. (30 มีนาคม 2553).

โกศล ศรีสุวรรณ. 2545. วิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. นครราชสีมา : สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.

สมาน เมฆาน. 2541. กังหันลมผลิตไฟฟ้าสำหรับชนบท. ลพบุรี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (เอกสารอัดสำเนา).

กิตติกรรมประกาศ

เครื่องมือวัดความเร็วลม จากกระป๋องน้ำอัดลม

สิรภพ ภาพสุวรรณ
โรงเรียนเทศบาล ๔ (วัดหาดใหญ่) สำนักการศึกษา เทศบาลนครหาดใหญ่ จ.สงขลา
Email : ksirapop@gmail.com โทร. 08-6969-0103

บทนำ

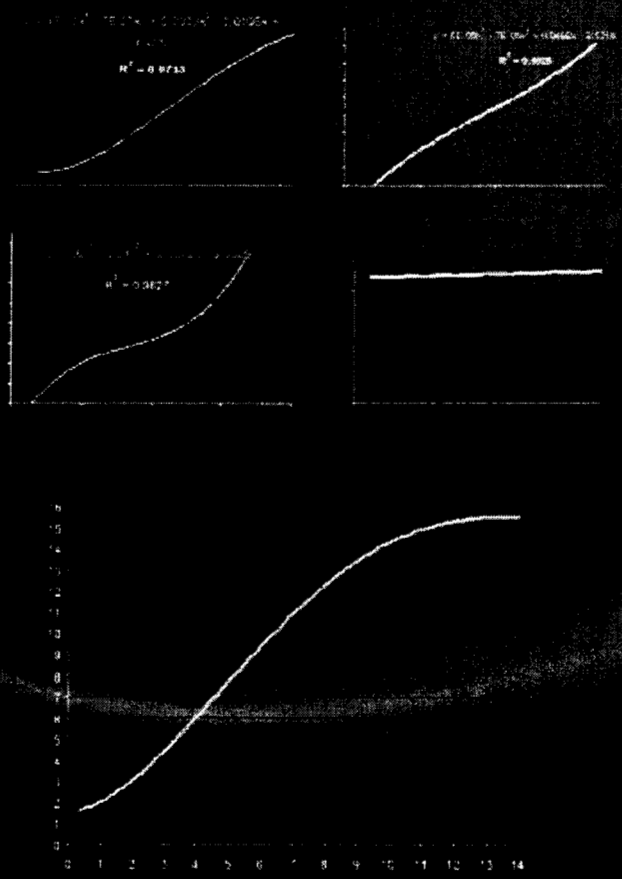
[illegible] ปัจจุบันมีใช้เพื่อใช้วัดความเร็วลมในโรงเรียน และใช้เป็นเครื่องการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน โดยประดิษฐ์จากกระป๋องน้ำอัดลม ครึ่งทรงกระบอก แบบ 3 ใบพัดติดอยู่กับเพลานาน ตั้งทำการทดลองพร้อมการสอบเทียบมาตรฐาน พบว่า แรงดันไฟฟ้า แปรผันตรงกับความเร็วลมและความเร็วรอบ ความเร็วรอบจะแปรผันตรงกับความเร็วลม ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการโพลิโนเมียลกำลังสาม

ดังนั้นเครื่องมือวัดความเร็วลมนี้จึงได้ง่ายและสะดวก เพียงผู้ใช้งานเครื่องมือในบริเวณที่ต้องการวัดความเร็วลม แล้วอ่านค่าแรงดันไฟฟ้า เทียบค่าเป็นความเร็วลมจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับค่าแรงดันไฟฟ้า หรือคำนวณจากสมการที่วิเคราะห์ได้ ก็จะได้ค่าความเร็วลมรอบบริเวณนั้น เครื่องมือวัดความเร็วลมนี้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและราคาไม่แพง มีความเหมาะสมที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

ที่มาและความสำคัญ

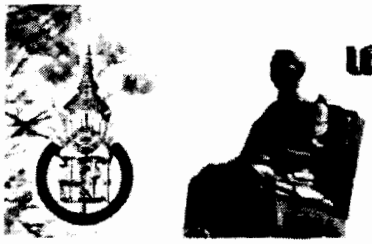
[illegible] เป็นเครื่องมือพื้นฐานชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น โรงเรียนเทศบาล ๔ (วัดหาดใหญ่) ก็ตระหนักและให้ความสำคัญ จากการสังเกตการณ์ภาคสนามยังไม่มีการนำเครื่องมือวัดความเร็วลมมาใช้ในบริเวณสถานที่ทำการเรียนการสอน พบว่าในระบบนิเวศน์ในบริเวณโรงเรียนมีการปลูกต้นไม้ยืนต้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างไร สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้หรือไม่ ดังนั้นโรงเรียนจึงมีเครื่องมือวัดความเร็วลม การของประมาณจัดซื้อก็ต้องใช้เวลา และงบประมาณพอสมควร ดังนั้นจึงมีความคิดสร้างสรรค์ที่จะสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมขึ้นมาใช้งานเพื่อศึกษาและใช้ในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนได้ ซึ่งเครื่องมือวัดความเร็วลมจากโลหะหรือใช้หรือวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เพื่อให้ประหยัดและเป็นสื่อการเรียนรู้ที่คุ้มค่าต่อการใช้งาน เพราะนักเรียนสามารถของเห็นกลไกการทำงานภายในของเครื่องมือได้

ผลการวิจัย



สรุปผลการวิจัย

- เครื่องมือวัดความเร็วลมจากกระป๋องน้ำอัดลมสามารถใช้วัดความเร็วลมได้จริง เริ่มต้นหมุนด้วยตนเอง(Self starting) ที่ความเร็วลม 1.2 m/s
- แรงดันไฟฟ้าแปรผันโดยตรงกับความเร็วลมและความเร็วรอบ ความเร็วรอบแปรผันโดยตรงกับความเร็วลม ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการโพลิโนเมียลกำลังสาม มีค่า R^2 = 0.9627, 0.9925 และ 0.9741 ตามลำดับ หมายความว่ามีความน่าเชื่อถือสูง
- อัตราส่วนความเร็วลมปลายใบ (TSR) เฉลี่ยเท่ากับ 0.94 หมายความว่าเครื่องมือวัดความเร็วลมนี้สูญเสียพลังงานเพียง 6 % เท่านั้น



เครื่องวัดความเร็วลมจากขวดน้ำพลาสติก

นพดนย รองรัตน์
โรงเรียนวัดป่าคละ-คูเมือง จ.พัทลุง
Email : nopkanok@hotmail.com

บทคัดย่อ

ลมเป็นพลังงานที่มีความสำคัญและมีประโยชน์มากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากพลังงานอื่นมีอยู่โดยทั่วไป ไม่ต้องซื้อการ และเป็นพลังงานที่สะอาด (Green Energy) จึงได้พัฒนาการทดลองเพื่อสร้างเครื่องวัดความเร็วลมตั้งแต่ช่วง 0 – 10 เมตร และหาค่าความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้า ความเร็วลม และความเร็วรอบ เทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน และใช้กราฟมาอ่านค่าความเร็วลมจากแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้น ผลการทดลอง 2 ขั้นตอน คือ 1.การสร้างเครื่องวัดความเร็วลมแบบสามใบพัดจากขวดน้ำพลาสติก 2. การตรวจสอบมาตรฐานเครื่องมือและเปรียบเทียบค่าความเร็วลม จากการทดลองพบว่า ความเร็วรอบและความเร็วลม มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบเชิงเส้น คือ เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นความเร็วรอบและความเร็วลม มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบโพลิโนเมียลดีกรีสอง ความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบโพลิโนเมียลดีกรีสอง และค่าเฉลี่ย TSR = 0.6 ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของกังหันแบบ A คือ แบบ Savonius rotor จากการทดลองนี้ทำให้สามารถเก็บค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องวัดความเร็วลมเทียบค่าจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วลมไปใช้ในการตรวจสอบความเร็วลมในพื้นที่ต่างๆ

วิธีการ

1. การสร้างเครื่องวัดความเร็วลมแบบสามใบพัดจากขวดน้ำพลาสติก

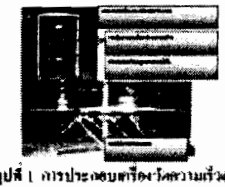
1.1 จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เลือกขนาดขวดพลาสติกที่เป็นทรงกระบอก ออกแบบใบพัด ฐานรับใบพัด ฐานวางขดลวดทองแดงและฐานตั้ง โดยทำนวยจากกรอบ พลาสติกจากน้ำพลาสติกเป็นเกณฑ์

1.2 พันขดลวดให้มีขนาดตามต้องการ จำนวน 5 ขด (ประมาณ 300 รอบ ค่าความต้านทาน 6.5 โอมม์/ขด) นำขดลวดไปติดตั้งฐานรับแกนที่ตรียมไว้

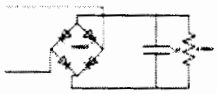
1.3 ประกอบอุปกรณ์เข้าด้วยกัน นำแกนกลางยึดด้วยแท่งเหล็กเกลียวร้อยน็อต,ฐานรับ,กานและพื้นทำด้วยแผ่นอคคลิลิต

1.4 ติดแม่เหล็กบนฐานล่างของถังหันฐานรับขดลวดทองแดง

1.5 ติดตั้งวงจรเปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง เพื่อให้ง่ายต่อการอ่านค่า โดยใช้วงจรไฟฟ้าแบบวงจรกรองกระแสแบบเต็มคลื่น



รูปที่ 1 การประกอบเครื่องวัดความเร็วลม



รูปที่ 2 วงจรกรองกระแสแบบเต็มคลื่น

2. การตรวจสอบมาตรฐานเครื่องมือและเปรียบเทียบค่าความเร็วลม

2.1 ทดสอบและวัดค่าโดยใช้เครื่องมือมาตรฐาน ดังนี้ 1) ความเร็วลม หน่วยเป็น เมตรต่อวินาที(m/s) 2) ความเร็วรอบ หน่วยเป็น รอบต่อนาที(rpm) และ 3) แรงดันไฟฟ้า หน่วยเป็น มิลลิโวลต์(mV)

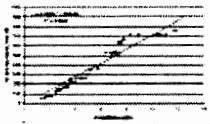
2.2 ติดตั้งโวลต์มิเตอร์เป็นตัวเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้กับความเร็วลมที่ต้องการหาโดยใช้เทียบจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วลม

รูปที่ 3 เครื่องวัดความเร็วลม เครื่องมือวัดรอบ และเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า

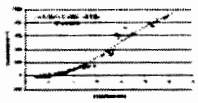
รูปที่ 4 เครื่องวัดความเร็วลมที่ติดตั้งโวลต์มิเตอร์ เทียบค่าความเร็วลมจากกราฟ

ผลการทดลอง

1. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม ความเร็วรอบ และแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความเร็วลม



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและแรงดันไฟฟ้า

รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความเร็วลม

2. ค่า Tip Speed Ratio (TSR)

สูตร $TSR = \frac{\omega R}{v}$

$\omega = \frac{rad}{s}$

$rad = 2\pi rpm$

R = m (เมตร)

รูปที่ 8 ค่า TSR ที่คำนวณได้ กับค่า TSR มาตรฐานของกังหันแบบต่างๆ

ผลการศึกษา ค่าเฉลี่ย TSR = 0.6 ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของกังหันแบบ A คือ แบบ Savonius rotor

สรุปผลการทดลอง

โครงการวิจัยเรื่อง "เครื่องวัดความเร็วลมจากขวดน้ำพลาสติก" นี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างเครื่องวัดความเร็วลม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนและสำรวจแหล่งติดตั้งกังหันลม ตรวจสอบความเร็วลมที่มีศักยภาพว่ามีความคุ้มค่ามากน้อยเพียงใด โดยการเปรียบเทียบค่าความเร็วลม ความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้า กับเครื่องมือมาตรฐาน และใช้กราฟมาอ่านค่าความเร็วลมจากแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้น

อ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. พลังงานลม. ออนไลน์ . http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=97. (20 มี.ค. 53)
ไพบูลย์ ศิริมาศ. กังหันลมผลิตไฟฟ้า. ออนไลน์ http://www.thai-windturbine.com/windturbine.html (1 เม.ย. 53)
สักดิ์ศรี เรืองแก้ว. Smart Energy For Earth ไฟฟ้าพลังงานธรรมชาติ. ออนไลน์http://www.greenpower-thailand.com/windturbine.html (1 เม.ย. 53)
สมาน เสนางาม. 2541. กังหันลมผลิตไฟฟ้าสำหรับชนบท. ศรีสะเกษ : มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ศ.ดร.ฐานันดร์ศักดิ์ ศรพยุห์ ศ.ดร.กิตติบัณฑิต มติวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา และนายศันติชัย อินต๊ะ ผู้ช่วยวิจัย ขอขอบคุณสำนักงานสนุนกองทุนการวิจัย (กองทุนวิจัยให้โอกาส) และทุนกองทุนสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เครื่องวัดความเร็วลมแบบลูกถ้วย

อมจิตร์ จันทศรี

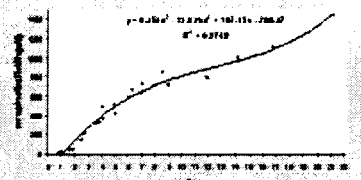
โรงเรียนเทิดมงคลวิทยางกูร [illegible] อ.ป่าสะยอน จ.ลำพูน 93110

[illegible]

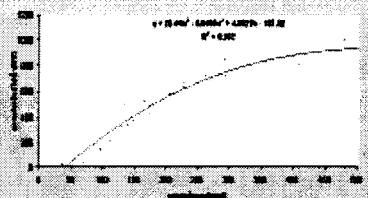
บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมแบบแขนตั้ง ใช้ใบพัดแบบลูกถ้วยชนิด 3 ใบ โดยใช้ขดลวดจำนวน 3 ขดต่อแบบอนุกรมวางอยู่ในแนวระดับทำมุมกัน 120 องศา ใช้แม่เหล็กติดแกนของกังหันจำนวน 3 แท่ง ทำมุม 120 องศา ในการศึกษานี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความต่างศักย์ไฟฟ้า ความเร็วรอบกับความต่างศักย์ไฟฟ้า ความเร็วรอบกับความเร็วลม ความเร็วลมกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบ ผลการทดลองพบว่าเครื่องมือวัดความเร็วลมเริ่มทำงานที่ความเร็วลม 0.8 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมกับความต่างศักย์ไฟฟ้า ความเร็วรอบกับความต่างศักย์ไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กันแบบโพลิโนมียลกำลังสาม ความเร็วรอบกับความเร็วลม มีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น ความเร็วลมกับอัตราส่วนความเร็วปลายใบมีค่าคงที่ 0.96

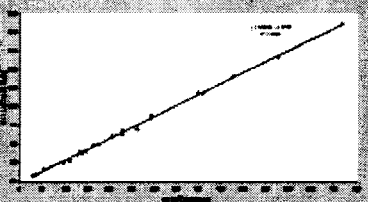
ผลการวิจัย



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความต่างศักย์ไฟฟ้า



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับความต่างศักย์ไฟฟ้า



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับความเร็วลม

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงาน จึงจะทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะความอยากรู้ อยากทดลอง ประกอบกับโรงเรียนมีความขาดแคลนวิทยาศาสตร์อุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผมครู อาจารย์ จึงคิดพัฒนาเพื่อการเรียนการเรียนการสอนรวมถึงนวัตกรรม และอุปกรณ์การทดลอง เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นตามเป้าหมาย และนโยบาย ของโรงเรียน

โครงการครูวิจัย ซึ่งเป็นโครงการที่สนับสนุนให้ครูศึกษาทำวิจัยกันสถานวิจัยเพื่อโรงเรียนของงาน เพื่อให้ครูใช้ประสบการณ์ [illegible]

[illegible]

เอกสารอ้างอิง

[illegible]

เครื่องมือวัดความเร็วลมจากมอเตอร์

เจริญรัตน์ เจ๊ะหมัด[1] บุทธศาสตร์ [illegible] และ [illegible] เพ็ชรวิชิตพงษ์
[1]โรงเรียนบ้านคะโละสะมิแล [illegible] [2]โรงเรียนบ้านต้นโคกกะแช [illegible]

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการทำเครื่องมือวัดความเร็วลมจากมอเตอร์ฟังก์ชันชีที จากนั้นจึงทำการทดสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดความเร็วลมที่ได้กับอะนีโมมิเตอร์มาตรฐาน ยี่ห้อ Microprocessor Digital Meter รุ่น AM-4836C และเครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ Digital Tachometer รุ่น DT2236B และ มัลติมิเตอร์ยี่ห้อ SUITSUMO โมเดล YX-360TRe-II ค่าแรงดันไฟฟ้าเป็น DCV ที่ระดับ 0.5V สามารถอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าขนาดสูงสุดได้ตั้งแต่ 0-30 และใช้ลมป้ายจากพัดลมขนาดเล็กผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องวัดความเร็วลมที่สร้างขึ้นกับความเร็วลมเป็น $y = 0.214x + 0.6531$ และได้ค่า $R^2 = 0.9944$ ความเร็วลมต่ำที่สุดที่เครื่องมือวัดได้คือ 1.5 เมตรต่อวินาที 25 รอบต่อนาที และเทียบมาตรฐานความเร็วลมไว้สูงสุดที่ 10 เมตรต่อวินาที ที่ความเร็วรอบ 550 รอบต่อนาที ค่าเบี่ยงเบนได้ต่ำ ระดับค่าเท่ากับ 0.33

ที่มาและความสำคัญ

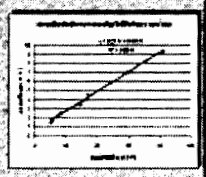
โดยทั่วไปมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ในทางกลับกันเมื่อนำให้เป็นมอเตอร์หมุนกลับเกิดพลังงานไฟฟ้าขึ้นได้เช่นเดียวกับเจนเนเรเตอร์ซึ่งวัดได้ด้วยมัลติมิเตอร์ไฟฟ้าจากหลักการนี้เมื่อออกแบบร่วมพัดใบพัดซึ่งติดอยู่กับแกนของมอเตอร์จะได้พลังงานไฟฟ้าออกมา เมื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ได้ก็จะสามารถสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลมได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

วิธีการทดลอง

ผลการทดลอง



กราฟที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าในหน่วย 0.5V กับความเร็วลมในหน่วย เมตรต่อวินาที 1 จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วลมในโปรแกรม Excel จะได้ความความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง และได้สมการแนวโน้มดังนี้

$$y = 0.214X + 0.6531$$

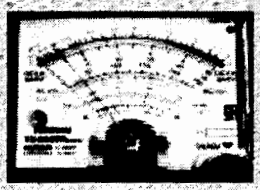
เมื่อ y คือความเร็วลม มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s)
x แทนแรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (0.5V)
และได้ค่า R^2 เท่ากับ 0.9944

วิธีของเทียบมาตรฐาน

[illegible]

การนำผลการทดลองไปใช้ในการวัดความเร็วลม

การนำผลการความสัมพันธ์นี้ไปใช้งานเครื่องมือวัดความเร็วลมจากมอเตอร์ฟังก์ชันชีที โดยหมุนปุ่มเปิดกรุ๊นแบบการวัดไปที่ DCV และเลือกระดับการวัดเป็น 0.5V ค่าแรงดันไฟฟ้าจะอยู่ระหว่าง 0 – 50 ค่าที่อ่านได้จะเทียบกับมิเตอร์ที่ค่าแรงดันไฟฟ้า x ดังนี้



รูปตัวอย่างการอ่านมัลติมิเตอร์

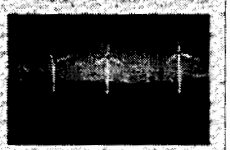
จากรูปตัวอย่างการอ่านมัลติมิเตอร์ได้ค่าเท่ากับ 5 ซึ่งเป็นค่า x ของสมการความสัมพันธ์ข้างต้น จากนั้นแทนค่า x = 5 นี้ลงไปในสมการความสัมพันธ์ $y = 0.214X + 0.6531$ จะได้ความเร็วลมเป็น 1.72 m/s

สรุปผลการทดลอง

1. ความเร็วลมเริ่มต้นที่วัดค่าได้เท่ากับ 1.5 m/s
2. อุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมเพื่อจะทำการวัดความเร็วลมคือ มัลติมิเตอร์แบบเข็ม ปรับ หน่วยวัดไปที่ DCV ที่ระดับการวัด 0.5V
3. ช่วงการอ่านค่าปัลมัลติมิเตอร์ตั้งแต่ 0-50
4. วัดค่าลมได้ตั้งแต่ 1.5 – 12 m/s
5. ค่า [illegible] เท่ากับ 0.33

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.ฐาปนันท์ศักดิ์ (ทพญา) และดร.อิศดีนันท์ ผลิวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา ขอบคุณคุณเจ้นติชัย เข็กสั่ว ที่เชี่ยวชาญด้านงานกลที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ขอบคุณเพื่อนครูวิจัยที่ให้คำปรึกษาช่วยเหลือ สถานวิจัยและโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สถานฝึกทำวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้โอกาสและทุนสนับสนุนการวิจัย



การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการลดกรดและกำจัดยางเหนียว

Biodiesel Production from Degumed and Deacid of Crude Palm Oil

กลวัชรานี เกิดดีพลูกแดง*, สุดิรัตน์ สวรรณะ*, ชาวผล ประชาปรียาวุฒิ*

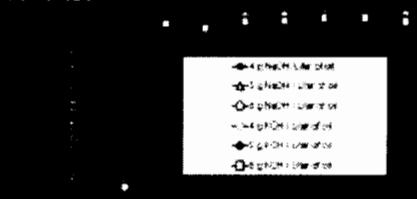
โรงเรียนอนุบาลวัดสระพุทธบาท สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระบุรีเขต 1 จ.สระบุรี 18120

[illegible] 2 จ.สงขลา 90112

[illegible] 90112

[illegible]

[illegible]



คุณสมบัติ	ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน
ความหนาแน่น (kg/m³)	853	860 – 900
ปริมาณน้ำในน้ำมัน(%v/v)	0.22	ไม่เกิน 0.2
ค่าความเป็นกรด(mgKOH/g)	0.03	ไม่เกิน 0.8
จุดขุ่นมัว (°C)	12	-2 – 12
จุดไหลเท (°C)	11	-15 – 10

[illegible]

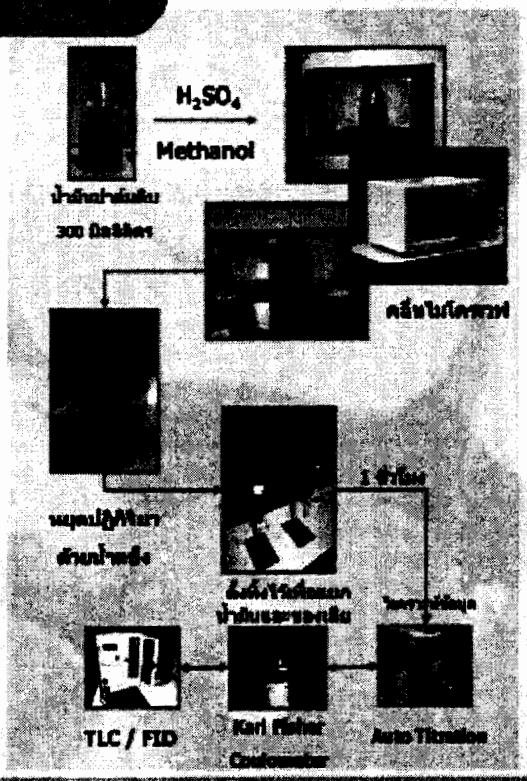
การลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยคลื่นไมโครเวฟ

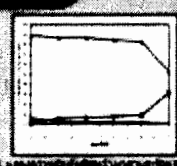
นิตยา [illegible]1,2*, กำพล [illegible]1, ประทีปทิพย์ [illegible]2, มาลาคุช [illegible]2 และมานพ [illegible]2
1โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืชน้ำมันในภาคใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏ สำนักงานมหาวิทยาลัยราชภัฏ เขต 1
2ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
E-mail: [illegible]

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยคลื่นไมโครเวฟ โดยใช้น้ำมันมีกรดไขมันเป็นส่วนประกอบมากกว่า 1 % โดยน้ำหนัก ใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเมทานอลเป็นสารเติมเต็ม โดยใช้เครื่องไมโครเวฟกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดกรดไขมันอิสระ คือ เวลา กำลังไฟฟ้า ปริมาณเมทานอลเป็นสารเติมเต็ม และปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา จากการทดลองพบว่าเวลา 3 นาที ขนาดกำลังไฟฟ้าระดับสูงสุดของคลื่นไมโครเวฟขนาดกำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ ปริมาณเมทานอลเป็นสารเติมเต็ม 2 % โดยปริมาตร และปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา 20 % โดยปริมาตร ที่วัดด้วยเครื่อง TLC/FID สามารถลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมได้ถึงเหลือ 0.539 % โดยน้ำหนัก และจากผลในการทดลองการลดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวมด้วยคลื่นไมโครเวฟในปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน มีผลการลดกรดไขมันอิสระเหลือน้ำมัน 93.15 โดยน้ำหนัก หรือ 94.64 โดยปริมาตร และมีค่าสัดส่วนของเมทิลเท่ากับ 6.85 โดยน้ำหนัก หรือ 5.36 โดยปริมาตร

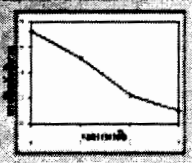
คำสำคัญ : กรดไขมันอิสระ, น้ำมันปาล์มดิบชนิดหีบรวม, ไมโครเวฟ, ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน

กระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันที่มีกรดไขมันอิสระสูงเพื่อใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่อง เพื่อลดเวลาใช้ระยะเวลานานและปริมาณเมทิลเอสเตอร์ที่ได้น้อย ในการศึกษานี้จึงเลือกใช้คลื่นไมโครเวฟเพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการลดกรด (เอสเทอริฟิเคชัน) และปริมาณเมทิลเอสเตอร์ที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลในการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป

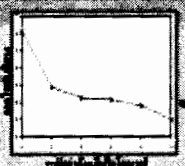




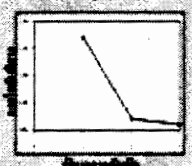
รูปที่ 1 [illegible]



รูปที่ 2 [illegible]



รูปที่ 3 [illegible]



รูปที่ 4 [illegible]

รูปที่ 5 [illegible]

ศึกษา [illegible]

[illegible]

[illegible]

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูด้วยคลื่นไมโครเวฟ

Biodiesel Production from Lard by Microwave

ณาลมัณฑ์ บำเงินรำพล ประทีปชัยกุร**

*โรงเรียนวัชรมฤคทายวิทยา ๒ สงขลา อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180 E-mail: nualnoybua@gmail.com

**มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ 90110

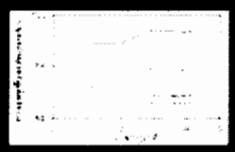
บทคัดย่อ

[illegible]

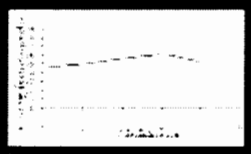
[illegible]

[illegible]

ผลการทดลอง



[illegible]



[illegible]

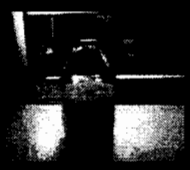
คุณสมบัติ	[illegible]	[illegible]
ความหนาแน่น(kg/m³)	860-880	886
ปริมาณน้ำ(%)	0.2	0.05
จุดไหลเท(°C)	-3 ถึง 12	29
จุดไหลขุ่น(°C)	15 ถึง 18	21

[illegible]

ขั้นตอนการทดลอง

[illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วชนิดกรดไขมันอิสระสูงด้วยถังปฏิกรณ์ขนาด10ลิตร

Methyl Ester Production from High Free Fatty Acid Waste Cooking Oil via a 10 Litres Reactor

กรรณิกา จอมทอง[1*] จุฑามาศ จอมทอง[1**] กำพล ประทีปชัยกูร[2]

โรงเรียนสังวาลวิทย์ 7 อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช 80360

โรงเรียนพัสนาวลัย อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80130

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

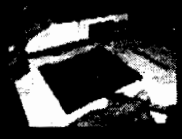
*E-mail: chontong52@hotmail.com **E-mail: jple025@hotmail.com

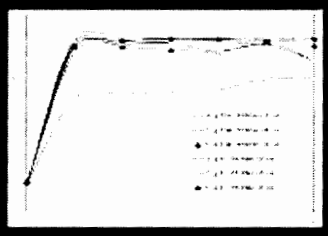
บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วที่มีค่ากรดไขมันอิสระสูงด้วยกระบวนการสองขั้นตอนโดยใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปฏิกิริยาเอสเทอริฟิคชันตามด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิคชันซึ่งใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและใช้ตัวทำละลาย-ไฮ-โดไน-กลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระและเมทิลเอสเทอร์อยู่ในผลผลิต ในการทดลองขั้นเอสเทอริฟิคชันใช้ปริมาณเมทานอลร้อยละ 15 โดยปริมาตร กรดซัลฟิวริกร้อยละ 2 โดยปริมาตรและในขั้นตอนทรานเอสเทอริฟิคชันใช้ปริมาณเมทานอลร้อยละ 23 โดยปริมาตรและแปรค่าตัวเร่งปฏิกิริยาโซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.4, 0.5 และ 0.6 โดยมวลต่อปริมาตร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.4 โดยมวลต่อปริมาตร เวลาในการทำปฏิกิริยา 45 นาทีอุณหภูมิ 60°C ความเร็วรอบในการ 300 รอบต่อนาที จะสามารถทำให้ทดลองเมทิลเอสเทอร์ที่มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.264 โดยมวล

คำสำคัญ : กรดไขมันอิสระ, น้ำมันพืชใช้แล้ว, ไบโอดีเซล, ปฏิกิริยาทรานเอสเทอริฟิคชัน, ปฏิกิริยาเอสเทอริฟิคชัน

ขั้นตอนการทดลอง





อาเลขาร์ พบว่าปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์โดยใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียม 0.4 โดยมวลต่อปริมาตร เวลาในการทำปฏิกิริยา 45 นาที จะได้ความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์สูงสุดเท่ากับร้อยละ 99.264

การศึกษาผลของปริมาณเมทานอลต่อความบริสุทธิ์ของเมทิลเอสเทอร์

พารามิเตอร์คุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซล

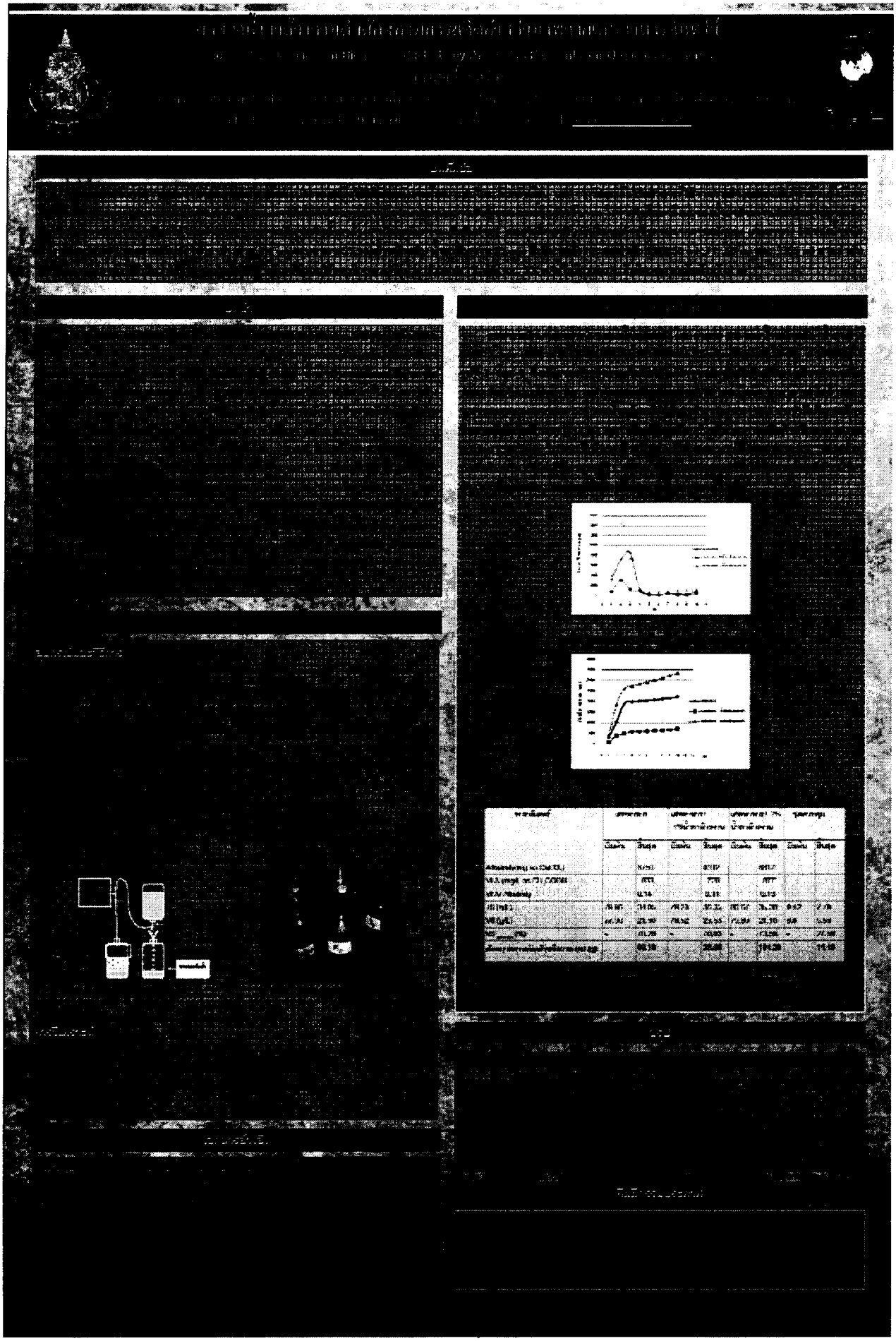
คุณสมบัติ	ค่ามาตรฐาน	ค่าที่วัดได้
ความหนาแน่น (kg/m³)	860-900	872
ปริมาณน้ำในน้ำมัน (% wt)	ไม่เกิน 0.05	0.07
ปริมาณความเป็นกรด (mgKOH/g)	ไม่เกิน 0.8	0.65
จุดขุ่นน้ำ (°C)	-3-12	12
จุดไหลเท (°C)	-15-10	10

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่าตัวทำปฏิกิริยาที่ดีที่สุดคือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.4 โดยมวลต่อปริมาตร เวลาในการทำปฏิกิริยา 45 นาทีอุณหภูมิ 60°C ความเร็วรอบในการ 300 รอบต่อนาที ปริมาณเมทานอลร้อยละ 23 โดยปริมาตรจะสามารถทำให้เกิดเมทิลเอสเทอร์ที่มีความบริสุทธิ์ ร้อยละ 99.264 นอกจากนี้การทดสอบความหนาแน่น ปริมาณน้ำในน้ำมัน ปริมาณกรดต่างๆ จุดขุ่นน้ำ จุดไหลเท เปรียบเทียบกับมาตรฐานกรมธุรกิจพลังงานเรื่องกำหนดคุณลักษณะและคุณสมบัติของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเผาไหม้ภายในแบบดีเซลพบว่า ความหนาแน่น จุดไหลเท จุดขุ่นน้ำ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [illegible] น้ำมันและปริมาณกรดต่างๆ ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานซึ่งจะต้องนำไปปรับปรุงต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) สถาบันวิจัยเทคโนโลยีพลังงานสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร อาจารย์ที่ปรึกษา นายสุวชัย อันทร์ศรี และนายกฤษ สมศัก นักศึกษาปริญญาเอกที่ให้คำแนะนำและสนับสนุนในการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้



การผลิตแก๊สชีวภาพจากกากตะกอนดีแคนเตอร์โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มร่วมกับมูลสุกร

[illegible]

บทคัดย่อ

[illegible]

การศึกษาการหมักกากตะกอนดีแคนเตอร์ร่วมกับมูลสุกรแบบไร้อากาศ พบว่าอัตราส่วนมูลสุกรที่ทำให้ผลิตแก๊สสูงสุด คือ อัตราส่วนผสม 10% รองลงมาคือ 30% และ 50%

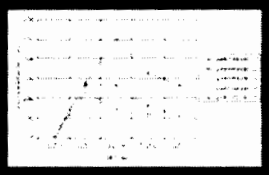
ที่มาและความสำคัญ

[illegible]

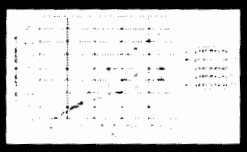
วิธีการทดลอง

[illegible]

ผลการทดลอง



[illegible]



[illegible]

สรุป

การศึกษาการหมักกากตะกอนดีแคนเตอร์ร่วมกับมูลสุกรแบบไร้อากาศ พบว่าอัตราส่วนมูลสุกรที่ทำให้ผลิตแก๊สสูงสุด คือ อัตราส่วนผสม 10% รองลงมาคือ 30% และ 50%

อ้างอิง

[illegible]

กิตติกรรมประกาศ

[illegible]

การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม

Comparison of Biogas Produced by Anaerobic Co - digestion between Pig Manure with Rubber Leaves and Pig Manure with Palm Frond

[illegible]

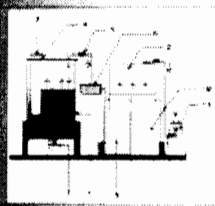
บทคัดย่อ

[illegible] การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ในอัตราส่วน 15 : 1 กิโลกรัม เติมวัสดุหลังจากหมัก 120 L สายให้อุณหภูมิห้อง จากการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพสะสม เท่ากับ 73.12 L และ91.68 L ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการหมัก 15 วัน และเมื่อนำก๊าซชีวภาพ[illegible] ความร้อน 17.4 kcal และ 129.6 kcal ตามลำดับ จากผลการศึกษาบ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์มมากกว่าการหมักมูลสุกรร่วม[illegible]

บทนำ

[illegible] การใช้พลังงานของประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัญหาการขาดแคลนพลังงาน[illegible] ราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้น จึงต้องหาพลังงานทดแทน ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงาน[illegible] ได้รับความสนใจ ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ของเสีย[illegible] สามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพได้แก่ มูลสุกร มูลไก่ เศษอาหาร ชีวมวลอื่นๆ เช่น [illegible] สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซได้ รวมทั้งเป็นการใช้[illegible] ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วิธีการ



รูปที่ 1 แบบจำลองชุดหมักก๊าซชีวภาพ

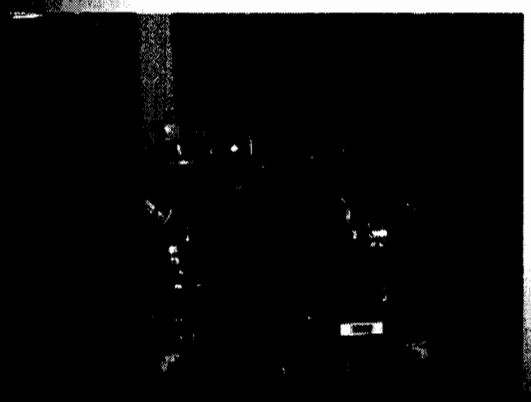
[illegible] ชนิดออกเป็น 2 ชุด

[illegible]ร่วมกับใบยางพารา

[illegible] ใบยางพาราและน้ำในอัตราส่วน 5 : 1 :10 กิโลกรัม น้ำประปาที่ใช้ต้องรองตั้งไว้[illegible] และจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนสด หรือน้ำที่ไม่มีคลอรีน นำมูลสุกรมาหมักเกลี้ยกับ[illegible] ที่ไม่ต้มหอง หรือหมักจนเน่าไป เติมลงหมัก ต่อจากนั้นใส่ใบยางพาราซึ่ง[illegible] ให้ละเอียดสมบูรณ์ซ้ำอัน

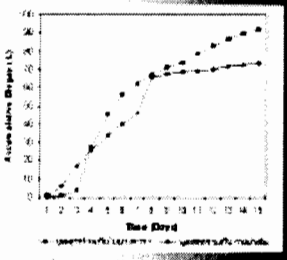
[illegible]ร่วมกับทางปาล์ม

[illegible] ทางปาล์มและน้ำในอัตราส่วน 5 : 1 :10 กิโลกรัม น้ำประปาที่ใช้ต้องรองตั้งไว้เป็น[illegible] และจุลินทรีย์ผลิตก๊าซมีเทนสด หรือน้ำที่ไม่มีคลอรีน นำมูลสุกรมาหมักเกลี้ยกับน้ำให้[illegible] ที่ไม่ต้มหอง หรือหมักจนเน่าไป เติมลงหมัก ต่อจากนั้นใส่ทางปาล์มซึ่งแช่น้ำไว้[illegible] ให้ละเอียดซ้ำอัน หมักทิ้งไว้ 3 วัน จากนั้นเติมมูลสุกร และน้ำในอัตราส่วน 10:10 [illegible] วัดค่า pH โดยควบคุมให้ค่าอยู่ในช่วง 6.5 – 7.5



ผลการทดลอง

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม พบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา และมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม เท่ากับ 73.12 L และ 91.68 L ตามลำดับ จะเห็นว่าก๊าซชีวภาพสะสมจากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์มมากกว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา ดังรูปที่ 3



รูปที่3 แสดงผลรวมการผลิต[illegible]

ผลการศึกษาปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาน้ำ ระหว่างก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วม[illegible] พบว่าปริมาณความร้อนที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม มากกว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา

มูลสุกรร่วมกับใบยางพารา		มูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม	
ครั้งที่	Q(cal)	ครั้งที่	Q(cal)
1	17,400	1	69,800
-	-	2	59,800
รวม	17,400	รวม	129,600

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาน้ำ

สรุป

การศึกษาปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพารา และมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม พบว่าการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม เกิดก๊าซชีวภาพมากกว่าการหมักร่วมกับใบยางพารา และ ปริมาณความร้อนที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม มีมากกว่ามูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ด้วยวิธีการต้มน้ำปรากฏผลปริมาณความร้อนที่ได้จากมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ให้พลังงานความร้อนมากกว่า และจากผลการตรวจสอบน้ำ[illegible] มีค่าสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของค่ามาตรฐาน

อ้างอิง

ก๊าซชีวภาพ : จากปัญหาสิ่งแวดล้อมสู่ประโยชน์ทางด้านพลังงานทดแทน[illegible] (ม.ป.ป.)

[illegible] 2552. ประสิทธิภาพของถังปฏิกิริยาก๊าซชีวภาพจากการ[illegible] ร่วมกับการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการฟอกหนัง. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

กิตติกรรมประกาศ

ศึกษาเตาแก๊สชีวมวลสำหรับการเรียนการสอน

(Study of Biomass Gas Stove for instruction)

รุ้งกราญ วิริยัง* ไสว ทองอินทร์* รณกบ สำเภาทอง และพาณิภัก พุทธสะแสง

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ไพโรจน์ ศรีรัตน์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหลักการทำงาน ประสิทธิภาพของเตาแก๊สชีวมวล และเพื่อออกแบบและสร้างเตาแก๊สชีวมวลจำลองสำหรับเป็นสื่อการจัดการเรียนการสอน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ คือ เตาแก๊สชีวมวลแบบอากาศไหลขึ้น เตาถ่านธรรมดา ไม้ฟืนยางพารา ถ่านไม้ยางพารา และเครื่องมือวัด การทดสอบใช้เตาแก๊สชีวมวล ที่ Reactor เป็นแบบทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร และสูง 45เซนติเมตร ต้มน้ำในการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตความร้อนโดยใช้ถ่านไม้ และไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง การสร้างแบบจำลองเตาแก๊สชีวมวลอย่างง่าย และจัดทำเอกสารประกอบการสอนชุดทดลองเตาชีวมวล แล้วทดสอบการใช้สื่อกับครูประเมินผลสื่อการสอนโดยเพื่อนครูที่เป็นกลุ่มทดลอง

ผลการศึกษาพบว่า

เตาแก๊สชีวมวลมีประสิทธิภาพร้อยละ 10.00 ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ด้วยเตาถ่านธรรมดาที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 7.11 และเตาแก๊สชีวมวลจำลองสามารถใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหมือนกับเตาแก๊สชีวมวลจริง ต้มน้ำ 50 กรัม ให้เดือดได้ มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนร้อยละ 6.12 ผลการประเมินสื่อการสอนนี้มีผลการประเมินความพึงพอใจในระดับ มาก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สชีวมวล
2. เพื่อสร้างแบบจำลองเตาแก๊สชีวมวลสำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอน

วิธีการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สชีวมวล

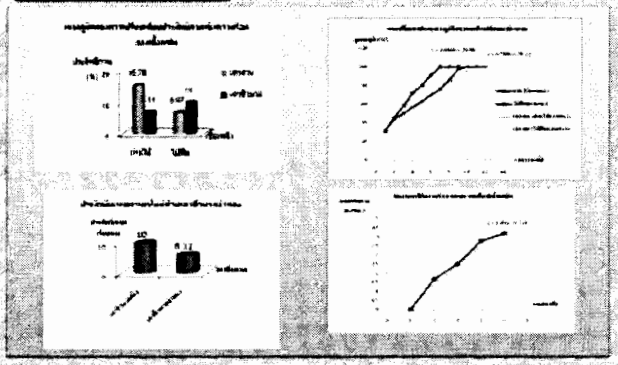
1. หาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ 2 ชนิด ได้แก่ ถ่านไม้ยางพารา และไม้ฟืนยางพาราจากการเผาไหม้ด้วยเตาแก๊สชีวมวล
2. หาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงแข็งที่ใช้ 2 ชนิด ได้แก่ ถ่านไม้ยางพารา และไม้ฟืนยางพาราจากการเผาไหม้ด้วยเตาถ่านธรรมดา
3. การประเมินประสิทธิภาพค่าความร้อนการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเตาทั้ง 2 ชนิด
4. เปรียบเทียบประสิทธิภาพความร้อนของเชื้อเพลิงแข็งจากเตาแก๊สชีวมวล และเตาถ่านธรรมดา

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาการสร้างแบบจำลองเตาแก๊สชีวมวลอย่างง่าย

ขั้นตอนการสร้างเตาแก๊สชีวมวลจำลอง

1. ศึกษารูปแบบ และกระบวนการทำงานของเตาแก๊สชีวมวล
2. ออกแบบเตาแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก
3. เตรียมวัสดุ อุปกรณ์การสร้างเตาแก๊สชีวมวล
4. การสร้างเตาแก๊สชีวมวลตามแบบที่ออกแบบ
5. การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพเตาแก๊สชีวมวลจำลองที่สร้างขึ้น
6. จัดทำเอกสารประกอบการสอนชุดทดลองเตาแก๊สชีวมวล
7. ประเมินผลสื่อการสอนโดยเพื่อนครูที่เป็นกลุ่มทดลอง

ผลการทดลอง



สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาแก๊สชีวมวล

1.1 การหาค่าความร้อนจากการเผาไหม้ด้วยเตาแก๊สชีวมวล

การเผาไหม้ถ่านไม้ ค่าความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เป็น 5,357.97 kJ/kg-K มีประสิทธิภาพร้อยละ 7.11 อุณหภูมิเปลวไฟขณะอุณหภูมิน้ำเดือดคงที่เป็น 663 องศาเซลเซียส การเผาไหม้ไม้ฟืนยางพารา ค่าความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เป็น 3,396.80 kJ/kg-K มีประสิทธิภาพร้อยละ 10.00 อุณหภูมิเปลวไฟขณะอุณหภูมิน้ำเดือดคงที่เป็น 750 องศาเซลเซียส

1.2 การหาค่าความร้อนจากการเผาไหม้ด้วยเตาถ่านธรรมดา พบว่า การเผาไหม้ถ่านไม้ ค่าความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เป็น 4,090.40 kJ/kg-K มีประสิทธิภาพร้อยละ 15.78 อุณหภูมิเปลวไฟขณะอุณหภูมิน้ำเดือดคงที่เป็น 562 องศาเซลเซียส และการเผาไหม้ไม้ฟืนยางพารา ค่าความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เป็น 1,068.40 kJ/kg-K มีประสิทธิภาพร้อยละ 6.97 อุณหภูมิเปลวไฟขณะอุณหภูมิน้ำเดือดคงที่เป็น 547 องศาเซลเซียส

2. การสร้างสื่อการสอนชุดทดลองเตาแก๊สชีวมวล

การออกแบบและสร้างเตาแก๊สชีวมวลเตาขนาดเล็กที่มีการทำงานในการเผาไหม้เชื้อเพลิงเหมือนกับเตาจริงทุกประการ มีประสิทธิภาพร้อยละ 6.12 และผลการประเมินการสร้างสื่อ ผลการประเมินความพึงพอใจในระดับ มาก

การขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็งจากผงถ่านที่ได้จากเศษวัสดุทางการเกษตร

Forming of Solid Fuel Form Agricultural waste materials

รณเดช สัมภาทอง* ไชว หองสินทร์* รุ้งตราญ วิริยัง และพาณิภัค พุทธระแสง
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ไพโรจน์ ศิริวัฒน์
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ความเป็นมา :

ถ่านนับเป็นพลังงานที่ให้ความร้อนอันเป็นภูมิปัญญาที่สืบเนื่องมาจากแต่โบราณ ซึ่งแต่ก่อนนั้นคนโบราณใช้ถ่านและไม้ฟืนในการประกอบอาหาร และถ่านที่นำมาใช้นั้นสามารถผลิตได้จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสูง ทั้งนี้การใช้ถ่านจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรยังช่วยลดการตัดไม้เพื่อผลิตถ่าน ถ่านอัดแท่งจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนถ่านจากป่าธรรมชาติที่กำลังจะหมดไปได้อย่างสมบูรณ์ ถ่านจึงเป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่มีราคาถูก หาได้ง่าย คุ้มค่าการลงทุนกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ประกอบกับชุมชนที่โรงเรียนตั้งอยู่มีอาชีพเกษตรกรรม ทำให้มีเศษจากผลผลิตทางการเกษตรเหลือทิ้งมากมาย อาทิเช่น แกลบ ซังข้าวโพด ปีกไม้ยางพารา และเศษทิ้งไม้ที่เหลือจากการตัด เหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของพลังงานทดแทนฟืนและถ่านได้ การนำเอาเศษวัสดุทางการเกษตร เศษถ่านและผงถ่านที่ไม่ได้ขนาด มาแปรสภาพโดยผ่านกระบวนการอัดแท่ง จึงเป็นการนำเอาเชื้อเพลิงกลับมาใช้ใหม่ อันเป็นการเพิ่มคุณค่า และเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยรักษาและอนุรักษ์ ทรัพยากรป่าไม้ของชาติที่เหลือน้อยลงทุกวันอีกทางหนึ่ง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปถ่านอัดแท่ง วัสดุที่นำมาใช้คือ ผงถ่านไม้ยางพารา ผงถ่านจากลูกตาลโตนด ผงถ่านจากต้นข้าวโพด โดยใช้แป้งมันเป็นตัวประสาน และสร้างแบบจำลองเตาผาถ่านเพื่อนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการจัดการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ :

1. เพื่อนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการ เกษตรมาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปเชื้อเพลิงแข็ง โดยใช้แป้งเป็นตัวประสาน
2. ออกแบบสร้างเตาผาถ่านจำลองสำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอน

วิธีการทดลอง :

ขั้นตอนที่ 1 ในการทดลองนี้ได้จัดชุดการทดลองประกอบด้วยอัตราส่วนผสมระหว่างผงถ่านกับแป้งเป็นตัวประสาน อัตราส่วน 1.25 : 1, 1.5 : 1, 2 : 1, 3 : และ 4 : 1 น้ำหนักผงถ่านผสม 60 กรัม อัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิค ด้วยแรงดัน 10 ตัน อัตราส่วนละ 4 ก้อน นำก้อนถ่านที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก วัดความสูง และอบแห้งที่ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำก้อนถ่านมาหาค่าความคงทนต่อแรงกดกระทบ โดยนำก้อนถ่านอัดแท่งตัวอย่างปล่อยให้ตกลงมาจากที่สูง 2 เมตร ดูว่าแตกหรือไม่ นำมวลส่วนเหลือจากการแตกเป็นผงมาชั่งน้ำหนัก แล้วหาค่า % การแตกหักจาก มวลที่เหลือจากการตกแตก

มวลเริ่ม

เมื่อได้อัตราส่วนของถ่านที่ผ่านการหาค่าความคงทนต่อแรงกดกระทบ แล้วใช้เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปถ่านตัวอย่างและนำไปหาประสิทธิภาพและคุณสมบัติของถ่านอัดแท่ง ดังนี้

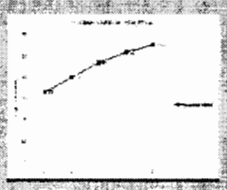
- หาความหนาแน่นและปริมาณความชื้น
- หาค่าความสามารถในการต้านทานต่อแรงกด
- หาค่า bulk density
- หาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิง

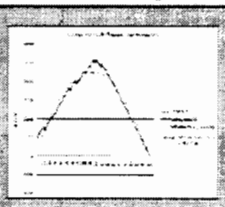
ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบเตาผาถ่านจำลองตรงกับแนวคิดที่ตั้งไว้ โดยการย่อ ส่วนจากเตาผาถ่านขนาด 200 ลิตร ลงมา 100 ส่วน จากนั้นเตรียมวัสดุอุปกรณ์การสร้างเตา เมื่อพร้อมแล้วเริ่มสร้างเตาผาถ่านจำลองตามแบบที่สร้างไว้ นำไปทดสอบการใช้งาน

[redacted]

ผลการทดลอง :

ถ่านที่ได้จากการอัดผงถ่านไม้ยางพาราและลูกตาลโตนด





กราฟทางซ้ายมือแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ (C) กับเวลา (min) ในการนำถ่านอัดแท่งที่ได้ น้ำหนัก 40 g ไปต้มน้ำ 500 ml เป็นเวลา 20 นาที ซึ่งให้ค่าพลังงานความร้อนสูงถึง 680 Cal/g กราฟทางขวามือ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกด(N) กับเวลาที่กด (s) พบว่าถ่านอัดแท่งทนต่อแรงกดได้ถึง 450 Kg

สรุปผลการทดลอง :

ส่วนผสมผงถ่านต่อแป้งเป็นอัตราส่วน 15:1 ดีที่สุดในการขึ้นรูปและมีค่าความคงทนต่อแรงกดกระทบ 100 % โดยใช้แป้งเป็นตัวประสาน ซึ่งอัตราส่วนของตัวประสาน ได้ใช้แป้งอัตราส่วนน้ำต่อแป้งมันสำปะหลัง 10:1 ซึ่งจะมีแป้งเป็นส่วนผสมเพียง 0.01 % เท่านั้น สามารถอัดขึ้นรูปได้ถ่านอัดแท่งที่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติเทียบเท่าถ่านอัดแท่งที่มีขายตามท้องตลาด ซึ่งในอัตราส่วนผงถ่าน 1.5 Kg สามารถขึ้นรูปได้ถ่าน 38 ก้อน ซึ่งแต่ละก้อนจุดติดไฟนานประมาณ 55 นาที โดยเผาไหม้หมด ขี้เถ้าน้อย เขม่าน้อยและไม่มีควัน

กิตติกรรมประกาศ :

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากโครงการครูวิจัย ประจำปี 2553 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้รับการอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่จากสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ขอขอบคุณ รศ.ไพโรจน์ ศิริวัฒน์ และ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร อาจารย์ที่ปรึกษา เจ้าหน้าที่และสมาชิกผู้ร่วมโครงการครูวิจัยทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ตลอดจนเป็นกำลังใจที่ดีตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย

E-mail : krujom_psu@hotmail.com

การเปรียบเทียบสีของหลังคาบ้านที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในบ้าน

[illegible] และ [illegible]

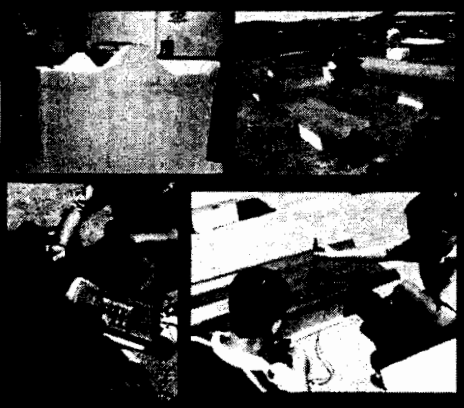
บทคัดย่อ

[illegible]

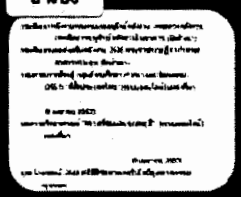
ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนทางซีกโลกเหนือ (North Tropical Zone) ซึ่งอยู่ระหว่างเส้นศูนย์สูตร (Equator) และเส้นลองปิก ออฟ แคนเซอร์ (Tropic of cancer) ด้วยเหตุนี้ทำให้ประเทศไทยมีโอกาสได้รับแดดตลอดเกือบเกือบทั้งปี จากข้อมูลที่กรมอุตุนิยมวิทยาบันทึกมากว่า 50 ปีพบว่า อุณหภูมิของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างชัดเจน ทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย(Mean temperature) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย(Mean maximum temperature) และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย(Mean minimum temperature) ล้วนมีค่าสูงกว่าค่าปกติทั้งสิ้น (กรมอุตุนิยมวิทยา,2553) จากข้อมูลนี้จึงสอดคล้องกับ การสร้างบ้านเพื่ออยู่อาศัยของคนไทยซึ่งจำเป็นต้องใช้วัสดุ อุปกรณ์ ที่ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านต่ำ เป็นสบาย หลังคา นับได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของบ้าน ที่มีส่วนทำหน้าที่ในการป้องกันแดดและความร้อนที่จะถ่ายเทเข้ามาในบ้าน ซึ่งทำให้บ้านมีอุณหภูมิสูงขึ้น สีของหลังคาบ้านมีส่วนในการดูดสีแดดและถ่ายเทความร้อน เข้ามาในตัวบ้าน และปัจจุบันพบว่า หลังคาบ้านมีสีสันแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะพบว่า สีแต่ละสีมีคุณสมบัติการดูดสีแดด และถ่ายเทความร้อนได้แตกต่างกัน หากผู้ปลูกวิจัย จึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบสีของหลังคาบ้าน ที่มีผลต่อการดูดสีแดดและการถ่ายเทความร้อน เพราะ หากอุณหภูมิภายในบ้านเป็นสบาย การใช้พลังงานต่างๆก็จะลดลง เช่น การใช้เครื่องปรับอากาศการใช้พัดลม ซึ่งจากผลการสำรวจการใช้พลังงานในอาคาร บ้านเรือน ส่วนใหญ่ จะสิ้นเปลืองพลังงานไปกับระบบปรับอากาศ ร้อยละ 50-60 อุปกรณ์ให้แสงสว่าง ร้อยละ 16-20 และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ร้อยละ 10-15 ซึ่งในการเลือกใช้สีกระเบื้องหลังคาที่ถูกต้อง อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการประหยัดพลังงานได้ โดยไม่ต้องอาศัยระบบการปรับอากาศ ยอดต้องกับนโยบายการประหยัดพลังงานของประเทศที่ได้กำหนดไว้

วิธีการทดลอง

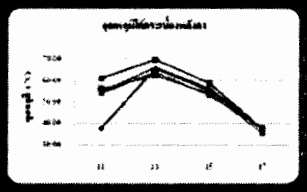


อ้างอิง

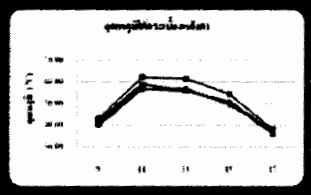


ผลการทดลอง

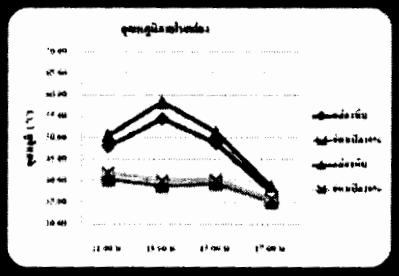
[illegible]



[illegible]



[illegible]



สรุป

จากผลการทดลอง พบว่า กระเบื้องที่มีสีเข้ม (น้ำตาล) มีการถ่ายเทความร้อนสูง ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกระเบื้องที่มีสีอ่อน (สีเทา) ทั้งนี้สอดคล้องกับ การถ่ายเทความร้อนที่สีเข้ม จะมีการถ่ายเทความร้อนมากกว่าสีอ่อนทำให้อุณหภูมิสูง และเมื่อพิจารณาการถ่ายเทความร้อนระหว่างกล่องที่มีช่องเปิด 10 % ของพื้นที่ผิวด้านข้างและด้าน จะพบว่ากล่องที่มีช่องเปิด 10 % จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า จึงเป็นแนวทางในการสร้างบ้านเรือนคือมีหน้าต่าง เพื่อช่วยระบายความร้อนในบ้าน และจากการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ทราบว่า คนส่วนใหญ่จะเลือกกระเบื้องหลังคาสีเข้มมีใช้เหตุการวิทยาศาสตร์ด้านการถ่ายเทความร้อนของสีมาพิจารณาเพื่อตัดสินใจ จึงมีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอุณหภูมิ นอกจากนี้ยังพบว่า คนส่วนใหญ่เลือกกระเบื้องหลังคาน้ำตาล ซึ่งเป็นสีที่ทำให้อุณหภูมิสูงที่สุด ถ่ายเทความร้อนได้สูงที่สุด แทนที่จะเลือกใช้กระเบื้องสีอ่อน (สีเทา) ซึ่งเป็นสีที่ถ่ายเทความร้อนได้น้อยที่สุด หากผู้สร้างบ้านคำนึงถึงหลักการการถ่ายเทความร้อน อุณหภูมิภายในบ้านเป็นสบาย การใช้พลังงานต่างๆก็จะลดลง มีส่วนช่วยในการอนุรักษ์พลังงานที่ยั่งยืนได้

กิตติกรรมประกาศ

[illegible]

การวิเคราะห์หาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารไม้

Analysis heat transter of wood wall

[illegible] และ [illegible]

[illegible]

E-mail: [illegible]@hotmail.com [illegible]@gmail.com [illegible]@gmail.com

บทคัดย่อ

[illegible]

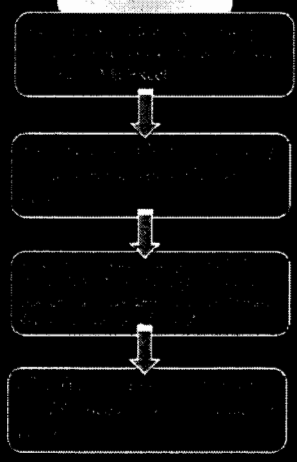
ที่มาและความสำคัญ

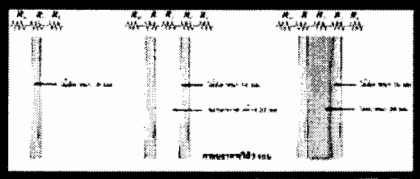
ปัจจุบันตัวเลขการใช้พลังงานในอาคารบ้านเรือนมีอัตราสูงขึ้น จากข้อมูลตัวเลขทางเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2544 การใช้พลังงานทางธุรกิจและที่อยู่อาศัยของประเทศโดยรวม มีการใช้พลังงานอยู่ในลำดับที่ 3 รองจากภาคการขนส่งและภาคอุตสาหกรรม แนวโน้มการใช้พลังงานในสถาบ้านและที่อยู่อาศัย เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องคิดเป็นอัตราการเจริญเติบโตร้อยละ 1.7 ต่อปี (ในช่วงปี 2533 - 2543) ซึ่งส่วนใหญ่ถูกใช้ไปกับการปรับอุณหภูมิภายในบ้าน เพื่อทำให้อุณหภูมิภายในบ้านน่าอยู่อาศัย ดังนั้นการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นเรื่องสำคัญและเร่งด่วน

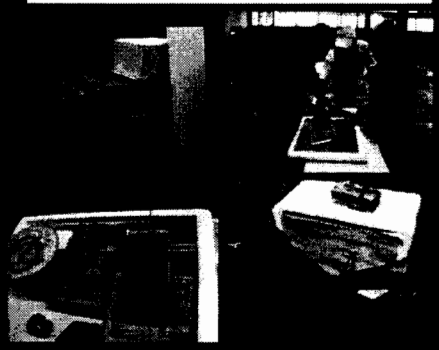
เพื่อลดการใช้พลังงานในการปรับอุณหภูมิภายในบ้าน การเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารในการสร้างบ้านมีส่วนช่วยในการลดอุณหภูมิ และพลังงานความร้อนภายในบ้านได้ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังภายนอกอาคาร หรือค่า OTTV และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร หรือค่า RTTV จะแสดงปริมาณความร้อนเฉลี่ยที่ผ่านเข้ามาในอาคาร โดยขึ้นกับค่าการแผ่รังสีความร้อน และสภาพแวดล้อมของอาคาร

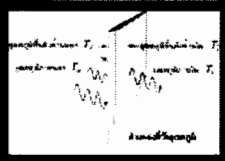
ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนดให้อาคารใหม่หรืออาคารที่สร้างหลังจากวันที่ 12 ธันวาคม 2538 จะต้องมีค่า OTTV ไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร การเลือกใช้วัสดุกรอบอาคาร ความหนาของกรอบอาคาร และลักษณะของหลังคาที่เป็นกรอบอาคาร มีส่วนช่วยในการลดความร้อนที่จะเข้าสู่ภายในอาคาร ดังนั้นทางผู้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารไม้ โดยศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคาร ซึ่งจำลองด้วยโปรแกรม Ms Excel หลังจากนั้นทำการทดลองหาลักษณะของกรอบอาคารไม้ที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำแล้วนำค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารไม้ดังกล่าว มาเปรียบเทียบกันทั้งทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ

วิธีการทดลอง



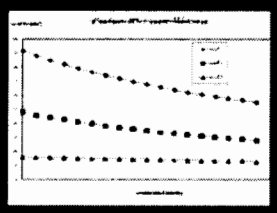




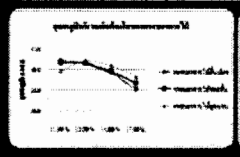


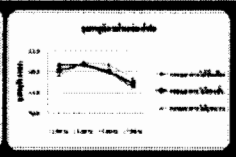
ผลการทดลอง

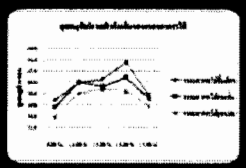
1. ค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารภายในอาคารผ่านกรอบอาคารไม้ โดยการจำลองด้วยโปรแกรม Ms Excel

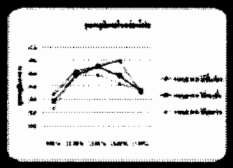


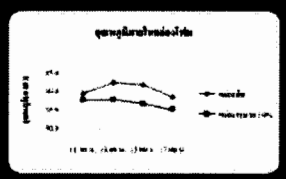
2. ลักษณะของกรอบอาคารไม้ที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ต่ำ











สรุป

จากการทดลองเพื่อหาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารไม้ ทั้ง 3 แบบ กรณีกล่องทึบ และกล่องที่มีช่องเปิด 10% เท่ากัน พบว่า กรณีกล่องทึบ กรอบอาคารไม้ชั้นเดียวมีค่าการถ่ายเทความร้อนสูงสุด อุณหภูมิภายในต่ำสุด ส่วนกล่องที่มีช่องเปิด 10% นั้นกรอบอาคารไม้ชั้นคู่ในคุณภาพ จะมีค่าการถ่ายเทความร้อนที่ต่ำสุด อุณหภูมิภายในต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนที่จำลองด้วย Ms Excel โดยจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนลดลงเมื่อความหนาของไม้อัดเพิ่มขึ้นและเมื่อพิจารณา ถึงกรณีกล่องทึบ ที่ไม่เป็นไปตามแบบจำลองด้วยโปรแกรม Ms Excel อาจเนื่องมาจาก การแผ่ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในกล่องโฟม ซึ่งส่งผลให้มีอุณหภูมิสูงสลอดเวลา ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนมีความคลาดเคลื่อน

อ้างอิง

[illegible]

กิตติกรรมประกาศ

[illegible]

ภาคผนวก ค
เรื่องเล่าประสบการณ์

หนึ่งเดือน...ที่ครูหายไป

กรรณิกา จอมทอง
โรงเรียนสังวาลย์วิท7 อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช
Chomtong52@hotmail.com

ราศีมีน(14-12 เมษายน) ไพ่เดอะเมจิเชียน มีความกระดือรือร้น มีดวงในการเริ่มต้นได้ทำสิ่งใหม่ๆเป็นช่วงที่สนุกสนานท้าทาย การงานหัวแล่น เอาตัวรอดได้ทุกเรื่อง ช่วงนี้อาจเบื่องานหลัก มองหางานเสริม กำลังตื่นเต้นกับการได้ลองของใหม่...“ปิดเทอมนี้เราสองคนพี่น้องจะเดินสายไปอบรมที่ไหนอีก (ปีที่ผ่านมาเราไปอบรมครูพละที่ตรัง10 วัน) ปีนี้ไปฝึกทำวิจัยพลังงานที่ม.อ.หาดใหญ่ดีกว่า” และแล้วเราก็ได้รับการคัดเลือกให้เข้าร่วมโครงการ **กลุ่มไบโอดีเซล** ก่อนมาครูการีบเคลียร์งานที่โรงเรียนและบอกเพื่อนไว้แล้ว “ไม่ต้องมาตามพี่กลับไปทำงานช่วงปิดเทอมนะพี่ไปฝึกทำวิจัย กลับไปแล้วจะเล่าให้ฟัง” ก็โรงเรียนสังวาลวิท 7ของฉันมีงานทำตลอดเวลา (ทั้งผอ.และลูกน้อง work สุดๆ ก็เป็นโรงเรียนผู้นำการเปลี่ยนแปลงนี่คะ)

31 มีนาคม เข้าที่พักหอ 10 หอบหิ้วสัมภาระมามากมายด้วยต้องอยู่นานเป็นเดือนโดยไม่ได้กลับบ้าน แน่นอนทำให้นึกถึงสภาพการเป็นนักศึกษาอีกครั้ง

1 เมษายน ปฐมนิเทศพบปะเพื่อนร่วมโครงการ อาจารย์ที่ปรึกษา และพี่เลี้ยง พี่เลี้ยงของกลุ่มไบโอดีเซลชื่อน้องแก้ว และน้องกฤช ได้บอกให้พวกเราทำใจกับทำ lab ดึก เพราะกลางเดือนทั้งอาจารย์และพี่เลี้ยงจะต้องไปราชการที่ต่างประเทศ

ในเวลาต่อมาสิ่งที่พี่เลี้ยงบอกก็เป็นความจริงพวกเราชาวไบโอดีเซลต้องกลับดึก ดีสอง เพราะต้องรอผลของน้ำมันผลิตภัณฑ์ดั้งต้น ต้องจับเวลาต่อเนื่อง

ขอแนะนำสมาชิกของเราก่อนนะ

น้องยา สาวน้ำหนาว ลาวหล่มสัก ผู้ดำรงชีวิตอยู่ได้โดยการโทรศัพท์ แชทและเล่น MSN ทุกครึ่งชั่วโมงจะมีเสียงโทรศัพท์เรียกเข้า ยาจะเน้นสวยตลอดเวลา แต่งตัวต้องเข้าเซท ทั้งเสื้อผ้าหน้าผม แม้ปักษ์ใต้จะร้อนดับแดกเพียงใด She ยังคงมีผ้าพันคอเพื่อให้เข้ากับชุดที่สวมใส่ มองโลกในแง่ดี กำลังฝึกภาษา พวกพี่ละ กลัวฝรั่งหลอก

น้องแล หนุ่มชุดดำเพียงคนเดียวจากชัยภูมิผู้มาทีหลังและพวกพี่ๆคิดว่าญาติของน้องเสียจึงมีเหตุให้มาร่วมกิจกรรมช้า “ความจริงมันไม่ใช่อย่างที่พี่คิดครับผมติดงานหลักสูตรที่โรงเรียน” ในฐานะที่มาทีหลังจึงต้องช่วยงานของพี่ๆก่อนเป็นการรับน้องใหม่

น้องปุ๊ก สาวน้อยในพื้นที่หาดใหญ่ อารมณ์ดี มีน้ำใจคอยบริการพี่ๆ น้องๆในกลุ่มตลอดเลย ไม่ว่าจะเป็นยานพาหนะ หรือเสบียงที่นำมาส่งกันทั้งครอบครัวน่ารักมาก

พี่ต้อย มาเป็นครั้งที่สองผลงานทางวิชาการเป็นเด่น ตั้งใจมากจนน้องเกร็ง บันทึกข้อมูลได้ละเอียดยิบ ใจบุญสุนัขในมอ.หลายตัวยิ้มได้ขอบคุณในความใจดีที่ซื้ออาหารให้

พี่น้อย วิชาการคนเก่งมีงานเข้าตลอดเวลาแต่ยังคงเจียดเวลาได้เยี่ยม “อัตหิ อัตโน นาโถ ตนเป็นที่พึ่งแห่งตน” สามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองโดยตลอด

น้องปัทม์ สาวนครศรีฯ เอวบางร่างน้อย แต่กินได้ตลอดเวลา เรื่องทดลองเธอเก่งมาก ไมโครเวฟ **บึม!** ควันฟุ้งตลบ เจ้าหน้าที่ห้องข้างๆวิ่งมาดูสถานการณ์เพราะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของเจ้าหล่อน

น้องเปิ้ล น้องของครูกาเอง เราสองคนพี่น้องมักจะทะเลาะกันตลอด คำพูดประจำตัวคือ “คะแนนจิตอาสาเต็มร้อย

ได้โปรดใช้แรงงานพี่เถิด
แต่อย่าให้พี่ต้องใช้สมองมาก พี่RAM น้อย หน่วยความจำเสื่อม ต้องบอกทีละขั้นตอน "พวกพี่สองคนนี้ดลกมากที่บ้านคงครึ้นเครงน่าดู"

อาจารย์ที่ปรึกษา (รศ.กำพล ประทีบชัยกูร) ก็น่ารักมาเยี่ยมทุกวัน บางคืนก็มี KFCพร้อมทั้งพิซซ่ามาฝาก โปรโมชั่นแถมคือ พาพวกเราไปทานข้าวที่บ้านด้วย

น้องแก้ว ว่าที่ ดร. พี่เลี้ยงของเราเด็กไฮเปอร์อยู่นิ่งไม่ค่อยได้ กัดป้าๆได้ทุกคน มุขเยอะมาก คอยช่วยเหลือตลอดและส่ายหน้าน้อยๆเมื่อไม่ได้ดังใจ

น้องกฤช พี่เลี้ยงอีกคนที่ยอมอุทิศร่างกายถวายLab ภูมิใจในผลิตภัณฑ์แฝด แต่ลูกคงจะลืมหน้าพ่อไปแล้ว พวกป้าๆอยู่ดึกพี่เลี้ยงก็ต้องอยู่ด้วย "โปรดเอื้อเฟื้อเด็ก สตรีมีครรภ์และห้ามทิ้งคนชรานะ"

อีก 2 สัปดาห์ครูกาจะได้อะไรกลับไป..... "lab ดึกดึกตลอด 🕑"

อยู่ม.อ.ครบหนึ่งเดือนได้ใช้ชีวิตเป็นเด็กวิศวะ...รู้ทุกดรอกซอกซอยโดยเฉพาะภาคเครื่องกล การปิด-เปิดประตู สวิตซ์ไฟฟ้า แอร์ อยู่ตรงไหน (เหมือนบ้านเอง) เพราะต้องกลับดึกและมาทำงานทุกวันทุกเวลามีค่า ไม่มีคืนไหนกลับก่อน 4 ทุ่มโดยเฉพาะพวกไบโอดีเซลของเราเช้าขึ้นมาก็ต้องเช็คE-mail วันนี้น้องแนน จะมีข่าวสารหรือตามงานอะไรอีก อ.ไพโรจน์มอบหมายงานอะไรเพิ่ม เฮ้อ!เหนื่อยจังเลย **แต่ก็ดีเหมือนกันสถานการณ์**แบบนี้มันทำให้เราเข้มแข็ง อดทน พร้อมพัฒนาตนเองตลอดเวลา ได้เรียนรู้ซึ่งกันและสร้างความสนิทกันมากยิ่งขึ้น มีสุขร่วมเสพมีทุกข์ร่วมด้าน เจอปัญหาอุปสรรคก็ได้เพื่อนนี่แหละที่คอยช่วยเหลือ ทำอะไรไม่ได้ ทำอะไรไม่เป็น พี่เลี้ยงก็ช่วยดูแลอย่างใกล้ชิด ไม่อยากจะบอกเลยว่า "ครูกรรณิกา ทดลองพลาด ผลการทดลองlabไม่ได้ดังที่คิด วิธีการแก้ปัญหาคือการเริ่มทำใหม่ หาสารตั้งต้นใหม่ ลดกรดไขมันอิสระ ในน้ำมันใหม่ คิดอยู่ว่าจะ**ลักไก่ดีไหมหนอ?** ถ้าให้ทำใหม่ต้องเสียเวลาเป็นวัน งานก็มีมาเพิ่มเรื่อยๆ บางกลุ่มปิดlab แล้ว เหนื่อยก็เหนื่อย พี่เลี้ยงพูดคำเดียว **"ทำใหม่ไหม? จะได้ช่วย ถ้าไม่ทำก็ไม่มีใครว่า"** เอาก็เอาว่ะ! อยู่เกือบสิ้นเดือนแล้วจะกลับบ้านแบบมือสิบนิ้วเหรอ ไม่ได้อะไรกลับไปเลยหรือ แม้แต่วิธีการที่ถูกต้อง อยากรู้ว่ามันพลาดตรงไหน ทำไมมันจึงเป็นอย่างนั้น **ครูกาสู้! สู้!✌** เราสองคนพี่น้องจึงทั้งต้องพาร่างกายอันบอบบาง บั้นท้ายอันสวยงามเบียดถังน้ำมันถังอื่นๆ เข้าไปขนน้ำมันอีก 100 ลิตรที่พักไว้นิ่งๆในซอกเล็กๆที่ไม่มีใครเหลียวแลมาเกือบ 2 ปีถังนั้นอีก (รวมแล้วมาอยู่ 30วัน ใช้น้ำมันของภาคไป 200ลิตร อ.กำพล คงไม่ว่านะคะ) และแล้วประโยคที่ว่า **"พยายามอยู่ที่ไหน มันก็อยู่ที่นั่นแหละ"** เป็นจริง หลังจากใช้เวลาอีก 1คืนเต็ม (กลับดึกอีกแล้ว ตี 1.30น.) ทำการทดลองซ้ำหาจุดบอด ปรากฏว่าความบริสุทธิ์ของน้ำมันที่เราร่วมกันทำใหม่นั้นมีค่าถึง 99.264

ปีหน้าถ้าใครจะมาร่วมโครงการและทำเรื่องเกี่ยวกับไบโอดีเซล ครูกามีเคล็ดลับการดูแลตัวเองมาฝาก เพื่อท่านจะได้ดำรงชีวิตด้วยความสุขอยู่หน้าห้อง lab

1.ต้องทำใจกับการนอนดึก รักษาสุขภาพด้วย เตรียมทำการบ้านมาบ้าง.... โดยเฉพาะเรื่องไบโอดีเซล รื้อฟื้นความรู้ด้านเคมี การทดลอง การใช้อุปกรณ์พื้นฐาน ควรมีความรู้เกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต การใช้โปรแกรมพื้นฐานกราฟ การติดต่อทางFace book การส่งงานทาง E-mail

2.ควรเตรียมเสื้อผ้าที่เหมาะกับการทำlab การทำความสะอาดอุปกรณ์ (ล้างเครื่องแก้ว)ต้องระวังเพราะของแพง รองเท้าควรหุ้มข้อเผื่อโดนกรด ยาทากันยุงบางวันก็มีมาก ถุงมือผ้ากันร้อนเพราะต้องใช้น้ำร้อนล้างไบโอดีเซล ผ้าปิดจมูกถ้าท่านยังไม่คุ้นกับกลิ่นของน้ำมันอีกทั้งไว้ป้องกันไอระเหยจากสารเคมีด้วย กล้องถ่ายรูปไว้เก็บช๊อตเด็ดๆ💣 ปลั๊กไฟสำหรับโน๊ตบุ๊ค(เพราะไม่รู่ว่างเลย) USB ไว้จุ๊บcopyงาน แต่ ☠โปรดระวังไวรัส! อ้อ!ที่ขาดไม่ได้คือเสบียง เช่น บะหมี่สำเร็จรูป มะขามเปรี้ยวๆ ลูกอม กาแฟ และเรื่องตลกๆเอาไว้หัวเราะรอบดึก

3.มนุษยสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมอุดมการณ์โดยเฉพาะถ้าท่านทำอะไรไม่เป็นเลย และต้องการความช่วยเหลือเพื่อนและพี่เลี้ยงของท่านจะช่วยท่านได้

4.จาก 3 ข้อแรกคือสิ่งที่ท่านต้องเตรียมมา แต่ข้อ 4 คือสิ่งที่ท่านจะได้รับกลับไปบ้างไม่มากก็น้อย ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล☺ ได้ใช้พี่เลี้ยงให้เกิดประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ ได้พัฒนาตนเองตลอดเวลา คาดว่าท่านจะจัดกิจกรรมโครงงานได้เก่ง มีความคิดสร้างสรรค์ด้วยทักษะการเชื่อมโยง การตั้งคำถาม การสังเกต การทดลอง ได้แนวทางการสร้างชุดการเรียนรู้และสื่อการสอน ได้กระบวนการกลุ่มเพื่อเรียนรู้ร่วมกัน **ได้เครือข่ายเพื่อนมิตรภาพไม่มีวันสิ้นสุด ไปเหนือ-ล่องใต้ อย่าลืมเรียกหา เพื่อนครูวิจัย**

เมื่อพ่อมาทำงานวิจัย

นายขจรศักดิ์ นกร่อน
โรงเรียนศรีบรรพตพิทยาคม อ.ศรีบรรพต จ.พัทลุง
kajhonsa@hotmail.com

แก้ว ลูกรัก

ลูกจำได้ไหมเมื่อสองปีที่แล้วที่พ่อของลูกต้องไปอยู่กาฬสินธุ์เป็นเวลา 1 เดือน แล้วลูกกับแม่ตามขึ้นไปฉลองสงกรานต์กันที่กรุงเทพฯ ปีนี้พ่อมาในโครงการเดียวกันแต่เป็นศูนย์วิจัยพลังงาน ซึ่งมีคณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อ.หาดใหญ่เป็นแม่งาน ชีวิตของพ่อโชคดีอยู่อย่างหนึ่งคือ มีสิ่งใหม่ๆเข้ามาให้พ่อได้เรียนรู้อยู่เรื่อยๆ ครั้งนี้ก็เช่นกันมีเรื่องอะไรบ้างละ

1.ได้พบปะน้องๆผู้เข้าร่วมอบรม ที่แค่เห็นแววตาของพวกเขาแล้วพ่อคิดว่าวงการศึกษาไทยคงไม่อับจนเสียทีเดียวเพราะเห็นความมุ่งมั่น ความกระตือรือร้น พลังที่อัดแน่นในตัว(เหมาะสมแล้วที่เลือกศูนย์พลังงาน) ซึ่งพ่อจะไม่พบสิ่งเหล่านี้ในบรรยากาศที่โรงเรียนของพ่อเลย การมาที่นี่เท่ากับการเติมเชื้อไฟให้พ่อเป็นอย่างดี

2. ได้พบครูดี การได้ครูดีเป็นมงคลชีวิตอย่างหนึ่ง เท่าที่สัมผัสครูที่ศูนย์พลังงานมีศักยภาพการเป็นครูที่ดีทุกคนแต่ที่พ่อได้สัมผัสครู 2 ท่านนี้มากกว่า คนแรก ครูไพโรจน์ พ่อรู้จักครูไพโรจน์ตั้งแต่ทำครุวิจัยยางพาราติดตามงานของท่านมาโดยตลอด ที่จริงสิ่งที่ครูไพโรจน์ถ่ายทอดมีมากมายแต่สิ่งที่โดยใจพ่อมากที่สุดคือ **ความสัมพันธ์เชิงอำนาจไม่ก่อเกิดกระบวนการเรียนรู้** การที่เราจะสอนใครได้ได้ดีจะต้องสร้างความยอมรับซึ่งกันและกัน เชื่อใจกันและไว้วางใจกัน(Trust) ซึ่งตรงกับสิ่งที่พ่อปฏิบัติกับนักเรียนเพราะหลังจากที่พ่อให้ความสนิทสนมกับนักเรียน นักเรียนจะเข้ามาหาพ่อมากขึ้นซึ่งก่อให้เกิดการเรียนร่วมกัน แต่ยังมีปัญหาอย่างหนึ่งที่พ่อแก้ไม่ตกคือ เมื่อเราสนิทกับนักเรียนมากขึ้น นักเรียนบางคนก็จะเลยเถิด (คงคิดว่าเราเป็นเพื่อนเล่น) ต้องปรามอยู่บ่อยๆ คนที่สองครูสุเมธ แม้พ่อจะได้พบกับครูสุเมธน้อยแต่การพบคนที่รู้จริง รู้ลึกในเรื่อก๊าซชีวภาพ

ก็ทำให้พ่อได้กระจ่างในเรื่องขึ้นบ้าง แม้ยังมีเรื่องราวที่จะต้องเรียนรู้อีกมากก็ตาม

3. อยู่ที่นี่พ่อมีโอกาสในการแสวงหาความรู้ตลอดเวลา พ่อเข้าค้นคว้าในห้องสมุดคุณหญิงหลงค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องวิจัยทางอินเทอร์เนต ปรึกษาน้องๆที่เป็น menter เกี่ยวกับงานวิจัย รู้ไหมกว่าจะได้เรื่องที่ดำเนินการอยู่ ณ วันนี้ พ่อเปลี่ยนหัวข้อเรื่องมาแล้ว 3 เรื่อง ซึ่งแต่ละเรื่องได้มีการค้นคว้าข้อมูลพื้นฐานมาแล้วทั้งสิ้นแต่เมื่อค้นคว้ามาถึงจุดหนึ่งเราก็ตระหนักว่ามีข้อจำกัดทำให้ไม่สามารถเดินต่อได้ เราก็ต้องเปลี่ยนหรือปรับหัวข้อวิจัยใหม่ นี่คือประโยชน์อย่างหนึ่งของงานวิจัย

4. พ่อได้ปรับพฤติกรรมตนเองมากขึ้น อยู่ที่นี่พ่อเกือบไม่ได้ดื่มเลยน้องๆ เขากินแต่ข้าวไม่ค่อยมีใครกินยอดข้าว (ลูกกับแม่ต้องดีใจแน่เลย) หากไม่ติดภาระอะไรตอนเช้าพ่อจะวิ่งรอบอ่างเก็บน้ำ ตอนเย็นก็ตีเทนนิสบ้างเล่นฟุตบอล กับเด็กๆบ้าง เทนนิสนี้พ่อไม่ได้ตีมาตั้งแต่จบมหาวิทยาลัย นึกแล้วอิจฉานักศึกษาที่นี่จริงๆ ที่มีกีฬาให้เล่นอย่างหลากหลาย

5. กุศโลบายการหลอมพฤติกรรมที่เยี่ยมยอดของทีมงานครุวิจัยพลังงาน โดยทั่วไปการจัดประชุมจากผู้เข้าประชุมที่มีความหลากหลายทั้งด้านพื้นฐานการดำรงชีวิตการศึกษา อายุ ยิ่งวงการครูยิ่งหลากหลายเป็นทวีคูณเพราะเพราะต่างจบมาจากสถาบันที่หลากค่าย เรียกว่าแต่ละคนพก "อัตตา"มาเต็มที่วิธีการโดยทั่วไปในการหลอมพฤติกรรมก็จะมีการจัดกิจกรรมที่เป็นเกมส์ ต่างๆ แต่ที่นี่จัดให้ล่องแก่งซึ่งแต่ละลำเรือต้องช่วยกันประคองเรือนอกจากนี้ยังมีการอทีมเพื่อรวมทีมเป็นช่วงๆ การที่คนเราได้มาผจญภัยด้วยกัน เสี่ยงอันตรายร่วมกัน มันทำให้ทุกคนเทใจให้แก่กันอย่างหมดใจ

พ่อรำพึงรำพันมามากแล้ว มีโอกาสพ่อจะเขียนมาใหม่ ที่โน่นอากาศหนาวแล้วรักษาสุขภาพด้วยฝากบอกพี่กล้าด้วยหากเลื่อนวันกลับได้ก็จะดีเพราะขณะนี้สถานการณ์ในกรุงเทพฯ ไม่สู้ดี นึกแล้วสงสารประเทศไทยจริงๆ

จดหมายฉบับที่แล้วลูกคงรับรู้บ้างแล้วว่าพ่อมาทำอะไรในช่วงเดือนเมษายน ที่ มอ.หาดใหญ่ ครั้งก่อนพ่อเล่าให้ฟังเรื่องการเปลี่ยนแปลงบางประการในการที่พ่อมาอยู่ที่นี่ แต่ครั้งนี้พ่อจะเล่าให้ฟังเรื่องการเปลี่ยนแปลงวิธีคิดที่พ่อได้จากที่นี่

พ่อได้สัมผัสกับการผลิตก๊าซชีวภาพเมื่อ 30 ปีที่แล้วเพราะย่าของลูกท่านเลี้ยงหมู เป็นการเลี้ยงหมูในชุมชนจึงเกิดกลิ่นที่รบกวนเพื่อนบ้าน ย่าท่านเป็นคนทันสมัยจึงใช้วิธีการทำบ่อก๊าซจากขี้หมูซึ่งแก้ปัญหาทั้งเรื่องกลิ่นและการได้ก๊าซชีวภาพ สิ่งที่พ่อรับรู้ในขณะนั้นและต่อๆมาคือการนำขี้หมูและน้ำล้างคอกหมูใส่บ่อเก็บแล้วเกิดก๊าซจากนั้นก็ต่อท่อมาใช้

เมื่อพ่อมาเป็นครูสอนวิชาชีววิทยาความรู้เรื่องนี้ก็ยังไม่เปลี่ยนแปลงเพราะต้องเตรียมสอนหลายวิชา จวบจนพ่อมาอบรบครุวิจัยที่นี่ ทำให้พ่อได้รับรู้ถึงกระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพว่ามีขั้นตอนและกระบวนการอย่างไร โดยพ่อเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำวิจัย รู้ไหมกว่าพ่อจะได้หัวข้อเรื่องที่ทำวิจัยพ่อต้องผ่านการคิดแล้วคิดอีกเพราะหัวข้อเรื่องบ้างข้อมีข้อจำกัดด้านเวลาบ้าง สถานที่บ้างซึ่งก็มีประโยชน์คือเราได้ศึกษาปัญหาเบื้องต้น ได้ค้นคว้าข้อมูลพื้นฐานและแล้วพ่อก็ได้หัวข้อวิจัย

เมื่อได้รับความรู้พื้นฐานจาก อ.สุเมธ อ.ที่ปรึกษาทบทวนปฏิบัติการพื้นฐานโดยนักวิทยาศาสตร์พี่เลี้ยง และเริ่มปฏิบัติการวิจัยจนสิ้นสุดกระบวนการพ่อก็พบว่าสิ่งพ่อคิดว่าเป็นความรู้เกี่ยวกับก๊าซชีวภาพมาก่อนมันเป็นแค่ผลลัพท์ของสิ่งที่เราสังเกตเหมือนกับที่ชาวสวนยางรู้ว่าต้องตัดยางอย่างไรเมื่อไร จึงจะได้น้ำยางมาก แต่ไม่ทราบว่าเหตุใดจึงได้น้ำยางมาก ซึ่งพ่อคิดว่าเรื่องในลักษณะนี้มีอยู่เป็นจำนวนมากจึงคิดว่าวิทยาศาสตร์และกระบวนวิจัยสามารถตอบปัญหานี้ได้ อย่างเช่น โครงการวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น สนับสนุนโดย สกว.ที่ใช้วิทยาศาสตร์ตอบโจทย์ปัญหาของท้องถิ่น วันนี้พ่อได้รับรู้กระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพผ่านกระบวนการวิจัยแล้วส่วนหนึ่งซึ่งยังน้อยนิดเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ความรู้ในเรื่องนี้ที่ทั่วโลกก็มีการศึกษาเรื่องนี้อย่างกว้างขวาง

เมื่อศึกษาเรื่องก๊าซชีวภาพพ่อได้รับรู้ด้วยความแปลกใจว่าประเทศต่างๆมีความตื่นตัวในเรื่องนี้กันมาก แม้แต่ในประเทศในแถบหนาวอย่างสวีเดน ที่พัฒนาถึงขั้นใช้ก๊าซชีวภาพในรถยนต์แล้ว ประเทศ

สารขัณฑ์ของเราที่มีความเหมาะสมทั้งอุณหภูมิ วัตถุดิบ และราคาเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้าที่นับวันมีมูลค่าสูงขึ้น ยังกลับด้วมเดี้ยมเรื่องพลังงานทางเลือกอยู่ มาถึงตรงนี้ลูกคงทายใจว่าพ่อคงพูดว่า สงสาร.....อีกละซิ ไม่ละ ณ วันนี้ สถานการณ์ปัจจุบันมันพ้นคำว่าสงสารไปแล้ว

แล้วพ่อจะนำความรู้มาทำอะไร ? พ่อคิดไว้แล้วจ๊ะ เรื่องแรก พ่อจะนำกระบวนการหมักก๊าซชีวภาพมาออกแบบกระบวนการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยา ในเรื่องการหมักแบบไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนซึ่งปกติใช้ยีสต์เป็นเชื้อหมัก เรื่องที่สองพ่อจะลองไปช่วยลุงสวัสดิ์แก้ไขบ่อก๊าซชีวภาพที่ลุงใช้เศษอาหารหมักให้เกิดก๊าซซึ่งเกิดก๊าซแต่จุดไฟไม่ติด คงต้องรบกวน อ.ที่ปรึกษา ของสถานวิจัยพลังงาน มอ. อีก ก็เราเป็นเครือข่ายเพื่อพัฒนาองค์ความรู้กันแล้วนี่

มีเรื่องความประทับใจมากมายที่ไม่อาจบรรยายในช่วงเวลาที่ผ่านมาในศูนย์ฯ ที่สำคัญคือการได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ แม้น้อง ๆที่มามีประสบการณ์สอนน้อยแต่ก็มากด้วยความมุ่งมั่น เราก็มีกำลังใจขึ้นว่าการศึกษาในอนาคตคงไม่อับจนมากไปกว่านี้ ขอบคุณศูนย์ฯ ที่ให้โอกาส ขอบคุณเพื่อน ๆร่วมครุวิจัยทุกคน โดยเฉพาะกลุ่ม
ไบโอก๊าซ อ.สุเมธ ขอบคุณน้องอิศ น้องเก๋ นักวิทยาศาสตร์พี่เลี้ยง ที่ดูแลทุกอย่างเป็นอย่างดี ว่าง ๆก็มาเที่ยวพัทลุงบ้าง

เพื่อนต่างถิ่น มิตรต่างแดน...ครุวิจัย 53

จรูญ อินเอก
โรงเรียนบ้านนาทองสุก อ.นาหม่อม จ.สงขลา
i.charoon@yahoo.com

ความตั้งใจที่จะเข้าร่วมโครงการครุวิจัยก็เป็นจริงจนได้ในรุ่นที่ 3 ปี 2553 จากการพลาดโอกาสในรุ่นที่ 2 เพราะความไม่พร้อม ความลังเล ประกอบกับการเปิดตารางการอบรมเป็นเวลา 1 เดือน ในช่วงเดือนเมษายน ที่ต้องสละทุกอย่างไปมีชีวิตใหม่ ณ หอพัก มอ. (เป็นเด็ก ม.อ. ตอนแก่)

แต่จากการติดตามข่าวสารของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ทำให้ทราบว่าครูจากทั่วประเทศที่อยู่แดนไกลอุดส่าห์มาเข้าร่วมโครงการมากมาย ครูเหล่านั้นต้องเดินทางมาด้วยความยากลำบาก และต้องพลัดพรากจากครอบครัว ลูกเล็ก ๆ(...โชคดีที่ได้ห่างคนที่บ้าน....อิอิ) มาอยู่ในพื้นที่ที่มีข่าวออกไปไม่ค่อยดีนัก

ในขณะที่เรา (ครูในพื้นที่ 5 จังหวัด โดยเฉพาะในจังหวัดสงขลา) ซึ่งเป็นที่ตั้งของสถานที่อบรม กลับมีครูที่เข้าร่วมโครงการน้อยกว่าจังหวัดอื่น ๆ ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น.....??????

ความตั้งใจจริงที่บังเกิดขึ้นในปี 2553 ถึงเป็นอย่างไรก็ต้องเข้าร่วมโครงการปีนี้ให้ได้ แต่พอถึงเข้าจริง ๆ สิ่งที่ไม่คิดก็ไม่เปิดโอกาส อุปสรรคต่าง ๆ มากมาย... แต่ถ้าเราตั้งใจจริง ก็สามารถกำจัดอุปสรรคออกไปทีละอย่างจนหมดได้...จึงตัดสินใจเดินทางมาสมัครที่ภาควิชา พบกับเจ้าหน้าที่...(ที่จำได้ พี่ดรี พี่แนน พี่อะไรอีกมากมาย) เขาบอกว่าเต็มแล้ว แต่ผมก็ฝากชื่อ และที่อยู่ ไว้ว่าถ้าหากมีใครสละสิทธิ์ กรุณาช่วยติดต่อด้วย ผมคิดว่าคงหมดหวังอีกตามเคยในปี 53 แต่โชคดีมีเสียงโทรศัพท์จากเจ้าหน้าที่ให้เข้าร่วมประชุมกับครูในพื้นที่ 5 จังหวัด ซึ่งผมส่งเรื่องที่จะวิจัยกับทางศูนย์ในหัวข้อ “การผลิตแก๊สชีวภาพ”

1 เม.ย 53

◉ 08.00 น. ณ ห้องประชุมมงคลสุข ผมได้พบกับเพื่อนครูที่เข้าร่วมโครงการ คนแรก นาย ชาญ แซ่ม้า(ชาญ) รร. บ้านดาก "ประชาวิทยาคาร" จ. ดาก ได้พูดคุยถามทุกข์สุข การเดินทางมายัง มอ.ที่พัก รู้สึกภูมิใจกับครูด่างถิ่นที่มีความพยายามแบกสัมภาระ บากบั่น อดหลับ อดนอน แถมรถดุ๊กๆๆหลอกค่าโดยสารเอาด้วย(เป็นธรรมดาและโอกาสทอง...)

◉ 09.00-21.00 น. กิจกรรมสันทนาการและรับประทานอาหารเย็นร่วมกัน และมีทีมวิทยากรจัดสันทนาการที่ดีมากพร้อมกับการรายงานตัวของผู้เข้าร่วมอบรมทีละคน... จนไปถึง

น้องโจ้ (นาย ยุทธศาสตร์ ฮาดดา)...โรงเรียนบ้านต้องโคกกะแซ ด.บ้านต้อง อ.เซกา จ.หนองคาย ความสามารถพิเศษคือ ร้องเพลงเก่งมาก ชอบถ่ายภาพและอื่นๆแต่ที่ผมประทับใจคือน้องเขาเดินทางมาด้วยรถไฟฟรี และรถไฟมาเสียกลางทางบริเวณ อ.ไชยา สุราษฎร์ กว่าถึง ม.อ. (ก้นคงบวม ช้ำไปมากนะน้อง) นี่แหละความพยายาม ความอุตสาหะ ความตั้งใจจริงของครูด่างภาค ผมในฐานะครู 5 จังหวัด ยอมรับเพื่อนครูที่มาจากภาคอื่นด้วยใจเกินร้อยจริงๆๆ

เพื่อนต่างถิ่น มิตรต่างแดน

2 เม.ย 53

◉ 08.00 น. เข้าอบรมตามกำหนดการและทำความรู้จักเพื่อนครูทั่วประเทศ ได้รู้จักสนิทสนมด้วยความจริงใจเป็นกันเอง

3 เม.ย 53

◉ ทัศนศึกษาอารยะธรรม วิถีโหนด-นา-เล จังหวัด สงขลา พร้อมแนะนำสิ่งดีๆให้เพื่อนครูจากภาคอื่นให้ลองชิม (หลอกก่อนแล้วจึงบอกว่าห้ามกิน) โดยเฉพาะสาวเมืองแพร่...ลาแพน หล้าคำมี

© อินทผาลัมเมืองใต้ (มะขามเปียก)
© เกาลัดสงขลา (ลูกคูระ)
© ใบไม้กลิ่นหอมไว้ดม (ต้นเหงือกปลาหมอ)

ร่องเรือชมทะเลสาบสงขลา

ผลิตภัณฑ์โหนด-นา-เล

4-9 เม.ย 53

◉ ออกแบบทำงานวิจัย รายงานความก้าวหน้าของแต่ละกลุ่มครั้งที่ 1 ซึ่งจะเล่าการทำวิจัย การออกแบบครั้งต่อไป (**27 เม.ย 53**) สำหรับครั้งนี้จะเล่าประสบการณ์ที่มีต่อเพื่อนครู ครูวิจัยก่อน

แก็สชีวภาพ

10 เม.ย 53

◉ ทัศนศึกษางานวิจัยท้องถิ่น สภาพแวดล้อมของ อ.ละงู อ.มะนัง อ.ควนกาหลง จ. สตูล

◉ 13.00-17.00 น.ศึกษาแหล่งธรรมชาติสายน้ำ อ.มะนัง โดยการล่องเรือไปตามลำคลอง "ล่องแก่ง" โดยนำเพื่อนครูจากภาคอื่นไปด้วย

© สาวหนุ่ยจาก จากจันทบุรี สาวท่อนเดียว

© สาวยะห์ จากปัตตานี แมะน้อย

© สาวนิด จากขอนแก่น นายท้ายเรือ

© สาวปุ๊ก จากสงขลา ได้รับอุบัติเหตุ เพื่อนเป็นห่วงกันมาก หมดสนุกไประยะหนึ่ง แต่หลังจากทราบข่าวไม่เป็นอะไรมาก เพื่อนๆก็หายเป็นห่วง

© สาวแพนหล้า จากแพร่ ไม่จุลำเรือ (เรือกว้างประมาณ 1 เมตร) แต่ผู้โดยสาร... ขนาดเท่าไหน???

© น้องบ๊อบไม่ได้ไปเนื่องจาก..ม..ไม่อนุญาตเสียดายจัง โอกาสหน้าคงจะอนุญาต

ศึกษาแหล่งธรรมชาติสายน้ำ

ศึกษางานวิจัยท้องถิ่น

ได้อะไรจาก...ครูวิจัย

เริ่มต้นของการทำวิจัย หลังจากได้เข้ารับการอบรมจากอาจารย์ก็เริ่มขึ้นด้วยการไปดูสถานที่ทำวิจัย อุปกรณ์ที่ใช้ในการหมัก การเก็บข้อมูล แหล่งวัตถุดิบ ที่จะนำมาใช้ในกระบวนการหมัก ตลอดถึงวัตถุประสงค์ของพี่เลี้ยง โดยมีผู้ช่วยวิจัยคอยแนะนำ กลุ่มไบโอแก๊ส ได้รับหัวข้อวิจัย ในเรื่อง **การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรร่วมกับ ใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม** โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

1. ศึกษาแนวทางการผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม
2. ศึกษาปริมาณแก๊สที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม
3. ศึกษาปริมาณพลังงานความร้อนที่ได้จากมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์มโดยนำก๊าซที่ได้ไปต้มน้ำ

ขั้นตอนการวิจัย

1. **การเตรียม**
   - มูลสุกร 10 กิโลกรัม
   - ใบยางพาราแห้ง 1 กิโลกรัม
   - ทางปาล์มหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ 1 กิโลกรัม
   - น้ำสะอาด 50 ลิตร

   ใบยางพาราและทางปาล์ม แช่น้ำเป็นเวลา 1 คืน
2. **การหมัก**
   - นำมูลสุกรแบ่งเป็น 2 ถัง ถังละ 5 กิโลกรัม ผสมน้ำถังละ 10 ลิตร คนให้เข้ากันได้ความเข้มข้นเต็มที่ ไม่เหลวหรือหนืดจนเกินไป เทลงไปในถังหมัก
   - นำใบยางพารา และทางปาล์มที่ผ่านการแช่น้ำแล้ว ใส่ในถังหมักอย่างละ 1 ถัง
   - ปิดฝาให้แน่น ตั้งทิ้งไว้ 3 วัน
   - นำมูลสุกร 20 กิโลกรัม ผสมน้ำให้เข้ากัน ไม่เหลวหรือหนืดจนเกินไป เติมลงไปในถังหมัก ถังละ 10 กิโลกรัม
3. การหาปริมาตรแก๊ส
   - อ่านค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดจากการหมักของแต่

ละถัง จากเครื่องวัดปริมาตรแก๊ส (Gas Counter) ผลการเกิดแก๊ส ทางปาล์ม 91.68 ลิตร ใบยางพารา 73.12 ลิตร

4. หาปริมาณพลังงานความร้อน;;

- โดยการต้มน้ำ ระหว่างแก๊สที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับ ทางปาล์ม ปรากฏว่าปริมาณความร้อน

ใบยางพารา 17,400 cal

ทางปาล์ม 129,600 cal

สรุปผลการวิจัย

1. ปริมาณแก๊สที่ได้จากการหมักมูลมูลสุกรร่วมกับทางปาล์มจะมีปริมาณมากกว่ามูลสุกรร่วมกับ ใบยางพารา

2. ปริมาณพลังงานความร้อนที่ได้จากการหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์มจะมีปริมาณพลังงานความร้อนมากกว่ามูลสุกรร่วมกับใบยางพารา

การนำไปประยุกต์ใช้ที่โรงเรียน

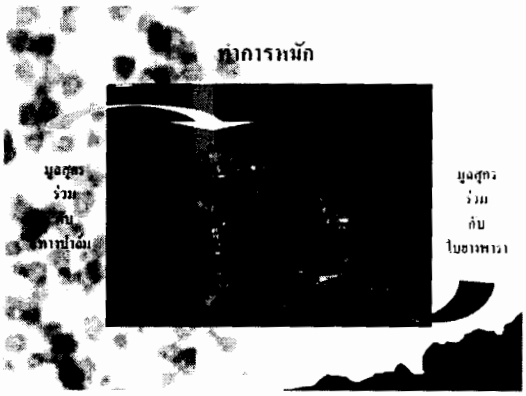
หลังจากจบการอบรมในครั้งนี้ ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบถังหมักแก๊สชีวภาพ(Model) ที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตแก๊สได้จริง 1 ชุด และเป็นแบบอย่างในการขยายผลต่อไป

2. ได้ความรู้เกี่ยวกับก๊าซชีวภาพ ขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนประกอบถังหมัก ขั้นตอนประกอบถังเก็บแก๊ส วิธีการนำไปใช้ การบำรุงรักษา

3. ได้สื่อการเรียนการสอน เรื่องการผลิตแก๊สชีวภาพ 1 ชุด

4. สามารถเป็นแบบอย่างให้กับชุมชน และชุมชนสามารถนำไปผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์ใช้ในระดับครัวเรือนได้



ครุวิจัยให้อะไรมากกว่าที่คิด

จุฑามาศ จอมทอง
โรงเรียนทัศนาวลัย อ.จุฬาภรณ์ จ.นครศรีธรรมราช
jple025@hotmail.com

แรกเริ่มเดิมทีฉันได้เห็นเอกสารเชิญครูเข้าร่วมโครงการครุวิจัยของมอ.ส่งไปที่โรงเรียนแล้วบอกตามตรงว่ามีความสนใจ แต่ค่อนข้างกังวลใจว่าจะสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้เนื่องจากในรายละเอียดที่แจ้งนั้นมีกิจกรรมต่าง ๆมากมายและระบุเฉพาะบุคคลที่มีความรู้ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ซึ่งฉันไม่ได้มีคุณสมบัติดรงนั้นอีกทั้งถ้าได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมโครงการคงสร้างความเครียดให้กับครูสอนสังคมฯอย่างฉันได้โดยเฉพาะโครงการนี้มีระยะเวลา 1 เดือนเต็มซึ่งตรงกับช่วงปิดเทอมที่ครูทั่ว ๆไปควรจะได้พักผ่อนกับครอบครัวดังนั้นความสนใจในการเข้าร่วมโครงการจึงมีอันพับเก็บไว้แต่แล้วก็มีเหตุให้ต้องมาเข้าร่วมโครงการครุวิจัย

เมื่อได้รับการชักชวนจากเพื่อนรุ่นพี่ที่เคยมาครุวิจัยเมื่อปีที่แล้วพร้อมกับให้รายละเอียดที่ฟังดูแล้วไม่ได้น่ากลัวหรือสร้างความเครียดมากกว่าที่คิด ดังนั้นแรงผลักดันที่ทำให้ฉันอยากเข้าร่วมโครงการจึงเกิดขึ้นอีกครั้งจึงชักชวนพี่สาวของฉันที่เป็นครูสอนวิทยาศาสตร์โดยเราทั้งคู่เลือกวิจัยเกี่ยวกับไบโอดีเซล แต่ในใจแอบกังวลว่าจะทำได้หรือไม่ จนเมื่อได้ฟังดร.ไพโรจน์ที่บอกว่าไม่จำเป็นที่ครูจะต้องมีพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์แต่ **ขอให้ครูมีใจที่สามารถพัฒนาตนเองและพร้อมที่จะเรียนรู้** ก็สามารถทำวิจัยได้ แต่เมื่อวันแรกที่มีการเข้ากลุ่มพี่เลี้ยงน้องแก้วกับน้องกฤชให้รายละเอียดเกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซลและหัวข้อการวิจัย ดอบดามดรงว่าไม่รู้เรื่องใด ๆเลยและคิดแล้วว่าต้องงานเข้าแน่นอนแถมไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นอย่างไรโดยเราสองคนพี่น้องค่อนข้างจะช้าที่สุดในกลุ่มและในขณะที่คนอื่นกำลังเริ่มขั้นตอนผลิตไบโอดีเซลเราก็ยังนั่งเอ๋ออยู่ แต่มีสิ่งเดียวที่เราสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อน้องแก้วสั่งให้ทำและอธิบายขั้นตอนการทำอย่างละเอียด เครื่องมือที่ฉันใช้ในการผลิตไบโอดีเซลคือถังปฏิกรณ์ขนาด 10 ลิตรที่ไม่เคยเห็น

รูปร่างหน้าตามาก่อนแถมมีก็อกหรือวาล์วที่มากจนบางครั้งก็เปิด-ปิด ถูกบ้างผิดบ้างแต่มันจะส่งผลต่อการทดลองและจะทำให้เสียเวลาในการเตรียมน้ำมันซึ่งจะใช้เวลาในการ เตรียมประมาณ1วัน ทำให้ค่อนข้างเกร็งกลัวจะเกิดความผิดพลาด แต่**สิ่งที่ได้จากความผิดพลาดคือประสบการณ์ที่สอนเราทำให้เราเกิดการเรียนรู้ และรู้จักการสังเกตทำให้เกิดความรอบคอบมากขึ้น**

การทำการวิจัยของกลุ่มไบโอดีเซลค่อนข้างจะใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ใน **ห้องLab** จึงไม่ค่อยมีเวลาออกไปเที่ยวพักผ่อนเหมือนกับกลุ่มอื่นต้องตั้งคำถามตนเองว่าเราไม่รู้จักแบ่งเวลาหรือเปล่าเพราะเราต้องอยู่ดึกจนเกือบเช้าเป็นประจำจึงมี**สโลแกนประจำคือ กลุ่ม Lab ดึกดึกตลอด** แต่ระยะหลังจะเป็น **Lab ดึกดึกไม่ไหว** ถึงแม้เหนื่อยแต่มีความสนุกสนานเฮฮามีเรื่องให้อำตลอดโดยเฉพาะน้องยา จะถูกอำ ถูกแซวเป็นระยะๆ อีกทั้งได้รับคำแนะนำและการสนับสนุนด้านเสบียงอาหารรอบดึกจากอ.กำพลแถมยังได้รับเชิญให้ไปทานอาหารต่อที่บ้านอีกต้องขอขอบคุณ อ.กำพลและครอบครัวมา ณ โอกาสนี้

การไปทัศนศึกษาที่ จ.สตูลก็เป็นสิ่งที่สร้างความประทับใจโดยครั้งนี้มีเหตุการณ์น่าตื่นเต้นดกใจที่น้องปุ๊กซึ่งลงเรือลำเดียวกันเกิดอุบัติเหตุทำให้ฉันรู้สึกกังวลกลัวว่าน้องจะมีปัญหาเรื่องการมองเห็นแต่เหตุการณ์ก็ผ่านพ้นไปด้วยดี ถ้าจะให้ดีควรจะเพิ่มโปรแกรมการทัศนศึกษาอีกโดยเฉพาะเวลาพวกเราไปกรุงเทพฯ ...

ชมโบราณสถาน"บ่อเจ็ดลูก"

บ้านหลังใหม่...หัวใจเดียวกัน

จุรีย์ ช่วยชาติ
โรงเรียนบ้านคลองโดน อ.วังวิเศษ จ.ตรัง
juree.ch@gmail.com

ชีวิตหลายชีวิต ต่างที่อยู่ที่อาศัยได้มีโอกาสมาพบและอยู่ด้วยกัน ที่สำคัญส่วนใหญ่ไม่เคยรู้จักกันมาก่อน แต่เป็นที่น่าแปลกยิ่งนักที่ทุกคนสามารถสนิทสนมกันอย่างรวดเร็ว หรือเป็นเพราะวิชาชีพที่ทำให้เข้ากันได้ดีเหมือนปี่กับขลุ่ย การที่มีโอกาสได้มาอยู่บ้านหลังใหม่ ซึ่งทุกคนต่างก็มีจุดมุ่งหมายเดียวกันนั่นก็การฝึกทำวิจัยกับ สำนักงานสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

วันแรกที่เดินทางเข้ามาอยู่ในรั้วมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (ม.อ.หาดใหญ่) มีความรู้สึกเหมือนบ้านหลังใหญ่มหาวิทยาลัยที่มีเนื้อที่กว้างมาก เกือบทุกส่วนของพื้นที่จะเป็นคอนกรีตและอาคารใหญ่ๆ จำนวนมากและมีถนนหลายสาย ทำให้คนที่มีความจำไม่ดีอย่างผู้เขียนจำเส้นทางกลับหอพักไม่ถูก ซึ่งแตกต่างจากสภาพแวดล้อมของโรงเรียนอย่างสิ้นเชิง เพราะที่โรงเรียนมีอาคารเล็กๆ 3 หลัง มีถนนเข้าสู่โรงเรียนเพียงสายเดียว มีส่วนป่า สวนยาง สวนปาล์ม และต้นไม้ใหญ่ๆ อยู่รอบๆ โรงเรียน เป็นเหมือนบ้านเล็กในป่าใหญ่

การเข้าพักหอพักรู้สึกถึงความปลอดภัยเพราะมีการกวดขันในการเข้าออกในหอพัก การอยู่หอพักในช่วงแรกยังไม่ค่อยคุ้นกับสภาพเพราะการใช้ชีวิตชาวหอ เนื่องจากนานมากแล้วที่เคยอยู่หอพักและไม่ใหญ่โตเหมือนหอพักที่นี่ การอยู่หอพักทำให้เห็นชีวิตของนักศึกษาในปัจจุบัน ซึ่งแตกต่างจากเมื่อหลายปีก่อนเพราะนักศึกษายุคนี้มีเครื่องมือเครื่องใช้ทันสมัย สามารถศึกษาหาความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

การฟังบรรยายสองวันแรกจากคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิ มีความรู้สึกเหมือนเป็นนักศึกษาเรียนอ่อนคนหนึ่ง ท่านได้พูดถึงเรื่องการเขียนรายงานวิจัยก็พอฟังรู้เรื่อง แต่พอพูดเรื่องเครื่องมือหรือเรื่องที่เกี่ยวกับความรู้ด้านฟิสิกส์ จึงทำให้เกิดอาการปวด

หัวขึ้นมาทันที รู้สึกว่าเข้าใจยากจริงๆ เนื่องจากผู้เขียนไม่มีความรู้พื้นฐานในด้านนี้เลย ทำให้นึกถึงเกณฑ์การรับสมัครข้อหนึ่งที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกบุคคลฝึกทำวิจัยในครั้งนี้คือครูอายุไม่เกิน 50 ปี และทำให้นึกถึงนักเรียนเมื่อครูสอนเรื่องยาก นักเรียนจะมีความรู้สึกหรือมีความคิดอย่างไร หรือนักเรียนไม่มีสิทธิ์คิด ถ้าครูเป็นแบบนี้บ่อยๆ อาจจะทำให้สมองส่วนคิดของนักเรียนไม่ทำงาน คิดไม่ได้ คิดไม่เป็น ทำให้เด็กส่วนใหญ่ไม่กล้าคิด กล้าทำในสิ่งใหม่ๆ ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้การปฏิรูปการศึกษาครั้งแล้วครั้งเล่าไม่ประสบผลสำเร็จสักที

การพบอาจารย์พี่เลี้ยงและผู้ช่วยเพื่อทำความรู้จักและทำความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับงานที่จะทำในครั้งนี้ ทุกคนมีอัธยาศัยดีและพร้อมที่จะช่วยให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยให้ประสบผลสำเร็จ หลังจากได้ทราบเรื่องราวต่างๆ จนเป็นที่เข้าใจ ก็เริ่มเขียนข้อเสนอโครงการโดยได้รับการตรวจทานแก้ไขจากอาจารย์พี่เลี้ยงและผู้ช่วยจนได้ส่งในวันกำหนดส่งงาน

การไปทัศนศึกษาวิถี โหนด นา เล อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา วิถีชีวิตชุมชน "คาบสมุทรสทิงพระ" ผืนแผ่นดินมหัศจรรย์ที่แต่เดิมเป็นเกาะ 2 เกาะ แต่ด้วยเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ทำให้พื้นที่เคลื่อนเข้ามาติดกันกลายเป็นคาบสมุทร ซึ่งประกอบด้วย 4 อำเภอ คือ อ.สทิงพระ สิงหนคร ระโนด และกระแสสินธุ์ ตั้งอยู่ระหว่างทะเลอ่าวไทย และทะเลสาบสงขลา เส้นทางท่องเที่ยววิถีโหนด นา เล มีพื้นที่นำร่องใน 3 ตำบล ของอำเภอสทิงพระ ประกอบด้วย ตำบลท่าหิน ตำบลคูขุด และตำบลคลองรี

วิถีโหนด วิถีชีวิตเกี่ยวกับดาลโหนด ประกอบด้วยการขึ้นดาลโดนด เฉาะลูกดาล ลูกดาลเชื่อม การทำน้ำผึ้งแว่น น้ำผึ้งเหลว การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากดาลโดนด และการเพาะ ลูกโหนด

วิถีนา วิถีชีวิตการทำนา อาชีพทำนาเป็นอาชีพหลักของชาวบ้าน บนคาบสมุทรสทิงพระ ซึ่งการทำนาจะสลับกับอาชีพดาลโดนด บางบ้านเมื่อหมดหน้าดาลโดนดก็จะมาประกอบอาชีพทำนา

วิถีเล วิถีชีวิตชาวประมงแบบดั้งเดิมและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประมง เช่น การทำไซ-สุ่ม การทำกุ้งส้ม ปลาแห้ง ปลาดัมน้ำผึ้ง เป็นต้น

เรียนรู้การเฉาะลูกดาลจากชาวบ้าน

การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ร่วมกับกลุ่มชาวบ้านที่นี่ เรียนรู้การขึ้นต้นดาล การเคี่ยวน้ำดาล การทำขนมพื้นบ้านจากดาล แหล่งท่องเที่ยวสำหรับนักท่องเที่ยวที่ต้องการเรียนรู้วิถีชีวิตชุมชนท้องถิ่น ที่สืบทอดกันมานับเนื่อง แต่บรรพบุรุษและการใช้ชีวิตอย่างพอเพียง

การทัศนศึกษาบ้านบ่อเจ็ดลูก หรือโบราณสถานบ่อเจ็ดลูกตั้งอยู่หมู่ที่ 1 ต.ปากน้ำ อ.ละงู จ.สตูลเป็นหมู่บ้านประมงขนาดเล็กมีตำนานเล่าขานกันมาว่า "บ่อเจ็ดลูก" หรือที่รู้จักในชื่อทางภาษามลายูว่า "ลากา ดูโย๊ะ" คำว่าลากา หมายถึงบ่อ คำว่า ดูโย๊ะ หมายถึง เจ็ด เมื่อรวมกันแล้วเป็นบ่อเจ็ดลูกนั่นเอง คือในพื้นที่บ้านบ่อเจ็ดลูกมีบ่อน้ำเจ็ดบ่อ ตั้งอยู่กลางหมู่บ้านหลังมัสยิด ของหมู่บ้านบ่อน้ำทั้งเจ็ดบ่อตั้ง

เรียงรายติดต่อกันทั้งเจ็ดบ่อ

จากตำนานเล่ากันว่า บุคคลแรกที่เดินทางเข้ามาอาศัยตั้งบ้านเรือนบนหมู่บ้านแห่งนี้เป็น พวกชาวเลหรือชาวน้ำที่อพยพมาจากเกาะสุมตรา ประเทศอินโดนีเซีย ขณะที่ชาวเล-เกาะเหล่านั้นเข้ามาตั้งถิ่นฐานบนเกาะก็ได้พยายามหาแหล่งน้ำด้วยการขุดบ่อน้ำเพื่อเก็บใช้ในการ บริโภคหรือน้ำใช้ไว้ดื่มพยายามขุดบ่อน้ำ แล้วบ่อเล่าก็ไม่พบน้ำจืดน้ำที่พบเป็นน้ำเค็มเสียมากกว่าและได้พยายามเสาะแสวงหาน้ำธรรมชาติบนเกาะ จนในที่สุดมาพบน้ำที่ผุดมาจาก ใต้ดินเป็นหลุมเล็ก ๆ เจ็ดหลุม ช่วยกันขุดขึ้นมาเป็นบ่อน้ำ เจ็ดบ่อและชาวเลเหล่านั้นก็ต้องอพยพออกจากเกาะไป เพราะมีโรคอหิวาต์ระบาดหนักมีการล้มตายกันมากจนทำให้บ้านบ่อเจ็ดลูกถูกทิ้ง ร้างมานาน จนมีชาวประมงที่ออกหาปลาหลบคลื่นลมพายุที่ออกไปหาปลามาหลบอยู่ที่บ้านบ่อ เจ็ด

ลูกแห่งนี้ ได้มาพบกับบ่อน้ำทั้งเจ็ดลูกและ ชาวบ้าน ต่างพากันทราบว่าบนเกาะแห่งนี้มี แหล่งน้ำจืด ชาวบ้านจึงพากันเข้ามาอยู่อาศัยตั้งบ้านเรือนอยู่รวมกันและจัดตั้งเป็นหมู่ บ้านมาจนทุกวันนี้ (ที่มา : http://www.trytodream.com/topic/5163 ค้นเมื่อ 11 เมษายน 2553)

การได้รับฟังผู้นำชุมชนเกี่ยวกับเรื่องการทำวิจัยและการต่อสู้ของกลุ่มชน เพื่อต้องการให้ชุมชนสามารถนำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนให้ได้มากที่สุด จะต้องใช้เวลาความสามารถ และความพยายามเป็นอย่างสูงจึงจะได้มาในสิ่งที่ต้องการ

การไปทัศนศึกษาครั้งนี้ได้มีโอกาสล่องแก่ง ได้รับความสนุกสนานไปกับการพายเรือ ในลำคลองที่มีน้ำใสสะอาด ท่ามกลางธรรมชาติอันบริสุทธิ์ สนุกสนานตื่นเต้นเร้าใจและดูแลความปลอดภัยโดยมี Staff ดูแลตลอดเส้นทาง สองฟากฝั่งเต็มไปด้วย ผืนป่าที่มีความสมบูรณ์ การล่องแก่งน้ำตกวังสายทองระยะประมาณ 5 กิโลเมตร ใช้เวลาล่องแก่งประมาณ 3 ชั่งโมง

หลังจากที่ได้พักผ่อนคลายความตึงเครียดก็กลับมาเรียนรู้การทำวิจัยต่อ การฝึกวิจัยในครั้งนี้เป็นการเรียนรู้ที่เริ่มจากแนวคิด ทฤษฎี ความเชี่ยวชาญของอาจารย์พี่เลี้ยงและความสนใจของผู้เขียน จึงสนใจศึกษาเรื่องการผลิตแก๊สชีวภาพจากกากตะกอนดีแคนเดอร์โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มร่วมกับมูลสุกร เป็นการศึกษาทดลองในห้องปฏิบัติการโดยการหมักกากตะกอนดีแคนเดอร์ร่วมกับมูลสุกร โดยใช้สัดส่วน น้ำหนักกากตะกอนดีแคนเดอร์ 0.5 กิโลกรัม ต่อมูลสุกร 50 มล. (10 %) w/v, 100 มล. (20 %) 150 มล. (30 %) 200 มล. (40 %) และ 250 มล. (50 %) จำลองระบบหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digester) มีลักษณะเป็นขวดแก้ว ขนาด 1 ลิตร ปริมาตรการใช้งาน 0.8 ลิตร ปิดปากขวดด้วยจุกยางพันทับด้วยพาราฟิล์ม การศึกษาครั้งนี้ทำการป้อนวัสดุหมักแบบกะ (batch) หรือเติมวัสดุหมักครั้งเดียว การหมักสภาวะไร้อากาศ โดยการเติมแก๊สไนโตรเจนลงถังหมักเป็นระยะเวลา 3 นาที ทำการหมักเป็นระยะเวลา 12 วัน ภายใต้อุณหภูมิห้อง (27±3 องศาเซลเซียส) เก็บตัวอย่างน้ำหมักวัดค่า pH และปริมาตรแก๊สทุก 3 วัน วัดปริมาณแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นโดยการแทนที่น้ำ (fluid displacement method) น้ำที่ถูกแทนที่จะไหลลงสู่ขวดรองรับน้ำ ปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่ดังกล่าวเป็นปริมาณแก๊สชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่า การหมักกากตะกอนดีแคนเดอร์ร่วมกับมูลสุกร แบบไร้อากาศ อัตราส่วนมูลสุกรที่ทำให้เกิดแก๊สสูงสุด คือ อัตราส่วนผสมมูลสุกร 10% รองลงมา คือ 40% และ30% นี่คือสิ่งใหม่ที่ได้เรียนรู้ และองค์ความรู้ที่ได้จากการฝึกทำวิจัยครั้งนี้ผู้เขียนคิดว่าเป็นพื้นฐานสำคัญ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำวิจัยเรื่องอื่นๆ บูรณาการสู่เรียนการสอนในชั้นเรียนและ เชื่อมโยงสู่หลักสูตรท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี

เวลาผ่านไปอย่างรวดเร็วมาก ในช่วงหลังสงกรานต์ ต่างคนก็ต่างที่จะให้งานของตนเสร็จทันกำหนดส่ง ขณะเดียวกันอาจารย์ไพโรจน์ ซึ่งเป็นหัวเรือใหญ่และคุณแนนก็ส่งอีเมล์มาเรื่อยๆ เกี่ยวกับการเขียนเรื่องเล่า บทความ การทำโพสเตอร์ การทำสื่อการสอนรวมถึง กำหนดการในวันที่ต้องไปร่วมกิจกรรมที่กรุงเทพฯ และเรื่องราวอื่น ๆ เพื่อที่จะให้ครูได้รับรู้และเข้าใจมากที่สุดและคลายความสงสัยของครูแต่ละคนไปได้มากทีเดียว อาจารย์ยังแนะนำให้คุณครูเฝ้าสังเกตการเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดของตัวเอง ผู้เขียนลองสังเกตตัวเองดูว่ามีความสามารถเปลี่ยนแปลงเพียงใด

การนำเสนอผลงานทั้ง 3 ครั้งทำให้ได้ทราบถึงกระบวนการขั้นตอนของงานแต่กลุ่มซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ดีมากถึงแม้ไม่ได้สัมผัสด้วยตนเอง ก็สามารถนำแนวกิจกรรมของกลุ่มอื่น มาเป็นแนวคิดเพื่อประยุกต์ใช้ในได้เป็นอย่างดี

การฝึกทำวิจัยในครั้งนี้ถ้าไม่มีสำนักงานสนับสนุนการวิจัย(สกว.) และคณะผู้ประสานงานที่ดีเราก็คงไม่มีโอกาสที่จะมาทำกิจกรรมดีๆ แบบนี้ สำหรับตัวผู้เขียนเองมีความคิดว่าหลังฝึกทำวิจัยในครั้งนี้แล้ว คงได้นำประสบการณ์ที่ได้รับมาพัฒนาตนเองพัฒนาวิชาชีพครู พัฒนาผู้เรียนซึ่งจะเป็นผู้ใหญ่ในอนาคตได้มีความรู้ ความเข้าใจ และตระหนักในเรื่องการใช้พลังงานอย่างประหยัดและรู้ค่ามากยิ่งขึ้น การมาในครั้งนี้มีความรู้สึกประทับใจในความมีมิตรไมตรีของคณะอาจารย์ของภาควิศวกรรมศาสตร์และครูครุวิจัยทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ในด้าน

ต่างๆ พวกเราจะอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุขกับงานวิจัยและการทดลองที่ท้าทาย

โอกาสนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณ ผู้จัดทำโครงการครูวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) ผู้ให้การสนับสนุนทุนการวิจัย คณาจารย์และบุคลากร สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รวมถึงเพื่อนครูครูวิจัยทุกท่าน ที่ให้ความรู้ ประสบการณ์ ให้คำปรึกษา จนทำให้การฝึกทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี ขอให้ความดีที่ท่านทำจงส่งผลให้ท่านประสบความสุขตลอดไป.

ถ้ำบ่อเจ็ดลูก จ.สตูล

เมื่อคนสูงวัย มาทำวิจัย

นายเฉลิม ปานมา
ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านใสถิน
อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

ข้าพเจ้ามีโอกาสดีที่ได้ทราบข่าวโครงการครูวิจัย จึงได้สมัครเข้าร่วมโครงการ เมื่อมารายงานตัวตามกำหนด ก็พบคณะวิจัยร่วมรุ่นอายุรุ่นราวคราวเดียวกับลูก ซึ่งทุกคนมีความกระตือรือร้นในการหาความรู้จากโครงการ มีความสามารถในการใช้เครื่องมือเป็นอย่างดี ซึ่งผิดกับข้าพเจ้าที่งก ๆ เงิ่น ๆ ในการใช้คอมพิวเตอร์ แต่ด้วยความพยายาม มุมานะ เพราะข้าพเจ้าเคยถูกประณามว่า "เมืองนอกไม่เคยไป มหาวิทยาลัยไม่เคยเรียน" ขณะนี้ถึงแม้ว่ามีเวลาเพียงน้อยนิด แต่ข้าพเจ้าได้มีโอกาสเรียนในมหาวิทยาลัยแล้ว

วันสังสรรค์ในวันแรก ทุกคนได้พบปะหน้าตากันชัด ๆ ที่โรงแรม สิงห์โกลเดนเพลสหาดใหญ่ ทุก ๆ คนให้ความเป็นกันเอง กล้าแสดงออก ให้เกียรติซึ่งกันและกัน ทักทายกัน ข้าพเจ้าจำใครไม่ค่อยจะได้ จะถามคำเดิมทุกครั้ง ว่ามาจากไหน ซ้ำแล้วซ้ำอีก หลายคนเรียกข้าพเจ้าว่า "ป๋าเหลิม" แต่ส่วนมากจะเรียกว่า "ลุงเหลิม" อาจจะเป็นเพราะข้าพเจ้าอายุมากที่สุดในรุ่นนี้

ทุกคนอาจสงสัยว่า ทำไมครูแก่ ๆ คนนี้ยังคิดจะมาทำวิจัย ทำไมไม่อยู่กับบ้านคอยเลี้ยงหลานมานั่งหลับในห้องบรรยายทำไม ข้าพเจ้าขอบอกทุกคนนะครับว่า "คนจะแก่ แก่ความรู้ ใช่อยู่นาน" ข้าพเจ้ายังไม่แก่หรอกครับ เพราะยังมีอีกหลายเรื่องที่ยังไม่รู้ จริงหรือเปล่าครับ และที่สำคัญที่สุดคือข้าพเจ้าเป็นครู ข้าพเจ้าต้องพัฒนาตนเองตลอดเวลาจึงจะได้ชื่อว่าเป็นครู ดังบทกวีหน้าที่ครู ที่กล่าวไว้ว่า

เกิดเป็นครูคนมีหรือจนอย่าให้คนหยามหมิ่น
แม้เหน็ดเหนื่อยกายาเป็นอาจินต์
อย่าได้สิ้นความเพียร
คนที่เป็นครูแท้ต้องไม่แคร์
ไม่อ่อนแอแปรเปลี่ยน
ทำทุกอย่างด้วยความเพียร เพื่อนักเรียน

ดุจเปลวเทียนที่ต้านลม
คนจะมาเป็นครูต้องคิดดูว่าใจสู้หรือเปล่า
คนจะมาเป็นครูอยู่บ้านไกลปรับตัวได้หรือเปล่า
แม้หากมัวเมาความโก้หรู ไม่เหมาะเป็นครูหรอกหนา
คนที่เป็นครูสอนพึงสังวรเอาไว้ว่า
คนที่เด็กบูชาก็คือเราอย่าบังเสาโรงเรียนกิน

ข้าพเจ้ามีอายุมากแล้ว ข้าพเจ้าจึงพยายามพัฒนาตนเองตลอดเวลา ใช้ความขยัน สองสามเท่าของคนอื่น จึงจะตามเขาทัน และข้าพเจ้าจึงคิดตลอดเวลาว่าอายุไม่เป็นอุปสรรคในการศึกษา แสวงหาความรู้ ข้าพเจ้าจึงจะพยายามหาความรู้เพื่อพัฒนาโรงเรียน พัฒนานักเรียนและเพื่อนร่วมงาน ให้สมกับที่เราเป็นครูสอนคน

วันต่อมาเราได้ไปชมการวิจัยของท้องถิ่นที่สทิงพระ ทำให้คณะที่มาทำการวิจัยตื่นเต้นที่ได้เห็นสภาพชุมชน ต้นตาล ต้นลำพู และวิถีชีวิตในท้องถิ่นภาคใต้ ตามวิถี โหนด นา เล แต่ข้าพเจ้ารู้สึกเฉย ๆ เพราะข้าพเจ้าเป็นคนเชื้อสายชายทะเลสาบสงขลาเช่นกัน ก็รู้สึกสบายใจที่เพื่อน ๆ ร่วมรุ่นพอใจ และกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ เพราะหลายคนเพิ่งมาภาคใต้ครั้งแรกในชีวิต เห็นดวงตาใสแจ๋ว หน้าตาสดชื่นทั้งที่อากาศร้อน อุณหภูมิสามสิบเก้าองศาเซลเซียส คณะผู้ช่วยนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ก็พยายามหาแหล่งความรู้ จากท้องถิ่นเพื่อจะให้พวกเรามีความสุขกับการเรียนรู้ทุกคน

เมื่อถึงวันเลือกเรื่องที่จะทำวิจัย กลุ่มข้าพเจ้าทั้งสี่ชีวิต ก็เลือกเรื่องเดียวกัน คือการอบแห้ง แต่พลังงานที่ใช้ในการอบต่างกัน วัตถุที่นำมาอบก็ต่างกัน เช่น อบปลากระบอกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ลมร้อนและอินฟราเรด อบขนุนด้วยแสงอาทิตย์และลมร้อน อบใบบัวบกด้วยอินฟราเรดและลมร้อน เป็นต้น ส่วนข้าพเจ้ายังเลือกพลังงานการอบและวัตถุในการอบไม่ได้ อาจจะเป็นเพราะข้าพเจ้าคิดถึงนักเรียนและเพื่อนร่วมงานที่รออยู่ที่โรงเรียนว่า วิธีการอบ กับพลังงานในการอบ และวัตถุที่อบ ควรมีในท้องถิ่นที่อยู่รอบโรงเรียน เพื่อจะได้นำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่โรงเรียนได้ด้วย ข้าพเจ้าจึงติดต่อไปยังเพื่อนร่วมงานที่โรงเรียนเพื่อขอคำแนะนำ และ จะพยายามฝึกหัดทำ จดจำ ทั้งที่ไม่เหมาะสมกับวัย เพราะวัยของคนในช่วงอายุไม่เกินสามสิบเป็นวัยที่เหมาะสมในการหาความรู้ สามสิบถึงห้าสิบปี เป็นวัยที่ควรหาทรัพย์สมบัติ แต่วัยของข้าพเจ้าควรจะไปทำบุญ หาความสุขทางใจ แต่ยังคิดที่จะมาหาความรู้

ข้าพเจ้าคิดว่า จะพยายามเปิดสมองให้โล่งกว้าง ไม่ยึดติดกับประสบการณ์เดิม เพื่อจะได้เก็บความรู้และวิธีการเรียนรู้ใหม่ ๆ ไปใช้ในการทำงาน และจะไม่สร้างภาระกับเพื่อนร่วมรุ่น ให้เหมาะสมกับครุวิจัย ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เมื่อถึงวันที่ทำการทดลองอบแห้ง ก็รู้สึกตื่นเต้นกับของเล่นชิ้นใหม่ ที่เราไม่เคยคิดมาก่อนว่าเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยนั้น จะเป็นลักษณะอย่างนี้ ข้าพเจ้าหลับตาฝันไปว่า เครื่องมือน่าจะเป็นอุปกรณ์ที่สวยและทันสมัย เพราะเป็นอุปกรณ์การสอนในระดับมหาวิทยาลัย เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาบอกเล่าให้ฟังจึงรู้ว่า การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเองนั้น ทุกคนสามารถสร้างเครื่องมือง่ายๆ แต่เกิดการเรียนรู้ได้คุ้มค่า ข้าพเจ้าจึงขอบอกทุกคนว่า การที่มาศึกษาการวิจัยพลังงานที่นี่ ทำให้ข้าพเจ้าเปลี่ยนแปลงแนวในการค้นหาความรู้เดิมๆที่หาได้จากตำรา มาเป็นการทดลองและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการวิจัย

สถานที่ในการศึกษาของข้าพเจ้า อาจารย์ที่ปรึกษาได้เตรียมไว้บนดาดฟ้าของอาคารฟิสิกส์ ทำให้ข้าพเจ้าต้องแสดงความสามารถและศักยภาพของตนเอง ว่ายังไม่แก่ ด้วยการขึ้นลงวันละหลายๆเที่ยว กว่างานจะสำเร็จ ทำให้ร่างกายแข็งแรงขึ้นอีกเยอะ การทำวิจัยในครั้งนี้ ข้าพเจ้าได้รับการดูแลจากอาจารย์ทั้งสองท่านคือ รศ.ดร.สุภวรรณ ฏิระวณิชย์กุลและ ผศ.ดร.ยุทธนา ฏิระวณิชย์กุล เป็นอย่างดีเยี่ยม คงเป็นเพราะท่านทั้งสองเห็นว่าข้าพเจ้าจะศึกษาและทำงานไม่ทัน จนน้องๆผู้ช่วยวิจัยทั้งน้องป้อม (จุฑารัตน์ ทะสะระ) น้องพิมพ์(พิมพ์วิพา)และน้องโรส(โรสมี) ก็จะคอยแนะนำดูแลข้าพเจ้าเป็นพิเศษ ตั้งแต่การใช้คอมพิวเตอร์ การใช้โปรแกรมเอกเซล การแทนค่าในสูตรต่างๆ การส่งเอกสารทางจีเมลล์ การใช้เครื่องมือ การบันทึกข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การสร้างกราฟ เพื่อนร่วมกลุ่มที่ทำ

วิจัยด้วยกันก็พยายามช่วยเหลือข้าพเจ้าในทุกๆเรื่อง ไม่ว่าบังแอ (สมาแอ กาเซ็ง) ครูหนุ่มมาดแมน ผิวเข้ม ตาคมจากยะหริ่ง ปัตตานี หนูหนุ่ย (รัชนีกร นำชัย) ครูสาวคนสวยและน่ารัก จากจันทบุรี คนเชียงราย ครูนุก(สลิลลา ชาญเชี่ยว) ครูคนเก่งใจดี จากพะเยา ก็ล้วนเป็นห่วงข้าพเจ้าทุกคน ขอขอบใจด้วยความจริงใจครับ ที่จะขอขอบใจเป็นพิเศษ คือ หนูหนุ่ย(รัชนีกร) ครูคนสวย คนเก่งใจดี ที่วิจัยพลังงานผสมผสานร่วมกันกับข้าพเจ้า ที่คอยแนะนำ คอยช่วยเหลือในทุกเรื่อง

หนึ่งเดือนเป็นเวลาเพียงน้อยนิดที่ทำให้คณะวิจัยพลังงานมาพบกัน อยู่ร่วมกัน ทำงานด้วยกัน ได้พบปะพึ่งพากันด้วยอัธยาศัยไมตรีอันดียิ่ง เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงอนาคตของชาติไทย ไม่ต้องเป็นห่วง เพราะครูทุกคนที่มาจากทั่วประเทศไทย มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน ไม่มีการแตกแยก ไม่มีการแบ่งภาค แบ่งสี ดังนักการเมืองผู้ทรงเกียรติ พวกเราเป็นเพียงครูตัวเล็กๆ อำนาจเพียงน้อยนิด ยังคิดในเรื่องที่ดีต่อการพัฒนาประเทศ เมื่อนักการเมืองรุ่นที่สร้างปัญหาในปัจจุบัน ตายไป ประเทศไทยของเราคงมีเฉพาะคนดี ที่จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ด้วยบริสุทธิ์ใจ

การมาศึกษาวิจัยพลังงานในครั้งนี้นั้น เป็นครั้งแรกและอาจจะเป็นครั้งสุดท้ายของข้าพเจ้า เพราะข้าพเจ้าเพิ่งรู้ข่าวการวิจัยในบั้นปลายของชีวิตราชการ การทำงานอาจจะไม่ทันยุคทันสมัย ถ้าสถาบันเทคโนโลยี และ สกว. ไม่กำหนดอายุผู้เข้าทำวิจัย อาจจะได้มาอีก ที่จริงนั้น ข้าพเจ้าไม่ได้สอนวิทยาศาสตร์ เคมี หรือฟิสิกส์ เพราะข้าพเจ้าเป็นผู้บริหารโรงเรียน แต่ที่สนใจมาทำวิจัยนั้น เพื่อเป็นตัวอย่าง เป็นแนวทางในการพัฒนาบุคลากรในโรงเรียน ว่าจะพัฒนาคน ต้องพัฒนาตนเองก่อน และคงไม่บ่อยครั้งนักที่ข้าพเจ้าได้รับคำแนะนำอย่างจริงใจบริสุทธิใจจากคนข้างเคียง เพื่อร่วมงาน เพราะในที่ทำงานไม่มีใครกล้าแนะนำข้าพเจ้า มีเพียงคอยรับคำสั่งและทำตามคำสั่งเท่านั้น จนทำให้รู้สึกว้าเหว่เหมือนกัน

ผลจากการมาทำวิจัยทำให้ข้าพเจ้าประทับใจและได้รับความรู้ใหม่ๆมากมาย เพราะข้าพเจ้าไม่ได้ร่ำเรียนมาทางวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ เครื่องมือ วิธีการต่างๆ เป็นของแปลกสำหรับข้าพเจ้าทั้งหมด วันแรกๆฟังคำแนะนำของอาจารย์ไม่เข้าใจ แต่ด้วยความเอื้ออารีของทุกฝ่าย ข้าพเจ้าพอจะเข้าใจได้บ้าง วิธีการทดลองต่างๆ คงนำไปใช้ในโรงเรียน นิเทศครู แนะนำนักเรียนได้พอสมควร และคิดว่าคงคุ้มกับงบประมาณที่รัฐบาลต้องจ่ายในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์พี่เลี้ยง จากสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ทุกท่านที่เต็มใจถ่ายทอดวิชาให้แก่ข้าพเจ้า ขอขอบใจผู้ช่วยวิจัยทั้งสามท่าน ที่พยายามแนะนำเพิ่มเติมจากอาจารย์และเฝ้าดูแลอย่างใกล้ชิด ขอขอบใจเจ้าหน้าที่สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน ที่อำนวยความสะดวกในทุกเรื่อง ขอขอบใจเพื่อร่วมวิจัยในกลุ่มทั้งสามคน ที่ไม่รังเกียจผู้สูงวัยที่พูดไปคนละทาง ขอขอบใจคณะครูในโครงการครูวิจัยพลังงาน มอ.หาดใหญ่ รุ่นที่สาม ของ สกว.ทุกคน ที่ให้ความเป็นกันเองกับคนสูงวัยที่ยังสนใจเรื่องการหาความรู้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และท้ายสุดทุกอย่างก็เป็นไปตามธรรมชาติ คือ พบกันเพื่อจาก จากกันด้วยดี มีเพียงความคิดถึงซึ่งกันและกัน

กว่าจะได้เข้าร่วม...ครุวิจัย

ณวลน้อย บัวเงิน
โรงเรียนมัธยมสิริวัณวรี ๒ สงขลา
nualnoybua@gmail.com

ก่อนโรงเรียนปิดภาคประมาณกลางเดือนกันยายนมีหนังสือราชการฉบับหนึ่งที่ทำให้ตัวเองสนใจมากคือการเสนอโครงการเพื่อเข้าร่วมทำวิจัยกับสกว..คือ "ครุวิจัย" ซึ่งมีหลายสถานีให้เลือกเข้าร่วม เลยขอถ่ายเอกสารหนังสือจากน้องซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่และวางหนังสือไว้รอเวลาว่างจะได้เขียนโครงการส่งจนเกือบลืม พอกลางเดือนดุลาคมได้รับการส่งให้เข้าร่วมอบรมผู้กำกับนักศึกษาวิชาทหารพิเศษที่ ศูนย์การกำลังสำรองกรุงเทพฯ ก็ยังนำหนังสือไปด้วยเผื่อมีเวลาเขียนโครงการ แต่ก็ยังจัดสรรเวลาไม่ได้ จนกลับมาที่โรงเรียนซึ่งเป็นช่วงใกล้เปิดเทอมใหม่ ก็ยังไม่ได้เสนอโครงการแล้ว เวลาก็ล่วงเลยผ่านไป คิดว่าไม่เป็นไร ปีหน้าคงจะมีโครงการแบบนี้ที่เราอยากทำอีก และแล้วเหมือนสวรรค์จะเป็นใจ ต้นเดือนธันวาคม มีหนังสือราชการจากสถานีพลังงาน ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 1 ฉบับเชิญชวนให้เข้าร่วมฟังการเขียนโครงการและเข้าร่วมโครงการครุวิจัย ซึ่งส่งเสริมครูในเขต 5 จังหวัดภาคใต้ วันที่ 11 ธันวาคม 2552 (วันหยุดราชการที่รัฐบาลประกาศเป็นกรณีพิเศษ)เลยชวนน้องที่โรงเรียนซึ่งเป็นครูสอนวิชาฟิสิกส์และวิชาคณิตศาสตร์สมัครเข้าร่วมฟังที่ โรงแรม วี. แอล. หาดใหญ่ จำได้น้องแนนเป็นคนโทรตามหมายเลขที่ให้ว่า "อาจารย์ถึงไหนแล้วคะ"ในวันนั้นอาจารย์ไพโรจน์เป็นวิทยากร และสุดท้ายบอกว่าให้ส่งโครงการเสนอช้าสุดวันที่ 15 ธันวาคม 2552 พอวันที่ 14 ธันวาคม น้องแนนคนเดิมโทรตามอีกว่า "อาจารย์จะส่งโครงการร่วมมั้ยคะ" ตอบน้องว่า "ส่งคะ เดี๋ยวพรุ่งนี้ (15)จะส่งเมลล์ให้" พอเช้าวันที่ 16 ธันวาคม น้องที่โรงเรียนบอกว่า "พี่น้อยโครงการครุวิจัยประกาศผลแล้วนะ เราไม่ได้ทั้ง 2 คน เขาคงพิจารณาก่อนเราส่งโครงการหรือเปล่าพี่" ตัวเองเลยเปิดเน็ตดู จากรายชื่อโรงเรียนเห็นมีครูจากทั่วประเทศ ก็เลยวางมือหันไปทำงานอื่นโรงเรียนต่อ พอวันที่ 22 ธันวาคม น้องแนนคนเดิมอีกนั่นแหละโทร.ไปถามว่า "อาจารย์ตอบรับยืนยันการเข้าร่วมโครงการหรือยังคะ"เลยบอกน้องไปว่า "พี่ไม่มีรายชื่อจากที่ดูประกาศแล้ว" น้องบอกว่า "รายชื่ออาจารย์มีค่ะ อยู่ลำดับที่ 5" เลยไปเปิดเน็ตดูอีกครั้งก็พบว่ามีรายชื่อจริงๆและเป็นครูจาก 5 จังหวัดภาคใต้ เลยถึงบางอ้อว่ารายชื่อโครงการก่อนนั้นเป็นคนละกลุ่มกัน เลยตอบแบบตอบรับเข้าร่วมโครงการว่ายินดีเข้าร่วม สุดท้ายก็ได้ทำวิจัยสมใจที่อยากทำ

หลังจากนั้นก็ได้แต่ถามตัวเองว่า...คิดถูกหรือผิดที่เข้าร่วมโครงการ เพราะภารกิจส่วนตัวเยอะมากในช่วงเดือนเมษายน แต่ก็ได้บอกตัวเองว่า " เวลาของทุกคนมี 24 ชั่วโมงอยู่ที่ว่าเราจะจัดสรรยังไง" พอถึงเวลารายงานตัวและเข้าร่วมทำการทดลองก็ยิ่งได้คำตอบยืนยันว่า "คิดถูกแล้ว" แม้เวลาที่ทำงานเพื่อหาคำตอบของงานวิจัยในกลุ่มไบโอดีเซลจะทำจนไม่รู้วันเวลาก็ตาม ผลพลอยได้ที่ได้รับครั้งนี้คือ "เพื่อนต่างบ้านมิตรต่างโรงเรียน" และสิ่งที่จะทำต่อไปคือนำงานไปต่อยอดที่โรงเรียน.....คราวนี้ทางคณะกรรมการครุวิจัยและคณะวิศวกรรมศาสตร์อาจจะคิดผิดบ้างที่รับเราเข้ามาเพราะคงต้องให้ขอความช่วยเหลือและให้ความอนุเคราะห์แก่โรงเรียนต่อไปอีกเพราะ "โทษฐานที่รู้จักกัน"

ก่อนเข้าร่วมโครงการนี้พี่ ๆที่โรงเรียนถามฉันว่า"ช่วงเดือนเมษาฯน่าจะเป็นเวลาของครอบครัวน้องไม่เสียดายหรือที่ต้องไปทำวิจัยตั้ง 1 เดือนเต็ม" ฉันตอบว่า"การบริหารเวลากับความสำเร็จคือสิ่งที่ฉันจะต้องตระหนักให้มากที่สุด" ขณะที่เขียนเรื่องเล่าประสบการณ์ครั้งนี้ฉันเหลือบตูปฏิทินจึงรู้ว่าเป็นสัปดาห์สุดท้ายแล้วทำไมเวลาผ่านไปเร็วเหลือเกิน มิตรภาพที่เกิดจากมิตรต่างถิ่นเพื่อนครูต่างโรงเรียนนั้นน่าจะมีช่วงเวลาที่ยาวกว่านี้หรือว่าเราเร่งทำงานกันจนลืมวัน..เวลากันแน่ แต่ที่แน่ๆคือประสบการณ์และความรู้ที่ได้ในครั้งนี้จะต้องได้รับการส่งผ่านไปยังนักเรียนหรืออาจก้าวไกลสู่ชุมชนก็เป็นได้ฉันคนนึงละที่ขอให้คำมั่นสัญญา

การบริหารเวลากับความสำเร็จ

เวลา 30 วัน กับงานวิจัยที่เราสนใจ ฉันรู้สึกกดดันมากเพราะช่วงเวลาจำกัด งานที่สนใจทำนั้นก็ไม่เคยทำมาก่อนเลย อ่านเจอแต่ในข่าวและบทความต่างๆ

เท่านั้น ได้แต่บอกตัวเองว่าเราต้องสู้และทำให้ได้ เวลา 30 วันนั้นถ้าคูณด้วย 24 ชั่วโมงก็จะเป็นตัวเลขที่มีจำนวนมากขึ้นถึง 720 ชั่วโมงฉันต้องบริหารเวลาที่มีอยู่ให้ได้ตามที่ตั้งใจไว้เพื่อนร่วมอุดมการณ์เดียวกับฉันได้ประสบความสำเร็จไปแล้วทั้ง 2 รุ่น ฉันตัดสินใจก้าวเข้าสู่สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ด้วยความตั้งใจอย่างแน่วแน่ หลังจากได้รับการเสริมความรู้จากคณะอาจารย์ที่ต้องการให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนมีความเชื่อมั่นในด้านการเขียนบทความการใช้เครื่องมือพื้นฐานต่างๆแล้ว สัปดาห์แรกที่เข้าห้องปฏิบัติการเพื่อหาcondition(ขอใช้คำนี้นะ)ที่เหมาะสมกับการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันหมูด้วยคลื่นไมโครเวฟทุกคนที่ปฏิบัติงานอยู่ชั้นล่างของภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์เครื่องกลก็ต้องรีบออกจากห้องทำงานมาดูผลงานของฉันพร้อมกับถามว่าเกิดอะไรขึ้นเพราะน้ำมันหมูขวดแรกที่ทดลองผลิตไบโอดีเซลด้วยคลื่นไมโครเวฟระเบิดเสียงดัง ก้อเรา(ฉันกับพี่เลี้ยง)กำลังหาสภาวะที่เหมาะสมนี่นา(เฮ้อ!) หลังจากนั้นกลุ่มที่ทดลองโดยใช้คลื่นไมโครเวฟเริ่มถูกหวาดระแวงจากเพื่อนๆเพราะกลัวว่าจะเกิดเหตุระเบิดซ้ำอีก หลังจากนั้นก็ทำการทดลองใหม่อีกหลายครั้งแต่ยังหาสภาวะที่เหมาะสมไม่ได้ ฉันกลับหอพักด้วยสภาพที่ล้าและมึดแปดด้านพยายามค้นหาสาเหตุและคำตอบแต่ไม่ท้อแท้ อ่านงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหาและทำการทดลองใหม่จนน้ำมันหมูที่เจียวมาชุดแรกเหลือขวดสุดท้ายจึงได้เปลี่ยนปริมาณตัวเร่ง ระดับไฟและเวลาที่ใช้แล้วนำน้ำมันที่ได้ไปตรวจสอบด้วยเครื่องTLC จึงเริ่มจะเห็นแสงสว่างของความสำเร็จแม้ว่าจะอยู่ไกลก็ตาม พี่เลี้ยงบอกกับฉันว่า"เราหลงทางอยู่ตั้งนานเริ่มจะเห็นทางแล้วนะพี่"ฉันเริ่มมีความหวังและเห็นความสำเร็จอยู่รำไร โทรศัพท์บอกพี่สาวให้หาซื้อมันเปลวหมูเพื่อเจียวน้ำมันชุดใหม่ขับรถกลับถึงบ้านประมาณ 4 ทุ่ม เริ่มเจียวน้ำมันหมูจนเวลาล่วงเลยถึงตี 2 ของวันใหม่จึงได้เข้านอนเพื่อตื่นแต่เช้ากลับไปห้องปฏิบัติการที่ มอ. การทดลองครั้งนี้มีความหวังเป็นปัจจัยเสริมทำให้ความเหนื่อยล้าต่างๆไม่ได้เข้าใกล้ฉันเลย วันที่ 10 เมษาฯเพื่อนร่วมอุดมการณ์ไปเที่ยวกันที่สตูลฉันได้แต่ฝากใจไปเพราะมุ่งมั่นที่จะหาสภาวะที่เหมาะสมตามที่พี่เลี้ยงบอกให้ได้จนน้ำมันหมูชุดที่ 2 หมดแต่ความหวังและความสำเร็จที่จะได้รับไม่ได้หมดตามไปด้วยเพราะผลการทดลองออกมาจนน่าพอใจจึงได้โทรให้น้องสาวซื้อมันเปลวหมูให้อีกและเจียวมาใหม่เป็นชุดที่ 3 คราวนี้ฉันได้แผลที่แขนเนื่องจากน้ำมันหมูปะทุแต่หนทางแห่งความสำเร็จข้างหน้าสว่างไสว หลังสงกรานต์ฉันเจียวน้ำมันหมูชุดที่ 4และกลับเข้าห้องทดลองใหม่ตอนเช้า(วันที่16)และกลับหอพักตอนเช้า(วันที่ 17)เช่นกันแต่การทดลองใหม่ครั้งต่อไปคือการทำซ้ำเพื่อยืนยันผลการทดลองและหาผลผลิตน้ำมันที่ได้จากการผลิตวันที่ 19 ฉันรายงานความก้าวหน้าด้วยความมั่นใจในผลการทดลองเมื่อย้อนกลับไปดูปฏิทินเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์เต็มนั่นแสดงว่าการวิจัยครั้งนี้ฉันบริหารเวลาได้ดีตามที่วางแผนไว้ความสำเร็จใกล้แค่เอื้อม... เมื่อเหลียวดูเพื่อนในกลุ่มไบโอดีเซลทุกคนเริ่มมีสีหน้าที่สดชื่นและเต็มไปด้วยความหวังเพราะทุกคนพบหนทางสว่างไสวที่จะเดินทางต่อไปยังจุดหมายกันถ้วนหน้า

ความก้าวหน้าของเพื่อนในกลุ่มต่างๆที่ดำเนินไปแบบไม่หยุดยั้งนั้น กลุ่มของเรา(ไบโอดีเซล)ได้แต่รับทราบแต่ไม่มีโอกาสไปเยี่ยมเยียนใครเลย ที่เห็นหน้ากันบ่อยๆก้อคือกลุ่มเอาถ่าน(เชื้อเพลิงชีวมวล)และพลังงานลมเพราะที่ทำงานใกล้ๆกัน ในกลุ่มไบโอดีเซลด้วยกันคงมีฉันกับน้องปุ๊กที่กลับบ้านบ่อยเพราะมีภารกิจและต้องบริหารเวลาที่จำกัดนี้ให้กับครอบครัวด้วย ก่อนเข้าร่วมโครงการนี้พี่ๆที่โรงเรียนถามฉันว่า"ช่วงเดือนเมษาฯน่าจะเป็นเวลาของครอบครัวน้องไม่เสียดายหรือที่ต้องไปทำวิจัยตั้ง 1 เดือนเต็ม" ฉันตอบว่า"การบริหารเวลากับความสำเร็จคือสิ่งที่ฉันจะต้องตระหนักให้มากที่สุด" ขณะที่เขียนเรื่องเล่าประสบการณ์ครั้งนี้ฉันเหลือบดูปฏิทินจึงรู้ว่าเป็นสัปดาห์สุดท้ายแล้วทำไมเวลาผ่านไปเร็วเหลือเกินมิตรภาพที่เกิดจากมิตรต่างถิ่นเพื่อนครูต่างโรงเรียนนั้นน่าจะมีช่วงเวลาที่ยาวกว่านี้หรือว่าเราเร่งทำงานกันจนลืมวัน..เวลากันแน่ แต่ที่แน่ๆคือประสบการณ์และความรู้ที่ได้ในครั้งนี้จะต้องได้รับการส่งผ่านไปยังนักเรียนหรืออาจก้าวไกลสู่ชุมชนก็เป็นได้ฉันคนนึงละที่ขอให้คำมั่นสัญญา ⓘ 🚘 🚘 🚘

เรื่องเล่า เร้าพลัง..ก๊าซชีวภาพ ครุวิจัย สกว: 53

ธีระพันธ์ จุลแก้ว
โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา
Bob_1197@hotmail.com

การเรียนรู้กำลังเริ่มต้น จากอำเภอจะนะ สู่ มอ.หาดใหญ่ เพราะความอยากรู้กับคำว่า " วิจัย " มันเป็นอย่างไร โอกาสแห่งการเรียนรู้ได้เดินทางมาหาแล้ว

วันแรกได้มาพบปะกับผู้คนรู้สึกดื่นเต้นอย่างบอกไม่ถูก อาจจะยังไม่เคยรู้จักมาก่อน มากันทั่วทุกภาคของเมืองไทย สบายใจยิ่งขึ้นเมื่อลองนึกภาพถึงความตั้งใจของคนภาคอื่นที่ตั้งใจเข้าร่วมการทำวิจัยร่วมกับภาคใต้ เราต้องทำให้ได้สิกับการเป็นเจ้าของบ้าน

โชคดีมากๆที่ได้เข้ากลุ่ม Biogas มีพี่ๆอีก 2 คน คือพี่จรูญ อินเอกและพี่อำไพ กลับทับลังค์ ได้ให้คำแนะนำในทุกๆเรื่อง จนเกิดความประทับใจในหลายๆอย่าง เช่น ได้ไปเก็บตัวอย่างมูลสุกร(ขี้หมู)ด้วยกัน พูดคุย ซักถาม ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ จนเกิดความคิดที่หลากหลาย จนเกิดเป็นงานวิจัย **"การเปรียบทียบปริมาณก๊าซชีวภาพจากการหมักมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม"** มีน้องฉลาด ยืนยาว นักศึกษา ป. เอก เป็นผู้ช่วยงานวิจัยได้ให้คำแนะนำ วิธีการทำงานเพิ่มเติมในทุกๆเรื่อง และที่ขาดไม่ได้ คือ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร เป็นพี่เลี้ยงงานวิจัยซึ่งเป็นผู้ใหญ่ใจดี ให้กับทีมวิจัย Biogas ในครั้งนี้

ลงมือทำการวิจัยไปเรื่อยๆ ทำให้เกิดความรู้ใหม่ๆ มากมาย ทราบถึงความเป็นมาของ Biogas วิธีการผลิตชุดถังหมัก ถังพัก หรือถังเก็บก๊าซ การวัดปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น ในครั้งนี้ ใช้เครื่องวัด Gas Counter เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการวัดทำให้ทราบว่าเกิดก๊าซในปริมาณเท่าใดต่อวัน และหัวใจหลักของการทำวิจัยในครั้งนี้คือการผลิต Biogas จากการหมักมูลสุกร ร่วมกับใบยางพารา และหมักมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ซึ่งBiomass ทั้ง 2 อย่างนี้ เป็นวัสดุที่เหลือใช้และหาได้ง่ายในท้องถิ่น เมื่อนำมาผลิต Biogas แล้ว ทำให้เกิดพลังงานอันมหาศาลได้ โดยนำมาเป็นพลังงานทางเลือกที่ดีอย่างวิธีหนึ่ง การผลิตนั้นทำได้ง่ายสามารถทำได้ในท้องถิ่น ของเราและสามารถขยายผลไปสู่นักเรียนได้ดีอีกทางหนึ่งด้วย

การทำวิจัยเป็นการจัดลำดับความคิดของเราใหม่ คนส่วนใหญ่คิดแต่<u>วิธีการ</u> คนส่วนน้อยคิดแต่<u>เป้าหมาย</u> นั่นเป็นเหตุผลว่า ทำไมคนที่ประสบผลสำเร็จในชีวิต จึงเป็นคน<u>ส่วนน้อย</u>ในโลก การทำวิจัยก็เช่นเดียวกัน เป้าหมายของการทำของเราคืออะไร

หากเป้าหมายของเราจะสำเร็จช้ากว่าคนอื่น แต่เรามีความสุข ให้ยาวนานกว่าแต่ละวัน นั้นย่อมจะดีกว่าไม่ใช่หรือ อย่าวัดความสำเร็จในเป้าหมายด้วยเกณฑ์แห่งเวลา ควรวัดด้วยเกณฑ์แห่งความสุข นอกเสียจาก เป้าหมายของเรา คือการพิชิตเวลา

ชาวนาที่ยากจนแร้นแค้น เพียงหาถ่านแค่หุงข้าวได้ก็สุขมากพอ เท่ากับเจ้าหญิง ที่ได้ครอบครองเพชรราชินี และแท้ที่จริงแล้ว ทั้งเพชรและถ่าน ก็มาจากพื้นฐานตัวเดียวกัน คือ คาร์บอน

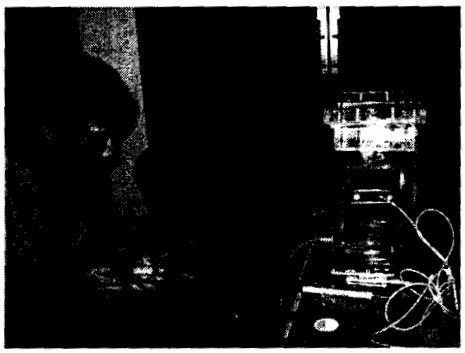
รู้สึกว่า ถ้าไม่ได้มาร่วมงานครุวิจัยในครั้งนี้ คงต้องเสียใจไปอีกนานเลยทีเดียว เห็นได้จากความคิดที่ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เมื่อเรายอมรับการเปลี่ยนแปลงของตัวเอง การเปิดตัวเองเพื่อยอมรับความรู้ใหม่ๆ ยอมรับกับสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่มีคุณค่า เหมือนกับการทำตัวเองเป็นแบบน้ำที่ยังไม่เต็มแก้ว พร้อมกับการรับรู้สิ่งใหม่ๆ ได้มากมาย สมดังคำว่า **"การเรียนรู้ตลอดชีวิต"**

การยอมรับการเปลี่ยนแปลงในครั้งนี้ถือได้ว่าเป็นกำไรชีวิต ซึ่งเริ่มต้นกับการตอบรับการเข้าร่วมโครงการและการยอมรับกับการอยู่ร่วมกับคณะครุวิจัย สกว. ตลอดระยะเวลา 1 เดือน เมษายน 2553 ทั้งๆที่ใครหลายๆคนปิดเทอมไปแล้ว เหลือแต่ทีมครุวิจัย สกว. ทั้ง 6 ศูนย์ที่ยังคงตั้งหน้าตั้งตา ทำวิจัยต่อไป

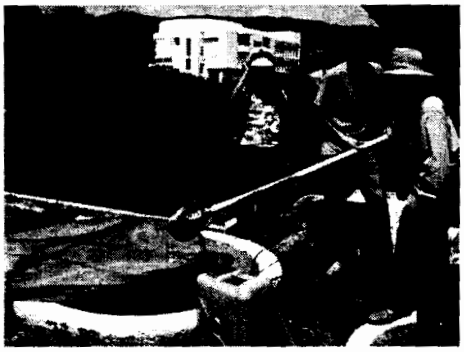
ถ่ายภาพร่วมกับอาจารย์พี่เลี้ยง

ป้าจรูญชอบแซวน้อง ถ้าได้จ้องไม่อายใคร
สาวรีจอยส์ที่สงสัย ที่ไหนได้คือน้องก้อย
น้องหนุ่ยก็อีกคน ถูกล้อจนเหลือท่อนเดียว
น้องรุ้งก็ไม่เกี่ยว เมื่อได้เหลียวผ่านป้าไป
ป้าเหลิมคนสนุก ชอบบรรทุกน้องไปทั่ว
น้องบ๊อบก็ไม่กลัว ทัวร์เมื่อไหร่ได้เจอกัน
น้องนิดและน้องยา ตั้งใจหนาเพื่อมาเที่ยว
สาวแพนมาคนเดียว มาเพื่อเหลียวหนุ่มสะดอ
พี่จ๋อมสุดเพอร์เฟค เข้าเทคแคร์รีบจุนเจือ
สาวปุ๊กเร่งช่วยเหลือ ใจเอื้อเฟื้อทุกๆทาง
บังแอชอบซุกซน พาป้าชมทั่วดานี
บังฮิมแสนโชคดี มีพี่ๆดีทุกคน
พี่ไก่มีสติ ไปกับพี่สิน้องโจ
หมักก๊าซดีจริงโข ลงในโหลน้ำเกลือกัน
น้องบอยกับพี่ซอล ลดโลกร้อนได้เวลา
น้องจิ๊บวิ่งตามมา อนุรักษ์หนามาช่วยกัน
น้องยัะห์และน้องก้อย ไม่ท้อถอยเปลวแดดมา
มีใครหลบนี่นา พี่ปรอทจ๋ามาช่วยกัน
พี่ต้อมกับน้องบ่าว ช่วยกันเข้าพลังงานลม
พี่ดิ๊กก็อีกคน ลืมเป็นลมในทันใด
พี่แมวกับพี่แข ช่วยกันแก้ไส่ลงไป
น้องโจ้ไปอยู่ไหน มาไวไววัดลมกัน
พี่กากับพี่เปิ้ล เลอะไม่สนน้ำมันปาล์ม
พี่แลน้องปัทม์ตาม อย่าวู่วามทำ Lab กัน
พี่น้อยกรองน้ำมัน ทำทั้งวันไร้คำถาม
น้ำใจแสนดีงาม พยายามงานเกิดพลัน
รวมพลคนเอาถ่าน น่าสงสารพี่แมวจัง
น้องนกก็ไม่หวั่น ถึงตัวดำก็ติดไฟ
น้องช้างไปอยู่ไหน มาไวไวถ่ายรูปหน่อย
น้องชาญก็ไม่ถอย น้องโจค่อยเร่งมือกัน
พี่จุรีย์กับน้องหลุยส์ ร่วมกันคุย Biogas
พืชผักก็ตามเก็บ น้องอ้อtestลงขวดหมัก
พี่ก๋อยกับพี่นุก แสนสนุกอย่างที่คิด
พี่เอช่วยประดิษฐ์ แสงอาทิตย์มีมากมาย
พี่แอ๊ดและน้องโก้ มูลสุกรโดหมักดีไหม
พี่จรแสนดีใจ ก๊าซติดไฟดีใจจัง
น้องฉลาด-แก้ว-กริช ช่วยเหลือคิดไม่ผิดพลั้ง
ร่วมด้วยช่วยอีกทาง ฝ่าขวากหนามสู่จุดหมาย
น้องแนนและน้องจอย ค่อยๆเช็คพี่อยู่ไหน
น้องนัฏก็ตามไป สื่อสารให้รู้ทั่วกัน
น้องโอ๋และน้องแมว เสียงแจ้วแจ้วมาเร็วเข้า
ของว่างวางตั้งนาน คุณครูทานได้ทันที
อาจารย์พี่เลี้ยงหนอ ครุวิจัยขออวยพรให้
มีสุขทุกครั้งไป ที่ได้ให้ความรู้กัน
พรใดที่ในโลก ชักนำโชคดีไปให้
สมหวังดังตั้งใจ คงอยู่ในใจทุกคน
ขอบคุณทุกๆคน ช่วยจนสำเร็จพลัน
ที่ไม่เอ่ยนามนั้น ให้รู้กันอยู่ในใจ
ขอขอบคุณสกว. ไม่รีรอมอบทุนไว้
ดราดรึงในจิตใจ ทำวิจัยให้ดีเอย.....

คณะวิจัย สาวสวย-หนุ่มหล่อ



ติดตั้งชุดผลิตก๊าซชีวภาพ



เก็บตัวอย่างเพื่อนำมาหมักก๊าซ

เรื่องเล่า...เดินทาง (ครุวิจัย-พลังงาน ภาคแรก)

นพกนก รองรัตน์
โรงเรียนวัดปากประ อ.เมือง จ.พัทลุง
nopkanokr@hotmail.com

มาจะกล่าวบทไป...ถึงวันแรกของการเข้าร่วมโครงการครุวิจัย(1 เม.ย. 53) ต้องรีบตื่นนอนตั้งแต่ตีเส (04.00 น.) ไม่ผิดจ๊ะ เรียนรู้ภาษาใต้วันละคำสองคำไปด้วยท่าจะดี เพราะมาอบรมที่ภาคใต้จริงหม้าย เล่าต่อนะ คือว่าจะมาในวันพุธ(31 มี.ค.53) โรงเรียนยังไม่ปิดก็เลยมาวันนี้ จัดเตรียมตัวเสร็จก็ขึ้นรถออกจากบ้านที่พัทลุงมาถึง ม.อ. เวลา 07.00 น. เข้าหอพักแล้วรีบไปห้องอบรมทันที เพื่อนๆ ร่วมชะตากรรมยังไม่มีใครมาก็รอไปก่อน ถึงเวลาอบรมเพื่อนๆ ก็ทยอยกันมา ตอนนี้รู้จักแค่ 3 คน คือ พี่ต้อม น้องแมว น้องบ่าว เพราะอยู่กลุ่มลมจากฝ่าย 5 ด้วยกัน อาจารย์ให้การอบรมเป็นไปด้วยดีทั้งวัน พบอาจารย์ประจำกลุ่มให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยกันหน่อย อาหารเที่ยงก็อร่อยตอนนี้ก็เริ่มรู้จักเพื่อนมากขึ้น เช่น ไก่(รุ่นเดียวกันนิ) พี่ปาหรอด(เค้าเขียนแบบนี้นะ พี่เค้าบอก) พี่กา(สงสัยรุ่นเดียวกัน แต่เรียกพี่ไว้ก่อนตัวเองจะได้ยังเด็ก) น้องเปิ้ล เป็นต้น คราวนี้ถึงกิจกรรมในตอนเย็นทางโครงการเค้าเลี้ยงต้อนรับที่ SING GOLDEN PLACE HOTEL ทุกคนได้ทำกิจกรรมร่วมกันอย่างสนุกสนาน อาหารอร่อย ดนตรีไพเราะ(เพื่อนร้องให้ฟัง) มีเกมส์เพื่อละลายพฤติกรรมทำให้พวกเรารู้จักกันและกันมากขึ้น คราวนี้ก็รู้จักกันเกือบหมด หนุกหนานกันจนสี่ทุ่มก็กลับหอพักเตรียมร่างกายและจิตใจเพื่อสู้ต่อในวันพรุ่งนี้

วันที่สองของการอบรมเหนื่อยอย่างแรง(มากๆ) นั่งฟังอาจารย์บรรยายทั้งวัน แต่อาจารย์สอนดีมากนะ เพราะทั้งๆ ที่ตนเองไม่มีความรู้พื้นฐานมาก่อนก็ยังเข้าใจที่อาจารย์สอน แต่ที่เหนื่อยนี้ไม่ทราบว่าเพราะแก่แล้วหรือเปล่า(ยังหรอก..เกือบๆเท่านั้นเอง) ก็เลยเริ่มรู้สึกเห็นใจนักเรียนที่ต้องนั่งเรียนกันอยู่ทั้งวันแต่อย่ามาบ่นให้ครูได้ยินเชียว...เป็นเด็กเป็นเล็ก

วันที่สามเป็นวันเชื่อมใจอีกแล้ว เพราะเราได้ไปเที่ยวชมวิถีชาวบ้านสงขลา..ได้เรียนรู้วิถีโหนด นา เล เริ่มจากลงเรือไปดูการวางอวนดักกุ้ง ดักปลา แล้วมารู้จักชนิดของตาล(โตนด) การขึ้นตาล ชิมตาลสด การทำน้ำตาลแว่น การทำขนมพื้นบ้าน(ชิมกันจนอิ่ม) จักรสานดั๊กแดน ปลาตะเพียนจากใบตาล การทำสบู่ตาล มื้อเที่ยงกินอาหารพื้นบ้าน มีแกงไก่บ้านกับหัวตาล ยำหัวตาล ลูกปลาดากแห้งทอดเค็ม ตบท้ายด้วยของหวานคือลูกตาลลอยกะทิ(คราวนี้อิ่มจริงๆ กินเข้าไปหลายอย่าง อ้วนอีกแล้ว เสียใจดอนอิ่มทุกที) บ่ายก็ไปลองทำวุ้นลูกตาล เรียนรู้การทำลูกตาลกรอบ ดูของสะสมล้ำค่า(วิถีชาวนา,ชาวบ้าน) รู้จักภูมิปัญญาชาวบ้านการต่อเรือ การทำแก๊สชีวภาพใช้ในครัวเรือน การทำเตาประหยัดพลังงาน พี่เค้าแอบไปขึ้นน้ำตาลสดมาให้ลองชิม หวานมากๆ ขอบอก...แล้วไปอิ่มบุญกราบไหว้หลวงปู่ทวดที่วัดพะโคะ ได้รดน้ำขอพรจากหลวงปู่ซึ่งทางวัดจะนิมนต์ออกมาให้ได้รดน้ำขอพรกันเฉพาะช่วงเดือนสงกรานต์ ท่านรองเจ้าอาวาสเล่าเรื่องชีวประวัติของหลวงปู่ทวดให้พวกเราฟัง...ลูกเล่นแพรวพราวน่าจะไปสอนนักเรียนเพราะฟังไปสนุกไป (ท่านแอบกระซิบดังๆ ว่าขอลูกจากหลวงปู่ก็ได้ ท่านให้หละ ก็มีพวกเราบางคน จุด จุด จุด) นอกจากนี้ท่านรองฯมอบพระพิมพ์ให้ทุกคนไว้บูชาเป็นพิมพ์ที่มวลสารดีจริงๆ เพราะมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ให้เราชื่นใจอีกด้วย และแล้วสุดท้ายของวันก็ไปเยี่ยมนางเงือกสาวที่หาดสมิหลา...คงถูกใจเพื่อนๆ ฝ่าย 3 ได้เที่ยวทะเลและรู้จักทักทายนางเหงือก ถ่ายรูปร่วมกัน เวลาน้อยไปนิดแล้วค่อยมากันเองละกันนะ

วันที่สี่(วันอาทิตย์) มีนัดกับน้องปุ๊ก และพี่ๆ ชาวสงขลา พาไปเที่ยวตลาดน้ำคลองแห ในตอนเย็นเดินชมกันไป กินกันไป สุดท้ายยึดเวทีคาราโอเกะของเค้าเฉย ร่วมร้องร่วมกินกันได้ที่ก็เตรียมกลับม.อ. ตอนนี้สนุกกันใหญ่โดยเฉพาะเพื่อนๆ ที่นั่งหลังรถ เพราะเปียกฝนกันถ้วนทั่ว โดนแกล้งกันบางก็บอกแล้วว่าภาคใต้มี 2 ฤดู คือ ฤดูฝนและฤดูร้อนในวันเดียว

วันที่ห้า ตอนเช้าพร้อมน้องแมว น้องบ่าว ไปพบอาจารย์ฐา(ฐานันดร์ศักดิ์) เพื่อตกลงเรื่องงานวิจัย สรุปแล้วขอทำเครื่องมือวัดความเร็วลมแกนตั้ง ด้วยขวดน้ำ แล้วก็เดินทาง กลับบ้านที่พัทลุงเพื่อเตรียมตัวสอบสมรรถนะครู

วันที่หก เตรียมตัวสอบ

วันที่เจ็ด สอบสมรรถนะครู วิชาภาษาไทยและคณิตศาสตร์ (สอน ป.3 ค่ะ) ยากส์พอสมควรโดยเฉพาะคณิตคิดไม่ทันจริงๆ

วันที่แปด เดินทางกลับลงมือทำงานอย่างจริงจังเสียที

วันที่เก้า เสนอรางานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 ทุกกลุ่มก็เริ่มเป็นรูปเป็นร่างมองเห็นทิศทางที่จะเดินไปด้วยกัน

วันที่สิบ ก็เป็นวันที่ได้ประสบการณ์ชีวิตอีกแล้วครับท่าน เพราะได้ไปเรียนรู้การพัฒนาตนเองของชาวบ้าน ที่ชุมชนบ้านบ่อเจ็ดลูก จังหวัดสตูล ซึ่งได้นำการวิจัยท้องถิ่นสู่การปฏิบัติเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของชุมชน อุปสรรคสำคัญคงจะเป็นความร่วมมือของชุมชน (ขอให้สู้ต่อไป) หลังจากรับประทานอาหารเที่ยงซึ่งมาจากทะเลสดๆ ทั้งปู ปลา หมึก แล้วก็ไปล่องแก่งซึ่งเป็นครั้งแรกในชีวิตกลัวบ้างเล็กน้อยเพราะว่ายน้ำไม่เป็นแต่ดูแล้วน้ำไม่ลึกเท่าไหร่ และใส่ชูชีพ เรียบร้อย สนุกสนานบานใจกันทุกคนได้รอยฟกช้ำดำเขียว เป็นแผลเล็กๆน้อยๆ กลับมากันบ้าง รับประทานอาหารเย็นเสร็จก็กลับมาพักผ่อน ได้ยินเสียงบ่นจากทุกคนว่าสนุกและ...เหนื่อยสุดๆ (อยากให้อาจารย์ทุกท่านได้ไปสนุกด้วยกันนะคะ)

วันที่สิบเอ็ด ถึงวันนี้ ก็ลงมือทำงานอย่างจริงจังอ่านมาถึงนี้อาจารย์คงมีความสงกะสัยว่าแล้ว

เวลาที่จะทำวิจัยกันอยู่ช่วงไหน ขอบอก....วันที่แปดถึงปัจจุบัน ก็พยายามใช้เวลาให้กับงานวิจัยอย่างเต็มที่ ตั้งใจ ทำวิจัยกันไปเรื่อยๆ คงจะเสร็จทันเวลา... (หรือเปล่า? ฮิ ฮิ)

ผลงานกลุ่มพลังงานลม (บางส่วน)

เรื่องเล่า...ทำงาน
(ครุวิจัย-พลังงาน ภาคสอง)

การมาอบรมทำวิจัยในโครงการครุวิจัยพลังงานในครั้งนี้ ต้องปูพื้นฐานความรู้ด้านกลศาสตร์ ทฤษฎีต่างๆ มากมาย เพราะเป็นครูที่ไม่ได้เรียนจบครูวิทยาศาสตร์โดยตรง ทำให้ต้องศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมมากพอสมควร แต่น่ายินดีเป็นอย่างยิ่งที่มีพี่ต้อมและน้องบ่าวผู้ร่วมชะตากรรมได้เป็นที่พึ่งอันประเสริฐของข้าพเจ้าทำให้ได้ที่ปรึกษาและผู้นำที่ดี ทั้งยังมีอาจารย์ฐานันดร์ ศักดิ์ อาจารย์กิตตินันท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งในลำดับแรกก็ได้ให้ความรู้ด้านทฤษฎีต่างๆ เพื่อปูพื้นฐานให้สมาชิกกลุ่มลม จนพวกเราที่ไม่เคย ไม่เคยจะรู้เรื่องเลยเริ่มเข้าใจครั้นลงมือทำงานก็ได้ผู้ช่วยที่ดีมากๆ อย่างน้องบิว เพราะไม่ว่าพี่ๆ จะอยากทำอย่างไร "แบบนี้ดีไหมน้อง แบบนั้นดีไหมน้อง" น้องบิวก็ว่า "ดีแล้วพี่ก็อย่างนั้นแหละพี่" เป็นประจำ แล้วก็ช่วยทำตามแต่พี่ๆ จะใช้งาน เมื่อออกแบบเสร็จ เตรียมลงมือปฏิบัติการ ก็ได้น้องบิวไปซื้อของ บิวโทร.กลับมาว่าพี่ดิ๊กไอ้แผ่นอคลิลิกต์ของพี่หนะ 650 บาทนะครับ ซื้อมาเถอะน้องจะอย่างไรก็ให้สวยไว้ก่อน และในขณะที่คนอื่นๆ ต่างประกอบเครื่องมือวัดความเร็วลมกันอย่างขมีขมันด้วยการพันขดลวดทองแดง เลื่อยไม้ เลื่อยแท่งเหล็กและอื่นๆ ประกอบอุปกรณ์กันวุ่นวาย แต่สองบ่าว (โจ้ กะ ฮิม) นี่ซิไปซื้อมอเตอร์มาทำ(ยากจังนิน้องนิ) ซื้อมอเตอร์มาไว้แล้วก็ใช้เวลาคิดแบบขาดั้งอยู่อีก 1 สัปดาห์(หายไปเลย) และแล้วเมื่อทุกคนต่างได้เครื่องวัดความเร็วลมตามต้องการแล้ว ก็ถึงเวลาลงมือทดสอบหาค่าประสิทธิภาพ และหาค่าสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือที่สร้างขึ้นเอง(จริง จริ๊ง) กับเครื่องมือวัดลมมาตรฐานที่อาจารย์ฐาฯ เมตตาจัดซื้อไว้ให้ คิดว่าจะตั้งพัดลมอย่างไรดี ตั้งระดับใดดี ใช้อุโมงค์ลมดีกว่าไหม สารพัดวิธีการ วัดค่ากันคนละ 3-4 รอบ คิดวิธีที่จะให้ลมสงบนิ่งที่สุด เงียบที่สุด (นายโจ้ โจ๋ เค้ามีไอเดีย ว่าน่าจะวัดกลางคืนดีที่สุด จึงใช้เวลา 24.00 น.- 1.00 น. เราก็ปล่อยเค้าไป แต่ไม่เวิร์คครับท่าน บอกพี่ๆ ในตอนเช้า แล้วก็ต้องช่วยวัดกันใหม่อีก) ในที่สุดพวกเราก็ใช้เวลาอีกอาทิตย์กว่าๆ ก็ได้ค่าที่พึงพอใจคิดว่าน่าจะดีที่สุด นำข้อมูลลงใน

โปรแกรม Ecel แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม แรงดันไฟฟ้า และความเร็วรอบ จำนวน 3 กราฟ แล้วอาจารย์ฐาฯ ก็นัดพวกเราอีกครั้งเพื่อตรวจทานผลการทดลอง ตรวจดูค่าความสัมพันธ์ของกราฟที่ได้ แล้วให้ทฤษฎีและสูตรการหาค่า Tip speed ratio (TSR), Mechanical Power, Electrical Power เป็นต้น (อยากรู้จักตัวไหนก็หาความรู้ดูเอาเองนะ ไม่งั้นอธิบายกันยาวววว...) ก็ลองพล็อตกราฟให้อาจารย์ดูอีกครั้ง O.K. ค่าแนวโน้มมีความสัมพันธ์กับความน่าจะเป็นตามทฤษฎี ในที่สุดก็ลงมือทำงานงวดสุดท้าย คือ เตรียมรายงานรอบ 3 วันที่ 26 เม.ย. และส่งงาน 4 งาน(สำคัญมากๆ หนูแนนว่าถ้าไม่ส่งไม่จ่ายเงินจ๊ะ) คือ 1.บทความทางวิชาการ(อย่างง่าย 5 บท) 2.โปสเตอร์แสดงผลงาน 3. บทความเรื่องเล่าประสบการณ์(ภาคต่อ) 4.สื่อการเรียนรู้ เหลือเวลาอีกประมาณ 4 วัน (สู้ตายคะ) และแล้วพวกเราทุกคนก็ต่างภาคภูมิใจในตนเอง พวกพ้อง และสถาบัน ด้วยผลงานที่ออกมาเป็นที่น่าพอใจ สวยงาม ดีเลิศประเสริฐศรี ตามที่ใจต้องการ.....

วันที่ 3 เม.ย.53 นัดกัน 06.00 น. หน้าศูนย์กีฬาเพื่อขึ้นรถบัส (รถบัสมาสายไม่ตรงต่อเวลา) ไปเที่ยว โหนด – นา – เล ได้ความรู้แบบชาวเยอะมาก ทำให้สนุกไม่ได้คิดถึงงานเลย

วันที่ 4 เม.ย.53 วันนี้ทางกลุ่มหยุด 1 วัน (ลืมบอกไปว่าในกลุ่มมี 4 คน มีผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน) ดิฉันจึงหยิบเอกสารที่อาจารย์แจกให้มีทั้งหมด 5 ชุด มาอ่านและทำความเข้าใจ (ได้นิดหน่อยไม่ได้มาก) ตอนเย็นคนที่อาศัยอยู่ในหาดใหญ่ มีน้องปุ๊ก พี่จ๋อม และบ๊อบ อาสาพาครูวิจัยไปเที่ยวตลาดคลองแห เมื่อไปถึงพี่โจ้อยากซ้อมร้องเพลง จึงขึ้นเวลาร้องเพลง โดยวางไมล์ไม่ได้เพราะติดใจ แต่ตอนกลับซิ สนุกมากเพราะออกจากตลาดคลองแหได้ไม่ไกลฝนก็กระหน่ำลงมา คนที่นั่งกระบะหลังเปียกทั้งหมด รวมทั้งตัวดิฉัน และหัวเราะกันมาตลอดทาง (รถคันที่ดิฉันนั่งมีพี่ปรอทมาด้วย)

วันที่ 5 เม.ย.53 ขณะที่นั่งอยู่ที่หน้าภาควิศวกรรมเครื่องกล อาจารย์ไพโรจน์ เดินเข้ามาถามว่ากลุ่มไหนทำเรื่อง เชื้อเพลิงแข็งและเตาชีวมวล อาจารย์จะพาไปดูการเผาของเตาชีวมวล ขณะที่กำลังทำการเผาเตาชีวมวลอยู่นั้น อาจารย์ก็อธิบายไปเรื่อย ดิฉันพอจะเข้าใจขึ้นมาบ้างแล้ว (คิดในใจว่าถ้าทำอย่างนี้ดิฉันก็ต้องทำได้บ้างนะ) เมื่อดูการเผาเสร็จอาจารย์ก็พามาห้องสมุดเพื่อบอกว่าจะต้องหาเอกสารได้จากเล่มไหนบ้าง ดิฉันก็ได้แต่เปิดเอกสารที่หามาได้แล้วและหยิบมาดูแต่ละเล่ม (คิดว่าจะทำอะไรกันนักกันหนา) ดูทุกเล่มแล้วก็เก็บกลับที่เดิมแยกย้าย

"คนเผาถ่าน...จากนัยวัง"

พาณิภัค พุทธสะแสง
โรงเรียนวังวิเศษ สพท.ตรัง เขต 2
1234_cat@windowslive.com

"การเรียนรู้ไม่มีวันสิ้นสุด" เหมือนกันตัวดิฉันซึ่งไม่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เลย และเป็นวิชาที่ไม่เคยชอบเลยตั้งแต่สมัยเรียน แต่ก็ยังยืนยันที่จะมาแทนคุณครูคนที่กำลังจะสละสิทธิ์ เนื่องจากครอบครัวเกิดอุบัติเหตุ และความคิดครั้งแรกที่มาแทนเนื่องจากคิดว่าการทำวิจัยคือเป็นการเรียนเรื่องการทำวิจัย 5 บท มีการหาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ก่อนที่จะลงทะเบียนใน **วันที่ 1 เม.ย.53** ก็ได้มีโอกาสทักทายกับคุณครูท่านอื่น ๆ และได้พูดคุยถึงการมาครั้งนี้ของแต่และคน ดิฉันจึงได้รู้ว่าการที่มาครั้งนี้เป็นการมาทำวิจัยทดลอง ดิฉันคิดในใจว่าจะทำได้หรือไม่แต่ก็อยู่เงียบๆ ไว้ก่อน พอลงทะเบียนเสร็จก็ถึงพิธีเปิดโครงการครุวิจัยรุ่นที่ 3 ปี 53 มีอาจารย์มาบรรยาย ความรู้นั้นมันไม่ได้เข้าในสมองดิฉันเลย เพราะไม่รู้เรื่อง พอแยกกลุ่มไปพบอาจารย์ที่ปรึกษา กลุ่มของดิฉันคือ **เชื้อเพลิงแข็งและเตาชีวมวล** (ตัวเองไม่ทราบว่าเชื้อเพลิงแข็งและเตาชีวมวลคืออะไรแต่ก็เงียบไม่แสดงอะไร) อาจารย์ที่ปรึกษาคือ อาจารย์ไพโรจน์ คีรีรัตน์ อาจารย์ป้อนคำถามแต่ละคำถามตอบไม่ได้เลย (เริ่มรู้สึกท้อคิดว่ากลับบ้านดีหรือเปล่า เพราะมันยังไม่สาย)

วันที่ 2 เม.ย.53 มีการบรรยายอีกวันนี้ยิ่งกว่าเมื่อวานอีก ได้ยินคุณครูท่านอื่นคุยกันว่าเป็นวิชาฟิสิกส์ทั้งนั้น นั่งคิดว่าตัวเองจะทำได้อย่างไรในเมื่อไม่มีอะไรเลย (คิดกลับบ้านเหมือนวันแรกเลย)

กันกลับที่พัก แล้วนัดกันใหม่ตอน 2 ทุ่ม อยู่จนดึก ดิฉันก็ยังไม่ได้อะไรอีกเหมือนเดิม

วันที่ 6 เม.ย.53 นั่งอยู่ในห้องสมุดนั้นอีกครึ่งวันซึ่งไม่ได้อะไรเลย (สำหรับตัวดิฉันเอง คนอื่นอาจจะได้เพราะเค้าจบเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มาทั้งนั้น) จากนั้นเริ่มจะเป็นงานที่ดิฉันถนัดแล้วคือการใช้แรงงาน เพราะต้องมาตำถ่านให้ละเอียดโดยการตำกับครก ทำแล้วก็ร่อนอีกครั้งหนึ่ง วันนี้ตอนเย็นสนุก หลังจากที่สนุกกันแล้วทางกลุ่มก็มีผู้ใหญ่ใจดีพาไปเลี้ยงอาหารตอนเย็น ผู้ใหญ่คนนั้นคือ ผอ.เฉลิม ปานมา (อาหารฟรีมื้อที่ 1)

วันที่ 7 เม.ย.53 ทางกลุ่มก็ได้นำถ่านที่ละเอียดแล้วมาผสม ตอนแรกเอาผงถ่านผสมกับแป้งมันและน้ำมา ผสมกันแล้วขึ้นรูปอัดแท่ง (อุปกรณ์ในการขึ้นรูปแต่ละชิ้นหนักมาก ๆ ๆๆๆ) และแล้วทางกลุ่มก็ได้ถ่านอัดแท่งก้อนที่ 1 ของกลุ่ม (ถ่ายรูปกันใหญ่) แต่พอก้อนที่ 2 มันขึ้นรูปไม่สวยเหมือนก้อนที่ 1 ก้อนที่ 3 มันไม่ขึ้นรูป (เวลาผ่านไปครึ่งวัน) พอดีมีพี่ฉลาดมาดูบอกว่าลองเอาแป้งมันและน้ำ ผสมกันให้เป็นแป้งเปียกก่อนแล้วค่อยนำมาผสมกับผงถ่าน ตอนบ่ายทางกลุ่มทำตามที่พี่ฉลาดบอก สรุปว่าทำได้ดี แต่มีโจทย์เพิ่มขึ้นมาอีกว่าทางกลุ่มจะอบอย่างไรในเมื่อเตาอบไม่ว่าง พี่จ๋อมหัวหน้ากลุ่มบอกว่าจะเอาไปตากแดดที่บ้าน วันนี้โชคดีมีหนุ่มจากอนุรักษ์มาช่วยอัดแท่นถ่านด้วย (เค้าคนนั้นคือ บอยหนุ่มกรุงเทพฯ) หลังจากอัดถ่านเสร็จทุกคนก็เหนื่อยไปตาม ๆ กัน พี่จ๋อมคนเดิมหัวหน้ากลุ่มก็เลยพาน้อง ๆ ไปเลี้ยง (อาหารฟรีมื้อที่ 2)

วันที่ 8 เม.ย.53 นัดกันตอน 09.00 น. ได้หอ 10 ดิฉันตื่นเช้ามาก็เลยไปยืมหนังสือจากห้องสมุดคณะมา 7 เล่ม เพื่ออ่านและทำเสนอโครงการ แต่งานที่ดิฉันได้รับมอบหมายคือ ทำ PowerPoint เพื่อนำเสนองานในวันรุ่งขึ้น ดิฉันมานั่งคิดว่าเราทำแค่โครงการและ PowerPoint ต้องใช้เวลานานมากขนาดนี้หรือ เราอยู่จนกันจนดึก ได้พักกินข้าวตอน 4 โมงเย็น และวันนี้ทาง
กลุ่มก็ได้ทดลองความคงทนของถ่านอัดแท่งด้วย ถ่านของเราข้างนอกแข็งมาก และเมื่อโยนในระดับที่ 180 ซม. ปรากฏว่ามันแตก เพราะข้างในยังไม่แห้ง (คิดอยู่ในใจว่าทำไมเวลามันเร็วขนาดนี้ ยากก็ยากหรือจะกลับบ้านดีไม่ไหวแล้วนะ)

วันที่ 9 เม.ย.53 รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 ในกลุ่มซึ่งมี 4 คนยังไม่รู้เลยว่าใครจะขึ้นไปเสนองาน แต่คิดในใจว่าคงจะเป็นพี่ใหญ่เหมือนเดิมนั่นแหละ และแล้วก็เป็นจริงเหมือนที่คิด วันนี้ดิฉันเครียดมากว่าการรายงานความก้าวหน้าคงจะเป็นงานที่มีการพูดจากันในเชิงวิชาการ (อ่านจากเล่มเล็ก) แต่เมื่อรายงานจริง ๆ มันไม่ได้ยากอย่างที่คิด ดิฉันคิดว่าถ้าดิฉันได้เป็นตัวแทนกลุ่มจริง ๆ ดิฉันก็สามารถพูดได้เหมือนกัน วันนี้หลังจากรับประทานอาหารเรียบร้อยแล้ว อาจารย์ไพโรจน์ ได้นำสมาชิกในกลุ่มไปดูศูนย์พลังงาน (อยู่ใกล้สนามบิน) ทางศูนย์ได้ให้การต้อนรับ พร้อมกับให้คำแนะนำต่าง ๆ และยังมีเอกสารแจกให้อีกด้วย ต้องขอขอบคุณด้วย กลับมาถึงทางกลุ่มนั่งปรึกษาหารือจนค่ำ ก่อนแยกย้ายพี่ใหญ่ใจดีก็ถามเหมือนกันทุกวันว่าวันนี้จะไปไหนกันหรือเปล่า ดิฉันและน้องอีก 2 คน บอกว่ายังคิดไม่ออก แต่ก็นึกได้ว่าวันนี้ได้เบี้ยเลี้ยงมาแล้วไปตลาดเปิดท้าย ทุกคนโอเค พี่ใหญ่ก็อาสาพาไปส่ง และตอนกลับยังโทร.ไปถามว่ากลับถูกหรือเปล่า (บ่งบอกถึงความเป็นห่วง และเลิกคิดว่าจะกลับบ้าน คิดว่าเราต้องอดทนและทำให้ได้ถึงจะไม่ได้เหมือนกับคนอื่น แต่เราก็ต้องทำคนเราไม่ได้มาด้วยง่าย ๆ ต้องดิ้นรันหาเองทั้งนั้น)

วันที่ 10 เม.ย.53 นัดกัน 06.00 น. หน้าศูนย์กีฬาเพื่อขึ้นรถบัสไปเที่ยวสตูล (แต่รถบัสมาสายอีกแล้วไม่ตรงต่อเวลา) เดินทางจากหาดใหญ่ไปสตูล ดิฉันหลับตลอดทาง (เมื่อคืนไปเที่ยวกับเพื่อนกลับมาดึก จึงไม่ได้ดูเส้นทาง) วันนี้อาหารมื้อเที่ยงอร่อยมาก แต่ที่สนุกตอนล่องแก่ง บอกตรง ๆ ว่าเป็นครั้งแรกและเป็นคนที่ว่ายน้ำไม่เป็นจึงรู้สึกกลัว มาก คิดว่าจะนั่งกับใครดี ตอนนั้นยังไม่รู้ว่าข้างหน้าจะเจออะไรบ้าง เดินหาคู่อยู่นานก็ได้เจอพี่ต้อมนั่งเรืออยู่จึงเข้าไปถาม พอบอกยังไม่มีก็เลยขอนั่งด้วย พี่ต้อมเป็นคนที่พายเรือเก่งมาก เรือลำที่ดิฉันนั่งไม่เสียทิศทางในการทรงตัวและไม่คว่ำ เลย นอกจากมีคนรอคว่ำอยู่ ระยะทาง 9 กม. ดิฉันพายจริงๆ ไม่ถึงครึ่งกิโล เพราะตอนแรกยังกลัวจับขอบเรือแน่น และกรี๊ดตลอด แต่พอพายไปก็ไม่ราบรื่นเหมือนพี่ต้อมพายนะ เข้าป่า ติดขอบตลิ่งอยู่เรื่อยไป พี่ต้อมก็คอยสอนการพายเรือไปตลอดทาง วันนี้ต้องขอบคุณพี่ต้อมที่สามารถพาร่าง

น้อย ๆ ของดิฉันถึงจุดหมายปลายทางปลอดภัย ตอนกลับหลับตลอดทางเหมือนกัน

วันที่ 11 เม.ย.53 นัดน้องสัญญา มาทำการทดลองเผาเตาชีวมวลให้ดู และมีน้องปริญญาโทอีกคนที่เข้ามาศึกษาดูงาน ตอนเที่ยงอาจารย์กำพล นัดทานอาหารเที่ยงที่บ้านเป็นกันเอง สนุกสนาน และอาหารอร่อยมาก (ขอบคุณอาจารย์กำพลคะ) กลับมาอัดถ่านต่อ

วันที่ 12 เม.ย.53 อาจารย์ไพโรจน์นัด 9 โมงเช้าเพื่อเรียนเรื่องการ Drawing นำถ่านที่อัดได้เมื่อวานมาชั่งน้ำหนักและวัดความสูง ก่อนเข้าเตาอบ

วันที่ 13 เม.ย.53 นัดกัน 6 โมงเช้า เพื่อทำการทดลองเผา วันนี้โชคดีมากลมนิ่งทางกลุ่มสามารถทำการเผาได้ถึงเวลาใกล้บ่ายเลย ก่อนแยกย้ายกันกลับได้เจอกับกลุ่มไบโอดีเซล และถามว่าจะไปเล่นน้ำที่ไหนบอกว่าไม่มี วันนี้พี่ใหญ่ต้องไปธุระต่อ กลุ่มไบโอดีเซลก็เลยชวนไปเที่ยวด้วยกัน และนัดกัน 4 โมงเย็น (ไปรถน้องปุ๊กคันเดิม) และแล้ววันนี้ก็เป็นที่สามารถปกป้อง 2 สาวที่ไปด้วยกันไม่ให้มีหนุ่ม ๆ ปะแป้งแรง ๆ ได้ พอชายหนุ่มมาปะแป้งสาว ดิฉันบอกว่า "อย่าทำลูกสาวแรง ๆ นะ" (บังเอิญว่าดิฉันเป็นคนใต้จึงคุยกันรู้เรื่อง) พอพูดไปแล้วนึกขึ้นได้ว่าน่าจะให้เค้ามาจีบบ้าง สาว ๆ จะได้ไม่ต้องสร้าง... (คาน) วันนี้ก็สนุกและน่ากลัว มีทั้งยิงกันและถือมีดโชว์ด้วย (คงนึกว่าตัวเองเป็นฮีโร่ละซิ วันนี้มีน้องแลเป็นเจ้ามือเลี้ยงอาหารมื้อค่ำอีกแล้ว)

วันที่ 14 เม.ย.53 นัดกัน 6 โมงเช้า เพื่อทำการทดลองเผา วันนี้ดิฉันมีโอกาสได้ใส่บาตร แต่เมื่อมาทำงานโชคไม่เข้าข้างเลยมีลมตลอด เที่ยงก็เลยแยกย้ายกัน นัดกันใหม่ 6 โมงเย็น ทำการเผาใหม่ แต่ก็ยังมีลม แถมดิฉันรู้สึกไม่ค่อยสบายและมีอุบัติเหตุเล็กน้อยเกิดขึ้นกับดิฉัน จึงเลิกกันประมาณ 5 ทุ่ม บอกว่าพรุ่งนี้เช้ามากันใหม่ (การเผาถ้ามีลมจะทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และได้ค่าด่าง ๆ ที่เก็บไม่แน่นอน)

วันที่ 15 เม.ย.53 นัดกัน 05.00 น. วันนี้ไม่ได้ไปเผากับพี่และน้องเพราะตัวเองไม่สบาย นัดกันอีกครั้ง 11.00 น. เพื่อทำการอัดแท่งถ่าน (ดิฉันคิดอ่อนแอไม่ได้ เราต้องอดทน) วันนี้ทางกลุ่มได้อัดแท่งถ่าน และโชคดีของกลุ่มอีกแล้วมีหนุ่มผ่านมาพอดี ก็เลยมาช่วย (บอย อีกแล้วสงสัยชำนาญกว่าการสร้างบ้านแล้วนะ) อัดเสร็จก็บ่าย 3 โมงเย็น (หิวกันทั้งลูกพี่ลูกน้อง) และเตรียมอุปกรณ์ไปเผากันต่อที่บ้านพี่ใหญ่ ระหว่างทางได้ซื้อข้าวเหนียวและและไก่ทอดหาดใหญ่ไปกิน พอไปถึงเผาคนละแวกแถวบ้านพี่ใหญ่ออกมาดูกันใหญ่ว่าทำอะไรกัน ทำไมควันไฟมันถึงมากมายนัก เผากันเสร็จเกือบเที่ยงคืน โชคดีมีแม่บ้านพี่ใหญ่ทำกับข้าวให้กิน (กินฟรีอีกแล้ว)

กลุ่มเชื้อเพลิงแข็งและเตาชีวมวล ผลงานที่ออกมาอาจจะไม่ดีเหมือนกับกลุ่มอื่น ๆ ที่มีพี่เลี้ยงคอยดูแลและให้คำแนะนำ สำหรับดิฉันนั้น ดิฉันคิดว่า พี่จ๋อมคือหัวหน้าทีมที่มีประสิทธิภาพและเป็นมือพายที่จะทำให้กลุ่มเชื้อเพลิงแข็งและเตาชีวมวล ประสบความสำเร็จไปได้ด้วย ซึ่งมีฝีพาย 3 คนที่คอยให้การช่วยเหลืออยู่ด้านหลัง ฝีพายอย่างดิฉันนี้แหละที่จะช่วยอย่างเต็มแรงและสุดความสามารถ จึงยกให้พี่จ๋อม เป็นพี่ใหญ่ของกลุ่มเชื้อเพลิงและเตาชีวมวล

"มีความรู้ มีความสามารถ จะอยู่ที่ไหนจะทำอะไรก็สามารถทำได้ ถึงจะทำได้ไม่ดีเหมือนกันคนอื่นเขา ก็ให้พึงรู้ว่าคนเรามีความรู้ความสามารถในแต่ละด้านที่แตกต่างกัน" การวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ความรู้หลายอย่างที่สามารถติดตัวกลับไปโรงเรียน เพื่อนำไปต่อยอดให้กับนักเรียน ถึงจะได้ไม่มากแต่ก็คิดว่าจะทำให้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

โครงการนี้ทำให้ครูแต่ภูมิภาค ได้มาพบกันและอยู่ด้วยกันโดยไม่ได้แยกเป็นกลุ่มเป็นก้อน การเข้าร่วมครุวิจัย รุ่นที่ 3 ปี 2553 ได้ก็เพราะความบังเอิญมากกว่า แค่คิดว่าจะมาหาดใหญ่ก็ตื่นเต้นแล้วทั้งที่เป็นคนใต้แท้ ๆ แต่ก็ไม่เคยมาหาดใหญ่ด้วยตัวสักครั้ง แล้วต้องมาอยู่ถึง 1 เดือนเต็ม จะอยู่อย่างไร แค่ชื่อว่า มอ. หาดใหญ่ คิดว่าต้องมีอาณาเขตกว้างมากมายนัก แต่เมื่ออยู่จริง ๆ ไม่ได้ใหญ่อย่างที่คิด ตอนนี้ถ้าใครพาไปหลงตรงไหนของหาดใหญ่ ก็สามารถกลับมา มอ. ได้แล้ว (พูดง่าย ๆ ว่าหลอกไม่ได้อีกแล้ว ที่ว่า มอ. หน้าหอ นะ) การทำงานในโครงการครุวิจัย ทำให้ทำได้ยาก ความคิดที่จะไปด้านวิทยาศาสตร์ไม่มี ความท้อก็เกิดขึ้น แต่ก็ไม่ได้สิ้นหวังมุ่งหน้าทำงานต่อไป ถึงจะได้ไม่เยอะเท่าคนอื่น แต่ก็พยายามให้มาก

ที่สุด ถ้าไม่ได้ด้านเอกสารหรือด้านการทดลอง แต่ก็ยังมีด้านการใช้แรงงาน หรือเหรัญญิก ทำทั้งนั้น สมาชิกในกลุ่มให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี งานแต่ละงานต้องใช้ทั้งแรงงานและความคิด

การเริ่มงานของกลุ่มเชื้อเพลิงแข็งและเดาซีวมวล ได้พบอาจารย์ไพโรจน์ วันที่มีการบรรยาย 2 วันแรกเท่านั้น แต่อาจารย์กลับมาอีกครั้งหลังวันสงกรานต์ ช่วงที่อาจารย์ไม่อยู่อาจารย์กำพล เป็นคนดูแลให้คำปรึกษา งานที่ทางกลุ่มช่วยกันทำ คือ การช่วยกันคิดชื่อเรื่อง เพราะในกลุ่มมี 4 คน อาจารย์บอกว่าทำเรื่องเดียวไม่ได้ ต้องทำ 2 เรื่อง ในกลุ่มจึงปรึกษากันและยอมรับตามที่อาจารย์ว่า แต่ทุกคนต้องทั้ง 2 เรื่อง โดยช่วยกัน

ถ่านอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็ง งานนี้เป็นงานที่สกปรกทุกวัน ตั้งแต่วันที่ปั่นถ่านให้ละเอียด การอัดแท่งถ่าน ในกลุ่มจึงไม่มีใครได้แต่งตัวสวย ๆ กัน เมื่อขึ้นแท่งถ่านแล้วเพื่อหาสูตรที่ดีที่สุด ระหว่างที่รอถ่านแห้ง ทางกลุ่มก็ได้ไปทดลองการเผาเดาแก๊สซีวมวลของจริง ตั้งแต่วันที่ 13 – 15 เม.ย. ฉะนั้นสงกรานต์จึงไม่ได้ไปเที่ยวไหนเลย (วันสงกรานต์เล่นสาดน้ำกัน แต่เชื้อเพลิงและเดาแก๊สซีวมวลเล่นกับไฟ) โดยการทดลองจะทำงานนอกช่วงเวลาที่คนอื่นเขานอนกัน แต่กลุ่มถ่านทำงาน เมื่อถ่านอัดแท่งแห้งพร้อมที่จะทดสอบแล้ว ทางกลุ่มก็ทดสอบการเผาไหม้ การทนต่อแรงกด เพื่อหาค่า

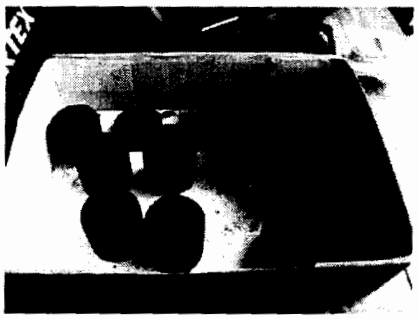
หลังจากที่ทำการทดสอบทุกอย่างเสร็จแล้ว ทางกลุ่มก็ได้พบอาจารย์ไพโรจน์อีกครั้ง อาจารย์แนะนำให้ทำสื่อการเรียนการสอนเพื่อจะได้นำกลับไปโรงเรียนด้วย ทางกลุ่มก็คิดหาวิธีว่าจะทำอย่างไร แต่อาจารย์ก็ให้ข้อเสนอแนะและไปหาอุปกรณ์ที่จะให้กลุ่มทำสื่อการสอนเกิดขึ้น แต่อุปกรณ์ที่ใช้บางอย่างไม่ต้องซื้อ แต่ต้องไปหามาเอง เช่น หาที่ถังขยะ (ไปค้นถังขยะมาจริง ๆ นักศึกษามองกันใหญ่เลย) มาทำเป็นชุดทดลอง

การเรียนวิทยาศาสตร์ แล้วมีการทดลอง มันไม่ได้จบง่าย ๆ เมื่อทำไปแล้วคำถามเกิดขึ้นเรื่อย ๆ คิดว่าการทำวิจัยทดลองไม่ว่าที่ไหนจะไม่มีการทำให้สำเร็จได้ 100% เลยสักกลุ่ม ยิ่งเจออาจารย์ท่านก็จะให้การบ้านทุกวัน กลุ่มถ่านก็เกือบทำการทดลองเสร็จเหมือนกัน แต่ก็ทุกคนใช้ความพยายามเป็นอย่างมาก จากการที่อาจารย์ให้การบ้านทางกลุ่มทุกวัน ทำให้ทางกลุ่มมีความภาคภูมิใจวันที่นำเสนอความก้าวหน้าครั้งที่ 3 ที่สามารถนำอุปกรณ์ที่ใช้เป็นชุดสื่อการสอนไปโชว์เพื่อนครูวิจัยได้ แสดงว่าที่อาจารย์ให้การบ้านทางกลุ่มก็ทำการบ้านทุกครั้งจึงส่งผลให้มีผลงานออกมากได้อย่างภาคภูมิใจ

การไปเที่ยวแต่ละครั้งก็เหมือนกันทำให้เกิดความรู้สึกดีใจทุกครั้งที่ได้ ทั้งที่โครงการจัดให้ หรือจัดกันเองในกลุ่ม ก็สามารถทำให้ทุกคนมีความสุขได้ตลอดเวลา เหมือนกับการไปล่องแก่งจะสะท้อนให้เห็นว่าไม่ว่าจะเป็นคนภาคไหนจังหวัดไหน แต่เมื่อมาอยู่รวมกันแล้วก็ต้องบังคับพายเรือไปให้จนถึงจุดหมายปลายทางให้ได้ ซึ่งก็ต้องใช้ความพยายามเป็นมาก เปรียบได้กับทำวิจัยที่ต้องใช้ความพยายามให้ถึงที่สุดจึงจะประสบความสำเร็จ แต่สิ่งที่ได้ไปจะมากหรือน้อยอยู่ที่บุคคลที่เข้าร่วมโครงการว่าจะรับได้ขนาดไหน และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างไร

การเข้าร่วมโครงการนี้ถึงจะเป็นแค่ตัวสำรอง แต่ก็ใช้ความพยายามในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำงานในสิ่งที่ไม่เคยรู้มาก่อน อาจจะได้ไม่ถึง 100 เหมือนกับคนอื่น แต่ก็ภูมิใจที่ทำได้ และถ้ามีโอกาสเข้าโครงการก็จะมาอีกและทำการบ้านให้ดีมากกว่านี้ เพื่อโอกาสหน้าจะได้ไม่เป็นภาระให้กับคนอื่น

ต้องขอขอบคุณอาจารย์ไพโรจน์ อาจารย์กำพล อาจารย์ที่ปรึกษา และคอยสอบถามตลอดเวลาว่าเข้าใจไหม รู้เรื่องไหม และอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ ทุกท่าน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่าน และที่ลืมไม่ได้คือสมาชิกในกลุ่มของเชื้อเพลิงแข็งและเดาแก๊สซีวมวลที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำจนมาถึงวันนี้ได้



ผลงาน

ประสบการณ์กับครูวิจัยพลังงาน

ไฟซอล ยีโกบ
โรงเรียนวัดโมคลาน อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช
faisolyk@hotmail.com

กาลครั้งหนึ่งยังไม่นานเท่าไหร่ ที่ได้ผมมีโอกาสร่วมทำงานกับโครงการครูวิจัยพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อ.หาดใหญ่ โดยความร่วมมือกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ซึ่งถือเป็นประสบการณ์ทางตรงที่ผมได้รับ ถึงแม้จะเป็นเรื่องยากสำหรับผู้ที่เรียนทางด้านวิทยาศาสตร์มาน้อย โดยส่วนตัวแล้วคิดว่าการเรียนรู้ที่ดีนั้น คือ การที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้สัมผัสกับสิ่งที่เรียนรู้โดยตรง โดยเฉพาะทีมงานคณาจารย์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่มากด้วยความสามารถและมีความเป็นกันเองกับคณะครูวิจัยทุกคน และพร้อมสละเวลาที่มีค่าให้กับพวกเรา

ครั้งแรกไม่เคยรู้จักโครงการนี้มากก่อนเลย ผู้จุดประกายฝันนี้ให้กับผม คือ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดโมคลาน ต้องกล่าวขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างมาก ท่านเป็นผู้ที่มีวิสัยทัศน์ที่สนับสนุนให้คณะครูที่โรงเรียนได้มาเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ แล้วนำสิ่งที่ได้กลับไปถ่ายทอดสู่นักเรียน นั่นคือเป้าหมายที่สำคัญที่ท่านผอ. ที่คาดหวังไว้ เมื่อก่อนคิดว่าการที่เราได้เรียนจบระดับปริญญาตรี มาทำหน้าที่สอนนักเรียนระดับต้นๆ มันก็เพียงแล้ว แต่เมื่อมีโอกาสมาศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น และเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่ทางหน่วยงานต้นสังกัดจัดขึ้น หรือแม้แต่หน่วยงานอื่นๆ จัดก็ตาม มันทำให้ผมได้รู้ว่าการเรียนรู้นั้นจะต้องมีอย่างเนื่อง เพราะคนเราต้องเรียนรู้ตลอดชีวิตเลย คนที่ไม่เรียนรู้ถือว่าคนนั้นขาดการพัฒนาและเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ตัวของเขาเองพร้อมที่จะดำเนินชีวิตต่อไปในสังคมอย่างมีความสุข

เคยถามตัวเองว่า เรามีความพร้อมที่จะมาเรียนรู้การทำวิจัยทางด้านพลังงานแค่ไหน บอกตรงๆ เลยว่า ยังไม่พร้อมครับ แล้วถามอีกว่านานไม่ที่เราจะพร้อมสำหรับงานนี้ ก็ตอบไม่ได้อีกเช่นกัน เมื่อมาถึงตอนนี้จึงรู้แล้วว่า การที่เราได้มาร่วมโครงการนี้นั้นถือว่า ผมคนหนึ่งละที่พร้อมที่จะเรียนรู้เรื่องการทำงานวิจัยด้านพลังงาน

ผมคงไม่มีเรื่องเล่าหรือประสบการณ์ในการเดินทางมาที่ ม.อ.หาดใหญ่กับเขาหรอก ก็มากจากพื้นที่ 5 จังหวัดมีคุ้นเคยกับอำเภอหาดใหญ่ในระดับหนึ่งจึงไม่ขอเล่าถึงเรื่องนี้ครับ คิดว่าน้องๆ ที่มากจากภาคเหนือภาคอีสานหรือภาคกลางน่าจะมีเรื่องที่จะเล่ามากเลย

สัปดาห์แรกของการเรียนรู้ผมถือว่ากลุ่มอนุรักษ์พลังงานขอทำความเข้าใจเกี่ยวกับศาสตร์วิทยาศาสตร์ ถือเป็นกลุ่มที่ต้องฟังบรรยายจากอาจารย์ในห้องแอร์เย็นๆ มากที่สุด เพื่อนครูวิจัยที่เดินผ่านไปมา คงแอบอิจฉากลุ่มพวกเราสิ... แต่นี่คือกิจกรรมเบื้องต้นที่ทางกลุ่มอนุรักษ์รุ่นก่อนๆ เขาได้ปฏิบัติกันจนเป็นวัฒนธรรมแล้วละ (อาจารย์พี่เลี้ยงบอกนะ...)

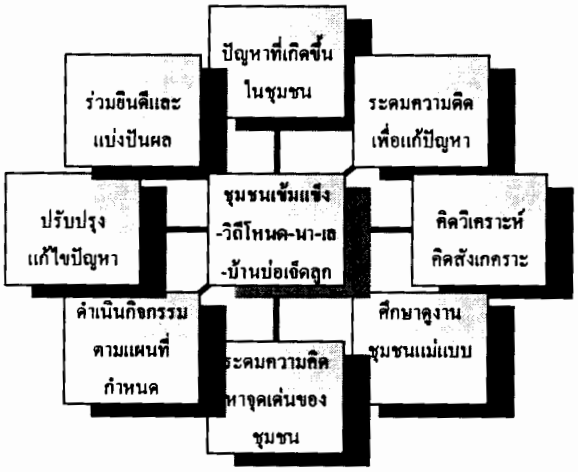
การทำความเข้าใจกับเรื่องการอนุรักษ์พลังงานนั้น ผมคิดว่าหากเราไม่มีความเข้าใจพอ กับการที่เราจะต้องลงทุนทำกิจกรรมใดสักอย่าง ที่มีเป้าหมายเพื่อการประหยัดพลังงานนั้น ไม่แน่กิจกรรมที่เราทำไปอาจไม่คุ้มทุนก็เป็นได้ เพราะการที่เราจะทำกิจกรรมอะไรสักอย่าง เพื่อต้องการประหยัดพลังงานเราต้องมีการลงทุนทั้งนั้น

ประสบการณ์ตรงที่นอกเหนือจากการทำวิจัยแล้วคือ การได้ไปสัมผัสและเรียนรู้กับวิถีชีวิตจริงของคนในแต่ละชุมชน ที่มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของภูมิประเทศ และการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและชุมชน เพื่อความอยู่รอด และคุณภาพชีวิตที่ดีของคนในชุมชน สำหรับเรื่องราว "วิถีโหนด – นา - เล" ของสามชุมชนในอำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ที่มีตำนานที่ยาวนานที่ควรแก่การเรียนรู้ หากไม่มีโอกาสมาศึกษาด้วยตนเองผมคิดว่ายากแก่การเข้าใจทีเดียว ผมมีความคิดว่าวิถีชีวิตของคนในสังคมไทยเรามีอีกหลายชุมชนที่น่าสนใจ ควรแก่การนำเสนอให้ผู้คนได้ศึกษา และควรแก่การดำรงไว้ซึ่งความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะขอแต่ละที่ แต่น่าเสียดายว่าในบางชุมชนขาดการจัดการที่ดี คนในชุมชนไม่มีความสามารถดึงจุดดีจุดเด่นของชุมชนมาเป็นจุดขาย จึงเป็นชุมชนที่ขาดโอกาสที่จะทำสิ่งดีๆ เพื่อให้สังคมภายนอกได้รับรู้

การไปศึกษาดูงานวิจัยท้องถิ่นของบ้านบ่อเจ็ดลูก ตำบลปากน้ำ อำเภอละงู จังหวัด

สดูล ในรูปแบบการ ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ผมมองว่าระดับชาวบ้านในปัจจุบันนี้เขาก็มีความเข้าใจเรื่องของงานวิจัยท้องถิ่นในระดับหนึ่งแล้ว ถือว่าการรวมกลุ่มของชาวบ้านกลุ่มนี้เข้มแข็งมาก เพราะการที่คนในชุมชนสามารถหาแนวทางมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชุมชน เพื่อแสวงหาความอยู่รอดของสังคม บนพื้นฐานของการสร้างความร่วมมือร่วมใจของคนในสังคม ถือเป็นชุมชนนั้นเข้มแข็ง สามารถเป็นต้นแบบที่ควรแก่การเรียนรู้ ดังนั้นหน่วยงานของรัฐและองค์กรต่างๆ ควรส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมเหล่านี้เพื่อสร้างสรรค์ประเทศของเราต่อไป

สรุปรูปแบบการดำเนินกิจกรรมของชุมชนที่ศึกษา



๑๕ : ๔ : ๒๕๕๓

"ดั้งดิน ดั้งฟ้า ดั้งหญ้า เข็นมอญ โมคลาน ดั้งก่อน เมืองนครดั้งหลัง" ขอนำเสนอบทกลอนนี้เพื่อกล่าวอ้างถึงที่มาที่ไปสักนิดว่า ผมเป็นครูจากโรงเรียนวัดโมคลาน ตำบลโมคลาน อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ตามประวัติความเป็นมาและสอบถามจากผู้รู้ในพื้นที่ จะพูดเป็นเสียงเดียวกันว่า สถานที่แห่งนี้มีการตั้งบ้านสร้างเมืองมาก่อนการสร้างเมืองนครศรีธรรมราชเลยทีเดียว สถานที่แห่งนี้มีประวัติความเป็นมาที่ยาวนาน หากจะมาเล่ากันตรงนี้คงไม่ต้องไปฟังเรื่องเล่าประสบการณ์วิจัยของผมแล้วละ

บอกเล่าเก้าสิบอย่างตรงไปตรงมาเลยครับว่า ที่ผมมาที่นี่ได้ เพราะการกำหนดช่วงอายุของผู้เข้าร่วมวิจัย เนื่องจากที่โรงเรียนผมมีอายุเป็นน้องคนสุดท้องครับ แต่เมื่อมาเข้าร่วมวิจัยที่นี่ ก็เกือบจะน้อยกว่าคนอื่นๆ เช่นกันครับ (อายุที่เหลือ) ไม่อยากจะบอกเลยว่าคณะครูที่โรงเรียนส่วนมากอยู่ในระดับครู สว. (สูงวัย) จะเป็นลักษณะว่า เออ...น้องดีแล้วทำไปเลยไม่มีใครว่าหรอก... แต่ที่ประทับใจมากๆ ที่โรงเรียนนี้คือ ถึงจะเป็นครูระดับ สว. แล้ว แต่ไฟยังแรงแรง เพราะทุกท่านที่นี่จะทำผลงานทางวิชาการกันทั้งนั้นเลย ผู้ที่ได้รับเต็มๆ คือผม เพราะได้แบบอย่างและแนวทางที่ดีโดยตรง

ขอบอกความจริงอีกเรื่องว่า จริงๆ แล้วผมกังวลมากกับการมาร่วมทำวิจัยในครั้งนี้ ได้สอบถามข้อมูลต่างๆ หลายครั้งกับผู้ประสานงานและเจ้าหน้าที่ สิ่งแรกคือ ไม่รู้เขาจะทำอะไรกันบ้าง แล้วใช้เวลาในการดำเนินการถึง 1 เดือน แล้วผมจะทำกับเขาได้ไม่นะ โดยปกติแล้วก็เป็นคนไม่เก่ง แต่ก็คอยให้กำลังใจกับตัวเองเสมอมาว่า อะไรก็ตามที่เราไม่รู้ไม่เข้าใจ เพียงแค่เราให้โอกาสกับตัวเองเพื่อมาเรียนรู้ ก็ถือว่าเราจะได้รับความรู้แล้วครับ จึงมีวันนี้เกิดขึ้น.....

เวลาช่างผ่านไปเร็วเหมือนโกหก ถึงวันนี้ก็เป็นช่วงปลายของการมาศึกษาเรียนรู้เรื่องการทำวิจัยกับโครงการครุวิจัยพลังงาน(สกว.) แล้ว ย้อนถามตัวเองว่าได้อะไรบ้างกับการมาในครั้งนี้ บอกเลยว่าผมได้หลายสิ่งหลายอย่างเลยครับ อย่างแรกคือ ความรู้เรื่องการทำวิจัยทางด้านพลังงาน(อนุรักษ์พลังงาน) ซึ่งเป็นหัวข้อวิจัยที่ผมร่วมทำกับกลุ่มอนุรักษ์พลังงาน ถามว่าตรงกับหัวข้อที่เสนอโครงการมายังศูนย์พลังงานในครั้งแรกหรือไม่ ก็ถือว่าดีครับ เพราะหัวข้อวิจัยของคือ แนวทางการลดพลังงานความร้อนโดยกระบวนการธรรมชาติ เหตุผลที่เสนอเรื่องนี้เนื่องจากว่า ที่โรงเรียนมีอาคารเก่าๆ อยู่หลังหนึ่งที่ต้องการปรับปรุงให้เป็นหอประชุม สำหรับใช้เป็นสถานที่ทำกิจกรรมตามโอกาสต่างๆ ที่ผ่านมาเมื่อนำนักเรียนมารวมตัวกันเพื่อทำ

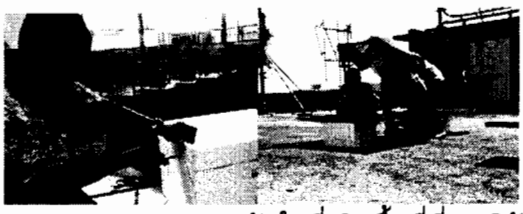
กิจกรรมที่อาคารนี้ พวกเด็กนักเรียนจะร้อน สุดท้ายจะไม่รับฟังอะไรทั้งสิ้น เหตุผลนี้เองที่ผมได้เสนอหัวข้อวิจัยมาครับ สุดท้ายเมื่อมาร่วมกันจึงเป็นกลุ่มอนุรักษ์พลังงาน ประกอบด้วย สาม หนุ่ม สาม สาว ที่มากด้วยความสามารถ บวกอาจารย์พี่เลี้ยงที่มาดเท่หล่อเข้มใจดีคูณสิบครับ โดยใจกับกลุ่มอนุรักษ์พลังงานมากมาก

เรื่องของพลังงานเป็นเรื่องใหญ่ครับ สำหรับประเทศของเรา ในปัจจุบันนี้มูลค่าการลงทุนเพื่อซื้อพลังงานในรูปต่าง ๆ มาใช้ให้เพียงพอกับความต้องการของคนในประเทศ ที่นับวันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ดังนั้นในฐานะที่ผมเป็นครูผู้สอนทำหน้าที่ให้ความรู้ด้านวิชาการตามหลักสูตรที่กำหนดแล้ว เรื่องการปลูกฝังเยาวชนของชาติให้มีความรู้ความเข้าใจ เรื่องการดำเนินชีวิตในสังคมอย่างมีความสุขนั้น ผมคิดว่าเรื่องการอนุรักษ์พลังงานของชาติ เป็นเรื่องครูต้องปลูกฝังในตัวของนักเรียนทุกคน โดยมีเป้าหมายสุดท้ายคือ นักเรียนต้องรู้เข้าใจและเห็นคุณค่าของพลังงาน ที่มีอยู่ในธรรมชาติเพื่อใช้ประโยชน์ของพลังงานอย่างรู้ค่า

เริ่มต้นที่การทำความเข้าใจกับเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน กับโครงการอนุรักษ์ของกระทรวงพลังงาน ถือเป็นแนวทางสำคัญที่ควรปฏิบัติเพื่อลดการใช้พลังงานอย่างเข้าใจ เพราะนอกจากจะได้รับความรู้ ความเข้าใจพร้อมแนวทางปฏิบัติที่ถูกต้อง ยังเป็นการอนุรักษ์พลังงานที่เพิ่มมูลค่าให้กับตัวเราอีกทางหนึ่งด้วย เพราะการที่เรารู้จักเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป ที่บางคนอาจจะมีความเข้าใจว่าใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย เช่น ทีวี ตู้เย็น เครื่องซักผ้า หรือเตารีดผ้า หากเรามีการวางแผนการใช้เครื่องใช้เหล่านี้ที่ถูกวิธี นอกจากช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าแล้วยังสามารถยืดอายุการใช้งานได้อีกด้วย จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายภายในครอบครัวอีกทางหนึ่ง

การอนุรักษ์พลังงานเป็นเรื่องที่ทุกหน่วยงาน ต้องร่วมด้วยช่วยกัน มันเป็นเรื่องของความอยู่รอดของประเทศชาติ จะให้ใครคนใดคนหนึ่งมารับผิดชอบเพียงคนเดียว หรือเพียงกลุ่มเดียวไม่ได้ เพราะทุกคนคือผู้ใช้พลังงาน คงไม่มีใครจะปฏิเสธว่าตั้งแต่ตื่นขึ้นมาจนเข้านอนอีกรอบ เราต้องใช้พลังงานมากมาย หากคิดเป็นมูลค่าราคาแล้วน่าตกใจครับ

ประสบการณ์ที่นอกเหนือจากการทำวิจัยในเรื่องที่ศึกษาแล้ว คือ การมีโอกาสได้กลับมาใช้ชีวิตนักศึกษาอีกครั้งหนึ่ง พร้อมๆ กับเยาวชนคนรุ่นใหม่ หลังจากที่ช่วงชีวิตลักษณะนี้มันผ่านมานานพอสมควร จนในบางเรื่องราวก็ลืมไปหมดแล้ว การมาร่วมทำวิจัยในครั้งนี้ ถือเป็นการกลับมารื้อฟื้นความทรงจำดีๆ อีกครั้งหนึ่งของชีวิต ตื่นเต้นมากตื้นเต้นจริง ๆ กับเหตุการณ์ที่กำลังประสบอยู่ ไหนๆ ก็มีโอกาสมาใช้ชีวิตในรั้วมหาวิทยาลัยแล้ว ก็ให้มันสมจริงสมจังกันหน่อยครับ ด้วยการนอนดึกตื่นไม่สาย ตกเย็นวิ่งออกกำลังกายกับทีมรักสุขภาพรอบอ่างเก็บน้ำ ขอบอกนะครับว่า วิ่งพร้อมเดินได้วันละสองรอบเกือบทุกวันเลย สิ่งนี้ได้ตั้งเป้าหมายให้กับตัวเองไว้ เพราะส่วนตัวแล้วถือว่าสุขภาพต้องมาก่อนกิจการงานอื่นจะตามมาครับ



ความประทับใจที่เกิดขึ้นที่นี่ ครุวิจัยพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ไม่อาจจะลืมเลือนไปจากความทรงจำคือ การได้มีโอกาสได้รู้จักกับเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ วัยละอ่อน ที่น่ารักและมีความเป็นกันเองมาก ทุกคนที่มาที่นี่ต่างมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ด้วยไมตรีจิตที่ดียิ้มแย้มแจ่มใส่กันทุกคน ทำให้ผมคลายความให้กังวลใจไปได้เลย ขอฝากความประทับใจกับที่นี่แก่ทุกท่านครับ

อาจารย์พี่เลี้ยง (ดร.นันทพันธ์ นภัทรานันท์)

การเดินทางมาวิจัย

ภัชรินทร์ เลิศบุรุษ
โรงเรียนบ้านบางฉาง จ.นครศรีธรรมราช ขต 4
maw_wan@gmail.com

ขอขอบคุณคณะทำงานโครงการครุวิจัยทุกท่าน ขอบคุณเวลาและโอกาสดี ๆในชีวิตที่ฉันได้พบกับโครงการที่ดีและมีคุณค่าเช่นนี้ เมื่อเริ่มต้นฉันยังไม่เข้าใจอะไรมากมายกับคำว่า "โครงการครุวิจัย" เลยคิดเอาเองว่าน่าจะเป็นการที่อาจารย์มหาวิทยาลัยเปิดโอกาสให้ครูเข้าร่วมรับการอบรมเพื่อถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆให้ครูประถมอย่างฉันและคณะ จนเมื่อได้เข้ามาอยู่ในโครงการครุวิจัยจริง ๆ จึงได้รู้ว่ามันมีประสบการณ์มากมายที่เราสามารถเรียนรู้และนำมาพัฒนาตนเองและคนรอบข้างได้

เริ่มแรกในการเดินทางมาค่ายโครงการครุวิจัย มันเป็นธรรมดาของการเดินทางไกล คนเราย่อมตื่นเต้น ฉันพยายามให้น้องสาวขับรถวนเวียนแถวท่ารถเพื่อดูว่าควรนั่งรถคันไหนดี จะมีครูไปกับฉันในรถคันนั้นบ้างมั๊ย แต่มีเพียงนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นส่วนใหญ่ ที่เหลือก็เป็นผู้ป่วยที่มารักษาตัวที่โรงพยาบาล มอ. "ไม่เป็นไร" ฉันคิดในใจ "อดทนไว้นะ ครูแมวคนงาม"

ฉันมีชื่อเข้าพักห้องที่ 10 มีเพื่อนรุ่นน้องชาวจังหวัดลำพูน ชื่อ น้องก้อย เธอเป็นคนน่ารัก พูดคุยสนุก มีน้ำใจ นิสัยดี ที่สำคัญเธอชอบทานข้าวผัดปูร้านเซเวนอีเลฟเวนด้วย เราพักอยู่ด้วยกันอย่างมีความสุขดี คงเหมือนพี่น้องครุวิจัยห้องอื่นๆ นั่นแหละ

เมื่อเริ่มเข้าฟังบรรยาย ฉันชอบมากตอนที่เค้าบอกว่าเชิญอาจารย์เบรกค่ะ เพราะมันหอมกลิ่นขนมและกาแฟจริง ๆ อาจารย์ที่ท่านบรรยายให้ความรู้ในช่วง 3 วันแรก ท่านมีน้ำใจและอดทนกับพวกเราค่อนข้างมาก โดยเฉพาะฉันที่ฟังไม่ค่อยเข้าใจมากนัก เพราะว่าฉันคิดว่ามันค่อนข้างยากสำหรับครูน้อย ๆ ที่สอนชั้น ป .5 อย่างฉัน แต่ถ้ามองกันจริง ๆ แล้วความรู้ที่อาจารย์ท่านสอนเป็นความรู้ในชีวิตประจำวันของเราเองทั้งนั้น แต่คนเราไม่ค่อยสนใจสักเท่าไหร่

เมื่อแยกกลุ่มพบอาจารย์ที่ปรึกษาและพี่เลี้ยง ในส่วนของกลุ่มพลังงานลม มีฉันคนหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มนี้ด้วย ฉันรู้สึกปลื้มใจที่มีอาจารย์ที่ปรึกษาคือ ดร.ฐานันดร์ศักดิ์ เทพญา เพราะอาจารย์ท่านเป็นกันเอง อธิบายกระบวนการทำงานจนฉันคิดว่า "คงทำได้แน่ๆ"และกลุ่มเรามีพี่เลี้ยงคือน้องสันติชัย เย็นทั่วหรือน้องบิว ซึ่งเป็นน้องที่เรียนปริญญาโทอยู่ ความรู้สึกดี ๆ เกิดขึ้นอีกแล้ว เพราะดูแล้ว น้องบิวเค้าสูงยาวเข่าดี เหมือนดาราเกาหลีเลย ฉันยิ่งมีแรงฮึดที่จะทำงานต่อไปโดยมีน้องบิวแนะนำ (อมยิ้มอยู่น่ะ)

เมื่อเราเริ่มทำงาน ก็เป็นอย่างที่ฉันคิดไว้เลย น้องบิวเอาใจใส่ดูแลการทำงานของเราทุกคนทุกขั้นตอนเป็นอย่างดี อาจารย์ฐานันดร์ศักดิ์ท่านเข้ามาแนะนำเป็นประจำ จนเราทำ "เครื่องมือวัดความเร็วลม" ได้สำเร็จ คนละ 1 ชิ้น นี่เป็นก้าวแรกของเรากลุ่มพลังงานลม และมันคือความสบายใจอย่างมากมายของฉัน อ๋อ! ฉันลืมไปว่ากลุ่มเรามี 6 คน ฉันมีพี่สาว 1 คน คือ ครูดิ๊ก และ พี่ชาย 1 คน คือ ครูต้อม ที่เหลือคือครูรุ่นน้อง ได้แก่ น้องบ่าว น้องโจ้ น้องฮิม ทุกคนช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี ขอบคุณมาก ๆ สำหรับครูดิ๊ก ครูต้อมที่สอนให้ฉันรู้จักอดทน รู้จักวางแผน และรู้จักพยายาม (การสอนฉันเป็นงานที่ยากอยู่เหมือนกันนะ)

ก้าวต่อไปที่ฉันวางแผนไว้ว่าจะทำ คือ ทดสอบประสิทธิภาพ"เครื่องมือวัดความเร็วลม" แล้วนำไปใช้งาน เพื่อสร้างเป็นชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ ใช้เป็นสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ฉันคิดในใจว่า "นักเรียนคงภูมิใจที่ครูทำได้" ฉันจะพยายามสอนเด็กให้เข้าใจหลักการ สามารถทำเป็น และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของประสบการณ์ทัศนศึกษา 2 ครั้ง คือ ที่จังหวัดสงขลา และ จังหวัดสตูล เป็นที่ซึ่งฉันไม่เคยไปถึงด้วยตนเองสักที โอกาสดีนักที่โครงการครุวิจัยพาไป ได้สัมผัสชีวิต นา-โหนด-เล ได้เรียนรู้ว่าคนเราในโลกนี้มีความแตกต่างกัน แต่ละคนมีที่มา มีเป้าหมายที่จะไป เหมือนการล่องแก่งคือมีจุดตั้งต้นและมีจุดสิ้นสุด แต่ละคนต่างต้องการถึงจุดหมาย อาจจะล้มลุกคลุกคลานไปบ้าง แต่คนเราต้องไม่ท้อแท้ เพราะจุดหมายมีไว้...ให้ไปถึงเสมอ ขอบคุณเวลาและโอกาสจริง ๆ ค่ะ

บทเรียน 30 วัน

นายรณภบ สำเภาทอง
โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ จ.สงขลา
krujom_psu@hotmail.com

ครูมากมาย ต่างถิ่นต่างที่ หลากหลายภาษา นานาความคิด ร่วมคิดร่วมสร้างพัฒนาชิ้นงาน ...30 วัน ที่นี้บ้างวันมีเสียงหัวเราะหยอกล้อ วุ่นวายกับงาน บ้างวันดูเคร่งเครียดเงียบเหงาเหมือนไม่มีใคร ที่นี้มีพี่ มีเพื่อน มีน้อง มีน้ำใจ หลากหลายสิ่งแปลกใหม่ให้ค้นหาเรียนรู้ ก่อให้เกิดทักษะกระบวนการคิดมากขึ้น ทำให้ค้นพบตัวเองว่า ตัวเราเองยังมีอีกหลายสิ่งหลายอย่างที่เรายัง ไม่รู้ และที่เรารู้แล้วอาจจะไม่ตรงกับที่เราอ่านมาและที่**สำคัญที่สุดสำหรับผม มันกระตุ้นจิตวิญญาณความเป็นครูวิทยาศาสตร์แก่ ๆคนนี้ได้ดีเยี่ยมจริง ๆ**

บทนำ

ผมเองเป็นครูมาเกือบ 20 ปี อบรมมามากมายนักต่อนักแต่ละที่ได้พบเจอ เรียนรู้อะไรที่แปลกแตกต่างกันออกไป แต่สิ่งที่จะเล่าต่อไปนี้นับเป็นประสบการณ์ใหม่ ความรู้สึกใหม่ๆที่เกิดขึ้นที่นี้ ตลอดระยะเวลา 30 วัน ในชื่อว่า "โครงการครูวิจัยพลังงาน รุ่นที่ 3" สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงานคณะวิศวกรรมศาสตร์ มอ หาดใหญ่

ขึ้นชื่อว่าครูวิทยาศาสตร์ สำหรับผมเองนั้นหากไม่ได้เห็นหรือสัมผัสมากับตัวเอง การที่จะให้ยอมรับหรือเชื่อนั้นคงยากหน่อย แต่เมื่อได้มีโอกาสเข้าร่วมโครงการ ในช่วงแรกดอนมีการติดตามอย่างเอาจริงเอาจัง มีการคัดเลือก <u>ก็เกิดความคิดว่าการอบรมครั้งนี้คงจะไม่ผิดหวัง</u>? ซึ่งในตอนแรกคิดว่า เราเองก็เป็นครูมานาน ให้นักเรียนทำโครงงานมาก็เยอะ ถ้าจะกลับไปเป็นนักเรียนดูบ้าง เหมือนเราสั่งงานให้นักเรียนส่ง ในเวลาที่กำหนด สลับสับเปลี่ยนกันดู น่าจะเป็นเรื่องที่ท้าทายไม่น้อย (จะทำได้รึเปล่า) แต่ผ่านมา 2 สัปดาห์ (ทำไมมันนานจัง?) แต่พอครบกำหนดสัปดาห์สุดท้าย (ทำไมเร็วจัง?) ประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับเป็นบทเรียน มันเป็นความรู้สึก เป็นภาพแห่งความทรงจำ และเป็นความประทับใจที่ไม่มีวันลืม อาทิเช่น

เนื้อหา

1. การสอนให้นักเรียน(ผู้เข้าอบรมแสดงเป็นนักเรียน) คิด มากกว่าการลอกเรียนแบบ ให้เขาได้คิดเอง ออกแบบเองให้ได้มาซึ่งคำตอบเป็นเรื่องที่ยาก แต่การได้คิดในการออกแบบการทดลอง แก้ปัญหา และวิจารณ์ผลใน 2-3 สัปดาห์ที่ผ่านมา เป็นเรื่องสนุกและเป็นบทเรียนหรือประสบการณ์ย้อนกลับไปดูตัวเราเอง ในการสอนหรือมอบหมายงานใดให้เกิดความคิด ควรมีลำดับขั้นตอน วิธีการอย่างไร

2. ในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องที่เป็นปัญหาและทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์ไม่สนุก คือเด็กไม่ได้ทดลอง อาจเนื่องจากหลาย ๆสาเหตุ แต่ที่ประสบพบมาในโรงเรียนขนาดกลางเรามักขาดบุคคลากรที่ต้องสอนมาก หรือไม่มีอุปกรณ์การทดลอง มาครั้งนี้จึงพบว่า ตัวเราเองยังยึดติดเกินไป อาจจะเนื่องมาจากเรียนในรั้วมหาวิทยาลัยแล้วมีเครื่องมือทันสมัย ออกไปก็หากไม่มีก็ทำการทดลองไม่ได้ จริง ๆแล้วหากเราหยิบเอาสิ่งใกล้ตัว วัสดุเหลือใช้มาผลิตสื่อการสอนอย่างง่าย ครูนักเรียนร่วมคิดร่วมทำ ใช้หลักการอธิบายและจัดกระบวนการให้เกิดการเรียนรู้ โดยไม่ต้องพึ่งพาสื่อหรืออุปกรณ์แพง ๆ การสอนก็สามารถทำได้และเกิดการเรียนรู้ที่สนุกแปลกใหม่ เพราะหลากหลายความคิดหลากหลายปัญหาที่เจอ ทำให้เกิดการเรียนรู้จากการนำเสนอละอภิปรายผล (เหมือนอย่างที่เรากำลังทำอยู่ไง)

3. กิจกรรมเลี้ยงต้อนรับ

<u>เช้า</u> หลังจากทุกคนลงทะเบียนเสร็จแล้ว มีการแนะนำตัวเองตามธรรมเนียมปฏิบัติโดยทั่ว ๆไป ดู ๆยังห่างกัน(ไม่สนิท) แต่ก็รู้สึกดีใจที่มีครูเสียสละเข้าร่วมโครงการมากพอสมควรจากเกือบทุกภาค

<u>เย็น</u> หลังจากปฐมนิเทศเสร็จแล้ว ตอนค่ำมีการเลี้ยงต้อนรับ มีทีมงานน่ารัก ๆมาจัดกิจกรรมหลอมละลายพฤติกรรม ประทับใจจริง ๆ หัวเราะจนท้องแข็ง สนุกลืมแก่ไปเลย พระเอกใน

งานก็หนีไม่พ้น ป้ารูญ และ น้องโจ้ ซึ่งต่างวัย ต่างมุมจริงๆ ส่วนขวัญใจช่างภาพคงเป็นของน้องก้อยลำพูน เรียกเสียงฮาไม่แพงกัน นายกลยุทธ คงม่รู้จักละซิ แต่หากบอกว่าพี่ปรอท คงร้องอ๋อไปตามๆกัน

ในช่วงเวลาชั่วโมงเศษๆ ทุกคนที่จะต้องร่วมทำงานกัน 1 เดือนเต็มๆได้รู้จักสนิทสนมกันราวกับอยู่กันมานานนับแรมเดือน การจัดกิจกรรมดังกล่าวทำให้ทุกคนสลัดความเป็นตัวเองออกไป เปิดใจกว้างรับเพื่อนๆทุกคน สนิทสนมกันไม่แบ่งแยกเป็นก๊กๆ (ภาคใครภาคมัน) ทุกคนพร้อมที่จะช่วยเหลือกันและเดินไปข้างหน้าพร้อมๆกัน

"เช้าวันใหม่ ทุกๆคนกล่าวสวัสดีทักทาย ยิ้มแย้มแจ่มใสพูดคุยกัน" นี้คืออีกหนึ่งความประทับใจ

4. ทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้/ล่องแก่ง ถึงแม้จะเคยมาเพราะเป็นคนในท้องที่ แต่นานๆได้มาสักครั้ง ดูอะไรแปลกหูแปลกตา ใหม่ๆขึ้นเยอะ แต่ถ้าครู 50 คนล่องแก่ง คงเป็นเรื่องที่สนุกและแปลกน่าดู แต่ลึกๆหากเรามองดูดีๆ จะพบเห็นการเริ่มทำงานเป็นทีม มีการช่วยเหลือ(พายเรือ) การบริการน้องพี่ ดูแล้วประทับใจ นอกจากล่องแก่งไม่แพ้กันก็คือได้เที่ยวชมวิถีชีวิต โหนด นา เล ซึ่งคงเป็นที่ชื่นชอบสำหรับเพื่อนครูต่างถิ่นได้เรียนรู้ ดูแปลกหูแปลกตา สำหรับผมเองรู้สึกดีใจ และมองว่าของใกล้ตัวเรามีดีอีกมากมายที่หลายๆคน อยากรู้ อยากเห็น อยากค้นหา แล้วพวกเราเองคนในท้องถิ่น ทำไมไม่ปลูกฝังให้ลูกศิษย์เรารักถิ่นเกิด เรียนรู้ชีวิตจากวิถีชีวิตที่บรรพบุรุษเราเคยเป็นมา ดูๆไม่ต่างจากคำกล่าวที่ว่า "ใกล้เกลือกินด่าง" จริงๆ กลับไปจะจัดกิจกรรมนักเรียนกลุ่มเล็กๆ แต่กำลังคิดว่าจะเขียนโครงการบูรณาการกับวิชาอะไรดี

จริงๆแล้วยังมีอะไรที่ประทับใจมากมายเขียนไม่หมดหรอก แต่ทั้งหมดถูกบันทึกเอาไว้ในความทรงจำ ภาพถ่าย facebook ซึ่งพร้อมที่จะนำเสนอเผยแพร่ให้บุคคลภายนอกได้รับรู้รับทราบว่า 30 วันครูเขาทำอะไรกัน ซึ่งต้องขอชมเชยและยอมรับว่ากิจกรรมต่างๆ ที่ทางศูนย์ได้จัดให้มีขึ้นมาในระยะเวลาสั้นๆนั้น เป็นกิจกรรมที่ดี ไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงรับรอง การทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ การทำงาน ห้องเรียนและห้องทำงาน ตลอดจนการกิน อยู่หลับนอน แต่ผลที่ออกมานั้นทุกคนยอมรับและเข้าใจ ว่าในการเรียนรู้ รับรู้นั้น นักเรียน (ครูวิจัยทุกคน) อาจจะการเรียนรู้และรับรู้ได้ไม่เท่าทันกัน มากน้อยด้วยทักษะความรู้และประสบการณ์แต่ละคน แต่เชื่อว่าและรับรองได้ว่าทุกคนมีการพัฒนาและมีการเปลี่ยนแปลง (ไม่เชื่อลองกลับนั่งนิ่งๆ คิดทบทวนพิจารณาตัวเองดูนะ) และดังที่กล่าวแต่ดนแล้วว่าที่<u>**สำคัญที่สุดสำหรับผมมันกระตุ้นจิตวิญญาณความเป็นครูวิทยาศาสตร์แก่ๆคนนี้ได้ดีเยี่ยมจริงๆ**</u>

ต้องขอขอบคุณผู้สนับสนุนโครงการวิจัยนี้ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัย จากโครงการครุวิจัย ประจำปี 2553 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)ได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่จากสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงานคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ขอขอบคุณ รศ.ไพโรจน์ คีรีรัตน์ และ รศ.กำพล ประทีปชัยกูร อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ ทุกท่านตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่าน(ไม่ลืมน้องแนน, น้องจอย ที่น่ารัก) ที่คอยดูแลให้คำปรึกษาและชี้แนะตลอดระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณสมาชิกผู้ร่วมโครงการครุวิจัยทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

กล่าวทิ้งท้าย

ขอสัญญาว่าจะนำความรู้ ความคิด ประสบการณ์ และข้อเสนอแนะ ที่ได้รับจากโครงการนี้ไปปรับเปลี่ยนแก้ไขตนเอง สืบสานถ่ายทอดให้กับเพื่อนครูและนักเรียน เพื่อสร้างครูพันธุ์ใหม่ที่มีความรู้คู่กับความสามารถในการจัดการเรียนการสอน การสร้างและผลักดันให้เกิดโครงการวิทยาศาสตร์ดีๆสืบไป ให้สมดังเจตนารมณ์ของโครงการครุวิจัย

"ครุวิจัย" ครูทำวิจัย

ศิริขวัญ จันทร์มณี
โรงเรียนบ้านลานข่อย สพท. พัทลุง เขต 1
jibstat@gmail.com

คำนำ

มีสิทธิ์แค่ครูใช่ไหม? ที่สามารถเข้าร่วมได้ 4 ธันวาคม 2552 หนังสือจากเขตพื้นที่ถึงโรงเรียนทุกโรง แจ้งให้ผู้สนใจสามารถสมัครเข้าร่วมโครงการโดยส่งแบบตอบรับไปยังโครงการครุวิจัย สกว. รายละเอียดดังแนบ เจ้าหน้าที่ธุรการอย่าง !จิ๊บ! มีหน้าที่เปิดและโหลดหนังสือ อ่านดูรายละเอียดเค้าให้ครูสอนวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ ส่งโครงการเพื่อเข้าร่วมทำวิจัยกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ มอ. "หนังสือเข้าวันที่ 4 เขาให้ส่งแบบตอบรับภายในวันที่ 4 (เขตพื้นที่หมายความว่าอาราย จะให้ไปไหมนิ #เซ็ง#)" ปรินเสร็จบอก ผอ. ว่า ผอ. ให้ไปนะค่ะ แล้วก็มาฟังบรรยายการเขียนหัวข้อโครงการในวันที่ 7 หลังจากฟังบรรยาย ก็กลับมาเขียนหัวข้อส่ง เขียนเกี่ยวกับพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานของนักเรียนช่วงชั้นที่สองของโรงเรียนบ้านลานข่อย จะทำประมาณออกแบบสอบถามแล้วนำมาวิเคราะห์ดูแนวโน้ม แล้วจะหาวิธีการประหยัดพลังงานที่สามารถเข้าถึงชุมชนได้ เพราะเป็นเรื่องที่คิดว่าสามารถทำได้ เพราะถนัดงาน**คีย์ข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล** พอถึงวันประกาศผลปรากฏว่าผ่านการคัดเลือก (ในใจคิดว่าแล้วจะทำอย่างไรดีเพราะ ช่วงปิดเทอมก็ต้องทำงานนิ) ก็เลยเขียนหนังสือ ขออนุญาต ผอ. ยืนยันการเข้าร่วมวิจัย (ผอ. อนุญาต แต่มีข้อแม้คือต้องกรอกข้อมูลนักเรียนทั้งโรงเรียนประมาณ 260 คนในโปรแกรม Student44 และออกแบบ ปพ.1 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยโปรแกรม ให้ทันวันอนุมัติจบการศึกษา 26 มีนาคม 2553 เพื่อการมาทำวิจัยก็เลย**ตาลาย** กับการคีย์ข้อมูลอยู่หลายวันเพราะไม่เคยรู้จักเลยกับโปรแกรมนี้แล้วต้องเริ่มตั้งแต่ไม่มีอะไรเลย แต่ก็สามารถทำได้ เพื่อมาทำวิจัยที่ มอ.)

สารบัญ

ส่งแบบตอบรับการเข้าร่วมโครงการยังงัยดี จะเขียนว่าอารายในเมื่อ **เราไม่ใช่ครู** ในแบบตอบรับก็เลยเขียนว่า **ครูธุรการ** (ตามโครงการคืนครูให้กับนักเรียน) และก็เขียนว่าประสบการณ์สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพราะว่าตอนนั้นกำลังฝึกสอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่พอดี

กิตติกรรมประกาศ

เกือบจะไม่ได้มาแล้วเพราะว่า วันที่ 31 มีนาคม 2553 ก็ยังไปทำงานอยู่ และก็มีงานค้างหลายเรื่องมาก แต่ ผอ.อนุญาตแล้วนิ ก็เลยเอาหนังสือขออนุญาตใส่ไว้ในสมุดเซ็นชื่อ เพื่อที่ว่าครูเขาจะได้รู้ว่า **ธุรการหายไปไหน** (ไปฝึกทำวิจัยที่ มอ.)

บทที่หนึ่ง การเดินทางมา มอ.

โรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นโรงพยาบาลที่
จิ๊บถูกส่งตัวให้มารักษา (ไทรอยท์) ต่อจากโรงพยาบาลพัทลุง การเดินทางมา มอ. จึงไม่ใช่เรื่องยากสำหรับจิ๊บ (จิ๊บ! จิ๊บ!)เพราะมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์กับโรงพยาบาลสงขลานครินทร์อยู่ที่เดียวกัน การเดินทางมาครั้งนี้ไม่เหมือนกับการมาหาหมอ ไม่ต้องเดินตรวจหลาย ๆ ห้อง ไม่ต้องกลืนน้ำแร่ ซึ่งทำให้จิ๊บเสียงหายไปหลายวัน แต่ต้องมาอยู่เป็นเวลาหนึ่งเดือนเต็มๆ

บทที่สอง เข้าหอพัก

ลงรถตู้ที่หน้า มอ. ต่อรถตุ๊กๆ เข้ามาที่หอพัก 10 ก็เจอกับยาม พอบอกยามว่าครูจากโครงการครุวิจัย เขาก็ถามว่าคณะไหน? เราก็งง? เข้าหอพักต้องสังกัดคณะด้วยหรือ พอหายงงก็เลยบอกว่าวิศวะ (ดีนะที่ยังจำได้ ไม่เช่นนั้นอดเข้าหอ) ยามถึงให้เซ็นชื่อ บอกให้เขียนเลข 824 ในใจก็คิดว่าหมายเลขห้อง ทำสแกนลายนิ้วมือเสร็จ ได้คุณแจก็ไม่ทันได้มองว่ามีเลขเขียนอยู่ ในใจจำแต่ 824 คิดว่าน่าจะเป็น ชั้นสองห้องสี่ ขึ้นลิฟต์มาถึงชั้นสองก็หาห้องสี่ไม่เจอ ยืนงงแล้วก็พอดีเห็นตัวเลขที่คุณแจ ถึงได้เข้าหอพักได้ (มึนจริงๆ)

บทที่สาม ปฐมนิเทศ (เลี้ยงต้นรับ)

วันที่ 1 เมษายน 2553 ณ ห้องประชุม มงคลสุข เข้ารับการปฐมนิเทศ ได้รู้เกี่ยวกับโครงการครุวิจัยมากขึ้น หลังจากนั้นแบ่งกลุ่มพบอาจารย์พี่เลี้ยง ตกบ่ายฟังบรรยายการวางแผนการทำวิจัยและการสืบค้นข้อมูลสิทธิบัตรเพื่อเป็นแนวทางในการหาข้อมูลการทำวิจัย ตอนเย็นมีงานเลี้ยงต้อนรับที่โรงแรมสิงค์โกลด์พาเลส รับประทานอาหารเสร็จมีกิจกรรมสันทนาการ ละลายพฤติกรรมร่วมกัน ทำให้ได้รู้จักเพื่อนเพิ่มมากขึ้น ทั้งพี่ต้นอ้อจากฉะเชิงเทรา พี่ก้อยจากลำพูน พี่ปรอทจากโคราช พี่บอยจากกรุงเทพ (คนบ้านเดียวกันพัทลุง) กะยะ แบซอล และก็ป้าเฉลิม ป้ารูญ ที่ชอบบอกว่า"ลุงแก่แล้ว" หลานไปแทนเถอะ เวลาทำกิจกรรมแล้วโดนทำโทษ (รักดอกดอกรักจึงแซวเล่น) หัวเราะจน...

บทที่สี่ ฟังบันยาย (บรรยาย)

แล้วนิสัยเดิมสมัยเรียน ป.ตรี ก็บังเกิด ตอนเช้าหลังกินข้าวเสร็จ เข้าห้องเย็น (ห้องแอร์) ฟังอาจารย์บรรยาย ทำงัยได้นะ พอหนังท้องดึงหนังตาก็ย่อน แถมด้วยเสียงบรรยายแบบนิ่มๆ ของอาจารย์ จิ๊บก็เลยแอบหลับแบบผยักหน้า **"เข้าจัย เข้าใจ"**

บทที่ห้า บันยาย (บรรยาย) ต่อ

หลังจากฟังบรรยายรวมเป็นเวลา 2 วัน กลุ่มอนุรักษ์พลังงานก็มาฟังบรรยายเข้มจากพี่เลี้ยง แล้วก็อาจารย์อีกจนถึงวันที่ 9 จนทำให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่น ล้อกลุ่มอนุรักษ์ว่า ชอบนั่งห้องแอร์และก็ฟังบรรยาย ทำอะไรเรื่อย ๆ แต่อยากจะบอกว่าที่ฟังบรรยายหลายวันนะ เพราะต้องศึกษาหาความรู้ไว้ให้เยอะๆ เพื่อที่จะได้ลงมือทำวิจัย อย่างมีข้อมูลอยู่ในมือ กลุ่มอนุรักษ์เริ่มไปซื้อของ อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลองในวันที่ 9

บทที่หก พักการฟังบรรยาย

วันเสาร์ที่ 3 ทัศนศึกษา ชีวิต โหนด – นา – เล ณ อ.สทิ้งพระ ศึกษาวิถีชีวิตชาวบ้าน การปีนตาล การปาดตาล การทำน้ำตาลแว่น การทำขนมพื้นบ้านด้วยลูกตาล การใช้ประโยชน์จากตาลทุกส่วน ตั้งแต่รากจนถึงใบ หลังจากนั้นลงเรือศึกษาธรรมชาติทะเลสาบสงขลา ดูการจับสัตว์น้ำด้วยวิธีภูมิปัญญาชาวบ้าน ชม ต้นลำพูล ดูนกน้ำ (เป็นแม่ย่านางเรือ) ขึ้นจากเลก็ไปดูการผลิตก๊าซชีวภาพที่ อบต. คลองรี และประทับใจมากได้ไปดูการเก็บน้ำตาลสดๆ จากต้น (ตามไปถึงได้โดนเลย) และก็ได้ชิมน้ำตาลจากกระบอกโดยวิธีการชด ก็ไม่เคยดื่มแบบนี้นี้นะ ทำเอาสำลัก น้ำตาลย้อยโดนคอปก เสื้อเลย เหนียวซะ และเมื่อตัวเองเสียโม่แล้วก็แกล้งพี่ที่มาจากหนองคาย โดนไปเหมือนกัน หลังจากนั้นเดินทางมุ่งหน้าสู่วัดพะโคะ นมัสกาลหลวงปู่ทวดเหยียบน้ำทะเลจืด ฟังบรรยายจากท่านเจ้าอาวาสถึงความ เป็นมาของวัดพะโคะ ที่เมื่อก่อนเรียนว่า วัดพระโคะ และก็เพี้ยนมาเป็น พะโคะ เหมือนในปัจจุบัน รับของที่ระลึกจากท่านเจ้าอาวาส พร้อมกับน้ำนมด์ เดินชมความงดงามของวัด สงน้ำพระ ขอพรจากหลวงปู่ทวด กลับ จากวัดเดินทางมุ่งหน้าผ่านเส้นทางสะพานที่ยาวที่สุดในประเทศ สะพานเปรม มุ่งหน้าสู่แหลมสมิหลา ถ่ายรูปกับนางเหงือกแล้วก็เดินทางกลับ หอ โดยสวัสดิภาพ

วันเสาร์ที่ 10 ทัศนศึกษา จ.สตูล ชมโบราณสถานบ่อเจ็ดลูก กินอาหารกลางวันแบบพื้นบ้าน (หรอยจังหู ปลาหมึกสด ๆ แกงส้มปลา น้ำพริกผักสด และก็ปูนึ่ง) อิ่มแล้วก็สลายพลังงานโดยการล่องแก่ง ณ คลองลำโลน ภารกิจอารักขาท่าน ผอ. แอ๊ด รร.วัดบางด้วน จากคอน โดยจิ๊บเป็นกองหน้า ท่าน ผอ. อยู่ตรงกลาง กองหลังโดยพี่บ่าว (อนุจิตร) ล่องไปตามลำคลอง ช่วงแรกน้ำไม่ค่อยลึกก็ยังสบายๆ อยู่ แต่พอน้ำลึกนี่สิต้องเกาะเรือกันแน่นมาก ๆ พอมีการพักเป็นระยะ ๆ คนที่มาถึงก่อนก็คอยคว่ำเรือคน ที่มาถึงทีหลัง แล้วป้ารูญก็ทำหลานลำสักน้ำ (จมูกแดงเลย) และสถานที่นี่เองทำให้จิ๊บได้รู้ว่า พี่แนนว่ายน้ำไม่เป็น (เพราะแอบแกล้งพี่เค้า) เกือบไปแล้ว เกือบโดน**ตัดเบี้ยเลี้ยง**ซะแล้ว เป็นระยะทางกว่า 5 กิโลเมตร ที่จิ๊บและพี่บ่าวต้องอารักขา ผอ. ก็มาถึงที่จอดเรือ ต้องขึ้นจากคลองแล้ว (โห ยังดำ ไม่ สนิท เลย) ขึ้นจากน้ำเปลี่ยนชุด กินอาหารพื้นบ้านที่ทางทัวร์เขาจัดให้ ดบท้ายด้วยไอศกรีมแท่น และก็ขึ้นรถบัส คณะเดินทางกลับโดยสวัสดิภาพ

บทที่เจ็ด ทำวิจัย

กลับจากเที่ยวกลุ่มอนุรักษ์ก็เดินหน้า ทั้งซื้ออุปกรณ์ที่ยังขดอยู่ ทำชุดการทดลอง (ในวัน

สงกรานต์) กลุ่มอื่นเขาหยุดสงกรานต์แต่กลุ่มอนุรักษ์ไม่นะ เราไม่หยุด (ช่วงนี้แหละคือช่วงที่เราซุ่มเงียบทำการทดลอง) แล้วค่อยมาดูกันนะว่าช่วงสงกรานต์กลุ่มอนุรักษ์ทำอะไรไปแล้วบ้าง เจอกันวันรายงานความก้าวหน้าครั้งที่สอง (จิ๊บ จิ๊บ)

งานเลี้ยงต้อนรับครู ศูนย์พลังงาน

บทที่แปด สร้างชุดทดลองและเก็บข้อมูล หลังจากกลุ่มอนุรักษ์ ซุ่มเงียบสร้างชุดทองลองในวันสงกรานต์ ก็ได้ชุดการทดลอง พร้อมเก็บข้อมูล เช้าวันที่ 14 เมษา กลุ่มอนุรักษ์ ก็ลงมือปฏิบัติการเก็บข้อมูล ชุดการทดลองของกลุ่ม ต้องนำไปวางไว้ในที่ ที่มีแสงแดด (ประมาณว่าหลังคาบ้าน กับผนังบ้านนะ) ทางกลุ่มก็เลยเลือกสถานที่วางชุดการทดลองไว้บนดาดฟ้าของตึกคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งต้องขึ้นบันไดไปถึงสี่ชั้นบวกดาดฟ้าอีกหนึ่งเป็นห้าชั้น ขึ้นไปทุกๆ สองชั่วโมงตั้งแต่เก้าโมงเช้าถึงห้าโมงเย็น (แล้วความดำก็มาเยือนสมาชิกกลุ่มอนุรักษ์ทุกคน เพราะเก็บข้อมูลครั้งหนึ่งใช้เวลาประมาณสามสิบนาที) เก็บข้อมูลวันแรกเสร็จนำมาเสนออาจารย์ปรากฏว่าข้อมูลมันดูเพี้ยนๆ นิดหนึ่ง แต่ก็ยังนำไปใช้ได้อยู่ แล้วทางกลุ่มกับอาจารย์ก็คิดวิธีแก้โดยการทำหน้าต่างให้กับบ้านของเรา (ชุดการทดลอง) เช้าวันที่ 15 เก็บข้อมูลปรากฏว่าข้อมูลมีแนวโน้มถูกต้องตรงตามทฤษฎี สมาชิกในกลุ่มดีใจมาก ทำให้การเก็บข้อมูลของเราเป็นไปอย่างราบรื่น

บทที่เก้า วิเคราะห์ผลรายงานความก้าวหน้า (ความถอยหลัง ล้อเล่น!) เมื่อพวกเราเก็บข้อมูลเสร็จ ก็นำผลการทดลองที่ได้มีลงใน Excel คำนวณค่า OTTV วิเคราะห์ผล ปัญหาบังเกิดกับกลุ่มกรอบอาคารไม้อีกแล้ว เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาสุดที่รัก (อาจารย์เคน ธีรเดช) ของพวกเราไม่อยู่ ไม่รู้ว่าใครจะอ่านให้เรา คิดแล้วก็เศร้าจริงๆ (ฮือ ฮือ น้ำตาไหลแล้ว) รายงานความก้าวหน้าครั้งที่สองยังไม่เป็นไร แต่ครั้งที่สามนี่สิ ผลการทดลองต้องออกมาแล้วสื่อการสอนด้วย พวกเราก็ทำกันจนสุดความสามารถ และก็รายงานผ่านไปได้ด้วยดี ด้วยเสียงหัวเราะของเพื่อนครุวิจัยหลาย ๆ คน เมื่อคุณครูชาญ (สงสัยพึ่งตื่น) ถามเรื่องที่ไม่ตรงกับทางกลุ่มรายงาน ผนวกกับมุข "กรุณายืนถามของพี่ปรอท ทำเอาทุกคนหัวเราะกันทั้งห้อง เพราะคุณครูชาญยืนแล้วแต่พี่เค้าตัวไม่สูง ก็เลยเหมือนกับว่านั่งถาม" (หยอกเล่นนิดหนึ่งนะคุณครูพี่ชาญ ชิมิ ชิมิ) เขียนรายงาน (ห้าบท) ซึ่งทางอาจารย์เคน ธีรเดช (อาจารย์นันทพันธ์) ยากให้พวกเราเขียนรายงานห้าบทนะ ยากบอกอาจารย์ว่าเขียนรายงานนะไม่ใช่เรื่องยาก จิ๊บ จิ๊บ แต่เรื่องเขียนแล้วให้คนอื่นอ่านรู้เรื่องนี่สิ (ยากมาก) สำหรับพวกเรา (หรือสำหรับจิ๊บคนเดียวก็ไม่รู้ เพราะเรียนสาขาที่คุยกับเพื่อนไม่รู้เรื่อง สถิตินะคุยกับเด็กสถิติได้อยู่แต่พอสาขาอื่นสิ เริ่มมีปัญหา) เมื่อสมาชิกในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ข้อมูลเสร็จ ก็มาถึงขั้นการเขียนบทความวิจัยทางกลุ่มกรอบอาคารไม้ ให้ผู้อาวุโสที่สุดในกลุ่มเป็นคนตัดสินใจว่าจะเอาข้อมูลส่วนไหนบ้างที่จะนำมาลงในบทความ ถึงตอนสร้างสื่อการเรียนการสอนที่จะนำกลับไปโรงเรียน ทำยังงัยดีละจะเอากล่องโฟมกลับโรงเรียนหรือ คงจะไม่ดีมั่ง เพราะไม่รู้ว่าจะเอากลับยังงัย เลยกลายเป็นว่าทางกลุ่มทำสื่อ CAI นะ เพราะว่าจะได้ก๊อปกลับบ้านได้ทุกคน CAI ของเรานำโชว์ในการเสนอความก้านหน้าครั้งที่สาม มีพี่ ๆ หลายคนสนใจ ติดต่อมาว่าทำเสร็จแล้วขอมั่งนะจะเอาไปให้เด็ก ๆ ที่โรงเรียนดู ทางสมาชิกในกลุ่มก็พร้อมที่จะอำนวยความสะดวกเสมอ แต่ตอนนี้กำลังอยู่ระหว่างการ อัปโหลดข้อมูบอยู่นะค่ะ รอแป๊บหนึ่ง เสร็จสมบรูณ์เดียวจัดให้ค่ะ (CAI ของพวกเราเรื่องพลังงานความร้อน)

บทที่สิบ พักการวิจัย หลังจากที่แต่ละกลุ่มตั้งหน้าตั้งตาการเก็บข้อมูลกันอย่างขะมักเขม้น ก็มีการพักโดยการจัดปาร์ตี้เล็กๆที่ข้างๆกลุ่มอบแห้ง โดยมีการดำสัมดำโดยเจ้ปรอท

แม่ครัวโดยพี่นิด ที่ใครต้องการอารายพี่นิดจัดให้หมด (แซ็บหลายๆ เด้อพี่)

ปาร์ตี้เต็มรูปแบบเย็นของวันที่ 22 เมษา ณ แหลมสมอ่อน บรรยากาศริมทะเล ฟังเสียงคลื่นดั่งเสียงดนตรี หอมกลิ่นกุ้ง หมึก ปลา ปู ย่าง เป็นบรรยากาศที่ทุกคนมีแต่ความสุข เหมือนกับนัดกันมาเที่ยว (ไม่ช่วยทำวิจัย) ยากบอกว่าหนวดปลาหมึกย่างนะหรอยที่สุด (โดยเฉพาะฝีมือย่างของคุณพ่อต้อมนะ จริงๆ การันตีได้จากย่างไปสักพัก พอมีกลิ่นหอมเท่านั้นแหละคนนั้นจองอันนั้น คนนี้จองอันนี้ แล้วยกลงก็หมดภายในพลิบตา) ฝีมือส้มตำของเจ๊ปรอท กับแม่ค้านิดนะ ก็สุดยอด (อร่อยขนาดไหน ขนาดที่ว่าคนตำยังไม่ได้กิน ก็ลองนึกดูก็แล้วกัน)

บทที่สิบ รวมงานส่ง กำหนดส่งงานทุกอย่างของพวกเราเร็วขึ้นมาอีกหนึ่งวันทำให้ครุวิจัยทุกคนไม่ได้หลับไม่ได้นอน ตั้งหน้าตั้งตากันทำงาน จิ๊บคิดว่าผลงานของทุกกลุ่ม เป็นผลงานที่ผ่านการคัดกรอง อ่านแล้วอ่านอีกจากพี่เลี้ยงและอาจารย์ ผลงานของพวกเราจะมานำเสนอกันในวันที่ 1 พฤษภาคม นี้ ของใครจะได้รับความสนใจจากครุวิจัยและผู้ที่มาร่วมงานก็ต้องคอยดูกันในวันที่หนึ่ง เมื่อทุกกลุ่มส่งงานครบทุกชิ้น

บทสุดท้าย ขอขอบคุณ สกว. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย คณะอาจารย์บุคลากรคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผู้อำนวยการบุญลภ ไชยหล่อ ที่ให้โอกาสครูธุรการ(เจ้าหน้าที่ธุรการ) ซึ่งไม่ได้เป็นข้าราชการครูได้มีโอกาสร่วมทำกิจกรรมกับครุวิจัย ทำให้บุคลากรทางการศึกษาตัวน้อย ๆ อย่างจิ๊บได้รับประสบการณ์มากมาย ซึ่งไม่สามารถหาซื้อได้ด้วยเงินทอง ได้มิตร ได้เพื่อนซึ่งเป็นพี่ ๆ คุณครูจากทุกภาคทั่วประเทศ

เล่าประสบการณ์...ของ ksirapop

สิรภพ กาพสุวรรณ
โรงเรียนเทศบาล ๕ (วัดหาดใหญ่) จ.สงขลา
ksirapop@gmail.com

ปฐมเหตุ

บ่าย 3 ของวันที่ 15 ธันวาคม 52 ข้าพเจ้ากับนักการกำลังขึ้นรถจะไปหาซื้อเศษเหล็ก พลันมีเสียงโทรศัพท์ดังขัดจังหวะขึ้น .. เสียงระล่ำระลักจากรองผู้อำนวยการ ฯ ดังออกมา " จะไปมั๊ย ๆ..มีอบรมครุวิจัย สนใจมั๊ย ? " "ไปครับ สนใจครับ" ข้าพเจ้าตอบกลับไปทันทีโดยไม่ต้องคิดมาก แต่น้ำเสียงที่ยังคงแสดงความเร่งรีบที่บอกกลับมาทำให้ฟังแล้วหัวใจแทบวาย.. "หมดเขตสมัคร**วันนี้นะ**".. เอาอีกแล้วเจองานด่วนจี๋ และที่ยิ่งทำให้เข่าแทบทรุดเมื่อเสียงเดิมตามมาว่า "ต้องเขียนข้อเสนอโครงร่างวิจัยด้วยนะ".. เอาแล้วงานเข้าเต็ม ๆ อีกแล้ว... คืนนั้นกว่าจะ click ส่ง mail ใบสมัครพร้อมข้อเสนอฯ ปาเข้าไปเกือบห้าทุ่ม..โอย..เป็นอย่างนี้ซะทุกทีไม่มีอะไรได้มาง่าย ๆ

หวนคืนสู่ถิ่นเก่า

25 ปี แห่งความหลัง นับเวลาแล้ว ดกใจโอ้โห เท่ากับหนุ่มเบญจเพส แล้วที่สำเร็จออกจากเขตรั้วสีบลูไป วันนี้ 31 มีนาคม 53 เลยรู้สึกแปลก ๆ ตื้นเต้น ยินดี ที่หวนคืนบ้านเก่า ข้าพเจ้าสูดหายใจแรง ๆ หวังเอากลิ่นไอบรรยากาศเดิม ๆ ในถิ่นศรีตรังเข้าให้เต็มปอด .. พลันเนื้อเพลงหนึ่งแวบเข้ามา " ถิ่นพักใจ ใดจะปาน เหมือนบ้านเกิด ..." (เพลงถิ่นศรีตรัง.. ถ้าจำไม่ผิด) เล่นเอาขนลุกเลย และที่ยิ่งตื้นเต้นใหญ่เมื่อถูกจัดให้เข้าพักในหอพัก 11 ตึกใหญ่คู่แฝดที่ตั้งตระหง่านใกล้อ่างน้ำ ที่เคยฝันลม ๆ แล้ง ๆ ว่าถ้าได้เกิดใหม่แล้วมาเป็นน้องใหม่นักศึกษา มอ. ได้เข้าพักในหอนี้ จะโผล่หน้ามานั่งที่ระเบียงมองดูอ่างน้ำ ชมวิวทุกวันเลย..แต่วันนี้ฝันนั้นเป็นจริงแล้ว ไม่ต้องรอไปเกิดใหม่ ต้องขอบคุณโครงการครุวิจัย ...ขอบคุณครัาบ...

เวลาทุกนาที ที่ใครๆก็รู้ว่ามีความหมายมากมายเพียงไร???

สุนันทา สุวรรณะ
โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อ.หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
stang_pook@hotmail.com

"ประสบการณ์ที่เจอคือกำไรของชีวิต ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่ดีหรือเลวร้ายแต่มันสอนให้เรารู้จักวิธีการอยู่รอดในสังคม (อย่างมีความสุข)."

ผู้เขียนชื่อ สุนันทา สุวรรณะ (ไม่อยากจะใช้คำนำหน้าเล้ยยยยย) หรือปุ๊ก ที่เรียกกัน ตำแหน่งครู คศ.1 สัดกัดโรงเรียน (งานนี้เกิดความไม่แน่ใจว่าจะระบุชื่อโรงเรียนไหนดี เพราะอิดอนสมัครมานะยังสอนอยู่โรงเรียนควนเนียงวิทยา อ.ควนเนียง จ.สงขลา แต่อีดอนมาเนี้ยะดิ ย้ายมาอยู่โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา) สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ วุฒิการศึกษา ค.บ.เคมี (เกียรตินิยมอันดับ 2) ที่อยู่ปัจจุบัน 864/12 ถ.ราษฎร์อุทิศ ซ. 32/1 ต.หาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110 โทรศัพท์ 074 – 254517 มือถือ 083 – 6520168

ทีแรกนะกะว่าจะไม่ใส่ที่อยู่ปัจจุบันหรอกนะ แต่มันอดไม่ได้เพราะรู้สึกเกิดปมเล็ก ๆ ขึ้นในใจ ก็ใครต่อใครเค้าดูดื่นเด้น มีอะไรใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย ไม่ว่าจะเดินทางด้วยรถไฟฟรีครั้งแรก ขึ้นเครื่องบินเป็นครั้งแรก การเดินทางมาภาคใต้ตอนล่างเป็นครั้งแรก (กลัวอะดิฮิๆๆๆๆๆๆๆๆๆๆ) (ออกแนวอิจฉานิด ๆๆๆๆๆๆรู้มั้ยจ้า) แล้วฉันจะมีอะไรดื่นเด้นบ้างเนี้ยะ หุหุ

กลุ่มย่อยที่เลือกเข้าร่วมฝึกทำวิจัยในครั้งนี้ คือกลุ่มไบโอดีเซล (แล๊ปดึกดึกไม่ค่อยจะออก เพราะไม่ได้ไปไหนเลย เค้าไม่ได้ห้ามนะแต่พวกเราทำกันเองเพราะงานมันเยอะจริง ๆ ไม่ได้โม้!!!!!!!!!!)

ได้เรียนรู้วิธีการทำวิจัยที่ถูกต้อง ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตัวเอง(โดยมีพี่เลี้ยงช่วยแนะนำ) กระบวนการต่างๆ ที่ได้เรียนรู้สามารถนำกลับไปใช้ในห้องเรียนได้จริง ๆ

ลงแลปไบโอดีเซลมาสองวันเหตุการณ์ปกติ แต่เหตุการณ์ไม่คาดฝันก็บังเกิดในวันที่สาม เมื่อได้ยินเสียงดัง บึ้มมมม (เสียงระเบิด) จากการเวฟน้ำมันตัวอย่างด้วยเตาไมรโคเวฟ สร้างความแตกตื่นและตื่นเต้นให้กับพวกเราสมาชิกไบโอดีเซล รวมถึงกลุ่มอื่น ๆ อิอิอิ (น้องกฤช กับน้องแก้ว พี่เลี้ยง+ ผู้ช่วยวิจัย ช่วยจริงไม่มีสดั้นแมน ก็หน้าเปลี่ยนสีเลยหิ) เหตุการณ์ยังไม่จบแค่นั้น พวกเราทำแลปกันข้ามวันข้ามคืน (เพื่อน ๆ เค้า เค้าก็ว่าจริงหรือ ???) ก็ขอตอบเลยคะจริง จริงที่สู๊ดดด ก็ยังแปลกใจอยู่จนทุกวันนี้ว่าเราเลิกดึกกันทุกวันแต่ทำไมงานมันยังเหลืออีกเยอะ (เดือนเดียวมันน้อยไปมั้ง) ผลิตภัณฑ์รองที่เราทุกคนได้มาก่อนน้ำมันไบโอดีเซลคือกลิ่นเหม็นของน้ำมันตัวอย่าง แต่ตอนนี้พวกเราเริ่มไม่ได้กลิ่นซะงั้น นำทีมทำแล๊ปโดยป้าต้อย(ฮึดมากตั้งใจสูง ขยันเรียนรู้เป็นที่รักของน้อง ๆ ทุกคน) พี่น้อย (เน้นไปด้วยหลักการ ข้อมูลพร้อมรับผิดชอบงาน เยี่ยม ๆ) พี่กา (ใคร ๆ จะรู้จักเธอในฉายาแฝดนรกคู่กะน้องสาวคือพี่เปิ้ล พากันฮาทั้งพี่ทั้งน้อง เจ้ สองคนอยู่ไหนน้อง ๆ พี่ ๆ แคล้วคลาดปลอดภัย อิอิ) ยา (สาว เอ๋....จะใหญ่หรือน้อยดีหว่า...สาวอารมณ์ดี มองโลกแง่ดี สร้างบรรยากาศและเรียกเสียงหัวเราะได้ตลอด ยังงี้เค้าเรียกว่าไรน่า.....) ปัทม์ (สาวขี้กลัว จบดรีเคมี มอ.นี้แหละ แต่นู๋กินได้ทุกที่ไม่กลัวอันตรายแม้กระทั้งในห้องทดลอง แน่จริง ๆ) แล (หนุ่มน้อยคนเดียวในกลุ่มอายุน้อยที่สุด มาทีหลังเค้าจนสร้างความเข้าใจผิดให้ทุกคนว่าที่มาสายเพราะมีงาน....ที่บ้าน แต่แล้วเป็นเรื่องเข้าใจผิดกันเอง ฮึมมมมม) แก้ว ผู้ช่วยวิจัยที่พวกเราแสนจะเกรง..(บวกกลั่นแกล้งน้องซะ) ก็เธอคมได้ใจ เผลอเมื่อไรเฉียนเราด้วยคำพูดทุกที กฤช ดูเธอแรก ๆ มาดนิ่ม ๆ ดูเรียบร้อย ป๊าดดดดด ที่ไหนได้แต่ละคำที่หลุดมา ฮากระจาย (แรง

!!!!!!!!) เรากลับดึกน้องแก้วน้องกฤชก็ดึกกะเราด้วย (ได้ใจจริง ๆ นะเนี๊ยะ)

แล้วก็มาถึงวันที่เราในกลุ่มต้องนำเสนอความก้าวหน้าของงานวิจัย(สมาชิกทุกคนไม่เสร็จไม่เลิกดั้งใจสุด ๆเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล) เชื่อว่าเพื่อนๆ ที่เข้าร่วมโครงการในครั้งนี้คงเจอเหตุการณ์ที่ไม่แตกต่างกันมากนักเพราะทุกคนที่ได้ร่วมโครงการต่างมีความตั้งใจ กระตือรือร้น และพร้อมที่จะมอบมิตรภาพที่ดีแก่เพื่อน ๆ

การไปศึกษานอกสถานที่ดูจะทำให้พวกเรารู้จักกันมากขึ้นและได้เรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ ๆ วันเสาร์ที่ 3เมษายน 2553 คณะเดินทางไป ศึกษาวิถีชีวิตชาวบ้านโหนด นาเล

สิ่งที่ผู้เขียนประทับใจคือคนไทยไม่ว่าจะอยู่ที่ใดความเป็นพี่เป็นน้องมันแนบแน่นจริง ๆ แม้วิถีชีวิตจะแตกต่างกันแต่ในความแตกต่าง ช่างเป็นช่องว่างที่ทำให้วิถีชีวิตของบุคคลแต่ละท้องที่เข้ากันได้ดี เฉกเช่น จิ๊กซอ หากมีแค่ตัวเดียวคงไม่สามารถรวมเป็นภาพอันสวยงามจำเป็นต้องมีหลากหลายตัวนำมาเรียงต่อกันจนได้ภาพที่ต้องการ มันก็คงเช่นเดียวกับวิถีชีวิตของพวกเราทุกคนที่ได้มารวมกันและใช้ชีวิตกันอย่างลงตัว แน่นอนมันย่อมมีช่องว่างของแต่ละที่แต่ละคนแต่สิ่งนี้แหละ ผู้เขียนคิดว่ามันคือเสน่ห์สิ่งที่น่าค้นหา..... เพื่อเอาช่องว่างนี้มาเรียงต่อกันได้อย่างลงตัว

และแล้วเหตุการณ์ที่ตื่นเต้นที่สุดในชีวิตของผู้เขียนกำลังจะบังเกิดเมื่อคณะเดินทางจากบ่อเจ็ดลูกมุ่งสู่น้ำตกวังสายทอง อ.มะนัง จ.สตูล เพื่อล่องแก่งตามกระแส (เค้าว่าถ้ามาจังหวัดสตูลแล้วไม่ได้ล่องแก่งก็เหมือนมาไม่ถึงจังหวัดสตูล)

ทุกคนพร้อมลงเรือ ลงน้ำ ทุกคนดูสนุกสนาน มีความสุข ฮากระจายเมื่อโดนคว่ำเรือ แล้วก็เกิดเหตุการณ์ที่ผู้เขียนคงจะจำไปอีกนาน ล่องมาได้ไม่ถึงครึ่งทางก็เกิดอุบัติเหตุไม้พายเหวี่ยงมากระแทกตรงขอบตาข้างขวาของผู้เขียน (จำไม่ได้เลยว่ามาท่าไหน เจ็บมาก กลัวที่สุดกลัวโดนลูกตา กลัวตาบอด ร้องลั่นแบบไม่อายใคร) เดชะโชคยังดีไม่เป็นอะไรมาก แต่ตาเขียวไปหลายวันเลยทีเดียว (ตื่นเต้นกว่าใครเพื่อนเลยนะงานนี้งะ)

และแล้วสิ่งที่ทุกคนรอคอยก็กำลังจะมาถึง (การได้กลับบ้าน) ครบหนึ่งเดือนแล้วซินะ กับการเข้าร่วมโครงการของครุวิจัยศูนย์พลังงานคณะวิศวะกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผู้ประสานโครงการดูมีความพยายามและตั้งใจจะให้ครูได้สื่อและนวัตกรรมที่เป็นรูปธรรมเพื่อนำกลับสู่ห้อง เรียน.....ดูท่าแล้วคงได้ไม่ครบทุกกลุ่มแต่ไม่ต้องเสียใจนะคะ !!!!!! เพราะสิ่งที่ครูทุกคนได้คือความรู้และความเชื่อมั่นจากประสบการณ์ที่ทางศูนย์ถ่ายทอดให้ และคงไม่ใช่เรื่องยากเลยที่จะนำความรู้ที่ได้กลับไปถ่ายทอดสู่นักเรียน ด้วยกระบวนการ หรืออาจจะเกิดเป็นนวัตกรรมตามวัตถุประสงค์ของทางศูนย์ เพราะผู้เขียนมีความเชื่อมั่นเหลือเกินว่า หากผู้ที่ทำหน้าที่ ***ครู*** มีความรู้ มีประสบการณ์ที่หลากหลาย ย่อมมีความสามารถและความมั่นใจในการถ่ายทอดความรู้สู่ศิษย์และบุคคลอื่น อีกอย่างที่ผู้เขียนคงลืมไม่ได้ที่จะบอกไว้ว่า **"อยากให้โครงการครุวิจัยเป็นส่วนสร้างกระบวนการความรู้ที่ตกผลึกให้กับครูไทยทั่วประเทศต่อไป"** เพื่อสร้างต้นทุนของกำลังคนที่มีความสามารถช่วยกันพัฒนาสังคมและประเทศชาติ

ประสบการณ์ กระบวนการ รูปแบบการเรียนรู้ ตัวความรู้ ความหลากหลายทางความคิด วัฒนธรรมของคนแต่ละท้องถิ่น ต่างที่มา สามารถรวมตัวกัน จนสร้างสรรค์มุมมองความคิดให้กับผู้เขียนมากมาย มากมายเหลือเกิน (เก็บทุกภาพความประทับใจไว้ในความทรงจำ ..ที่ดีดี ช่วงเวลาสั้น ๆ กลับสร้างมุมมองทางความคิดที่ยาวไกล)

วัดพะโคะ อ.สทิงพระ จ.สงขลา

มื้อเที่ยงแสนอร่อยที่ศูนย์พลังงาน

อุปสรรคและความรู้..อยู่ด้วยกัน

อนุจิตร จันทศรี
โรงเรียนนิคมควนขนุนวิทยา สพท.พัทลุง เขต1
achanthasri@gmail.com

ในการดำเนินชีวิตของคนเราทุกคนย่อมมีอุปสรรคอยู่ทุกที่ทุกเวลาไม่ว่าเราจะทำอะไร **(อย่าท้อกับอุปสรรคที่ขวางหน้า จงฟันฝ่าเอาชนะ)** ในความตั้งใจอันแน่วแน่ตั้งแต่เห็นหนังสือแนะนำโครงการครุวิจัยว่ายังไงก็ต้องไปให้ได้ วันที่ 7 ธันวาคม 2552 เป็นวันหยุดชดเชยวันพ่อแห่งชาติ แต่ด้วยความอยากมีประสบการณ์ จึงเข้าร่วมประชุมแนะนำโครงการครุวิจัย และการเขียนหัวข้อโครงการวิจัย ที่โรงแรม วี แอล หาดใหญ่ **(แล้วอุปสรรคตรงไหน)** หลังจากนั้น 2 วันเริ่มเขียนโครงการครุวิจัย พลังงาน ลม โดยจะสร้างเครื่องมือวัดความเร็วลม แต่ไม่รู้ว่าจะเขียนโครงการยังไงให้ผู้อ่านเห็นถึงความสำคัญ **(อุปสรรคมาแล้วครับ)** แต่ก็พยายามต่อไปจนเสร็จในวันที่ 11 ธันวาคม 2552 **(ฝ่าอุปสรรคการเขียนไปได้)**

หลังจากส่งหัวข้อโครงการวิจัยก็ตั้งหน้าตั้งตารอคอยประกาศผลทางเว็บไซต์ สำนักประสานงานชุดโครงการวิจัยยางพารา http://www.trfrubber.com ทุกสัปดาห์ จนผลประกาศออก ดีใจมากที่ได้รับการคัดเลือก เก็บความดีใจเอาไว้กับปีใหม่ พร้อมกับของขวัญปีใหม่จากหัวหน้าฝ่ายวิชาการ หรือ อาจารย์จำปี คงหนู **(โบนัสท่องเที่ยวปีใหม่ 1000 บาท)**

หลังจากปีใหม่ในวันที่ 4 มกราคม 2553 ได้ทำหนังสือขออนุญาตต่อท่านผู้อำนวยการสาวิทย์ บุญประเสริฐ แต่ท่านไม่อนุญาตให้มาร่วมโครงการครุวิจัย โดยท่านผู้อำนวยการให้เหตุผลว่า ผมไม่ได้เป็นครูประจำและผมไม่ได้เป็นผู้ได้บังคับบัญชาของท่าน **(ก็ใช่ผมไม่ได้เป็นครูประจำ ผมเป็นแค่นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเท่านั้น แต่ที่บอกว่าผมไม่ได้เป็นผู้ใต้บังคับบัญชาของท่านผมไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งเพราะ *เวลามีหนังสือคำสั่งของโรงเรียนที่ท่านลงนามมีชื่อผมอยู่ด้วยทุกครั้ง* ซึ่งมันขัดแย้งกันอย่างชัดเจน)** ผมก็ต้องทำใจครับ แต่ยังมีความหวังอีกนิดหน่อยที่หัวหน้าฝ่ายวิชาการบอกผมว่าจะเข้าไปคุยกับท่านผู้อำนวยการให้อีกครั้งในวันที่ 6 มกราคม 2553 พอถึงวันที่ 6 มกราคม 2553 เวลา 13.45 น. หัวหน้าวิชาการเข้าไปคุยกับท่านผู้อำนวยการแทนผมอีกครั้ง ใช้เวลาในการคุยกว่า 2 ชั่วโมง แต่สุดท้ายท่านผู้อำนวยการก็ยังไม่อนุญาต เรื่องนี้จึงรู้ไปถึงอาจารย์ท่านอื่นๆ อีกมากมาย จนอาจารย์คนอื่นทนไม่ได้จึงรวมตัวไปคุยกับท่านผู้อำนวยการอีกครั้งแต่ก็ไม่สำเร็จ (อาจารย์หลายท่านจึงออกความเห็นว่า ค่อยลองขออนุญาตกับท่านผู้อำนวยการคนใหม่ที่จะเริ่มปฏิบัติงานในวันที่ 11 มกราคม 2553 ผมจึงคิดว่าก็ดีเหมือนกัน**(แต่ตอนนี้ก็รอไปก่อนนะอุปสรรค)**

วันที่ 11 มกราคม 2553 เป็นวันจัดเลี้ยงตอนรับผู้อำนวยการคนใหม่ ชื่อ **กิติพันธ์ ติยัพเสน** ผมก็อยู่ร่วมงานเลี้ยงตามปกติ หลังจากนั้นวันที่ 12 มกราคม 2553 ผมเอาหนังสือขออนุญาตไปให้ท่านผู้อำนวยการคนใหม่ลงนาม ท่านผู้อำนวยการคนใหม่บอกว่ามีอาจารย์บางท่านคุยให้ฟังแล้ว ท่านผู้อำนวยการบอกว่ามันเป็นเรื่องที่ดี ท่านอนุญาตให้ไปตอนนี้ผมดีใจมากเลยที่ได้เข้าร่วมโครงการครุวิจัย ของ สกว. ที่ร่วมกับ สพฐ. **(ก็มันเป็นโครงการพัฒนาครูตัวอย่าง จะไม่ให้ดีใจได้ไง)**

วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2553 มีจดหมายจากโครงการครุวิจัย ผมจึงนำหนังสือดังกล่าวให้ท่านผู้อำนวยการรับทราบ ผมอ่านข้อความในหนังสือฉบับดังกล่าวมีใจความถึงวิธีการเดินทางมายังศูนย์พี่เลี้ยงและมีข้อความว่าครูจำเป็นในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ ทำรายงานจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมโน๊ตบุ๊กมา ผมก็คิดว่าค่อยยืมโน๊ตบุ๊กของโรงเรียนในวันที่ 15 มีนาคม 2553 **แต่ก็เจออุปสรรคอีกครั้ง** คือไม่สามารถยืมโน๊ตบุ๊กของโรงเรียนได้เพราะยังไม่ผ่านการตรวจรับพัสดุ ท่านผู้อำนวยการคนใหม่ที่แสนดีจึงบอกว่าเอาโน๊ตบุ๊กของท่านไปใช่ก่อนดีไหม ยังพอใช้ได้ดีกว่าไม่มี ท่านผู้อำนวยการพูดตลก **(เครื่องโน๊ตบุ๊กอายุเท่าผู้อำนวยการเลย หมายถึงซื้อตอนได้เป็นผู้อำนวยการ) ก็หลายปีแล้วจริง** แต่ยังมีความโชคดีมาเบียดอุปสรรคตกข้างทางไปเลยเมื่อหัวหน้าฝ่าย

วิชาการบอกว่าจะไปซื้อโน๊ตบุ๊กส่วนตัวมาใช้โดยให้ผมเอามาใช้ก่อนจนเสร็จโครงการครุวิจัยแล้วค่อยคืนโน๊ตบุ๊กให้ท่าน **(ขอบคุณครับหัวหน้าฝ่ายวิชาการ อาจารย์จำปี คงหนู)**

คราวนี้ก็รอเวลาเดินทางมายังศูนย์พี่เลี้ยง และแล้ววันที่ 31 มีนาคม 2553 ตอนเช้าไปโรงเรียนเพื่อไปติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในโรงเรียน กว่าจะเสร็จก็เที่ยงพอดี แล้วผมก็บอกท่านผู้อำนวยการว่าวันนี้ช่วงบ่ายผมเดินทางมายังโครงการครุวิจัยท่านผู้อำนวยการถามว่าจะเบิกเงินสำรองจ่ายติดตัวไปด้วยหรือเปล่า ถ้าต้องการก็ติดต่อฝ่ายการเงินได้เลย ผ.อ.บอกไว้ให้แล้วนะ ผมก็บอกว่าทางโครงการครุวิจัยรับผิดชอบค่าใช้จ่ายให้ไม่ต้องเบิกจากของโรงเรียนแล้วครับ ผมออกจากโรงเรียนกลับบ้านจัดสัมภาระ แล้วโทรหารถตู้ให้มารับที่บ้าน ใช้เวลาเดินทางโดยรถตู้ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงถึงมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ แล้วขึ้นรถตุ๊กๆ โดยไม่รอช้า เข้ามายังหอพัก 11 เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยให้เซ็นชื่อ บอกให้เขียนเลข 717 หลังจากนั้นก็สแกนลายนิ้วมือและรับกุญแจห้อง **(ดีใจที่ถึงหอพักจะได้พักผ่อน)** เลยขึ้นลิฟมายังชั้น 7 หาห้อง 17 เจอห้องเรียบร้อยแต่กุญแจไขไม่ออกจึงลงไปหาเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยอีกรอบ เจ้าหน้าที่บอกว่า หมายเลข 717 คือหมายเลขสแกนลายนิ้วมือ ห้องจริงๆ อยู่ชั้น 10 ห้องที่ 33 ผมก็ขึ้นลิฟ อีกครั้งขึ้นมายังชั้น 10 หาห้อง 33 ไขกุญแจได้เป็นอันว่าเข้าที่พักเรียบร้อย

วันที่ 1 เมษายน 2553 รีบตื่นตั้งแต่เช้าดรู่ทานข้าวที่โรงช้าง**(ไม่ใช่โรงเลี้ยงช้างนะครับ)** แล้วเข้าปฐมนิเทศ ที่ห้องมงคลสุขจนถึงเย็นไปรับประทานอาหารร่วมกันที่ sing golden place hotel วันต่อมาก็อบรบต่ออีก 1 วันเต็มๆ วันเสาร์ที่ 3 ได้ไปทัศนศึกษาเยี่ยมชมวิถีโหนด – นา – เล รับประทานอาหารกะทิแสนอร่อยของชาวบ้าน **(อิ่มครับ)** ช่วงบ่ายเดินทางต่อไปยังตำบลคูขุด และตำบลคลองรี ทานลูกตาลกรอบเห็นวิธีการทำแบบเต็มๆ ดา วันที่ 4 ถึงแม้จะเป็นวันอาทิตย์แต่ก็ยังมาดูเครื่องมือที่ห้องปฏิบัติการ ของภาควิชาเครื่องกล ทำวิจัยเรื่อยมาจนถึงวันที่ 9 เมษายน นำเสนอความก้าวหน้าครั้งที่ 1 แล้ว คิวเสนอความก้าวหน้าครั้งแรกของกลุ่มพลังงานลมเป็นคิวการนำเสนอของครูโจ้ที่ต้องโชว์ลีลาการพูด

วันที่ 10 เมษายน 2553 ทัศนศึกษาอีกที่จังหวัดสตูลที่บ้านบ่อเจ็ดลูก ฟังบรรยายงานวิจัยการท่องเที่ยวภาษาทองแดง **(หลายกิโลเลย)** และรับประทานอาหารที่ที่แสนอร่อย ไม่เคยกินมาก่อน **(หมึกหวานน้ำดำ)** ช่วงบ่ายเป็นกิจกรรมล่องแก่งที่ต้องอารักษาขาท่าน ผู้อำนวยการ ที่เป็นลูกเรือ **(อุปสรรคอีกแล้ว)** ก็เรื่องพายเรือล่องแก่งแต่สุดท้ายไม่เกินความพยายามปลอดภัยทั้งผู้โดยสารและลูกเรือ

ช่วงวันที่ 11- 18 เมษายน เราสงกรานต์ที่คณะวิศวกรรม พร้อมด้วยอุปสรรคในการทำวิจัยคือ ไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องมือวัดความเร็วลมมันไม่คงที่ เลยหาวิธีแก้ไขอยู่ 2 วัน เลยนึกออกว่ามีวงจรกรองกระแสเลยสำเร็จไปได้อีกขั้น รายงานความก้าวหน้าครั้งต่อไปเราเลยได้รายงานผลแน่นอนพร้อมกับครูต้อม

วันที่ 26 – 27 เมษายน เป็นวันและคืนที่ทำรายงายกันแบบหุ่นยนต์เลยแต่ก็เป็นกันทุกคนเลยสนุกครับ

ช่วงสุดท้ายของการเข้าร่วมโครงการครุวิจัยคือเหนื่อยล้าที่แฝงไปด้วยกำลังใจและดีใจที่ผลงานสำเร็จไปได้ด้วยดี และต้องขอขอบคุณสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และบุคลากรศูนย์พี่เลี้ยงทุกท่าน ร่วมถึงเพื่อนครูที่เข้าร่วมโครงการครุวิจัยทุกท่าน

รวมพลครุวิจัยพลังงาน 53

เสียงบ่น....จากคนใกล้ (แก่)

อำไพ กลับทับลังค์
โรงเรียนวัดบางด้วน สพท.นศ.เขต 3 จ.นครศรีธรรมราช
Ampai55@hotmail.com

ฉันได้มีโอกาสเข้าร่วมโครงการครุวิจัยพลังงาน ของสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เป็นครั้งที่สอง โดยการสมัครเข้าร่วมในฝ่าย 5 คือ จังหวัดสงขลา สตูล พัทลุง ตรัง และนครศรีธรรมราช

ปีนี้ผู้เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่อยู่ในวัยหนุ่มสาว จนฉันกลายเป็น สว. ไปแล้ว (เพิ่งรู้ตัว) เด็ก ๆ กลุ่มนี้ก็อายุเท่ากับหลานๆ ของฉันที่เดียว นับว่าฉันตัดสินใจไม่ผิดที่เข้าร่วมในครั้งนี้ การปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับครูต่างวัย ต่างความคิด ต่างวัฒนธรรม ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างหลากหลาย ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่อาจเกิดขึ้นได้บ่อยนัก ที่จริงชื่อโครงการก็บ่งบอกชัดเจนว่า "ครุวิจัย" ซึ่งหมายถึงครู ฉันเองก็เป็นครูที่ทำหน้าที่ผู้บริหารเท่านั้นเอง (ซึ่งกำลังแย่งหน้าที่ครูปีนี้มีผู้บริหารร่วมโครงการ 2 คนด้วยกัน) ความจริงอยากให้ครูที่โรงเรียนเข้าร่วมโครงการมากกว่า แต่เนื่องจากเขามีภาระครอบครัวและอื่น ๆ ซึ่งไม่อาจใช้อำนาจผู้บริหารบังคับได้ จึงต้องเข้าร่วมโครงการด้วยตนเอง และมอบหมายภารกิจในช่วงปิดภาคเรียนให้ครูรับผิดชอบแทน

ต้องขอบคุณ ที่เห็นความสำคัญของการแสวงหาความรู้ทางด้านวิชาการและพยายามผลักดันให้ครูมีความกระตือรือร้นในการพัฒนาตนเอง อันที่จริงควรจะให้โอกาสแก่ผู้ที่มีอายุเกินเกณฑ์ (เกิน 50 ปี) เพราะบุคคลเหล่านั้นความรู้ถดถอย จะเรียนต่อก็เหลือเวลาอีกไม่มาก (กลัวไม่คุ้มค่า) จึงสมควรสนับสนุนมากเป็นกรณีพิเศษเป็นการซ่อมแซมเรือจ้างรุ่นเก่าที่รอวันปลดระวาง ส่วนครูอายุน้อยๆ สามารถแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เป็นต้นว่าศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นไปอีกเพื่อความก้าวหน้าในวิชาชีพ การเข้าร่วมโครงการครุวิจัยในครั้งนี้ได้รับสิ่งที่มีคุณค่าต่อการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านการพัฒนาวิชาชีพครู วิชาชีพผู้บริหารหลายประการ ดังนี้

ประการแรก สิ่งที่ฉันได้รับจากการเข้าร่วมโครงการครุวิจัยในครั้งนี้ คือ ได้แง่คิดที่หลากหลาย การได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับเด็กรุ่นใหม่ทำให้ได้เห็นมุมมองและแนวคิดของเด็ก ๆ ที่ผู้ใหญ่อย่างเรา ๆ ลืมนึกถึง และละเลยในบางเรื่อง ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะ เพราะผู้ใหญ่ส่วนมากคิดว่าอาบน้ำร้อนมาก่อน เมื่อได้ สัมผัสกับความรู้สึกนึกคิดของเด็ก ๆ เหล่านี้ทำให้รู้สึกว่าบางครั้งเราก็หลงตัวเอง (คิดว่าเก่ง รู้ทุกเรื่อง) การได้เรียนรู้จากสิ่งที่เคยมองเข้าถือเป็นสิ่งที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง

ประการที่สอง เพื่อนำความรู้ เทคนิคและวิธีการต่างๆ ไปถ่ายทอดให้แก่ครู เพื่อให้ครูนำไปสู่ห้องเรียนอีกต่อหนึ่ง เนื่องจากไม่ได้เป็นครูผู้สอน (แบบว่าผู้บริหารนะเขาไม่ทำเองหรอก จริงมั้ย ! ท่านเฉลิม) คาดว่ากลับไปถึงโรงเรียนจะให้นักเรียนทำโครงงานสักเรื่องเพื่อเป็น best practice ซึ่งสนใจเกี่ยวกับการผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์ เพราะเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน เนื่องจากผู้ปกครองนักเรียนประกอบอาชีพเกษตรกรรม ได้แก่ การทำนา ปลูกผัก และเลี้ยงสัตว์ ประกอบกับหน้าโรงเรียนมีแม่น้ำปากพนังอันกว้างใหญ่ที่อุดมไปด้วยผักตบชวา ซึ่งไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์แต่อย่างใด ได้แต่ลอยไปลอยมาตามกระแสน้ำ (หลังจากนี้เรียนเชิญ เพื่อน ๆ ทุกคนศึกษาดูงาน การทำแก๊สชีวภาพที่โรงเรียนวัดบางด้วนนะคะ **ไม่ได้โม้!**)

ประการที่สาม ความประทับใจที่ได้รับจากอาจารย์ทุกท่านในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระและความรู้จากการบรรยาย แม้ว่าบางครั้งจะฟังรู้เรื่องบ้างไม่รู้เรื่องบ้างก็ตาม (ไม่มีพื้นฐานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์) ต้องขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ที่ปรึกษากลุ่มแก๊สชีวภาพคือ รศ. กำพล ประทีปชัยกูร และคุณฉลาด ยืนยาว นักศึกษาปริญญาเอก เป็นผู้ช่วยวิจัย ซึ่งทั้งสองท่านให้ความช่วยเหลือแนะนำเป็นอย่างดี ตลอดจนน้อง ๆ เจ้าหน้าที่ ได้แก่ น้องแนน น้องโอ๋ น้องจอย ทุกคนน่ารักมาก (คอยเช็คตลอด ว่าวันไหนใครขาดจะได้หักเบี้ย

เลี้ยง ช่างทำหน้าที่ได้ดีเหลือเกิน เรียกได้ว่า สกว. ใช้คนเหมาะสมกับงาน) นอกจากนั้นยังได้รับวัฒนธรรมที่หลากหลายจากเพื่อนๆ ครูวิจัย ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ไม่มีขายในท้องตลาด ปีหนึ่งจะมีแค่ครั้งเดียวและปีหน้าคงจะไม่มีโอกาสได้เข้าร่วมโครงการอีกหาก สกว. ไม่แก้ไข

คุณสมบัติของผู้เข้าร่วมโครงการ

สำหรับความประทับใจที่ไม่อาจลืมโดยกลุ่มของพวกเราเลือกทำวิจัยแก๊สชีวภาพจากมูลสุกรร่วมกับใบยางพาราและมูลสุกรร่วมกับทางปาล์ม ประกอบด้วยหนึ่งหญิงสองชาย คือ ท่านจรูญ อินเอก คุณครูสูงวัยที่ยังไฟแรงอยู่ อีกหนึ่งหนุ่มหล่อขวัญใจสาวๆ น้องบ๊อบ ธีระพันธ์ จุลแก้ว ทั้งสองหนุ่มเป็นคนสงขลาและอีกหนึ่งคนคืออำไพ กลับทับลังค์ ผอ. สาว (ยังไม่แก่) จากเมืองคอน มีน้องฉลาด ยืนยาวเป็นผู้ช่วยวิจัย ช่วยจริง ๆ ช่วยในทุกเรื่องเป็นต้นว่าไปช่วยตักมูลสุกรจากบ่อของคณะทรัพยากรธรรมชาติโดยมีน้องอิฐเป็นผู้นำทาง เป็นภาพที่หาดูที่ไหนไม่ได้อีกเลย ทั้งกลิ่นที่ไม่น่าภิรมย์ประกอบกับแสงแดดที่ร้อนแทบละลาย ทำให้อดคิดไม่ได้ว่าเราคิดผิดหรือเปล่าเนี่ย? ผลปรากฏว่ามูลสุกรที่ได้มาไม่เป็นที่พึงพอใจ วันรุ่งขึ้นต้องไปเอาใหม่จากฟาร์มที่นาหม่อม City ใกล้บ้านน้องแนน โดยการนำของท่านจรูญ วันนี้เจอของจริงแบบสด ๆ น้องฉลาดบอกว่าคราวนี้ชัวร์ พี่เองก็ภาวนาให้ชัวร์จริง ๆ เถอะ เพราะแค่นี้ก็เป็นบททดสอบความอดทนได้เป็นอย่างดี แต่มันไม่จบแค่นั้น วันรุ่งขึ้นถึงขั้นตอนของการหมักมูลสุกรในถังหมักก๊าซ ต้องรับหน้าที่ตักมูลสุกรมาชั่งให้ได้น้ำหนักและอัตราส่วนที่กำหนด กว่าจะทำเสร็จเล่นเอาแทบแย่เหมือนกัน คันไปหมดทั้งตัว

หลังจากติดตั้งเครื่องวัดปริมาตรก๊าซเรียบร้อยปรากฏว่าเกิดก๊าซ 640 ml ทุกคนดีใจมากโดยเฉพาะน้องบ๊อบถึงกับร้องออกมาว่า ยูเรคา! แต่ก็ดีใจได้ไม่นานวันรุ่งขึ้นไปดูที่ Gas Counter ปรากฏว่ายังอยู่ที่ตัวเลขเดิมไม่มีอะไรเปลี่ยนแปลง จึงร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุ กันอยู่นานถึงได้รู้ว่าสองหนุ่มเจาะลูกโป่งให้มีรูรั่วแก๊สออกหมดต้องไปหาลูกโป่งมาติดใหม่ วันนี้ประสบความสำเร็จแล้ว มีแก๊สเกิดมากเป็นที่น่าพอใจทุกคนรวมทั้งน้องฉลาด ผู้ช่วยหายเครียดเป็นปลิดทิ้ง

ประการที่สี่ การนำความรู้สู่ห้องเรียน เป็นจุดประสงค์หลักของการเข้าร่วมโครงการ หากแต่ว่าการเป็นผู้บริหารต้องผ่านความรู้ไปยังครูผู้สอนอีกต่อหนึ่งเพื่อไปสู่ผู้เรียน การฝึกทำวิจัยครั้งนี้ใช่ว่าจะได้เรียนรู้กระบวนการวิจัยเพียงอย่างเดียว แต่ยังได้ชุดการทดลองหมักก๊าซชีวภาพกลับไปโรงเรียนอีก 1 ชุด โดยมีความตั้งใจจะนำชุดทดลองที่ได้ไปเป็นอุปกรณ์ให้นักเรียนทดลองทำก๊าซชีวภาพโดยการหมักมูลวัวร่วมกับผักตบชวาซึ่งเป็นพืชที่มีอยู่มากมายไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงเชื่อมั่นว่านักเรียนจะได้เรียนรู้โดยตรงจากการปฏิบัติ และเป็นแบบอย่างนำไปสู่การโครงการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้ในโรงเรียนต่อไป

การวิจัยครั้งนี้ จะสำเร็จไม่ได้หากขาดบุคคลสำคัญทั้งสองท่านคือ รองศาสตราจารย์กำพล ประทีปชัยกูร พี่เลี้ยง คุณฉลาด ยืนยาว ผู้ช่วยวิจัย ที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ ดูแลช่วยเหลือเป็นอย่างดี ตลอดระยะเวลา 1 เดือน และน้อง ๆ เจ้าหน้าที่ทุกคนที่คอยอำนวยความสะดวกในทุกเรื่อง ขอขอบคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

Energy for Life

ปัทมา ยืนยาว
โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์
นครศรีธรรมราช

"พระบิดา สมเด็จย่า "

" เขตรั้วสีบลูสร้างความชื่นชู ณ รูสะมิแล
น้อมดวงแดด้วยรักแท้ และแน่นอน
คอหงส์เช่นกันร่วมจิตสัมพันธ์รักร่วมพระบิดร
รักร่วมใจเหมือนสิงขรมิเคลื่อนคลาย..."

เด็กใต้คงรู้จัก ม.อ. ดีแต่คนต่างถิ่นมักมีข้อสงสัยเสมอว่า ม.อ. ย่อมาจากอะไร งั้นตอบเลยว่า มาจากพระนาม " สมเด็จพระมหิด-ลาธิเบศ อดุลยเดชวิกรม พระบรมราชชนก" ค่ะ หรือที่ทุกคนเรียกสั้นๆ ว่า **พระบิดา** ที่พูดมาทั้งหมดก็คงพอจะเดาออกว่าเรียนจบจากที่นี่เลยทำให้ถ้าจะย้อนไปถึงบรรยากาศของการเดินทางมา ม.อ. รู้สึกอย่างไรยาก แต่ต้องยอมรับว่าทุกครั้งที่มาจะรู้สึกอบอุ่นเหมือนกลับมาเยี่ยมบ้าน ยิ่งเห็นการพัฒนาของอาคารสถานที่และผลงานต่างๆที่ติดตามบอร์ดหน้ามหาลัยทำให้รู้สึกภูมิใจที่ได้เป็นนักศึกษา ม.อ. แต่ไม่ใช่เหตุผลนี้หรอกค่ะที่เข้าร่วมโครงการครุวิจัย

เพราะมักได้ยินคำพูดติดปากของครูหรือคนหลายๆคนที่ว่าสอนเด็กระดับไหนก็มีความรู้เท่าเด็กระดับนั้น(แหละ) และเริ่มคล้อยตามกับคำพูดดังกล่าว จึงต้องการมาเติมเชื้อเพลิงให้กับไฟที่กำลังจะมอดดับ และอีกอย่างคิดว่าครูทุกคนคงคิดเหมือนกันสำหรับเหตุผลที่มาเพราะ คำว่า **วิจัย** สองพยางค์ที่เข้าใจยาก เพราะสะดุดคำพูดของอาจารย์ไพโรจน์และก็มีความเห็นเช่นเดียวกับอาจารย์ที่ว่า คนบางคนเรียนจบปริญญาโท ปริญญาเอก แต่ก็ยังทำวิจัยไม่เป็น(ถูกต้องแล้วครำบบบ.....) เลยต้องเข้าร่วมโครงการครุวิจัย เพื่อพัฒนาตนเองให้มากขึ้น

ครุวิจัยพลังงาน ม.อ. รุ่นที่ 3 น่ารักทุกคนเลยตั้งแต่เข้าร่วมปฐมนิเทศวันแรกก็รู้สึกได้ถึงความน่ารักเพราะทุกคนมักแนะนำตัวเองเป็นภาษาถิ่นดูเหมือนทูตวัฒนธรรมตัวโต โด.มาเผยแพร่อะไรซักอย่างร่วมกันประมาณนั้นเลย แล้วยิ่งตอนไปที่งานเลี้ยงต้อนรับตอนหัวค่ำอาหารก็อร่อยมากแต่มันลำบากก็ตอนมีที่ทีมงานจากคณะ อก. มาละลายพฤติกรรมหลังทานข้าวเนี่ยติ (จุกอกเลย...ภาษาใต้) แต่จากการละลายพฤติกรรมก็ทำให้รู้ว่าคนที่เข้าร่วมอบรมในครั้งนี้อายุไล่เลี่ยกันทั้งหมดเลย ไม่ว่าจะเป็น ป้าเหลิม ป้ารูญ พี่แอ๊ด พี่จ๋อม พี่แมว (ถ่าน) เจ๊แพน (เต้นตลอด) และก็เกิดดูโอพี่แอร์กะพี่โจ้ด้วย (ร้องเพลงเพราะมาก...แต่ถ้าให้ดีให้น้องก้อยร้องดีกว่ามั้ย) จากกิจกรรมก็ทำให้ได้รู้จักกันมากขึ้น รู้ว่าใครทำงานอะไรในศูนย์พลังงาน กลับมาแต่ละคนก็คงหลับฝันหวานเพราะฟังเสียงร้องเพลงอันไพเราะจากพี่บ๊อบ

การปฐมนิเทศเสร็จสิ้น ต่อมาก็มาถึงกิจกรรมหลักไบโอดีเซลเริ่มต้นก็เหมือนกับกลุ่มอื่นๆ คือฟังบรรยายให้ความรู้ สอนใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ผลการทดลองหลังจากนั้น....(แก้วสั่งด้วยน้ำเสียงทรงพลัง)พรุ่งนี้เริ่มแลบ...(โอพระเจ้า...ดีใจจังได้ทำแลบแล้ว)

วันแรก.....ไบโอดีเซลสลายม๊อบ.....ต่างคนเริ่มงานของตัวเอง เริ่มจากคู่สุดสวยพี่ต้อยกับพี่ปุ๊ก (ถังเล็ก 5 ลิตร) จะแบ่งภาคกันคือ พี่ต้อยฝ่ายวิชาการ ส่วนพี่ปุ๊กฝ่ายปฏิบัติ พี่ทั้งสองช่วยกันทำงานอย่างเต็มที่น่ารักมาก อีกคู่คือพี่กากับพี่เปิ้ลสองศรีพี่น้องอันนี้ก็มีวิธีการแบ่งหน้าที่กันอย่างถูกต้องมากคือพี่กาเป็นครูสอนวิทย์แต่ให้พี่เปิ้ลเป็นคนไทเทรดสารเพราะพี่เปิ้ลสอนสังคม(พี่ไม่ต้องน้องทำเอง) แต่พี่กาจะถนัดเรื่องยกน้ำมันมาเติมในถัง 10 ลิตรซะมากกว่า ..... (ไฟช๊อตด้วย)

จากงานคู่คราวนี้มางานเดี่ยวเริ่มจากพี่สาวสุดสวยพี่น้อย(ดูเหมือนจะมีเป้าหมายและเข้าใจในเนื้องานมากที่สุด) แต่พี่น้อยเลือกน้ำมันหมูกว่าพี่น้อยจะได้มาทำไบโอดีเซลไปเคี่ยวน้ำมันหมูถึงดี 3 ตลอดเลย (น่าเห็นใจจัง) รองลงมาก็พี่ยาสาวเหนือจากน้ำหนาว..คงหนาวสมชื่อก็พี่เธอเล่นพันผ้าพันคอตลอดขนาดอากาศที่นี่ไม่อยากจะพูดว่า โ-ค-ด-ร ร้อนเลย แต่เพื่อความสวยเจ๊ทนได้) ส่วนน้องนุชสุดท้าย เป็นชายอีกตะหาก น้องแล (หนุ่มชัยภูมิ) เป็นที่พึ่งของบรรดาพี่ๆ ได้เสมอ ทั้งเรื่องแรงงานและช่างภาพประจำกลุ่ม.....

สุดท้ายไม่พูดถึงคงไม่ได้ก็พี่เลี้ยงประจำกลุ่มไบโอดีเซลสุดน่ารักเพราะนอกจะช่วยสอนทุกขั้นตอนแล้วก็ยังอยู่เป็นเพื่อนตลอดเวลา แม้ขนาดตี 2 หรือบางคืนก็ถึงตี 4 ก็ยังอยู่เป็นเพื่อน

กันตลอด เอ เหลือที่แค่นี้รูปสองคนนั้นคงไม่พอมั้ง.....(ตัวเล็ก) และที่สำคัญที่สุดคงจะเป็นคนอื่นไปไม่ได้ที่เป็นที่ปรึกษางานทุกอย่าง และเป็นกำลังใจให้กับพวกเราไปโอดีเซลมาโดยตลอด (KFC PIZZA มื้อดึก)

ท้ายที่สุดแล้วสิ่งที่ได้จากโครงการนอกจากผลงาน ความรู้ เพื่อน และยังคงทำให้ตอดย้ำความรู้สึกเดิมที่ว่า กลับมากี่ครั้งก็ยังอบอุ่นเสมอ.....ขอบคุณค่ะ

เวลา...เป็นของมีค่า

ครูดวงแข เพชรเรือนทอง
โรงเรียนสภาราชินี จังหวัดตรัง
kae-tit@hotmail.com

ปิดภาคเรียนนี้เราน่าจะทำอะไรที่จะเอาไปให้นักเรียนอันเป็นที่รักดีน๊า? ทันทีก็คิดถึง google เพื่อนที่แสนดี บอกเราที เด็กเราทำโครงงานได้ไม่ค่อยดี ความรู้อยู่ในเรื่องเดิม ๆ เราจะเข้าไปสัมผัสกับโลกของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มากกว่านี้ได้อย่างไร ชั่วพริบตาเดียว ก็ได้คำตอบ "ครุวิจัย" เรื่องที่เราสนใจในฐานะครูฟิสิกส์ "พลังงาน" ทุกพลังงานเราสนใจหมด แต่ตอนนี้เราทำ Project เกี่ยวกับเครื่องบิน พลังงานลมน่าจะใกล้ตัวมากที่สุด ตกลงหนึ่งงานแว๊ป....หนึ่งเข้าประชุมพอจับประเด็นได้ ก่อนนอนศึกษาเรื่องพลังงานลม เขียนข้อเสนอโครงการส่งฯ ดีใจได้รับการตอบรับ กลับไปดูตารางการทำงาน ทุกอย่างเป็นไปได้งานทั่วไปของโรงเรียนอย่างการรับนักเรียน การปรับพื้นฐานนักเรียนใหม่ มอบผู้เกี่ยวข้องได้

เหมือนจะเป็นข่าวร้าย "สถานการณ์บ้านเมืองไม่ปกติโดยเฉพาะกรุงเทพฯและปริมลฑณ" ทุกอย่างก็ผันแปร การประชุมสัมมนาต่าง ๆที่ สพฐ และหน่วยงานอื่นจัดต่างก็ขอระงับชั่วคราว แต่ข่าวร้ายไปกว่านั้นเมื่อ ทุกกิจกรรม ย้ายมาเป็นช่วงเมษายน ทุกรายการ.....โอ้พระเจ้า.....เราจะแยกร่างอย่างไร? งานหลัก ๆวันที่ 5-9 ร่วมกับ สวทช จัดค่าย "วิศวการบิน ครั้งที่ 3" ณ บ้านวิทยาศาสตร์ สิรินธร อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย เตรียมอุปกรณ์และนักเรียนโรงเรียนสภาราชินีจังหวัดตรังเป็นวิทยากรพี่เลี้ยง ออกเดินทาง ตั้งแต่วันที่ 3 เดินทางกลับเก็บสัมภาระเรียบร้อยวันที่ 12 วันที่ 13 เตรียมความพร้อมนักเรียนซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นตัวแทนภาคใต้ในการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียน ปี 2553 ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้า อิมเพค เมืองทองธานี วันที่ 21 เดินทางกลับ ถึงโรงเรียนวันที่ 22 เขตพื้นที่ให้เข้าร่วมประชุมวางแผนโครงการอบรมค่ายวิทยาศาสตร์อากาศยานและถ่ายทอดสดการแข่งขันวิทยาศาสตร์เครื่องบินจำลองและวิทยุบังคับ "หนูน้อยเจ้าเวหาทีวีไทย ประจำปีการศึกษา 2553 ภาคใต้ ณ จังหวัดตรัง" ซึ่งอบรมวันที่ 23 – 25 เมษายน 2553

แต่ไม่ว่างานจะมากแค่ไหน หัวใจก็ยังเป็น "ครุวิจัย พลังงาน" อยู่ ตามที่เลือกหัวข้อพลังงานลม วันแรกกลุ่มของพวกเราได้รับโจทย์ให้ออกแบบและสร้างเครื่องวัดความเร็วลม

จากโจทย์ที่ได้ไปจากการเข้าร่วมประชุมครั้งแรกก็เริ่มจากหาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการสร้างเครื่องวัดความเร็วลม และก็เริ่มมองสิ่งรอบข้างเป็นวิธีกการวัดความเร็วลม

ปัญหาที่ต้องศึกษา ลำดับแรกวัสดุอะไรที่นำมาทำกังหันแล้วหมุนได้ดีที่สุด ก็มองวัสดุไว้หลาย ๆอย่าง ตั้งแต่อย่างง่าย กระดาษ แผ่นพลาสติก ลูกถ้วยแบบต่าง ๆ เศษวัสดุเหลือใช้ที่จะนำมาทำกังหันลม มองไปแล้วหลายอย่างที่คิดว่าน่าจะทำได้ ก็เก็บติดตัวมา สะสมไว้ในตะกร้าใบหนึ่ง หวังไว้ว่าหากมาโอกาสจะรีบทำกังหันลมดูก่อน

กังหันลมอันแรกที่ทำก็คือกระดาษ เพราะทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้ห้องปฏิบัติการให้ยุ่งยาก

ปัญหาต่อมาที่ต้องศึกษา คือ แล้วเราจะวัดค่าความเร็วลมอย่างไร?....แต่เราน่าจะรู้ความเร็วรอบ หรือความถี่ของการหมุนเป็นการเริ่มต้น.....แล้วจะทำอย่างไรดี??....มองซ้ายมองขวา ตอนเด็ก ๆทำหุ่นยนต์ พอจะมีเซนเซอร์สะท้อนแสง กับไมโครคอนโทรเลอร์เหลืออยู่ เราลองเอามันมาใช้ก็น่าจะดี.....ก็สามารถวัดค่าความเร็วรอบได้....แต่ไม่มั่นใจว่าจะถูกต้อง เชื่อถือได้แค่ไหน เพราะเราไม่มี

เครื่องมือวัดที่เชื่อถือได้มาทดสอบมาตรฐาน ก็หยุดงานชิ้นนี้เอาไว้...เอาไว้ตอนเรามีโอกาสแล้วจะทดสอบมาตรฐานอีกครั้ง

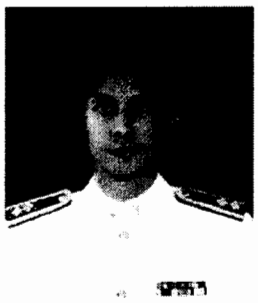
เช้าวันที่ 23 จัดการเรื่องค่ายวิทยาศาสตร์อากาศยาน ฯ เรียบร้อยแล้วก็รีบเก็บสัมภาระ พร้อมเครื่องมือและชุดทดลองที่จะนำมาทำต่อขับรถอย่างด่วนพบครูวิจัย พลังงานลม ผู้ใจดี คนแรก "คุณครู โจ้" แต่กลับบอกเราว่า.....วันนี้ไฟฟ้าดับทั้งมหาวิทยาลัย งานเข้าเลย....งั้นขอไปดูงานของเพื่อนๆ ก่อนพอเป็นแนวคิด....

เอาล่ะเราจะทำอะไรดี....เพื่อนๆหลายคนก็ออกแบบกังหันกับวัสดุต่างๆ พันขดลวดให้หมุนตัดผ่านสนามแม่เหล็ก แล้วก็วัดแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้น.....เราน่าจะศึกษาอะไรที่เพิ่มไปจากนี้...พอดีก่อนออกจากบ้านเห็นเฮลิคอปเตอร์วิทยุบังคับตัวจิ๋วกองอยู่กับเศษวัสดุ...ซึ่งมันเสียมานานแล้ว ลองเป่าดู...ก็หมุนดี น่าจะเป็นประโยชน์ ตอนนี้มันก็เป็นประโยชน์จริงๆ....ลองทำวงจรขยายสัญญาณจากชุดใบพัดนี้ดีกว่า.....ก็เริ่มมองหา IC แล้วออกแบบวงจร ซื้อของแล้วก็ลงมือประกอบวงจร แล้วทดสอบวัดค่า .....อื้อ....หายใจโล่งไปนิดนึง ..นำเครื่องมือไปทดสอบ ปรับปรุงเครื่องมือ

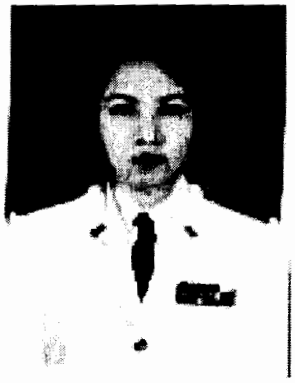
คำถาม?.....คำถาม? ตามมาเยอะเลย แม้วงจรที่ออกแบบจะใช้งานได้ดี แต่มอเตอร์และใบพัดที่เอามาทดลองต้องใช้แรง (แรงลม) ค่อนข้างสูงจึงหมุน แต่พอหมุนด้วยความเร็วสูงๆ เมื่อความเร็วลมลดลง ใบพัดก็ยังคงรักษสภาพการหมุนเหมือนเดิม ความเร็วในการหมุนไม่ได้ลดลงตามความเร็วลมที่ลดลง หากเราเอาไปใช้ในการวัดความเร็วลมจะมีข้อจำกัดตรงที่ 1)ความเร็วลมน้อยๆ ไม่สามารถวัดได้เนื่องจากแรงของลมไม่สามารถเอาชนะแรงต้านจากแรงต้านของมอเตอร์ได้ 2)ที่ความเร็วสูงๆ ก็วัดไม่ได้อีก เพราะใบพัดไม่ยอมลดความเร็วลง ก็เลยคิดวิธีออกแบบกังหันลมแบบใหม่ ตั้งใจว่าจะลงทุนให้น้อยที่สุด อย่างไรก็จะยึดหลัก "ถูก-ง่าย-เร็ว-ดี" งั้นเอาลูกปิงปองมาผ่าซีก เอาแผ่น CD เก่ามาทำระนาบของกังหัน เอาขาโคมไฟที่ทิ้งแล้วมาดัดแปลงเป็นขาตั้ง เอามอเตอร์ที่นักเรียนหุ่นยนต์มาใช้ทำเสร็จเรียบร้อย นำเครื่องวัดความเร็วลมมาทดสอบมาตรฐาน ปรับปรุงอีกเล็กน้อย ได้ผลการทดลองออกมาค่อนข้างดี แล้วก็มานั่งเขียนรายงาน .....แม้เวลาเราถูกเบียดบังไปแทบจะหมดก็พยายามอย่างสุดความสามารถ ได้กระบวนการวิจัยและกัลยาณมิตรจากเพื่อนๆครูวิจัยทุกคน นับว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่สุดที่จะสานต่อ ให้เด็กๆได้ "ใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ "

ภาคผนวก ง
ข้อมูลครูครุวิจัยพลังงาน

ชื่อ-สกุล นายรณภพ สำเภาทอง **ชื่อเล่น** จ๋อม
ได้เข้าร่วม สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วุฒิการศึกษา วท.บ. (ศึกษาศาสตร์) เคมี, ศศ.ม. เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
ตำแหน่ง ครู
มือถือ 081-9594621
อีเมล์ krujom_psu@hotmail.com
อายุ 42 ปี
โรงเรียน จะนะชนูปถัมภ์
ที่อยู่โรงเรียน ต.คู อ.คู อ.จะนะ จ.สงขลา 90130
โทรศัพท์ 074- 318295 **โทรสาร** 074- 318295
ที่อยู่ปัจจุบัน 93/58 ซอย 3 ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 5 อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ คอมพิวเตอร์ ,ถ่ายภาพ
ประสบการณ์วิจัย ตอนเรียนปริญญาโท การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (WBI)
ประสบการณ์สอน วิชาวิทยาศาสตร์ และเคมี 18 ปี รายวิชาคอมพิวเตอร์ 5 ปี



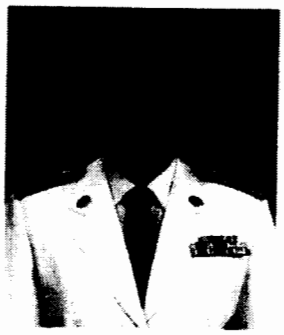
ชื่อ-สกุล นายธีระพันธ์ จุลแก้ว **ชื่อเล่น** บ๊อบ
วุฒิการศึกษา กศ. บ. วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
ตำแหน่ง ครู
มือถือ 084-3000067
อีเมล์ theeraphan22@gmail.com
อายุ 32 ปี
โรงเรียน จะนะชนูปถัมภ์
ที่อยู่โรงเรียน ต.คู อ.คู อ.จะนะ จ.สงขลา 90130
โทรศัพท์ 074- 318295 **โทรสาร** 074- 318295
ที่อยู่ปัจจุบัน 280 ถ.บ้านพรุธานี ต.บ้านพรุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ คอมพิวเตอร์ การถ่ายภาพ
ประสบการณ์วิจัย -
ประสบการณ์สอน สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 10 ปี



ชื่อ-สกุล นางณวลน้อย บัวเงิน **ชื่อเล่น** น้อย
วุฒิการศึกษา วท.ม. ชีววิทยา
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
มือถือ 08-3170-0030
อีเมล์ nualnoybua@gmail.com
อายุ 46 ปี
โรงเรียน มัธยมสิริวัณวรี ๒ สงขลา
ที่อยู่โรงเรียน 149 หมู่ 7 ตำบลคูหาใต้ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
โทรศัพท์ 0-7438-8450 **โทรสาร** 0-7438-8450
ที่อยู่ปัจจุบัน 69/1 หมู่ 5 ตำบลกำแพงเพชร อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ การใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์
ประสบการณ์วิจัย 2 ปี
ประสบการณ์สอน 24 ปี

ชื่อ-สกุล นายสิรภพ กาฬสุวรรณ **ชื่อเล่น** ต้อม
วุฒิการศึกษา วท.บ.(เกษตรศาสตร์) และ ศษ.ม.(การวัดผลและวิจัยการศึกษา)
ตำแหน่ง ครู.คศ.2
มือถือ 086-969-0103
อีเมล์ ksirapop@hotmail.com
อายุ 46 ปี
โรงเรียน เทศบาล ๕ (วัดหาดใหญ่)
ที่อยู่โรงเรียน 2 ถ.เพชรเกษม ซ.26(หน้าวัดหาดใหญ่ใน) ต.หาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
โทรศัพท์ 074-252-568 **โทรสาร** 074-252-568
ที่อยู่ปัจจุบัน 262/5 ถ.นิพัทธ์สงเคราะห์ 2 ต.หาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ คอมพิวเตอร์ , วิทยากร
ประสบการณ์วิจัย การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นป.6โดยใช้ทฤษฎี IRT
ประสบการณ์สอน วิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ 15 ปี

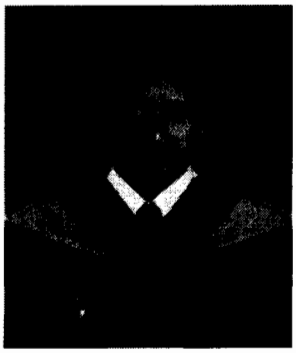
ชื่อ-สกุล นายขจรศักดิ์ นกร่อน ชื่อเล่น จร
วุฒิการศึกษา วิทยาสาสตร์บัณฑิต(สัตวศาสตร์)
ตำแหน่ง ครู โรงเรียนศรีบรรพตพิทยาคม
มือถือ 0894688380
อีเมล์ kajhonsa@hotmail.com
อายุ 46 ปี
โรงเรียน ศรีบรรพตพิทยาคม
ที่อยู่โรงเรียน 32 ม.9 ตำบลเขาย่า อำเภอศรีบรรพต จังหวัดพัทลุง 93190
โทรศัพท์ 074689082 โทรสาร 074689082
ที่อยู่ปัจจุบัน 127 ม. 6 ตำบลเขาปู่ อำเภอศรีบรรพต จังหวัดพัทลุง 93190
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ การจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา
ประสบการณ์วิจัย การสร้างหนังสืออ่านเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาสาระการเรียนรู้ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
ประสบการณ์สอน 24 ปี



ชื่อ – สกุล นางสาวนพกนก รองรัตน์ **ชื่อเล่น** ติ๊ก
วุฒิการศึกษา ศศ.ม. ไทยคดีศึกษา , ศศบ.ประถมศึกษา
ตำแหน่ง ครู คศ.2
มือถือ 089-4642215
อีเมล์ nopkanokr@hotmail.com, nopkanokr2@gmail.com
อายุ 39 ปี
โรงเรียน วัดปากประ
ที่อยู่โรงเรียน หมู่ที่ 8 ตำบล ลำปำ อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง
โทรศัพท์ 074-614662 **โทรสาร** -
ที่อยู่ปัจจุบัน 15 หมู่ที่ 1 ตำบลพญาขัน อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง 93000
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ การใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น
ประสบการณ์วิจัย การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำและอากาศ
ประสบการณ์สอน 16 ปี สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ 5 ปี

ชื่อ – สกุล นางสุนันทา สุวรรณะ **ชื่อเล่น** ปุ๊ก
วุฒิการศึกษา ค.บ. เคมี
ตำแหน่ง ครู คศ.1
มือถือ 083 6520168
อีเมล์ stang_pook@hotmail.com
อายุ 32 ปี
โรงเรียน ควนเนียงวิทยา
ที่อยู่โรงเรียน 709 หมู่ 2 ต.รัตภูมิ อ.ควนเนียง จ.สงขลา 90220
โทรศัพท์ 074 386443 **โทรสาร** 074 386015
ที่อยู่ปัจจุบัน 864/12 ซอย 32/1 ถ.ราษฎร์อุทิศ ต.หาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
ความสามารถพิเศษ /งานที่ชอบ โค้ดชมรมม้วยปล้ำ จ.สงขลา
ประสบการณ์วิจัย -
ประสบการณ์สอน สอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 8 ปี

ชื่อ-สกุล นางสาวกรรณิกา จอมทอง **ชื่อเล่น** ครูกา
วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์ทั่วไป /ปริญญาโท (หลักสูตรและการสอน)
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
มือถือ 0848461677
อีเมล์ chomtong52@hotmail.com
อายุ 39 ปี
โรงเรียน สังวาลย์วิท7
ที่อยู่โรงเรียน 101 ม.11 ต.บ้านลำนาว อ.บางขัน จ.นครศรีธรรมราช 80360
โทรศัพท์ 0848461677 **โทรสาร** -
ที่อยู่ปัจจุบัน 102 ม.11 ต.บ้านลำนาว อ.บางขัน จ.นครศรีธรรมราช 80360
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ ปักครอสติส/ศิลปะ
ประสบการณ์วิจัย วิจัยในชั้นเรียน
ประสบการณ์สอน 16 ปี



ชื่อ-สกุล นายอนุจิตร จันทศรี **ชื่อเล่น** บ่าว

วุฒิการศึกษา วทบ. ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกสอน วิทยาลัยรัชต์ภาคย์(ถึง 15 มกราคม 2553)

ผู้ช่วยสอน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ตั้งแต่ 18 มกราคม 2553)

มือถือ 080-705-3345

อีเมล์ achanthasri@gmail.com

อายุ 26 ปี

โรงเรียน นิคมควนขนุนวิทยา

ที่อยู่โรงเรียน เลขที่ 6 หมู่ 1 ต.ลานข่อย อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110

โทรศัพท์ 084-761-4366 **โทรสาร** 074 -614365

ที่อยู่ปัจจุบัน 266 หมู่ 9 ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110

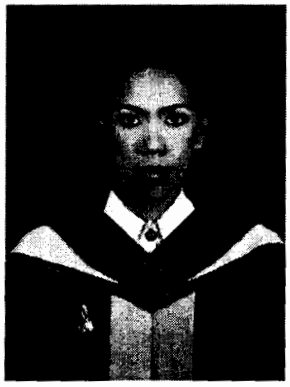
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ คอมพิวเตอร์

ประสบการณ์วิจัย

- P. Panichayunon, C. Pholnak, S. Phethuayluk, T. Thepnual, N. Nankongnab, A. Chanthasri. "***DEVELOPMENT OF LIGHTWEIGHT CONCRETE BLOCK USING HUSK***". 34th Congress on Science and Technology of Thailand 31 October 2008-2 November 2008, Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand, p. 192.
- ปิติ พานิชายุนนท์ ฉัตร ผลนาค สุวิทย์ เพชรห้วยลึก ธวัฒน์ชัย เทพนวล นพนันท์ นานคงแนบ และ อนุจิตร จันทศรี. ***การศึกษาปริมาณขี้เลื่อยของไม้ยางพาราที่มีผลต่อความแข็งของคอนกรีตบล็อกมวลเบา***. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ประจำปี 2551. หน้า 63.
- ปิติ พานิชายุนนท์ ฉัตร ผลนาค สุวิทย์ เพชรห้วยลึก ธวัฒน์ชัย เทพนวล นพนันท์ นานคงแนบ และ อนุจิตร จันทศรี. ***การพัฒนาคอนกรีตบล็อกมวลเบาจากฟางข้าว***. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิชาการ ครั้งที่ 1 ประจำปี 2551. หน้า 254.
- อนุจิตร จันทศรี ปิติ พานิชายุนนท์ ฉัตร ผลนาค สุวิทย์ เพชรห้วยลึก ธวัฒน์ชัย เทพนวล และนพนันท์ นานคงแนบ. **ผลของขี้เลื่อยไม้ยางพาราต่ออิฐดินซีเมนต์**. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่5 ประจำปี 2552.
- วิจัยโครงการผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาชีวภาพเพื่อการประหยัดพลังงานจากชุมชนในจ.พัทลุง
- วิจัยโครงการ การผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาจากเปลือกมังคุด
- พัฒนาระบบจำกัดสิทธิ์การใช้งานคอมพิวเตอร์ของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ด้วยภาษา Visual Basic

ประสบการณ์สอน

- วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ฟิสิกส์ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้าและแม่เหล็ก)
- วิทยาศาสตร์พื้นฐาน(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ)
- วิทยาศาสตร์ ตามโครงการติวเข้มเพื่อสอบ O-NET (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)
- คอมพิวเตอร์ (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น)
- โครงงานวิทยาศาสตร์(ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4)



ชื่อ-สกุล นางสาวศิริขวัญ จันทร์มณี **ชื่อเล่น** จิ๊บ

วุฒิการศึกษา วท.บ. สถิติ

ตำแหน่ง ครูธุรการ (ตามโครงการคืนครูให้กับนักเรียน)

มือถือ 08 – 9977 – 3362

อีเมล์ jibstat@gmail.com

อายุ 23 ปี

โรงเรียน บ้านลานข่อย

ที่อยู่โรงเรียน หมู่ที่ 1 ตำบล ลานข่อย อำเภอ ป่าพะยอม จังหวัด พัทลุง 93110

โทรศัพท์ 074 – 693351

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 94 หมู่ที่ 2 ตำบล ลานข่อย อำเภอ ป่าพะยอม จังหวัด พัทลุง 93110

ความสามารถพิเศษ /งานที่ชอบ

1. ดนตรีไทย (ฆ้องวงใหญ่)
2. โปรแกรม MS Office ,SPSS ,Minitab, Arena
3. วิเคราะห์ข้อมูล

ประสบการณ์วิจัย

1. " การจำลองแบบระบบแถวคอยของผู้ใช้บริการธนาคารกรุงเทพ สาขาย่อยโคลีเซี่ยมซีเนเพล็กซ์ พัทลุง "
2. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการจัดงาน สัปดาห์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ประจำปี 2551

3. ผ่านการฝึกงานจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ จังหวัดสงขลา ฝ่ายวิชาการและวางแผน รับผิดชอบงานวิเคราะห์ข้อมูลเรื่อง "ทัศนคติต่อการนำเสนอรายการของ ช่อง 11 ที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกรับชมรายการโทรทัศน์ช่อง 11 ของผู้ชมในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง" ระหว่างวันที่ 17 มีนาคม -16 พฤษภาคม 2551

ประสบการณ์สอน กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ-สกุล นางพาณิภัค พุทธสะแสง **ชื่อเล่น** แมว

วุฒิการศึกษา กำลังศึกษาปริญญาตรี (เทอมสุดท้าย)

คณะครุศาสตร์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่งานทะเบียนวัดผล

มือถือ 08-5888-4530

อีเมล์ 1234_cat@windowslive.com

อายุ 34 ปี

โรงเรียน วังวิเศษ

ที่อยู่โรงเรียน 176/1 หมู่ 4 ต.เขาวิเศษ อ.วังวิเศษ จ.ตรัง 92220

โทรศัพท์ 0-7526-1093 **โทรสาร** 0-7526-1095

ที่อยู่ปัจจุบัน 80 หมู่ 9 ต.เขาวิเศษ อ.วังวิเศษ จ.ตรัง 92220

ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ คอมพิวเตอร์ ชอบค้นคว้างานทางอินเตอร์เน็ต

ประสบการณ์วิจัย

1. ความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ ปีการศึกษา 2551 เพื่อประกอบในการเรียนวิชาวิจัยเพื่อการศึกษา

2. ความพึงพอใจของครูและนักเรียนต่อการบริหารการจัดการศึกษาของโรงเรียนวังวิเศษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 เพื่อประกอบในการเรียนวิชาการศึกษาเอกเทศด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

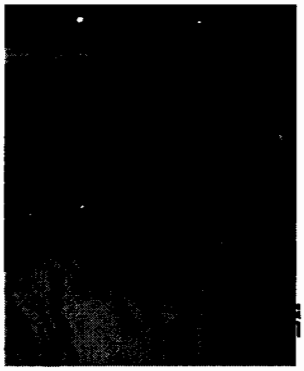
ประสบการณ์สอน

1. ปีการศึกษา 2551 สอนวิชาคอมพิวเตอร์ ม.2
2. ปีการศึกษา 2552 สอนวิชาคอมพิวเตอร์ ม.2 และ ม.3

ชื่อ-สกุล นางสาว ดวงแข เพชรเรือนทอง **ชื่อเล่น** แข
วุฒิการศึกษา ศษ.ม.วิทยาศาสตร์ศึกษา
ตำแหน่ง ครู
มือถือ 08-9726-2085
อีเมล์ kae-tit@hotmail.com
อายุ 37 ปี
โรงเรียน สภาราชินี จังหวัดตรัง
อยู่โรงเรียน 142 ถ.วิเศษกุล ต.ทับเที่ยง อ.เมือง จ.ตรัง 92000
โทรศัพท์ 0-7521-8792 **โทรสาร** 0-7521-8792
ที่อยู่ปัจจุบัน 96/22 ม.6 ต.โคกหล่อ อ.เมือง จ.ตรัง 92000
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ คอมพิวเตอร์ /ปลูกต้นไม้/สอนวิทยาศาสตร์-คอมพิวเตอร์
ประสบการณ์วิจัย -
ประสบการณ์สอน วิทยาศาสตร์ 11 ปี

ชื่อ-สกุล นางสาวปัทมา ยืนยาว **ชื่อเล่น** ปัทม์
วุฒิการศึกษา วท.ม. สิ่งแวดล้อมศึกษา
ตำแหน่ง ครู
มือถือ 089-651-6613
อีเมล์ kunpatm@hotmail.com
อายุ 29 ปี
โรงเรียน เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช
ที่อยู่โรงเรียน 89/3 หมู่ 1 ตำบลสวนหลวง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังนครศรีธรรมราช 80190
โทรศัพท์ 075-386233 โทรสาร 075-386233
ที่อยู่ปัจจุบัน 60 ถ.ชายทะเล อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช 80140
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ ทำกิจกรรมด้านการอนุรักษ์
ประสบการณ์วิจัย การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้หลักวิธีดำเนินการของ GLOBE
ประสบการณ์สอน รายวิชาเคมี ระยะเวลา 2 ปี

ชื่อ-สกุล นางสาวอำไพ กลับทับลังค์ **ชื่อเล่น** แอ๊ด
วุฒิการศึกษา ศษ.ม การประถมศึกษา
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียน
มือถือ 081 - 2714 - 341
อีเมล์ ampai55@hotmail.com
อายุ 49 ปี
โรงเรียน วัดบางด้วน
ที่อยู่โรงเรียน หมู่ที่ 8 ตำบลปากแพรก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช
โทรศัพท์ 081 - 2714 - 341
ที่อยู่ปัจจุบัน 177/25 หมู่ที่ 4 ตำบลหัวไทร อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ อ่านหนังสือ
ประสบการณ์วิจัย -
ประสบการณ์สอน สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา 27 ปี



ชื่อ-สกุล นายไฟซอล ยีโกบ **ชื่อเล่น** ซอน
วุฒิการศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
มือถือ 0824115867
อีเมล์ faisolyk@hotmail.com
อายุ 41 ปี
โรงเรียน วัดโมคลาน สพท. นครศรีธรรมราช เขต 4
อยู่โรงเรียน ม. 12 ต.โมคลาน อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160
โทรศัพท์ - **โทรสาร** -
ที่อยู่ปัจจุบัน 52 ม 14 ต. ท่าศาลา อ. ท่าศาลา จ. นครศรีธรรมราช
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ งานศิลป์,ไม้
ประสบการณ์วิจัย -
ประสบการณ์สอน 16 ปี

ชื่อ-สกุล นางสาวภัชรินทร์ เลิศบุรุษ **ชื่อเล่น** แมว
วุฒิการศึกษา คบ.(วิทยาศาสตร์ทั่วไป) และ ศน.ม.(สังคมวิทยา)
ตำแหน่ง ครู
มือถือ 084-3099418
อีเมล์ maw.wan@gmail.com
อายุ 33 ปี
โรงเรียน บ้านบางฉาง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 4
ที่อยู่โรงเรียน 149/9 ม.3 ต.สิชล อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช 80120
โทรศัพท์ 075 – 536463 **โทรสาร** 075 -536463
ที่อยู่ปัจจุบัน 124 ม.1 ต. ปากนคร อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80000
ความสามารถพิเศษ / งานที่ชอบ คอมพิวเตอร์
ประสบการณ์วิจัย งานวิจัยในชั้นเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ภาษาไทย
ประสบการณ์สอน วิชาวิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 2 (ป.5) คอมพิวเตอร์ ป.4 – ม.3

ชื่อ-สกุล นายเฉลิม ปานมา **ชื่อเล่น**
วุฒิการศึกษา ศษ.ม.บริหารการศึกษา
ตำแหน่ง ครู คศ.1
มือถือ 084-9640758
อีเมล์ -
อายุ บ้านใสถิน
ที่อยู่โรงเรียน 149/9 ม.3 สิชล สิชล นครศรีธรรมราช 80120
โทรศัพท์ 075 – 536463 **โทรสาร** 075 -536463
ที่อยู่ปัจจุบัน 124 ม.1 ต. ปากนคร อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80000
ความสามารถพิเศษ / งานที่ชอบ
ประสบการณ์วิจัย -
ประสบการณ์สอน

ชื่อ-สกุล นายจรูญ อินเอก **ชื่อเล่น** จรูญ
วุฒิการศึกษา ค.บ. สาขาบริหารการศึกษา
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ คศ.2
มือถือ 089-9764504 อีเมล์ i.charoon@yahoo.com อายุ 50 ปี
โรงเรียน บ้านนาทองสุก
ที่อยู่โรงเรียน ถ.ทุ่งขมิ้น-บ้านไร่ ต.ทุ่งขมิ้น อ.นาหม่อม จ.สงขลา 90310
โทรศัพท์ 089-9764504 **โทรสาร** -
ที่อยู่ปัจจุบัน -
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ ทำสวน
ประสบการณ์วิจัย -
ประสบการณ์สอน 29 ปี สอนวิทยาศาสตร์ ป.6,คณิตศาสตร์ ป.4-ป.6

ชื่อ-สกุล นางจุรีย์ ช่วยชาติ (ชื่อเล่น) จูรี
วุฒิการศึกษา ศษ.ม การบริหารการศึกษา
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านคลองโตน
มือถือ 081-788-2813
อีเมล์ juree_chch@yahoo.com
อายุ 44 / 10 ปี
โรงเรียน บ้านคลองโตน
ที่อยู่โรงเรียน 61 หมู่ 11 ต.เขาวิเศษ อ.วังวิเศษ จ.ตรัง
โทรศัพท์ 075-203-049 โทรสาร -
ที่อยู่ปัจจุบัน 99 หมู่ 11 ต.นาวง อ.ห้วยยอด จ.ตรัง
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ -
ประสบการณ์วิจัย วิจัยเชิงสำรวจ
ประสบการณ์สอน 16 ปี

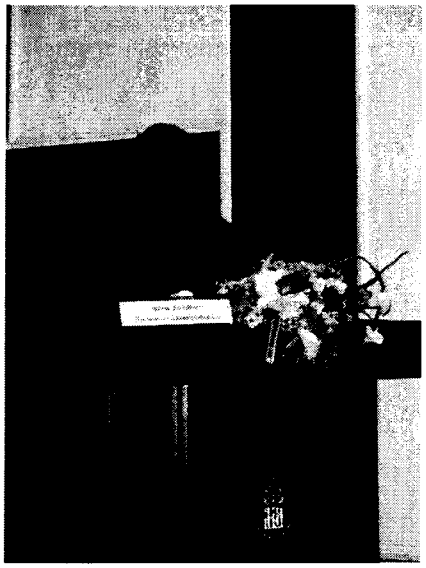
ชื่อ-สกุล นางสาวจุฑามาศ จอมทอง **ชื่อเล่น** ครูเปิ้ล
วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี ศึกษาศาสตร์ เอกการประถมศึกษา
ตำแหน่ง ครู คศ.1
มือถือ 0848461677 อีเมล์ jple025@hotmail.com อายุ 34 ปี
โรงเรียน ทัศนาวลัย
ที่อยู่โรงเรียน ม.4 ต.นาหมอบุญ อ.จุฬาภรณ์ จ.นครศรีธรรมราช 80130
โทรศัพท์ 086 964 5585 **โทรสาร** -
ที่อยู่ปัจจุบัน 19 ซอยตาปู่ซี84 ถ.พัฒนาการคูขวาง ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80000
ความสามารถพิเศษ/งานที่ชอบ ปักครอสติส/ศิลปะ
ประสบการณ์วิจัย -
ประสบการณ์สอน ปี

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรม

ภาพกิจกรรมปฐมนิเทศและเลี้ยงต้อนรับครุวิจัยพลังงาน เมื่อวันที่ 1 เมษายน 2553

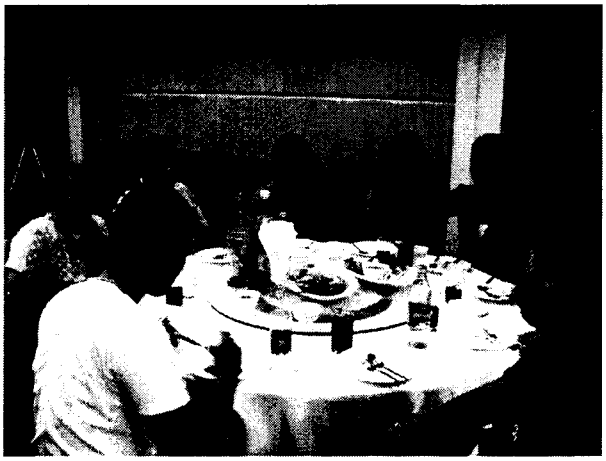
ลงทะเบียน



กล่าวเปิดงานโดย รศ.กำพล ประทีปชัยกูร
ผู้อำนวยการสถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน

กล่าวต้อนรับครุวิจัย โดย ผศ.ดร.จรัญ บุญกาญจน์
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ถ่ายรูปร่วมกัน

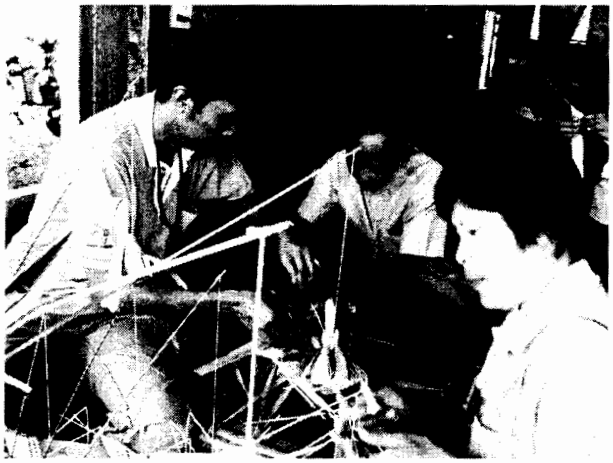


กิจกรรมละลายพฤติกรรม
และเลี้ยงต้อนรับครูครุวิจัย

ภาพทัศนศึกษาวัฒนธรรมจังหวัดสงขลา ชมวิถีโหนด-นา-เล
เมื่อวันที่ 3 เมษายน 2553

ลงเรือชมวิถีชีวิตชาวประมงในทะเลสาบสงขลา

การทำขนมพื้นบ้าน



การจักรสาน

การเคี่ยวตาล/การแปรรูปน้ำตาลแว่น

นมัสการหลวงปู่ทวดเหยียบน้ำทะเลจืด
วัดพะโคะ

พิพิธภัณฑ์ชุมชน

ภาพทัศนศึกษางานดูงานวิจัยท่องเที่ยวจังหวัดสตูล
เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2553

ชมโบราณสถานบ่อเจ็ดลูก

ถ่ายรูปกับดอกไม้บริเวณบ่อเจ็ดลูก

บริเวณท่าเรือใกล้บ่อเจ็ดลูก

ศูนย์วิจัยท่องเที่ยว

ฟังบรรยายงานวิจัยท่องเที่ยว

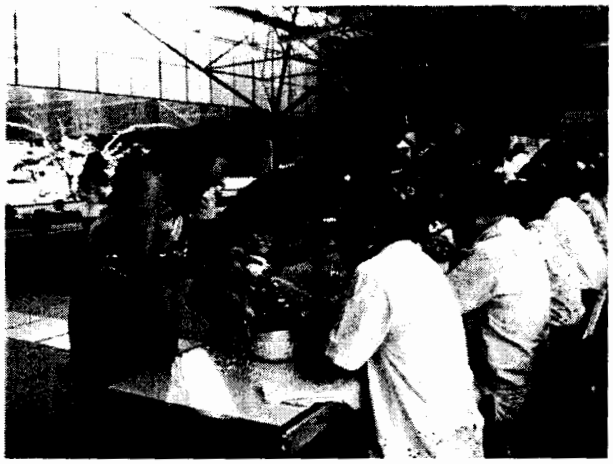
โดย นักวิจัยชาวบ้าน

ล่องแก่น

ร่วมกิจกรรมสงกรานต์ และร่วมรับประทานอาหาร ณ ลานหน้าห้องประชุมมงคลสุข คณะวิศวกรรมศาสตร์ เมื่อวันที่ 12 เมษายน 2553

กินข้าวยำกัน

นั่งรับประทานอาหารพื้นเมืองภาคใต้



แต่งชุดไทยกันหลายคน
ทำให้ได้บรรยากาศความเป็นไทย

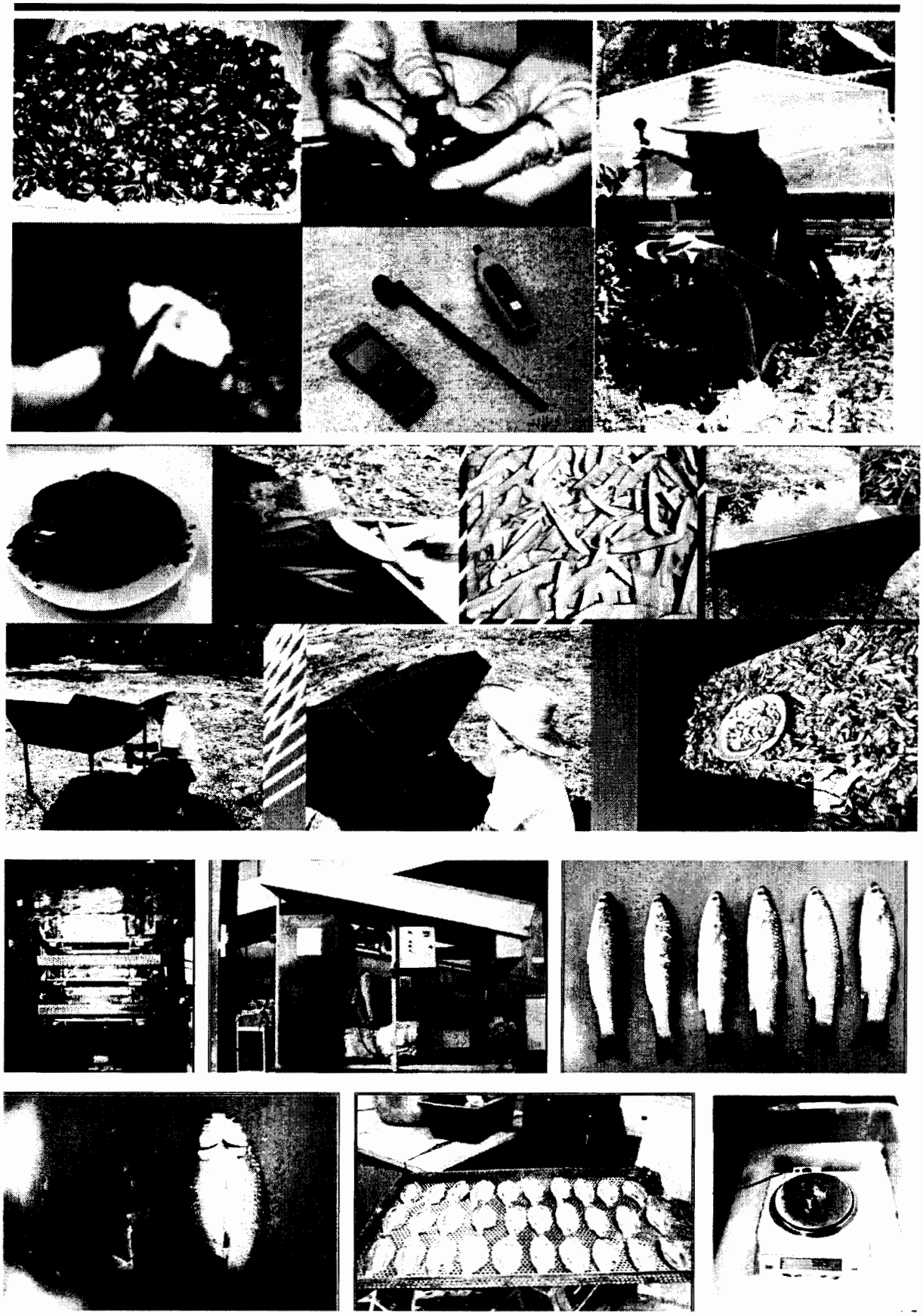
สนุกสนานเล่นงูกินหาง

เล่นน้ำสงกรานต์

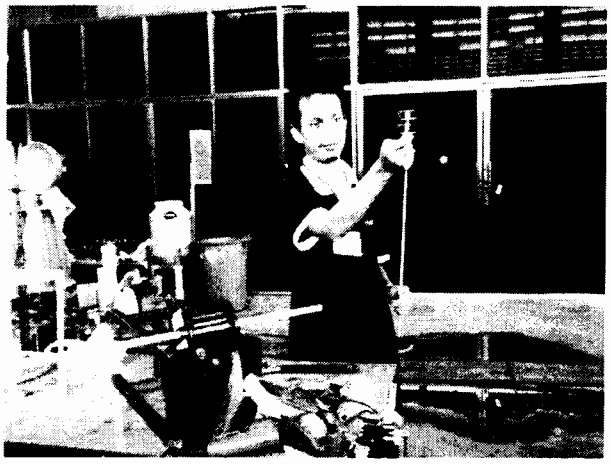
แผนกแม่ครัวครุวิจัย กำลังทำขนมกันสด ๆ

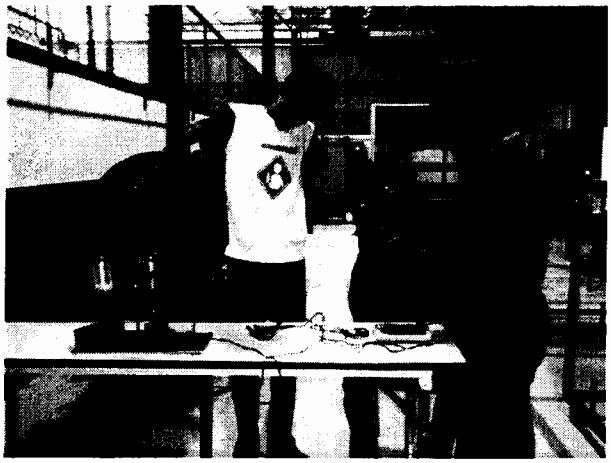
ประชุมนำเสนอผลงานวิจัย ครุวิจัย สกว. ประจำปี 2553
เมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2553
โรงแรมรัชดาซิตี้ ห้วยขวาง กทม.

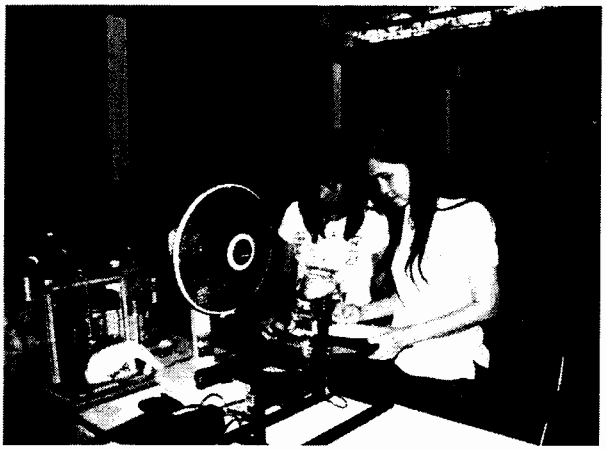
ภาพกิจกรรมกลุ่มพลังงานแสงอาทิตย์

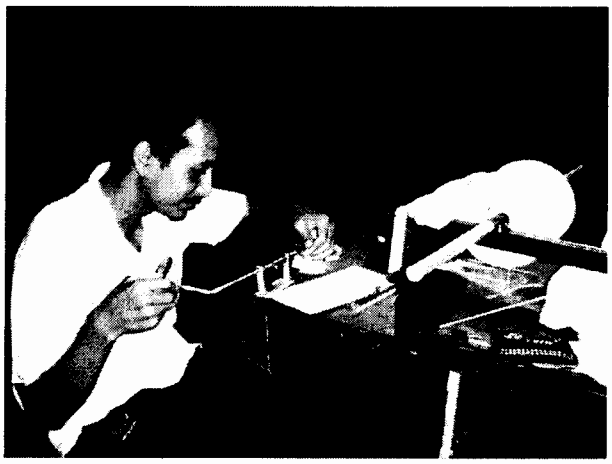


ภาพกิจกรรมกลุ่มพลังงานลม

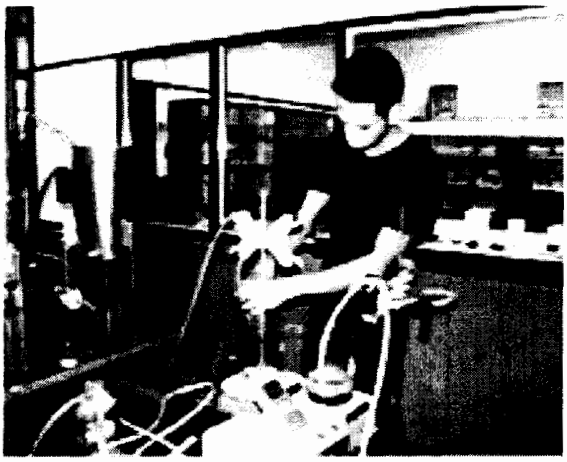


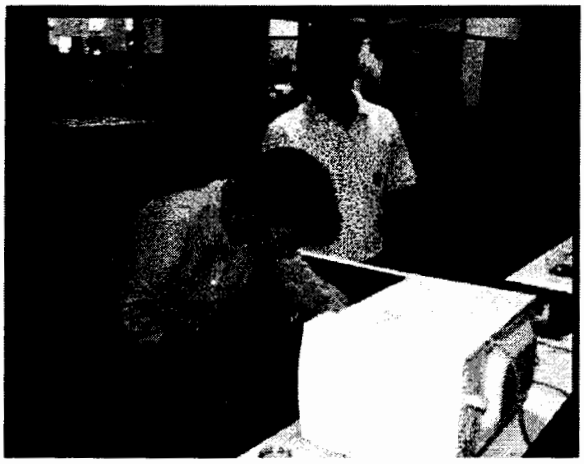


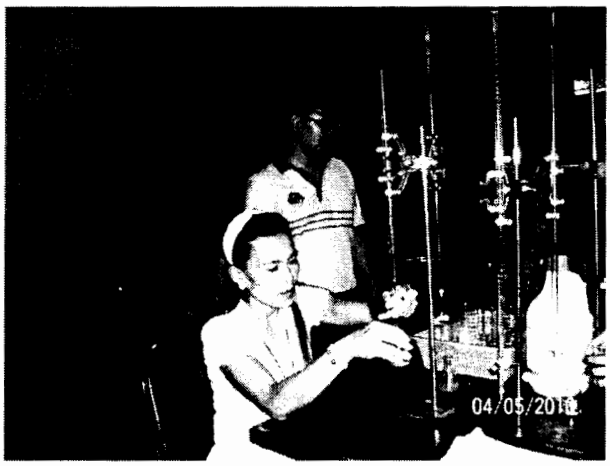


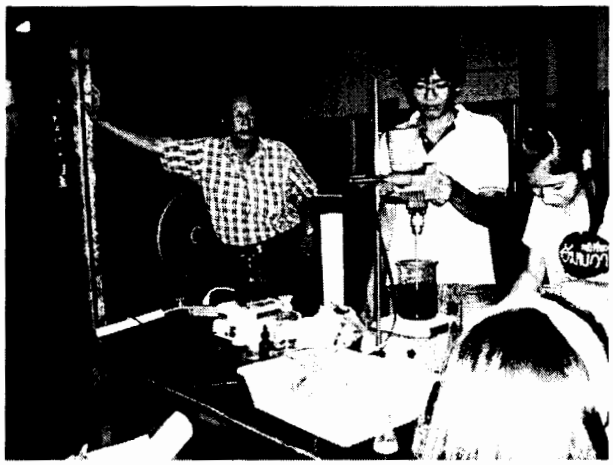


ภาพกิจกรรมกลุ่มไบโอดีเซล

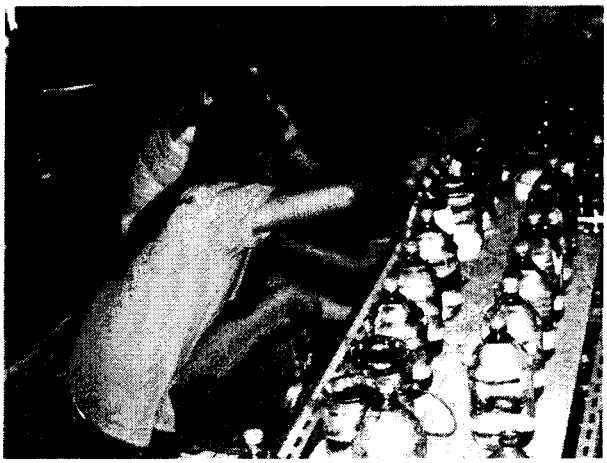


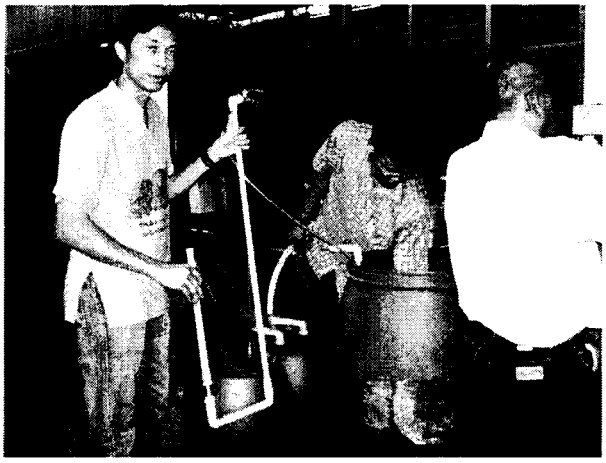


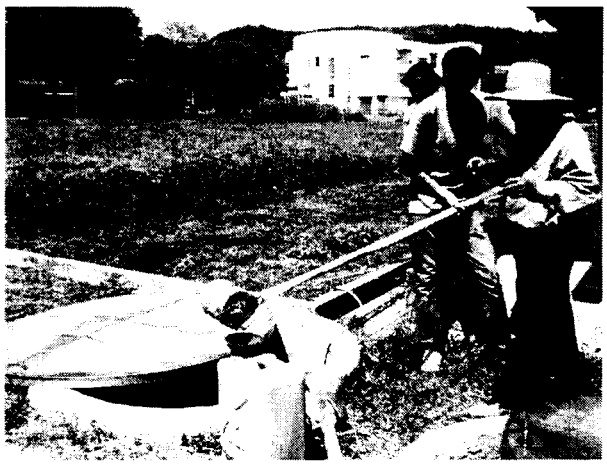




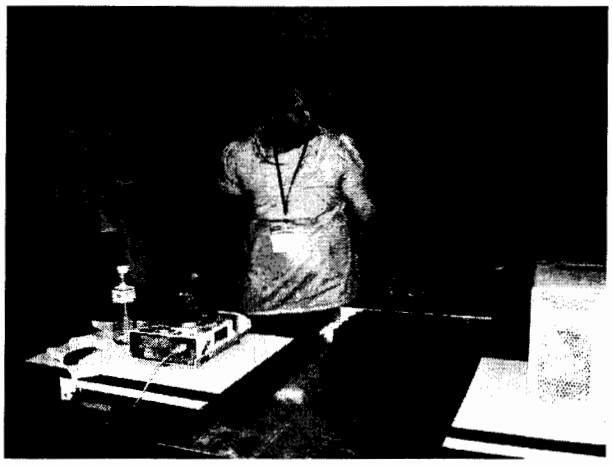
ภาพกิจกรรมกลุ่มก๊าซชีวภาพ

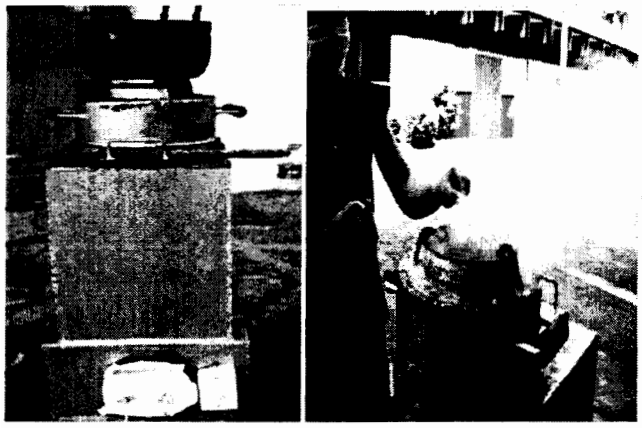


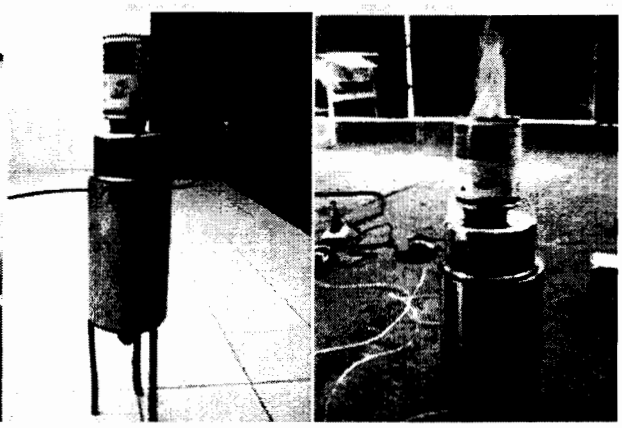




ภาพกิจกรรมกลุ่มเชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล







ภาพกิจกรรมกลุ่มอนุรักษ์พลังงาน