บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

6.1.1 ขนาดอนุภาคนาโนเงิน

1. ความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินด้วยการเติมตัวรีดิวซ์ คือ สารละลายซิลเวอร์ไนเตรต 0.001 โมล่าร์ และสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดร์ 0.01 โมล่าร์ โดยจะมีขนาดของอนุภาคนาโนเงินเฉลี่ย 37 นาโนเมตร

6.1.2 ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเร่งปฏิกิริยา

1. พีเอชของไคโตซานที่เหมาะสมสำหรับการห่อหุ้มเอนไซม์ในไคโตซานที่ปราศจากอนุภาคนาโนเงิน คือ พีเอช 5 ซึ่งให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์สูงสุด 2.33 ยูนิต/ มิลลิกรัมเอนไซม์
2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เหมาะสมสำหรับการเร่งปฏิกิริยาเอนไซม์อิสระ 0.012 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และเอนไซม์ตรึงรูป 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร คือ ไพโรแกลลอล 0.075 โมล่าร์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.5 โมล่าร์ ซึ่งให้ค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจำเพาะของเอนไซม์สูงสุด 604.60 และ 70.75 ยูนิต/ มิลลิกรัมเอนไซม์ ตามลำดับ
3. ขนาดของฟิล์มไคโตซานที่เหมาะสมสำหรับการเร่งปฏิกิริยาเอนไซม์ตรึงรูป คือ ขนาด 0.5 x 0.5 ตารางเซนติเมตร โดยให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์สูงสุด 76.00 ยูนิต/ มิลลิกรัมเอนไซม์

6.1.3 ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการตรึงเอนไซม์ฮอร์สแรดิชเปอร์ออกซิเดสในวัสดุประกอบแต่งไคโตซานที่มีอนุภาคนาโนเงินด้วยวิธีการออกแบบการทดลองแบบbox-behnken

1. ลำดับของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อกิจกรรมเอนไซม์ฮอร์สแรดิชเปอร์ออกซิเดสที่ถูกห่อหุ้มในไคโตซานที่มีอนุภาคนาโนเงินเป็นองค์ประกอบ คือ ความเข้มข้นของไคโตซาน ความเข้มข้นของเอนไซม์ฮอร์สแรดิชเปอร์ออกซิเดส และความเข้มข้นของอนุภาคนาโนเงิน ตามลำดับ
2. แบบจำลองแบบ full quadratic เป็นแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ของกิจกรรมเอนไซม์กับตัวแปรต่างๆที่ได้จากการออกแบบการทดลองแบบ box-behnken ได้เหมาะสมที่สุดที่ระดับความเชื่อมั่น 97.5 % โดยมีรูปแบบจำลองที่ได้ดังนี้

กิจกรรมเอนไซม์ = 332.159 – 436.008Chitosan – 220.853Agnano +
207.024HRP + 182.246Chitosan^2 + 58.781Agnano^2
– 19.797HRP^2 + 2.987Chitosan*Agnano
– 61.573Chitosan*HRP + 5.834Agnano*HRP

3. สภาวะที่เหมาะสมในการห่อหุ้มเอนไซม์ฮอร์สแรดิชเปอร์ออกซิเดสในไคโตซานที่มีอนุภาคนาโนเงินเป็นองค์ประกอบ คือ ความเข้มข้นของไคโตซาน 0.5 % น้ำหนัก/ปริมาตร ความเข้มข้นของเอนไซม์ฮอร์สแรดิชเปอร์ออกซิเดส 0.15 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และความเข้มข้นของอนุภาคนาโนเงิน 0.4 x10^{-2} นาโนโมล่าร์ โดยมีค่ากิจกรรมเอนไซม์ประมาณ 230 ยูนิต/มิลลิกรัมเอนไซม์ โดยสภาวะที่เหมาะสมนี้จะนำไปใช้ในการศึกษาลักษณะทางกายภาพและเสถียรภาพของวัสดุประกอบแต่งต่อไป

6.1.4 <u>ศึกษาลักษณะทางกายภาพของวัสดุประกอบแต่งที่เหมาะสมด้วย TEM</u>

1. รูปร่างของอนุภาคนาโนเงินที่สังเคราะห์ได้มีลักษณะคล้ายรูปทรงกลม โดยมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 37 นาโนเมตร และการกระจายตัวของอนุภาคนาโนเงินส่วนใหญ่เป็นอนุภาคเดี่ยวๆ ค่อนข้างสม่ำเสมอในไคโตซาน

6.1.5 <u>ศึกษาเสถียรภาพของวัสดุประกอบแต่งที่เหมาะสม</u>

1. การนำกลับมาใช้ใหม่ของเอนไซม์ตรึงรูปทั้งที่มีอนุภาคนาโนเงินและไม่มีอนุภาคนาโนเงินมีเสถียรภาพที่ต่ำมาก ทั้งนี้มีกิจกรรมเอนไซม์ลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ 3 ครั้งแรก และลดลงจนเกือบหมดในครั้งที่ 5 ทุกกรณี
2. การเก็บรักษาของเอนไซม์ตรึงรูปทั้งที่มีอนุภาคนาโนเงินและไม่มีอนุภาคนาโนเงิน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องนั้นมีเสถียรภาพต่ำมากตั้งแต่สัปดาห์แรก โดยมีค่ากิจกรรมเอนไซม์ที่เหลืออยู่ในช่วง 20 % จากเริ่มต้นทุกกรณี และลดลงเกือบหมดในสัปดาห์ที่ 3 ทุกกรณี

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองที่ใช้ระเบียบวิธีในการออกแบบการทดลอง พบว่า สภาวะเหมาะสมที่ได้นั้นอยู่ที่ริมขอบเขตของตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปร จึงอาจเป็นไปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมนั้นอาจจะไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปอีกเพื่อให้ได้ค่าเหมาะสมที่แท้จริง
2. จากการทดลองเสถียรภาพการนำกลับมาใช้ใหม่และการเก็บรักษาของเอนไซม์ตรึงรูปในงานวิจัยนี้พบว่ามีเสถียรภาพค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเสถียรภาพของเอนไซม์อิสระ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวัสดุที่จะช่วยในการรักษาเสถียรภาพเอนไซม์ และควรมีการปรับปรุงรูปแบบการเก็บรักษาให้มีความเหมาะสมต่อไป