

## บทคัดย่อ

|                  |                                                                                                                                                                                                     |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| รหัสโครงการ:     | RSA5580011                                                                                                                                                                                          |
| ชื่อโครงการ:     | การพัฒนาและการประยุกต์ใช้วิธีการทางเคมีวิเคราะห์ในการศึกษา<br>การกระจายขนาดของอนุภาคนาโนเมตรในตัวอย่างอาหาร<br>เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับความสามารถในการนำไปใช้งานและความเป็นพิษของ<br>อนุภาคนาโนเมตร |
| ชื่อนักวิจัย:    | ผศ.ดร.อติตยา สิริภิญญานนท์<br>ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล                                                                                                                           |
| Email Address:   | atitaya.sir@mahidol.ac.th                                                                                                                                                                           |
| ระยะเวลาโครงการ: | กรกฎาคม 2555 – กรกฎาคม 2558                                                                                                                                                                         |

งานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ใน 3 บท บทที่ 1 กล่าวถึงการศึกษาขนาดและการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนของธาตุเงินในผลิตภัณฑ์อุปโภค ได้แก่ เลื่อนาโนและผลิตภัณฑ์ซักล้าง ได้ประยุกต์เทคนิคการแยกแบบไหลภายใต้สนามร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณธาตุเงิน พบว่าธาตุเงินที่ถูกชะออกมาจากการซักล้างนั้น ประมาณเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์อยู่ในรูปของไอออน และเพียง 1 เปอร์เซ็นต์อยู่ในรูปของอนุภาคนาโนเมตร และได้ทำการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคนาโนของธาตุเงินในผลิตภัณฑ์ซักล้าง ปรากฏว่าไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ขนาดอนุภาคแบบเทคนิคการแยกแบบไหลภายใต้สนามประเภทอาศัยแรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งคาดว่าเกิดจากการที่อนุภาคนาโนเปลี่ยนรูปฟอร์ม ทำการพิสูจน์ด้วยการเติมอนุภาคนาโนของธาตุเงินขนาด 47 นาโนเมตร ลงในผลิตภัณฑ์ซักล้าง พบว่าประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของอนุภาคนาโนของธาตุเงินเกิดการเปลี่ยนสภาพไปเป็นไอออน

บทที่ 2 กล่าวถึงการประยุกต์เทคนิคการแยกแบบไหลภายใต้สนามในการวิเคราะห์ขนาดและการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนของธาตุซิลิเนียมในสภาวะจำลองของการย่อยและดูดซึมสารอาหาร โดยได้ศึกษาอนุภาคนาโนของธาตุซิลิเนียมหลายประเภท ที่มีสารเพิ่มความเสถียรต่างๆ กัน ได้แก่ เพคติน สารผสมระหว่างเพคตินและอัลจิเนท โอวัลบูมิน และเบต้าแลคโทโกลบูลิน พบว่าขนาดและการกระจายขนาดของอนุภาคนาโนของธาตุซิลิเนียมชนิดต่างๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันภายใต้สภาวะจำลองของการย่อยและดูดซึมสารอาหาร ทั้งประเภทที่มีและไม่มีเอนไซม์ โดยที่ประมาณมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของธาตุซิลิเนียม ยังคงอยู่ในสภาพที่เป็นอนุภาคนาโนเมตร

บทที่ 3 กล่าวถึงการประยุกต์เทคนิคการแยกแบบไหลภายใต้สนามร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณธาตุแบบอินดักทีฟพลาสมาแมสสเปกโตรเมตรี สำหรับการศึกษาการเกิดการเกาะจับกันระหว่างอนุภาคนาโนของธาตุเงินกับโปรตีน ได้แก่ โปรตีนอัลบูมินจากซีรัมของวัว โกลบูลิน และไฟบริ

โนเจน ได้วิเคราะห์ค่าคงที่การเกาะจับกันระหว่างอนุภาคนาโนของธาตุเงินกับโปรตีนต่างๆ รวมถึงการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกาะจับ ได้แก่ เวลาและความเข้มข้นของอนุภาคนาโนของธาตุเงิน พบว่าการเกาะจับกันมากขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้น และความเข้มข้นของอนุภาคนาโนของธาตุเงินมากขึ้น และได้วิเคราะห์อัตราส่วนโดยโมลของการเกาะจับกันระหว่างโปรตีนอัลบูมินกับอนุภาคนาโนของธาตุเงิน

**คำหลัก:** การวิเคราะห์ขนาดอนุภาค เทคนิคการแยกแบบไหลภายใต้สนาม  
อนุภาคนาโนของธาตุเงิน อนุภาคนาโนของธาตุซีลีเนียม การเกาะจับกับโปรตีน

## ABSTRACT

---

|                        |                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Project Code:</b>   | <b>RSA5580011</b>                                                                                                                                                                                   |
| <b>Project Title:</b>  | <b>Development and Application of Analytical Method for Investigation of Particle Size Distribution of Nanoparticles in Food Samples to Gain an Insight into Their Bioavailability and Toxicity</b> |
| <b>Investigator:</b>   | Atitaya Siripinyanond<br>Department of Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University                                                                                                            |
| <b>Email Address:</b>  | atitaya.sir@mahidol.ac.th                                                                                                                                                                           |
| <b>Project Period:</b> | July 2012 – July 2015                                                                                                                                                                               |

The works in this study are divided into three chapters. Chapter one is related to the study of particle size distribution of silver nanoparticles (AgNPs) in consumer product. Two field-flow fractionation (FFF) subtechniques with electrothermal atomic absorption spectrophotometry (ETAAS) were employed to characterize silver nanoparticles (AgNPs) in consumer products, i.e., cotton textile and cleaning products. Size characterization of silver leached from the cotton textile was carried out. Nearly 100% of the silver released was found to be silver ions, whereas only 1% was AgNPs. Further, size distribution of AgNPs in cleaning products, i.e., detergent and shampoo, was examined. Silver nanoparticles were not detectable in those samples by SdFFF. The known size of AgNPs (47 nm) were then spiked into the cleaning products and found that approximately 75% of AgNPs transformed into silver ion after exposure to the cleaning products.

Chapter two discusses about the application of flow field-flow fractionation for particle size characterization of selenium nanoparticles incubated in gastrointestinal conditions. Various types of selenium nanoparticles were examined, including those stabilized by pectin, mixed alginate/pectin, ovalbumin, and  $\beta$ -lactoglobulin. Upon incubation of selenium nanoparticles in gastrointestinal conditions, both in enzymatic and non-enzymatic media, particle size distributions and the surface of selenium nanoparticles changed differently. Nonetheless, more than 90 % of selenium was still presented in nanometer range after gastrointestinal digestion for the nanoparticles prepared by all types of stabilizers.

Chapter three describes the application of flow field-flow fractionation coupled with inductively coupled plasma mass spectrometry (FIFFF-ICP-MS) for investigation of AgNPs and plasma protein association. In this work, bovine serum albumin (BSA), globulin, and fibrinogen were

the model proteins studied. The apparent association constants between BSA and AgNPs of various sizes were determined. Factors influencing protein-AgNPs association were investigated including effect of incubation time and effect of AgNPs concentration. Association between protein and AgNPs increased as incubation time and concentration of AgNPs increased. Further, the binding stoichiometry between BSA and AgNPs was determined.

**Keywords:** size characterization, field-flow fractionation, silver nanoparticles, selenium nanoparticles, protein association