

การประชุมวิชาการ

เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7

7th Conference on Energy Network of Thailand

3-5 พฤษภาคม 2554

E-NETT 2011

ณ Phuket Orchid Resort and Spa จังหวัดภูเก็ต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารจากนายกสมาคมมหาวิทยาลัย

สารจากอธิการบดี

สารจากคณบดี

สารจากประธานจัดงาน

เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย

คณะกรรมการจัดงาน

ผู้ทรงคุณวุฒิ

Search

จำนวนบทความ

บทความยอดเยี่ยม

กำหนดการ

แผนที่ห้องการนำเสนอ

บทความกลุ่ม Renewable Energy		บทความกลุ่ม Applied Energy	
Renewable Energy 01	AEN01-AEN06	Applied Energy 01	BEN01-BEN06
Renewable Energy 02	AEN07-AEN12	Applied Energy 02	BEN07-BEN12
Renewable Energy 03	AEN13-AEN18	Applied Energy 03	BEN13-BEN18
Renewable Energy 04	AEN19-AEN24	Applied Energy 04	BEN19-BEN24
Renewable Energy 05	AEN25-AEN31	Applied Energy 05	BEN25-BEN31
Renewable Energy 06	AEN32-AEN38	Applied Energy 07	BEN32-BEN38
Renewable Energy 08	AEN39-AEN44	Applied Energy 09	BEN39-BEN44
Renewable Energy 11	AEN45-AEN51	Applied Energy 12	BEN45-BEN51



เฉลิมพระเกียรติ 84 พรรษา นหาราชบัณฑิต

ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อมขอเดชะ

ข้าพระพุทธเจ้าคณะกรรมการจัดงานการประชุมวิชาการ E-NETT2011





สารจากนายกสภามหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



การประชุมวิชาการ เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 ประจำปี 2554 หรือ E-NETT2011 มีวัตถุประสงค์ที่สร้างความแข็งแกร่งให้กับงานวิชาการด้านพลังงานและด้านที่เกี่ยวข้อง การประชุมนี้ช่วยให้เกิดการพัฒนาความสามารถด้านเทคโนโลยีและองค์ความรู้ทางด้านพลังงาน เพิ่มขีดความสามารถของสถาบันวิจัยต่างๆ ในการให้บริการและสนับสนุนทางพลังงาน ทั้งยังส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีความภูมิใจและรู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่ง ที่ได้มีโอกาสเป็นเจ้าภาพจัดประชุมวิชาการ เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ประจำปี 2554 หรือ E-NETT2011 การเป็นเจ้าภาพการประชุมครั้งนี้ ในนามเจ้าภาพขอต้อนรับผู้เข้าร่วมการประชุมทางวิชาการทุกท่าน ด้วยความยินดี

คณะกรรมการประชุมวิชาการ เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ประจำปี 2554 ขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้พิจารณาบทความ และผู้นำเสนอบทความทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยส่งเสริมและผลักดันให้การประชุมสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อันจะนำไปสู่การวิจัยเพื่ออุตสาหกรรมและการพัฒนาด้านพลังงานของประเทศอย่างแท้จริง และขอขอบคุณหน่วยงานทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน รวมทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ให้การสนับสนุนการจัดการประชุมในครั้งนี้มา ณ โอกาสนี้

(นายสุนทร อรุณานนท์ชัย)

นายกสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-NETT 2011

29
-
82

การประชุมวิชาการ เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 7th Conference on Energy Network of Thailand

- Renewable Energy
- Energy Conservations
- Applied Energy
- Energy Policy
- Energy and Caramic Materials
- Environment Management

ปก EN 143

Proceeding Volume I

3-5 พฤษภาคม 2554

ณ Phuket Orchid Resort and Spa หาดกระรน จังหวัดภูเก็ต

ดำเนินการโดย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี





สารจากอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ในนามของผู้บริหารและบุคลากรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี รู้สึกเป็นเกียรติและภาคภูมิใจอย่างยิ่งที่ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพในการจัดการประชุมวิชาการ เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 7 ประจำปี 2554 (7th Conference on Energy Network of Thailand 2011: E-NETT2011) ซึ่งเป็นที่ประจักษ์ชัดว่าบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติในด้านพลังงานนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีระบบ อีกทั้งต้องนำองค์ความรู้ใหม่มาพัฒนาประเทศให้มีความเจริญรุ่งเรืองก้าวหน้า และมีการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลจากการประชุมในครั้งนี้จะเป็นอีกก้าวหนึ่งที่จะเปิดโอกาสให้กับอาจารย์ นักวิจัย นิสิต นักศึกษา ตลอดจนผู้สนใจทุกท่านได้ใช้ความรู้ความสามารถและนำเอาวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัยและองค์ความรู้ที่ได้จากชุมชนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลอย่างแท้จริง เป็นการเพิ่มศักยภาพที่มีอยู่ให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาและสร้างความเป็นเลิศทางด้านพลังงานสืบต่อไป การแลกเปลี่ยนประสบการณ์และแนวความคิดในการประชุมครั้งนี้จะก่อให้เกิดความร่วมมือร่วมใจกันระหว่างอาจารย์ในมหาวิทยาลัยและสถาบันอุดมศึกษาทั่วไป รวมทั้งหน่วยงานทั้งภาครัฐและ ภาคเอกชน ทั้งยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีและองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับพลังงาน โดยนักวิชาการของประเทศ ซึ่งจะทำให้เราพึ่งตนเองได้ในอนาคต

ในโอกาสนี้ ผมขออวยพรให้การประชุมวิชาการ เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยประจำปี 2554 จงบรรลุวัตถุประสงค์ของคณะกรรมการดำเนินการทุกประการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.น่ายุทธ สรฺธนาพิทักษ์)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



สารจากคณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ในนามของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ผมและบุคลากรทุกคนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีรู้สึกภูมิใจที่ทางคณะฯ ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพจัดการประชุมวิชาการ เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 7 ประจำปี 2554 ซึ่งเป็นการจัดการประชุมวิชาการในสาขาพลังงานที่มีเครือข่ายเป็นนักวิชาการ นักวิจัย อาจารย์ นักศึกษาและบุคลากรด้านพลังงานทั่วประเทศไทย อันมีผลต่อการพัฒนาด้านพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม

โดยในปี พ.ศ. 2554 นี้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในฐานะเจ้าภาพ ขอขอบพระคุณคณะผู้แทนสถาบัน ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้พิจารณาบทความและผู้นำเสนอ บทความทุกท่าน รวมทั้งขอขอบคุณผู้สนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ที่ได้มีส่วนร่วมในการพัฒนาด้านพลังงาน อันเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติต่อไปและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดประชุมสำเร็จ ลุล่วงและบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ทุกประการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมหมาย ผิวสอาด)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



สารจากประธานจัดงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การประชุมวิชาการ เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 7 ประจำปี 2554 เป็นการรวมตัวกันของ นักวิชาการ อาจารย์ นักศึกษาและบุคลากรที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสาขาพลังงาน โดยได้เริ่มจัดการประชุมครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2547 นับเป็นการประชุมวิชาการระดับประเทศที่ให้ประโยชน์ในด้านการพัฒนาพลังงานอย่างแท้จริง

ในฐานะเจ้าภาพหวังเป็นอย่างยิ่งว่านักวิชาการ นักวิจัย อาจารย์ นักศึกษาและนักพลังงานที่เข้าร่วมประชุมและสันทนาการในครั้งนี้ จะนำเสนอผลงานและเทคโนโลยีทางด้านพลังงานที่มีคุณค่าสามารถตอบสนองและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทางด้านพลังงานของประเทศไทยให้ดีขึ้นและยั่งยืนต่อไป

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย หิรัญวโรดม)

ประธานจัดการประชุมวิชาการ E-NETT 2011

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- มหาวิทยาลัยศิลปากร
- มหาวิทยาลัยรังสิต
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- มหาวิทยาลัยนเรศวร
- มหาวิทยาลัยนเรศวร (วิทยาลัยพลังงานทดแทน)
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- มหาวิทยาลัยทักษิณ
- มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
- มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
- มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- มหาวิทยาลัยสยาม

การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย

คณะกรรมการที่ปรึกษาโครงการ

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองอธิการบดีทุกฝ่าย
ผู้อำนวยการกองคลัง
ผู้อำนวยการกองนโยบายและแผน
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ประธานที่ปรึกษา

กรรมการและเลขานุการ

คณะกรรมการดำเนินงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย หิรัญโรตม
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ผศ.ดร.สมหมาย ผิวสอาด)
ดร.วิรัช โยนรินทร์
รองคณบดีและผู้ช่วยคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกฝ่าย
หัวหน้าภาควิชาในคณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกภาควิชา
หัวหน้าสำนักงานบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์
ดร.สุนมมาลย์ เนียมกลาง

ประธาน

รองประธานคนที่ 1

รองประธานคนที่ 2

กรรมการและเลขานุการ

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการฝ่ายบทความ

ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์
ผศ.ดร.วราณี อริยวิริยะนันท์
ผศ.ผ่องศรี ศิวราศักดิ์
ดร.สถาพร ทองวิค
ดร.สุรินทร์ แห่งมงาม
ดร.สโรชา เจริญวัย
ดร.วันชัย ทรัพย์สิงห์
ดร.กิตติวัฒน์ นิมเกิดผล
นายสมชาย เปียนสูงเนิน
นายประชุม คำพุฒ
นายวินัย จันทรเพ็ง

คณะกรรมการฝ่ายสถานที่และยานพาหนะ

ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร
ดร.ณรงค์ชัย โอเจริญ
ดร.อำนาจ เรืองวารี
ดร.ศิริชัย ต่อสกุล
นายพงษ์ศักดิ์ อ่ำภา
นายพร้อมศักดิ์ อภิรติกุล
นายประเสริฐ หาขานนท์

คณะกรรมการฝ่ายพิธีการและการต้อนรับ

ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง
ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์
ดร.นที ศรีสวัสดิ์
นายองอาจ แสดใหม่
นายอโณทัย ผลสุวรรณ
ผศ.วรุณศิริ จักรบุตร
นางวีราพรณ์ ผิวสอาด
นางปรางทอง โอเจริญ
นางสาวบุษราภรณ์ จิตจำเนียร
นางสาวบุญตา มั่นทองสุข
นางสาวสุธิดา จันทรบุตร

คณะกรรมการฝ่ายจัดหารายได้และการลงทะเบียน

ดร.วิรัช โยนรินทร์
ดร.มนทิพย์ ล้อสุริยนต์
ดร.ฉันทิพย์ คำนวนทิพย์
ดร.ฉัตรชัย วีระนิตสกุล
ดร.สุนมมาลย์ เนียมกลาง

คณะกรรมการฝ่ายประชาสัมพันธ์

ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์
นายเดชรัตน์ ใจถวิล
นางสาวชลธิชา ศรีอุบล

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน/องค์กร
ศ.ดร.บัณฑิต	เอื้ออาภรณ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศ.ดร.บัณฑิต	เอื้ออาภรณ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศ.ดร.ทองเกียรติ	เกียรติศิริโรจน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ.ดร.ผดุงศักดิ์	รัตนเดโช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ศ.ดร.สมชาติ	โสภณธนฤทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.วิพนพงศ์	รักษวิเชียร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.นายยุทธ	สงค์ธนาพิทักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมนคลชัยบุรี
รศ.ดร.จุไรรัตน์	ดวงเดือน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมนคลชัยบุรี
รศ.ดร.อุดมเกียรติ	นนท์แก้ว	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.ธนาคม	สุนทรชัยนาคแสง	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.สินชัย	ชินวรรัตน์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.พินิจ	งามสม	มหาวิทยาลัยรังสิต
รศ.ดร.วิทยา	ยงเจริญ	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.คณิต	วัฒนวิเชียร	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.วราณี	เตีย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.พงษ์เจต	พรหมวงศ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.จางวัตร	เจริญสุข	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.สมิทธิ์	เอี่ยมสอาด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
รศ.ดร.เสริม	จันทร์ฉาย	มหาวิทยาลัยศิลปากร
รศ.ดร.สมรัฐ	เกิดสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รศ.ดร.ชนัดชัย	กุลวราวิชพงษ์	มหาวิทยาลัยสุรนารี
รศ.ดร.ศุภชาติ	จงไพบูลย์พัฒนา	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
รศ.ดร.อดิศักดิ์	นาถกรณกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.ชัชวาล	ตันหกิตติ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.ลักกมณ	เทพหส์ติน ณ อยุธยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.สุรัชย์	มัจฉาชีพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมนคลสุวรรณภูมิ
รศ.ดร.สมรัฐ	เกิดสุวรรณ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.ศิริชัย	เทพา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.เวทิน	ปิยรัตน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร.สมชัย	หิรัญโรตม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมนคลชัยบุรี
ผศ.ดร.สมหมาย	ผิวสอาด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมนคลชัยบุรี
ผศ.พูนเกียรติ	นาคะวิวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมนคลชัยบุรี
ผศ.ดร.ภาวิณี	ศักดิ์สุนทรศิริ	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผศ.ดร.เจริญพร	เลิศสถิตนกร	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.ณัฐพล	ภูมิสะอาด	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.กุลเชษฐ์	เพียรทอง	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร.อำไพศักดิ์	ทิบุญมา	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร.ชวลิต	ถิ่นวงศ์พิทักษ์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ประชาสันติ	ไตรยสุทธิ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร.นภาพ	แย้มไตรพัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน/องค์กร
ผศ.ดร.ติกะ	บุญนาค	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ผศ.ดร.ไชยณรงค์	จักรธรรณนท์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ผศ.ดร.อชิตพล	ศศิธรานุวัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ดร.ณัฐภูมิ	คุชฎี	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร.สุรจิตร	พระเมือง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
ผศ.ดร.สุนทรพร	ควนใหญ่	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผศ.ดร.สมบูรณ์	สารสิทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผศ.ดร.สมชาย	มณีวรรณ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.นริส	ประทีนทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร.บัลลังก์	เนียมมณี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.ชัยพล	ธงชัยสุวัตรกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.สุธรรม	ปทุมสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.บัญชา	กัฏฐะกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.เกียรติชัย	รักษาชาติ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร.กิตติ	สถาพรประสาธน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร.กุสกาณา	กูปาฮา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร.ศิวัะ	อัญญวิริยะ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร.กอดขวัญ	นามสงวน	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร.ฉัตรชัย	นิมมล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.ณัฐ	กาศยปนนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร.นิพนธ์	เกตุจ้อย	วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.วาร์ณิ	อริยวิริยะนันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชภัฏธนบุรี
ผศ.ดร.อาทิตย์	โสทรโยม	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
ดร.กอบศักดิ์	ศรีประภา	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ดร.อนุสรณ์	แสงประจักษ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร.ประภาพงษ์	วางทุกข์	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
ดร.พิสิษฐ์	มณีโชติ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ประพิชาริ	ธนารักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ผดุงศักดิ์	รัตนเดโช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ดร.วิภา	ยงประยูร	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
อ.ณรงค์	วัชรเสถียร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อ.วิทยา	พวงสมบัติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.สุฤติ	สุขใจ	วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.วเรศ	วีระชัย	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร.จันทนา	กฤษณรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร.ศิริสุข	จินดารักษ์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.พนันท์	นานคงเนบ	ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
ดร.ชนากานต์	อาษาสุจริต	มหาวิทยาลัยสยาม
ดร.อัมพร	กฤษณรัตน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชื่อ	นามสกุล	มหาวิทยาลัย/สถาบัน/องค์กร
อ.รัตนกร	ระวังกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อ.ปรีสุทธิ์	สุทธิสงค์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ดร.วิรัช	โรยรินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สถาพร	ทองวิค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.กฤษณ์ชนม์	ภูมิภักติพิชญ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สุรินทร์	แห่งมงาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.วินัย	จันทร์เพ็ญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สโรชา	เจริญวัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.มนทิพย์	ลือสุริยนต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ฉันทิพย์	คำนวนทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ฉัตรชัย	วีระนิตสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สุมนมาลย์	เนียมกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.จักรี	ศรีนันทฉัตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อ.ประทุม	คำพูด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ณรงค์ชัย	โอเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.พงษ์ศักดิ์	อำภา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.อานวย	เรืองวารี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ณัฐภัทร	พันธ์คง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ศิริชัย	ต่อสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.บุญยัง	ปลั่งกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สรพงษ์	ภาสุปรีย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.กิตติ	สถาพรประสาธน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.วิซชากร	จารุศิริ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.ธนธิป	ส้มอัม	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.อาจรี	ศุภสุธิกุล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.นฤภัทร	ตั้งมั่นคงวรกุล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.ฉันทนา	พันธุ์เหล็ก	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.วรรัตน์	ปัดระกร	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.วิศิษฐ์	ลีลาผาดิกุล	มหาวิทยาลัยสยาม
ดร.พัฒน	รักความสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร.ณรงค์	อังกิมบัว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร.ชาญณรงค์	อัครเทศานุภาพ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.ชลธิศ	เอี่ยมวรวิฑูล	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ดร.วรรณิ	เอกศิลป์	มหาวิทยาลัยรังสิต
ดร.ประชา	บุญยวานิชกุล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.ธนธิป	ส้มอัม	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อ.อำนาจ	ผดุงศิลป์	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
นายอานวย	องสกลิตย์	กระทรวงพลังงาน
ดร.ยุทธนา	ข้าสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พลังงานทดแทน Renewable Energy	82 บทความ
การอนุรักษ์พลังงาน Energy Conservations	52 บทความ
พลังงานกับการประยุกต์ใช้งาน Applied Energy	31 บทความ
นโยบายพลังงาน Energy Policy	8 บทความ
วัสดุพลังงาน Energy Materials	12 บทความ
การจัดการสิ่งแวดล้อม Environment Management	16 บทความ
โปสเตอร์ Poster	36 บทความ
รวม	237 บทความ

สาขาพลังงานกับการประยุกต์ใช้งาน

- BEN20** การประยุกต์ใช้คัตติงอัลกอริทึมสำหรับปัญหาการไหลกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมที่สุด
อุเทน ลีตัน ธนัตชัย กุลวรรณพงษ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาการอนุรักษ์พลังงาน

- DEN19** การศึกษาและออกแบบฮีโมโนไมเซอร์โดยใช้ความร้อนปล่อยทิ้งจากหม้อไอน้ำ
ประสิทธิ์ เกี้ยวสุนทร มิ่งศักดิ์ ดังตระกูล
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวัสดุพลังงาน

- CEN12** การสร้างชั้นพาสซีเวชันด้านหลังสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกซิลิคอนด้วยวิธีการทะลุของ
อะลูมิเนียม และการแลกเปลี่ยนเฟสระหว่างชั้นอะลูมิเนียมกับชั้นอะมอร์ฟัสซิลิคอน
ทิพย์วรรณ พงษ์สุวรรณรักษ์ กิตติศักดิ์ อมรสุนทวงศ์ สุวัฒน์ โสภิตพันธ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์

สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม

- CEN26** การออกแบบเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิตสำหรับการกำจัดฝุ่นควันจากเตาเผาขยะชุมชน
อาทิตย์ อาวุธภูมิ พานิช อินตะ วิสูตร อาสนวิจิตร สุทธิชัย เปรมฤดีปรีชาชาญ นคร ทิพย์วงศ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สาขาพลังงานทดแทน

- AEN19** การผลิตก๊าซชีววมวลจากขยะชุมชนด้วยเทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชัน
ไครรัตน์ ไคสาแสง รัชพล สันติวรกร วศกร ตรีเดช
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- BEN41** เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟสแบบกระตุ้นตัวเองที่มีการควบคุมและป้อนกลับแรงดันที่ชั่ว
อัตโนมัติสำหรับการประยุกต์ใช้กับพลังงานลมที่มีความเร็วไม่คงที่
กริพุทธิ์ สัตยธรรม ปพน สะอาดยวง จิรายุ เจริญตั้งสินชัย ณัฐดนัย ชะนะพะเนาวิ ญัฐพล วงศ์เควัน
วิจิตร กิณเรศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยกรุงเทพสตรี

สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม

- DEN02** A Policy Framework of City Carbon Budgets: Science and policy mechanism linkages
Aumnad Phdungsilp
Dhurakij Pundit University

กำหนดการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 ประจำปี 2554

E-NETT 2011

เวลา		วันอังคาร ที่ 3 พฤษภาคม 2554	
08:30 – 09:00		ลงทะเบียน	
09:00 – 09:30		พิธีเปิดการประชุมวิชาการ ณ ห้อง Orchid Convention Hall โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa จังหวัดภูเก็ต กล่าวต้อนรับ โดย ผศ.ดร.สมหมาย ผิวสอาด คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี กล่าวเปิดงาน โดย รศ. ดร.น่ายุทธ สงค์สนิทภักษ์ อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	
09:30 – 10:30		การบรรยายพิเศษเรื่อง "นโยบายพลังงานทดแทนของประเทศไทย" โดย ดร.ทวารัฐ สูตะบุตร รองอธิบดี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	
10:30 – 10:50		รับประทานอาหารว่าง	
10:50 – 12:00		การบรรยายพิเศษเรื่อง "บทบาทของทหารต่อทิศทางพลังงานของประเทศไทย" โดย พลโท กฤษพงษ์ แก้วจินดา เจ้ากรมการพลังงานทหาร กระทรวงกลาโหม	
12:00 – 13:00		รับประทานอาหารกลางวัน	
Room	Orchid A	Orchid B	Orchid C
13:00-14:30	Renewable Energy 01	Applied Energy 01	Energy Policy 01
Chair	รศ.ดร.กนิษฐ์ วัฒนวิเชียร (CU)	ผศ.ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง (UBU)	ดร.กอบศักดิ์ ศรีประภา (SOLARTEC)
Paper ID	AEN01-AEN06	BEN01-BEN06	CEN01-CEN06
14:30-14:45		รับประทานอาหารว่าง	
14:45-16:00	Renewable Energy 02	Applied Energy 02	Energy Policy 02
Chair	ดร.พัลลภ มณีโชติ (NU)	ผศ.ดร.ณัฐพล ภูมิสะอาด (MMU)	ผศ.ดร.จักรชัย นิมมล (KMUTNB)
Paper ID	AEN07-AEN12	BEN07-BEN12	CEN07-CEN12
17:00-22:00		Banquet (ภัตตาคารกันเอง 2)	

กำหนดการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 ประจำปี 2554

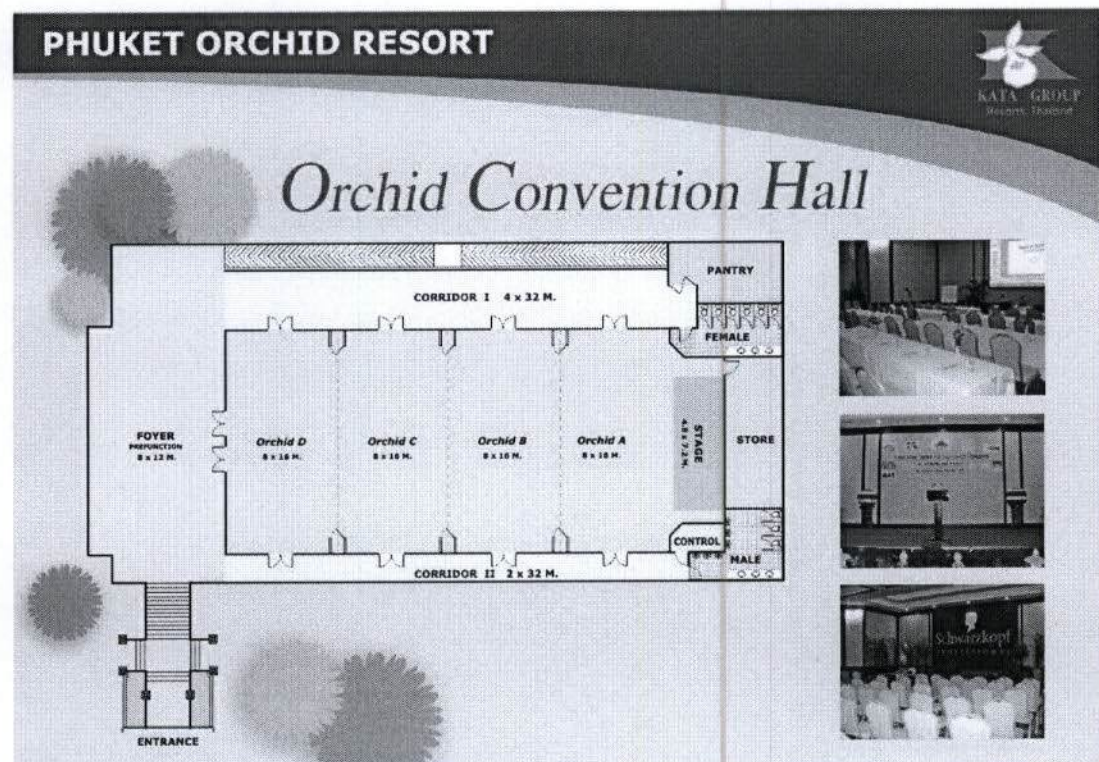
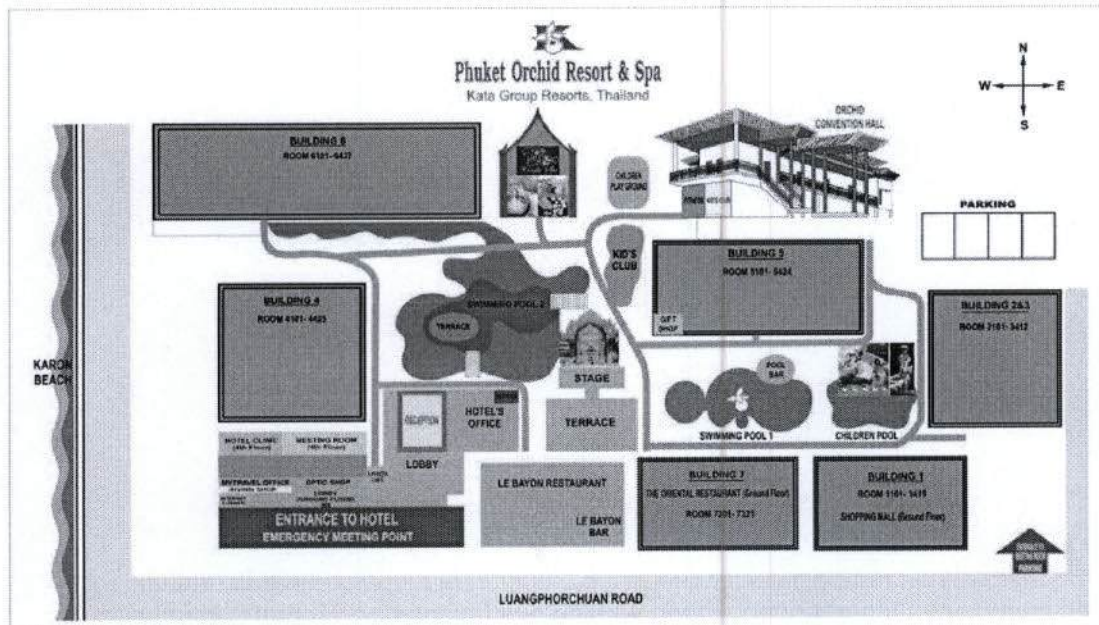
E-NETT 2011

วันพุธ ที่ 4 พฤษภาคม 2554				
เวลา	Room	Orchid A	Orchid B	Orchid C
08:45-10:15	Chair	Renewable Energy 03 ผศ.ผ่องศรี ศิราศักดิ์ (RMUTT)	Applied Energy 03 ดร.ชนกันต์ สุขกำเนิด (KKU)	Energy Materials 02 พันเอกกฤตภาส คงคำไหว (กรมพลังงานทหาร)
	Paper ID	AEN13-AEN18	BEN13-BEN18	CEN13-CEN18
10:15 - 10:30		รับประทานอาหารว่าง		
10:30-12:00	Chair	Renewable Energy 04 ผศ.ดร.นิพนธ์ เกตุอัย (NU)	Applied Energy 04 รศ.ดร.ธนดลย์ กุลวานิชพงษ์ (SUT)	Energy Management 01 ดร.พานิช อินต๊ะ(RMU TL)
	Paper ID	AEN19-AEN24	BEN19-BEN24	CEN19-CEN24
12:00 -13:00		รับประทานอาหารกลางวัน		
13:00-14:00		Poster Session		
	Chair	ดร.อำนาจ เรืองวารี		
	Paper ID	POS01-POS36		
14:00-15:45	Chair	Renewable Energy 05 ดร.บุษยามา ขำสุวรรณ (CMU)	Applied Energy 05 ผศ.ดร.สุรินทร์ คำฝอย (KMITL)	Energy Management 02 ดร.ไพรัช อุศุภรัตน์ (TU)
	Paper ID	AEN25-AEN31	BEN25-BEN31	CEN25-CEN31
15:45-16:00		อาหารว่าง		
16:00-17:15	Chair	Renewable Energy 06 ผศ.ดร.เจริญพร เลิศสถิตธนกร(MMU)	Renewable Energy 07 ผศ.ดร.เชาว์ วัฒนอินทร์ (KMITL)	Energy Conservation 05 รศ.ดร.วิทยา ยงเจริญ (CU)
	Paper ID	AEN32-AEN38	BEN32-BEN38	CEN32-CEN38
				Energy Conservation 06 ผศ.ดร.จุฬารักษ์ บุญปิยะพร (KKU)
				DEN32-DEN38

กำหนดการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 ประจำปี 2554



วันพฤหัสบดี ที่ 5 พฤษภาคม 2554				
เวลา	Orchid A	Orchid B	Orchid C	Orchid D
Room	Renewable Energy 08	Renewable Energy 09	Energy Conservations 07	Renewable Energy 10
08:45-10:15	ดร.จันทนา กฤษณะวรินทร์ (KMUTT)	รศ.ดร.อดิศักดิ์ นาคกรณกุล (KMUTT)	ผศ.ดร.รัชช เกื้อชื่น (RMUTI)	รศ.ดร.พงษ์เจต พรหมวงศ์ (KMUTT)
Chair	AEN39-AEN44	BEN39-BEN44	CEN39 - CEN44	DEN39-DEN44
Paper ID				
10:15 - 10:30	รับประทานอาหารว่าง			
10:30-12:00	Renewable Energy 11	Renewable Energy 12	Energy Conservations 08	Renewable Energy 13
Chair	ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภักดีพิชญ์ (RMUTT)	ดร.เทอดเกียรติ ลิ้มมีที่ปรการ (RMUTT)	ผศ.ดร.ชัยพล ธงชัยสุตกุล (KMUTNB)	ผศ.ดร.สุเมธรา จรัสโรจน์กุล (MTEC)
Paper ID	AEN45-AEN51	BEN45 - BEN51	CEN45-CEN51	DEN45-DEN51
12:00 -13:00	รับประทานอาหารกลางวัน			
13:00 - 13:30	พิธีปิดการประชุม ห้อง A โดย ผศ.ดร.สมชัย หิรัญโรจน์ ประธานจัดงาน			



สารบัญ

บทความที่นำเสนอแบบบรรยาย			หน้า
Session	Renewable Energy 01		
ประธาน	รองศาสตราจารย์ ดร.คณิต วัฒนวิเชียร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
เวลา	13:00-14:30 วันอังคารที่ 3 พฤษภาคม 2554		
ห้องบรรยาย	Orchid A		
AEN01	การผลิตน้ำมันชีวภาพด้วยไพโรไลซิสแบบเร็ว สัญญา แก้วศรีงาม ธนศ อุทิศธรรม โสภณ พรหมสุวรรณ ปฐมพร พูลสวัสดิ์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย		1
AEN02	การผลิตน้ำมันชีวภาพจากขยะเศษอาหารภายใต้เงื่อนไขวิกฤต ธนศ อุทิศธรรม ปฐมพร พูลสวัสดิ์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย		7
AEN03	การใช้ครูดเอนไซม์ผงสำหรับการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรด ผ่องศรี ศิวราชักดิ์ เยาวลักษณ์ แดลงกันท์ จุฑารัตน์ นัยหนู นิรันดร์ เจริญศรี ต้อม แม้นรัมย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	13	49-53
AEN04	ไฮโดรไดออกซิเจนชั้นของน้ำมันปาล์มโอเลอินโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโม ลิบดีนัม และโคบอลต์โมลิบดีนัม ภทร จิรเสวตกุล เจิดศักดิ์ ไชยคุนา ภาณุวิชญ์ เจริญวงศ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		19
AEN05	การไพโรไลซิสเหง้ามันสำปะหลังในเตาโลหะ การิณย์ หอมชาติ ตะวัน สุจริตกุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		25
AEN06	การศึกษาปริมาณและคุณสมบัติของน้ำมันสบู่ออกจากวิธีการสกัดสบู่อัดที่แตกต่างกัน ชนากานต์ อาษาสุจริต ¹ สโรชา เจริญวิทย์ ² ธนิตา สนธิเสวต นัฐวี ติธมนานนท์ ¹ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ²	30	66-71

สารบัญ

		หน้า
Session	Renewable Energy 02	
ประธาน	ดร.พิสิษฐ์ มณีโชติ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
เวลา	14:45-16:00 วันอังคาร ที่ 3 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid A	

AEN07	การควบคุมการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลแบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม LabVIEW สิทธิชัย จินะวงษ์ จำเริญ เกตุแก้ว สุจิตรา จินะวงษ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย	35
AEN08	อิทธิพลของอัตราส่วนสมมูลต่อการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากเตาก๊าซซิไฟเออร์แบบ ไหลลงที่ใช้กะลาปาล์มเป็นเชื้อเพลิง ทศพล เดชวาทกุล สุรัช สนิทใจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	42
AEN09	อิทธิพลของอัตราการป้อนอากาศต่อก๊าซเชื้อเพลิงที่ผลิตจากถ่านหินของ เตาก๊าซซิไฟเออร์แบบไหลลง พงศกร เทียนวิบูลย์ สุรัช สนิทใจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	48
AEN10	การศึกษาพฤติกรรมทางพลศาสตร์ของไหลในเตาเผาไหม้ฟลูอิดไธเบด แบบหมุนเวียน ปรัชญา บุญประสิทธิ์ ฐานิตย์ เมธิยานนท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	54
AEN11	สมรรถนะของเตาแก๊สชีวมวลแบบอากาศไหลตามขวางที่ใช้กิ่งไม้เป็นเชื้อเพลิง วรรณ ขจรัสว่าง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	60
AEN12	การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการผลิตไฟฟ้าแก๊สชีวมวลขนาดเล็ก ปราณี หนูทองแก้ว ¹ จอมภพ แวศักดิ์ ¹ ชูสิทธิ์ คงเรือง ² สุภวรรณ ภิระวนิชย์กุล ³ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง) ¹ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตสงขลา) ² มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (วิทยาเขตหาดใหญ่) ³	65

สารบัญ

		หน้า
Session	Renewable Energy 03	
ประธาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ผ่องศรี ศิวนาคดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
เวลา	08:45-10:15 วันพุธ ที่ 4 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid A	

AEN13	การผลิตก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟตสูงโดยใช้ระบบอีจีเอสบี กัลยา ศรีสุวรรณ วีระศักดิ์ ทองลิ้มปี เกียรติศักดิ์ พันธุ์พงศ์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	71
AEN14	Biohydrogen Production from Cassava Ethanol Spent Wash under Anaerobic Digestion by Semi – completely Mixed Reactor Naranun Khammanee*, Patthanant Natpinit**, Suriya Sassanarakkit**, Nipapun Kungskulniti* Mahidol University* Thailand Institute of scientific and Technological Research**	78
AEN15	การประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและมูลสัตว์ ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปัทมาวดี สิทธิวิเศษ รัชพล สันติวรการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	83
AEN16	ปัจจัยที่มีผลต่อการการผลิตแก๊สชีวภาพจากไบโประดู๋อัสสนาร่วมกับน้ำเสียจาก โรงงานอุตสาหกรรม ทศพร บัวดีก ¹ โพธิ์มงคล จันทศิริ ¹ สรวิณี นิจสุนกิจ ¹ จักรพงษ์ สาละพรรณี ¹ เอกพร แจ่มกระจ่าง ¹ อรุณ วสันตกรณ ^{1,3} มนัส แซ่ด่าน ² ศุภกิจ สุทธิเรืองวงศ์ ³ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ^{1,2} จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ³	90
AEN17	การศึกษาศักยภาพการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งของฟาร์มสุกรในเขต ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในต้นแบบรถจักรยานยนต์ ปิยะพงษ์ สิงห์บัว ¹ สุธีระพันธ์ ภูทองชัย ² รัชพล สันติวรการ ² มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ¹ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ²	95

สารบัญ

		หน้า
AEN18	การศึกษาอัตราการไหลสารละลาย NaOH และความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพ ต่อการดูดซับ CO ₂ ของกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสำหรับระบบ SOFC นิตินัย ปัญญาบุศยกุล ¹ กฤษฎา บุญศิริ ¹ กรรณิกา พรโสภณ ³ ชีรวัฒน์ อุดตะโม ² จารุ วัตร เจริญสุข ⁴ สมิตรา จรสโรจน์กุล ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ¹ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ² สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ^{3,4}	103
Session	Renewable Energy 04	
ประธาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ เกตุจ้อย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
เวลา	10:30-12:00 วันพุธ ที่ 4 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid A	
AEN19	การผลิตก๊าซชีววมจากขยะชุมชนด้วยเทคโนโลยีก๊าซซิฟิเคชั่น ไตรรต์น โคสาสง รัชพล สันติวรกร วศกร ตริเดช มหาวิทยาลัยขอนแก่น	108
AEN20	การประยุกต์ใช้อัลเทอร์เนเตอร์ผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานน้ำตกด้วย กังหันน้ำเทอร์โก้ สัญญา ผาสุข ศุภชัย อรุณพันธ์ พรชัย แคล้วอ้อม สุรพล สุภารัตน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	112
AEN21	การออกแบบและพัฒนาระบบสูบน้ำโดยใช้กังหันน้ำแบบทุ่นลอย วรวิทย์ ผ่องศรี พิสิษฐ มณีโชติ มัทนี สงวนเสริมศรี ประพิพัทธ์ ธารักษ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	116
AEN22	การวิเคราะห์ขนาดตัวเก็บประจุสำหรับสร้างแรงดันไฟฟ้าและรักษาระดับ แรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟสแบบกระตุ้นภายในตัวเอง พุทธพร เศวตสกุลานนท์ ¹ วิจิตร กิณเรศ ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ²	122
AEN23	เทคนิคการหาจุดจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้การตรวจจับอัตราการไหลเชิงปริมาตร สำหรับระบบปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์คำวงศ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก	128

สารบัญ

		หน้า
AEN24	การพยากรณ์กำลังไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อสายส่งในประเทศไทยโดยไม่ใช้ตัววัดรังสีดวงอาทิตย์ ชานนท์ ชูพงษ์ บุญยัง ปลั่งกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	134 130-133
Session	Renewable Energy 05	
ประธาน	ดร.ยุทธนา ขำสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เวลา	14:00-15:45 วันพุธ ที่ 4 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid A	
AEN25	การพัฒนาเครื่องวัดประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้เพื่อการประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ อภิชาต มูลละคร ชาญณรงค์ ภิรมย์จิตร์ มานัส บังเงิน จริญญา ศรีธาราริคุณ อมรรัตน์ ลิ้มมณี กอบศักดิ์ ศรีประภา สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	138
AEN26	การประเมินค่าดัชนีทิศทางติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผสมกับแผงกันแดดแนวราบสำหรับอาคารในประเทศไทย ยุทธนา ทองท้วม นิพนธ์ เกตุจ้อย มหาวิทยาลัยนเรศวร	142
AEN27	การศึกษาการเชื่อมประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางซิลิคอนจากผลของความหนาชั้นไอ ปฏิธาน กรุดาด ชาญณรงค์ ภิรมย์จิตร์ ภูซง สังฆวงศ์ จริญญา ศรีธาราริคุณ อมรรัตน์ ลิ้มมณี กอบศักดิ์ ศรีประภา สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	148
AEN28	การวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าของระบบโฟโตโวลตาอิกที่เชื่อมต่อเข้ากับกริดระบบโดยใช้คอนเวอร์เตอร์แหล่งจ่ายกระแสหนึ่งเฟสแบบห้าระดับ ยุทธนา ขำสุวรรณ วัชริน ศรีรัตนวิชัยกุล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	152

สารบัญ

		หน้า
AEN29	ระบบโฟโตโวลตาอิกชนิดเชื่อมต่อกับระบบแรงต่ำสำหรับชุมชนขนาดเล็ก องอาจ แสตใหม่ สมชัย หิรัญวโรดม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	158 194-192
AEN30	ผลของฝุ่นที่มีต่อคุณสมบัติการส่องผ่านแสงและสมรรถนะของระบบเซลล์ แสงอาทิตย์ วิทวัส มกรพงศ์ ทรงเกียรติ กิตติสนธิรักษ์ นกมล สิทธิพล จริญญา ศรีธาราธิคุณ อมรรัตน์ ลิ้มมณี กอบศักดิ์ ศรีประภา สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ	162
AEN31	การออกแบบระบบไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์สำหรับโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน ทิวะเบยทะ สันติภาพ โคตรทะเล ¹ อุดม เครือเทพ ¹ ทนงศักดิ์ ยาทะเล ¹ ยุทธนา ขำสุวรรณ ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก ¹ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ²	166
Session	Renewable Energy 06	
ประธาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจริญพร เลิศสถิตธนกร	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
เวลา	16:00-17:15 วันพุธ ที่ 4 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid A	
AEN32	การเพิ่มประสิทธิภาพโซลาร์เซลล์ด้วยระบบติดตามดวงอาทิตย์ สัญญา ผาสุข พรชัย แคล้วอ้อม ศุภชัย อรุณพันธ์ สุรพล สุภารัตน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	170
AEN33	การประเมินสัมประสิทธิ์ความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน และผลึกซิลิคอน ภายใต้สภาวะการใช้งานจริง พีรพัฒน์ คำเกิด นิพนธ์ เกตุจ้อย มหาวิทยาลัยนเรศวร	174
AEN34	การศึกษาประสิทธิภาพและสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบโมโนคริสตัลไลน์ ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด ฐิติพร เจาะจง คงฤทธิ์ แม้นศิริ นิพนธ์ เกตุจ้อย มหาวิทยาลัยนเรศวร	179

สารบัญ

	หน้า
AEN35	
การเพิ่มสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้ การเครื่องทำความสะอาดอัตโนมัติ	183
ทรงเกียรติ กิตติสนธิรักษ์ วิจิต แสงสุวรรณ ภูซงค์ สังฆะวงศ์ จริญญา ศรีธาราริคุณ อมรรัตน์ ลิ้มมณี กอบศักดิ์ ศรีประภา สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ	
AEN36	
ชุดวัดความเข้มแสงด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับวิเคราะห์ศักยภาพ การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	187
นครินทร์ ศรีปัญญา อาภาพล มหาวีระ เมษิณี ราชวงศ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร	
AEN37	
สมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบสายส่งโดยใช้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ของ สวทช.	191
กมลพรรณ ชุมพลรัตน์ ทรงเกียรติ กิตติสนธิรักษ์ วิทวัส วรรณพงษ์ วิจิต แสงสุวรรณ จริญญา ศรีธาราริคุณ อมรรัตน์ ลิ้มมณี กอบศักดิ์ ศรีประภา สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ	
AEN38	
ผลของชั้นหน้าต่างรับแสงชนิดต่าง ๆ ต่อสมรรถนะของเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดฟิล์มบางซิลิคอน	195
จริญญา ศรีธาราริคุณ ชาญณรงค์ ภิรมย์จิตร อภิชาญ มูลละคร อมรรัตน์ ลิ้มมณี กอบศักดิ์ ศรีประภา สถาบันพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ	

สารบัญ

		หน้า
Session	Renewable Energy 08	
ประธาน	ดร.จันทนา กุญชรรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
เวลา	08:45-10:15 วันพฤหัสบดี ที่ 5 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid A	
AEN39	การศึกษาวัสดุที่ใช้ในแผงรับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ จิรพงษ์ พงษ์สีทอง ¹ มนุศักดิ์ จานทอง ¹ มานพ แยมแพง ¹ วารุณี อริยวิริยะนันท์ ² พงศ์ พิชญ์ ต่วนภูษา ³ จักรวาล บุญหวาน ¹ นกุล เอื้อพันธ์เศรษฐ ⁴ พงษ์พิศณุ เมืองเจริญ ⁴ สุภาชาติ จงไพบูลย์พัฒนะ ⁵ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ^{1,2,3} ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ⁴ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ⁵	199
AEN40	การศึกษาสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีถาดรองน้ำ แบบเรียบและแบบลอนสี่เหลี่ยม บัญญัติ นิยมवास มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	205
AEN41	การอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ วิศิษฐ์ สิลามาศกุล มหาวิทยาลัยสยาม	209
AEN42	การนำความร้อนเหลือทิ้งจากระบบผลิตไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กมาใช้ในการอบแห้ง ศรายุทธ วิทยุณี มหาวิทยาลัยนเรศวร	214
AEN43	การศึกษาประสิทธิภาพรวมของเตาอบแบบวัสดุพูนชนิดใช้เชื้อเพลิงชีวมวล อนิรุตต์ มัทธจักร ชินพงษ์ คงศิลา วีระศักดิ์ สายสุด อำไพศักดิ์ ที่บุญมา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	219
AEN44	ผลกระทบของการเผาไหม้เชื้อเพลิงร่วมระหว่างทะลายปาล์มเปล่าใยผลปาล์มและ กะลาปาล์ม ในเตาเผาไหม้ตะกรับแบบชั้น บนไดต่อความสามารถการรับความร้อน ต่อผลิตไอน้ำร้อนนวดยาง สุขสวัสดิ์ คงกล้า ฐานิตย์ เมธิยานนท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	225

สารบัญ

Session	Renewable Energy 11	หน้า
ประธาน	ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
เวลา	10:30-12:00 วันพฤหัสบดี ที่ 5 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid A	
AEN45	การศึกษาการถ่ายเทความร้อนในท่อสี่เหลี่ยมที่มีการติดตั้งแผ่นกัน รูปตัวเอส สุทธิชัย บันวงศ์ ¹ ยิ่งยง แก้วก่อเกียรติ ² อานาจ คณะรัฐ ¹ พงษ์เจต พรหมวงศ์ ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ²	232
AEN46	การเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนในท่อกลมที่มีครีบบสามเหลี่ยมวางตัว วิฑูรย์ ชิงถ้วยทอง ¹ อธิพนธ์ เนียบแนบ ² กิตติธัญ คำพันธ์ ³ พงษ์เจต พรหมวงศ์ ³ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ^{1,2} สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ³	237
AEN47	การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนในท่อขนานโดยการติดครีบบสี่เหลี่ยมตัว สุริยา โชคเพิ่มพูน ณัฏวิภา เจียรระโนยวชิระ พงษ์เจต พรหมวงศ์ ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	243
AEN48	การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนในท่อสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ใส่แผ่นมีครีบก้นรูปตัว สุภัทรชัย สุวรรณพันธ์ ภูติท ขัยติลภพัฒน์กุล พงษ์เจต พรหมวงศ์ ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	249
AEN49	สมการอบแห้งชั้นบางของนอนไหมด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน วิฑูรย์ ทิพย์แสนพรหม ¹ เจริญพร เลิศสถิตธนกร ² มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ¹ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ²	254
AEN50	การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้สังกะสีในการ สะท้อนรังสี วัชร วงศ์ปัญญา กิ่งกานต์ พันธุวานิชย์ ณัฐพงษ์ กิ่งพงษ์ ชัยพร ไชยรักษา มหาวิทยาลัยพะเยา	259
AEN51	การพัฒนาและเผยแพร่เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงาน ความร้อนจากชีวมวลเพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร บงกช ประสิทธิ์ พิสิษฐ์ มณีโชติ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์	263

สารบัญ

		หน้า
Session	Applied Energy 01	
ประธาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
เวลา	13:00-14:30 วันอังคาร ที่ 3 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid B	
BEN01	การประยุกต์ใช้ช่วงล้อดูดซับความชื้นอากาศร่วมกับเครื่องอบแห้งแบบตู้โดยใช้ แก๊สเพื่อลดการใช้พลังงานและรักษาคุณภาพชาโมโรเฮยะ (ชาปอกระเจา) นเรศ มีโส ¹ สันติ แนวทอง ¹ ณัฐพล ภูมิสะอาด ¹ ศักดิ์ชัย ดรรดี ² ศิริธร ศิริอมรพรรณ ^{1,3} มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ¹ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ³	267
BEN02	การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการอบแห้งและรักษาคุณภาพข้าวสาร เคลื่อนกระเจียบแดงภายใต้การอบแห้งด้วยอากาศความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ นเรศ มีโส ภาณุมาศย์ พัฒไท ณัฐพล ภูมิสะอาด ศิริธร ศิริอมรพรรณ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	274
BEN03	การเลือกใช้อำนาจตัวกรองอากาศที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเครื่องยนต์กังหันแก๊ส โรงไฟฟ้าน้ำพอง เอกวุฒิ แสนคำวงศ์ สมหมาย ปรีเปรม ชนกนันท์ สุขกำเนิด มหาวิทยาลัยขอนแก่น	278
BEN04	การศึกษาวีธีลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้ากังหันก๊าซที่เหมาะสมเพื่อการปรับปรุง สมรรถนะโรงไฟฟ้าน้ำพอง พัชรพงศ์ ท้าวเพชร ชนกนันท์ สุขกำเนิด สมหมาย ปรีเปรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น	284
BEN05	ออกซิเจนช่วยเผาไหม้ ประหยัดเชื้อเพลิงในเตาหลอม แสวง เกิดประทุม ศรีวิชัย สู้สุข ทรงเกียรติ รอดแดง บุญชู ลีลาจรจิต สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	290
BEN06	ผลของมุมเอียงและสปีดดูดซับความร้อนต่อประสิทธิภาพปล่อยแสงอาทิตย์ ประพันธ์พงศ์ สมศิลา ¹ อำไพศักดิ์ ทิบุญมา ² ประทีป ดุ่มทอง ¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ¹ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ²	294

สารบัญ

		หน้า
Session	Applied Energy 02	
ประธาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ภูมิสะอาด	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
เวลา	14:45-16:00 วันอังคาร ที่ 3 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid B	
BEN07	การอบแห้งลาโยปอกเปลือกด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน ณัฐฤกษ์ อัสนี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	299
BEN08	การศึกษาความเข้มข้นและอัตราการไหลเอทานอลภายในเครื่องกลั่น หม้อต้มทองแดง ยุทธพงษ์ พาคา ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	305
BEN09	การสร้างพลังงานจากเทอร์โมอิเล็กทริก (เพเลเทียร์) เพื่อชาร์จแบตเตอรี่มือถือ วิรัช กองสิน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตตาก	310
BEN10	การจัดการความสัมพันธ์ระยะป้องกันกระแสน้ำเหมาะที่สุดโดยใช้การวิเคราะห์ การผลต่าง สมบูรณ์ทรัพย์ รอดพร ธนัชชัย กุลวรรณพงษ์ อนันท์ อุ่นศิริไธย์ รัชฎาพร อุ่นศิริไธย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	314
BEN11	คอนเวอร์เตอร์หลายระดับสำหรับประยุกต์ใช้ในการฟื้นฟูแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด ที่เสื่อมสภาพโดยใช้เทคนิคการอัดประจุแบบพัลส์ความถี่ รัชพล จิรโมฬี ประภาส ไพโรสุวรรณา สุรินทร์ คำฝอย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	319
BEN12	การทดสอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่อการอัดและคายประจุ ของแบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด พรชัย พรฤทธิ์ บัญยง ปลั่งกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	324 360-364

สารบัญ

			หน้า
Session	Applied Energy 03		
ประธาน	ดร.ชนกนันท์ สุขกำเนิด	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	
เวลา	08:45-10:15 วันพุธ ที่ 4 พฤษภาคม 2554		
ห้องบรรยาย	Orchid B		
BEN13	การจัดลำดับความสัมพันธที่เหมาะสมที่สุดของรีเลย์ป้องกันกระแสเกินแบบมีทิศทาง โดยใช้กำหนดการเชิงเส้น ศุภวัชร นิยมพันธุ์ ธนัตชัย กุลวรวานิชพงษ์ นิमित ชมนาวัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี		329
BEN14	การจัดลำดับความสัมพันธที่เหมาะสมที่สุดของรีเลย์กระแสเกินโดยใช้อาณานิคม ผึ้งประดิษฐ์ ดุสิต อุทิศสุนทร เฟด็จ เผ่าละออ ธนัตชัย กุลวรวานิชพงษ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี		333
BEN15	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสูญเสียศักย์ไฟฟ้าจากความเข้มข้น และความยาวของสภาวะขอบสามเฟสที่มีต่อประสิทธิภาพของขั้วแอโนด ชาญวิทย์ จันสถิตพานิช วรัญ แต่ไพสิฐพงษ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย		339
BEN17	การพัฒนาวิธีเพื่อกำหนดแผนที่เหมาะสมในการทำความสะดวกคอมพิวเตอร์ เครื่องกังหันก๊าซโรงไฟฟ้าน้ำพอง รพีพัฒน์ ลาดศรีทา สมหมาย ปรีเปรม ชนกนันท์ สุขกำเนิด มหาวิทยาลัยขอนแก่น		345
BEN18	การศึกษาการระเหยของแก๊สปิโตรเลียมเหลวสำหรับเครื่องยนต์โดยใช้ความร้อน จากอากาศ ธนาพล สุขชนะ สราวุฒิ สิริเกษมสุข มหาวิทยาลัยปทุมธานี		351

สารบัญ

		หน้า
Session	Applied Energy 04	
ประธาน	รองศาสตราจารย์ ดร.ธนัตชัย กุลรวาณิชพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
เวลา	10:30-12:00 วันพุธ ที่ 4 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid B	
BEN19	Design and Simulation of PD and PID Controller for Hybrid Actuator <i>Boontan Sriboonrueng</i> <i>Rajamangala University of Technology Thanyaburi</i>	355
BEN20	การประยุกต์ใช้คัตติงอัลกอริทึมสำหรับปัญหาการไหลกำลังไฟฟ้าเหมาะสมที่สุด อุเทน ลีตัน ธนัตชัย กุลรวาณิชพงษ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	360
BEN21	การประยุกต์ใช้แผ่น Peltier Thermoelectric ในการควบคุมอุณหภูมิ เดชา สุขมา เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ ประกวด หงษาชาติ มหาวิทยาลัยศิลปากร	366
BEN22	การศึกษาคุณลักษณะเครื่องยนต์อากาศยาน โอสถ คนเชื้อ ศรารุฑ ดีเสมอ นพรัตน์ ลุนพัฒน์ คณาภูมิ พันธะบุญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร	371
BEN23	การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สลิ้นขนาดเล็กที่ใช้แก๊สโซล E10 ธนาพล สุขชนะ ณัฐพงศ์ หล้าทอง มหาวิทยาลัยปทุมธานี	376
BEN24	การออกแบบและสร้างระบบควบคุมรถไฟฟ้าแบบไร้คนขับขนาดเล็ก นายพนธ์ สุขสิงห์ วันชัย ทรัพย์สิงห์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	380 416-421

สารบัญ

		หน้า
Session	Applied Energy 05	
ประธาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ คำฝอย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	
เวลา	14:00-15:45 วันพุธ ที่ 4 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid B	
BEN25	ผลกระทบของรูปร่างอากาศพลศาสตร์ต่อการลดลงของพลังงานสำหรับ รถบรรทุกเล็ก กุลเชษฐ์ เพียรทอง ¹ ปรัชญา มุขดา ² วิระพันธ์ สีหนาม ¹ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ²	386
BEN26	ตู้แช่แข็งโดยใช้สารทำความเย็นแบบผสม SUVA MP-39 เพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำ ในการทำเยนแบบระเหยภายในห้องถ่ายภาพแสงธรรมชาติ จิรศักดิ์ ปรีชาวีรกุล ¹ เซาว์ ชมภูอินไหว ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ²	394
BEN27	การสื่อสารผ่านสายส่งกำลังไฟฟ้าสำหรับการวัดกำลังไฟฟ้า อุทัย ใจทอง ธนัตชัย กุลวรรณิชพงษ์ ทศพล รัตนนิยมชัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	400
BEN29	คุณสมบัติของมอร์ตาร์ยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติสำหรับงานฝ้าเพดาน ประชุม คำฟูฒ กิตติพงษ์ สุวิโร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	406 442-446
BEN30	การจำลองระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์โดยโปรแกรม TRNSYS 16.01® ในพื้นที่ของประเทศไทย ชัยนุสนธ์ เกษตรพงศ์ศาล จอมภพ แวศักดิ์ มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง)	411
BEN31	การผลิตน้ำร้อนโดยอาศัยพลังงานความร้อนใต้หลังคาบั้งรังสีอาทิตย์ เอกศักดิ์ ชื้อสกุลไพศาล ¹ ธนา อนันต์อาชา ² ปริญญญา บุญมาเลิศ ¹ นรินทร์ วัชรโรดม ³ วิทยา พวงสมบัติ ⁴ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา ³ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ⁴	416

สารบัญ

หน้า

Session	Renewable Energy 07
ประธาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาว์ ชมพูอินโหว สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เวลา	16:00-17:15 วันพุธ ที่ 4 พฤษภาคม 2554
ห้องบรรยาย	Orchid B

BEN32	การศึกษาความเร็วลมในประเทศไทยโดยใช้แบบจำลองบรรยากาศระดับ สเกลปานกลาง วรภาส พรหมเสน จ่านงค์ ชำรงมาศ เสริม จันทร์ฉาย มหาวิทยาลัยศิลปากร	420
BEN33	การออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟสแบบกระตุ้นภายใน ตัวเองขนาด 0.75 กิโลวัตต์สำหรับประยุกต์ใช้งานกับพลังงานลม พุทธพร เสวตสกุลานนท์ ¹ วิจิตร กิณเรศ ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ²	425
BEN35	กังหันลมผลิตไฟฟ้าแบบฟลักซ์แม่เหล็กไหลตามแนวแกนความเร็วลมต่ำ พูนศรี วรรณการ ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ	431
BEN36	Optimal stall-regulated wind turbines in unique local wind statistic Wikanda Sridech Tawit Chitsomboon Institute of engineering Suranaree University of Technology	435
BEN37	Optimum Blade Profiles for a Variable-Speed Wind Turbine in Thailand's Wind Regime Chalothorn Thumthae Tawit Chitsomboon Institute of Engineering, Suranaree University of Technology	440
BEN38	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพรอบการทำงานสูงสุดของใบกังหันลม ผลิตไฟฟ้าขนาด 20 กิโลวัตต์ สว่าง ขาดทอง วิรัชย์ ไรยนรินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	444 480-483

สารบัญ

หน้า

Session	Renewable Energy 09
ประธาน	รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ นากกรณกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
เวลา	08:45-10:15 วันพฤหัสบดี ที่ 5 พฤษภาคม 2554
ห้องบรรยาย	Orchid B

BEN39	กังหันลมผลิตไฟฟ้าชนิด 2 ชุดโรเตอร์บนเสาเดี่ยวขนาด 2 กิโลวัตต์ วิรัช ไธนรินทร์ สว่าง ขาดทอง คิลปชัย เพิ่มพูล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	448 484-487
BEN41	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนาสามเฟสแบบกระตุ้นตัวเองที่มีการควบคุมและ ป้อนกลับแรงดันที่ขั้วอัตโนมัติสำหรับการประยุกต์ใช้กับพลังงานลมที่มีความเร็วไม่คงที่ กฤษณ์ สัตยธรรม ¹ ปพน สะอาดวง ² จิรายุ เจริญตั้งสินชัย ¹ ณัฐดนัย ชะนะพะนาวี ¹ ณัฐ พล วงศ์เควัน ¹ วิจิตร กิณเรศ ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ²	452
BEN42	Single-Helix Vertical-Axis Wind Turbine: A Numerical Study Jarawan Tangtonsakulwong Chalothorn Thumthae Tawit Chitsomboon Institute of Engineering, Suranaree University of Technology	458
BEN43	ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้ากังหันลมขนาดเล็กจากลมระบายอากาศของฟาร์มไก่ นิพนธ์ เรืองวิริยะนันท์ มานะ ทะนะอัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ดาก	464
BEN44	สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม ขนาดเล็กในพื้นที่ของจังหวัดพัทลุง จอมภพ แวศักดิ์ ชัยนุสนธ์ เกษตรพงศ์ศาล มหาวิทยาลัยทักษิณ (วิทยาเขตพัทลุง)	469

สารบัญ

		หน้า
Session	Renewable Energy 12	
ประธาน	ดร.เทอดเกียรติ ลิมปิทีปการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
เวลา	10:30-12:00 วันพฤหัสบดี ที่ 5 พฤษภาคม 2554	
ห้องบรรยาย	Orchid B	
BEN45	ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลมขนาดเล็ก สำหรับที่อยู่อาศัยที่ไม่มีไฟฟ้าใช้บริเวณชายฝั่งอันดามัน กิตติกร ชันแก้ว วรพจน์ รัตนพันธุ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง	474
BEN47	การไหลแบบราบเรียบและการถ่ายเทความร้อนในท่อจัดรัศมีมีแผ่นกั้นรูปตัววี สมชาย ศรีพัฒนพิพัฒน์ ¹ วิฑาดา เจษฎารัตนชัย ² มนต์ศักดิ์ พิมสาร ² พงษ์เจต พรหมวงศ์ ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ²	480
BEN48	ผลกระทบของการไหลหมุนวนในทิศทางเดียวกันและสวนทางกันต่อสมรรถนะ ความร้อนภายในท่อผิวครีบกาวของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน สมศักดิ์ เพ็ชรกุล ¹ สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด ¹ จำลอง ปราบแก้ว ² พงษ์เจต พรหมวงศ์ ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ²	486
BEN49	การศึกษาการถ่ายเทความร้อนในท่อสี่เหลี่ยมที่มีการติดตั้งแผ่นกั้น รูปไซน์ ทำมุมเอียง วัชรินทร์ หนูทอง ¹ ปรียะ ปัญญาอิน ² เอกพจน์ ดันตราภิวัฒน์ ² พงษ์เจต พรหมวงศ์ ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ²	492
BEN50	การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนภายในท่อกลมด้วยการใส่แผ่นบางติดครีบกาว 30° ปรัชญา สำราญสินธุ์ ¹ ธิดิพัทธ์ ลิ้มกุล ² พงษ์เจต พรหมวงศ์ ² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ¹ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ²	497
BEN51	การเกิดเอนโทรปีในช่องทางการไหลของคอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนี ศูนย์กลาง เดชดนัย บุญช่วย กิตติภาสวสินารมณ มณฑล น้าทรัพย์ จารุวัตร เจริญสุข สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	502

การใช้ครูดเอนไซม์ผงสำหรับการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรด

Crude Enzyme Powder Utilization for Ethanol Fermentation from Pineapple Skins

ผ่องศรี ศิวราชักดี¹ เยาวลักษณ์ แดงกัณฑ์¹ จุฬารัตน์ นัยหนู¹ นิรันดร์ เจริญศรี¹ และด้อม มั่นรัมย์¹
¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เลขที่ 39 หมู่ 1 คลอง 6 ธัญบุรี ปทุมธานี 12110

โทรศัพท์: +66(2)-549-4609 โทรสาร: +66(2)-549-4600 อีเมล: pongsri@gmail.com

บทคัดย่อ

การใช้ครูดเอนไซม์ผงสำหรับการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดในงานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลวที่มีต่อความเข้มข้นของเอทานอลที่ได้จากการหมักด้วยครูดเอนไซม์ผงสองชนิด คือครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อเดี่ยวไตรโคเดอร์มา รีลีส และเชื้อผสมระหว่างไตรโคเดอร์มา รีลีส กับแซคคาโรมายซิส ซีรีวิลี การหมักเอทานอลใช้เปลือกสับปะรดคงที่เท่ากับร้อยละ 8 โดยน้ำหนักแห้ง ในอาหารเหลวปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่พีเอชเท่ากับ 5 และอุณหภูมิห้อง (30°C) ในขวดรูปชมพู่ 250 มิลลิลิตร วางบนเครื่องเขย่าด้วยอัตรา 120 รอบต่อนาที แปรผันอัตราส่วนครูดเอนไซม์ผงต่อน้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลวเท่ากับ 1:0.25 และ 1:0.50 และเพื่อเปรียบเทียบเอทานอลที่ได้ระหว่างการหมักเปลือกสับปะรดด้วยครูดเอนไซม์ผงกับการหมักแบบรวมปฏิกิริยาด้วย 10%v ของหัวเชื้อยีสต์แซคคาโรมายซิส ซีรีวิลีผสมกับครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อเดี่ยวไตรโคเดอร์มา รีลีส พบว่าเอทานอลที่ได้จากการใช้ครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อผสมที่อัตราส่วนครูดเอนไซม์ผงต่อน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 1:0.50 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 42 g/L ใช้เวลาหมักนาน 4 วัน สำหรับการหมักเอทานอลแบบรวมปฏิกิริยาที่อัตราส่วนครูดเอนไซม์ผงต่อน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 1:0.50 พร้อมกับ 10%v หัวเชื้อแซคคาโรมายซิส ซีรีวิลี พบว่าเอทานอลที่ได้มีค่าสูงสุดเท่ากับ 47 g/L ใช้เวลาหมัก นาน 4 วัน

คำสำคัญ: เอทานอล เปลือกสับปะรด ครูดเอนไซม์ผง ไตรโคเดอร์มา รีลีส แซคคาโรมายซิส ซีรีวิลี

Abstract

The objectives of crude enzyme powder utilization for ethanol fermentation from pineapple skins in this study was to find the effect of initial sugar in liquid medium on ethanol concentration obtained from fermentation by using two types of crude enzyme powder. Crude enzyme powder was produced from monoculture of *Trichoderma reesei* and co-culture of *Trichoderma reesei* and *Saccharomyces cerevisiae*. Ethanol fermentation was carried out in 250 mL shaking flasks at 120 rpm, by using 8% dry weight of pineapple skin in 100 mL liquid medium at initial pH 5, room temperature (30°C) and varied the ratio of crude enzyme powder to sugar in medium as 1:0.25 and 1:0.50. And also comparison of ethanol obtained between fermentation by using

crude enzyme powder and simultaneous saccharification and fermentation with 10%v *Saccharomyces cerevisiae* starter mixed with crude enzyme powder from *Trichoderma reesei* were investigated. It was found that the highest ethanol obtained was 42 g/L for 4 days by using crude enzyme powder from co-culture of *Trichoderma reesei* and *Saccharomyces cerevisiae* at the ratio of crude enzyme powder to sugar in medium as 1:0.50. The highest ethanol concentration from simultaneous saccharification and fermentation was 47 g/L for 4 days.

1. บทนำ

เอทานอลผลิตได้จากการหมักทางชีวภาพนอกเหนือจากการสังเคราะห์ทางเคมี เอทานอลบริสุทธิ์ 99.5 %v สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันเบนซิน [1] สารตั้งต้นที่นำมาใช้ในการหมักคือน้ำตาลหรือกากน้ำตาลและใช้ยีสต์เปลี่ยนไปเป็นเอทานอล หรืออาจใช้แป้งจากมันสำปะหลังหรือข้าวโพดเป็นวัตถุดิบ แต่ต้องเพิ่มกระบวนการย่อยแป้งไปเป็นน้ำตาลก่อนนำไปหมักกับยีสต์เพื่อเปลี่ยนไปเป็นเอทานอล [2] เนื่องจากน้ำตาล กากน้ำตาล หรือแป้งมันสำปะหลังหรือข้าวโพดเป็นวัตถุดิบที่มีความต้องการสูงทำให้ราคาแพง และบางครั้งขาดแคลนวัตถุดิบดังกล่าว เพื่อลดต้นทุนวัตถุดิบของการผลิตเอทานอลเพื่อพลังงานทดแทน จึงได้มีการศึกษาการนำวัสดุกลีโนเซลลูโลสมาใช้ แทนน้ำตาล กากน้ำตาลและแป้งจากมันสำปะหลังหรือข้าวโพด โดยต้องเพิ่มกระบวนการย่อยสลายเซลลูโลสเอมิเซลลูโลส และลิกนินที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุกลีโนเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาล จากนั้นจึงใช้การหมักเอทานอลจากน้ำตาลด้วยยีสต์ [3] การย่อยสลายวัสดุกลีโนเซลลูโลสอาจใช้วิธีทางกายภาพ เคมี ฟิสิกส์-เคมี ความร้อน หรือเอนไซม์ที่เหมาะสม [4] อย่างไรก็ตามหนึ่งหรือใช้ตั้งแต่ 2 วิธีร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากการหมักทางชีวภาพ [5]

เปลือกสับปะรดเป็นวัสดุกลีโนเซลลูโลสซึ่งได้ของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตร เช่น สับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรดเข้มข้น เหล้าหรือรันตี เป็นต้น สับปะรด 1 ตัน มีวัสดุเหลือทิ้งประมาณ 0.5 ตัน ในปี 2551 ผลผลิตสับปะรดโรงงานรวมทั้งประเทศ 2.476 ตัน ดังนั้น มีปริมาณเปลือกสับปะรดประมาณ 1.238 ตันต่อปี [6] ได้ถูกนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ และปุ๋ยหมัก [7] ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์สับปะรดประมาณ 688,600 ตัน มูลค่า 2,820 ล้านบาท ในเดือนมกราคมถึงกันยายน 2553 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงได้

ทางยุทธศาสตร์ฉบับปี 2553-2557 โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ประเทศไทยรักษาความเป็นผู้นำอันดับหนึ่งในการผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์ และได้รับอนุมัติจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2553 [8] หลังการผลิตจะมีวัสดุเหลือทิ้งเปลือกสับปะรดปริมาณมาก ดังนั้นเปลือกสับปะรดจึงเป็นวัตถุดิบหลักในเซลล์โลสที่มีศักยภาพที่จะนำมาเพิ่มมูลค่าในการผลิตเอทานอลเพื่อพลังงานทดแทน

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาปัจจัยของการผลิตน้ำตาลจากการย่อยสลายเปลือกสับปะรดด้วยเซลล์เอนไซม์ที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดเชื้อเดี่ยว คือ *Trichoderma longibrachiatum*, *Aspergillus niger* และ *Saccharomyces cerevisiae*, เวลา เพาะ ความเข้มข้นสับปะรด ขนาดของการเพาะเชื้อ และอุณหภูมิ จากนั้นใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* เปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอล [9]

การศึกษาที่ผ่านมาได้ผลิตครูดเอนไซม์ชนิดผงแห้งผลิตจากการหมักแห้งจากมันสำปะหลังด้วยเชื้อเดี่ยวไตรโคเดอร์มา รีสอี RT-P1 (T) [10] และเชื้อผสมที่ได้จากการเพาะเชื้อร่วมกันระหว่างไตรโคเดอร์มา รีสอี RT-P1 และ แชคคาโรมายซิส ชิวิวิลี RT-P2 (TY) และ [11] และหาสภาวะเหมาะสมของการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดด้วยครูดเอนไซม์ชนิดผงแห้งจากเชื้อเดี่ยวไตรโคเดอร์มา รีสอี RT-P1 [12] และเชื้อผสมที่ได้จากการเพาะเชื้อร่วมกันระหว่างไตรโคเดอร์มา รีสอี RT-P1 และ แชคคาโรมายซิส ชิวิวิลี RT-P2 [13] ในอาหารเหลวสูตรเฉพาะพีเอช 5 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง (30°C) โดยใช้วิธีการทดลองออร์โทโกนอลหปัจจัยควบคุม 4 พารามิเตอร์ คือ น้ำหนักแห้งเปลือกสับปะรด (8, 10 และ 12 กรัม) ครูดเอนไซม์ชนิดผงแห้ง (4, 5 และ 6 กรัม) น้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลว (1, 2 และ 3 กรัม) และระยะเวลาที่ใช้หมัก (2, 3 และ 4 วัน) พบว่า น้ำหนักแห้งเปลือกสับปะรดของการหมักเอทานอลด้วยครูดเอนไซม์ชนิดผงแห้งจากเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสมเท่ากันคือ 8 กรัม ส่วนอัตราส่วนครูดเอนไซม์ผงต่อน้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลวสำหรับเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสมคือ 1:0.25 และ 1:0.50 ใช้ระยะเวลาหมักคือ 2 วัน และ 4 วัน ตามลำดับ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อเดี่ยวไตรโคเดอร์มา รีสอี RT-P1 และเชื้อผสมระหว่างไตรโคเดอร์มา รีสอี RT-P1 และ แชคคาโรมายซิส ชิวิวิลี RT-P2 โดยศึกษาผลของอัตราส่วนครูดเอนไซม์ผงต่อน้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลวที่มีต่อการผลิตเอทานอลจากเปลือกสับปะรดที่สภาวะที่เหมาะสมเพิ่มเติมจากงานวิจัยที่ผ่านมาเพื่อยืนยันผล และเพื่อเปรียบเทียบวิธีการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดที่ใช้ครูดเอนไซม์ผงกับวิธีการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดแบบรวมปฏิริยาด้วย 10%v หัวเชื้อยีสต์ แชคคาโรมายซิส ชิวิวิลี RT-P2 ผสมกับครูดเอนไซม์ผง

2. วัตถุประสงค์และวิธีการทดลอง

2.1 วัตถุประสงค์

เปลือกสับปะรดแห้ง บดละเอียด ขนาดอนุภาค 5 – 10 มิลลิเมตร จากบริษัท ยูไนเต็ต ไวน์เนอร์ แอนด์ดีทิลเลอร์ จำกัด อำเภอนครไชยศรี จังหวัดนครปฐม

2.2 จุลินทรีย์

ประกอบด้วย

- เชื้อเดี่ยวยีสต์แซคคาโรมายซิส ชิวิวิลี RT-P2
- ครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อเดี่ยวไตรโคเดอร์มา รีสอี RT-P1 เรียกสั้นๆ ว่าครูดเอนไซม์ผงเชื้อเดี่ยว
- ครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อผสมระหว่างไตรโคเดอร์มา รีสอี RT-P1 และแซคคาโรมายซิส ชิวิวิลี RT-P2 เรียกสั้นๆ ว่าครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสม

เชื้อจุลินทรีย์ทั้งสามผลิตจากห้องปฏิบัติการวิศวกรรมชีวเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

2.3 อาหารเหลวสูตรเฉพาะ พีเอช 5

อาหารเหลวสูตรเฉพาะ พีเอช 5 ประกอบด้วย 1 g/L CaHPO_4 , 1g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 8 g/L ปุ๋ยยูเรีย (46% NH_4SO_4), 15 g/L ปุ๋ยฟอสเฟต (NPK: 0-52-34), น้ำตาลเริ่มต้น 10 g/L หรือ 30 g/L และน้ำสะอาด 1 L ปรับพีเอชให้เท่ากับ 5

2.4 วิธีการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรด

สภาวะที่เหมาะสมของการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดด้วยครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อเดี่ยว [12] และเชื้อผสม [13] โดยใช้วิธีการทดลองออร์โทโกนอลจากงานวิจัยที่ผ่านมา ดังตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาที่ปริมาณเปลือกสับปะรดเท่ากัน การหมักเอทานอลโดยใช้ครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อผสมใช้ปริมาณมากกว่า และน้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลว รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้หมักมีค่ามากกว่าการใช้ครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อเดี่ยว ถ้าพิจารณาที่ครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสมปริมาณเท่ากัน การหมักเอทานอลด้วยครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อผสมใช้น้ำตาลเริ่มต้นเพิ่มขึ้น 25%w และระยะเวลาที่ใช้หมักมากขึ้น 2 วันเช่นกัน เปรียบเทียบจากผลการทดลองดังกล่าวในรูปของอัตราส่วนระหว่างปัจจัยควบคุม ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สภาวะที่เหมาะสมจากใช้วิธีการทดลองออร์โทโกนอลของการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดด้วยครูดเอนไซม์ชนิดผงแห้งจากเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสมจากการศึกษาที่ผ่านมา [12] และ [13]

ปัจจัยควบคุม	ครูดเอนไซม์ผง	
	เชื้อเดี่ยว	เชื้อผสม
เปลือกสับปะรด (PAW) %w	8	8
ครูดเอนไซม์ (CE) ชนิดผงแห้ง %w	4	6
น้ำตาล (G) เริ่มต้นในอาหารเหลว %w	1	3
ระยะเวลาหมัก วัน	2	4

ตารางที่ 2 อัตราส่วนระหว่างปัจจัยควบคุมที่ได้จากการทดลองที่ผ่านมา [12] และ [13]

อัตราส่วนของ	ครูดเอนไซม์ผง	
	เชื้อเดี่ยว	เชื้อผสม
PAW:CE	1:0.500	1:0.750
PAW:G	1:0.125	1:0.375
CE:G ในอาหารเหลว	1:0.250	1:0.500
ระยะเวลาหมัก วัน	2	4

งานวิจัยนี้จึงทำการทดลองเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผลที่ได้จาก การใช้วิธีการทดลองออร์โธโกนอลสทกวาทะที่เหมารสมจากงานวิจัยที่ผ่านมา โดยกำหนดตัวแปรทกที่ คือ 8 กรัมเปลือทกลับปะรต อาหารเหลวสุตรเฉพาะปริมาตร 100 มิลลิลิตร พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 5 และอุณหภูมิห้อง (30°C) ตัวแปรแปรผัน คือชนิดของครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยว และเชื้อผสม อย่างละ 4 และ 6 กรัม น้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลว 10 และ 30 กรัมต่อลิตร และระยะเวลาที่ใช้หมัก 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน โดยใช้วิธีการหมักเอทานอลแบบกะซึ่งแบ่งเป็น

วิธีที่ 1 การหมักเอทานอลด้วยครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยวและเชื้อผสมมีวิธีการทดลองดังนี้

การทดลองดำเนินการภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ เริ่มจากผสมครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยวหรือเชื้อผสมลงในอาหารเหลวสุตรเฉพาะพีเอช 5 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร บรรจุในขวดชมพูนทาด 250 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็ก นาน 30 นาที แล้วจึงใส่เปลือทกลับปะรต 8 กรัม ปิดจุกด้วยสำลี นำไปวางบนเครื่องเขย่า 120 รอบต่อนาที เก็บตัวอย่างวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ เอทานอล และจุลินทรีย์ ทุกวันเป็นเวลา 5 วัน

วิธีที่ 2 การหมักเอทานอลแบบรวมปฏิกิริยาจากเปลือทกลับปะรตด้วย 10%v หัวเชื้อยีสต์แซคคาไรมายซิส ซีวีวีลือ RT-P2 ผสมกับครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยว แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมหัวเชื้อยีสต์ ทำได้โดยเขียยีสต์ 1-2 โคลนีจากจานเพาะเลี้ยงววยเอ็มเอ ลงในขวดชมพูนทาด 250 มิลลิลิตรซึ่งมีอาหารเหลว (น้ำตาลเริ่มต้น 200 g/L) สุตรเฉพาะปริมาตร 100 มิลลิลิตร พีเอช 5 ปิดจุกด้วยสำลี วางบนเครื่องเขย่า 120 รอบต่อนาที นาน 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 นำหัวเชื้อยีสต์ที่ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตรเทลงในขวดชมพูนทาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งใส่เปลือทกลับปะรต 8 กรัมและอาหารเหลว (น้ำตาลเริ่มต้น 30 g/L หรือ 10 g/L) สุตรเฉพาะ พีเอช 5 ที่ได้ผสมครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยวไว้ก่อนแล้ว ในปริมาตร 90 มิลลิลิตร ปิดจุกด้วยสำลี วางบนเครื่องเขย่า 120 รอบต่อนาที เก็บตัวอย่างวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ เอทานอล และจุลินทรีย์ ทุกวันเป็นเวลา 5 วัน

2.5 วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

ความเข้มข้นของจุลินทรีย์จากการวัดเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า โดยใช้เฮมาไซโตมิเตอร์ (Boeco, Germany) ความเข้มข้นน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธีดีเอ็นเอส [14] และเอทานอลด้วยวิธีออกซิเดชันของไดโครเมต [15] โดยวัดค่าการดูดกลืนจากเครื่อง UV-visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 570 nm และ 600 nm ตามลำดับ

3. ผลและอภิปรายผลการทดลอง

3.1 ผลการหมักเอทานอลจากเปลือทกลับปะรตด้วยครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อเตี๋ยวและเชื้อผสม

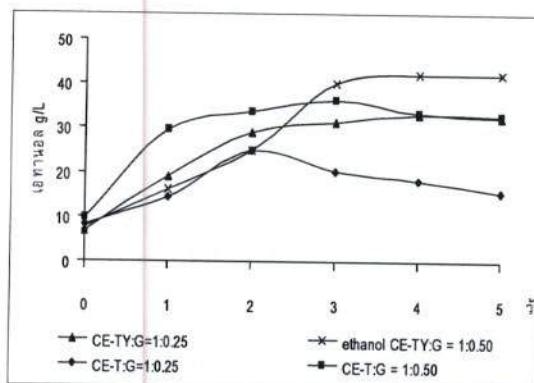
โปรไฟล์ของเอทานอลที่ได้จากการใช้อัตราส่วนของครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยวและเชื้อผสมต่อน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 1:0.25 และ 1:0.50 ดังตารางที่ 3 และรูปที่ 1

พิจารณาโปรไฟล์เอทานอลจากการใช้ครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยวที่อัตราส่วน 1:0.25 และ 1:0.50 ในรูปที่ 1 พบว่า น้ำตาลเริ่มต้นใน

อาหารเหลวเพิ่มขึ้น 25% ครูดเอนไซม์ผงสามารถผลิตเอทานอลได้เพิ่มขึ้น 44.5% ใช้เวลาหมักเท่ากับ 3 วัน ทำนองเดียวกันจากโปรไฟล์เอทานอลของครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสมที่อัตราส่วน 1:0.25 และ 1:0.50 พบว่าน้ำตาลเพิ่มขึ้น 25% เอทานอลที่ได้เพิ่มขึ้นประมาณ 21.2% ใช้หมักเท่ากับ 4 วัน เนื่องจากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญของการหมักเอทานอล

ตารางที่ 3 เอทานอลที่ได้จากการใช้อัตราส่วนของครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยวต่อน้ำตาลเริ่มต้น (CE-T:G) และเชื้อผสม (CE-TY:G) ที่อัตราส่วนต่างๆ ใช้ระยะเวลาหมัก 5 วัน

ระยะเวลา (วัน)	เอทานอล (g/L) ที่ได้จาก			
	CE-T:G = 1:0.25	CE-T:G = 1:0.50	CE-TY:G = 1:0.25	CE-TY:G = 1:0.50
0	8.07	9.53	6.77	7.73
1	14.36	29.39	18.95	16.17
2	24.81	33.54	28.84	24.74
3	20.05	36.14	31.31	40.10
4	18.05	33.20	33.17	42.08
5	15.43	32.86	32.43	42.00

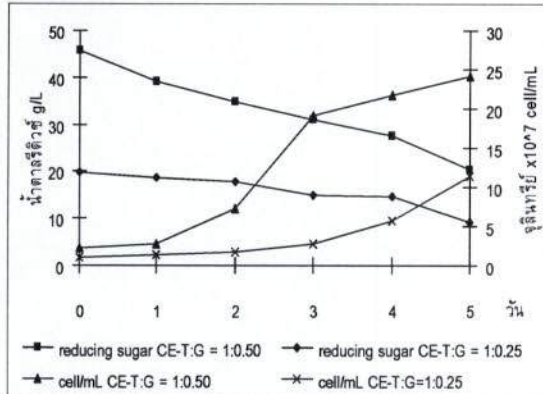


รูปที่ 1 โปรไฟล์เอทานอลจากการหมักเปลือทกลับปะรตด้วยครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยว (CE-T) และเชื้อผสม (CE-TY) ที่อัตราส่วน 1.025 และ 1:0.50

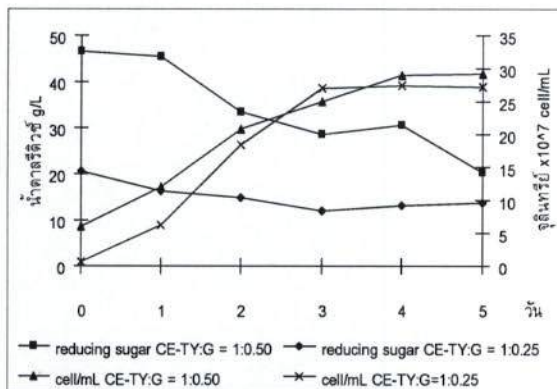
พิจารณาโปรไฟล์ของเอทานอลที่ได้จากการใช้ครูดเอนไซม์ผงระหว่างเชื้อเตี๋ยวและเชื้อผสมที่อัตราส่วนครูดเอนไซม์ผงต่อน้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลวเท่ากันคือ 1:0.50 ในรูปที่ 1 พบว่า ครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสม ผลิตเอทานอลได้มากกว่าเชื้อเตี๋ยวประมาณ 21% เนื่องจากครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสมมีเชื้อยีสต์ผสมอยู่จึงสามารถเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นเอทานอลได้เพิ่มขึ้น และเอทานอลที่ได้จากการหมักด้วยครูดเอนไซม์ผงจากเชื้อผสมที่อัตราส่วน 1:0.50 มีค่าสูงที่สุด 42 g/L ใช้เวลาหมักเท่ากับ 4 วัน นั่นคือ น้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลวมียลต่อการเกิดเอทานอลอย่างมีนัยสำคัญ

พิจารณาโปรไฟล์ของน้ำตาลเริ่มต้นและการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในครูดเอนไซม์ผงเชื้อเตี๋ยว พบว่าผลของปริมาณน้ำตาล

เริ่มต้นในอาหารเหลวเพิ่มขึ้นทำให้จุลินทรีย์เติบโตเพิ่มขึ้นด้วยและ
จุลินทรีย์ใช้เวลาปรับตัวน้อยกว่าจุลินทรีย์ในอาหารเหลวที่มีน้ำตาลน้อย
กว่าอยู่ 1 วัน ดังรูปที่ 2 สำหรับครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสม พบว่าจุลินทรีย์
ผสมไม่มีระยะเวลาการปรับตัว แต่เติบโตได้ตั้งแต่เริ่มต้นการหมัก ดัง
รูปที่ 3 ซึ่งแตกต่างจากเชื้อเดี่ยวอย่างชัดเจน



รูปที่ 2 โปรไฟล์น้ำตาลรีดิวซ์และการเติบโตของจุลินทรีย์จากการหมัก
เปลี่ยนสับประดด้วยครูดเอนไซม์ผงเชื้อเดี่ยว (CE-T) ที่
อัตราส่วน 1.025 และ 1:0.50

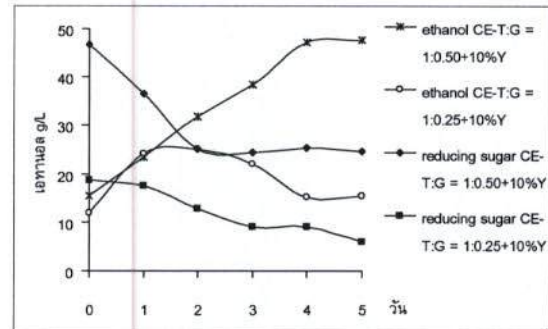


รูปที่ 3 โปรไฟล์น้ำตาลรีดิวซ์และการเติบโตของจุลินทรีย์จากการหมัก
เปลี่ยนสับประดด้วยครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสม (CE-TY) ที่
อัตราส่วน 1.025 และ 1:0.50

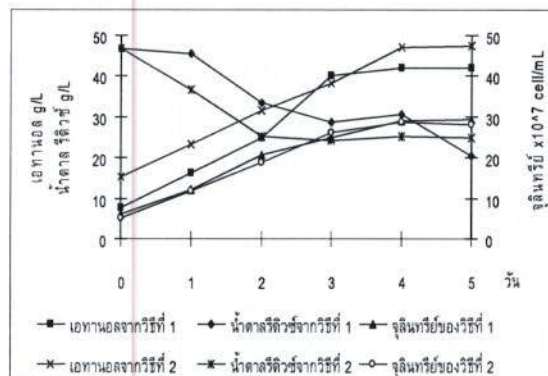
3.2 ผลการหมักเอทานอลแบบรวมปฏิกิริยาจากเปลี่ยนสับประด ด้วย 10%v หัวเชื้อยีสต์แซคคาโรไมยซิส ซีรียูส RT-P2 ผสม กับครูดเอนไซม์ผงเชื้อเดี่ยว

โปรไฟล์เอทานอลและน้ำตาลรีดิวซ์ของการหมักแบบรวม
ปฏิกิริยาด้วย 10%v หัวเชื้อยีสต์ผสมกับครูดเอนไซม์ผงเชื้อเดี่ยว ดังรูปที่
4 พบว่าเอทานอลที่ได้จากการใช้อัตราส่วนของครูดเอนไซม์ผงเชื้อเดี่ยว
ต่อน้ำตาลเริ่มต้นในอาหารเหลวเท่ากับ 1:0.50 มีค่าสูงสุดประมาณ
47 g/L ระยะเวลาหมักเท่ากับ 4 วัน ขณะที่อัตราส่วนเท่ากับ 1:0.25

เอทานอลที่ได้มีค่าสูงสุดประมาณ 25 g/L ระยะเวลาหมักเท่ากับ 2 วัน
เนื่องจากใช้อัตราส่วนนี้ ทั้งราและยีสต์เติบโตอย่างเอ็กโซโพเนนเชียล
ในช่วง 2 วันแรกและมีความเข้มข้นมากกว่าที่อัตราส่วน 1:0.50 และลดลง
ที่ระยะเวลาหมัก 3 วัน อาจเป็นเพราะสารอาหารไม่เพียงพอ และเกิด
การยับยั้งจากผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น จึงทำให้เอทานอลลดลง นั่นคือ
เอทานอลที่ได้จากการหมักแบบรวมปฏิกิริยาด้วย 10%v หัวเชื้อยีสต์
ผสมกับครูดเอนไซม์ที่อัตราส่วน 1:0.50 มีค่ามากกว่าการใช้เฉพาะ
ครูดเอนไซม์ผงเชื้อเดี่ยวที่อัตราส่วน 1:0.25 อยู่ประมาณ 46.8%



รูปที่ 4 โปรไฟล์เอทานอลและน้ำตาลรีดิวซ์จากการหมักเปลี่ยน
สับประดด้วย 10%v หัวเชื้อยีสต์ผสมกับครูดเอนไซม์ผงเชื้อ
เดี่ยวที่อัตราส่วน 1:0.25 และ 1:0.50



รูปที่ 5 โปรไฟล์เอทานอล น้ำตาลรีดิวซ์และจุลินทรีย์ของวิธีที่ 1 การ
หมัก เอทานอลจากเปลี่ยนสับประดด้วยครูดเอนไซม์ผงเชื้อ
ผสมที่อัตราส่วน 1:0.50 และวิธีที่ 2 การหมักแบบรวม
ปฏิกิริยาโดยใช้ 10%v หัวเชื้อยีสต์ผสมกับครูดเอนไซม์ผง
เชื้อเดี่ยวที่อัตราส่วน 1:0.50

เปรียบเทียบเอทานอลที่ได้จากการหมัก 2 วิธี คือวิธีที่ 1 การ
หมักเปลี่ยนสับประดด้วยครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสมและวิธีที่ 2 การหมัก
แบบรวมปฏิกิริยาด้วย 10%v หัวเชื้อยีสต์ผสมกับครูดเอนไซม์ผงเชื้อ
เดี่ยว ดังรูปที่ 5 พบว่าเอทานอลที่ได้จากการหมักวิธีที่ 2 มี
ค่าประมาณ 47 g/L ซึ่งมากกว่าวิธีที่ 1 ประมาณ 11% ใช้เวลาหมัก

เท่ากับ 4 วัน รวมกับเวลาที่ใช้เตรียมหัวเชื้อยีสต์อีก 1 วัน รวมเป็น 5 วัน อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า ความเข้มข้นของเอทานอลของวิธีที่ 1 มีค่าประมาณ 42 g/L แต่ใช้เวลาหมักเท่ากับ 4 วัน ซึ่งน้อยกว่าวิธีที่ 2 อยู่ 1 วัน และวิธีที่ 1 เป็นวิธีการหมักที่สะดวกเพราะไม่ต้องเสียเวลาเตรียมหัวเชื้อยีสต์ ดังนั้นวิธีที่ 1 จึงเหมาะสมสำหรับการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดด้วยครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสมที่อัตราส่วน 1:0.50 ใช้ระยะเวลาหมัก 4 วัน

เอทานอลที่ได้จากการหมักเส้นใยข้าวโพดที่ไม่ได้ปรับสภาพ ปรับสภาพด้วยไอน้ำ และต่างอ่อนด้วยเอนไซม์ทางการค้า Spezyme-CP, white rot หรือราขาวเน่า (*P. chrysosporium*, ATCC 24725) brown-rot หรือราน้ำตาลเน่า (*G. trabeum*, ATCC 11349) และ soft-rot หรือราเขียว (*T. reesei*, ATCC 13631) ของงานวิจัยที่ผ่านมาใช้เวลาหมักนาน 6 วัน [16] พบว่าการผลิตเอทานอลโดยปรับสภาพเส้นใยข้าวโพดด้วยต่างอ่อนให้ผลดีกว่าไม่ปรับสภาพ เอทานอลที่ได้จากการหมักแบบรวมปฏิกิริยาเส้นใยข้าวโพดที่ปรับสภาพด้วยต่างอ่อนด้วยเอนไซม์การค้า Spezyme-CP มีค่าสูงสุดเท่ากับ 7.7 กรัมเอทานอลต่อ 100 กรัมเส้นใยข้าวโพด สำหรับเอทานอลที่ได้จากการใช้ *T. reesei*, ATCC 13631, *G. trabeum*, ATCC 11349 และ *P. chrysosporium*, ATCC 24725 ย่อยสลายและหมักเส้นใยข้าวโพดเท่ากับ 5.5, 2.9 และ 2.6 กรัมเอทานอลต่อ 100 กรัมเส้นใยข้าวโพด ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเอทานอลที่ได้จากงานวิจัยนี้ พบว่า เอทานอลที่ได้จากครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสมมีค่าเท่ากับ 50 กรัมเอทานอลต่อ 100 กรัมเปลือกสับปะรดโดยใช้เปลือกสับปะรดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ และเวลาหมักนาน 4 วัน

งานวิจัยที่ผ่านมาเรื่องปัจจัยของความเข้มข้นเซลล์ต่อการผลิตเอทานอลด้วยยีสต์ *Kluyveromyces marxianus* ในการหมักแบบรวมปฏิกิริยาจากคริสตัลไลน์เซลลูโลส Sigmacell 50 (SIGMA) ด้วยเอนไซม์ทางการค้า Cellulast 1.5 L, FG (Novozymes A/S) ซึ่งผลิตมาจาก *T. reesei* [17] พบว่า เอทานอลสูงสุดเท่ากับ 43.5 g/L เมื่อใช้เอนไซม์ 15 FPU/g substrate ที่ความเข้มข้นของสับปะรดเท่ากับ 15%w/v และที่สับปะรด 10%w/v เอทานอลมีค่าลดลงตามความเข้มข้นของเอนไซม์ที่ใช้ ที่ระยะเวลาหมัก 3 วัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเอทานอลที่ได้จากเปลือกสับปะรดด้วยครูดเอนไซม์ชนิดผงแห้งจากเชื้อผสมของงานวิจัยนี้

4. สรุป

เอนไซม์ผงเชื้อผสมระหว่างไตรโคเดอร์มา รีลีส RT-P1 และแซคคาโรมายซิส ซีวีลีส RT-P2 เหมาะสำหับนำมาใช้หมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดได้ในขั้นตอนเดียว สภาวะของการหมัก คือเปลือกสับปะรด 8 กรัมต่อเอนไซม์ชนิดผงแห้งจากเชื้อผสม 6 กรัมในอาหารเหลวพีเอช 5 ปริมาตร 100 มิลลิลิตรที่มีน้ำตาลเริ่มต้น 3 กรัม ใช้เวลาหมักนาน 4 วัน เอทานอลที่ได้ประมาณ 42 กรัมต่อลิตร

ข้อดีของการใช้เอนไซม์ผงเชื้อผสมสำหรับการหมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดคือ

1. ใช้สะดวก วิธีเตรียมง่าย เพียงผสมลงเอนไซม์ชนิดนี้ลงในอาหารเหลวปริมาณตามต้องการก่อนนำไปใช้

2. ไม่ต้องปรับสภาพเปลือกสับปะรดก่อนการย่อยด้วยเอนไซม์ชนิดนี้ จึงไม่ต้องใช้สารเคมี น้ำล้าง พลังงาน และไม่มีน้ำเสีย ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

3. การใช้ครูดเอนไซม์ชนิดนี้หมักเอทานอลจากเปลือกสับปะรดในขั้นตอนเดียว ใช้เวลาหมัก 4 วัน เวลาที่ใช้หมักน้อยกว่าการหมักแบบรวมปฏิกิริยาซึ่งต้องใช้เวลามาก 4 วัน รวมเวลามากกว่าเชื้อยีสต์ 1 วัน เวลาที่ใช้ทั้งหมดเป็น 5 วัน นั่นคือการใช้เอนไซม์ชนิดนี้ทำให้ลดเวลาได้ 1 วัน

สัญลักษณ์และคำย่อ	ความหมาย
PAW	เปลือกสับปะรด
T	เชื้อเดี่ยวไตรโคเดอร์มา รีลีส RT-P1
TY	เชื้อผสมระหว่างไตรโคเดอร์มา รีลีส RT-P1 กับแซคคาโรมายซิส ซีวีลีส RT-P2
CE	ครูดเอนไซม์ (crude enzyme)
CE-T	ครูดเอนไซม์ผงเชื้อเดี่ยว
CTY	ครูดเอนไซม์ผงเชื้อผสม
<i>Trichoderma reesei</i>	เชื้อราไตรโคเดอร์มา รีลีส RT-P1
RT-P1	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	เชื้อยีสต์แซคคาโรมายซิส ซีวีลีส RT-P2
RT-P2	
G	น้ำตาลมะพร้าว
°C	องศาเซลเซียส
%w	ร้อยละโดยน้ำหนัก
%v	ร้อยละโดยปริมาตร
%w/v	ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร
mL	มิลลิลิตร
L	ลิตร
g/L	กรัมต่อลิตร
g	กรัม
FPU	Filter paper unit
การหมักแบบรวมปฏิกิริยา	Simultaneous saccharification and fermentation

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่สนับสนุนทุนวิจัย งบประมาณประจำปี พ.ศ. 2552 สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ประสบผลสำเร็จลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กระทรวงพลังงาน. พลังงานทดแทน Update. แก๊สโซฮอล์. <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=807>.
- [2] Bothast ,R.J., Schlicher, M.A., 2005. Biotechnological processes for conversion of corn into ethanol. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 67, 19-25.