

## การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของแผ่นยางดูดซับกลิ่น

### A Study Of Factors Affecting On The Efficiency Of

#### An Odor Absorbing Rubber

จรรรัตน์ พันธุ์สุวรรณ<sup>1</sup> จริญญาภรณ์ อุ๋นวงษ์<sup>2</sup> และปญญานิซ อินทรพัฒน์<sup>3</sup>

<sup>1 2</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

<sup>3</sup> คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

\*E-mail : p.jarungrat@gmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมวัสดุดูดซับกลิ่นจากยางธรรมชาติที่ผสมผงถ่านเพื่อพัฒนาสมบัติของยางให้มีประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่น โดยออกแบบการทดลองแบบแฟคตอเรียลที่มี 3 ปัจจัย คือ ชนิดของผงถ่านไม้ ปริมาณผงถ่านไม้ และขนาดอนุภาคผงถ่านไม้ โดยชนิดของผงถ่านไม้ได้ศึกษาค่า 3 ชนิด คือ ถ่านไม้มะขาม ถ่านไม้ไผ่ และถ่านไม้ผสม ปริมาณผงถ่านไม้มี 4 ระดับ คือ 5, 10, 20 และ 40 phr ส่วนขนาดอนุภาคผงถ่านมี 5 ระดับ คือ 53, 106, 212, 425 และ 1700  $\mu\text{m}$  วัสดุที่ใช้เป็นสารดูดซับกลิ่นจะถูกผสมในยางธรรมชาติในสภาวะน้ำยางและศึกษาความสามารถการดูดซับกลิ่นของยางแผ่นด้วยเครื่องวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide Meter) ยี่ห้อ Fluke รุ่น CO-220 จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่น พบว่า การใช้ปริมาณผงถ่านเพิ่มขึ้นและขนาดอนุภาคผงถ่านที่ใหญ่ขึ้นในถ่านไม้แต่ละชนิดส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นเพิ่มขึ้นด้วย โดยถ่านไม้มะขามมีความสามารถดูดซับดีที่สุดรองลงมาคือถ่านไม้ผสมและถ่านไม้ไผ่ ซึ่งมีประสิทธิภาพการดูดซับที่ระดับ 33, 32 และ 29 ppm ตามลำดับ ที่ขนาดอนุภาคผงถ่าน 1700  $\mu\text{m}$  และปริมาณผงถ่าน 40 phr ส่วนสมบัติเชิงกล พบว่า กิริยาร่วมระหว่างชนิดของผงถ่านไม้ ขนาดอนุภาคและปริมาณของผงถ่านไม้มีผลต่อสมบัติเชิงกล นั่นคือ การใช้ขนาดอนุภาคผงถ่านที่มีขนาดเล็กที่สุดร่วมกับปริมาณผงถ่านไม้ที่เพิ่มขึ้น คือ อนุภาคผงถ่านขนาด 53  $\mu\text{m}$  ปริมาณผงถ่าน 40 phr ของถ่านไม้มะขามจะให้สมบัติดีที่สุด รองลงมาคือถ่านไม้ไผ่และถ่านไม้รวม ตามลำดับ

**คำสำคัญ** : การดูดซับกลิ่น ถ่านไม้ ยางธรรมชาติ

#### Abstract

This research studied the preparation of odor adsorbent material from natural rubber containing charcoal in order to develop the rubber product that provided the high odor adsorbent efficiency. The experimental design chosen for this study was a factorial experiment design comprising 3 factors of types, weight and particle sizes of charcoal. For types of charcoal, it contained 3 types of tamarind wood charcoal, bamboo charcoal and mixed charcoal. The weight of charcoal included 4 levels of 5, 10, 20 and 40 phr. In the event of particle sizes studied, it contained 5 levels of 53, 106, 212, 425 and 1700  $\mu\text{m}$ . The preparation of odor adsorbent rubber sheet was carried out by incorporation of charcoal in natural rubber latex. The odor adsorbing capacity of rubber sheet containing charcoals was measured by carbon monoxide meter (Fluke, CO-

220 model) as well as mechanical properties (i.e., tensile strength and tear strength). The result of odor adsorbent efficiency showed that higher amount and larger particle size of charcoals effected in any charcoal absorbents with increasing of odor adsorbent efficiency. Using the tamarind wood charcoal in rubber sheet provided the highest odor absorbability and followed by mixed charcoal and bamboo charcoal which possessed adsorbent capacity of 33, 32 and 29 ppm, respectively at 40 phr with particle size of 1700  $\mu\text{m}$ . For tensile properties (i.e., tensile strength and tear strength), it was found that the effect of interaction among charcoal types, particle size and amount of charcoal also effect the tensile properties. That is using smallest particle size of charcoal and increasing loading level of charcoal (i.e., 53  $\mu\text{m}$  and 40 phr, respectively) of tamarind wood charcoal yielding the highest tensile properties followed by bamboo charcoal and mixed charcoal, respectively.

**Keywords :** Odor Absorbing, Charcoal, Natural Rubber

## บทนำ

ยางธรรมชาติสามารถนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิดครอบคลุมกับอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ (ยางล้อ และยางในรถ) อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม (สายพาน ท่อยาง และอะไหล่รถยนต์) อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ (ถุงมือ สายยาง และหุ่นยาง) อุตสาหกรรมกีฬา (ผ้ายืด และลูกบอลต่าง) และอุตสาหกรรมอื่นๆ (รองเท้า เฟอร์นิเจอร์ และยางพองน้ำ) เป็นต้น ซึ่งในผลิตภัณฑ์ยางส่วนใหญ่เหล่านี้จะต้องมีการผสมสารเคมีโดยเฉพาะสารตัวเติมเพื่อปรับปรุงสมบัติต่างๆ เช่น สมบัติเชิงกล สมบัติทางไฟฟ้า สมบัติทางความร้อน หรือสมบัติการแปรรูป ฯลฯ นอกจากนี้การใส่สารตัวเติมยังมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนในการผลิตได้อีกด้วย ทำให้การใช้สารตัวเติมในผลิตภัณฑ์ยางต่างๆ เป็นที่นิยมและแพร่หลายยิ่งขึ้น [1, 2] สารตัวเติมหลักที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ยาง เช่น เชม่าดำ ซิลิกา และแคลเซียมคาร์บอเนต จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ผงเชม่าดำเป็นสารเสริมแรงที่รู้จักและใช้อย่างมากในอุตสาหกรรมยางรถยนต์และเป็นที่ยอมรับสำหรับการเพิ่มความแข็งแรง [3] นอกจากนี้เชม่าดำแล้วยังได้มี การนำผงถ่านไม้ผงมาใช้เป็นสารเสริมแรงในยางธรรมชาติ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติเชิงกลในยางธรรมชาติอีกด้วย โดยพุทธพร แสงเทียน และคณะ [4] ได้ศึกษาการเติมผงถ่านในยางปริมาณ 7-10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พบว่าทำให้ยางมีคุณสมบัติดีกว่ายางแผ่นปกติและใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อให้ตัวยางจับกันเป็นก้อนแทนการใช้กรดฟอร์มิค เพื่อลดการนำเข้าสารเคมี นอกจากนี้ สาโรจน์ และศุภกร [5] ได้ศึกษาการดูดซับกลิ่นของยางธรรมชาติที่มีการผสมผงถ่าน โดยเปรียบเทียบชนิดของถ่านระหว่างถ่านไม้ผงและถ่านไม้ผสม ปริมาณถ่านที่ 100, 200, 300, 400, 500, 600 กรัม และขนาดอนุภาคผงถ่านที่ 100 ไมโครเมตร และ 300 ไมโครเมตร พบว่ายางที่ผสมผงถ่านไม้ผสม ปริมาณ 400 กรัม ที่มีขนาดอนุภาค 100 ไมโครเมตร ส่งผลให้คุณสมบัติเชิงกลและความสามารถในการดูดซับกลิ่นดีกว่าถ่านไม้ผง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นของยางแผ่นสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยาง โดยศึกษาชนิด ปริมาณและขนาดอนุภาคของผงถ่านและสมบัติของแผ่นยางที่เตรียมได้ ดังนั้นในการทำงานวิจัยนี้ได้นำหลักการออกแบบการทดลองแบบสุ่มมาใช้ในการหาปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางผสมผงถ่านที่ปริมาณ 12.5, 25, 50, 100 กรัม (5, 10, 20, 40 phr) โดยได้ทำการกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการออกแบบการทดลอง 3 ปัจจัยดังต่อไปนี้ คือ ชนิดของผงถ่านไม้ อนุภาคผงถ่าน (ไมโครเมตร) และ

ปริมาณผงถ่าน (กรัม) ทั้งนี้เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดต่อประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่น ความทนต่อแรงดึง และความทนต่อการฉีกขาด เพื่อพัฒนาการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างให้มีคุณสมบัติตามต้องการ และลดต้นทุนในการผลิต

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการแปรรูปชิ้นต้นของแผ่นยางดูดกลิ่นด้วยการเตรียมจากน้ำยางสด
2. เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมของการเตรียมยางแผ่นดูดกลิ่นโดยการเตรียมจากน้ำยางสด
3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นและสมบัติเชิงกล

#### อุปกรณ์และวิธีการ

##### วัตถุดิบ

1. น้ำยางสด พันธุ์ RRIM 600 จากจังหวัดอุบลราชธานี
2. ผงถ่านไม้ 3 ชนิด คือ ผงถ่านไม้มะขาม (Tamarindus Charcoal : TC) ผงถ่านไม้ไผ่ (Bamboo Charcoal : BC) และผงถ่านไม้ผสม (Mix Charcoal : MC)

#### วิธีการทดลอง

##### การออกแบบการทดลอง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะอธิบายถึงวิธีการออกแบบการทดลอง โดยแบ่งตัวแปรการทดสอบออกเป็น 2 ตัวแปรได้แก่ ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยใช้โปรแกรม Minitab Release 14 [8] ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### ตัวแปรอิสระ

ในการออกแบบการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับ ประกอบไปด้วย ปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัย ซึ่งแต่ละปัจจัยจะแบ่งระดับออกเป็น 3, 4 และ 5 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปัจจัยและระดับปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

| ปัจจัย (Factor)                       | ระดับ (Level)                            |
|---------------------------------------|------------------------------------------|
| ชนิดของผงถ่านไม้                      | ถ่านไม้มะขาม<br>ถ่านไม้ไผ่<br>ถ่านไม้ผสม |
| ขนาดอนุภาคผงถ่าน<br>( $\mu\text{m}$ ) | 53<br>106<br>212<br>425<br>1700          |
| ปริมาณผงถ่าน<br>(phr)                 | 5<br>10<br>20<br>40                      |

### ตัวแปรตาม

ตัวแปรตามในงานวิจัยนี้ คือประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่น ความทนต่อแรงดึง และความต้านทานต่อการฉีกขาด งานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล เพื่อศึกษาผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมของปัจจัยต่างๆ พร้อมกัน การจัดลำดับการทดลองครั้งนี้เป็นแบบสุ่ม รวมถึงการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง รวมเป็นการทดลองทั้งสิ้น 180 การทดลอง

### การทดสอบคุณภาพน้ำยางพันธุ์ RRIM 600

ตารางที่ 1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยาง (Total Solids Content, TSC)

| ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ค่ามาตรฐาน |
|------------|------------|------------|--------|------------|
| 37.81%     | 37.80%     | 37.80%     | 37.80% | 27-48%     |

ตารางที่ 2 ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, DRC)

| ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย | ค่ามาตรฐาน |
|------------|------------|------------|--------|------------|
| 34.93%     | 34.95%     | 34.92%     | 34.93% | 25- 45%    |

จากตารางที่ 1 และ 2 ลักษณะของน้ำยางพันธุ์ RRIM 600 ในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่ามีปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางเฉลี่ยอยู่ที่ 37.80 เปอร์เซ็นต์และปริมาณเนื้อยางแห้งเฉลี่ยอยู่ที่ 34.93 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ASTM D 1076-80 แล้วนั้น ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำยางดิบและปริมาณเนื้อยางแห้งนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพดี

### การเตรียมสารตัวเติม

นำถ่านไม้มาบดด้วยครก เพื่อลดขนาดก้อนถ่านให้เล็กลง จากนั้นนำถ่านที่บดแล้วใส่เข้าในเครื่อง Vibratory Cup Mill “Pulverisette 9” แล้วทำการเปิดเครื่องเพื่อบดถ่าน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะผงถ่านที่ผ่านการบด

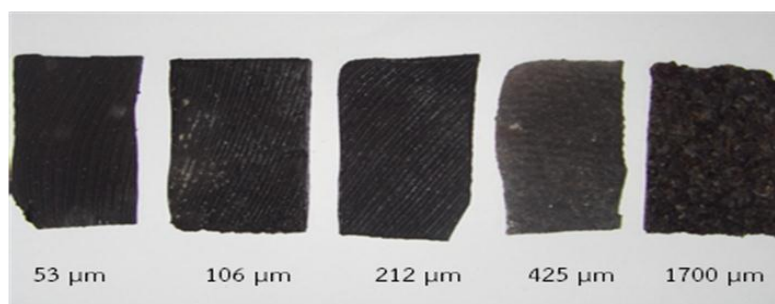
จากนั้นนำผงถ่านที่ได้จากการบดด้วยเครื่อง Vibratory Cup Mill “Pulverisette 9” เเทลงในตะแกรง เพื่อคัดแยกขนาดของอนุภาคผงถ่านการคัดขนาดของผงถ่านที่นำมาทำการทดลองโดยใช้เครื่องคัดขนาดแบบใช้แรงสั่นสะเทือน Vibratory Sieve Shaker รุ่น Vibratory Sieve Shaker Analysette3 โดยเครื่องนี้จะมีตะแกรงแยกขนาดเบอร์ต่าง ๆ ได้แก่ เบอร์ 6 3,350  $\mu\text{m}$ ), 12 (1,700  $\mu\text{m}$ ) , 20 (850  $\mu\text{m}$ ), 30 (600  $\mu\text{m}$ ), 40 (425  $\mu\text{m}$ ), 50 (300  $\mu\text{m}$ ), 70 (212  $\mu\text{m}$ ), 100 (150  $\mu\text{m}$ ), 140 (106  $\mu\text{m}$ ), 200 (75  $\mu\text{m}$ ), 270 (53  $\mu\text{m}$ ) และจานรอง (pan) ตามมาตรฐานของ A.F.S. เพื่อหาขนาดรูปร่างความละเอียดที่เหมาะสมที่นำมาใช้ในการทดสอบ โดยเลือกขนาดอนุภาคผงถ่าน 53, 106, 212, 425, 1700  $\mu\text{m}$  และปริมาณผงถ่าน 5, 10, 20, 40 phr ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การคัดแยกขนาดผงถ่านด้วยเครื่อง Vibratory Sieve Shaker ยี่ห้อ FRITSCH รุ่น Vibratory Sieve Shaker Analysette 3

#### การเตรียมแผ่นยางมาสเตอร์แบบจากผงถ่านไม้

การเตรียมแผ่นยางมาสเตอร์แบบจากผงถ่านไม้ เริ่มจากการนำผงถ่านและน้ำสะอาดปริมาณ 500 มิลลิลิตร เเทลงผสมแล้วกวนให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลา 10 นาที แล้วเทน้ำยางปริมาณ 750 มิลลิลิตร ลงถึงผสมกวนจนผงถ่าน น้ำสะอาด น้ำยางเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเทกรดฟอร์มิกปริมาณ 100 มิลลิลิตร ลงถึงผสม กวนให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาทีแล้วเทลงตะกน นวดก้อนยางที่ความหนา 1 เซนติเมตรและนำไปเข้าเครื่องรีดเส้นและรีดดอกล่างด้วยน้ำสะอาดแล้วนำยางแผ่นที่ได้ไปผึ่งลม 3-4 ชั่วโมงแล้วจึงอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 45-65 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน จะได้แผ่นยางมาสเตอร์แบบผสมผงถ่านไม้ที่ขนาดอนุภาคต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผ่นยางมาสเตอร์แบบผสมผงถ่านไม้

### การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่น

- เตรียมความเข้มข้นเริ่มต้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากบุหรี่ยี่ห้อจ๋าลองที่สร้างขึ้นแล้วทิ้งไว้จนบุหรี่ยี่ห้อจ๋าลองดับ ดังแสดงในภาพที่ 4 รอกจนเกิดสภาวะสมดุลของแก๊ส ซึ่งจะได้ความเข้มข้นเริ่มต้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ประมาณ 100 ppm นำยางแผ่นมาสเตอร์แบบผสมผงถ่านใส่เข้าไปยังชุดทดสอบการดูดซับกลิ่น



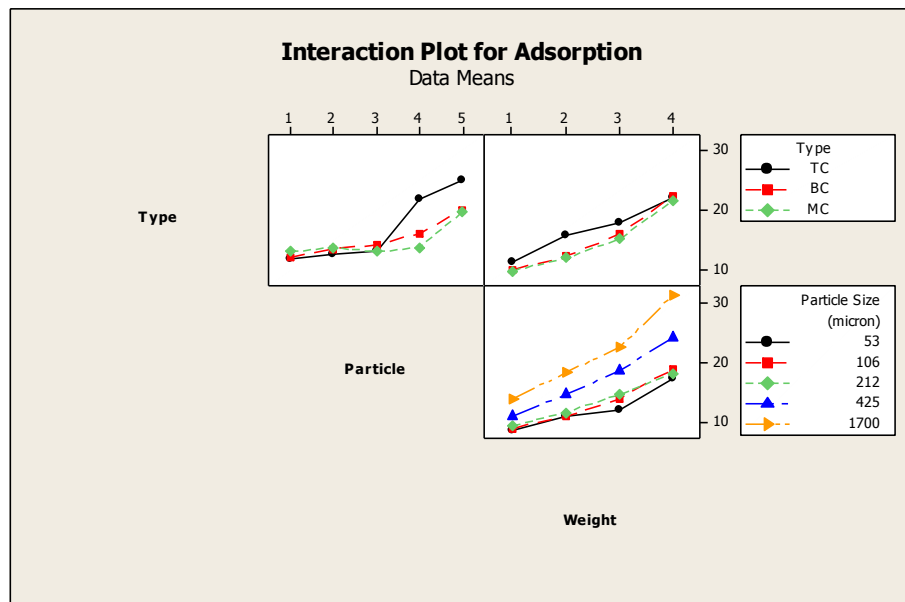
(1)



(2)

ภาพที่ 4 (1) ชุดทดสอบการดูดซับกลิ่นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และ (2) เครื่องวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ยี่ห้อ Fluke รุ่น CO-220

และบันทึกความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทุก ๆ 10 นาที โดยที่เวลาในการทดลองเท่ากับ 120 นาที [6] เพื่อดูความสามารถการดูดซับกลิ่นของแผ่นยางมาสเตอร์แบบผสมผงถ่านจนกว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

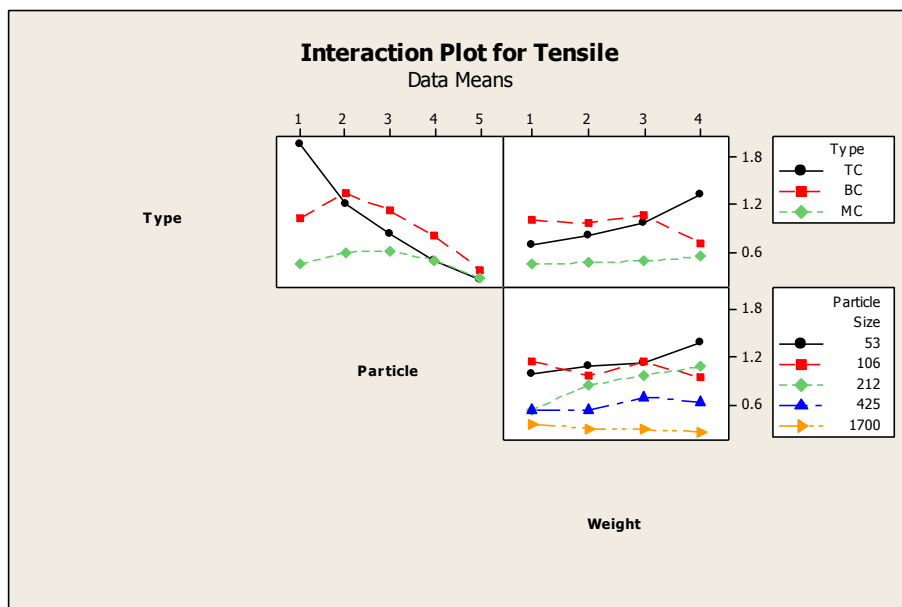


ภาพที่ 4 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมของประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่น

จากภาพที่ 4 เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของถ่านไม้ ขนาดอนุภาคผงถ่าน และปริมาณผงถ่าน ผลการวิเคราะห์พบว่า ที่ปริมาณผงถ่านที่เพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคผงถ่านใหญ่ขึ้นส่งผลให้มีประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นเพิ่มขึ้น ดังนั้นแผ่นยางมาสเตอร์แบบผสมถ่านไม้มะขาม (TC) ที่ขนาดอนุภาค 1700  $\mu\text{m}$  ปริมาณ 40 phr มีประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นที่ดีที่สุด

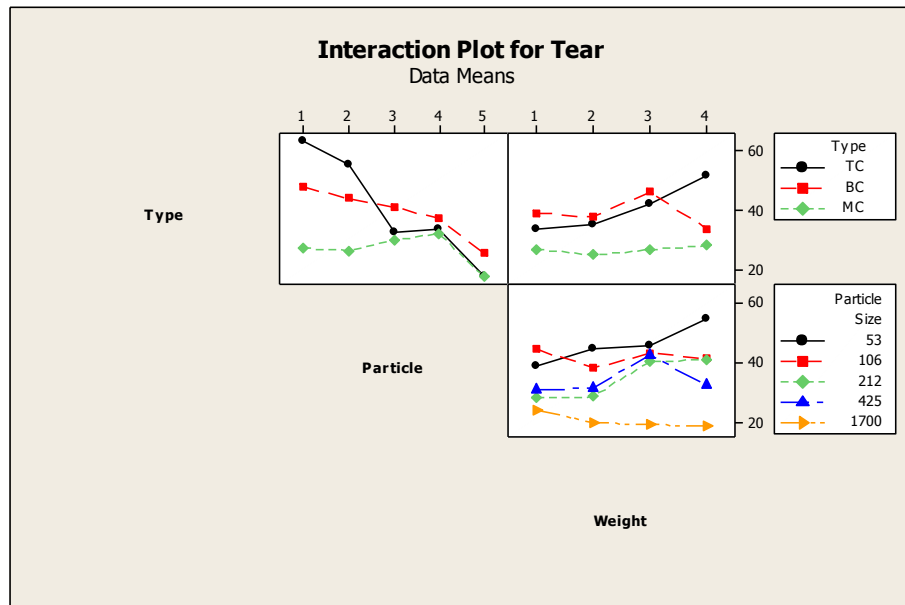
#### การทดสอบสมบัติเชิงกล

- การทดสอบความทนต่อแรงดึง ตามมาตรฐาน ASTM D412 (Die C) ด้วยเครื่อง Universal Tensile Testing Machine โดยใช้ความเร็วในการดึงขึ้นทดสอบ 500 มิลลิเมตรต่อนาที
- การทดสอบความทนต่อการฉีกขาด ตามมาตรฐาน ASTM D624 (Die C) ด้วยเครื่อง Universal Tensile Testing Machine โดยใช้ความเร็วในการดึงขึ้นทดสอบ 500 มิลลิเมตรต่อนาที



ภาพที่ 5 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมของความทนต่อแรงดึง

จากภาพที่ 5 เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของถ่านไม้ ขนาดอนุภาคผงถ่าน และปริมาณผงถ่าน ผลการวิเคราะห์พบว่า ที่ปริมาณผงถ่านที่เพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคผงถ่านลดลงส่งผลให้มีสมบัติเชิงกลด้านความทนต่อแรงดึงเพิ่มขึ้น ดังนั้นแผ่นยางมาสเตอร์แบบผสมถ่านไม้มะขาม (TC) ที่ขนาดอนุภาค 53  $\mu\text{m}$  ปริมาณ 40 phr มีสมบัติเชิงกลด้านความทนต่อแรงดึงสูงสุด เนื่องจากไม้มะขามมีลักษณะโครงสร้างเป็นไม้เนื้อแข็งจึงมีโครงสร้างที่ยุ่ยากและซับซ้อน [7]



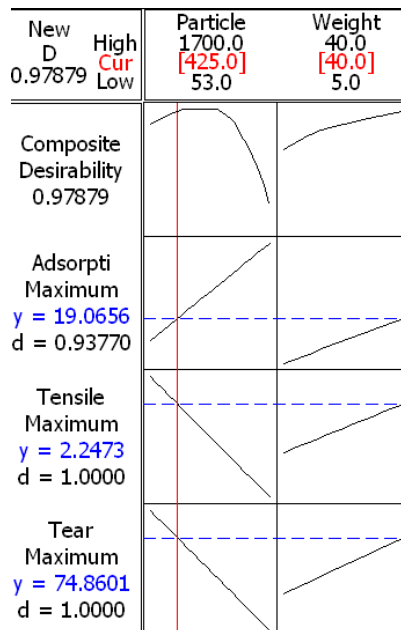
ภาพที่ 6 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมของความต้านทานต่อการฉีกขาด

จากภาพที่ 6 เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของถ่านไม้ ขนาดอนุภาคผงถ่าน และปริมาณผงถ่าน ผลการวิเคราะห์พบว่า ที่ปริมาณผงถ่านที่เพิ่มขึ้น ขนาดอนุภาคผงถ่านลดลงส่งผลให้มีสมบัติเชิงกลด้านความต้านทานต่อการฉีกขาดเพิ่มขึ้น ดังนั้นแผ่นยางมาสเตอร์แบชผสมถ่านไม้มะขาม (TC) ที่ขนาดอนุภาค 53  $\mu\text{m}$  ปริมาณ 40 phr มีสมบัติเชิงกลด้านความต้านทานต่อการฉีกขาดสูงสุด เนื่องจากไม้มะขามมีลักษณะโครงสร้างเป็นไม้เนื้อแข็ง จึงมีโครงสร้างที่ยู่ยากและซับซ้อน [7]

#### การวิเคราะห์ระดับที่เหมาะสมของปัจจัย

ในการวิเคราะห์ระดับที่เหมาะสมของปัจจัยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการประสิทธิภาพการดูดซับและสมบัติเชิงกลสูงสุด ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ระดับที่เหมาะสมของปัจจัยสำหรับประสิทธิภาพของแผ่นยางดูดซับกลิ่น ผลการวิเคราะห์ระดับที่เหมาะสมของปัจจัยโดยกำหนดเป้าหมายที่ค่าสูงสุดแสดงดังภาพที่ 7





ภาพที่ 7 ผลการวิเคราะห์ระดับที่เหมาะสมของปัจจัย

ผลการวิเคราะห์ระดับที่เหมาะสมของปัจจัยดังแสดงในภาพที่ 7 พบว่าแผ่นยางมาสเตอร์แบบผสมผงถ่านไม้มะขาม ที่ขนาดอนุภาค 425  $\mu\text{m}$  ปริมาณ 40 phr จะทำให้ประสิทธิภาพดูดซับกลิ่นกับคุณสมบัติเชิงกลดีที่สุด

#### สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาชนิดของถ่านไม้ ขนาดอนุภาคผงถ่าน และปริมาณผงถ่านที่เหมาะสม เพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยาง โดยแบ่งปัจจัยออกเป็น 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ชนิดของถ่านไม้ ขนาดอนุภาคผงถ่าน และปริมาณผงถ่าน โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบฟูลแฟกทอเรียล (Full Factorial Design) ผลการทดลองพบว่าปัจจัยทั้ง 3 ล้วนส่งผลต่อประสิทธิภาพของแผ่นยางดูดซับอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และสามารถหาค่าที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้ (1) ผงถ่านไม้มะขาม (2) ขนาดอนุภาคผงถ่าน 425  $\mu\text{m}$  (3) ปริมาณผงถ่าน 40 phr จากส่วนผสมที่ทำให้แผ่นยางมาสเตอร์แบบผสมมีประสิทธิภาพการดูดซับกลิ่นที่ 30 ppm สมบัติเชิงกลด้านความทนต่อแรงดึงที่ 0.62 MPa และความต้านทานต่อการฉีกขาด 37.80 N/mm

#### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนการทำวิจัยนี้

#### เอกสารอ้างอิง

[1] ยุทธชาติ วิเชียรบุตร. 2547. สมบัติของยางธรรมชาติเติมด้วยเถ้าลอยลิกไนต์-การบ่มและสมบัติเชิงกล.

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- [2] ปุณณานิซ อินทรพัฒน์. 2555. สารตัวเติมในยางธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ชีวมวล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 หน้า 30-43.
- [3] Groover P.M. 2007. *Fundamentals of modern manufacturing*. 3rd, Prentice-Hall.
- [4] พุทธพร แสงเทียน, สุกัญญา ศรีสง่า และณัฐยา พุนสุพรรณ. 2551. อิทธิพลของถ่านและน้ำส้มควันไม้ต่อสมบัติแผ่นยางพารา. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- [5] สำโรจน์ เทพคุณ และศุภกร อุทธาณิช. 2552. กรรมวิธีผลิตแผ่นยางดุดกลื่น. คณะวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- [6] เอกรัฐ ศรีอ่อน. 2551. การบำบัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากควันบุหรี่โดยใช้เครื่องฟอกอากาศแบบโฟโตคะตะไลติกออกซิเดชัน. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- [7] บางรักษ์ เชษฐสิงห์. 2551. หนังสือไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย.  
ได้จาก <http://www.baannatura.com/th/mat/content/detail/136.html>.
- [8] กุลจณี พนาวรางกูร. 2554. ผลของสารตัวเติมเขม่าดำและความเร็วสกรูการอัดรีดที่มีต่อสมบัติของยางอีพีดีเอ็ม. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์