รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **ชุดโครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

2. **โครงการวิจัย** : การผลิตไบโอเอทานอลจากชีวมวลโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ
   กิจกรรม : การศึกษาศักยภาพของพืชและชีวมวล (Biomass) ในประเทศไทยสำหรับผลิตไบโอเอทานอล
   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ศึกษา คัดเลือก และทดสอบชีวมวลในภาคต่างๆของประเทศไทยที่มีศักยภาพในการผลิตไบโอเอทานอล
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Biomass study, selection capacity testing for efficient bio-ethanol production from various parts of Thailand.

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
   หัวหน้าการทดลอง : นายพยุงศักดิ์ รวยอารี
   หน่วยงานต้นสังกัด : สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

   ผู้ร่วมงาน : นางหทัยรัตน์ อุไรรงค์
   หน่วยงานต้นสังกัด : สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

   : นางบุญเรือนรัตน์ เรืองวิเศษ
   หน่วยงานต้นสังกัด : สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร

   : นายวุฒิพล จันทร์สระคู
   หน่วยงานต้นสังกัด : ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร

   : นายพินิจ จิรัคคกุล
   หน่วยงานต้นสังกัด : ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ : ชีวมวล (biomass) จัดเป็นสารอินทรีย์ทั่วไปตามธรรมชาติที่เก็บสะสมพลังงานที่มีประโยชน์ไว้ในตัวเองได้และสามารถดึงเอาพลังงานนั้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อเก็บรวมรวม ศึกษาชนิดและปริมาณชีวมวลที่มีศักยภาพในการผลิตไบโอทานอลและในแต่ละพื้นที่ สวพ. กรมวิชาการเกษตร ตัวอย่างชีวมวล ได้แก่ ต้นเลา ต้นหญ้าเนเปียร์ยักษ์ เปลือกยูคาลิปตัส อ้อยพลังงาน และทะลายปาล์ม ในการผลิตไบโอเอทานอล นำมาผ่านกระบวนการ pre-treatment ด้วย NaOH ที่ 0.4%, 1%, 2% และ 20% ตามลำดับ เพื่อแยกลิกนินออก นำไปหมักให้เป็นน้ำตาลและแอลกอฮอล์ ก่อนตรวจวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และปริมาณน้ำตาลและแอลกอฮอล์หลังหมัก ทำการทดลองและวิเคราะห์ผลที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่นและสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร ระหว่างปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2557 ผลการทดลอง พบว่า เปอร์เซ็นต์การย่อยลิกนินของชีวมวลมีค่าต่ำสุด และเปอร์เซ็นต์การย่อยเฮมิเซลลูโลสมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ เซลลูโลส ส่วนปริมาณแอลกอฮอล์หลังหมักให้เป็นน้ำตาล จัดเป็นช่วงการศึกษาสำคัญเพื่อให้ได้ผลผลิตสารตั้งต้นในการเปลี่ยนให้เป็นไบโอเอทานอลที่มีประสิทธิภาพ ยังอยู่ระหว่างการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

คำนำ : พลังงานจัดเป็นปัจจัยสำคัญและมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ หลายๆประเทศทั่วโลกต่างแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนรูปแบบใหม่เพื่อเป็นหลักประกันความมั่นคงด้านพลังงานในระยะยาว ทั้งยังเป็นการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการใช้พลังงานที่ได้จากฟอสซิล เช่น น้ำมัน และถ่านหิน อันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนในภาวะของภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ปัจจุบัน น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญของโลกกำลังจะหมดลง แหล่งอาหารของโลกก็ลดลงเช่นเดียวกันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกแบบทวีคูณในขณะที่ผลิตอาหารเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงเนื่องจากความแห้งแล้ง การใช้พื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยมากขึ้นและภัยธรรมชาติต่างๆ จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะพัฒนาแหล่งของพลังงานเชื้อเพลิงเหลวจากแหล่งใหม่ที่ได้จากแหล่งคาร์บอนธรรมชาติโดยไม่รบกวนพืชอาหาร ซึ่งแหล่งของพลังงานรุ่นแรกได้แก่ ข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง อ้อยและอื่นๆ มีปริมาณจำกัดทั้งยังเป็นพืชอาหารและใช้ในการผลิตอาหารของโลก พืชพลังงานสำหรับใช้ในการผลิตเอทานอลแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มแรก คือ พืชน้ำตาล เช่น อ้อย ข้าวฟ่างหวาน หัวผักกาดหวาน กลุ่มที่ 2 คือ พืช แป้งที่มีหัวใช้สะสมอาหารเช่น มันสำปะหลัง มันฝรั่ง มันเทศ พืชแป้งที่สะสมอาหารในรูปเมล็ดเช่น ข้าวโพด ข้าว สาลี ข้าว ข้าวบาร์เลย์ และกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มลิกโนเซลลูโลส ได้แก่ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ต้นพืช ต้นข้าวโพด ฟางข้าว หญ้าพื้นเมือง (switch grass) กากชานอ้อย กากมันสำปะหลัง เป็นต้น หากแต่ความต้องการของมนุษย์ยังมีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามจำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ดังนั้น หลายประเทศจึงมี

ความพยายามอย่างยิ่งที่จะหาพลังงานทางเลือก อื่น ในรูปแบบต่างๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ไบโอดีเซล พลังงานลม น้ำ แสงอาทิตย์ เพื่อที่จะนำมาทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม

ชีวมวล เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์และสามารถนำพลังงานที่เก็บไว้เหล่านั้น มาผลิตเป็นพลังงานได้ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานได้แก่ เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เป็นต้น ตัวอย่างชีวมวลในประเทศไทย เช่น แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากปาล์ม กากมัน และซังข้าวโพด เป็นต้น (พลังงานชีวมวล (http://www.eppo.go.th/power/powerN/PICP/File/%2814%29.pdf เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2558) หรือ ฟางข้าว เศษไม้ยางพารา กากอ้อย ใบอ้อยและยอดอ้อย เปลือกและกากมันสำปะหลัง กากปาล์ม ใบปาล์มและต้นปาล์ม ซังข้าวโพดและลำต้นข้าวโพด แต่ละชนิดชีวมวลก็จะมีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกันออกไปตามประเภท น้ำหนัก และที่มาของแต่ละชีวมวลเป็นต้น (ประเภทของชีวมวล : http://www.espthailand.com/article/types-of-biomass.html เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2558)

ในปี ค.ศ. 2010 ทุกประเทศทั่วโลกหันมาให้ความสนใจกับการใช้ประโยชน์จากชีวมวลซึ่งจะเน้นการผลิตด้วยวัตถุดิบที่เป็นลิกโนเซลลูโลสเป็นหลัก แม้ว่าการผลิตเอทานอลส่วนใหญ่จะยังผลิตจากวัตถุดิบแป้งและน้ำตาล แต่เนื่องจากแป้งและน้ำตาลเป็นพืชอาหารอาจผลิตได้ไม่เพียงพอสำหรับการบริโภค จึงต้องใช้วัสดุอื่นทดแทน (พิสมัย, 2548) เช่นเดียวกับประเทศไทยซึ่งปัจจุบันกำลังประสบปัญหาแนวโน้มการใช้พลังงานที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และแหล่งพลังงานในประเทศมีอัตราการผลิตได้ไม่เพียงพอกับความต้องการในการใช้อุปโภคและบริโภคของประชากร ประกอบราคาน้ำมันซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในตลาดโลกมีราคาแพง และมีอยู่อย่างจำกัด จึงจำเป็นต้องมีมาตรการเร่งรัด และสนับสนุนให้มีการศึกษา ค้นคว้า หาแหล่งพลังงานทดแทนซึ่งจะนำมาซึ่งพลังงาน ทางเลือกใหม่มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การนำชีวมวลมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเอทานอลเพื่อทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงอย่างน้ำมันปิโตรเลียม อาทิ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และอุตสาหกรรม เช่น เปลือกหรือแกนสับปะรด ทลายปาล์ม น้ำกากส่าจากโรงงานสุรา เศษไม้ขี้เลื่อยจากโรงงานทำไม้ ของเสียจากโรงงานทำกระดาษ ของเหลือใช้หลังจากการเก็บเกี่ยว เช่น กากถั่วเหลือง ฟางข้าว รำข้าว ชานอ้อย ซังและเปลือกข้าวโพด และขี้เลื่อย เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรภายในประเทศ ซึ่งมีการรายงานประมาณการของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประมาณการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของประเทศไทย

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	**ปริมาณ (ล้านตัน/ปี)**
ฟางข้าว	40
ใบ ลำต้น เปลือกและซังข้าวโพด	6.4
ลำต้นและใบสับปะรด	4
ปาล์ม : ทะลายเปล่า กากเนื้อ เส้นใย กาก เมล็ดในและกะลา	2.7
ลำต้นและใบมันสำปะหลัง	1.7
6. กาบมะพร้าว กะลาเปล่า และกากมะพร้าว	1.1
รวม	**55.9**

ในปี พ.ศ. 2550/2551 จากการศึกษาและวิเคราะห์ศักยภาพพลังงานชีวมวลของประเทศไทยเบื้องต้น โดยเป็นเพียงการวิเคราะห์และประเมินพลังงานชีวมวลที่สามารถผลิตได้จากผลผลิตทางการเกษตรต่างๆ ได้แก่ ข้าว น้ำตาล ข้าวโพด มันสำปะหลัง ไม้ยางพารา และปาล์มน้ำมัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดพื้นที่ปลูก ผลผลิตพืชหลัก และไม้ยางพารา ปี พ.ศ. 2549/2550 และ ปี พ.ศ. 2550/2551

(หน่วย: พันไร่ / พันตัน)

ชนิด	พ.ศ. 2549-2550		พ.ศ. 2550-2551	
	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต
อ้อย	6,314	64,365	6,588	73,501
ข้าว	67,610	29,640	66,950	29,900
ข้าวฟ่าง	208	57	205	55

ชนิด	พ.ศ. 2549-2550		พ.ศ. 2550-2551	
	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต	พื้นที่เก็บเกี่ยว	ผลผลิต
ข้าวโพด	5,969	3,602	6,517	4,249
น้ำมันปาล์ม	2,663	6,613	2,873	9,264
มันสำปะหลัง	7,338	26,915	7,397	25,155
สับปะรด	597	2,305	581	2,278
ไม้ยางพารา	10,393	5,700	11,371	3,166

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ. 2550-2551

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก มักมีองค์ประกอบหลักเป็นเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน โดยเฉพาะเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส จัดเป็นโพลิซัคคาไรด์ที่มีอยู่มากในผนังเซลล์ของพืชทุกชนิด เซลลูโลสเป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลซึ่งต่อกันเป็นสายยาว การตัดเซลลูโลสอาจตัดด้วยกรดหรือเอนไซม์ พืชแต่ละชนิดก็มีสัดส่วนของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนินที่แตกต่างกัน ในกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์จากชีวมวล จำเป็นต้องเปลี่ยนโครงสร้างของพืชให้ย่อยง่ายขึ้น แยกเอาเฮมิเซลลูโลสและลิกนิน ออกด้วยปฏิกิริยาของกรดหรือเอนไซม์ที่ได้จากเชื้อรา แบคทีเรีย แอคติโนมัยซีส เป็นต้น เพื่อเปลี่ยนเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาลแล้วหมักด้วยยีสต์จนได้ แอลกอฮอล์ แต่ข้อดีของการใช้เอนไซม์จากจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารเหล่านี้เมื่อเทียบกับวิธีทางเคมีคือ การเร่งปฏิกิริยาโดยใช้เอนไซม์มีความจำเพาะกับสับสเตรทมากกว่า เอนไซม์ทำงานในสภาวะแวดล้อมที่ไม่รุนแรง และไม่มี การสูญเสียสับสเตรทในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ดังนั้น ในเชิงอุตสาหกรรมจึงได้มีการนำ เอนไซม์เซลลูเลส (Cellulase) และไซแลนเนส (Xylanase) มาใช้อย่างกว้างขวาง เอนไซม์เซลลูเลส ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์น้ำตาลกลูโคส และอาหารสัตว์บางชนิด เป็นต้น ส่วนเอนไซม์ไซแลนเนส สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมฟอกสีเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมอาหาร และอาหารสัตว์ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตพลังงานทดแทนจากชีวมวล เป็นการใช้ประโยชน์จากความสามารถของจุลินทรีย์ ในการย่อยสารประกอบเหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ให้สามารถกลับมาใช้ประโยชน์ได้คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น ทั้งยังมีข้อดีหลายประการ เช่น เป็นการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในท้องถิ่นนั้น ๆ ก่อให้เกิดการจ้างงานในท้องถิ่น ลดภาระการพึ่งพาแหล่งพลังงานจากต่างประเทศ ทำให้เกษตรกรมีรายได้ ลดการสูญเสียเงินตราออกนอกประเทศ มีความมั่นคงทางพลังงานเพิ่มขึ้น ใช้เทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนในกระบวนการผลิตจึงพึ่งพาตนเองได้ พลังงานที่ได้ในรูปของเหลวสามารถนำไปใช้กับเทคโนโลยียานยนต์ในยุคปัจจุบัน ดังนั้น การวิจัยเพื่อศึกษาชนิดของจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิต

เอนไซม์เซลลูเลสและไซแลนเนส จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอลจากชีวมวลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ดี ปัญหาอุปสรรคของการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน ไม่ว่าจะเป็นการผลิตเอทานอล ไบโอดีเซล หรือการผลิตไฟฟ้าจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ ปัญหาด้านการขาดแคลนวัตถุดิบ ไม่ว่าจะเป็น มันสำปะหลัง กากน้ำตาล สำหรับการผลิตเอทานอล หรือน้ำมันปาล์ม น้ำมันพืชใช้แล้ว สำหรับการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งแนวทางการแก้ไขจำเป็นที่จะต้องมีการส่งเสริมการปลูก มันสำปะหลัง อ้อย ปาล์มน้ำมัน หรือ การส่งเสริมการปลูก พืชพลังงานอื่นๆที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลหรือไบโอดีเซล เช่น ข้าวฟ่างหวาน สบู่ดำ เป็นต้น

แต่สำหรับปัญหาอุปสรรคของการผลิตพลังงานจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรนั้นแตกต่างกันกล่าวคือ ประเทศไทยมีแหล่งชีวมวลที่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมากมายกระจัดกระจายไปในภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ ทั้งที่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตเกษตร และ ไร่ นา สวน เกษตร ทำให้ศักยภาพเชิงพาณิชย์ของการใช้เชื้อเพลิงจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีอยู่มาก ซึ่งจากข้อมูลการ สำรวจปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลคงเหลือ ในปี 2549 ของมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม พบว่า มีเชื้อเพลิงชีวมวลที่ยังไม่ถูกนำมาใช้เป็นพลังงานความร้อนหรือไฟฟ้า อีกกว่า 34 ล้านตัน คิดเป็นพลังงานเทียบเท่ามันดิบ 7,200 ตัน (ktoe) ซึ่งการนำฟางข้าวมาผลิตเป็นเอทานอลก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งเพื่อพัฒนาพลังงานทดแทนที่ยั่งยืนสำหรับประเทศไทย

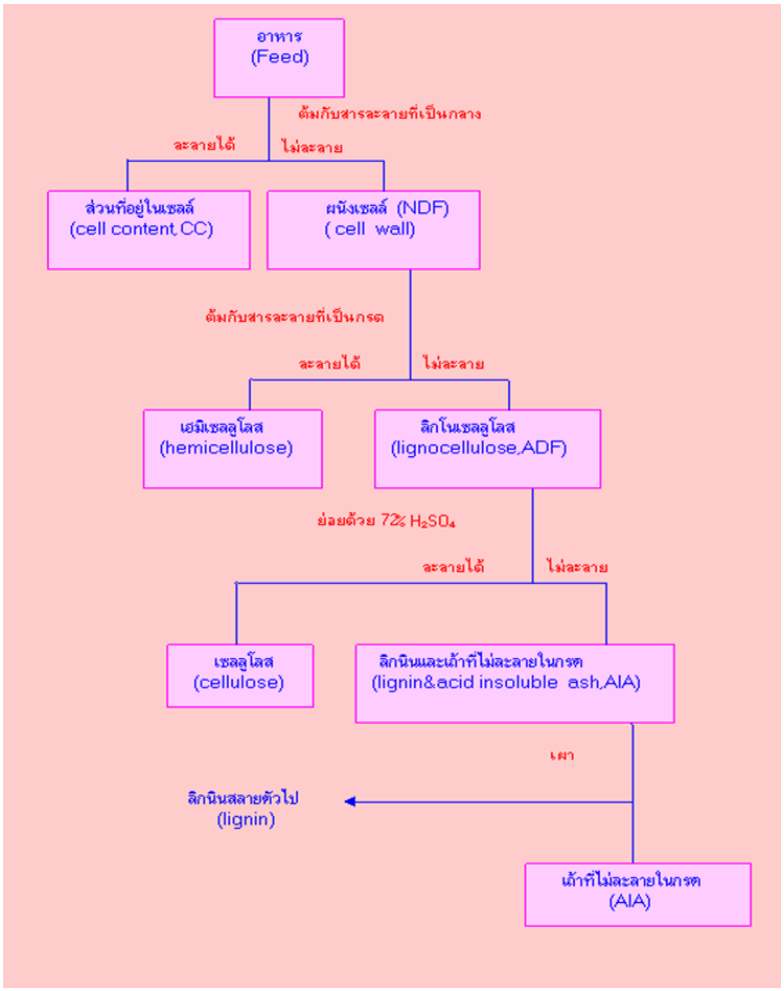
ตารางที่ 3 ปริมาณชีวมวลคงเหลือของประเทศไทย ปี 2549

ชนิดเชื้อเพลิงชีวมวล	**ปริมาณคงเหลือ (ตัน)**	**พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบ (กิโลตัน)**
ฟางข้าว	11,468,784.21	3,350.95
ใบอ้อย	6,854,574.70	2,514.43
เหง้ามันสำปะหลัง	3,613,504.37	470.10
ทะลายปาล์ม	957,764.30	164.32
ลำต้นข้าวโพด	2,394,527.90	113.48
ซังข้าวโพด	332,627.51	75.75
ใยปาล์ม	113,734.51	31.80

ที่มา : มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2549

ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลสำหรับเป็นพลังงานทดแทนจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ทะลายปาล์ม ซังข้าวโพด และอื่นๆนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาระบบการเตรียมวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการหมักและการย่อยสลายของยีสต์ในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอลได้อย่างรวดเร็วและคุ้มค้าเชิงเศรษฐศาสตร์

รูปที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบของผนังเซลล์พืชด้วยวิธี Detergent method



ที่มา: http://www.dld.go.th/ncna_nak/index/Detergent%20analysis.htm

5. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์ - ชีวมวลที่เก็บได้ในแต่ละพื้นที่
- อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการแยกเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสออกจากชีวมวล

1. วิธีการ ศึกษาศักยภาพชีวมวลกลุ่มที่ 1 (กลุ่มพืชพลังงานทดแทน) ได้แก่ ต้นเลา หญ้าเนเปียร์ และอ้อยพลังงาน
2. ศึกษาศักยภาพกลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร) ได้แก่ เปลือกไม้ยูคาลิปตัส และทะลายปาล์ม
3. ตรวจวิเคราะห์ปริมาณ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากกลุ่มชีวมวลที่คัดเลือก ทั้งก่อนและหลังการทำ (Pre-treatment) โดยใช้ NaOH ในอัตรา 0.4 % 1% 2% และ 20 % เป็นเวลา 30 นาที
4. วัดปริมาณน้ำตาลและแอลกอฮอล์ที่ได้ โดยทำ 3 ซ้ำในแต่ละชนิดของชีวมวล
5. นำข้อมูลปริมาณเอทานอลที่ได้ต่อ/กก. น้ำหนักแห้ง คำนวณค่าความคุ้มทุน เช่น การเก็บเกี่ยว รวบรวม ชีวมวล และการขนส่ง เป็นต้น

6. สรุปและรายงานผลการทดลอง

- เวลาและสถานที่ - ระยะเวลา 2 ปี เริ่มต้น ต.ค. 2556 สิ้นสุด ก.ย. 2557
- สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร
- ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร

6. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง สามารถแสดงได้ว่า ในกลุ่มที่ 1 ปัจจุบันมีการส่งเสริมการปลูกหญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 ในกลุ่มการผลิตก๊าซชีวภาพ และกลุ่มการผลิตเพื่อเป็นอาหารสัตว์ ส่วนต้นเลาและต้นอ้อยพลังงาน ยังเป็นการเพาะปลูกเฉพาะเพื่อการวิจัยเท่านั้น การผลิตเชิงพาณิชย์ยังไม่พบจากการสำรวจ กลุ่มที่ 2 เปลือกไม้ยูคาลิปตัสและทะลายปาล์ม จากการสำรวจในพื้นที่ผลิตเปลือกไม้ยูคาลิปตัสในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 20 จังหวัด โดยจังหวัดที่มีจำนวนโรงงานสับไม้ยูคาลิปตัสมากที่สุด 3 ลำดับแรก คือ นครราชสีมา สุรินทร์ และบุรีรัมย์ ตามลำดับ และมีการสร้างโรงงานสับไม้เพิ่มขึ้น ทั้งในจังหวัดนครราชสีมาและขอนแก่น แต่ปริมาณเปลือกไม้ส่วนใหญ่ของกลุ่มผลิตเยื่อกระดาษขนาดใหญ่จะไปเข้าสู่อุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล ซึ่งมีการซื้อขายกันอย่างต่อเนื่อง ส่วนทะลายปาล์มน้ำมัน ได้สำรวจในพื้นที่ภาคใต้ ก็เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกับเปลือกไม้ยูคาลิปตัส

ซึ่งปัจจุบันจะนำไปผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเศษวัสดุเหลือใช้ทั้งสองชนิดมีการใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวลเชิงพาณิชย์แล้วในปัจจุบัน

ตารางที่ 4 ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ต้นเลา (บน) และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ (ล่าง)

ต้นเลา	รายการ	%Lignin	%Hemi	%Cellulose
1	ไม่ย่อย NaOH	8.04	33.02	27.92
2	ย่อย NaOH 0.4%	9.43	32.85	26.84
3	ย่อย NaOH 1%	8.29	33.17	29.19
4	ย่อย NaOH 2%	7.26	31.15	31.21
5	ย่อย NaOH 20%	7.09	26.90	34.65
หญ้าเนเปียร์ยักษ์	รายการ	%Lignin	%Hemi	%Cellulose
1	ไม่ย่อย NaOH	5.11	37.15	24.39
2	ย่อย NaOH 0.4%	3.50	35.55	29.49
3	ย่อย NaOH 1%	3.57	33.17	29.72
4	ย่อย NaOH 2%	4.86	34.21	27.39
5	ย่อย NaOH 20%	4.42	24.75	39.06

รูปที่ 2 ลักษณะโรงไฟฟ้าชีวมวลจากทะลายปาล์มที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (ซ้าย)

รูปที่ 3 ลักษณะหน้าเตาเผาชีวมวลในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม (ขวา)

7. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

จากการทดลองนี้ สามารถแบ่งกลุ่มชีวมวลและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้ในการทดลองนี้ อีกทั้ง การออกสำรวจพื้นที่เกี่ยวกับโรงงานสับไม้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและ การสำรวจชีวมวลมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิงชีวมวลจากเปลือกไม้ยูคาลิปตัสและทะลายปาล์มที่เก็บรวบรวมได้จากภาคใต้ ดังต่อไปนี้

- <u>กลุ่มที่ 1</u> ส่งเสริมการปลูกต้นเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 และกลุ่มที่เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์
- ต้นเลา อ้อยพลังงาน ปลูกเพื่อการวิจัยเท่านั้น ส่วนการปลูกเชิงพาณิชย์ยังไม่พบ
- <u>กลุ่มที่ 2</u> เปลือกไม้ยูคาลิปตัสและทะลายปาล์ม
- จากการสำรวจในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 20 จังหวัด พบมีโรงงานสับไม้ในจังหวัดนครราชสีมา สุรินทร์ และ บุรีรัมย์
- นครราชสีมาและขอนแก่น มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น
- การสำรวจในภาคใต้ /เปลือกไม้ยูคาลิปตัสและทะลายปาล์ม (เชื้อเพลิงชีวมวล) ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า
- กระบวนการแยกชีวมวลเป็นเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เป็นต้น
- นำผลผลิตที่ได้ไปใช้ในเทคโนโลยีในการผลิตเอทานอล

8. สรุปเนื้อหา สาระสำคัญของผลงาน และข้อเสนอแนะในงานวิจัยเรื่องนั้นๆ ในอนาคต

จากการวิจัยนี้ ได้รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและชีวมวล และนำวัสดุและชีวมวลเหล่านั้น มาผ่านกระบวนการแยกสลายชีวมวลและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรของประเทศไทยให้เป็นผลผลิตที่มีประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้โดยผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการแยกเฮมิเซลลูโลสหรือเซลลูโลส ไปเป็นเอทานอลได้ในเบื้องต้น ในอนาคต สามารถนำกระบวนการและข้อมูลที่ได้มาใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอเอทานอลจากชีวมวลและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้มีประสิทธิภาพต่อไปได้

ในการทดลองนี้ สามารถตรวจวิเคราะห์ปริมาณลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ต้นเลา และหญ้าเนเปียร์ยักษ์ การวิเคราะห์ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลสในเปลือกยูคาลิปตัส อ้อยพลังงาน และทะลายปาล์ม จะเป็นข้อมูลที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำตาลแอลกอฮอล์และเอทานอลในท้ายที่สุด ต่อไป

9. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : ผลงานที่สิ้นสุดสามารถนำไปประโยชน์ ได้ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาต่อในการผลิตไบโอเอทานอลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
2. เป็นผลงานทางวิชาการ
3. ตีพิมพ์เผยแพร่ทางวิชาการได้

10. ขอบคุณ (ถ้ามี) : คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สำนักวิจัยพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 – 8 กรมวิชาการเกษตร ที่สนับสนุนข้อมูลทางการวิจัย วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยและวิเคราะห์ผลการทดลองในงานวิจัยนี้

11. เอกสารอ้างอิง :

กรมปศุสัตว์ (http://www.dld.go.th/ncna_nak/index/Detergent%20analysis.htm). เข้าถึงข้อมูล ปี 2556

พลังงานจากชีวมวล (2558) http://www.eppo.go.th/power/powerN/PICP/File/%2814%29.pdf. เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2557

ประเภทของชีวมวล (2558) http://www.espthailand.com/article/types-of-biomass.html. เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2557

12. ภาคผนวก : -

หมายเหตุ : -

รูปแบบ :

- หัวเรื่องข้อ 1-13 : ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 Point ตัวหนา
- เนื้อหา : ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 Point ตัวธรรมดา
- Page Setup : ด้านบน 2.5 ซม. ด้านซ้าย 2.5 ซม. ด้านขวา 2 ซม. ด้านล่าง 2.5 ซม.
- ขนาด A4 โดยใช้ Program Microsoft Word

* ให้แนบไฟล์รูปภาพประกอบด้วย เพื่อนำไปจัดทำรูปเล่มต่อไป

* จัดส่งข้อมูลไปยังกลุ่มติดตามและประเมินผล กองแผนงานและวิชาการในรูปเอกสารหรือส่งข้อมูลทาง Email Address : nonglux.k@doa.in.th