**บทที่ 5**

**สรุป วิจารณ์ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ**

ในบทที่ 5 คณะผู้วิจัยได้สรุปประเด็นที่สำคัญจากผลการวิจัย ได้แก่ การสังเคราะห์อนุภาคนาโน การศึกษาสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ มอร์โฟโลกีของอนุภาคจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ขนาดของอนุภาค ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์การต้านแบคทีเรียก่อโรคในมนุษย์ โดยขอนำเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

2. ข้อเสนอแนะ

**5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง**

อนุภาคนาโนที่สังเคราะห์ได้โดยใช้ Dimethyl glyoxime (DMG) เป็นตัวรีดิวซ์ (ลิแกนด์หลัก) และใช้ Phenanthroline เป็นลิแกนด์ช่วย (Auxiliary ligand) เพื่อเตรียมอนุภาคนาโนของทองแดง เหล็กและนิเกิล ได้ผลผลิตร้อยละของอนุภาคทั้งสามชนิดเท่ากับ 78.82, 81.11 และ 55.01 ตามลำดับ โดยอนุภาคทองแดงที่เตรียมมีลักษณะเป็นทรงกลมกระจ่ายตัวสม่ำเสมอ

มีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 80 nm ส่วนอนุภาคของเหล็กมีขนาดใหญ่ (692 nm) รูปเข็ม ส่วนอนุภาค

นิเกิลมีลักษณะรูปเข็ม ขนาด 69 nm กระจายตัวสม่ำเสมอ

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า ทั้งลิแกนด์และอนุภาคนาโนที่เตรียมได้สามารถออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ทุกสาร แต่ประสิทธิภาพแตกต่างกัน โดยอนุภาคนาโนสามารถออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดี โดยเฉพาะ C1 (DMG-Cu-Phen) ออกฤทธิ์ได้สูงสุด รองลงมาคือ C2 (DMG-Fe-Phen) และ C3 (DMG-Ni-Phen) ตามลำดับ

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ FRAP พบว่า สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการรีดิวซ์ Fe3+ ไปเป็น Fe2+ เมื่อสารมีความเข้มข้นมากขึ้นความสามารถในการรีดิวซ์ Fe3+ ไปเป็น Fe2+ ได้มาก สารที่มีความสามารถสูงในการต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิคคือ L1 (Dimethyl glyoxime)

สำหรับผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดในการต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH และ เทคนิค FRAP ที่มีความสัมพันธ์กันน้อย ทั้งนี้เป็นเพราะว่า สารสกัดที่มีความสามารถใน

การรีดิวซ์เหล็กได้ดีอาจจะแสดงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนไม่ดี

(โอภา วัชระคุปต์. 2549) นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลาย และขนาดของโมเลกุลของสารสกัดที่จะเข้าทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ (มัณฑนา ภาณุมาภรณ์. 2552) ดังนั้น การที่ลิแกนด์มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH**.** ได้ดีเพราะมีความสามารถใน

การละลายน้ำได้ดี และโมเลกุลไม่เกะกะ (Steric effect) จึงเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้ดี

แต่มีความสามารถในการรีดิวซ์เหล็กได้น้อยในเทคนิค FRAP

ฤทธิ์การต้านแบคทีเรียก่อโรคในมนุษย์ พบว่า ทั้งอนุภาคนาโนออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย

(*B.* ***cereus****.*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* และ*E. coli*) ก่อโรคของมนุษย์ได้ดี โดยเฉพาะอนุภาค C1 และ C2 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการต้านแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด นอกจากนี้อนุภาคทั้งหมดยังออกฤทธิ์แบบ Concentration dependence อีกด้วย

**5.2 ข้อเสนอแนะ**

5.2.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้

อนุภาคนาโนที่สังเคราะห์ได้ในครั้งนี้มีประโยชน์ต่อวงการเภสัช ที่จะนำไปพัฒนาต่อเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์หรือเป็นยาต้านแบคทีเรียและใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

5.2.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยถึงฤทธิ์ของอนุภาคทั้ง 3 ชนิด ต่อจุลินทรีย์ทั้งก่อโรคในมนุษย์ สัตว์ และพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ต่อไป