บทคัดย่อภาษาไทย

การใช้อนุภาคนาโนซิลเวอร์ในผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดความวิตกกังวลมากขึ้นถึงผลทางชีวภาพต่อสัตว์และมนุษย์ ในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาเปรียบเทียบผลของนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันต่อกบนา (*Rana regulosa*) ซึ่งเป็นกบที่มีการบริโภคในประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในงานวิจัยนี้ได้สังเคราะห์อนุภาคนาโนซิลเวอร์ 3 รูปแบบคือ รูปร่างกลมขนาดเล็ก (5 นาโนเมตร) รูปร่างกลมขนาดใหญ่ (100 นาโนเมตร) และรูปร่างสามเหลี่ยมขนาดใหญ่ (170 นาโนเมตร) โดยผลของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์และเทคนิคการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนในพื้นที่ได้ยืนยันถึงเอกลักษณ์ของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่สังเคราะห์ได้ ผลการศึกษาพบว่าอนุภาคนาโนซิลเวอร์ทั้ง 3 รูปแบบมีผลต่อการตาย การเจริญ และพัฒนาการของเอ็มบริโอกบ โดยอนุภาคนาโนซิลเวอร์รูปร่างกลมขนาดเล็กมีผลต่อการตาย การลดการเจริญ และพัฒนาการที่ผิดปกติมากที่สุด ซึ่งมีผลแปรผันตามความเข้มข้น ในทำนองเดียวกันอนุภาคนาโนซิลเวอร์ทั้ง 3 รูปแบบมีผลต่อการเกิดลิพิดออกซิเดชันในเอ็มบริโอของกบ โดยอนุภาคนาโนซิลเวอร์รูปร่างกลมขนาด 5 นาโนเมตร มีผลต่อการเกิดลิพิดออกซิเดชันมากที่สุด การสะสมของอนุภาคนาโนซิลเวอร์รูปร่างกลมขนาด 5 นาโนเมตร พบมากที่สุดที่บริเวณเหงือกของเอ็มบริโอที่กำลังพัฒนา สำหรับกบโตเต็มวัยที่ได้รับอนุภาคนาโนซิลเวอร์รูปร่างกลมขนาด 5 นาโนเมตร ทางปาก พบว่ามีการสะสมของอนุภาคนาโนซิลเวอร์มากที่สุดที่กระเพาะอาหาร รองลงมาคือตับ ไต และลำไส้ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าในกบเพศเมียมีการสะสมของอนุภาคนาโนซิลเวอร์มากที่สุดที่ไข่ ชี้ให้เห็นว่าอนุภาคนาโนซิลเวอร์สามารถขนส่งทางระบบไหลเวียนโลหิตและสามารถผ่านเซลล์ของไข่ได้ การเปลี่ยนแปลงทางชีวโมเลกุลที่ตอบสนองต่ออนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่มีรูปร่างและขนาดต่างกันได้ทำการศึกษาด้วยเทคนิค Synchrotron-based FTIR micro-spectroscopy ผลการศึกษาพบว่าอนุภาคนาโนซิลเวอร์รูปร่างกลมขนาด 5 นาโนเมตร มีผลต่อการเปลี่ยนระดับของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดนิวคลีอิก และลิพิดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอนุภาคนาโนซิลเวอร์รูปแบบอื่น นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคนาโนซิลเวอร์กับผลซักฟอกในน้ำ โดยมีการติดตามเป็นเวลา 20 วัน ผลการวิเคราะห์จากค่าพีคเซอร์เฟสพลาสมอนรี

โซแนนซ์ของอนุภาคนาโนซิลเวอร์พบว่าอนุภาคนาโนซิลเวอร์น่าจะมีการแตกตัวเป็นอิออนซิลเวอร์และจับกับสารที่เป็นองค์ประกอบของผงซักฟอกและตกตะกอน ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าผลทางชีวภาพของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ต่อกบขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของอนุภาค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

Continuously increasing uses of silver nanoparticles (AgNPs) in commercial products raise the concerns on the biological effects of AgNPs on animals and human. This research aimed to compare the effects of different sizes and shapes of AgNPs on common lowland frog (*Rana regulosa*), which is the edible frog commonly found in Thailand and Southeast Asia. In this work, three types of AgNPs were synthesized; small spherical (5 nm), large spherical (100 nm), and large triangular (170 nm) AgNPs. The identity of AgNPs was confirmed by the X-ray diffraction and selected area electron diffraction analyses. The results showed that all types of AgNPs affected the viability, growth, and development of the frog embryos, which the small spherical AgNPs caused the highest mortality, the most decreased growth, and the most abnormal development. These effects were also dose-dependent. Similarly, all types of AgNPs caused lipid peroxidation in frog embryos, while the 5-nm spherical AgNPs caused the highest lipid oxidation. The accumulation of 5-nm AgNPs was predominantly detected in the gill of the developed embryos. For adult frogs, the oral uptake of 5-nm spherical AgNPs caused the highest accumulation in the stomach, followed by livers, kidneys, and intestine, respectively. Besides, the highest accumulation of AgNPs was detected in eggs of female frogs, suggesting that AgNPs potentially transported via a blood circulation system and passed through the cell membrane of eggs. The biomolecular changes in response to different sizes and shapes of AgNPs were also determined by Synchrotron-based FTIR micro-spectroscopy. The results showed that 5-nm spherical AgNPs caused the most modulated levels of carbohydrates, proteins, nucleic acids, and lipids as compared with the other types of AgNPs. Also, under the aqueous condition, the changes of AgNPs in the washing detergent were monitored in a time course of 20 days. As monitored by the surface plasmon resonance peak of AgNPs, the AgNPs were likely changed into silver ions and interacted with other components in the washing detergent to precipitate. Taken together, the results of this work strongly suggested that the biological effects of AgNPs on frogs depended on their size and concentration.