



การประชุมทางวิชาการ ปี 2554

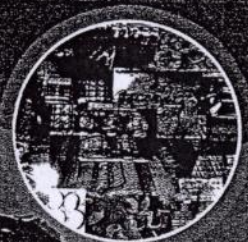
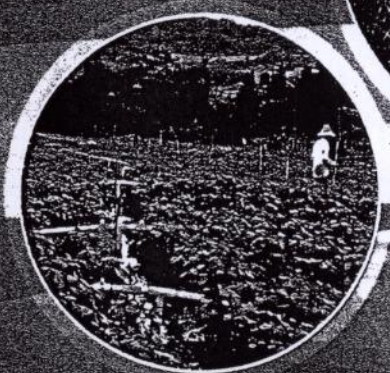
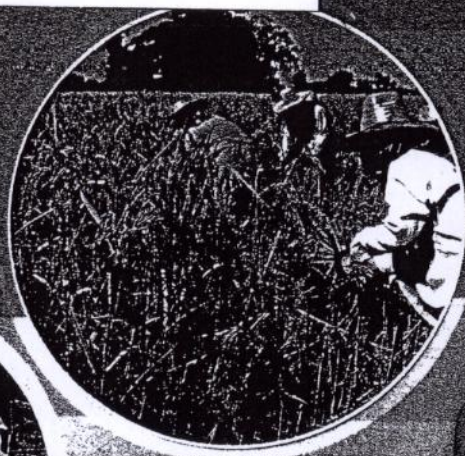
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น

อนาคตชุมชนไทย

ฐานรากที่มั่นคงเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

นายชัยรัตน์

หงษ์ทอง



27-29 มกราคม 2554

ณ ห้องมณฑาภิเษก โรงแรมไมเค่ จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย

คณะกรรมการพิจารณาผลงานวิจัย

ศาสตราจารย์ อารันต์ พัฒนโนทัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ศาสตราจารย์ปราโมทย์ ประสาทกุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
ศาสตราจารย์ประดิษฐ์ เทิดทูล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ศาสตราจารย์สมชาติ โสภณธนาฤทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
ศาสตราจารย์ประนอม จันทระโนทัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์สุจินต์ สิมารักษ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์กิตติชัย ไตรรัตนศิริชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ ใจคิด	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์อนันต์ พลธานี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์มันทนา สามารถ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์พิศาล ศิริธร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์เพ็ญศรี เจริญวานิช	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ทิพย์วรรณ งามศักดิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์จินตนา ตั้งวรพศชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์บัวพันธ์ พรหมพักพิง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ ประครองศรี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์เกษราวัลณ์ นิลวรางกุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์วันเพ็ญ วิโรจน์กุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ยงค์ศักดิ์ ธาตุทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์งามนิตย์ ธาตุทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ระ ฤทธิ์รอด	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ชัยชาญ วงศ์สามัญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์วิชัย อิงพันธ์พงศ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์นาคธิดา วีระปรียากร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์สุพัตรา ชาคิบุญชาญชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์บรรจบ ศรีภา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์วี ชาญเผชิญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์รุ่งทิพย์ พันธเมธากุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ธาดา สุทธิธรรม	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	รองศาสตราจารย์สุนัย เลี้ยวเพ็ญวงษ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิสิฐรุจ เจริญสุดใจ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์น้อณ พินประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์เพ็ญนี้ แนนธ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์สมเดช กนกเมธากุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์กิตติศักดิ์ ศรีพานิชกุลชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์รังสรรค์ เนียมสนธิ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์อภิรัฐ ศิริธราธิวัตร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์สุพรรณิ พรหมเทศ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์คำวิวรรณ เศรษฐีธรรม	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ศักดา คาควง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์สิงหนาท พวงจันทร์แดง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์รัตนา มหัชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์พรทิพย์ คำพอ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์สุเมธ แก่นมณี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์วิทัศน์ จันทระโพธิ์ศรี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์อนงค์นุช เทียนทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์สิทธิศักดิ์ อุปวิวงศ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์มงคล ดอนขวา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์สุภาวดี สวัสดิ์พรพัฒน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์อลิศรา เรืองแสง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์พีระศักดิ์ ศรีพาษา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ขวัญใจ กนกเมธากุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์รัชพล สันติวรากร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์บังอร ศรีพานิชกุลชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์จาญอร นิพนพานนท์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ศิริลักษณ์ สุทธิชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์บวรศักดิ์ ลีนาพันธ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์กฤตพล สมมาตรย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ชัยศิลป์ ชินพรเจริญพงศ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ปัทมา วิทยากร แรมไม้	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์สุจินต์ บุรีรัตน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์บุญสร้าง ดิเรกสถาพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์เสาวนิต ทองพิมพ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ศุภพัฒน์นากร วงศ์ธนวุธ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์เกริก ปั่นแห่งเพชร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์นิวัฒน์ มาศวรรณ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์กาญจนา นาณะพันธุ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์สุกัญญา เอมอัมมธรรม	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์จุฬารัตน์ โสตะ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์วิโรจน์ ภักร์จินดา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์จำลอง ลิ้มตระกูล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ คำนวนศิลป์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ธนากร วงศ์วัฒนาเสถียร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์ศุภชัย ปทุมนากุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ไพบูลย์ สิทธิถาวร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์สมพงษ์ ดุลจินดาบาพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองศาสตราจารย์ลำปาง แม่นมัตย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	รองศาสตราจารย์สุพล อารีกุล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์สุเวทย์ นิงสานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	รองศาสตราจารย์พงษ์ชาญ ณ ลำปาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์รัชชัย หิมาขุณหะเกียรติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	รองศาสตราจารย์หนึ่ง เดียอำรุง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ปรีชา คุ้มคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	รองศาสตราจารย์โชค อายุพงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์พงษ์พ้อ อาสนจินดา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	รองศาสตราจารย์สัมพันธ์ ฤทธิเดช	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ปรีชา ประเทพา	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	รองศาสตราจารย์สุวิทย์ เลหาศิริวงศ์	มหาวิทยาลัยนครพนม
รองศาสตราจารย์เทอดศักดิ์ คำเหม็ง	มหาวิทยาลัยนครพนม	รองศาสตราจารย์วรากร ไหมเรียง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ยนต์ มุสิก	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดาร์ณี หอมดี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริวิทย์ เศรษฐกิจรังสี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชลิต ชัยศรีวิชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์คุณัญญา อายุวัฒน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ อภิชาติวัลลภ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิภา มลิณทวิสมัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณพงศ์ ศรีสถาพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ผกาดี แก้วกันเนตร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนิษฐ์ วิจิตรพันธ์ุ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ เหลืองบุตรนาค	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชานาญ บุญญาพิทักษ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิรัชญา มณีเนตร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์นวลฉวี แสงชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญฤดี คันธะมัตติชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์จุฬารัตน์ เบญจนิยะพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาณี ฤทธิมาก	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษติพล ยศพรไพบูลย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ ธิติเมธาโรจน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวรรณ เนติวานนท์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจนา ครองธรรมชาติ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุรักษ ทองสุโขวงศ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิโยรส จิระวัฒนา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิเชียร วรพุทธพร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญประภา เพชรบุรณิน	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมนึก ชูศิลป์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิวัฒน์ เศรษฐสมบุรณ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัชย์ ลิ้มยิ่งเจริญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัทระ แสนไชยสุริยา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์มัลลิกา บุญมี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤตพา แสนชัยธร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อารยา อารมณฤทธิ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เด่นพงษ์ สุดภักดี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณ คันธะมัตติชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลปพฤกษ์ ศิวทองงาม	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราพร เขียวอยู่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนากร โรจน์กร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ ถาวรกุลสถิต	มหาวิทยาลัยขอนแก่น		
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เฉลิมพล เยื้องกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	วิทยาเขตสกลนคร	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริพร หงส์พันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา		
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทรงศักดิ์ จำปาหวะดี	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม		
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพักตร์ สุทธิสา	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม		
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาสกร นันทพานิช	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี		
อาจารย์ชาติชาย ไวยสุระสิงห์	มหาวิทยาลัยมหิดล	พันเอกนายแพทย์วิเชียร ชูเสมอ	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
อาจารย์วระ ภาคอุทัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	อาจารย์ศิริรักษ์ ชาวไชยมหา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
นายแพทย์สุธีร์ รัตนมงคล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	อาจารย์นันทมน ตั้งจิตวัฒนชัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



คำนำ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยฝ่ายวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี และสำนักบริหารการวิจัยร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ได้ดำเนินการจัดประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ประจำปี 2554 ขึ้น ภายใต้หัวข้อ “อนาคตชนบทไทย : ฐานรากที่มั่นคงเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน” โดยการจัดประชุมครั้งนี้ นับเป็นครั้งที่ 3 ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้จัดขึ้น นับตั้งแต่ ปี 2552 เป็นต้นมา ทั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาชนบทที่เหมาะสมและยั่งยืน และเผยแพร่ผลงานวิชาการด้านพัฒนาชนบทของนักวิจัยและนักวิชาการ อันเป็นการส่งเสริมให้งานวิจัยเป็นกลไกในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในชนบททั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนเป็นการสร้างความร่วมมือด้านวิชาการระหว่างมหาวิทยาลัยไทยและมหาวิทยาลัยในต่างประเทศ รูปแบบการนำเสนอผลงานวิจัยได้แก่ Oral Presentation ภาวภาษาไทย (ระดับชาติ) ภาวภาษาอังกฤษ (ระดับนานาชาติ) และการนำเสนอภาคโปสเตอร์(Poster Presentation) ในประเทศที่เกี่ยวข้องด้านสุขภาวะชุมชน (ความมั่นคงทางอาหาร, การพึ่งตนเองด้านสุขภาพ, การทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (รวมทั้งการท่องเที่ยว), สังคมภูมิปัญญา / องค์ความรู้ท้องถิ่น, การเรียนรู้ตลอดชีวิต / การศึกษาที่เหมาะสมกับท้องถิ่น) สิทธิมนุษยชนและสันติภาพ การเมืองและการปกครองภาคประชาชน, เศรษฐกิจพอเพียง / เศรษฐกิจชุมชน) และพลังงานชุมชน (การจัดการพลังงานชุมชน, พลังงานทดแทน / พลังงานทางเลือกของชุมชน,นวัตกรรม / เทคโนโลยีด้านพลังงานที่เหมาะสมในชุมชน / คมนาคมขนส่ง) ซึ่งมีจำนวนบทความที่นำเสนอในการประชุมครั้งนี้ จำนวน 173 บทความ ตลอดจนการปาฐกถา การอภิปราย การแสดงนิทรรศการที่เกี่ยวข้องในประเด็นการจัดประชุม รวมทั้งการทัศนศึกษาในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น

ขอขอบคุณหน่วยงาน/องค์การเจ้าภาพร่วม ที่ได้ให้ความร่วมมือและสนับสนุนการจัดประชุมครั้งนี้ รวมทั้งขอบคุณนักวิจัย นักวิชาการและผู้สนใจที่เข้าร่วมเสนอผลงานและเข้าร่วมประชุม จนเป็นผลให้การจัดประชุมทางวิชาการในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

ฝ่ายวิจัยและการถ่ายทอดเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ห้องย่อยที่ 6 การจัดการพลังงานชุมชน หลังจาบทแทนพลังงานทางเลือกของชุมชน นวัตกรรมเทคโนโลยีทางด้านพลังงานที่เหมาะสมในชุมชน คมนาคมขนส่ง

ประธานห้อง : รศ.ดร.รัชพล สันติวรากร / ผศ.ดร.ดารณี นอมดี

เลขাত้อง : นางปิยะนุช บุตรคำ
ผู้ช่วยเลขาท้อง : นางนงมล ทองน้อย

F16	การประมาณค่ากลสมบัติของไม้มะพร้าว นำเสนอโดย : จุฑา เจริญเนตรกุล	553
F17	เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อใช้คมนาควมสำหรับชุมชน นำเสนอโดย : ชัยรัตน์ หงษ์ทอง	559
F18	การพัฒนาชุดกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์(H ₂ S) สำหรับก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร นำเสนอโดย : เรวัต ช่อมสุข	564
F19	รูปแบบการใช้พลังงานทดแทนกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสม ในเขตพื้นที่ จังหวัดเชียงราย กรณีศึกษา : พลังงานลม, พลังงานน้ำ, พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ นำเสนอโดย : วิจิต นางแล	568
F20	เตาหุงต้มเชื้อเพลิงแกลบ สำหรับครัวเรือน นำเสนอโดย : ยศวัฒน์ ทันวงษา	574
F21	การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเพื่อใช้กับเครื่องพ่นหมอกควันของชุมชน ในอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม นำเสนอโดย : ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์	579
F22	การออกแบบและแก้ไขปรับปรุงการใช้แสงธรรมชาติเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สำหรับอาคารเรียน ในเขตภาคเหนือตอนล่าง: กรณีศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร นำเสนอโดย : นวลวรรณ ทวยเจริญ	582

เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อใช้คมนาคมสำหรับชุมชน Technology Biogas use Transport for Community

ชัยรัตน์ หงษ์ทอง*

*สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม คณะเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ถนนรังสิต - นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
โทรศัพท์ : 02-5494746-47 E-mail : chairatom@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันได้มีการพยายามที่จะจัดหาพลังงานทดแทนที่มีประสิทธิภาพที่สามารถจะมาทดแทนน้ำมัน ที่เราใช้กันอยู่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรมาใช้ในรถยนต์ จะได้เป็นแนวทางให้เกษตรกรที่เลี้ยงสุกรอยู่แล้วจะได้ลดค่าใช้จ่ายและเป็นการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรหรือชุมชนนั้นๆ ผลการดำเนินงานวิจัยที่ได้คือรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นรถยนต์วอลโว่ รุ่น 740 GL เครื่องยนต์ขนาด 2,300 ซีซี ติดตั้งถังก๊าซหุงต้ม ขนาด 64 ลิตร ทำการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังก๊าซหุงต้มด้วยชุดบรรจุก๊าซชีวภาพแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังทำการบรรจุก๊าซชีวภาพใช้แรงดัน 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้เวลาเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซชีวภาพ 12.33 นาที หลังจากนั้นนำไปทำการขับเคลื่อนบนถนนเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ ผลการทดสอบที่ช่วงความเร็ว 70-80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถยนต์สามารถวิ่งได้เป็นระยะทางเฉลี่ย 23.28 กิโลเมตร

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ ชุดบรรจุก๊าซชีวภาพ

Abstract

At the present, we are attempting to procure the renewable energy which is most effectiveness and can reducing the daily gasoline consumption. This research has the objective for studying the biogas from swine comes to use in an automobile. Furthermore, there is the new opportunity that the farmer who feeds a swine will reduce the expenses. In addition, there is an advantage in terms of community development. An automobile which is used in this research was VOLVO 740 GL type 2,300 cc., and LPG system with size 64 liter mounted. Next, the biogas was compressed into LPG tank with pressure 200 psi/in² by used 1 HP. motor The compression time of 12.33 min. The performance of this automobile when it runs on the road with velocity around 70 to 80 km/hrs could provide a distance around 23.28 km.

Keywords : Biogas ,Biogas packaging system

1. บทนำ

ในโลกปัจจุบันนั้นเรากำลังเผชิญกับวิกฤตปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานที่ได้จากฟอสซิล หรือเราเรียกกันว่า น้ำมันไม่ว่าจะเป็น

น้ำมันเบนซินหรือดีเซล ในประเทศไทยเราจึงประสบปัญหามากขึ้นเนื่องจากประเทศไทยเรานั้นไม่สามารถผลิตน้ำมันได้เองอย่างเพียงพอกับการใช้งาน จึงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการจัดหาวัสดุที่จะนำมาผสมกับน้ำมันเพื่อให้การใช้ปริมาณน้ำมันลดลงที่เราเรียกกันว่า เอทานอล ในต่อมาเราพยายามหาพลังงานที่จะมาทดแทนพลังงานน้ำมันกันอย่างมากมาย ซึ่งพลังงานเหล่านี้เรียกว่า พลังงานทดแทน เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังน้ำตก และพลังงานก๊าซชีวภาพซึ่งมาจากผลพลอยได้ของการหมักพืชและสัตว์ สามารถแก้ปัญหาเทคโนโลยีด้านพลังงานโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาใหม่ในด้านอื่นทั้งด้านสังคมหรือเศรษฐกิจได้ การใช้ก๊าซมีเทนจากมูลสุกรก็เช่นเดียวกัน เป็นการนำพลังงานทดแทนจากสิ่งที่เหลือในอุตสาหกรรมการผลิตสุกรเพื่อขายเนื้อ แต่เนื่องจากในประเทศไทยมีผู้นิยมเลี้ยงสุกรเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดระยอง, จังหวัดชลบุรี, จังหวัดราชบุรี และจังหวัดนครปฐมซึ่งเป็นการดีที่จะพัฒนาการใช้ก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรมาใช้เป็นพลังงานทดแทน ปัจจุบันการเลี้ยงสุกรในประเทศไทยเรานั้นมีการเลี้ยงเพื่อต้องการที่จะนำสุกรเหล่านั้นมาขายแต่เพียงอย่างเดียว แต่ใครจะคิดว่ามูลสุกรที่ทิ้งไปนั้นจะมีคุณค่าที่แอบแฝงอยู่ หรือมีการจัดการที่เป็นระบบระเบียบ เช่นสามารถนำมารดต้นไม้ที่เกษตรกรปลูกไว้แทนปุ๋ยได้ และมีพลังงานที่ซ่อนอยู่ในมูลสุกรนั้นคือพลังงานชีวภาพ ซึ่งเป็นพลังงานทดแทนที่สามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อย่างต่อเนื่อง ในการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นต้องมีการผลิตบ่อในการหมักให้เกิดก๊าซชีวภาพขึ้น ซึ่งรัฐบาลเองก็เคยเห็นความสำคัญพร้อมกับสนับสนุนให้เกษตรกรที่เลี้ยงสุกรทำการสร้างบ่อหมักก๊าซชีวภาพ แต่ในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นเอง เพราะถ้าเก็บไว้จะทำให้บ่อที่ใช้ในการเก็บก๊าซชีวภาพอาจจะพังเสียหายได้ เมื่อมีการผลิตก๊าซชีวภาพจำนวนมากจนบ่อที่ใช้ในการบรรจุก๊าซชีวภาพนั้นเต็ม ก็จำเป็นต้องระบายส่วนที่ไม่ใช่แล้วทิ้งออกไป ซึ่งก๊าซชีวภาพที่ระบายออกไปจะมีผลกระทบต่อบรรยากาศ เพราะในก๊าซมีเทน (CH_4) จะก่อผลในการกักเก็บความร้อนให้ชั้นบรรยากาศของโลกให้มีอุณหภูมิที่สูงกว่า CO_2 ราว 25 เท่าตัว จะต้องมีการควบคุมไม่ให้มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหลายเกินความจำเป็น เพื่อให้ภาวะของโลกปลอดภัยรวมถึงการรักษาอุณหภูมิของโลกไม่ให้เพิ่มสูงขึ้น

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรมาบรรจุลงถังและเพื่อนำมาใช้กับเครื่องยนต์ ขนาด 2,300 ซีซี ในรถยนต์วอลโว่ รุ่น 740 GL ติดตั้งถังก๊าซ LPG ขนาด 64 ลิตร รวมถึงการหาประสิทธิภาพการใช้งานของก๊าซชีวภาพที่ใช้กับรถยนต์

ต่อไป ซึ่งจะได้เป็นแนวทางที่จะพัฒนาพลังงานก๊าซชีวภาพที่ได้จาก
มูลสุกรให้เป็นพลังงานที่จะสามารถนำมาเป็นพลังงานทดแทนได้ใน
อนาคต

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรมาใช้
กับเครื่องยนต์เบนซิน ขนาด 2,300 ซีซี
2. เพื่อหาประสิทธิภาพการใช้งานของก๊าซชีวภาพต่อ
เครื่องยนต์เบนซิน ขนาด 2,300 ซีซี

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ก๊าซชีวภาพ คือ ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์
โดยแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในสภาวะไร้อากาศ แหล่งที่สามารถ
ผลิตก๊าซชีวภาพ เช่น น้ำเสีย โรงงานสกัดปาล์มน้ำมัน ฟาร์มที่เลี้ยง
สุกร

องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ได้แก่ ก๊าซมีเทน (CH_4)
ประมาณ 60-70 % ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 28-38 %
ก๊าซอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และไนโตรเจน (N_2) ประมาณ
2 %

จากงานวิจัยเรื่องเทคโนโลยีการพัฒนาก๊าซชีวภาพที่ได้
จากมูลสุกรสำหรับชุมชนนั้น เมื่อเราสามารถนำก๊าซชีวภาพมาบรรจุ
ลงถึงก๊าซหุงต้มได้แล้วนั้น จึงควรมีการพัฒนาเพื่อจะนำงานวิจัยมา
ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางที่จะ
บรรจุก๊าซชีวภาพลงสู่ถังที่ติดตั้งอยู่กับรถยนต์ จะได้เป็นแนวทาง
ในการนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในชุมชนต่อไป

4. วิธีการดำเนินงาน

วิธีดำเนินการผู้วิจัยได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่การศึกษา
ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ เช่น ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
กับเครื่องยนต์, การเลี้ยงสุกร, การทำบ่อหมักก๊าซชีวภาพ, การผลิต
ก๊าซชีวภาพ, การบรรจุก๊าซชีวภาพรวมถึงการลงพื้นที่ที่มีการเลี้ยง
สุกรและมีบ่อหมักก๊าซชีวภาพ กระบวนการในการผลิตก๊าซหุงต้ม
การทำการทดสอบฟาร์มของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม

งานวิจัยนี้มีส่วนประกอบหลัก ๆ คือ

1. รถยนต์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นรถยนต์ อายุการใช้งาน
18 ปีที่ยังสามารถใช้งานได้

- รถยนต์ วอลโว่ รุ่น 740 GL
- เครื่องยนต์ เบนซินขนาด 2,300 ซีซี คาร์บูเรเตอร์
- ติดตั้งถังก๊าซ LPG ขนาด 64 ลิตร

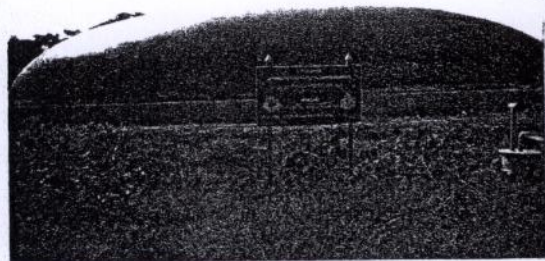


รูปที่ 1 รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ



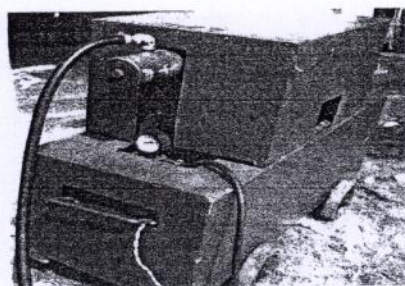
รูปที่ 2 เครื่องยนต์ขนาด 2,300 ซีซี

2. บ่อก๊าซชีวภาพของเกษตรกรที่เลี้ยงสุกรโดยได้รับความ
ร่วมมือจากเกษตรกรในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม



รูปที่ 3 บ่อก๊าซชีวภาพ
ที่มา : อำเภอฟาร์ม

3. ชุดบรรจุก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
ขนาด 1 แรงม้า



รูปที่ 4 ชุดบรรจุก๊าซชีวภาพ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

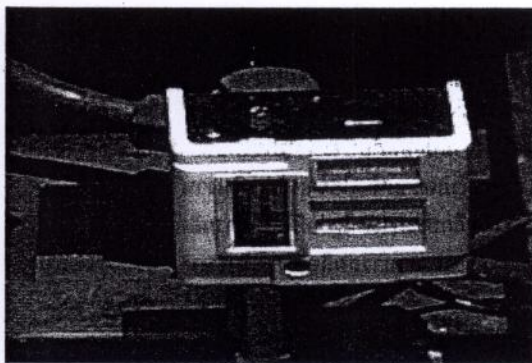
- ปีก๊าซชีวภาพ
- ชุดบรรจุก๊าซชีวภาพแบบมอเตอร์ไฟฟ้า 1 HP
- นาฬิกาจับเวลา
- รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

วิธีการทดสอบ

1. ตรวจสอบความพร้อมของปีกก๊าซชีวภาพของเกษตรกรที่จะนำมาใช้ในการทดสอบว่ามีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นปริมาณที่เติมปีกก๊าซชีวภาพหรือไม่
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของชุดบรรจุก๊าซชีวภาพแบบใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เช่น อุปกรณ์วัดแรงดัน, อุปกรณ์ตัดแรงดัน และอุปกรณ์ระบายแรงดันเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้นกับระบบการทำงาน

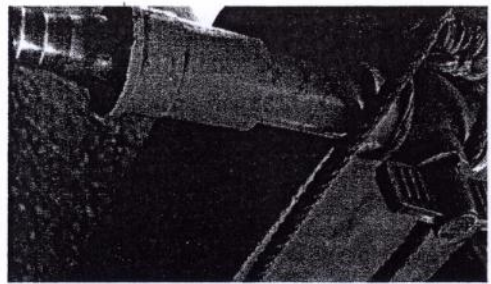


รูปที่ 5 อุปกรณ์วัดแรงดัน



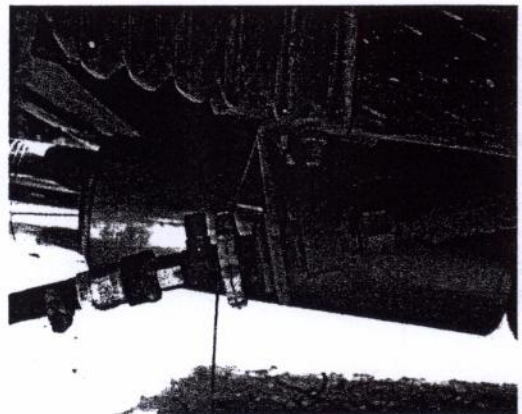
รูปที่ 6 อุปกรณ์ตัดระบบแรงดัน

3. ตรวจสอบความเรียบร้อยรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ เช่น การทำงานของเครื่องยนต์
4. ทำการต่อท่อก๊าซชีวภาพที่ออกจากบ่อให้เข้ากับชุดบรรจุก๊าซชีวภาพแล้วทำการ บรรจุก๊าซชีวภาพลงถังพักก๊าซชีวภาพ



รูปที่ 7 จุดต่อก๊าซชีวภาพ

5. เมื่อบรรจุก๊าซชีวภาพเต็มถังพักแล้วทำการต่อหัวอัดก๊าซชีวภาพเข้ากับตัวรถยนต์เพื่อที่จะทำการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังก๊าซที่ติดตั้งอยู่กับรถยนต์



รูปที่ 8 ต่อหัวบรรจุก๊าซชีวภาพเข้ากับรถยนต์

6. ทำการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังก๊าซที่ติดตั้งกับรถยนต์แล้วทำการบันทึกผลการบรรจุก๊าซชีวภาพ โดยการจับเวลาที่ใช้ในการบรรจุก๊าซชีวภาพ
7. เมื่อบรรจุก๊าซชีวภาพเต็มถังบรรจุแล้วทำการปลดหัวบรรจุก๊าซชีวภาพออกจากรถยนต์ เพื่อที่จะนำไปทำการทดสอบการขับเคลื่อนต่อไป
8. โดยการนำรถยนต์ไปขับเคลื่อนบนถนนและบันทึกผลการทดสอบ

5. ผลการดำเนินงาน

การดำเนินงานศึกษาพบว่าก๊าซชีวภาพมีส่วนประกอบหลักคือก๊าซมีเทนซึ่งจะนำมาใช้ในการหุงต้มหรือขับเคลื่อนเครื่องยนต์ได้ รวมถึงทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานก๊าซชีวภาพ ผลการดำเนินงานวิจัยที่ได้ดังนี้ คือ ทำการทดสอบเป็นจำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นรถยนต์ยี่ห้อวอลโว่ รุ่น 740 GL เครื่องยนต์เบนซิน ขนาด 2,300 ซีซี ติดตั้งถังก๊าซ LPG ขนาด 64 ลิตร ทำการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังด้วยชุดบรรจุก๊าซชีวภาพแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังออกมาเข้าที่มิเตอร์ขนาด Ø 3 นิ้วมีความเร็วรอบ 1,370 รอบ/นาที ส่งถ่ายกำลังโดยสายพานขนาด B 46 มาที่มิเตอร์ขนาด Ø 6 นิ้วมี

ความเร็วรอบ 770 รอบ/นาที เพื่อขับลูกสูบขนาด Ø 63 มิลลิเมตร ทำการบรรจุก๊าซชีวภาพใช้แรงดัน 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้เวลาเฉลี่ยในการบรรจุก๊าซชีวภาพ 12.33 นาที หลังจากนั้นนำไปทำการขับเคลื่อนเพื่อบันทึกผลการทดสอบใช้ช่วงความเร็ว 70 - 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถยนต์สามารถวิ่งได้เป็นระยะทางเฉลี่ย 23.28 กิโลเมตร

ตารางที่ 1 บันทึกผลการทดสอบ 23.30

ครั้งที่	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการบรรจุ(นาที)	ระยะเฉลี่ยที่สามารถวิ่งได้(กิโลเมตร)
1.	12.35	23.20
2.	12.23	23.35
3.	12.43	23.23
4.	12.25	23.25
5.	12.34	23.20
6.	12.42	23.45
7.	12.20	23.30
8.	12.30	23.25
9.	12.35	23.35
10.	12.42	23.24
เฉลี่ย	12.33	23.28

หมายเหตุ เวลาที่ใช้ในการบรรจุใส่ถังพักในขณะก่อนเริ่มการบรรจุก๊าซชีวภาพจากความดัน ที่ 0 ถึง 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้เวลา 20 นาที

6. สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดสอบ

ก๊าซชีวภาพนั้นสามารถนำมาบรรจุลงสู่ถังก๊าซหุงต้ม ที่ติดตั้งมากับรถยนต์ได้รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นรถยนต์ยี่ห้อ วอลโว่ รุ่น 740 GL เครื่องยนต์เบนซิน ขนาด 2,300 ซีซี ติดตั้งถังก๊าซ LPG ขนาด 64 ลิตร ทำการบรรจุก๊าซชีวภาพลงถังด้วยชุดบรรจุก๊าซชีวภาพแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลังทำการบรรจุก๊าซชีวภาพใช้แรงดัน 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้เวลาในการบรรจุเฉลี่ย 12.33 นาที หลังจากนั้นนำไปทำการขับเคลื่อนเพื่อหาประสิทธิภาพของก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรต่อการขับเคลื่อนรถยนต์ จึงบันทึกผลการทดสอบปรากฏว่าสามารถใช้งานได้ด้วยความเร็ว 70 - 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถยนต์สามารถวิ่งได้เป็นระยะทาง 23.28 กิโลเมตร จากการทดสอบงานวิจัยนี้ใช้แรงดันที่สามารถใช้ได้คือ 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่อเราใช้แรงดันเกินกว่านี้ชุดบรรจุก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลสุกรจะระบายแรงดันออกเพื่อความปลอดภัยของถังที่ใช้ในการเก็บก๊าซชีวภาพไว้ จากการวิจัยพบว่าระยะเวลาการใช้งานจะน้อยกว่าก๊าซหุงต้มที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากการบรรจุก๊าซชีวภาพนั้นเรานำบรรจุลงถังในสถานะของก๊าซ ก๊าซชีวภาพจะมีแรงดันน้อยดังนั้นเมื่อเราต้องการนำไปใช้งานจะต้องทำการเพิ่มแรงดันให้ได้มากเท่าที่เราสามารถทำได้ แต่ก๊าซหุงต้มนั้นจะอยู่ในลักษณะของเหลวจึง

สามารถใช้งานได้นานกว่าก๊าซชีวภาพ แต่ถ้าเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรอยู่แล้วนำมาใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่การพึ่งพาตนเองด้วยวิธีนี้เพียงความพอเพียง ก็จะลดการใช้พลังงานน้ำมันลงได้รวมถึงลดค่าใช้จ่ายที่จะต้องจัดซื้อน้ำมันและพลังงานทดแทนนี้เกษตรกรสามารถผลิตขึ้นเองได้ เมื่อเปรียบเทียบในระหว่างที่ 23 กิโลเมตร รถยนต์ที่ทำการทดสอบใช้น้ำมัน 10 กิโลเมตร/ลิตร ปัจจุบันน้ำมันเบนซิน ราคาเฉลี่ย 37.64 บาท ดังนั้นในระหว่าง 23 กิโลเมตรจะต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวน 86.60 บาท พลังงานก๊าซ LPG ที่ติดตั้งมากับรถยนต์ การสิ้นเปลือง 1.50 บาทต่อกิโลเมตร ดังนั้นในระหว่าง 23 กิโลเมตรจะต้องเสียค่าใช้จ่ายจำนวน 34.50 บาท และพลังงานก๊าซชีวภาพ แบบมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า 1 บาทจะเท่ากับ 0.05 บาท ถ้าใช้งาน 12.33 นาที จะสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน 0.61 บาท ต่อครั้ง

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายของพลังงานต่อระยะทาง 23 กิโลเมตร

ลำดับที่	รายการ	จำนวนค่าใช้จ่าย(บาท)
1.	น้ำมันเบนซิน	86.60
2.	ก๊าซ LPG	34.50
3.	ก๊าซชีวภาพ	0.61

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยท่านใดที่สนใจที่จะทำงานเกี่ยวกับการนำก๊าซชีวภาพมาบรรจุลงถังควรถึกษาหาข้อมูลหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและควรคำนึงถึงระบบความปลอดภัยที่จะนำไปใช้ขณะทำการวิจัยรวมถึงการนำไปใช้งาน ด้วยความห่วงใยจากผู้ดำเนินงานวิจัย

อีกประการหนึ่งปอที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพมีหลายแบบ ซึ่งในแต่ละแบบสามารถผลิตก๊าซได้ปริมาณและแรงดันมากน้อยไม่เท่ากัน

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับผลสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความร่วมมือร่วมใจและความอนุเคราะห์จากคณาจารย์สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่าน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยขอขอบพระคุณพระจวบ สามบุญศรี ที่ให้ช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบงานวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- [1-7] กรมชลพิษ. 2544. กระบวนการชีวภาพ. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : www.agro.cmu.ac.th.
- [2-7] กอบกาญจน์ ยามเย็น . โครงการวิจัยพลังงานธรรมชาติ . มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: รุ่งทวิ กรุงเทพมหานคร, 2540
- [3-7] คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2543. พลังงาน : เพื่อความเข้าใจ ใช้อย่างรู้ค่า พัฒนาสู่ความยั่งยืน.
- [4-7] ธงชัย. 2524. ก๊าซชีวภาพ. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : www.agro.cmu.ac.th.
- [5-7] ธนดล ทองสม . โครงการวิจัยพลังงานธรรมชาติ . มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: รุ่งทวิ กรุงเทพมหานคร, 2540
- [6-7] ประวิทย์ สีห์โสภณ. 2541. ฟาร์มสุกรจังหวัดเชียงใหม่. (ออนไลน์) เข้าถึงได้ จาก:<http://www.ist.cmu.ac.th>.
- [7-7] พิพัฒน์ เชื้อเมืองพาน . โครงการวิจัยพลังงาน ธรรมชาติ . มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : รุ่งทวิ กรุงเทพมหานคร , 2540

