

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบการสลายตัวด้วยความร้อนของน้ำยางดำที่ใช้วัตถุดิบจากไม้ไผ่และยูคาลิปตัสโดยทำการวิเคราะห์ทางความร้อนด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมตริก และดิฟเฟอเรนเชียลเทอร์มอลแอนาไลซิส พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองการสลายตัวในส่วนของกาโรไลสของน้ำยางดำเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจากการทดลองได้ผลสรุปดังนี้

1. จากผลการทดลองด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมตริกแบบไอโซเทอร์มอลพบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของแข็งจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิไพโรไลซิสสุดท้ายทั้งตัวอย่างน้ำยางดำที่ใช้วัตถุดิบในการผลิตจากยูคาลิปตัสและไม้ไผ่ ค่า  $k$  ที่คำนวณได้จากการทดลองจะมีค่าสูงมากในช่วงค่าการเปลี่ยนแปลงของแข็งเริ่มต้น หลังจากนั้นค่า  $k$  ที่คำนวณได้จะมีค่าลดต่ำลงมากและมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันทุกๆ อุณหภูมิไพโรไลซิสสุดท้าย แต่ค่า  $k$  เริ่มต้นไม่ได้เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิไพโรไลซิสสุดท้าย การคำนวณค่า  $k$  จากสมการทำนายค่าพบว่าให้ค่าที่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่า  $k$  ที่คำนวณได้จากการทดลอง ทั้งนี้เป็นเพราะองค์ประกอบของน้ำยางดำที่มีการสลายตัวเกิดขึ้นในหลายช่วงอุณหภูมิ โดยที่อุณหภูมิต่ำกว่า 550 องศาเซลเซียส จะเป็นการสลายตัวของสารอินทรีย์ ส่วนที่อุณหภูมิสูงกว่า 550 องศาเซลเซียส จะเป็นการสลายตัวของสารอนินทรีย์ นอกจากนี้การสมมติให้ลำดับของปฏิกิริยาเป็นลำดับ 1 และสมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่า  $k$  ที่ได้จากการทดลองเป็นแบบพาราโบลา ซึ่งต่างจากสมมติฐานที่ใช้ในการคิดสมการทำนายค่า  $k$  ที่กำหนดให้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง ซึ่งจากสาเหตุเหล่านี้ทำให้สมการทำนายค่า  $k$  ให้ผลที่ไม่ดีในการวิจัยนี้

2. จากผลการทดลองด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมตริกแบบไดนามิกพบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของแข็งจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราการให้ความร้อนทั้งตัวอย่างน้ำยางดำที่ใช้วัตถุดิบในการผลิตจากยูคาลิปตัสและไม้ไผ่ ในส่วนของสมการทำนายค่าเนื่องจากการทดลองแบบไดนามิกต้องใช้ค่าพารามิเตอร์  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  และ  $P_4$  ของการทดลองแบบไอโซเทอร์มอล ในการคำนวณหาสมการทำนายค่าของการทดลองแบบไดนามิก แต่ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ให้สมการทำนายค่าที่ไม่ดีในการทดลองแบบไอโซเทอร์มอล เมื่อมาใช้ร่วมกับการคำนวณสมการทำนายค่าของการทดลองแบบ

ไดนามิก จึงอาจทำให้มีผลต่อสมการทำนายค่าของการทดลองแบบไดนามิกด้วยเช่นกัน แต่สมการทำนายค่าให้ผลจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ยอมรับได้ในช่วงเริ่มการสลายตัวของน้ำยางดำจนถึงการเปลี่ยนรูปของแข็งที่ไม่เกิน 0.45 สำหรับตัวอย่างน้ำยางดำจากบริษัทที่ 1 และในช่วงเริ่มการสลายตัวของน้ำยางดำจนถึงการเปลี่ยนรูปของแข็งที่ไม่เกิน 0.2 สำหรับตัวอย่างน้ำยางดำจากบริษัทที่ 2 หลังจากนั้นสมการทำนายค่าจะให้ค่าการเปลี่ยนรูปของแข็งจากสมการทำนายค่าที่ลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการที่มีฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลในสมการทำนายค่า

3. การทดลองดิฟเฟอเรนเทียลเทอร์มอลแอนาไลซิส เนื่องจาก DTA เทอร์โมแกรมในงานวิจัยนี้ไม่สามารถบ่งชี้จุดสูงสุดของกราฟได้อย่างชัดเจน จึงไม่สามารถแบ่งช่วงของกราฟเพื่อคำนวณหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ได้เหมือนงานวิจัยที่มีการทำมาก่อนหน้านี้โดย Nassar, 2003

4. แบบจำลองการสลายตัวของน้ำยางดำในส่วนของการไพโรไลซิส ซึ่งเป็นสมการทำนายค่าที่ได้ในงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลองแล้วให้ค่าที่ไม่มีความสัมพันธ์ที่ยอมรับได้กับค่าที่ได้จากการทดลอง

#### 5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. ควรทำการตรวจวัดชนิด และปริมาณของก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลเสริมในการพิจารณาเปรียบเทียบหาสภาวะที่เหมาะสมในการออกแบบระบบแก๊สซิฟิเคชั่นต่อไป

2. ทำการศึกษาผลของค่าจลนพลศาสตร์เมื่อมีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมในการเกิดปฏิกิริยา

3. เนื่องจากสมการทำนายค่าให้ผลที่มีแนวโน้มไม่ดีกับผลที่ได้จากการทดลอง ดังนั้นควรพิจารณาองค์ประกอบอื่นเพื่อปรับแก้ค่าจากสมการทำนายค่า หรือใช้สมการทำนายค่าที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

4. การทดลองนี้เป็นการศึกษาในห้องทดลองโดยเครื่องเทอร์โมกราวิเมตริกแอนาไลเซอร์ ซึ่งใช้ตัวอย่างในการทดลองปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงมีการกระจายตัวของส่วนประกอบของน้ำยางดำที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นควรมีการนำไปทดลองในระดับขนาดทดสอบ (pilot plant) เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากการกระจายตัวขององค์ประกอบน้ำยางดำที่ไม่เท่ากัน และเป็นการตรวจสอบ

ผลของค่าจลนพลศาสตร์ที่คำนวณมาได้ทั้งจากค่าจากการทดลอง และค่าจากสมการทำนายค่า  
ก่อนนำค่าไปใช้ในการออกแบบระบบแก๊สซิฟิเคชันจริงต่อไป