



แผนงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง การพัฒนาและการประยุกต์วัสดุเหลือใช้จากอ้อยเพื่อสิ่งแวดล้อม

Development and applications of bagasse for the environment

โดย

ผศ.ดร. ศิริกาญจนา ทองมี และคณะ

ตุลาคม 2559

สัญญาเลขที่ RDG5850020

แผนงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง การพัฒนาและการประยุกต์วัสดุเหลือใช้จากอ้อยเพื่อสิ่งแวดล้อม

Development and applications of bagasse for the environment

โดย

ผศ.ดร. ศิริกาญจนา ทองมี และคณะ

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Executive Summary

โครงการ: การพัฒนาถ่านกัมมันต์จากขานอ้อยเพื่อดูดซับโลหะหนัก

เป้าหมาย

งานวิจัยส่วนใหญ่ ศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น กะลามะพร้าว ซึ่งข้าวโพด ขานอ้อย กะลาปาล์ม เป็นต้น ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์นั้นส่วนใหญ่เป็นวิธีกระตุ้นทางเคมี (Chemical Activation) เนื่องจากถ่านกัมมันต์มีความสามารถในการดูดซับสูง จึงเหมาะที่จะนำไปดูดกลืน ดูดสี หรือใช้ในกระบวนการแยกสาร (Separation processes) ตัวอย่าง อุตสาหกรรมที่ใช้ประโยชน์จากถ่านกัมมันต์ ได้แก่ อุตสาหกรรมน้ำตาล การทำน้ำให้บริสุทธิ์ อุตสาหกรรมการผลิตยา อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม และอุตสาหกรรมชุบโลหะ เป็นต้น

จากประโยชน์ของถ่านกัมมันต์จะเห็นว่า มีการนำถ่านกัมมันต์ไปใช้ในอุตสาหกรรมน้ำตาล ซึ่งการผลิตถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำตาลคือ ขานอ้อย (Bagasse) ซึ่งเป็นวัสดุชีวมวลชนิดหนึ่งที่เหลือจากการหีบน้ำอ้อยออกไปแล้ว และเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศไทย ดังนั้น งานวิจัยนี้ มุ่งศึกษาหาเงื่อนไขในการเตรียมถ่านกัมมันต์จากขานอ้อย เพื่อผลิตถ่านกัมมันต์ที่มีต้นทุนต่ำ อีกทั้งยังสามารถนำถ่านกัมมันต์ที่ได้จากขานอ้อยมากำจัดสีและกลิ่นในโรงงานน้ำตาล เพื่อช่วยบำบัดน้ำเสียในโรงงานด้วย

วิธีการ

ศึกษาหาอุณหภูมิคาร์บอนเซชัน (400 – 600 °C) ที่เหมาะสมในการนำขานอ้อยมาทำเป็นถ่านชาร์ จากนั้น นำถ่านชาร์ที่ได้มาศึกษาหาโครงสร้างทางสัณฐาน โดยใช้เครื่อง SEM และศึกษาหาพื้นที่ผิว ขนาดรูพรุน ของถ่านชาร์และถ่านกัมมันต์ด้วยเครื่องวัดพื้นที่ผิวจำเพาะและขนาดรูพรุน (Surface area analysis, BET) นอกจากนี้ ศึกษาหาปริมาณการดูดซับโลหะโครเมียมทั้งของถ่านชาร์และถ่านกัมมันต์ด้วยเครื่อง Atomic Adsorption Spectroscopy (AAS)

เมื่อได้ถ่านชาร์แล้วจึงนำถ่านชาร์มาหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์โดยวิธีกระตุ้นทางกายภาพ (Physical activation) ในงานวิจัยนี้ ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการกระตุ้นถ่านชาร์เพื่อผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้นคือ 900 °C เป็นเวลา 120 นาที จากนั้น จึงนำถ่านกัมมันต์ที่ได้มาศึกษาหาพื้นที่ผิว ขนาดรูพรุน และปริมาณการดูดซับโลหะโครเมียมเช่นเดียวกับถ่านชาร์

ผลที่ได้จากงานวิจัย

ผลจากงานวิจัยแสดงถึงข้อมูลที่ได้ในการผลิตถ่านชาร์ด้วยกระบวนการคาร์บอนเซชันเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเตรียมถ่านชาร์ (400 – 600 °C) อีกทั้งทราบถึงว่า ถ่านชาร์ชนิดไหนที่มีพื้นที่ผิวในการ

ดูดซับโลหะโครเมียมได้ดี และทราบถึงพื้นที่ผิวและขนาดของรูพรุนของถ่านชาร์ ในส่วนของถ่านกัมมันต์นั้นได้ทราบถึงอุณหภูมิและเวลา ที่เหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์จากขาน้อย อีกทั้งยังทราบถึงพื้นที่ผิว ขนาดของรูพรุน และผลการดูดซับโลหะโครเมียมของถ่านกัมมันต์ ในงานวิจัยนี้ได้ผลิตถ่านกัมมันต์จากขาน้อยเป็นจำนวน 5 Kg.

Executive Summary

โครงการ: การเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับสารละลายของคอนกรีต

เป้าหมาย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมการผลิตพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง ยางพารา เป็นต้น ซึ่งพบว่า ข้าวและน้ำตาลที่ผลิตจากอ้อย ได้มีการส่งออกเป็นอันดับต้นๆ ของโลก อ้อย ที่ส่งเข้าโรงงานแปรรูปเป็นในกระบวนการผลิตน้ำตาล อ้อย 1 ตัน จะเหลือกากหรือขานอ้อยออกมาประมาณ 300 กิโลกรัม ไทยผลิตอ้อยทั้งหมด 66.8 ล้านตัน เมื่อนำไปผลิตน้ำตาลจะเหลือเป็นขานอ้อย 20 ล้านตันต่อปี ถ้านำขานอ้อยเหล่านี้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าป้อนให้กับโรงงานผลิตน้ำตาลอีกทีหนึ่ง ซึ่งจะเหลือเถ้าขานอ้อยประมาณ 0.70 ล้านตัน บางส่วนเกษตรกรนำไปทำปุ๋ย และส่วนใหญ่ใช้ถมที่และกองอยู่ จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขี้เถ้าขานอ้อย (ขี้เถ้าขาว) และถ่านชาร์ (ขี้เถ้าดำ) พบว่า มีธาตุซิลิกา เป็นหลัก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารปอซโซลาน ที่ละเอียดมีความเป็นวัสดุปอซโซลานที่ดี ที่ใช้ในการผลิตคอนกรีตสามารถนำมาทดแทนปูนซีเมนต์ การผลิตคอนกรีตจากขี้เถ้าขานอ้อย (ขี้เถ้าขาว) และถ่านชาร์ (ขี้เถ้าดำ) ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถผลิตได้ภายในประเทศ ซึ่งภาคอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลมีวัตถุประสงค์ในการผลิตอย่างมากมาย จากปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้ ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับสารละลายของคอนกรีต เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการต้านทานการซึมผ่านของน้ำ น้ำเกลือ และการต้านทานสารละลายซัลเฟตและการจำลองอายุการใช้งานของซีเมนต์ที่ถูกทดแทนขึ้นอันจะเป็นการสร้างโอกาสในการเพิ่มรายได้และนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลให้มีความมั่นคง และยังพบว่าอัตราส่วนของการใช้ขี้เถ้าขานอ้อย (ขี้เถ้าขาว) และถ่านชาร์ (ขี้เถ้าดำ) นำมาแทนที่ปูนซีเมนต์ที่เพื่อให้ได้กำลังอัดที่สูงและสามารถช่วยลดค่าการซึมผ่านน้ำเกลือ และการต้านทานสารละลายซัลเฟตได้จึงนำมาทดแทนปูนซีเมนต์และสามารถลดโลกร้อนตลอดจนสามารถลดของเสียที่นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย

วิธีการ

ศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการใช้ขี้เถ้าขานอ้อย (ขี้เถ้าขาว) และถ่านชาร์ (ขี้เถ้าดำ) มาแทนที่ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 เพื่อผลิตคอนกรีตที่ไม่ใช่คอนกรีตโครงสร้างรวมถึงศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ของคอนกรีตที่เตรียมได้โดยศึกษาการต้านทานการดูดซับสารละลายน้ำเกลือ และสารละลายซัลเฟตที่ระยะเวลาบ่มแช่ต่างๆ ที่มีผลต่อความแข็งแรงของคอนกรีตและการตกค้างของสารละลายน้ำเกลือและสารละลายซัลเฟตในเนื้อคอนกรีตที่ระยะบ่มแช่ต่างๆ

ผลที่ได้จากงานวิจัย

ผลจากงานวิจัยแสดงถึงข้อมูลที่ได้ในการผลิตคอนกรีตผสมซีเมนต์ขี้เถ้าขานอ้อย (ซีเมนต์ขาว) และคอนกรีตผสมถ่านชาร์ (ซีเมนต์ดำ) มีการพัฒนากำลังอัดที่ต่ำในช่วงต้น เนื่องจากเมื่อแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าทั้ง 2 ชนิด ทำให้การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันนั้นลดลง ประกอบกับการเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกที่เกิดขึ้นช้า ส่งผลให้กำลังอัดในช่วงต้นนั้นต่ำ แต่เมื่อบ่มคอนกรีตในน้ำผ่านไป 28 วัน พบว่ากำลังอัดของคอนกรีตผสมซีเมนต์ขี้เถ้าขานอ้อย (ซีเมนต์ขาว) ที่ 10% นั้นมีการพัฒนากำลังอัดจนใกล้เคียงกับคอนกรีตปกติ และมีแนวโน้มที่กำลังอัดอาจจะสูงกว่าคอนกรีตปกติในอนาคตและยังพบว่า คอนกรีตปกติมีการเจือปนของคลอไรด์ในคอนกรีตน้อยกว่าคอนกรีตผสมซีเมนต์ขี้เถ้าขานอ้อย (ซีเมนต์ขาว) และคอนกรีตผสมถ่านชาร์ (ซีเมนต์ดำ) โดยปริมาณคลอไรด์จะพบมากที่สุดบริเวณผิวของคอนกรีต และจะลดน้อยลงเมื่อความลึกมากขึ้น โดยเมื่อผสมซีเมนต์ขี้เถ้าขานอ้อย (ซีเมนต์ขาว) ลงไปในคอนกรีตที่เปอร์เซ็นต์การแทนที่ 10% ปริมาณคลอไรด์ที่ผสมอยู่จะมีค่าใกล้เคียงกับคอนกรีตปกติ หรืออาจกล่าวได้ว่ามีความต้านทานคลอไรด์ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพราะคอนกรีตปกติและคอนกรีตผสมซีเมนต์ขี้เถ้าขานอ้อย (ซีเมนต์ขาว) มีค่ากำลังอัดใกล้เคียงกัน คอนกรีตมีกำลังสูง ช่องว่างในคอนกรีตต่ำ เป็นเหตุให้คลอไรด์แทรกซึมได้น้อย และยังพบว่ากำลังอัดของคอนกรีตปกติเมื่อแช่ซัลเฟตมีกำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตผสมซีเมนต์ขี้เถ้าขานอ้อย (ซีเมนต์ขาว) และคอนกรีตผสมถ่านชาร์ (ซีเมนต์ดำ) อย่างชัดเจนในช่วงต้น แต่เมื่อเวลาผ่านไปคอนกรีตผสมซีเมนต์ขี้เถ้าขานอ้อย (ซีเมนต์ขาว) และคอนกรีตผสมถ่านชาร์ (ซีเมนต์ดำ) ที่ 10 % มีอัตราการพัฒนาสูงขึ้น จนมีกำลังใกล้เคียงกับคอนกรีตปกติ สามารถนำมาใช้เป็นคอนกรีตที่ไม่ใช่คอนกรีตโครงสร้าง

สัญญาเลขที่ RDG5850020
แผนงานวิจัย “การพัฒนาและการประยุกต์วัสดุเหลือใช้จากอ้อยเพื่อสิ่งแวดล้อม”
ร่างฉบับสมบูรณ์

1. รายละเอียดเกี่ยวกับแผนงานวิจัย/โครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) การพัฒนาและการประยุกต์วัสดุเหลือใช้จากอ้อยเพื่อสิ่งแวดล้อม
(ภาษาอังกฤษ) Development of activated carbon from bagasse for adsorbing the heavy metal

ชื่อผู้อำนวยการแผนงานวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริกาญจนา ทองมี
หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โทรศัพท์ 02-562-5555 ต่อ 3573
โทรสาร 02-942-8029
E-mail fscisjn@ku.ac.th

นักวิจัยโครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาถ่านกัมมันต์จากขานอ้อยเพื่อดูดซับโลหะหนัก
Development of activated carbon from bagasse for adsorbing the heavy metal

ชื่อผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริกาญจนา ทองมี
หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
หมายเลขโทรศัพท์ 02-562-5555 ต่อ 3573
หมายเลขโทรสาร 02-942-8029
E-mail fscisjn@ku.ac.th

ชื่อผู้วิจัย รองศาสตราจารย์ ตรีเนตร ยิ่งสัมพันธ์เจริญ
หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชา เทคโนโลยีวิศวกรรมการเชื่อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
โทรศัพท์/โทรสาร 02-555-2000 ต่อ 6417
E-mail Trinet2518@yahoo.com

ชื่อผู้วิจัย ดร. สุพรรณิ จันทร์ภิรมณ์
หน่วยงานที่สังกัด สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
สุรนารี
หมายเลขโทรศัพท์ 044-224-245
หมายเลขโทรสาร 044-224-609
E-mail supunnee@sut.ac.th

ที่ปรึกษาโครงการ

ชื่อที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ กรวยสวัสดิ์
หน่วยงานที่สังกัด	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สำนักวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีปทุม
หมายเลขโทรศัพท์	02-5791111 ต่อ 2295
หมายเลขโทรสาร	02-5791111 ต่อ 2217
E-mail	somkiat.kr@spu.ac.th

นักวิจัยโครงการย่อยที่ 2 การเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับสารละลายของคอนกรีต Improving solution absorption performance of concrete

ชื่อผู้วิจัย	รองศาสตราจารย์ ตรีนตร ยิ่งสัมพันธ์เจริญ
หน่วยงานที่สังกัด	ภาควิชา เทคโนโลยีวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
โทรศัพท์/โทรสาร	02-555-2000 ต่อ 6417
E-mail	Trinet2518@yahoo.com

ชื่อผู้วิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริกาญจนา ทองมี
หน่วยงานที่สังกัด	ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
หมายเลขโทรศัพท์	02-562-5555 ต่อ 3573
หมายเลขโทรสาร	02-942-8029
E-mail	fscisjn@ku.ac.th

ชื่อผู้วิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงนุช สังข์อยู่ท (ตันติदनัย)
หน่วยงานที่สังกัด	ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี
หมายเลขโทรศัพท์	085-830-0833
E-mail	nongnuchts@gmail.com

ที่ปรึกษาโครงการ

ชื่อที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. อิมิง ถัง
หน่วยงานที่สังกัด	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
หมายเลขโทรศัพท์	02-5791111 ต่อ 2295
หมายเลขโทรสาร	02-5791111 ต่อ 2217
E-mail	imingtang@yahoo.com

งบประมาณที่ได้รับ	2,100,000 บาท
ระยะเวลาดำเนินงาน	1 ปี

ส่วนที่ 2 รายละเอียดเกี่ยวกับผลงานความก้าวหน้าของการวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย (โดยสรุป)

เพื่อศึกษาการสร้างความมูลค่าเพิ่มของผลผลิตพลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำตาลโดยมุ่งเน้นการนำเอาเศษวัสดุเหลือใช้ เช่น ชานอ้อย และขี้เถ้าชานอ้อย มาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์และคอนกรีต เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรมต่อไป

2.2 Grant Chart เปรียบเทียบกิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการและกิจกรรมที่ทำจริง

โครงการวิจัยย่อย 1

กิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการ และกิจกรรมที่ทำจริง	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. รวบรวมข้อมูลในการผลิตถ่านกัมมันต์จากขานอ้อย 1.1. นำขานอ้อยที่ซื้อจากโรงงานมาดำเนินการทำถ่านชาร์ ดังนี้ 1.1.1 อัดขานอ้อยเป็นแท่ง 1.1.2 ทำการเผาในสภาวะอัดอากาศ หรือ คาร์บอนเซชัน (Carbonization) ที่อุณหภูมิ 400 – 600 °C เป็นเวลา 60 นาที												
2. นำถ่านชาร์ขานอ้อยมาศึกษา 2.1 หาปริมาณคาร์บอนของถ่านชาร์ขานอ้อยที่ได้จากการคาร์บอนเซชัน โดยใช้ EDX analysis และ ศึกษาโครงสร้างพื้นฐานของถ่านชาร์ขานอ้อย โดยใช้เครื่อง Scanning Electron Microscopy (SEM) 2.2 หาขนาดของ pore และ พื้นที่ผิวของถ่านชาร์ขานอ้อย จากกระบวนการคาร์บอนเซชันโดยใช้เครื่อง Surface area analyzer (BET equation)												
3. หาปริมาณการดูดซับโลหะหนักในน้ำเสียโดยใช้เครื่อง AAS analysis												
4. นำถ่านชาร์ขานอ้อยที่ได้จากการคาร์บอนเซชันมา activated 4.1 ถ่านชาร์ขานอ้อยถูกนำมากระตุ้นทางกายภาพ (Physical activation) เพื่อเพิ่มรูพรุน โดยใช้ แก๊ส CO ₂ ที่อุณหภูมิ 700 – 900 °C เป็นเวลา 30 - 120 นาที ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ถ่านกัมมันต์												
5. นำถ่านกัมมันต์ที่ได้มาศึกษาการดูดซับโลหะหนัก												

← → กิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการ

← - - - - - → กิจกรรมที่ทำจริง

โครงการย่อย 2

กิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการ และ กิจกรรมที่ทำจริง	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. รวบรวมข้อมูลในการผลิตคอนกรีตจากวัสดุเหลือใช้จากชี้เถ้าขานอ้อย (ชี้เถ้าขาว) และถ่านชาร์ (ชี้เถ้าดำ)	↔											
2. นำขานอ้อยจากการเผามาศึกษาหาปริมาณคาร์บอนของชี้เถ้าขานอ้อย (ชี้เถ้าขาว)และถ่านชาร์ (ชี้เถ้าดำ) ที่ได้จากการเผา โดยใช้ XRD,SEM analysis		↔										
3. นำซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 + ชี้เถ้าขานอ้อย (ชี้เถ้าขาว) ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800 – 1,000 °C			↔	↔								
4. นำซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 + ถ่านชาร์ (ชี้เถ้าดำ) ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 500 – 700 °C			↔	↔								
5. นำซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 + ชี้เถ้าขานอ้อย (ชี้เถ้าขาว)ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800-1000 °C ทำการปรับปรุงความละเอียดโดยตะแกรงเบอร์ 325 และตรวจสอบคุณสมบัติ			↔	↔								
6. นำซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 + ถ่านชาร์ (ชี้เถ้าดำ) การเผาที่อุณหภูมิ 500 – 700 °C ทำการปรับปรุงความละเอียดโดยตะแกรงเบอร์ 325และตรวจสอบคุณสมบัติ				↔	↔							
7. นำซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1+ ชี้เถ้าขานอ้อย (ชี้เถ้าขาว)และถ่านชาร์ (ชี้เถ้าดำ) ที่ทำการปรับปรุงความละเอียดตามมาตรฐาน specimens)				↔	↔							
8. ทดสอบคอนกรีตผสมชี้เถ้าขานอ้อย (ชี้เถ้าขาว)และถ่านชาร์ (ชี้เถ้าดำ)ด้วยโมลทดสอบทรงกระบอก						↔	↔					

กิจกรรมที่เสนอในข้อเสนอโครงการ และ กิจกรรมที่แท้จริง	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
9. ทดสอบความสามารถในการต้านทาน ซัลเฟตซัลเฟต								←→	←→			
10. ทดสอบการแทรกซึมของคลอไรด์									←→	←→		

2.3 ตารางเปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ได้จริง

โครงการย่อย 1

กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ทันดำเนินการ
1. ดำเนินการเผาชันโดยนำชันอ้อยมา 1.1 อัดเป็นแท่ง 1.2 ทำการเผาในสภาวะอับอากาศหรือคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) ที่อุณหภูมิ 400 – 600°C เป็นเวลา 60 นาที	100%	เป็นไปตามแผน
2. นำถ่านชาร์ชันอ้อยมาศึกษา 2.1 หาปริมาณคาร์บอนของถ่านชาร์ชันอ้อยที่ได้จากการคาร์บอนไนเซชัน โดยใช้ EDX analysis 2.2 ศึกษาโครงสร้างพื้นฐานของถ่านชาร์ชันอ้อยที่ได้จากกระบวนการคาร์บอนไนเซชันโดยใช้เครื่อง Scanning Electron Microscopy (SEM) 2.3 หาขนาดของ pore และ พื้นที่ผิวของถ่านชาร์ชันอ้อย จากกระบวนการคาร์บอนไนเซชันโดยใช้เครื่อง Surface area analyzer (BET equation)	100% 100% 100%	เป็นไปตามแผน เป็นไปตามแผน เป็นไปตามแผน
3. หาปริมาณการดูดซับโลหะหนักในน้ำเสียโดยใช้เครื่อง AAS analysis	100%	เป็นไปตามแผน
4. นำถ่านชาร์ชันอ้อยที่ได้จากการคาร์บอนไนเซชันมา activated 4.1 ถ่านชาร์ชันอ้อยถูกนำมากระตุ้นทางกายภาพ (Physical activation) เพื่อเพิ่มรูพรุนโดยใช้ แก๊ส CO ₂ ที่อุณหภูมิ 700 – 900 °C เป็นเวลา 30 - 120 นาที ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ ถ่านกัมมันต์	100%	เป็นไปตามแผน
5. นำถ่านกัมมันต์ที่ได้มาหาปริมาณการดูดซับโลหะหนักโดยใช้เครื่อง AAS analysis	100%	เป็นไปตามแผน

โครงการย่อย 2

กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
1.ได้ข้อมูลการเผาและวิธีการเผาซีเมนต์ขาว และถ่านชาร์ (ซีเมนต์ดำ)	100	เป็นไปตามแผน
2.ได้ข้อมูลในการวิเคราะห์ของ XRD,SEM analysis ทราบถึงปริมาณคาร์บอนของซีเมนต์ขาว (ซีเมนต์ขาว) และถ่านชาร์ (ซีเมนต์ดำ) ที่ได้จากการเผา	100	เป็นไปตามแผน
3. ได้ข้อมูลในการวิเคราะห์ของSurface analysis (BET) ได้ทราบถึงองค์ประกอบ พื้นที่ผิว และ รูพรุนของซีเมนต์ขาว และซีเมนต์ดำ	100	เป็นไปตามแผน
4. อัตราส่วนการแทนที่ซีเมนต์ขาว (ซีเมนต์ขาว) ที่อัตราส่วน (10% -50%)	100	เป็นไปตามแผน
5.อัตราส่วนการแทนที่ถ่านชาร์ (ซีเมนต์ดำ)ที่อัตราส่วน (10% -50%)	100	เป็นไปตามแผน
6.ได้ส่วนผสมของซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 +ซีเมนต์ขาว (ซีเมนต์ขาว)ที่ทำการปรับปรุงความละเอียด	100	เป็นไปตามแผน
7.ได้ส่วนผสมของซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 +ถ่านชาร์ (ซีเมนต์ดำ)ที่ทำการปรับปรุงความละเอียด	100	เป็นไปตามแผน
8.ทดสอบกำลังอัดของมอดาร์	100	เป็นไปตามแผน
9.ออกแบบอัตราส่วนคอนกรีตที่ผสมซีเมนต์ขาว (ซีเมนต์ขาว) และถ่านชาร์ (ซีเมนต์ดำ)ได้	100	เป็นไปตามแผน
10.ทดสอบกำลังอัดคอนกรีตที่ 3 7 28 วัน	100	เป็นไปตามแผน
11.วางแผนการทดสอบคลอไรด์	100	เป็นไปตามแผน
12.ทดสอบคลอไรด์	100	เป็นไปตามแผน
13.วางแผนทดสอบซัลเฟต	100	เป็นไปตามแผน
14.ทดสอบซัลเฟต	100	เป็นไปตามแผน

2.4 ระบุรายละเอียดที่ได้แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ประเมิน

-

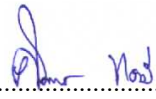
2.5 งานตามแผนงานวิจัย/โครงการวิจัยที่จะทำต่อไป

ทางคณะทำงานมองเห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาถ่านกัมมันต์จากขานอ้อยโดยใช้เอนไซม์เพื่อลดต้นทุนในการผลิต สำหรับภาคอุตสาหกรรม จึงมีความเห็นร่วมกันว่า จะจัดทำข้อเสนอโครงการเพื่อขอทุนสนับสนุนการวิจัยเพิ่มเติม

ส่วนงานวิจัยคอนกรีตก็มีโอกาสเป็นไปได้ที่จะนำเถ้าขานอ้อยมาใช้ในภาคอุตสาหกรรม

2.6 คำชี้แจงเกี่ยวกับปัญหา/อุปสรรค และวิธีการแก้ไข (ถ้ามี)

- ☒ ประชุมกับนักศึกษา/ผู้ช่วยวิจัย หรือนักศึกษาขอพบเพื่อหารือการทำวิจัย15.....ครั้ง
- ☐ ตรวจแก้ผลงานวิจัยที่ทำโดยนักศึกษาหรือผู้ช่วยวิจัย

ลงนาม.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริกาญจนา ทองมี)

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

วันที่5.....เดือน...ตุลาคม.....พ.ศ...2559.....