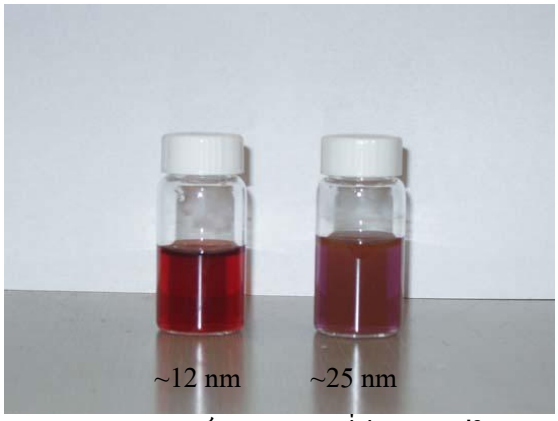
บทที่ 1 บทนำ

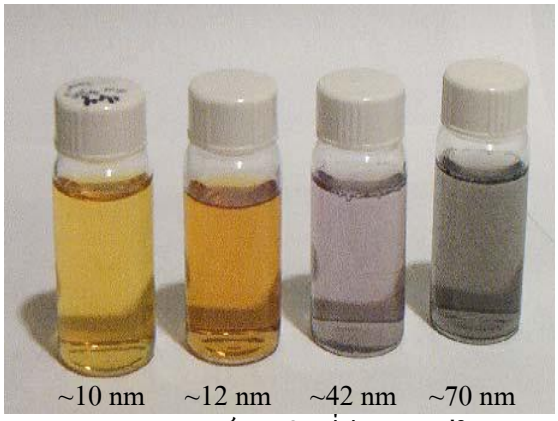
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในปัจจุบันอนุภาคนาโนของโลหะและโลหะออกไซด์เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างจากโลหะและโลหะออกไซด์แบบก้อน เช่น สมบัติทางไฟฟ้า เมื่อวัตถุมีโครงสร้างอยู่ในระดับนาโนแล้ว อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้ในปริมาตรที่จำกัด ซึ่งจะทำให้เกิดสมบัติทางไฟฟ้าที่แตกต่างออกไปจากเดิม สมบัติทางแม่เหล็ก เมื่อโครงสร้างที่มีขนาดระดับนาโน จะมีสภาพความเป็นสารแม่เหล็กสูง จากโดยปกติในสภาพของวัตถุขนาดใหญ่จะไม่มีสมบัติทางแม่เหล็กเลย และสมบัติทางแสงซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของอนุภาคนาโน เมื่อโลหะถูกทำให้มีขนาดเล็กลงจนถึงขนาดในระดับนาโนเมตร พบว่าสีที่สังเกตได้จะเปลี่ยนไปตามขนาดของอนุภาค อันเนื่องมาจากปรากฏการณ์เชิงแสงที่เรียกว่า เซอร์เฟส พลาสมอนเรโซแนนซ์ (surface plasmon resonance หรือ SPR) ในการนำไปประยุกต์ใช้งานของอนุภาคนาโนนั้นโดยส่วนใหญ่จะเตรียมได้จากโลหะมีตระกูล ได้แก่ รูทีเนียม โรเดียม แพลเลเดียม เงิน ออสเมียม อิริเดียม แพลทินัม และทองคำ ซึ่งมีสมบัติทางแสงที่แตกต่างจากโลหะแบบก้อนโดยสิ้นเชิง เช่น สีที่สังเกตได้จากคอลลอยด์ของอนุภาคนาโนของเงิน (silver nanoparticles หรือ AgNPs) จะมีสีเหลือง ส่วนคอลลอยด์ของอนุภาคนาโนทองคำจะมีสีแดง ดังรูปที่ 1.1 [1] ดังนั้นอนุภาคนาโนของโลหะและโลหะออกไซด์จึงมีการนำมาใช้งานที่หลากหลาย เช่น เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เนื่องจากอนุภาคนาโนจะมีอัตราส่วนพื้นที่ต่อปริมาตรสูงเมื่อเทียบกับแบบก้อน จึงทำให้ความว่องไวต่อปฏิกิริยาเพิ่มสูงขึ้น [2] การประยุกต์ใช้งานทางด้านตัวตรวจจับทางชีวภาพ (biosensor) และสามารถนำไปใช้ในการผลิตเปลือกนาโน (nanoshell) พัฒนาเป็นวิธีการทำลายเซลล์มะเร็งโดยการใช้ความร้อนได้ [3]

ท่ามกลางอนุภาคนาโนของโลหะมีตระกูล อนุภาคนาโนเงินได้รับความสนใจจากนักวิจัยค่อนข้างมาก เนื่องจากอนุภาคนาโนเงินสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์มากมาย เช่น สิ่งทอ โดยการทำให้อนุภาคนาโนเงินแทรกเข้าไปในเส้นใยของสิ่งทอ อุปกรณ์ทางการแพทย์ อุตสาหกรรมยา ตลอดจนอุตสาหกรรมด้านการพิมพ์การเคลือบ นอกจากนี้อนุภาคนาโนเงินยังถูกนำมาใช้งานในทางด้านความสวยความงาม เช่น เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวยา เนื่องจากอนุภาคนาโนเงินไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น มีพื้นที่ผิวหน้าสูง และการมีคุณสมบัติที่น่าสนใจของอนุภาคนาโนเงิน คือ ต้านเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial activity) เมื่ออนุภาคถูกทำให้มีขนาดเล็กลงจนอยู่ในระดับนาโนเมตรจะทำให้มีพื้นที่ผิวมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคเพิ่มขึ้นด้วย [4]



(ก) คอลลอยด์ของทองคำที่มีขนาดอยู่ในระดับนาโนเมตร



(ข) คอลลอยด์ของเงินที่มีขนาดอยู่ในระดับนาโนเมตร

รูปที่ 1.1 แสดงสีของคอลลอยด์ของอนุภาคนาโน เมื่อมีขนาดเปลี่ยนแปลงไป
(ก) คอลลอยด์ของทองคำที่มีขนาดอยู่ในระดับนาโนเมตร
(ข) คอลลอยด์ของเงินที่มีขนาดอยู่ในระดับนาโนเมตร [1]

วิธีการสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ 1) การสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินโดยวิธีทางกายภาพ (physical method) จะไม่ใช้การทำปฏิกิริยาระหว่างสารเคมี เช่น เทคนิคการระเหยสาร (evaporation) เทคนิคการยิงด้วยเลเซอร์ (laser ablation) และเทคนิคทางเคมีไฟฟ้า (electrochemical process) เป็นต้น วิธีการนี้เป็นวิธีที่สามารถควบคุมขนาดของอนุภาคได้อย่างแน่นอน แต่เป็นการยากที่จะได้อนุภาคออกมาในปริมาณมาก และอนุภาคที่ได้ไม่มีเสถียรภาพ 2) การสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินโดยการรีดักชันด้วยวิธีการทางเคมี (chemical method) ทำได้โดยการรีดิวซ์เกลือของเงินด้วยตัวรีดิวซ์ (reducing agent) ที่เป็นสารเคมี เพื่อให้ Ag^{+} กลายเป็น Ag^{0} อนุภาคที่ได้มีขนาดเล็ก แต่การควบคุมของอนุภาคให้ใหญ่ขึ้นจะทำได้ยาก วิธีการทางเคมีจะใช้สารเคมีที่ค่อนข้างเป็นพิษและติดไฟได้ง่าย เช่น โบโรไฮไดรด์ ซิเตรท และแอลกอฮอล์ เป็นต้น และ 3) การสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินโดยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (green method หรือ bioreduction method) โดยมีแนวทางในการสังเคราะห์ คือ เลือกใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ใช้ตัวรีดิวซ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และใช้สารที่ไม่เป็นพิษเป็นสารคงสภาพ (capping หรือ stabilizing agent) เพื่อให้อนุภาคมีความเสถียรภาพ เช่น การสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินโดยใช้น้ำยางดิบหรือเมล็ดที่สกัดจากสบู่ดำ (*Jatropha curcas*) เป็นทั้งตัวรีดิวซ์และตัวรักษาเสถียรภาพ [5-6] ใบกะเพรา (*Ocimum sanctum*) ที่สกัดจากส่วนลำต้นและรากแห้งเป็นตัวรีดิวซ์ [7] น้ำผึ้ง ซึ่งมีน้ำตาลเป็นตัวรีดิวซ์และโปรตีนที่อยู่ในน้ำผึ้งเป็นตัวรักษาเสถียรภาพ [8] พบว่าอนุภาคที่ได้มีขนาดเล็กและมีความเสถียรค่อนข้างสูง จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าสามารถนำผลิตภัณฑ์จากพืชที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินโดยใช้วิธี green method

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ รวมทั้งมีผลผลิตภาคเกษตรกรรมหลากหลายชนิดที่เพาะปลูกได้ดี ส่งผลให้สามารถสร้างผลผลิตการเกษตรส่งออกเป็นอันดับต้นๆ แห่งหนึ่งของโลก ก่อให้เกิดการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและผลผลิตการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการช่วยลดการสูญเสียทรัพยากรในรูปของขยะเหลือทิ้งจากภาคเกษตร โดยขยะของผลไม้ชนิดหนึ่งที่พบมากในทุกๆ ปี คือ เปลือกทุเรียน (*Durio zibethinus* L.) เนื่องจากทุเรียนเป็นผลไม้ที่ปลูกได้ดีมากในประเทศไทย คนไทยและคนในประเทศใกล้เคียงนิยมรับประทาน จึงมีการเพาะปลูกและส่งออกมากที่สุดของโลก จากผลผลิต 781,000 ตัน ที่ผลิตได้ในประเทศไทย และในปี พ.ศ. 2554 มีการส่งออกถึง 289,665 ตัน ทำให้มีเปลือกทุเรียนที่เป็นผลผลิตเหลือทิ้งจำนวนหลายแสนตันที่ต้องมีค่าใช้จ่ายสูงในการกำจัดทิ้งทุกๆ ปี [9] ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีเปลือกค่อนข้างหนาและแข็ง ประกอบด้วยเปลือกชั้นนอก (ส่วนสีเขียว) และเปลือกชั้นใน (ส่วนสีขาว) มีส่วนประกอบของไฟเบอร์มาก ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารพวกพอลิแซ็กคาไรด์ ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวมากกว่า 10 โมเลกุลขึ้นไป (100 – 1,000 โมเลกุล) เรียงต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic bond) ชนิดกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วย $\beta(1\rightarrow4)$ โดยจะพบอยู่ในเปลือกชั้นในเป็นส่วนใหญ่ [10] สารพอลิแซ็กคาไรด์มีสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ มีหลายงานวิจัยที่นำเอาเปลือกทุเรียนมาพัฒนาใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ต้นแบบยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปากสมุนไพรที่มีส่วนผสมของสารพอลิแซ็กคาไรด์สกัดจากเปลือกทุเรียน ใช้ในทางเภสัชกรรมสำหรับเตรียมผลิตภัณฑ์ยาน้ำและผลิตภัณฑ์อาหาร [11] เป็นต้น จากที่กล่าวมาแล้วว่าในเปลือกทุเรียนนั้นมีสารพอลิแซ็กคาไรด์อยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้ประโยชน์จากขยะเปลือกทุเรียนมาสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงิน โดยใช้สารสกัดจากเปลือกทุเรียนทำหน้าที่เป็นทั้งตัวรีดิวซ์และตัวรักษาเสถียรภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินโดยวิธีการรีดักชันด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยใช้น้ำสกัดจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองซึ่งเป็นขยะเหลือทิ้ง เป็นตัวรีดิวซ์และตัวรักษาเสถียรภาพ มีแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst)
2) เพื่อศึกษากลไกในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินโดยใช้เปลือกทุเรียนเป็นตัวกลาง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ศึกษาวิธีการสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
2) สังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินโดยใช้เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองบริเวณเปลือกชั้นใน (ส่วนสีขาว) และเปลือกชั้นนอก (ส่วนสีเขียว)
3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสีของสารแขวนลอยกับขนาดของอนุภาคนาโนเงิน
4) ศึกษาผลของเปลือกทุเรียน ความเข้มแสง ความเป็นกรด-ด่าง และเวลาในการทำปฏิกิริยา (reaction time) ต่อขนาด ความเสถียรภาพ และปริมาณของอนุภาคนาโนเงิน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงินที่มีขนาดเล็กและมีความเสถียรด้วยต้นทุนต่ำ โดยใช้เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองซึ่งเป็นขยะเหลือทิ้งจากภาคเกษตร
2) ทราบเงื่อนไขที่เหมาะสมในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนเงิน เช่น ความเข้มแสง ความเป็นกรด-ด่าง และเวลาในการทำปฏิกิริยา เป็นต้น
3) เนื่องจากสมบัติของ SPR จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเซนเซอร์ในทางอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ตรวจวัดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในอุตสาหกรรมอาหาร ตรวจวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสในเลือด เป็นต้น
4) กำจัดปัญหามลภาวะทางสิ่งแวดล้อม เช่น ลดขยะเหลือทิ้งจากภาคเกษตร