บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซเอทิลีนของกระดาษคราฟท์ที่ดัดแปรด้วยดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุน โดยการทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือตอนที่ 1 ศึกษาการผลิตกระดาษจากเยื่อคราฟท์ที่มีการผสมดินเหนียวในขั้นตอนการขึ้นแผ่นในอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยปริมาณดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนที่ศึกษาคือ ปริมาณร้อยละ 20, 40 และ 60 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ตอนที่ 2 ศึกษาการผลิตกระดาษจากเยื่อคราฟท์ที่มีการเคลือบบริเวณผิวหน้าด้วยดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนในอัตราส่วนที่เหมาะสมโดยปริมาณดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนที่ศึกษาคือ ปริมาณร้อยละ 20, 40 และ 60 จากนั้นทำการทดลองตอนที่ 1 และ 2 โดยการทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซเอทิลีน

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 วัสดุ

1. เยื่อคราฟท์ จาก SCG Group จำกัด(มหาชน)
2. ดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนที่มีการดัดแปร จากวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. แป้งดัดแปรประเภท อะซีเตท
4. สารต้านทานการตกค้าง
5. ก๊าซเอทิลีน
6. พอลิไวนิลแอซีเตต

3.1.2 อุปกรณ์

1. ถังสำหรับพักเยื่อ
2. ช้อนตักสาร
3. บิกเกอร์
4. แท่งแม่เหล็กกวนสาร
5. แท่งแก้ว
6. เข็มฉีดยาขนาด 1 มิลลิลิตร
7. แท่งปาดสารเบอร์ 150

3.1.3 เครื่องมือทำแผ่นกระดาษ

1. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A200 S, Germany)
2. เครื่องตีกระจายเยื่อ (Disintegrator)
3. เครื่องทำแผ่นทดสอบมาตรฐาน (Hand Sheet Forming Machine)
4. เครื่องกดรีดน้ำ (Hydraulic Press)
5. เครื่องอบแห้ง (Drying Finish Cylinder)
6. เครื่องเคลือบอัตโนมัติ (Lab Bar Coater)

3.1.4 เครื่องมือทดสอบคุณภาพกระดาษ

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Mettler, AE240, Switzerland)
2. เครื่องวัดความหนา (Gotech, Model GT-313-P, Taiwan)
3. เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง (Tensile-Strograph Model E-S)
4. เครื่องทดสอบความต้านการฉีกขาด (Tearing-Elmendorf Tearing Tester)
5. เครื่องทดสอบความพรุนของกระดาษ (Air Permeability Tester)
6. เครื่องวัดค่าความทึบแสง (Optron Brightness model 180)
7. เครื่องทดสอบความทนทานต่อการขัดถู (Suther land Rub test)

3.1.5 เครื่องมือทดสอบความสามารถในการดูดซึมก๊าซเอทิลีน

เครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟี (Gas Chromatography) รุ่น Shimatsu GC-9A, Japan

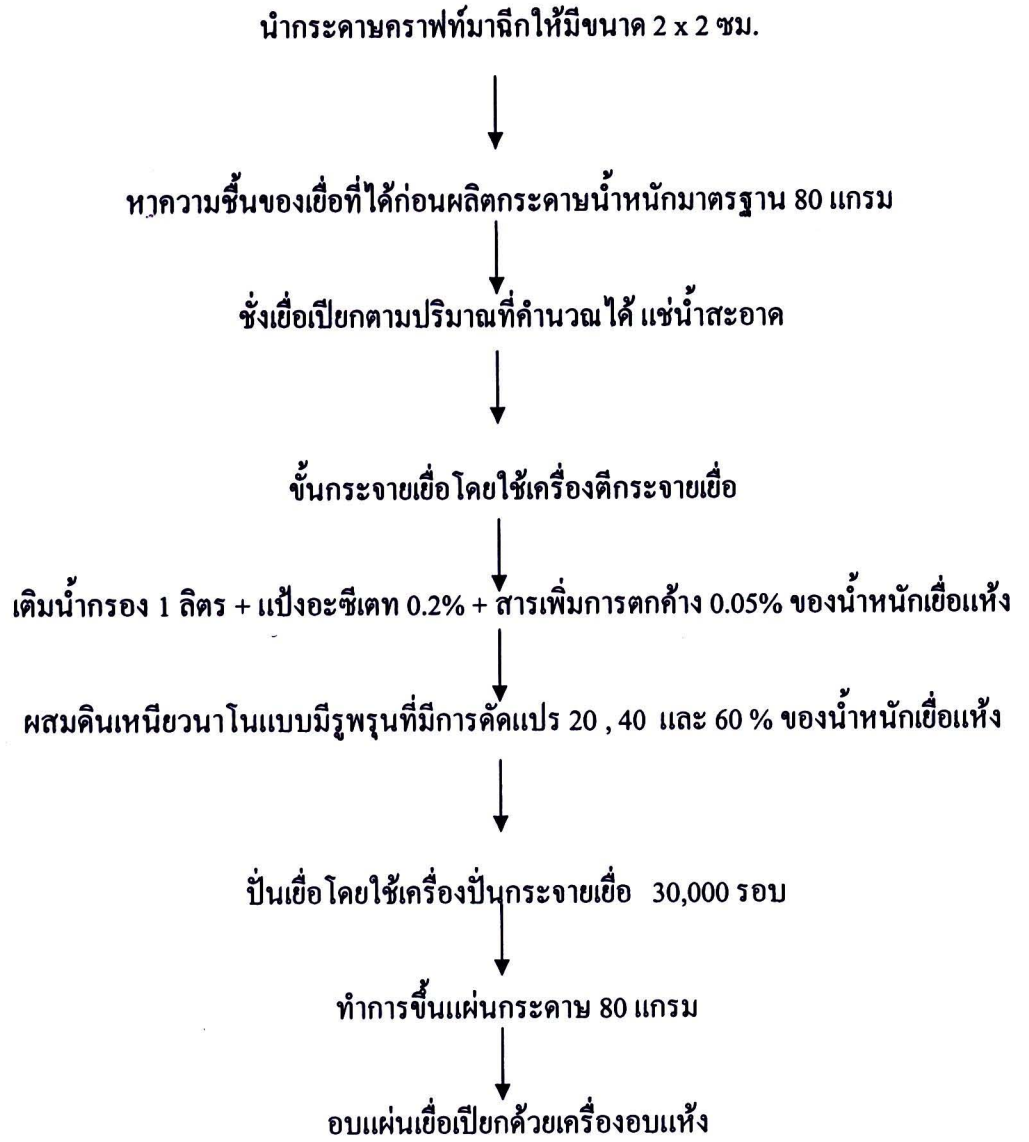
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 ขั้นตอนการสกัดดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุน (PCH)

การสังเคราะห์แร่ดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุน (PCHs) สำหรับดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้ความอนุเคราะห์จากกลุ่มวิจัยของ ผศ.ดร. หทัยกานต์ มนัสปิยะ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีรายละเอียดการเตรียมคร่าวๆ ดังต่อไปนี้ [เกศินี, 2550][13] สารตั้งต้นคือ แร่ดินเหนียวเบนโทไนต์ นำมาล้างสะอาดและปรับ pH จนได้ค่า pH ประมาณ 7 จากนั้นได้มีการเติม quaternary ammonium โดยการแลกเปลี่ยนไอออนกับ cetyltrimethylammonium bromide และนำไปคนที่อุณหภูมิ 50 องศาเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากการทำปฏิกิริยา จะได้แร่ดินเหนียวและทำการกรองและล้างส่วนผสมออกด้วยการใช้สารละลายเมทานอล

และน้ำ และทิ้งไว้ให้แห้งด้วยลม แร่ดินเหนียวชนิดออร์กาโนที่ได้จะถูกคนใน dodecylamine เป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิ 50 องศา นอกจากนี้ Tetraehtyl orthosilicate (TEOS) (ที่อัตราส่วนโมลล่า ของแร่ดินเหนียวออร์กาโน : dodecylamine:TEOS เท่ากับ 1:20:150) ถูกใส่ลงไปและสารลอยตัวที่ได้จะถูกคนต่อไปอีก 4 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง ของแข็งดังกล่าวจะถูกแยกออกจากสารละลายอีกครั้ง โดยการกรองและทำให้แห้งตลอดคืนที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นสารลดแรงตึงผิวถูกกำจัดออก ด้วยการสกัดในสารละลายเมทานอลและไฮโดรคลอริก ต่อมาของแข็งจะถูกกรองออกและล้างออกด้วยสารละลายเมทานอลและน้ำ และอบแห้งในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในที่สุดจะได้ดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนหรือเรียกว่า PCH

3.2.2 ศึกษาปริมาณดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนในขั้นตอนการขึ้นแผ่น มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำกระดาษคราฟท์ที่มีส่วนผสมดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนในขั้นตอนการขึ้นแผ่น

3.2.2.1 วัดคุณสมบัติกระดาษทดสอบที่มีการผสมดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนในขั้นตอนการขึ้นแผ่น การทดสอบเก็บกระดาษจากกระดาษเยื่อคราฟท์ที่มีการผสมดินเหนียวในขั้นตอนการขึ้นแผ่นในอัตราส่วนร้อยละ 20 , 40 และ 60 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยนำแผ่นทดสอบมาทำการตัดให้มีขนาด 15 x 15 ซม. ซึ่งการทดสอบดังนี้

1. น้ำหนักมาตรฐาน (Grammage) จำนวน 10 แผ่น ชั่งน้ำหนักกระดาษแต่ละแผ่น
2. ความหนา (Thickness) จำนวน 10 แผ่น วัดความหนาแต่ละจุด 5 จุด
3. ค่าความทึบแสง (Opacity) จำนวน 10 แผ่นวัดความทึบแสงของกระดาษ
4. ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) จำนวน 10 แผ่น
5. ความต้านการฉีกขาด (Tearing Resistance) จำนวน 10 แผ่น
6. ความพรุนของกระดาษ (Air Permeability) จำนวน 10 แผ่น
7. ความทนทานต่อการขัดถู (Rub Tester) จำนวน 10 แผ่น

3.2.3 ศึกษาปริมาณดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนที่มีการเคลือบบริเวณผิวหน้า มีขั้นตอนดังนี้

นำกระดาษคราฟท์มาฉีกให้มีขนาด 2 x 2 ซม.

↓

หาความชื้นของเยื่อที่ได้ก่อนผลิตกระดาษน้ำหนักมาตรฐาน 80 แกรม

↓

เปียกตามปริมาณที่คำนวณได้ แช่น้ำสะอาด

↓

ขั้นกระจายเยื่อโดยใช้เครื่องตีกระจายเยื่อ ชั่งเยื่อ

↓

เติมน้ำกรอง 1 ลิตร + แป้งอะซีเตท 0.2% + สารเพิ่มการตกค้าง 0.05% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

↓

ปั่นเยื่อโดยใช้เครื่องปั่นกระจายเยื่อ 30,000 รอบ

↓

ทำการขึ้นแผ่นกระดาษ 80 แกรม

↓

อบแผ่นเยื่อเปียกด้วยเครื่องอบแห้ง

เตรียมอัตราส่วนของสารยึดติด พอลิไวนิลอะซีเตทต่อน้ำ 20 กรัม : 100 มิลลิลิตร
ดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนที่มีการคัดแปร 20 , 40 และ 60 % ของน้ำหนักเยื่อแห้ง

ผสมอัตราส่วนของพอลิไวนิลอะซีเตตกับดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนที่มีการดัดแปรในอัตราส่วน 20 : 20 , 20 : 40 และ 20 : 60 โดยน้ำหนัก

เคลือบลงบนกระดาษคราฟท์ที่ทำการขึ้นแผ่นไว้

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำกระดาษคราฟท์ที่มีการเคลือบบริเวณผิวหน้าด้วยดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุน

3.2.3.1 วัดคุณสมบัติกระดาษทดสอบที่มีการเคลือบบริเวณผิวหน้าด้วยดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุน การทดสอบเก็บกระดาษเยื่อคราฟท์ที่มีการเคลือบบริเวณผิวหน้าในอัตราส่วนร้อยละ 20, 40 และ 60 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยนำแผ่นทดสอบมาทำการตัดให้มีขนาด 15x15 ซม. วิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ เช่นเดียวกับการทดลอง 3.2.1

3.2.4 ทดสอบความทนทานต่อการขัดถู (Rub Tester)

ทดสอบความทนทานต่อการขัดถู (Rub Tester) ด้วยเครื่อง Rub Tester ตามมาตรฐาน ASTM D52 64-98 (Abrasion Resistance of Printed Materials by the Sutherland Rub Test) โดยการตัดกระดาษคราฟท์ตัวอย่าง ขนาด 2x7 นิ้ว และตัดกระดาษแข็งสีดำเพื่อมาใช้เป็นตัวขัดถูและประเมินปริมาณดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนที่จะหลุดติดออกมา นำกระดาษคราฟท์ทั้ง 2 ชนิดมาใส่เครื่อง Sutherland Ink Rub Tester โดยวางกระดาษแข็งสีดำบนฐานรองผ้ายางซึ่งทำหน้าที่ป้องกันตัวอย่างเคลื่อนที่ และนำตัวอย่างกระดาษคราฟท์มาติดไว้ใต้น้ำหนักที่ทำการทดสอบ น้ำหนักที่ใช้มีน้ำหนัก 2 ปอนด์การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วระดับ 3 เป็นจำนวน 50 ครั้ง

3.2.5 ศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซเอทิลีนของกระดาษคราฟท์ที่ผสมดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนในขั้นตอนการขึ้นแผ่นและกระบวนการเคลือบบริเวณผิวหน้า

นำกระดาษคราฟท์ที่มีการใส่ดินเหนียวในขั้นตอนการขึ้นแผ่นในอัตราส่วนที่ปริมาณดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุน ปริมาณร้อยละ 20, 40 และ 60 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง และ กระดาษคราฟท์ที่มีการเคลือบ

บริเวณผิวหน้าด้วยดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุน ปริมาณร้อยละ 20, 40 และ60 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง มาตัดให้มีขนาด 15x15 เซนติเมตร ใส่ในขวดปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ปิดขวดให้สนิท ปรับความเข้มข้นภายในขวดให้มีเอทิลีน 5 ppm. โดยใช้เข็มฉีดยาดูดอากาศภายในขวดออกปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นดูดก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 1 % ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แทนที่อากาศภายในขวด วัดปริมาณเอทิลีนที่ดูดซับด้วยกระดาษที่มีดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนทั้ง 2 แบบ โดยวัดจากปริมาณเอทิลีนที่เหลืออยู่ภายในขวดที่เวลา 5,30 นาที 1 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง วิเคราะห์ปริมาณเอทิลีนที่ได้ด้วย Gas Chromatography (GC) (Shimadzu GC-9A, Japan) ใช้ stainless steel packed column ขนาด 0.3125 × 0.2125 ตารางเซนติเมตร ยาว 210 เซนติเมตร บรรจุด้วย activated alumina ปรับอุณหภูมิของ injection port เป็น 100 องศาเซลเซียส อุณหภูมิคอลัมน์เป็น 60 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ flame ionization detector (FID) เป็น 100 องศาเซลเซียส คำนวณเป็นร้อยละการดูดซับเอทิลีน

3.2.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการวิจัย

1. เปรียบเทียบค่าน้ำหนักมาตรฐาน ความหนา ความทึบแสง ดัชนีความต้านทานการฉีกขาด ดัชนีความต้านทานแรงดึง และค่าความพรุนของกระดาษที่ผสมดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนในระหว่างกระบวนการกระจายเยื่อและการเคลือบผิวหน้า

2. วิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับก๊าซเอทิลีนของกระดาษคราฟท์ที่ผสมดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนในระหว่างกระบวนการกระจายเยื่อและการเคลือบผิวหน้า

3. วิเคราะห์หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการดูดซับก๊าซเอทิลีนของกระดาษคราฟท์ที่ผสมดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนในกระบวนการกระจายเยื่อและการเคลือบผิวหน้า

4. การวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวน (ANOVA) ในการศึกษาว่าตัวแปรใดมีผลกระทบถึงระดับนัยสำคัญต่ออัตราการดูดซับก๊าซเอทิลีนของกระดาษคราฟท์ที่มีส่วนผสมของดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุนและร้อยละของปริมาณดินเหนียวนาโนแบบมีรูพรุน สามารถพิจารณาได้จากตารางวิเคราะห์ผล Anova โดยใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% แล้วทำการทดสอบสมมติฐานดังต่อไปนี้

<u>สมมติฐาน</u>

H0 : ตัวแปร ร้อยละของดินเหนียว, ระยะเวลา ไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

H1 : ตัวแปร ร้อยละของดินเหนียว, ระยะเวลา มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

<u>เขตปฏิเสธ</u> จะปฏิเสธ H0 ถ้า $P < \alpha$ (0.05)