ศิรินภา พงษ์พีระ : การตอบสนองของข้าว (*Oryza sativa* L.) ต่อการใช้อนุภาคนาโนของไฮดรอกซีอะพาไทต์เป็นแหล่งของปุ๋ยฟอสฟอรัสและแคลเซียม (RESPONSE OF RICE (*ORYZA SATIVA* L.) TO HYDROXYAPATITE NANOPARTICLES AS SOURCE OF PHOSPHORUS AND CALCIUM FERTILIZER) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล แม้นศิริ, 142 หน้า.

ไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite; HAp) ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) เป็นเกลือแคลเซียมฟอสเฟตที่เสถียรที่สุด มีศักยภาพในการใช้เป็นปุ๋ยทางเลือกสำหรับส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช อย่างไรก็ตาม ไฮดรอกซีอะพาไทต์ไม่สามารถละลายได้ง่าย มีการตั้งสมมติฐานว่าไฮดรอกซีอะพาไทต์ ที่มีขนาดเล็กจะละลายน้ำได้ดีขึ้น และด้วยเหตุนี้จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นปุ๋ยทางเลือกได้ อนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่ใช้ในงานวิจัยถูกสังเคราะห์โดยเทคนิคโซลเจลในสารละลายว่านหางจระเข้ และศึกษาลักษณะของอนุภาคโดยใช้เทคนิค XRD TEM SEM/EDX และ FT-Raman อนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ หลังจากแช่ในน้ำเป็นเวลา 30 วัน ถูกนำมาตรวจสอบการละลาย ติดตามการปลดปล่อยธาตุฟอสเฟตและแคลเซียมไอออนโดยใช้เทคนิค Ion Chromatography (IC) ผลการวิจัยพบว่าภายใน 30 วัน อนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถปลดปล่อยฟอสเฟต 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร และปลดปล่อยแคลเซียมไอออนได้ 3.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้อนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์เป็นปุ๋ยที่ปล่อยธาตุอาหารออกมาช้า ๆ ขณะเดียวกันในการศึกษาผลของอนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ต่อการงอกและการเจริญของต้นกล้า ได้ใช้เวลา 7 วัน ในการติดตาม เมล็ดสัมผัสกับอนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์เทียบกับปุ๋ยเชิงพาณิชย์สูตร (18–46–0 และ 15–15–15) ที่ความเข้มข้น 100 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร วัดการงอก ความยาวรากและความยาวยอด ปริมาณมาลอนไดดีไฮด์ และการตายของเซลล์ พบว่าอนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกได้สูงถึง 98 เปอร์เซ็นต์ที่ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ความยาวรากได้รับการกระตุ้นอย่างมากที่ 100 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ความยาวของยอดไม่ได้รับผลกระทบในเชิงลบ ขณะเดียวกันผลของอนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ ไม่ส่งผลทำให้เซลล์ตาย นอกจากนั้นงานวิจัยนี้ได้มีการติดตามการตอบสนองทางสรีรวิทยาของข้าว ในระยะการเจริญเติบโต ความสูงของต้นข้าว ความกว้างของใบ จำนวนรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดจำนวน 1,000 เมล็ด ได้ทำการบันทึกหลัง 130 วัน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาคุณภาพของเมล็ดข้าว โดยศึกษาปริมาณอะมิโลส แป้งในเมล็ด และกลิ่นหอมของข้าว (2-Acetyl-1-pyrroline) ใช้อนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์และปุ๋ยเชิงพาณิชย์ (18–46–0 และ 15–15–15) 100 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของดินในการปลูกข้าว ผลการสังเกตพบว่า มีพารามิเตอร์บางอย่างของการเจริญเติบโตของพืชที่ไม่ได้รับผลกระทบ ขณะที่บางส่วนได้รับผลกระทบในทางลบจากอนุภาคนา-

โนไฮดรอกซีอะพาไทต์ คุณภาพของผลผลิตพบว่าที่ได้รับอนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ดีกว่าในกลุ่มการทดลองอื่น พารามิเตอร์คุณภาพของผลผลิตที่ดีขึ้น ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ปริมาณแป้ง ปริมาณอะมิโลส และกลิ่นหอมของเมล็ด ผลการวิจัยโดยรวมยืนยันว่าอนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ ที่สังเคราะห์ขึ้นโดยใช้ว่านหางจระเข้ไม่เป็นอันตรายต่อข้าวและมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นปุ๋ยนาโนฟอสฟอรัสในการเกษตรได้ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคนาโนไฮดรอกซีอะพาไทต์ จะเสนอให้ตรวจสอบและติดตามถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การชะล้างผ่านดินและผลเสียที่อาจเกิดขึ้นต่อจุลินทรีย์ในดินเป็นต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาชีววิทยา ลายมือชื่อนักศึกษา สิรินภา นวนิตา

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

SIRINAPA PONGPEERA : RESPONSE OF RICE (*ORYZA SATIVA* L.) TO HYDROXYAPATITE NANOPARTICLES AS SOURCE OF PHOSPHORUS AND CALCIUM FERTILIZER. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. DUANGKAMOL MAENSIRI, Ph.D. 142 PP.

HYDROXYAPATITE/NANO-FERTILIZER/GERMINATION/GROWTH /2AP

Hydroxyapatite (HAp) ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) is the most stable calcium phosphate salt. It has the potential to serve as an alternative fertilizer for enhancing plant growth. Nonetheless, HAp does not easily dissolve. It was hypothesized that HAp with a smaller size would dissolve better and hence would be more suitable to serve as an alternative fertilizer. HAp nanoparticles were used in this research synthesized by the sol-gel technique in aloe vera extract, and characterized using XRD, TEM, SEM/EDX, and FT-Raman techniques. HAp nanoparticles left in water for 30 days were investigated for dissolution. The determination of released PO_4^{3-} and Ca^{2+} was conducted using ion chromatography technique. The results indicated that within 30 days, HAp nanoparticles at 100 mg/L released 3.30 mg/L of PO_4^{3-} and 3.18 mg/L of Ca^{2+}, suggesting that it is possible to use HAp nanoparticles as fertilizer that slowly release nutrients. Effect of HAp nanoparticles on germination and seedling were studied for 7 days. Seeds were exposed to HAp nanoparticles compared with commercial fertilizers (18–46–0 and 15–15–15) at concentrations of 100, 500, and 1000 mg/L. Germination, root and shoot length, malondialdehyde level, and cell death were measured. HAp nanoparticles was found that it increased the germination to be as high as 98% at 100 mg/L. Interestingly, the results showed that the root length was

strongly stimulated at 100 and 500 mg while the shoot length did not show any effect. HAp nanoparticles did not cause cell death. In this study, physiological responses were monitored on vegetative stages. Height and leaf width, the number of panicles, the number of grains per panicle, the weights of 1000 grains were recorded in 130 days. In addition, the quality of grains was studied including amylose content, starch in seed, and aroma in seed (2-Acetyl-1-pyrroline). HAp nanoparticles and commercial fertilizers (18-46-0 and 15-15-15) at 100, 500, and 1000 mg/kg in soil were used to treat the rice plants. The results revealed that some parameters of vegetative growth were not affected and some were negatively affected by HAp nanoparticles. Yield quality was found to be better in the HAp nanoparticles treated groups. The better yield and quality parameters included the number of grains per panicle, weight of 1000 grains, starch content, amylose content, and seed aroma. Overall results confirmed that synthesized HAp nanoparticles in Aloe vera extract are not harmful to rice and has potential to be used as phosphorus nanofertilizer in agriculture. Further study on the HAp nanoparticle is suggested to include the monitoring of effects on the environment, leaching through soil, and possible adverse effect on soil microorganisms.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Biology

Academic Year 2020

Student's Signature ฟิรินทร พวงจันทร์

Advisor's Signature