

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้สามารถตัดแปรทางเคมีของธรรมชาติวัลคาไนซ์เพื่อใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ชนิดกรดผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับกรดฟอร์มิกภายใต้ภาวะที่ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ยางธรรมชาติวัลคาไนซ์หลังการออกซิไดซ์ถูกนำมาใช้ทดสอบความสามารถในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดออกทานอีนอกกับ 1-ออกทานอล

ยางธรรมชาติผ่านการวัลคาไนซ์ (VR) เมื่อเพิ่มปริมาณซิลเฟอร์ที่ใช้และเพิ่มอัตราส่วนสารตัวเร่งต่อปริมาณซิลเฟอร์ในการผสมยาง ลักษณะรูปแบบการเชื่อมขวางพันธะซัลฟิดิกมีสัดส่วนของมอนอซัลฟิดิกเพิ่มขึ้นด้วย ลำดับสัดส่วนพันธะมอนอซัลฟิดิกของ VR ที่เตรียมยางธรรมชาติในการทดลองนี้ได้ดังนี้ VR-3 > VR-5 > VR-4 > VR-2 > VR-1 หลังผ่านการออกซิไดซ์ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับกรดฟอร์มิก (OVR) เกิดหมู่ฟังก์ชันแสดงความเป็นกรดที่สำคัญ คือ หมู่กรดซัลโฟนิก ( $-SO_3H$ ) และหมู่กรดคาร์บอกซิลิก ( $-COOH$ ) โดยปริมาณซิลเฟอร์และปริมาณตำแหน่งกรดใน OVR ถูกกำหนดด้วยสัดส่วนของพันธะมอนอซัลฟิดิกใน VR เริ่มต้น

ยางธรรมชาติวัลคาไนซ์หลังการออกซิไดซ์มีความเป็นขี้สูง เมื่อนำไปทดสอบการบวมตัวในโทลูอีน พบว่าการบวมตัวมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับ VR เริ่มต้น โดยมีลำดับความแตกต่างของดีกรีการบวมตัวที่ลดลงเมื่อเทียบกับ VR เริ่มต้น ดังนี้ OVR-5 > OVR-1 > OVR-4 > OVR-2 > OVR-3 โดยเฉพาะ OVR-5 มีค่าดีกรีการบวมตัวลดลงถึง 84.6 % จึงทำให้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเร่งปฏิกิริยาที่ระบบของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์มีความเป็นขี้ต่ำ และสอดคล้องกับความคงตัวในโทลูอีน โดยดูจากค่าปริมาณโซลในโทลูอีนที่มีค่าลดลง ดังนี้ OVR-4 > OVR-3 > OVR-2 > OVR-1 > OVR-5

ภาวะในเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของยางธรรมชาติวัลคาไนซ์ (VR-4) พบว่าที่ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 15 % โดยมวล เป็นภาวะในการออกซิไดซ์น่าจะได้หมู่กรดซัลโฟนิกมากที่สุด สำหรับอัตราส่วนโดยโมลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อกรดฟอร์มิกเท่ากับ 1.5 : 1 มีปริมาณตำแหน่งกรดที่ได้สูงสุดเท่ากับ 1.33 มิลลิโมลต่อกรัมยาง ขณะเดียวกันการสูญเสียปริมาณซิลเฟอร์หลังการออกซิไดซ์มีค่าสูงสุดถึง 38.5 % เมื่อศึกษาอัตราส่วนโดยมวลของแข็งต่อสารละลายออกซิไดซ์นั้น พบว่า การใช้ปริมาณของ VR-4 เท่ากับ 5 กรัม ถึงจุดการเกิดการพอดิกันในปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างปริมาณยาง VR-4 กับปริมาณสารละลายออกซิไดซ์



737225235

ปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดออกทานอิกและ1-ออกทานอล เมื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนของกรดออกทานอิกพบว่าตัวเร่งปฏิกริยา OVR ให้การเปลี่ยนของกรดออกทานอิกเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณตำแหน่งกรดที่มีเพิ่มขึ้น โดยตัวเร่งปฏิกริยา OVR-4 และ OVR-5 ให้ค่าการเปลี่ยนของกรดออกทานอิกที่ใกล้เคียงกับตัวเร่งปฏิกริยา Amberlyst<sup>®</sup> 15 การนำกลับของตัวเร่งปฏิกริยา OVR-4 มีค่าที่สูงกว่าตัวเร่งปฏิกริยา OVR-5 ดังนั้นตัวเร่งปฏิกริยา OVR-4 จึงมีความเหมาะสมที่สุดในการใช้เป็นตัวเร่งปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน โดยพบว่ามีการเปลี่ยนของกรดออกทานอิกและการนำกลับของตัวเร่งปฏิกริยาเท่ากับ 86.7 % และ 33.4 % ตามลำดับ

ภาวะในการเกิดปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดออกทานอิกและ1-ออกทานอลโดยใช้ตัวเร่งปฏิกริยา OVR-4 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณตัวเร่งปฏิกริยาจาก 1% เป็น 3 %โดยมวลของกรดออกทานอิก ได้การเปลี่ยนของกรดออกทานอิกเพิ่มขึ้น แต่การเปลี่ยนของกรดออกทานอิกมีค่าลดลงเมื่อปริมาณตัวเร่งปฏิกริยา เท่ากับ 5 %โดยมวลของกรดออกทานอิก อุณหภูมิในการทำปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน มีผลทำให้การเปลี่ยนของกรดออกทานอิกเพิ่มขึ้นด้วย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

พบว่ายางธรรมชาติวัลคาไนซ์ที่ผ่านการออกซิไดซ์ เมื่อนำไปใช้งานด้านเป็นตัวเร่งปฏิกริยาแบบวีวียัพันธุ์ชนิดกรดสำหรับเอสเทอร์ฟิเคชัน การนำกลับของตัวเร่งปฏิกริยามีค่าต่ำมากเนื่องจากตัวเร่งปฏิกริยา OVR บางส่วนมีขนาดโมเลกุลที่มีขนาดเล็กมากไม่สามารถกรองได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 เมื่อเทียบกับตัวเร่งปฏิกริยาเชิงการค้า Amberlyst<sup>®</sup> ดังนั้นควรมีการปรับปรุงการผสมยางให้มีการเชื่อมขวางที่มากขึ้นหรืออาจมีทำการวัลคาไนซ์ยางที่ผ่านการออกซิไดซ์ใหม่อีกครั้งเพื่อสร้างพันธะเชื่อมขวาง ทำให้ตัวเร่งปฏิกริยาเพิ่มความคงตัวในสารตั้งต้นของปฏิกริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน น่าจะช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้

OVR มีปริมาณตำแหน่งกรดที่สูง จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านอื่น เช่น เรซินแลกเปลี่ยนไอออนในการบำบัดน้ำเสียหรือใช้เป็นตัวดูดซับได้

