



## สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ ที่เหมาะสมในการนำไปใช้เตรียมน้ำยางผสมสารเคมีเพื่อใช้ในการผลิตถุงมือยางทางการแพทย์ ในการเตรียมน้ำยางผสมสารเคมี จะใช้บอลลมิลทำการบดย่อยสารให้มีขนาดที่เล็กลง แล้ววัดขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันโดยใช้เครื่อง Particle Size Analyzer จากนั้นนำดิสเพอร์ชันที่ได้มาเตรียมน้ำยางผสมสารเคมี เพื่อนำไปขึ้นรูปเป็นถุงมือยาง นำถุงมือยางที่ได้มาทดสอบสมบัติทางกายภาพด้านการดึงยาง โดยใช้เครื่อง Tensile Tester จึงต้องศึกษาตัวแปรที่ทำให้ได้ถุงมือยางที่มีสมบัติทางกายภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 1056-2540 ตัวแปรที่ศึกษาคือ ขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ และ เวลาในการบ่มน้ำยาง 4-7 วัน โดยศึกษาผลของตัวแปรที่มีต่อ ลักษณะการคงรูปของน้ำยาง สมบัติด้านการดึงยางทั้งก่อนบ่มแรงและหลังบ่มแรงที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ชั่วโมง และลักษณะพื้นผิวของถุงมือยาง จากการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

### 1) ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ที่มีต่อลักษณะการคงรูปของน้ำยาง

จากการเตรียมน้ำยางผสมสารเคมีในแต่ละสูตร โดยมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่แตกต่างกันของ Sulfur ดิสเพอร์ชัน, ZDEC ดิสเพอร์ชัน และ ZnO(WS) ดิสเพอร์ชัน มาทำการบ่มเป็นเวลา 4, 5, 6 และ 7 วัน จากนั้นวัดองศาการคงรูปของน้ำยาง (degree of vulcanization) สรุปว่า ขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่แตกต่างกันจะไม่มีผลต่อการคงรูปของน้ำยาง และพบว่าเมื่อทำการบ่มน้ำยางผสมสารเคมีเป็นเวลา 6 และ 7 วัน จะทำให้น้ำยางเกิดการคงรูปได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีค่า chloroform number เท่ากับ 3 และ 3.5 และมีค่า %swelling เป็น 80-90%

### 2) ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ที่มีต่อสมบัติทางกายภาพด้านการดึงยาง

2.1) Sulfur ดิสเพอร์ชัน ที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 4.69, 3.78, 2.60 และ 2.48 ไมโครเมตร มีผลต่อค่าความต้านแรงดึงและความยืดเมื่อขาด เมื่อใช้เวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมีเป็นเวลา 4 วัน อนุภาคขนาดเล็กให้ค่าความต้านแรงดึงสูงกว่าอนุภาคขนาดใหญ่ และมีค่าความยืดเมื่อขาดน้อยกว่าอนุภาคขนาดใหญ่ เมื่อบ่มน้ำยางผสมสารเคมีเป็นเวลา 5, 6 และ 7 วัน เวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมีให้ผลชัดเจนกว่า ทำให้ขนาดอนุภาคที่แตกต่างกันมีค่าความต้านแรงดึงและความยืดเมื่อขาด

ใกล้เคียงกัน และพบว่าขนาดอนุภาคที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300 และ 500 โดยแต่ละขนาดมีค่าที่ใกล้เคียงกัน

สำหรับขนาดอนุภาคที่เหมาะสมในการนำไปใช้เตรียมน้ำยางผสมสารเคมี ขนาดอนุภาค 4.69 ไมโครเมตร เป็นขนาดที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากให้ค่าความต้านแรงดึงของถุงมือ ที่ได้จากการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4 และ 5 วัน ทั้งถุงมือก่อนบ่มแรงและหลังบ่มแรง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.1056-2540 ขนาดอนุภาคของ Sulfur ดิสเพอร์ชัน ที่เหมาะสมในการนำไปใช้เตรียมน้ำยางผสมสารเคมีเพื่อใช้ในการผลิตถุงมือทางการแพทย์ และให้ค่าทางด้านแรงดึงผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.1056-2540 มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.78 ไมโครเมตร ใช้เวลาในการบดย่อยโดยบอลลมมากกว่าหรือเท่ากับ 48 ชั่วโมง

2.2) ZDEC ดิสเพอร์ชัน ที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 3.30, 2.32, 1.58 และ 1.28 ไมโครเมตร พบว่า มีผลต่อค่าความต้านแรงดึงและค่าความยืดเมื่อขาด เมื่อใช้เวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 4 วัน จะเห็นผลชัดเจน อนุภาคขนาดเล็กให้ค่าความต้านแรงดึงสูงกว่าอนุภาคขนาดใหญ่ และมีค่าความยืดเมื่อขาดน้อยกว่าอนุภาคขนาดใหญ่ และเมื่อใช้เวลาในการบ่มน้ำยางผสมสารเคมี 5, 6 และ 7 วัน ขนาดอนุภาคที่แตกต่างกัน มีค่าความต้านแรงดึงและค่าความยืดเมื่อขาดใกล้เคียงกัน และพบว่าขนาดอนุภาคที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300 และ 500 โดยแต่ละขนาดจะให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน

ขนาดอนุภาค ZDEC ดิสเพอร์ชันที่เหมาะสมในการนำไปใช้เตรียมน้ำยางผสมสารเคมีเพื่อใช้ในการผลิตถุงมือทางการแพทย์ และให้ค่าทางด้านแรงดึงผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.1056-2540 มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.30 ไมโครเมตร ใช้เวลาในการบดย่อยโดยบอลลมมากกว่าหรือเท่ากับ 12 ชั่วโมง

2.3) ZnO(WS) ดิสเพอร์ชัน ที่มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 0.85, 0.80, 1.19 และ 1.25 ไมโครเมตร เนื่องจากขนาดอนุภาค ZnO(WS) ดิสเพอร์ชัน มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่เล็กและมีค่าใกล้เคียงกัน จึงไม่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพด้านการดึงยาง ทั้งความต้านแรงดึง, ความยืดเมื่อขาด และความเค้นดึงที่ความยืดร้อยละ 300 และ 500 โดยแต่ละขนาดจะให้ค่าไม่แตกต่างกัน ดังนั้นขนาดอนุภาคที่เหมาะสมในการนำไปใช้เตรียมน้ำยางผสมสารเคมีเพื่อใช้ในการผลิตถุงมือทางการแพทย์ และให้ค่าทางด้านแรงดึงผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก.1056-2540 มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.25 ไมโครเมตร ใช้เวลาในการบดย่อยโดยบอลลมมากกว่าหรือเท่ากับ 12 ชั่วโมง

### 3) ผลของขนาดอนุภาคดิสเพอร์ชันของสารเคมีในระบบวัลคาไนซ์ที่มีต่อลักษณะพื้นผิวของถุงมือยาง

เมื่อนำถุงมือยางที่ได้จากน้ำยางผสมสารเคมีแต่ละสูตร มาทำการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดกำลังขยาย 350 เท่า สรุปได้ว่า ขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่แตกต่างกันของทั้ง Sulfur ดิสเพอร์ชัน, ZDEC ดิสเพอร์ชัน และ ZnO(WS) ดิสเพอร์ชัน ไม่มีผลต่อลักษณะการกระจายของสารเคมีบนพื้นผิวของถุงมือยาง ถุงมือยางที่ได้จะมีลักษณะเหมือนกัน ซึ่งเป็นไปได้ว่าลักษณะการกระจายตัวของสารเคมี ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารเคมีที่ใช้ไม่ขึ้นกับขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่แตกต่างกัน โดยสารเคมีที่ใช้ในการเตรียมน้ำยางผสมสารเคมีแต่ละสูตรจะมีปริมาณที่เท่ากัน

#### ข้อเสนอแนะ

1) ขนาดอนุภาคเฉลี่ยที่เหมาะสมของ ZnO(WS) ดิสเพอร์ชัน ในการนำไปใช้เตรียมน้ำยางผสมสารเคมีนั้นมีค่า น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.25 ไมโครเมตร ซึ่งใช้เวลาในการบดย่อยโดยบอลมิลเป็นเวลา มากกว่าหรือเท่ากับ 12 ชั่วโมง แต่จะพบว่า ZnO(WS) ดิสเพอร์ชัน เมื่อเริ่มต้นก่อนที่จะทำการบดย่อยโดยบอลมิล จะมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 ไมโครเมตร ดังนั้นสำหรับ ZnO(WS) จึงสามารถเตรียมเป็นดิสเพอร์ชันแล้วนำมาใช้ได้เลยโดยไม่ต้องทำการบดย่อย ซึ่งเป็นการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย

2) เนื่องจาก ZnO มีหลายชนิดจึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติม รายละเอียดในภาคผนวก ข.

3) เครื่องมือบดย่อยเพื่อเตรียมน้ำยางผสมสารเคมีมีหลายชนิดจึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการบดย่อย