

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการวิจัยและพัฒนาขยายจากเปลือกกล้วย เพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและพลังงาน การจัดการขยะและการพัฒนาตลาดของผลิตภัณฑ์ในจังหวัดพิษณุโลก เป็นโครงการวิจัยร่วมมือระหว่าง 3 สถาบัน ได้แก่ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และองค์การบริหารส่วนตำบลบางกระทุ่มและบางระกำ โดยมีมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นหน่วยงานรับผิดชอบหลัก โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปี 2552 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ วช. ที่ได้เล็งเห็นความสำคัญการนำขยะมาใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและให้การสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

โครงการนี้ได้ดำเนินงานสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ที่ให้ความร่วมมือ ได้แก่ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 3 และประชากรกลุ่มเป้าหมายในอำเภอบางกระทุ่มและบางระกำ ที่ให้ข้อมูลและให้ความร่วมมือในการทำวิจัย

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์ ศาสตราจารย์ ดร. จงรักษ์ ผลประเสริฐ คุณภัสสร เวียงเกตุ และ คุณรังสรรค์ สโรชวิกสิต ซึ่งเป็นคณะผู้ตรวจสอบทางวิชาการของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยสุดท้ายขอขอบคุณ คุณสุภาพร จินดา ผู้ประสานงานภารกิจโครงการ วช. ที่ได้ให้คำแนะนำและให้การประสานงานเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary)

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย) การวิจัยและพัฒนาขยะจากเปลือกกล้วย เพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร และพลังงานการจัดการขยะและการพัฒนาตลาดของผลิตภัณฑ์ในจังหวัดพิษณุโลก พัฒนาการตลาดของผลิตภัณฑ์ในจังหวัดพิษณุโลก

(ภาษาอังกฤษ) Research and development on waste from banana peels for utilization in food industry and energy, waste management and market development

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

รศ.จิราภรณ์ สอดจิตร์ ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
หมายเลขโทรศัพท์ 055 962742 โทรสาร 055 962703

ผศ. ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
หมายเลขโทรศัพท์ 055 962742 โทรสาร 055 962703

ดร. กนกกานต์ วีระกุล

หน่วยงานที่สังกัด หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

หมายเลขโทรศัพท์ 02 4329435 โทรสาร 02 2445000 ext. 6428

ผศ. ดร. วิจิตร อุดอ้าย

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
หมายเลขโทรศัพท์ 055 963402 โทรสาร 055 962703

รศ. ดร. สัมฤทธิ์ ไม้พวง

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
หมายเลขโทรศัพท์ 055 963401 โทรสาร 055 961025

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2552 งบประมาณที่ได้รับทั้งสองโครงการ 1,000,000 บาท
ระยะเวลาทำวิจัย 12 เดือน ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2552 ถึง 30 กันยายน 2553

2. ความสำคัญที่มาและปัญหาของการทำวิจัย

จากการสำรวจข้อมูลโดยสำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัดพิษณุโลก พบว่าอำเภอบางกระทุ่มและอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่ในการปลูกกล้วยน้ำว้ามากกว่า 400,000 ไร่ มีผลผลิต 7,000 ตันต่อไร่ และมีวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์จากกล้วย เช่น กล้วยตาก กล้วยกวน และผลิตภัณฑ์กล้วยอื่นๆ ประมาณ 60-70 ตันต่อวัน จากกระบวนการแปรรูปกล้วยดังกล่าวก่อให้เกิดเปลือกกล้วยเหลือทิ้ง หวี และก้านเครือกล้วยซึ่งเป็นขยะประมาณ 3-5 ตันต่อวัน ทำให้ต้องสูญเสียงบประมาณในการกำจัดขยะ ประมาณ 10,500-22,500 บาทต่อวัน (150 บาทต่อตันต่อวัน) ดังนั้นการนำขยะมาใช้ประโยชน์ในอาหารโดยการสกัดสารสำคัญ ได้แก่ เซลลูโลส และใยอาหาร นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาเติมในอาหารเป็นการเพิ่มใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้ยังมีส่วนเหลือทิ้งจากกล้วย เช่น หวี และก้านเครือกล้วย สามารถนำมาผลิตถ่านและถ่านกัมมันต์ได้ เพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตเซลลูโลสและใยอาหาร

3. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อทำการสกัดและใช้ประโยชน์ของเปลือก เครือ และหวี ของกล้วยในทางอาหารและพลังงาน

4. ระเบียบวิธีวิจัย (โดยย่อ)

การวิจัยและพัฒนาขยะจากเปลือกกล้วย เพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและพลังงาน โดยนำขยะที่เหลือทิ้งจากการผลิตผลิตภัณฑ์จากกล้วย มาทำการวิจัย 2 โครงการ โครงการที่ 1 ทำการสกัดเซลลูโลสและใยอาหารจากเปลือกกล้วย โดยในการวิจัยศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกล้วย ศึกษาชนิดความเข้มข้นของสารและเวลาที่เหมาะสมในการสกัด ศึกษาลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคของเซลลูโลสผงที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับเซลลูโลสที่ผลิตในทางการค้า และประยุกต์ใช้ใยอาหารและเซลลูโลสผงในผลิตภัณฑ์อาหาร โครงการที่ 2 ผลิตถ่านและถ่านกัมมันต์จากส่วนต่างๆของกล้วย เช่น ก้านเครือ หวี และเปลือก เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ในกระบวนการผลิตอาหาร (เซลลูโลสและใยอาหาร) โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของ เปลือก หวี และเครือกล้วย วิเคราะห์สภาพการเผาของเปลือก หวี และก้านเครือกล้วยเป็นถ่าน

5. ผลการวิจัย

การวิจัยการ ผลิตเซลลูโลสจากเปลือกกล้วย

การผลิตเซลลูโลสจากเปลือกกล้วย มีกระบวนการผลิตที่เหมาะสม คือนำเปลือกกล้วยมาหั่น แล้วนำไปตากแห้งโดยใช้ถ่านที่ผลิตจากส่วนต่างๆของกล้วยเป็น เวลา10-12 ชั่วโมง นำมาบดเป็นผง 35 เมช หลังจากนั้นทำการสกัดเพื่อให้ได้เซลลูโลส โดยใช้เอทานอลที่ความเข้มข้น 90% นาน 16 ชั่วโมง เพื่อขจัดไขมันออก และล้างน้ำ 2 ครั้ง ทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการสกัดเพื่อเอาโปรตีนออกโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ pH 12.0 นาน 24 ชั่วโมง ปรับ pH ให้เป็นกลางด้วย กรดฟอสฟอริกให้ได้ pH 7 ทำการล้างน้ำ 2 ครั้ง แล้วทำการอบแห้งที่ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-10 ชั่วโมง ทำการฟอกสีของเซลลูโลสที่ได้โดยใช้สาร ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 15% ระยะเวลาในการฟอกสี 3 ชั่วโมง ล้างน้ำ 2 ครั้ง ทำให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-10 ชั่วโมง ได้เซลลูโลสที่มีสีขาวโดยมีค่า L เท่ากับ เซลลูโลสที่ผ่านการฟอกสีจากเปลือกกล้วยน้ำวามีต้นทุนการผลิต 1 กิโลกรัม เท่ากับ 10,146 บาท และที่ไม่ผ่านการฟอกสีมีต้นทุนการผลิต 1 กิโลกรัม เท่ากับ 1,982 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับ เซลลูโลสทางการค้าชนิด medium fibrous 1 กิโลกรัมราคา 16,600 บาท ซึ่งมีราคาแพงกว่าเซลลูโลส ที่ผลิตได้ การประยุกต์ใช้ประโยชน์ของเซลลูโลสผงในผลิตภัณฑ์ขนมเค้กเนยสดให้ผลการทดลองดีกว่า สูตรไม่เติมเซลลูโลส และการเติมเซลลูโลสที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยสดคือ1.5%ของแป้งเค้ก

การสกัดเอนไซม์จากเปลือกกล้วย

การสกัดเอนไซม์จากเปลือกกล้วยน้ำวามีกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมคือ การบดเปียก และ ล้างน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส กำจัดไขมันโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กำจัดแป้งโดยใช้เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (α -amylase) และเอนไซม์กลูโคอะไมเลส

การผลิตถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์

ถ่านเปลือกกล้วยที่ได้แม้จะไม่เหมาะในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง เนื่องจากมีขนาดเล็ก และ ย่อยง่ายแต่หากนำมาผสมกับตัวประสานและขึ้นรูปเป็นถ่านอัดแท่งสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกได้ แม้ในการนำไปใช้จริงจะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์และเถ้า แต่จะไม่เกิดสารระเหยง่าย และได้พลังงานเกิดขึ้นจากการเผาถ่าน โดยจะให้พลังงานความร้อนเฉลี่ย 5,123.4 กิโลแคลอรีต่อกรัม ส่วนเถ้าที่เกิดขึ้นจะอยู่ในวงจำกัดสามารถเก็บ และนำไปใช้เพิ่มธาตุอาหารประเภทโปตัสเซียมได้ ซึ่งในเชิงวิทยาศาสตร์ ถือว่าการใช้ชีวมวลไม่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก เพราะจะมีการหมุนเวียนของก๊าซที่เป็นสาเหตุของก๊าซเรือนกระจกผ่านต้นพืชสีเขียวที่นำกลับมาสร้างสารชีวมวลใหม่ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ออกไซด์ของไนโตรเจน เป็นต้น ความแข็งแรงของถ่านอัดแท่งโดยพิจารณาจากค่าความแข็งแรง (Strength) พบว่าดินเหนียว ซีเมนต์ขาว และซีเมนต์จะให้ความแข็งแรงสูงและมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นตัวประสาน ราคาต้นทุนการผลิตถ่านอัดแท่งจากดินเหนียวราคาต่อกิโลกรัมมีค่าต่ำสุดคือเท่ากับ 2.95 บาท ดินเหนียวเป็นวัสดุประสานที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งที่ดีที่สุด การวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าในเปลือกกล้วยรวมจะมีค่าเฉลี่ยของความชื้น คาร์บอนคงตัว สารระเหยง่าย และเถ้า เท่ากับ 13.2 , 48.0 , 34.8 และ 27.6 % ตามลำดับ น้ำส้มควันไม้ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านสามารถลดสารระเหยง่ายจากการเผาโดยตรงได้ถึง 7.2% และที่สำคัญน้ำส้มควันไม้สามารถนำมาเป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชแทนสารเคมีได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถลดการใช้สารเคมีในภาคการเกษตรได้อีกทางหนึ่งด้วย

ในการนำถ่านเปลือกกล้วยมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) แล้วสามารถนำมาใช้เป็นสารบำบัดน้ำ และนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการได้ ทั้งนี้ถ่านกัมมันต์จากเปลือกกล้วยที่เตรียมได้ก็อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จึงเป็นทางเลือกอีกด้านหนึ่งที่จะพัฒนาไปสู่ระดับการค้าได้ โดยสรุป เปลือกกล้วยซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปกล้วย หากมีการจัดเก็บและนำมาแปรรูปในรูปถ่านอัดแท่งถ่านกัมมันต์ โดยมีการบริหารจัดการที่ดี ของเหลือทิ้งเหล่านี้จะเกิดประโยชน์อย่างสูงต่อชุมชนเอง และลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ลดปัญหาค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสีย

6. ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเพื่อหาแนวทางการนำวัสดุเหลือทิ้งจากส่วนต่างๆของกล้วย ซึ่งคณะผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญในการที่จะหาแนวทางการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ซึ่งมีปัญหากำจัดไม่ว่าจะจะเป็นวิธีการฝังกลบซึ่งเปลืองพื้นที่ และงบประมาณในการขนส่ง การเผาทำให้เกิดปัญหาด้านมลพิษ แต่หากนำมากำจัดอย่างถูกวิธี ปัญหาเหล่านี้จะเป็นโอกาสหรือเกิดประโยชน์ให้กับชุมชนเอง และสร้างมูลค่าจากขยะเหล่านี้ โดยคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสำเร็จมาแล้วในชุมชนตำบลบางกระพุ่ม อำเภอบางกระพุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ตำบลหนองตูม ตำบลท่าฉนวน อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการทำปุ๋ยหมักจากเปลือกกล้วยซึ่งประสบผลสำเร็จมาแล้ว และได้ขยายผลไปยังชุมชนอื่นๆด้วย สามารถแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน และเป็นต้นแบบให้แก่ชุมชนอื่นที่สนใจ

อนึ่งในการบูรณาการผลการศึกษานำเปลือกกล้วยมาผลิตเชลลูโลส และใยอาหาร และนำเปลือก หวีและเครือกล้วย มาผลิตเป็นถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้ในการกำจัดของเหลือทิ้งจากเปลือกกล้วยและเป็นทางเลือกให้กับกลุ่มหรือชุมชนที่มีผลิตภัณฑ์จากกล้วย โดยคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยมาแล้ว เห็นว่าผลการวิจัยทั้งสองแนวทางมีความเป็นไปได้ หากมีการบริหารจัดการเข้ามาดำเนินการ โดยการสร้างความเข้าใจกับชุมชน การนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ และการมีส่วนร่วมของชุมชน องค์กรส่วนท้องถิ่น และภาครัฐที่เกี่ยวข้อง สามารถแก้ปัญหาในระยะยาวได้ เป็นการเพิ่มศักยภาพในการผลิตพลังงานทดแทนในชุมชน ลดการใช้พลังงานสิ้นเปลือง รวมถึงสามารถแก้ปัญหาได้อื่น เช่นการผลิตถ่านกัมมันต์เพื่อนำมาใช้บำบัดน้ำในชุมชนที่มีปัญหาการปนเปื้อนของแหล่งน้ำ นอกจากนี้จะเป็นการลดการเผาวัสดุเหล่านี้ การลดงบประมาณในการขนส่งขยะในหลุมฝังกลบ การยืดอายุของบ่อขยะ ที่สำคัญเป็นการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

7. การนำไปใช้ประโยชน์

จากผลการศึกษาวิจัยทำให้ทราบถึงวิธีการเปลี่ยนขยะมาเป็นอาหารและพลังงาน ซึ่งการใช้ประโยชน์ของโครงการในทางเศรษฐศาสตร์สามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะอย่างน้อย 10,500 บาทต่อวัน ลดปัญหาขยะเน่าเหม็น และเป็นทางเลือกในการส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจในการกำจัดขยะ นอกจากนี้การผลิตอาหาร ซึ่งได้แก่ เชลลูโลสและใยอาหารยังสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชน และการผลิตถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์นอกจากจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตอาหารแล้วยังสามารถจำหน่ายเป็นรายได้เสริมให้กับชุมชน หากมีการประยุกต์ใช้ถ่านกัมมันต์ก็สามารถผลิตเป็นสาร

ในเชิงนโยบายเป็นความร่วมมือกับ 4 สถาบัน ได้แก่ อบต. บางกระทุ่มและบางระกำ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และมหาวิทยาลัยนเรศวร ในการส่งเสริมให้ประชาชนกำจัดขยะและรักษาความสะอาดของที่บ้านและสถานที่สาธารณะ โดยโครงการต่อไปจะทำการบริหารจัดการขยะจากกล้วยทั้งนี้เพื่อเป็นทางเลือกขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นดังกล่าว นำไปใช้ในการแผนบริหารงานต่อไป

8. การบูรณาการผลงานที่ได้จากการศึกษา

โครงการสกัดเซลลูโลสและใยอาหาร และการผลิตถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์จากวัสดุเหลือทิ้งจากส่วนต่างๆของกล้วย ทั้งนี้เพื่อหาแนวทางการนำวัสดุเหลือทิ้งจากส่วนต่างๆของกล้วย ซึ่งคณะผู้วิจัยเห็นความสำคัญในการที่จะหาแนวทางการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ มีปัญหาการกำจัดไม่ว่าจะเป็นวิธีการฝังกลบซึ่งเปลืองพื้นที่ และงบประมาณในการขนส่ง การเผาทำให้เกิดปัญหาด้านมลพิษ แต่หากนำมากำจัดอย่างถูกวิธี ปัญหาเหล่านี้จะเป็นโอกาสหรือเกิดประโยชน์ให้กับชุมชนเอง และสร้างมูลค่าจากขยะเหล่านี้ โดยคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสำเร็จมาแล้วในชุมชนตำบลบางกระทุ่ม อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ตำบลหนองตูม ตำบลท่าฉนวน อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการทำปุ๋ยหมักจากเปลือกกล้วยซึ่งประสบผลสำเร็จมาแล้ว และได้ขยายผลไปยังชุมชนอื่นๆด้วย สามารถแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน และเป็นต้นแบบให้แก่ชุมชนอื่นที่สนใจ

การนำเปลือกกล้วยมาสกัดเซลลูโลสและใยอาหาร และการนำเปลือกกล้วย หวีและเครือกล้วย มาทำเป็นถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์ เป็นแนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้ในการกำจัดของเหลือทิ้งจากเปลือกกล้วยและเป็นทางเลือกให้กับกลุ่มหรือชุมชนที่มีผลิตภัณฑ์จากกล้วย จากการวิจัยได้สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเซลลูโลส คือนำเปลือกกล้วยมาหั่น แล้วนำไปตากแห้งโดยใช้ถ่านอัดแท่งที่ผลิตจากส่วนต่างๆของกล้วยเป็น เวลา 10-12 ชั่วโมง นำมาบดเป็นผง 35 เมช หลังจากนั้นทำการสกัดเพื่อให้ได้เซลลูโลส โดยใช้เอทานอลที่ความเข้มข้น 90% นาน 16 ชั่วโมง เพื่อขจัดไขมันออก และล้างน้ำ 2 ครั้ง ทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-10 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการสกัดเพื่อเอาโปรตีนออกโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ pH 12.0 นาน 24 ชั่วโมง ปรับ pH ให้เป็นกลางด้วย กรดฟอสฟอริกให้ได้ pH 7 ทำการล้างน้ำ 2 ครั้ง แล้วทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8-10 ชั่วโมง ทำการฟอกสีของเซลลูโลสที่ได้โดยใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 15% ระยะเวลาในการฟอกสี 3 ชั่วโมง ล้างน้ำ 2 ครั้ง ทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศา

การสกัดใยอาหารจากเปลือกกล้วยน้ำว้า มีกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมคือ การบดเปียก และล้างน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส กำจัดไขมันโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน 2 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กำจัดแป้งโดยใช้เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (α -amylase) และเอนไซม์กลูโคอะไมเลส ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.05 กำจัดโปรตีนโดยใช้เอนไซม์นิวเทรล (nutrase) ความเข้มข้นร้อยละ 10 จากนั้น อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส **โดยใช้เชื้อเพลิงจากถ่านอัดแท่ง** จนความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 3.56 ได้เป็นใยอาหารสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้า เมื่อนำใยอาหารที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ พบว่า มีค่าสี L a และ b เท่ากับ 15.58 8.45 และ 11.63 ตามลำดับ ค่าร้อยละการอุ้มน้ำ (WHC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ปริมาณน้ำอิสระ (Aw) มีค่าเท่ากับ 9.52 5.04 และ 0.31 ตามลำดับ

การผลิตถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์

ถ่านเปลือกกล้วยที่ได้แม้จะไม่เหมาะในการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง เนื่องจากมีขนาดเล็ก และ ยุ่งง่ายแต่หากนำมาผสมกับตัวประสานและขึ้นรูปเป็นถ่านอัดแท่งสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกได้ แม้ในการนำไปใช้จริงจะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์และเถ้า แต่จะไม่เกิดสารระเหยง่าย และได้พลังงานเกิดขึ้นจากการเผาถ่าน โดยจะให้พลังงานความร้อนเฉลี่ย 5,123.4 กิโลแคลอรีต่อกรัม ส่วนเถ้าที่เกิดขึ้นจะอยู่ในวงจำกัดสามารถเก็บ และนำไปใช้เพิ่มธาตุอาหารประเภทโปตัสเซียมได้ ซึ่งในเชิงวิทยาศาสตร์ ถือว่าการใช้ชีวมวลไม่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก เพราะจะมีการหมุนเวียนของก๊าซที่เป็นสาเหตุของก๊าซเรือนกระจกผ่านต้นพืชสีเขียวที่นำกลับมาสร้างสารชีวมวลใหม่ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ ออกไซด์ของไนโตรเจน เป็นต้น ความแข็งแรงของถ่านอัดแท่งโดยพิจารณาจากค่าความแข็งแรง(Strength) พบว่าดินเหนียว ซีเมนต์ขาว และซีเมนต์จะให้ความแข็งแรงสูงและมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นตัวประสาน ราคาต้นทุนการผลิตถ่านอัดแท่งจากดินเหนียว ราคาต่อกิโลกรัมมีค่าต่ำสุดคือเท่ากับ 2.95 บาท ดินเหนียวเป็นวัสดุประสานที่ใช้ในการผลิตถ่านอัดแท่งที่ดีที่สุด การวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าในเปลือกกล้วยรวมจะมีค่าเฉลี่ยของความชื้น คาร์บอนคงตัว สารระเหยง่าย และเถ้า เท่ากับ 13.2 , 48.0 , 34.8 และ 27.6 % ตามลำดับ

การนำไปใช้ประโยชน์

จากผลการศึกษาทำให้ทราบถึงวิธีการเปลี่ยนขยะมาเป็นอาหารและพลังงาน ซึ่งการใช้ประโยชน์ของโครงการในทางเศรษฐศาสตร์สามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะอย่างน้อย 10,500 บาทต่อวัน ลดปัญหาขยะเน่าเหม็น และเป็นทางเลือกในการส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจในการกำจัดขยะ นอกจากนี้การผลิตอาหาร ซึ่งได้แก่ เชลลูโลสและใยอาหารยังสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชน และการผลิตถ่านอัดแท่งและถ่านกัมมันต์นอกจากจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตอาหารแล้วยังสามารถจำหน่ายเป็นรายได้เสริมให้กับชุมชน หากมีการประยุกต์ใช้ถ่านกัมมันต์ก็สามารถผลิตเป็นสารบำบัดน้ำเสียได้อีกด้วย ซึ่งประโยชน์เหล่านี้จะส่งผลให้ชุมชนมีรายได้เพิ่มขึ้น มีสุขภาพดี (เนื่องจากสามารถลดปัญหามลพิษ) สามารถพึ่งตนเองได้และเสริมสร้างความมั่นคงของชีวิตและสังคม ในเชิงนโยบายเป็นความร่วมมือกับ 4 สถาบัน ได้แก่ อบต. บางกระทุ่มและบางระกำ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และมหาวิทยาลัยนเรศวร ในการส่งเสริมให้ประชาชนกำจัดขยะและรักษาความสะอาดของที่บ้านและสถานที่สาธารณะ โดยโครงการต่อไปจะทำการบริหารจัดการขยะจากกลัวยทั้งนี้ เพื่อเป็นทางเลือกขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่นดังกล่าวนำไปใช้ในการแผนบริหารงานต่อไป

การวิเคราะห์ภาพรวมปริมาณขยะเปลือกกล้วยในพื้นที่วิจัย จากการสำรวจมีปริมาณขยะเปลือกกล้วย 3-5 ตันต่อวัน หรือ 90 -150 ตันต่อเดือน มีปริมาณเพียงพอจะนำมาใช้เชิงธุรกิจในการหาผลผลิตทั้ง 3 ชนิดได้

ข้อมูลจากการวิจัย

ผลิตภัณฑ์เชลลูโลส

ในการผลิตเชลลูโลสใช้วัตถุดิบเปลือกกล้วยน้ำว้า 5 ก.ก. สามารถผลิตเชลลูโลสได้ 250 กรัม หากมีเปลือกกล้วย 3,000 ก.ก. – 5,000 ก.ก. สามารถนำมาใช้ในการผลิตเชลลูโลส จะได้ผลิตภัณฑ์เท่ากับ 150 ก.ก.-250 ก.ก.

ผลิตภัณฑ์ใยอาหาร

ส่วนการผลิตใยอาหารใช้วัตถุดิบเปลือกกล้วยน้ำว้า 5 ก.ก. สามารถผลิตใยอาหารได้ 225 กรัม มีเปลือกกล้วยวันละ 3,000-5,000 กิโลกรัม จะได้ผลิตภัณฑ์เท่ากับ 135 ก.ก. - 225 ก.ก.

ถ่านเปลือกกล้วย

ถ่านเปลือกกล้วย 1000 ก.ก. ได้ถ่านอัดแท่ง 579 ก.ก. หากมีเปลือกกล้วยโดยเฉลี่ย 4,000 ก.ก. ต่อวัน และมีส่วนก้านเครือ หวี 2000 ก.ก. สามารถนำไปผลิตถ่าน จะสามารถผลิต ผลิตภัณฑ์ได้ดังต่อไปนี้ เมื่อนำมากระตุ้นด้วยกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) จะได้ถ่านกัมมันต์จะมีต้นทุนการผลิตถ่านกัมมันต์จากเปลือกกล้วยต่อกิโลกรัมเท่ากับ 85.47 บาท

ดังนั้นหากสามารถผลิตได้อย่างครบวงจรดังกล่าวชุมชนจะมีรายได้ประมาณ 3 กว่าล้านบาทต่อเดือน (ตารางที่ 1) แต่ทั้งนี้จะต้องมีตลาดของผลิตภัณฑ์และการบริหารจัดการที่ดี

ตารางที่ 1 การต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ และการวิเคราะห์ผลประโยชน์ที่จะได้จากงานวิจัย

เปลือกกล้วยต่อวัน 4,000 ก.ก.	ผลิตภัณฑ์ ที่ได้ ต่อ วัน (ก.ก.)	ผลิตภัณฑ์ที่ ได้ ต่อเดือน (ก.ก.)	ต้นทุนการ ผลิตต่อ กิโลกรัม (บาท)	ต้นทุนการ ผลิตต่อเดือน (บาท)	ราคาจำหน่าย โดยประมาณ กิโลกรัมต่อบาท ต่อเดือน
เปลือกกล้วยผลิตเซลลูโลส 2,000 ก.ก.	100	2,600*	6,960	18,096,000	23,400,000****
เปลือกกล้วยผลิตใยอาหาร 2,000 ก.ก.	90	2,340	491.25	1,149,525	234,000*****
เปลือกกล้วยผลิตถ่านอัด แท่ง 1,000 ก.ก.	579	15,054	1.51	2,273,154	150,540**
ก้านเครือและหวีผลิต ถ่านกัมมันต์ 1,000 ก.ก.	579	15,054	85.47	1,286,665	2,709,720***
รวม	ผลต่าง 2-1 เท่ากับ 3,688,916			22,805,344 ¹	26,494,260 ²

หมายเหตุ

* คิดวันทำงาน 26 วันต่อเดือน

** ราคาจำหน่ายถ่านอัดแท่งกิโลกรัมละ 10บาท

***ราคาถ่านกัมมันต์เป็นถ่านคุณภาพระดับการค้าอยู่ที่กิโลกรัมละ 180 บาท

**** ราคาเซลลูโลสราคาโดยประมาณ 9,000 บาทต่อกิโลกรัม

***** ราคาใยอาหารโดยประมาณ 1,000 บาทต่อกิโลกรัม