

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุพอลิโซลานภายในประเทศนำมาผสมกับปูน Calcined Magnesite มาเป็นวัสดุประสานในกระบวนการขึ้นรูป ลูกหินขัดข้าวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ทำการทดลองกับเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ได้ดำเนินการศึกษาแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน คือ

1) การศึกษาเพื่อผลิตวัสดุพอลิโซลานภายในประเทศเป็นวัสดุประสานในกระบวนการขึ้นรูปลูกหินขัดข้าว

2) การศึกษาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของวัสดุพอลิโซลานที่เป็นวัสดุประสานในกระบวนการขึ้นรูปลูกหินขัดข้าว

3) การศึกษาสมบัติทางกลเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุพอลิโซลานในการเป็นวัสดุประสานในกระบวนการขึ้นรูปลูกหินขัดข้าว

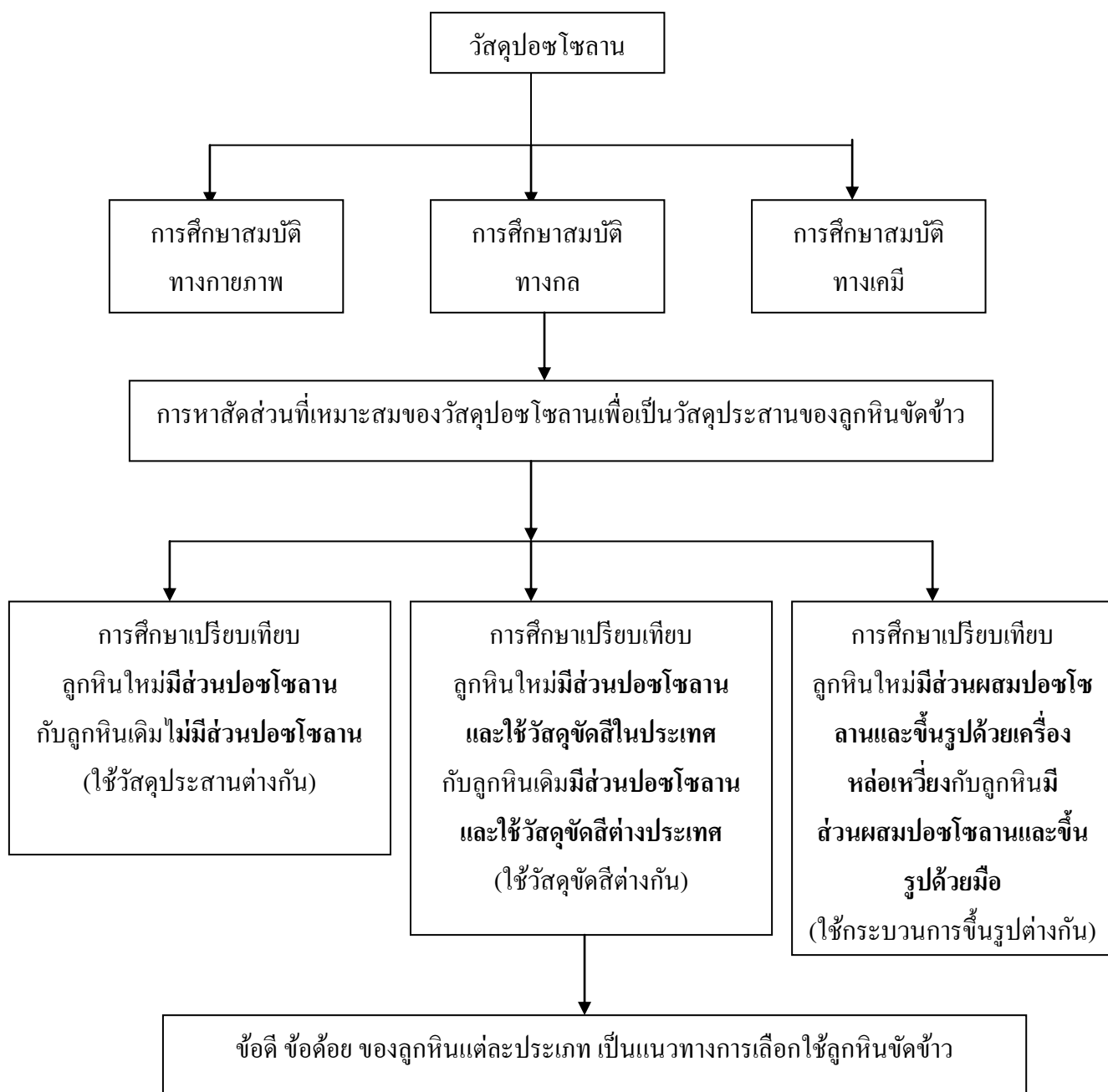
4) การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าวที่มีส่วนผสมของวัสดุพอลิโซลานเป็นวัสดุประสาน กับลูกหินขัดข้าวที่ใช้วัสดุประสานเดิมซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ โดยใช้วัสดุขัดสีเดิมซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศทั้งสองแบบ

5) การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าวที่มีส่วนผสมของวัสดุพอลิโซลานเป็นวัสดุประสาน โดยใช้วัสดุขัดสีภายในประเทศ กับลูกหินขัดข้าวที่มีส่วนผสมของวัสดุพอลิโซลานเป็นวัสดุประสาน โดยใช้วัสดุขัดสีจากต่างประเทศ

6) การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าวที่มีการขึ้นรูปด้วยเครื่องหล่อเหวี่ยงโดยมีส่วนผสมของวัสดุพอลิโซลานเป็นวัสดุประสาน กับลูกหินขัดข้าวที่มีการขึ้นรูปด้วยมือมีส่วนผสมของวัสดุพอลิโซลานเป็นวัสดุประสาน

7) การทดสอบประสิทธิภาพการสีข้าวของลูกหินที่มีส่วนผสมของวัสดุพอลิโซลานทั้ง 3 ประเภทที่โรงสี 3 แห่ง เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งาน

โดยได้กำหนดการปฏิบัติแผนดำเนินการทดลองในอาคารปฏิบัติการโลหะการ (EN5) ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม และ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา (EN1) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รวมถึงห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา และ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยแนวทางการดำเนินงานวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุพอลิโซลานเป็นวัสดุประสานในกระบวนการขึ้นรูปลูกหินขัดข้าว นั้น สามารถสรุปเป็นได้ดังนี้



ภาพที่ 3.1 กระบวนการในการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาเพื่อผลิตวัสดุพอลิโพรพิลีนในประเทศไทยเป็นวัสดุประสาน

การดำเนินงานวิจัยในขั้นตอนนี้ เพื่อผลิตวัสดุพอลิโพรพิลีนเป็นวัสดุประสานในกระบวนการขึ้นรูปลูกหินขัดขาว โดยวัสดุพอลิโพรพิลีนที่ได้คัดเลือกมา คือ แก้วเกลบ แก้วชานอ้อย และดินขาวเผา สำหรับแก้วเกลบและแก้วชานอ้อยจะมาทำการบดและผ่านการร่อน ตะแกรงขนาด 325 ตามมาตรฐาน ASTM C618 ส่วนดินขาวนั้นมาจากบริษัทดินขาวลำปาง จะนำมาเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (เจริญวุฒิ ปัญญาสุรณกิจ, 2548) หลังจากนั้นจึงนำมาบดและผ่านการร่อน ตะแกรงขนาด 325 เช่นกัน โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1.1 นำแก้วเกลบ และ แก้วชานอ้อย มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดวัสดุ

3.1.2 หลังจากนำ แก้วเกลบ และ แก้วชานอ้อย ที่บดเรียบร้อยแล้วมาทำการร่อนด้วยเครื่องมือสั่นตะแกรงร่อน

3.1.3 นำแก้วเกลบ และ แก้วชานอ้อย ที่ผ่านการร่อน ตะแกรงขนาด 325 เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง กำหนดให้เป็นปัจจัยที่ต้องการศึกษา ในลำดับที่ 1 และ 2

3.1.4 นำดินขาวที่เตรียมไว้มาทำการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมงด้วยเครื่องอบ

3.1.5 หลังจากนำ ดินขาวเผาที่เผาเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทบทวนให้ละเอียดในเบื้องต้นก่อน แล้วจึงนำมาบดให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องบดวัสดุ

3.1.6 หลังจากนำ ดินขาวเผาที่บดเรียบร้อยแล้วมาทำการร่อนด้วยเครื่องมือสั่นตะแกรงร่อนเช่นกัน

3.1.7 นำแก้วดินขาวเผา ที่ผ่านการร่อน ตะแกรงขนาด 325 เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง กำหนดให้เป็นปัจจัยที่ต้องการศึกษา ในลำดับที่ 3



ภาพที่ 3.2 แก้วเกลบที่บดแล้ว



ภาพที่ 3.3 ถ่านกัมมันต์ที่บดแล้ว



ภาพที่ 3.4 ดินขาวเผาที่บดแล้ว



ภาพที่ 3.5 เครื่องบดวัสดุ (ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี)



ภาพที่ 3.6 เครื่องอบ (ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี)



ภาพที่ 3.7 เครื่องมือต้มน้ำแรงดัน (ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี)

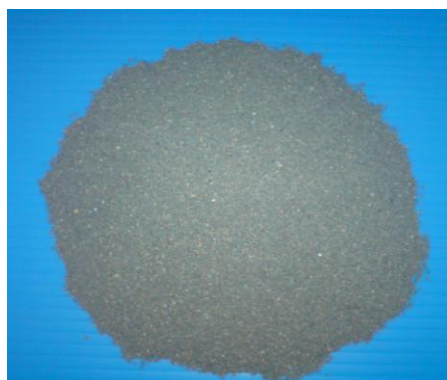


(ก)

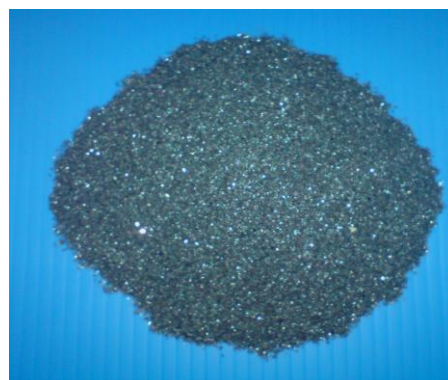


(ข)

ภาพที่ 3.8 วัสดุประสานเดิมที่ใช้การทดลอง (ก) ปูน Calcined Magnesite และ (ข) เกลือ $MgCl_2$



(ก)

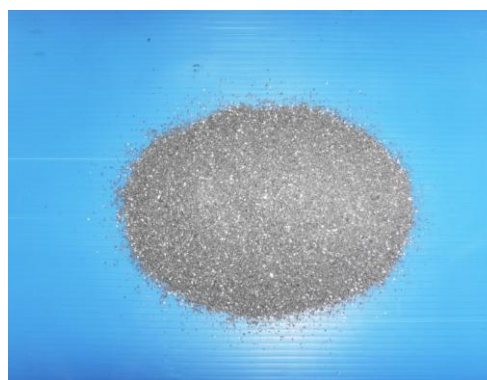


(ข)

ภาพที่ 3.9 วัสดุขั้วสีที่นำเข้าจากต่างประเทศ (ก) หินกากเพชร (ข) ซิลิกอน คาร์ไบด์



(ก)



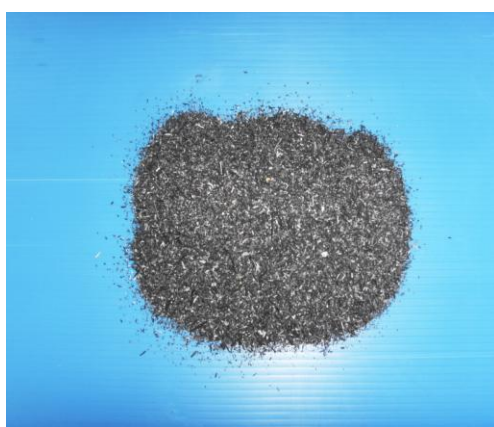
(ข)

ภาพที่ 3.10 วัสดุขั้วสีภายในประเทศ (ก) แร่ควอร์ตซ์ (ข) ซิลิกอน คาร์ไบด์ รีไซเคิล

3.2 การศึกษาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของวัสดุปอชโซลาน

3.2.1 การศึกษาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของวัสดุปอชโซลาน

กำหนดการดำเนินงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของวัสดุปอชโซลานจะทำที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยจะศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัสดุปอชโซลาน ก่อนบดและหลังบด ว่ามีสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงอย่างไร โดยทำการวิเคราะห์จากการถ่ายภาพขยายกำลังสูงด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) เพื่อศึกษาลักษณะอนุภาคของวัสดุปอชโซลาน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.11 ก) ถ้ำเกลบก่อนบด (ข) ถ้ำเกลบหลังบดที่ยังไม่ร้อน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.12 ก) ถ้ำซานอ้อยก่อนบด (ข) ถ้ำซานอ้อยหลังบดที่ยังไม่ร้อน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.13 ก) ดินขาวเผาก่อนบด (ข) ดินขาวเผาหลังบดที่ยังไม่ร้อน



ภาพที่ 3.14 เครื่อง Scanning Electron Microscope (ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี)

3.2.2 การศึกษาสมบัติทางเคมีของวัสดุพอชโซลาน

การทดสอบส่วนผสมทางเคมีของวัสดุพอชโซลาน คือ เถ้าแกลบ เถ้าขานอ้อย และดินขาวเผา ทำการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุพอชโซลานด้วยเครื่อง X-rays fluorescence (Philips) ณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี การทดสอบจะใช้รังสีเอ็กซ์ โดยใช้โรเดียมเป็น secondary target ค่าที่ได้แสดงเป็นความเข้มข้นของกราฟที่ได้ ที่ระดับค่าพลังงานของธาตุที่เกิดขึ้น



(a) XRF – Philips Magix



(b) ชุดวิเคราะห์และประมวลผล

ภาพที่ 3.15 อุปกรณ์ และเครื่องมือทดสอบ X-rays fluorescence ณ ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

3.3 การศึกษาสมบัติทางกลของวัสดุพอลิโพรพิลีนเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของ วัสดุพอลิโพรพิลีนในการเป็นวัสดุประสาน

การศึกษาสมบัติทางกลของวัสดุพอลิโพรพิลีน จะทำการทดสอบ 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ความต้านทานแรงอัด(Compressive Strength) และ ความต้านทานแรงดึง(Tensile Strength) ของชิ้นทดสอบ สำหรับปัจจัยควบคุม คือ วัสดุพอลิโพรพิลีน ได้แก่ แก้วกลม แก้วจานอ้อย และดินขาวเผา ที่

ทำการบดและผ่านการร่อนตะแกรงขนาด 325 ตามมาตรฐาน ASTM C618 โดยใช้ทดแทนในอัตราส่วนรวม 40% : สัดส่วนของปูน Calcined Magnesite ในอัตรา 60% สำหรับการทดแทนโดยใช้วัสดุปอชโซลานในอัตราส่วนรวม 40% เพื่อให้มีการทดแทนในอัตราสูงสุด ทั้งนี้ได้ออกแบบการทดลองด้วยฟังก์ชัน Mixture Design โดยใช้แบบซิมเพล็กซ์-เซ็นทรอยด์ (simplex centroid) มีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

- 1) เตรียมส่วนผสมที่จะขึ้นรูปตามสูตรต่างๆในตารางที่ 3.1 และเตรียมน้ำเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ ความเค็ม 30 ดิกรี ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- 2) นำส่วนผสมต่างๆคลุกเคล้าให้เข้าด้วยกัน จากนั้นค่อยเทน้ำเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ลงไป แล้วคลุกเคล้าให้เข้าด้วยกันอีกครั้ง
- 3) นำส่วนผสมที่ได้จากข้อ 2 ไปทำขึ้นทดสอบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และสูง 100 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน มอก.409-2525 เพื่อทดสอบความต้านทานแรงอัด และทดสอบความต้านทานแรงดึงโดยตรง ในรูปแบบขึ้นทดสอบแบบบรีคห์ ดังภาพที่ 3.19
- 4) ขึ้นทดสอบที่ได้จากข้อ 3 นำไปตั้งทิ้งไว้ให้แห้งพอดิและใช้ถุงพลาสติกคลุมไว้เป็นเวลา 7 วัน
- 5) ทำการขึ้นรูปขึ้นงานตามขั้นตอนที่ 1-4 ให้ได้จำนวน 3 ชิ้นงานต่อการทดสอบในแต่ละสูตร

ตารางที่ 3.1 สัดส่วนวัสดุปอชโซลานในการออกแบบการทดลอง

สูตร ที่	สัดส่วนวัสดุปอชโซลาน ของแต่ละสูตร (%)			วัสดุผสม (กมที่)	
	x_1	x_2	x_3	ปูน Calcined Magnesite (gram)	วัสดุขัดสี (gram)
1	100	0	0	60	500
2	0	100	0	60	500
3	0	0	100	60	500
4	50	50	0	60	500
5	50	0	50	60	500
6	0	50	50	60	500
7	33.33	33.33	33.33	60	500
8	66.67	16.67	16.67	60	500
9	16.67	66.67	16.67	60	500
10	16.67	16.67	66.67	60	500

จากตารางที่ 3.1 เป็นสัดส่วนผสมที่ได้จากการออกแบบการทดลอง จากวัสดุปอชโซลาน ทั้ง 3 ประเภท คือ เถ้าแกลบ(x_1) เถ้าขานอ้อย (x_2) และดินขาวเผา (x_3) โดยมีสัดส่วนของวัสดุขี้ดสี รวม : วัสดุประสานรวม ที่อัตราส่วน 5:1 ซึ่งมีน้ำหนักวัสดุขี้ดสีรวมเท่ากับ 500 กรัม และวัสดุประสานรวมเท่ากับ 100 กรัม สำหรับน้ำหนักของวัสดุประสานรวมแบ่งเป็น น้ำหนักของปูน Calcined Magnesite 60 กรัม และน้ำหนักรวมของวัสดุปอชโซลานรวมทั้งหมด 40 กรัม ทั้งนี้ ปัจจัย ที่ทำการศึกษิตั้งสามตัวแปรประกอบด้วย เถ้าแกลบ เถ้าขานอ้อย และดินขาวเผา ตามลำดับ เนื่องจากในตารางที่ 3.1 เป็นสัดส่วนเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตัวอย่างเช่น สูตรที่ 8 ประกอบด้วย สัดส่วนผสม 66.67, 16.67 และ 16.67 ตามลำดับ จะได้สัดส่วนน้ำหนักของตัวอย่างทดลอง (Specimen) ตามปัจจัยที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ได้ดังนี้ 26.67, 6.67 และ 6.67 กรัมตามลำดับ

อัตราส่วนผสมที่ได้จะนำไปทำขึ้นทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 50 mm ให้ได้ ความสูงเท่ากับ 100 mm ในการทำขึ้นทดสอบความต้านทานแรงอัด และในรูปแบบขึ้นทดสอบ แบบบrikห์ ในการทำขึ้นทดสอบความต้านทานแรงดึงโดยตรง หลังจากได้ขึ้นทดสอบตัวอย่างแล้ว นำไปตั้งทิ้งไว้ให้แห้งพอดิแล้วใช้ถุงพลาสติกคลุมแทนการอบด้วยอุณหภูมิห้องโดยใช้เวลาในการ บ่ม ประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นนำไปทำการทดสอบความต้านทานแรงอัดด้วยเครื่องทดสอบแรงอัด ณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และทดสอบ ความต้านทานแรงดึง ณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



ภาพที่ 3.16 เครื่องทดสอบแรงอัด (ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี)



ภาพที่ 3.17 แบบสำหรับขึ้นรูปชิ้นงานในการทดสอบความต้านทานแรงอัด



ภาพที่ 3.18 แบบสำหรับขึ้นรูปชิ้นงานในการทดสอบความต้านทานแรงดึง



ภาพที่ 3.19 เครื่องทดสอบแรงดึง (ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี)



ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างชิ้นงานทดสอบความต้านทานแรงอัดและความต้านทานแรงดึง

ในส่วน of ข้อมูลในเชิงสถิติเกี่ยวกับวัสดุปอชโซลานทั้ง 3 ประเภทที่เป็นสัดส่วนระหว่าง เถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย และดินขาวเผา ของชิ้นทดสอบที่มีผลต่อความต้านทานแรงอัดและแรงดึง โดยกำหนดปัจจัยและการตั้งพารามิเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) คุณลักษณะของผลตอบ (Response Characteristic) ในงานวิจัยนี้ ต้องการศึกษากถึงผลตอบที่ได้จากการทดลองคือ ความต้านทานแรงอัด(Compressive Strength) และ ความต้านทานแรงดึง(Tensile Strength) ของชิ้นทดสอบ ซึ่งกำหนดให้เป็นตัวแปรผลตอบ (Response Variable; y_1, y_2)
- 2) ปัจจัยควบคุม (Control Factors) ปัจจัยที่ควบคุมและระดับที่ได้กำหนดไว้ได้มาจากการออกแบบการทดลองโดยใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อหาช่วงความเชื่อมั่นของปัจจัยที่ทำการศึกษา ซึ่งปัจจัยควบคุมที่ทำการศึกษา คือ วัสดุปอชโซลานทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ เถ้าแกลบ(Rice Husk Ash: RHA) เถ้าชานอ้อย (Bagasse Ash : BA) และดินขาวเผา (Metakaolin : MK) วัสดุดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปัจจัยและพารามิเตอร์ต่าง ๆ

Response Variable (y_1, y_2) = ความต้านทานแรงอัดและความต้านทานแรงดึงของชิ้นทดสอบ										
ปัจจัยควบคุม (Control Factors)	อัตราส่วนผสมแต่ละสูตร (เปอร์เซ็นต์)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_1 (RHA)	100.00	0.000	0.00	50.000	50.000	0.000	33.333	67.667	16.167	16.167
x_2 (BA)	0.000	100.000	0.00	50.000	0.000	50.000	33.333	16.167	67.667	16.167
x_3 (MK)	0.000	0.000	100.00	0.000	50.000	50.000	33.333	16.167	16.167	67.667

3) ปัจจัยคงที่ (Held-Constant Factors) เป็นปัจจัยไม่ได้สนใจในการทำการทดลองครั้งนี้ แต่อาจจะกำหนดเป็นตัวแปรที่ใช้ในการทดลองครั้งต่อไป ตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ปัจจัยคงที่

ปัจจัยคงที่ (Held-Constant Factors)	การควบคุมในการทดลอง
วัสดุขี้ดสี	ใช้แต่ละสูตรครั้งที่ 500 กรัม
น้ำเกลือ	แต่ละสูตรครั้งที่ 30 ดิลลิ
ผู้ปฏิบัติการทดลอง	ผ่านการฝึกการขึ้นลูกหินขัดขาวทั้งในส่วนขึ้นตัวอย่างทดสอบและลูกหินขัดขาวขนาดจริง

4) ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Nuisance Factors) เป็นปัจจัยที่อาจมีต่อผลตอบ แต่ไม่สนใจหรือไม่ได้สนใจในการทดลอง โดยในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ควบคุมปริมาณวัสดุขี้ดสี ความเต็มของน้ำเกลือ และผู้ปฏิบัติการขึ้นรูปลูกหินขนาดจริงและขึ้นตัวอย่างทดสอบเป็นบุคคลเดียวกัน ตามตารางที่ 3.3 และในส่วนของ ความชื้นของอากาศและอุณหภูมิจะเป็นตัวแปรระหว่างดำเนินการเป็นปัจจัยในการทดลอง ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้

ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Nuisance Factors)	ผลที่คาดหมาย
ความชื้นในอากาศ	ทำการตรวจวัด
อุณหภูมิ	ทำการตรวจวัด

5) ปัจจัยที่มีอันตรกิริยา (Interactions) เป็นปัจจัยที่มีอันตรกิริยาของปัจจัยที่ถูกควบคุมที่เป็นปัจจัยร่วมระหว่างสัดส่วนของส่วนประกอบของผสมในแต่ละสูตร ตามตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ปัจจัยร่วม

ปัจจัยร่วม (Interactions) ของปัจจัยควบคุม คือ	
x_1 (RHA), (x) x_2 (BA)	ปัจจัยร่วมระหว่างส่วนผสมของวัสดุแต่ละสูตร
x_1 (RHA), (x) x_3 (MK)	
x_2 (BA), (x) x_3 (MK)	
x_1 (RHA), (x) x_2 (BA) , (x) x_3 (MK)	

3.3.1 ขั้นตอนดำเนินการทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยต่อความต้านทานแรงอัด

กำหนดค่าปัจจัยต่าง ๆ และพิจารณาพารามิเตอร์ดังตารางที่ 3.2 ป้อนลงในโปรแกรม MINITAB Release 14.00 สำหรับการออกแบบส่วนผสมแบบ Simplex Centroid โดยมี 10 run และจำนวนซ้ำ 3 ซ้ำ รวมลำดับการทดลองเท่ากับ 30 ลำดับการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 เตรียมชิ้นทดสอบ(Specimen) ตาม Treatments ที่ได้จากตาม ลำดับของการ (Runs)

3.3.1.2 ตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิของอากาศตลอดการทดลองพร้อมจดบันทึกด้วยทุกครั้ง

3.3.1.3 นำชิ้นทดสอบวางบนฐานทดสอบของเครื่องทดสอบแรงอัด หลังจากนั้นกดปุ่ม Start ให้หัวกดเคลื่อนที่ลงติดกับชิ้นงาน

3.3.1.4 เมื่อเครื่องทดสอบแรงอัดกดชิ้นงานจนเกิดการแตกให้บันทึกค่าแรงที่เกิดขึ้นไว้

3.3.1.5 ทำตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 จนครบทั้ง 10 Runs ในแต่ละสูตรที่ได้จากการออกแบบทดลอง รวมเป็น 30 Runs ในงานวิจัยนี้

3.3.1.6 นำไปวิเคราะห์ผลในเชิงสถิติ เพื่อหาพื้นที่ผิวผลตอบที่ดีที่สุด และศึกษาถึงค่าที่เหมาะสมของปัจจัย

3.3.2 ขั้นตอนดำเนินการทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปัจจัยต่อความต้านทานแรงดึง

กำหนดค่าปัจจัยต่าง ๆ และพิจารณาพารามิเตอร์ดังตารางที่ 3.2 ป้อนลงในโปรแกรม MINITAB Release 14.00 สำหรับการออกแบบส่วนผสมแบบ Simplex Centroid โดยมี 10 run และจำนวนซ้ำ 3 ซ้ำ รวมลำดับการทดลองเท่ากับ 30 ลำดับการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 เตรียมชิ้นทดสอบ(Specimen) ตาม Treatments ที่ได้จากตาม ลำดับของการ (Runs)

3.3.2.2 ตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิของอากาศตลอดการทดลองพร้อมจดบันทึกด้วยทุกครั้ง

3.3.2.3 นำชิ้นทดสอบวางบนฐานทดสอบของเครื่องทดสอบแรงอัด หลังจากนั้นกดปุ่ม Start ให้เครื่องเริ่มเคลื่อนที่เพื่อตั้งชิ้นงาน

3.3.2.4 เมื่อเครื่องทดสอบแรงดึงทำการตั้งชิ้นงานจนเกิดการขาดออกจากกันให้บันทึกค่าแรงที่เกิดขึ้นไว้

3.3.3.5 ทำตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 จนครบทั้ง 10 Runs ในแต่ละสูตรที่ได้จากการออกแบบทดลอง รวมเป็น 30 Runs ในงานวิจัยนี้

3.3.3.6 นำไปวิเคราะห์ผลในเชิงสถิติ เพื่อหาพื้นที่ผิวผลตอบแทนที่ดีที่สุด และศึกษาถึงค่าที่เหมาะสมของปัจจัย

3.3.3 การทดลองเพื่อยืนยันผล

หลังจากได้ค่าปัจจัยที่เหมาะสมจากสมการทำนายแล้วทำการทดลองตั้งค่าปัจจัยที่ได้โดยทำการทดลองเพื่อยืนยันผลและตรวจสอบความต้านทานแรงอัดและแรงดึง ตามแบบจำลองและสมมติฐานที่ได้กำหนดไว้ก่อนการดำเนินการทดลอง

3.4 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าวแบบใหม่ที่มีส่วนผสมของวัสดุพอชโซลานเป็นวัสดุประสาน กับลูกหินขัดข้าวแบบเดิมที่ใช้วัสดุประสานเดิมซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ

3.4.1 การเตรียมเครื่องมือและวัตถุดิบในการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าว

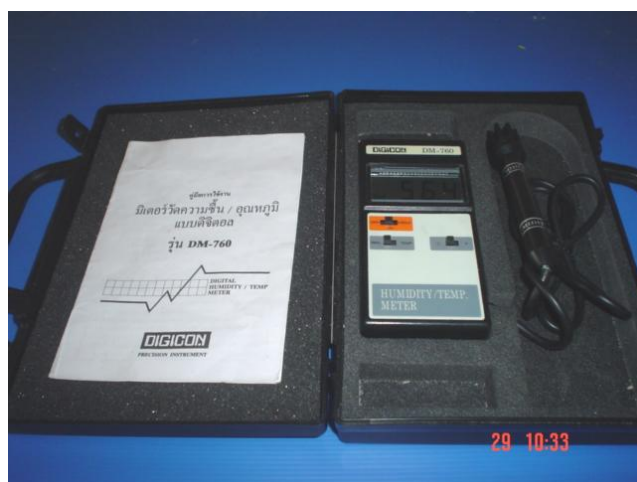
การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะดังกล่าวนี้ ใช้วัสดุขัดสีเดิมซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศทั้งสองแบบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของลูกหินแบบใหม่ที่มีวัสดุประสานมีส่วนผสมของวัสดุพอชโซลาน กับลูกหินแบบเดิมที่ไม่มีส่วนผสมของวัสดุพอชโซลานและวัสดุประสานนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งใช้กันในท้องตลาด การเปรียบเทียบประสิทธิภาพจะศึกษา 2 ส่วน คือ ร้อยละข้าวหักที่เกิดจากการสีข้าว และ อัตราการสึกหรอของลูกหินขัดข้าว โดยใช้ฟังก์ชัน T Test ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล 2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งจะทำให้การขึ้นรูปลูกหินแบบใหม่และแบบเดิมประเภทละ 3 ลูกหิน มีเครื่องมือวัดและวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้



ภาพที่ 3.21 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ยี่ห้อ Adam Equipment รุ่น ACH-30



ภาพที่ 3.22 เครื่องวัดความชื้นของข้าวเปลือกแบบดิจิตอล ยี่ห้อ Riceter รุ่น J-999



ภาพที่ 3.23 เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิห้องแบบดิจิตอลยี่ห้อ Tacho Meter รุ่น DT-250



ภาพที่ 3.24 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอลขนาดเล็ก ยี่ห้อ AE รุ่นADP 2100L

//



ภาพที่ 3.25 พันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105



ภาพที่ 3.26 เครื่องสีข้าวขนาดเล็กแบบแกนนอน รุ่นตราเสือ บริษัทอุบลกรูngthailandการ



ภาพที่ 3.27 เครื่องตัดแยกข้าวหัก บริษัท ขนัตผลดี จำกัด จังหวัดนครสวรรค์

3.4.2 การขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวแบบใหม่และแบบเดิม

3.2.4.1 ในการขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวแบบใหม่โดยใช้วัสดุพอชโซลานเป็นส่วนผสมของวัสดุประสาน มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เตรียมวัสดุขัดสี ต่อ วัสดุประสาน ในอัตราส่วน 5 : 1 โดยวัสดุขัดสี คือ หินกาบเพชร เบอร์ 14 16 และหินกาบแก้ว สำหรับวัสดุประสาน คือ ปูน Calcined Magnesite ร้อยละ 60 กับวัสดุพอชโซลาน ร้อยละ 40 ซึ่งใช้สัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุพอชโซลานจากข้อ 3.3 ในการเตรียม
- 2) นำวัสดุและส่วนผสมในข้อที่ 1 ชั่งน้ำหนักให้ได้ตามสัดส่วนที่ได้ออกแบบไว้ และเทวัสดุและส่วนผสมที่ได้ น้ำหนักคลุกเคล้าให้เข้ากัน
- 3) เทน้ำเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 30 ดีกรี ปริมาตร 700 มิลลิลิตร ลงในส่วนผสมตามข้อ 1 แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน
- 4) นำส่วนผสมที่มีความเหนียว ปั้นขึ้นรูปโดยพอกหุ้มแกนเหล็กหล่อของลูกหินขัดข้าวให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว
- 5) บ่มชิ้นงานไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำลูกหินขัดข้าวทำกลึงแต่งหน้าหินให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับใช้ในเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

หมายเหตุ : การขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวแบบเดิมทำเหมือนขั้นตอนข้างต้นในลำดับที่ 1-5 แต่ใช้ ปูน Calcined Magnesite ทั้งหมด ไม่มีส่วนผสมของวัสดุพอชโซลาน



(ก) เตรียมวัสดุขี้ตีสีและชั่งน้ำหนักตามที่ได้ออกแบบ



(ข) เตรียมวัสดุประสานและชั่งน้ำหนักตามที่ได้
ออกแบบ



(ค) เตรียมน้ำเกลือที่ระดับความเต็ม 30 ดีกรี



(ง) เทส่วนผสมต่างๆ ได้เตรียมไว้



(จ) เทน้ำเกลือลงในส่วนผสมที่ได้เตรียมไว้



(ฉ) คลุกเคล้าส่วนผสมต่างๆ ให้เข้าด้วยกัน



(ช) นำส่วนผสมที่มีความเหนียวพอกบนแกนลูกหิน



(ซ) บ่มชิ้นงานที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน



(ซ) นำลูกหินไปกลิ้งเพื่อเตรียมพร้อมใช้งาน

ภาพที่ 3.28 ขั้นตอนการขึ้นรูปหินขัดข้าวด้วยมือก่อนนำไปทดลอง

3.4.3 การทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพลูกหินขัดข้าวแบบใหม่และแบบเดิม

3.4.3.1 วิธีการทดลองเพื่อทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพลูกหินขัดข้าวแบบใหม่และแบบเดิม มีแนวทางปฏิบัติดังนี้

- 1) นำลูกหินมาชั่งน้ำหนักแล้วประกอบใส่ในเครื่องสีข้าว ปรับระยะห่างระหว่างลูกยางกับหน้าลูกหินให้ได้ระยะ 1.5 มิลลิเมตร
- 2) ทำการสีข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เพื่อล้างหน้าหินก่อน 5 กิโลกรัม หลังจากนั้น จึงสีข้าวต่อเนื่องอีกจำนวน 20 กิโลกรัมต่อหนึ่งหน่วยการทดลอง
- 3) นำลูกหินที่ผ่านการสีข้าวแล้วมาทำความสะอาดเพื่อที่จะเอาเศษข้าวและรำที่ติดมากับลูกหิน โดยใช้ลมเป่า แล้วชั่งน้ำหนัก และบันทึกผล
- 4) สุ่มข้าวสารมาทดสอบเปอร์เซ็นต์ข้าวดี ด้วยเครื่องแยกข้าว และคำนวณอัตราการสีหροของลูกหินขัดข้าว จากน้ำหนักลูกหินที่หายไปต่อเวลาสี
- 5) ทำการทดลองตามวิธีการทดลองข้างต้นจากข้อ 1 ถึง 4 โดยทำซ้ำให้ครบ 3 ครั้ง
- 6) นำผลการทดลองไปประมวลผล เปรียบเทียบในระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

หมายเหตุ : ในการทดลองจะเก็บตัวอย่างข้าวที่ผ่านการสีปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณข้าวที่สีในแต่ละ Run และทำการคัดแยกข้าวหักเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสีข้าว



(ก) เตรียมลูกหินขัดข้าวที่จะทำการทดลอง



(ข) ชั่งน้ำหนักลูกหินขัดข้าวที่ได้ออกแบบไว้



(ค) นำลูกหินมาประกอบและปรับระยะให้ได้ 1.5 mm



(ง) ทำการประกอบเข้าหัวขัดข้าว



(จ) เปิดเครื่องให้ทำการสีข้าว



(ฉ) ทำความสะอาดลูกหินขัดข้าวโดยใช้ลมเป่า

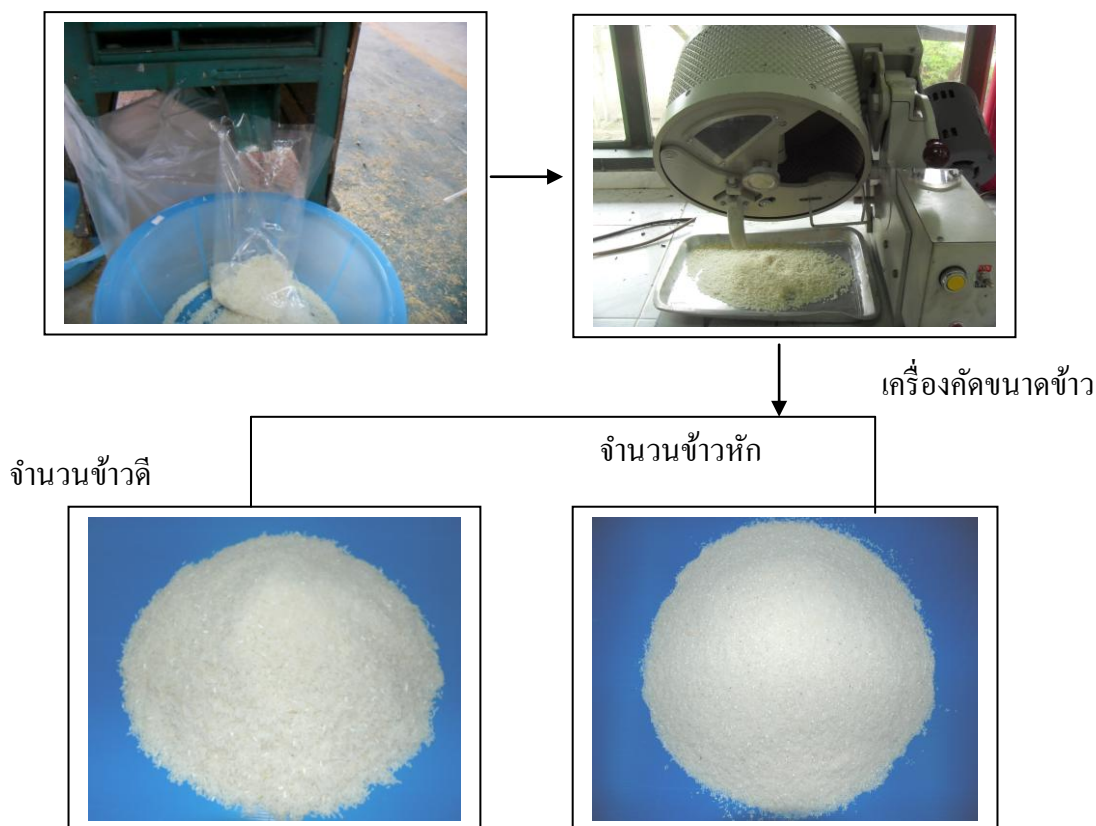


(ช) ชั่งน้ำหนักลูกหินขัดข้าวหลัง จากการทดลอง



(ซ) ทำความสะอาดหลังการขัดสีข้าว

ภาพที่ 3.29 ขั้นตอนการทดสอบการสีหราชอาณาจักรของลูกหินขัดข้าวแบบใหม่และแบบเดิม



ภาพที่ 3.30 ขั้นตอนการตัดแยกข้าวดีและข้าวหักด้วยเครื่องตัดขนาดข้าว

3.5 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าวแบบใหม่ที่มีส่วนผสมของวัสดุพอลิโซลานเป็นวัสดุประสานและใช้วัสดุขัดสีในประเทศ กับลูกหินขัดข้าวแบบเดิมที่มีส่วนผสมของวัสดุพอลิโซลานเป็นวัสดุประสาน โดยใช้วัสดุขัดสีต่างประเทศ

3.5.1 การขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวแบบใหม่และแบบเดิม

การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะดังกล่าวนั้น เป็นการทดสอบการใช้งานวัสดุพอลิโซลานว่า เมื่อใช้วัสดุขัดสีที่แตกต่างกัน มีประสิทธิภาพการทำงานเป็นอย่างไร โดยวัสดุขัดสีขัดในประเทศ คือ หินเขียวหนุมาน เบอร์ 16 และซิลิกอนคาร์ไบด์รีไซเคิล เบอร์ 18 ในอัตราส่วน 50 : 50 (สุรพงศ์ บางพาน, 2554) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพจะศึกษา 2 ส่วน คือ ร้อยละข้าวหักที่เกิดจากการสีข้าว และ อัตราการสึกหรอของลูกหินขัดข้าว ซึ่งจะทำให้การขึ้นรูปประเภทละ 3 ลูกหิน มีขั้นตอนของลูกหินแบบใหม่ในการขึ้นรูป ดังนี้

1) เตรียมวัสดุขี้ดสี ต่อ วัสดุประสาน ในอัตราส่วน 5 : 1 โดยวัสดุขี้ดสี คือ ก้อน หิน เจียวหนุมาน เบอร์ 16 และซิลิคอนคาร์ไบด์รีไซเคิล เบอร์ 18 สำหรับวัสดุประสาน คือ ปูน Calced Magnesite ร้อยละ 60 กับ วัสดุปอชโซลาน ร้อยละ 40 ซึ่งใช้สัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุปอชโซลานจากข้อ 3.3 ในการเตรียม

2) นำวัสดุและส่วนผสมในข้อที่ 1 ชั่งน้ำหนักให้ได้ตามสัดส่วนที่ได้ออกแบบไว้ และ เทวัสดุและส่วนผสมที่ได้ น้ำหนักคลุกเคล้าให้เข้ากัน

3) เทน้ำเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 30 ดีกรี ปริมาตร 700 มิลลิตร ลงในส่วนผสมตามข้อ 1 แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน

4) นำส่วนผสมที่มีความเหนียว ปั้นขึ้นรูปโดยพอกหุ้มแกนเหล็กหล่อของลูกหินขัด ข้าวให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว

5) บ่มชิ้นงานไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำลูกหินขัดข้าวทำลึงแต่งหน้า หินให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับใช้ในเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

หมายเหตุ : การขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวแบบเดิมทำเหมือนขั้นตอนข้างต้นในลำดับที่ 1-5 แต่ใช้ วัสดุขี้ดสีจากต่างประเทศทั้งหมดคือ หินกากเพชร เบอร์ 14 16 และหินกากแก้ว ในส่วนกระบวนการขึ้นรูปก็มีกระบวนการเช่นเดียวกับภาพที่ 3.28 แตกต่างกันในส่วน of วัสดุขี้ดสีเท่านั้น

3.5.2 การทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพลูกหินขัดข้าวแบบใหม่และแบบเดิม

3.5.2.1 วิธีการทดลองเพื่อทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพลูกหินขัดข้าวแบบใหม่และแบบเดิม มีแนวทางปฏิบัติดังนี้

1) นำลูกหินมาชั่งน้ำหนักแล้วประกอบใส่ในเครื่องสีข้าว ปรับระยะห่างระหว่างลูก ข้างกับหน้าลูกหินให้ได้ระยะ 1.5 มิลลิเมตร

2) ทำการสีข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เพื่อล้างหน้าหินก่อน 5 กิโลกรัม หลังจากนั้น จึงสีข้าวต่อเนื่องอีกจำนวน 20 กิโลกรัมต่อหนึ่งหน่วยการทดลอง

3) นำลูกหินที่ผ่านการสีข้าวแล้วมาทำความสะอาดเพื่อที่จะเอาเศษข้าวและรำที่ติดมากับลูกหิน โดยใช้ลมเป่า แล้วชั่งน้ำหนัก และบันทึกผล

4) สุ่มข้าวสารมาทดสอบเปอร์เซ็นต์ขี้ด ด้วยเครื่องแยกข้าว และคำนวณอัตราการ สึกหรือของลูกหินขัดข้าว จากน้ำหนักลูกหินที่หายไปต่อเวลา

5) ทำการทดลองตามวิธีการทดลองข้างต้นจากข้อ 1 ถึง 4 โดยทำซ้ำให้ครบ 3 ครั้ง

6) นำผลการทดลองไปประมวลผล เปรียบเทียบในระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

หมายเหตุ : ในการทดลองจะเก็บตัวอย่างข้าวที่ผ่านการสีปริมาณ 10 เปอร์เซนต์ ของปริมาณข้าวที่สีในแต่ละ Run และทำการคัดแยกข้าวหักเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสีข้าว ในส่วนการทดสอบประสิทธิภาพก็มีกระบวนการเช่นเดียวกับภาพที่ 3.29

3.6 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าวแบบใหม่ที่มีวัสดุพอชโซลานเป็นวัสดุประสานและขึ้นรูปด้วยเครื่องหล่อเหวี่ยง กับลูกหินขัดข้าวแบบเดิมที่มีวัสดุพอชโซลานเป็นวัสดุประสานและขึ้นรูปด้วยมือ

3.6.1 การขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวแบบใหม่และแบบเดิม

การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะดังกล่าว นั้น เป็นการทดสอบการใช้งานลูกหินขัดข้าวแบบใหม่ที่มีวัสดุพอชโซลานเป็นวัสดุประสานและขึ้นรูปด้วยเครื่องหล่อเหวี่ยง กับลูกหินขัดข้าวแบบเดิมที่มีวัสดุพอชโซลานเป็นวัสดุประสานและขึ้นรูปด้วยมือ ทั้งนี้ใช้วัสดุขัดสีแบบเดียวกันที่นำเข้าจากต่างประเทศ การทดสอบเปรียบเทียบดังกล่าวเพื่อ ประเมินวัสดุพอชโซลาน ที่มีการขึ้นรูปด้วยเครื่องหล่อเหวี่ยงว่าจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าว และมีความแตกต่างจากลูกหินขัดข้าวแบบเดิมหรือไม่ อย่างไร การเปรียบเทียบประสิทธิภาพจะศึกษา 2 ส่วน คือ ร้อยละข้าวหักที่เกิดจากการสีข้าว และ อัตราการสึกหรอของลูกหินขัดข้าว ซึ่งจะทำการขึ้นรูปลูกหินแบบใหม่และแบบเดิมประเภทละ 3 ลูกหิน มีขั้นตอนในการขึ้นรูปลูกหินแบบใหม่ ดังนี้

- 1) เตรียมวัสดุขัดสี ต่อ วัสดุประสาน ในอัตราส่วน 5 : 1 โดยวัสดุขัดสี คือ หินกาบเพชร เบอร์ 14 16 และหินกาบแก้ว สำหรับวัสดุประสาน คือ ปูน Calcined Magnesite ร้อยละ 60 กับวัสดุพอชโซลาน ร้อยละ 40 ซึ่งใช้สัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุพอชโซลานจากข้อ 3.3 ในการเตรียม

- 2) นำวัสดุและส่วนผสมในข้อที่ 1 ชั่งน้ำหนักให้ได้ตามสัดส่วนที่ได้ออกแบบไว้และเทวัสดุและส่วนผสมที่ได้ น้ำหนักคลุกเคล้าให้เข้ากัน

- 3) เทน้ำเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ ความเต็ม 30 ดีกรี ปริมาตร 700 มิลลิลิตร ลงในส่วนผสมตามข้อ 1 แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน

- 4) นำส่วนผสมที่เตรียมไว้ใส่ในเครื่องหล่อเหวี่ยง และเปิดให้เครื่องทำงานเพื่อให้เกิดการหมุนแบบเหวี่ยงทำให้ส่วนผสมมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันที่เป็นทรงกระบอก

- 5) ถอดแบบที่ได้หล่อเหวี่ยงออกมาซึ่งเป็นลักษณะทรงกระบอก แล้วนำไปสวมประกอบเข้ากับแกนเหล็กหล่อของลูกหินขัดข้าวและเทวัสดุประสานลงในแบบแกนเหล็กหล่อ

- 6) ปลดชิ้นงานไว้ที่อุณหภูมิห้องปกติเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำลูกหินขัดข้าวทำกลึงแต่งหน้าหินให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับใช้ในเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก



(ก) เตรียมวัสดุขี้ดีและวัสดุประสานตามที่ได้
ออกแบบ



(ข) เตรียมน้ำเกลือที่ระดับความเค็ม 30 ดีกรี



(ค) เทส่วนผสมต่างๆ ได้เตรียมไว้



(ง) เทน้ำเกลือลงในส่วนผสม คลุกเคล้าให้เข้ากัน



(จ) นำส่วนผสมที่เตรียมไว้ใส่ในเครื่องหล่อเหวี่ยง



(ฉ) เปิดให้เครื่องทำการหล่อเหวี่ยง



(ช) ถอดแบบที่ได้หล่อออกมา



(ซ) ประกอบเข้ากับแกนลูกหินขัดข้าว



(ฉ) เทวัสดุประสานลงในแบบหล่อหิน



(ค) ปล่อยทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องปกติ 1 วัน



(ค) นำลูกหินไปกลึงเตรียมพร้อมใช้งาน

ภาพที่ 3.31 ขั้นตอนการขึ้นรูปหินขัดข้าวด้วยเครื่องหล่อเหวี่ยงก่อนนำไปทดลอง

3.6.2 การขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวแบบเดิม

การขึ้นรูปลูกหินขัดข้าวแบบเดิม มีขั้นตอนดังนี้

1) เตรียมวัสดุขัดสี ต่อ วัสดุประสาน ในอัตราส่วน 5 : 1 โดยวัสดุขัดสี คือ หินเขียว หนุมาน เบอร์ 16 และซิลิคอนคาร์ไบด์รีไซเคิล เบอร์ 18 สำหรับวัสดุประสาน คือ ปูน Calcined Magnesite ร้อยละ 60 กับ วัสดุพอชโซลาน ร้อยละ 40 ซึ่งใช้สัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุพอชโซลานจากข้อ 3.3 ในการเตรียม

2) นำวัสดุและส่วนผสมในข้อที่ 1 ซึ่งน้ำหนักให้ได้ตามสัดส่วนที่ได้ออกแบบไว้ และเทวัสดุและส่วนผสมที่ได้น้ำหนักคลุกเคล้าให้เข้ากัน

3) เทน้ำเกลือแมกนีเซียมคลอไรด์ ความเค็ม 30 ดีกรี ปริมาตร 700 มิลลิลิตร ลงในส่วนผสมตามข้อ 1 แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน

4) นำส่วนผสมที่มีความเหนียว ปั้นขึ้นรูปโดยพอกหุ้มแกนเหล็กหล่อของลูกหินขัดข้าว ให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว

5) บ่มชิ้นงานไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำลูกหินขัดข้าวทำกลึงแต่งหน้า หินให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับใช้ในเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก

3.6.3 การทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพลูกหินขัดข้าวแบบใหม่และแบบเดิม

- 1) นำลูกหินมาซึ่งน้ำหนักแล้วประกอบใส่ในเครื่องสีข้าว ปรับระยะห่างระหว่างลูกยางกับหน้าลูกหินให้ได้ระยะ 1.5 มิลลิเมตร
- 2) ทำการสีข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เพื่อล้างหน้าหินก่อน 5 กิโลกรัม หลังจากนั้น จึงสีข้าวต่อเนื่องอีกจำนวน 20 กิโลกรัมต่อหนึ่งหน่วยการทดลอง
- 3) นำลูกหินที่ผ่านการสีข้าวแล้วมาทำความสะอาดเพื่อที่จะเอาเศษข้าวและรำที่ติดมากับลูกหิน โดยใช้ลมเป่า แล้วชั่งน้ำหนัก และบันทึกผล
- 4) สุ่มข้าวสารมาทดสอบเปอร์เซ็นต์ข้าวดี ด้วยเครื่องแยกข้าว และคำนวณอัตราการสึกหรอของลูกหินขัดข้าว จากน้ำหนักลูกหินที่หายไปต่อเวลาสี
- 5) ทำการทดลองตามวิธีการทดลองข้างต้นจากข้อ 1 ถึง 4 โดยทำซ้ำให้ครบ 3 ครั้ง
- 6) นำผลการทดลองไปประมวลผล เปรียบเทียบในระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

หมายเหตุ : ในการทดลองจะเก็บตัวอย่างข้าวที่ผ่านการสีปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณข้าวที่สีในแต่ละ Run และทำการคัดแยกข้าวหักเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการสีข้าว ในส่วนการทดสอบประสิทธิภาพก็มีกระบวนการเช่นเดียวกับภาพที่ 3.29

3.7 การทดสอบประสิทธิภาพการสีข้าวของลูกหินปอชโซลานแบบต่างๆที่โรงสีข้าว

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของลูกหินขัดข้าวปอชโซลานแบบต่างๆที่โรงสีนั้น จะทำการทดสอบลูกหินปอชโซลาน 3 ประเภท ดังนี้

- 1) ลูกหินปอชโซลานที่ขึ้นรูปด้วยมือและใช้วัสดุขัดสีต่างประเทศ
- 2) ลูกหินปอชโซลานที่ขึ้นรูปด้วยมือและใช้วัสดุขัดสีในประเทศ
- 3) ลูกหินปอชโซลานที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องและใช้วัสดุขัดสีต่างประเทศ

ในการทดสอบประสิทธิภาพการสีข้าวนั้น จะทำการทดสอบที่โรงสี 3 แห่ง ในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของลูกหินขัดข้าวและประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน โดยทำการทดสอบการสีข้าว ที่เป็นพันธุ์ข้าวเหนียว ซึ่งนิยมปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นระยะเวลา 2 เดือน ซึ่งจะมีการประเมินประสิทธิภาพการสีข้าวโดยประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถาม