



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การศึกษาการใช้เปลือกกร่อนน้ำที่เหลือจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง มาใช้เป็นตัวประสานถ่านอัดแท่ง

A study and Test of Washing Peeling Cassava Root from the Production of Cassava Starch
for used as a Binder for Charcoal

พิรุณ ชมศรี¹, ชัยยันต์ จันทร์ศิริ^{2*}

¹กลุ่มวิจัยวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

²ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Received: January 2015

Accepted: June 2015

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้เปลือกกร่อนน้ำที่เหลือจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังมาใช้เป็นตัวประสานในกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง ผลการศึกษา พบว่า เมื่อนำส่วนของ เนื้อติดเปลือก มาทำการบดละเอียด สามารถแยกได้ออกเป็นขนาดความละเอียดผ่านรูตะแกรงในช่วงขนาด 0.2-0.1 0.1-0.05 และ ละเอียดกว่า 0.05 มิลลิเมตรตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบเป็นตัวประสานถ่านอัดแท่งในอัตราส่วนร้อยละ 20 ของน้ำหนักผงถ่านชนิดไม้รวม พบว่า ที่ความชื้นเริ่มต้นของถ่านอัดแท่งที่ 28.4 %wb.ค่าความร้อนที่ได้อยู่ที่ 3,129 3,155 และ 3,147 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ นำมาเปรียบเทียบกับการใช้แป้งมันสำปะหลังพบว่าค่าความร้อนอยู่ที่ 3,033 แคลอรีต่อกรัม และเมื่อนำมาทดสอบหาค่าความแข็งแรงพบว่าค่าความแข็งแรงที่ได้อยู่ที่ 66.59 70.81 และ 62.25 กิโลปาสคาล ตามลำดับ นำมาเปรียบเทียบกับการใช้แป้งมันสำปะหลังพบว่าค่าความแข็งแรงที่ได้อยู่ที่ 58.96 กิโลปาสคาล ดังนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะนำเปลือกกร่อนน้ำไปใช้เป็นตัวประสานในการผลิตถ่านอัดแท่ง

คำหลัก: เปลือกกร่อนน้ำ มันสำปะหลัง ตัวประสานถ่านอัดแท่ง

Abstract

This research aims to study and test the washing peeling cassava root in the production of cassava starch used as a binder for charcoal. When the peel - meat was ground and separated into sizes, with resolution through sieves of decreasing sizes: 0.2-0.1 , 0.1-0.05 and less than 0.05 mm, respectively ,they were tested as binders for charcoal in a ratio of 20 percent by weight of powdered charcoal. It was found that at initial moisture content of charcoal of 28.4% wb. , the heating values were 3,129 , 3,155 and 3,147 Cal/g. respectively, as compared to the tapioca flour heating value of 3,033 Cal/g. They were also tested for hardness and it was found that the hardness were at 66.59, 70.81 and 62.25 kPa. respectively ,as compared to the tapioca flour hardness of 58.96 kPa. Thus it was considered possible to use the washing peeling cassava root as binder in the production of charcoal.

Keywords: Washing peeling cassava root , Cassava , binder charcoal

1. บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการตระหนักถึงภาวะของปริมาณเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัด จึงได้มีความพยายามที่จะหาเชื้อเพลิงชนิดอื่นเข้ามาทดแทน เชื้อเพลิงจากชีวมวลเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนสำหรับชุมชนเกษตรกรรม(1) การใช้ประโยชน์จากชีวมวลรูปแบบหนึ่งคือการนำมาทำเป็นแท่งเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการเผาไหม้โดยตรง แท่งเชื้อเพลิงชีวมวลสามารถผลิตได้โดยใช้วัสดุเหลือใช้ เช่น เศษไม้ แกลบ ชี้อ้อย และเศษพืชต่างๆ การนำมาทำการอัดแท่งในแบบแปรรูปเป็นผงถ่านมาก่อน ซึ่งการอัดแท่ง เชื้อเพลิงชีวมวลจากวัสดุดังกล่าวนี้มีเทคนิคและการใช้ตัวประสานที่แตกต่างกัน(2)

ในหนึ่งปีประเทศไทย มีปริมาณผลผลิตจากมันสำปะหลังมากกว่า 28 ล้านตันต่อปี ผลผลิตหัวมันสำปะหลังทั้งหมดในประเทศไทย 50% นำไปผลิตเป็นมันเส้น/มันอัดเม็ด และอีก 50% นำไปผลิตเป็นแป้งมันสำปะหลัง ในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังนั้นจะเกิดวัสดุเหลือทิ้งปริมาณมากในรูปของเปลือกมันสำปะหลังร่อนน้ำ(Washing peeling cassava root) (3)

เปลือกมันสำปะหลังร่อนน้ำ (Washing peeling cassava root) เป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง โดยมันสำปะหลังสดจะถูกส่งเข้าโรงงานผ่านการซัง และวัดปริมาณแป้ง หลังจากนั้นจะถูกส่งเข้า

เครื่องร่อนเพื่อแยกดินและทรายออก และส่งต่อไปยังเครื่องปอกเปลือกและเครื่องล้างหัวมันสำปะหลัง ซึ่งเศษเปลือกมันสำปะหลังที่เหลือทิ้งจากการผลิตมีปริมาณ 0.03 ตันต่อหัวมันสด 1 ตัน (4) เปลือกร่อนน้ำประกอบด้วย เปลือกมันสำปะหลัง เนื้อติดเปลือก รากมันสำปะหลังโดย มีสัดส่วนน้ำหนักคิดเป็นร้อยละ 62.68 28.45 และ 8.87 กิโลกรัมตามลำดับ (5) ดังนั้นหากมีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านพลังงานจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของเปลือกมันสำปะหลังร่อนน้ำอีกทางหนึ่งการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดสอบการนำเปลือกร่อนน้ำที่เหลือจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังมาใช้เป็นตัวประสานในกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาตัดสินใจนำไปใช้เป็นตัวประสานถ่านอัดแท่งและเชื้อเพลิงชีวมวลต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดสอบการนำเปลือกร่อนน้ำที่เหลือจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังมาใช้เป็นตัวประสานในกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง โดยนำมาทำการอัดแท่งกับผงถ่านชนิดไม่รวม มีปัจจัยในการทำการศึกษาคือ ศึกษาอนุภาคเพื่อแยกขนาดของเนื้อติดเปลือกของเปลือกร่อนน้ำหลังจากทำการบด และศึกษาอัตราส่วน ในการนำไปใช้เป็นตัวประสานถ่านอัดแท่ง

โดยมีค่าชี้ผลในการทดสอบคือ ค่าความหนาแน่น ค่าความร้อน และ ค่าความแข็ง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ Factorial experiment in RCBD โดยเปลี่ยนร่อนน้ำที่นำมาใช้มีค่าความชื้นเริ่มต้นของเปลือกร่อนน้ำที่ 75.06 % (w.b.)

2.1 ขนาดของเปลือกร่อนน้ำ

ศึกษาอนุภาคเพื่อแยกขนาดของเปลือกร่อนน้ำ โดยศึกษาอนุภาคเพื่อแยกขนาดของเปลือกร่อนในส่วนของเนื้อติดเปลือกหลังจากทำการบดเพื่อนำไปใช้เป็นตัวประสาน โดยการเทใส่ตะแกรงชั้นบนสุดของเครื่องเขย่าแบบ Ro-tap ใน Figure 1 สำหรับการวิเคราะห์ขนาดด้วยตะแกรงร่อน 7 ขนาด ใช้เวลาร่อน 5 นาที แล้วชั่งน้ำหนักหาเปอร์เซ็นต์ที่ค้างบนตะแกรงเพื่อหาช่วงของขนาดอนุภาคจากสมการหาค่าโมดูลัสความสม่ำเสมอโดยการนำมาคำนวณใน สมการที่ 1

$$D=0.0041(2)F.M. \quad (1)$$

เมื่อ D=ขนาดเฉลี่ยของอนุภาค(inch)

F.M. = โมดูลัสความละเอียด

เพื่อหาขนาดของเนื้อติดเปลือกหลังจากทำการบด

ทำ 30 ซ้ำ



รูปที่ 1 แยกส่วนประกอบของเปลือกร่อนน้ำมันสำหรับล้าง

2.2 ความหนาแน่นของเนื้อติดเปลือก

วัดโดยชั่งน้ำหนักของก้อนถ่าน ต่อปริมาตรของก้อนถ่าน แล้วนำน้ำหนักที่ได้มาคำนวณใน สมการที่ 2 กระทำ 25 ซ้ำ

$$Pb = \frac{m}{v} \quad (2)$$

เมื่อ m = มวล (g)

V = ปริมาตรควบคุม (cc)

2.3 การวิเคราะห์ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

การวิเคราะห์ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งที่ได้วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM 3186-96 ใน Figure 2 เป็นการเผาตัวอย่างที่ทราบค่าน้ำหนักที่แน่นอนใน bomb calorimeter ภายใต้ภาวะที่กำหนด การหาค่าความร้อนด้วยเครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้หาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงกระทำการทดสอบช่วงของขนาดอนุภาคละ 3 ซ้ำ โดยทำการทดสอบหาค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งชนิดไม้รวมในอัตราส่วนผสมของตัวตัวประสาน 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ขนาดตัวประสานความละเอียดผ่านรูตะแกรงที่พบมีขนาด 0.2-0.1 0.1-0.05 และละเอียดกว่า 0.05 มิลลิเมตร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการใช้แป้งมันสำปะหลังมาเป็นตัวประสาน



รูปที่ 2 การหาค่าความร้อนของเปลือกร่อนน้ำมันสำหรับล้างและถ่านอัดแท่ง

2.4 การวิเคราะห์ความแข็งแรง

วิเคราะห์ด้วยเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine (UTM) ยี่ห้อ LLOYD รุ่น LR 50 ซึ่งค่าแรงกดสูงสุดของถ่านอัดแท่งนั้นเป็นค่าแรงเค้น (stress) สูงสุดที่แท่งถ่านรับได้กระทำ 3 ซ้ำโดยนำถ่านอัดแท่งชนิดไม้รวมในอัตราส่วนผสมของตัวตัวประสาน 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ขนาดตัวประสานความละเอียดผ่านรูตะแกรงที่พบมีขนาด 0.2-0.1 0.1-0.05 และละเอียดกว่า 0.05 มิลลิเมตรแล้วนำมาเปรียบเทียบกับการใช้แป้งมันสำปะหลังมาเป็นตัวประสาน

$$\sigma = F/A \quad (3)$$

เมื่อ σ = การทนแรงกดของถ่านอัดแท่ง (kg/ m²)
 F = แรงกดที่กระทำตัวอย่างจนตัวอย่างแตก (kg)
 A = พื้นที่หน้าตัดของถ่านอัดแท่ง (m²)



รูปที่ 3 การทดสอบหาค่าความแข็งแรงด้วยเครื่อง
Universal Testing Machine (UTM)

3. ผลและวิจารณ์

3.1 ขนาดของเปลือกร่อนน้ำ

จากการศึกษาอนุภาคเพื่อแยกขนาดของเปลือก ร่อนในส่วนหนึ่งของเนื้อติดเปลือกหลังจากทำการบดเป็นเวลา 3 นาที พบว่า ขนาดความละเอียดผ่านรูตะแกรงที่พบมีขนาด 0.2-0.1 0.1-0.05 และ เละเอียดกว่า 0.05 มิลลิเมตร ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 40.30 38.87 และ 20.83 ตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางที่ 1

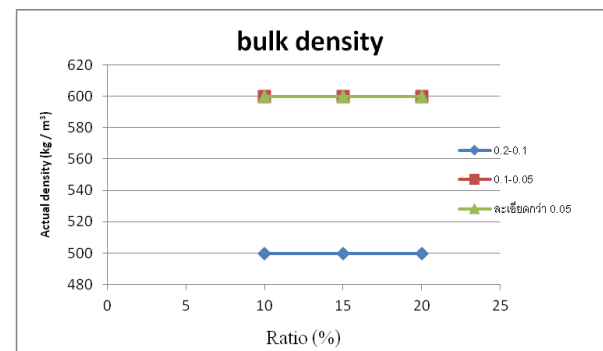
ตารางที่ 1 ขนาดของเปลือกร่อนน้ำมันสำปะหลังหลังจาก
ทำการบด

Size through a screen resolution size (mm)	Percent through a sieve (%)
0.2-0.1	40.30
0.1-0.05	38.87
Less than 0.05	20.83

3.2 ความหนาแน่นของเนื้อติดเปลือก

หลังจากทำการบดและผสมกับก้อนถ่านวัดโดยชั่ง น้ำหนักของก้อนถ่านตามขนาดของเนื้อติดเปลือกที่ช่วง ขนาด 0.2-0.1 0.1-0.05 และ เละเอียดกว่า 0.05 มิลลิเมตร ตามลำดับ พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 500 600 และ 600 kg/m³ ตามลำดับ

เนื่องจากขนาดของตัวประสานมีขนาดละเอียด ทำให้การนำมาใช้เป็นตัวประสานมีการจับตัวกันของวัสดุ มากขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นสูงขึ้นเมื่อขนาดตัวประสาน เละเอียดเพิ่มขึ้น

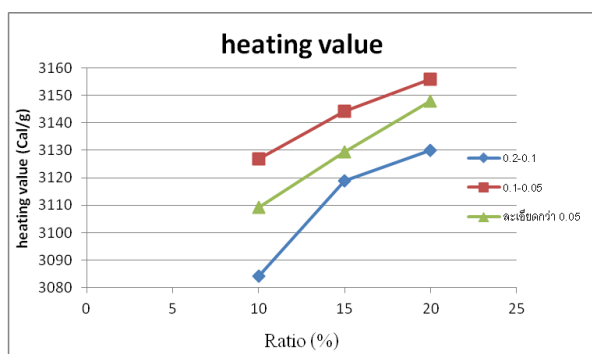


รูปที่ 4 ค่าความหนาแน่น เฉลี่ย ของถ่านอัดแท่งที่ใช้เปลือก
ร่อนน้ำมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน

3.3 ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่ง

จากการศึกษา พบว่าที่อัตราส่วนผสมของตัวตัว ประสาน 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ขนาด 0.2 0.1 และ 0.05 มิลลิเมตร เปรียบเทียบกับการใช้แป้งมันสำปะหลัง

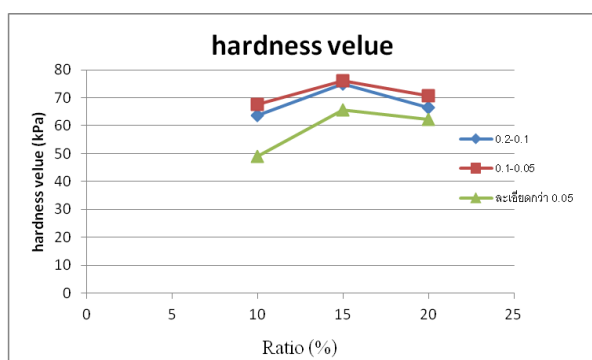
ปกติ พบว่า ค่าความร้อนของถ่านอัดแท่งอยู่ในช่วงค่าความ ร้อนที่ 3084.21 – 3155.89 แคลอรีต่อกรัมและแป้งมัน สำปะหลังปกติที่ 3033.84 แคลอรีต่อกรัม เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติที่ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ความ เชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์พบว่า อัตราส่วนและขนาดไม่มีความ แตกต่างทางสถิติทำให้ไม่มีผลต่อค่าความร้อน เนื่องจาก วัสดุที่นำมาทดสอบเป็นตัวประสานเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน ทำให้ค่าความร้อนที่ได้ไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 5 ค่าความร้อน เฉลี่ย ของถ่านอัดแท่งที่ใช้เปลือกถ่อน น้ำมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน

3.4 ความแข็งของถ่านอัดแท่ง

จากการศึกษา พบว่าที่ความชื้น 7.81 % (d.b.) ค่าความแข็งของถ่านอัดแท่ง ที่อัตราส่วนผสมของตัวตัวประสาน 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ขนาด 0.2 0.1 และ 0.05 มิลลิเมตร เปรียบเทียบกับการใช้แป้งมันสำปะหลัง ปกติ พบว่า ค่าความแข็งของถ่านอัดแท่งอยู่ในช่วง 49.09 – 75.97 กิโลปาสคาล และ แป้งมันสำปะหลังปกติที่ 58.96 กิโลปาสคาล เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติที่ค่า นัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์พบว่า อัตราส่วนและขนาดมีผลต่อค่าความแข็ง เนื่องจากช่วง ขนาดความละเอียดของตัวตัวประสานที่แตกต่างกันทำให้ ส่งผลต่อค่าความแข็งของวัสดุเมื่อนำไปใช้เป็นตัวประสาน



รูปที่ 6 ความแข็งเฉลี่ย ของถ่านอัดแท่งที่ใช้เปลือกถ่อน น้ำมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน

4. สรุป

เมื่อศึกษาและทดสอบการนำเปลือกถ่อนน้ำที่เหลือจาก กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังมาใช้เป็นตัวประสานใน กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง ผลการศึกษา พบว่าหลังจาก ทำการบดในส่วนหนึ่งของเนื้อติดเปลือกที่ค่าความชื้นเริ่มต้นที่ 75.06 % (w.b.) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วงขนาดหลัก คือ 0.2-0.1 0.1-0.05 และ เละเอียดกว่า 0.05 มิลลิเมตร มี อัตราส่วนคิดเป็นร้อยละ 40.30 38.87 และ 20.83 ตามลำดับ ความหนาแน่นของเนื้อติดเปลือกหลังจากทำ การบดและผสมกับผงถ่านไม้รวมอัดเป็นก้อนพบว่า มี ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 500 600 และ 600 kg/m³ ตามลำดับค่าความ ร้อนของถ่านอัดแท่ง ที่อัตราส่วนผสมของตัวตัวประสาน 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ช่วงขนาด 0.2-0.1 0.1-0.2 และ เละเอียดกว่า 0.05 มิลลิเมตรพบว่า มีค่าความร้อนของถ่าน อัดแท่งอยู่ที่ 3084.21 – 3155.89 แคลอรีต่อกรัม การศึกษา ความแข็งของถ่านอัดแท่งอยู่ในช่วง 49.09 – 75.97 กิโล ปาสคาล เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติที่ค่า นัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์พบว่าขนาด เละเอียดช่วง 0.1-0.05 มิลลิเมตร และที่อัตราส่วนผสม 15 % มีค่าความหนาแน่นและค่าความแข็งที่ดีที่สุด เหมาะสมนำไปใช้เป็นตัวประสานถ่านอัดแท่ง

5. กิตติกรรมประกาศ

นักวิจัยขอขอบคุณ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมฟาร์มและ เทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ และ ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกล เกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ที่ให้การสนับสนุน ทุนวิจัยการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล. มุลนิธิพลังงานเพื่อ สิ่งแวดล้อม 2556:ชีวมวล [ออนไลน์] 2556[อ้างเมื่อ 27 ธันวาคม 2556].แหล่งที่มา: <http://www.effe.or.th/efeb-book.php?task=22>

- [2] Pralong Damrongthai (1998). Green fuel briquette, Thaisumi.co.ltd, Available From :<http://www.carcoal.snmcenter.com/charcoalthai/Green20Fuel%20Briquette.php>.(accessed on October 17, 2007)
- [3] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญ และแนวโน้มปี 2556: มันสำปะหลัง [ออนไลน์] 2556 [อ้างเมื่อ 24 ธันวาคม 2556]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13477
- [4] วีระชัย อาจหาญ, วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน, พงศ์ศักดิ์ จุลยุเสน, เทวรัตน์ ทิพย์วิมล, ครา วาทกิจ, พรธชา ลิบลับ, ชาญชัย โรจนสโรช, สามารถ บุญอาจ และวิเชียร ดวงสีเสน. 2552.การพัฒนากระบวนการผลิตวัตถุดิบจากมันสำปะหลังสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล. รายงานโครงการวิจัยงานวิจัยเพื่อนวัตกรรมประจำปีงบประมาณ 2551, ภาควิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- [5] พิรุณ ชมศรี, ชัยยันต์ จันทร์ศิริ. 2557.การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเปลือกกร่อนน้ำจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7, โรงแรมกรุงศรีวิเวอร์ จังหวัดอยุธยา