

ผลของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพริกหวาน

The Effect of Zinc Oxide Nanoparticles on Growth of Sweet Chilli

ชีวะ ทศนา^{1*}, นิคม ผิงคำ², สมยศ ศรีคงรักษ์², จันทนีย์ เพ็ชรไพบูลย์³ และวิลาสินี เนนริมหนอง³

Chewa Thassana^{1*}, Nikom Phuengkum², Somyot Srikongrug², Jantane Petpaiboon³ and Wilasinee Noenrimnong³

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ผลของปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพริกหวานถูกศึกษา โดยการวัดความสูงของลำต้น ความยาวของราก และปริมาณความชื้นของพริกหวานที่รดด้วยน้ำที่ผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณแตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า พริกหวานที่รดด้วยน้ำที่ผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 20 มิลลิกรัม มีการเจริญเติบโตมากที่สุด โดยมีความสูงของลำต้นและความยาวของรากเฉลี่ย 22.36 ± 0.70 และ 18.20 ± 1.30 เซนติเมตรตามลำดับ และมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 84.02 ในขณะที่พริกหวานที่รดด้วยน้ำที่ผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 10 มิลลิกรัม และพริกหวานที่รดด้วยน้ำบริสุทธิ์มีความสูงของลำต้นใกล้เคียงกันโดยมีค่าความสูงเฉลี่ย 19.76 ± 2.03 และ 19.48 ± 2.62 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ความยาวเฉลี่ยของรากค่อนข้างมีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ: อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ การเจริญเติบโต พริกหวาน

Abstract

In this research, the effects of zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) on the growth of the sweet chilli which sprayed with water containing different concentrations of zinc oxide nanoparticles, were studied by measuring the stem length, the root length and the moisture content. The results showed that the sweet chilli, which sprayed with water containing 20 mg of ZnO NPs, had the highest growth. The average of the stem length and the root length was 22.36 ± 0.70 and 18.20 ± 1.30 cm, respectively as well as moisture content found to be about 84.02 %. Whereas, the height and a number of the leaves of sweet pepper sprayed with water containing 10 mg of ZnO NPs and with pure water, were similar. They have an average length of the stem approximately 19.76 ± 2.03 and 19.8 ± 2.62 cm, respectively. However, the average length of the roots was rather different.

Keywords: ZnO Nanoparticle, Growth, Sweet Chilli

¹ ผศ.ดร., ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

² อ., ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

³ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

¹ Asst. Prof. Dr., Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, 22000

² Lecturer, Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, 22000

³ Undergraduate Student, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, 22000

* Corresponding author: Tel.: 097 1526017. E-mail address: ct2709@gmail.com

บทนำ

อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์เป็นสารประกอบที่พบเห็นได้ในธรรมชาติ มีคุณสมบัติพิเศษทางแสง ไม่ละลายน้ำ จึงลดปัญหาการปนเปื้อนของซิงค์ออกไซด์ต่อแหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการป้องกันและยับยั้งแบคทีเรียตามธรรมชาติไม่มีความเป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ ด้านเวชสำอางและผลิตภัณฑ์กันแดดมีการนำอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มาเป็นส่วนผสมเนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันรังสียูวีเอและยูวีบี นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์และขาก็นำอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มอัตราการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงมีผู้สนใจนำอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านเกษตรกรรม ตัวอย่างเช่น การนำอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มาใช้ในการฉีดพ่นต้นมะนาวในอัตราส่วน 50 กรัมต่อน้ำ 200 ลิตร โดยฉีดพ่นทุกๆ 10 ถึง 15 วันต่อครั้ง ปรากฏว่า ผลมะนาวมีขนาดใหญ่ขึ้น ผิวเขียวมันเงางาม ไม่พบรอยจุดบนสีน้ำตาลตามผลและไม่ถูกทำร้ายจากเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคแคงเกอร์ในมะนาว—รวมถึงผลผลิตที่ได้มีปริมาณมากกว่าที่ไม่ได้ใช้อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ถึงร้อยละ 20 [1]

ปัจจุบันมีการนำอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรเป็นจำนวนมาก เช่น การปลูกข้าวซึ่งได้มีการศึกษาผลของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณความเข้มข้นต่างๆ ต่อการงอก จำนวนและความยาวของรากของข้าว[2] การเจริญเติบโตของข้าวโพด[3] การเติบโตของหอมและขนาดของหัวหอมซึ่งใช้ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์แตกต่างกัน คือ 0 10 20 30 และ 40 ไมโครกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร พบว่า ข้าวที่รดด้วยปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 20 ไมโครกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีอัตราการงอกของเมล็ดและอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด [4] นอกจากนี้ยังพบว่าอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่ว [5] การเจริญเติบโตและน้ำหนักของมันฝรั่ง [6] และแครอท [7] ตลอดจนยังมีงานวิจัยที่ศึกษาถึงผลของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่มีต่อจำนวนและขนาดของใบ ความยาวรากและลำต้นพริก [8] และพืชอื่นๆ [9]

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพริกหวานเนื่องจากพริกหวานเป็นพืชสวนครัวชนิดหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบหลักของอาหารหลายชนิดและยังเป็นพืชที่มีราคาสูงเหมาะแก่การสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาผลของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพริกหวานนั้นคณะผู้วิจัยแบ่งเป็น 4 เงื่อนไข คือ น้ำบริสุทธิ์ (ชุดควบคุม) และน้ำผสมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ในปริมาณ 10 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อน้ำสะอาดปริมาตร 1 ลิตร โดยแต่ละเงื่อนไขจะใช้เมล็ดพันธุ์และดินที่มาจากแหล่งเดียวกัน ขั้นตอนแรกจะนำเมล็ดพริกหวานที่เตรียมไว้มาแช่ในน้ำปริมาตร 1 ลิตร ที่มีปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์เป็น 0 10 20 และ 30 มิลลิกรัม ตามลำดับเป็นระยะเวลา 1 คืน แล้วนำเมล็ดพันธุ์ในแต่ละเงื่อนไขมาทำการเพาะต้นกล้าโดยจะนำดินใส่ในถุงปลูก จำนวน 4 ถุง ถุงละ 10 เมล็ด แล้วทำการรดด้วยน้ำทุกวัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ด้วยเงื่อนไขน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์เช่นเดียวกับตอนแช่เมล็ดพันธุ์ โดยจะทำการสังเกตและตรวจวัดปริมาณการงอกของเมล็ดพันธุ์ ความสูงในระยะต้นอ่อนจำนวนใบและโรคพืชในระยะต้นอ่อน

ผู้ทำวิจัยทำการย้ายต้นกล้าจากถุงเพาะเมล็ดทั้ง 4 เงื่อนไขโดยเลือกต้นกล้าที่สมบูรณ์ มีความสูงใกล้เคียงกันมากที่สุด เงื่อนไขละ 5 ต้น แล้วนำไปปลูกในถุงทดลองจำนวน 20 ถุง โดยปลูกถุงละหนึ่งต้น แต่ละวันจะทำการรด น้ำบริสุทธิ์และน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ แล้วทำการวัดความสูงของลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสดและแห้งของใบและลำต้น

ผลการวิจัย

การศึกษาผลของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการเจริญเติบโตของพริกหวานแบ่งเป็น 4 เงื่อนไขประกอบด้วย น้ำบริสุทธิ์ 1 ลิตร และน้ำ 1 ลิตรผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 10 20 และ 30 มิลลิกรัม โดยคณะผู้ทำวิจัยแบ่ง การศึกษาออกเป็น 2 ตอน คือ ระยะต้นอ่อนและระยะเพาะปลูกหลังย้ายต้นกล้า

1. ผลการเจริญเติบโตของต้นพริกหวานในช่วงระยะต้นอ่อน

ผลการศึกษาการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวานที่ถูกแช่ในน้ำและน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 10 20 และ 30 มิลลิกรัม เป็นเวลา 1 คืน แล้วนำเมล็ดพันธุ์เงื่อนไขละ 10 เมล็ด มาเพาะในถาดดิน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยรดด้วย น้ำและน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 10 20 และ 30 มิลลิกรัม พบว่า เมล็ดพริกหวานที่แช่และรดด้วยน้ำ ผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 20 มิลลิกรัม มีจำนวนการงอกของเมล็ดมากที่สุดตั้งแต่ในสัปดาห์แรก โดยมีจำนวนเมล็ดที่งอกจำนวน 9 เมล็ด แต่เมล็ดพริกหวานที่แช่และถูกรดด้วยอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 30 มิลลิกรัม มีจำนวนเมล็ดที่งอกน้อยที่สุด โดยในช่วงสัปดาห์แรกมีจำนวนเมล็ดที่งอกเพียง 5 เมล็ด และในสัปดาห์ที่สาม เมล็ดงอก เพิ่มขึ้นเป็น 6 เมล็ด เท่านั้น ในขณะที่เมล็ดพันธุ์พริกหวานที่แช่และถูกรดด้วยน้ำที่มีอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 10 มิลลิกรัม และเมล็ดพันธุ์ที่แช่และรดด้วยน้ำบริสุทธิ์ (ชุดควบคุม) มีจำนวนเมล็ดงอกเท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์และจำนวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ของพริกหวาน

ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ (มิลลิกรัม)	จำนวนการงอกของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน (เมล็ด)		
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3
ต่อน้ำ 1 ลิตร			
0	7	7	8
10	7	8	8
20	9	9	9
30	5	5	6

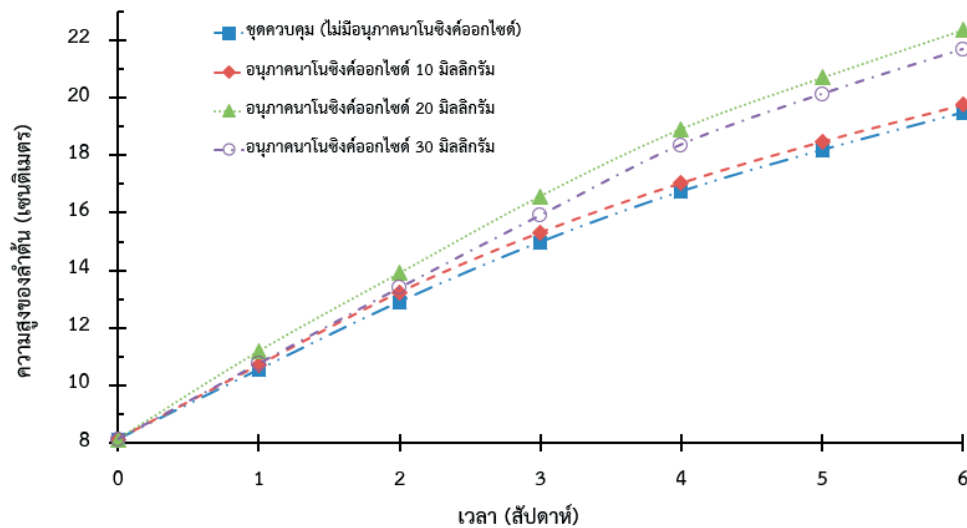
ตารางที่ 2 แสดงความสูงเฉลี่ยของลำต้นของพริกหวานที่ถูกรดด้วยน้ำบริสุทธิ์และน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ ออกไซด์ที่ปริมาณต่างๆ กัน พบว่า พริกหวานที่ถูกรดด้วยน้ำผสมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 20 มิลลิกรัม ความสูง เฉลี่ยของลำต้นมากที่สุด ตั้งแต่สัปดาห์แรก โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.83 ± 0.07 เซนติเมตร และสัปดาห์ที่สามมีความสูง เฉลี่ยเท่ากับ 5.79 ± 0.08 เซนติเมตร ในขณะที่พริกหวานที่ถูกรดด้วยน้ำผสมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 30 มิลลิกรัม มีความสูงเฉลี่ยของลำต้นน้อยที่สุด โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.58 ± 0.08 เซนติเมตร ในช่วงสัปดาห์แรก หลังจากงอกจากเมล็ด และสัปดาห์ที่สามมีความสูงเฉลี่ยประมาณ 5.62 ± 0.18 เซนติเมตร

ตารางที่ 2 ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์และความสูงเฉลี่ยของลำต้นระยะต้นอ่อน

ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ (มิลลิกรัม)	ความสูงเฉลี่ยของลำต้น (เซนติเมตร)		
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3
ต่อน้ำ 1 ลิตร			
0	1.66 ± 0.05	3.60 ± 0.07	5.68 ± 0.08
10	1.73 ± 0.08	3.76 ± 0.10	5.67 ± 0.08
20	1.83 ± 0.07	3.81 ± 0.08	5.79 ± 0.08
30	1.58 ± 0.08	3.42 ± 0.11	5.62 ± 0.18

2. ผลการเจริญเติบโตของพริกหวานในระยะเพาะปลูกหลังย้ายต้นกล้า

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของพริกหวานที่รดด้วยน้ำสะอาดและน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่ปริมาณ 10 20 และ 30 มิลลิกรัม หลังย้ายต้นกล้าที่มีความสูงของลำต้นใกล้เคียงกันมาปลูกในถุงเพาะเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และรดด้วยน้ำสะอาด (ชุดควบคุม) และน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 10 20 และ 30 มิลลิกรัม ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความสูงเฉลี่ยของลำต้นพริกหวานที่รดด้วยน้ำบริสุทธิ์และน้ำผสมกับอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณต่างกัน

เมื่อพิจารณาภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่า พริกหวานที่รดด้วยน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 20 มิลลิกรัม มีการเจริญเติบโตดีกว่าพริกหวานที่รดด้วยน้ำและน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์เงื่อนไขอื่นๆ โดยสามารถสังเกตได้จากความสูงของลำต้นของพริกหวานที่ถูกรดด้วยน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 20 มิลลิกรัม มีค่าสูงกว่าความสูงของลำต้นของพริกหวานที่ถูกรดด้วยน้ำและน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 10 และ 30 มิลลิกรัม ตั้งแต่สัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์สุดท้าย

อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าต้นพริกหวานที่รดด้วยน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 20 มิลลิกรัมและ 30 มิลลิกรัม มีค่าอัตราการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันโดยพบว่าหลังนำต้นกล้าพริกหวานมาปลูกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พริกหวานมีความสูงของลำต้น ความยาวของรากและจำนวนใบเฉลี่ยมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3 ในขณะที่ต้นพริกหวานที่รดด้วยน้ำสะอาดและน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 10 มิลลิกรัมมีค่าอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยรากค่อนข้างสั้นและจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น 6 - 7 ใบ นอกจากนี้ยังพบว่า ใบของต้นพริก มีลักษณะเหลืองต่าง หัก ใบไหม้ บริเวณปลายยอดมีสีน้ำตาล ไม่แตกยอด ใบร่วงและใบเหลืองต่างดังแสดงในภาพที่ 2

ตารางที่ 3 ความสูงเฉลี่ยของลำต้น ความยาวเฉลี่ยของรากและจำนวนใบของพริกหลังปลูกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ (มิลลิกรัม)	ความสูงเฉลี่ยของลำต้น (เซนติเมตร)	ความยาวเฉลี่ยของราก (เซนติเมตร)	จำนวนใบเฉลี่ย ต่อต้น
0	19.48 ± 2.62	11.30 ± 1.80	6
10	19.76 ± 2.03	8.20 ± 2.02	7
20	22.36 ± 0.07	18.20 ± 1.50	10
30	21.68 ± 1.23	18.20 ± 1.30	9



ภาพที่ 2 ลักษณะ โรคพืชที่พบในพริกหวานที่รดด้วยน้ำบริสุทธิ์และน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 10 มิลลิกรัม

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะและความยาวของรากของพริกหวานที่รดด้วยน้ำบริสุทธิ์และน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณรากและความยาวของรากของพริกหวานที่รดด้วยน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 20 และ 30 มิลลิกรัม มีความยาวเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยมีค่าประมาณ 18.2 เซนติเมตร ในขณะที่รากของพริกหวานที่รดด้วยน้ำบริสุทธิ์มีความยาวเฉลี่ย 11.30 เซนติเมตร และรากของพริกหวานที่รดด้วยน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 10 มิลลิกรัม มีความยาวเฉลี่ยสั้นที่สุดโดยมีค่าประมาณ 8.20 เซนติเมตร



ภาพที่ 3 ความยาวรากของต้นพริกหวานที่ถูกรดด้วยน้ำบริสุทธิ์และน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณต่างกัน

ตารางที่ 4 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งและร้อยละปริมาณความชื้นของต้นพริกหวานหลังอบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ (มิลลิกรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ร้อยละของปริมาณความชื้น (%)
0	8.8746	1.6999	80.83
10	10.1821	1.8946	81.39
20	13.7211	2.1921	84.02
30	11.8423	2.0034	83.08

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งและร้อยละปริมาณความชื้นของต้นพริกหวาน หลังจากนำมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จะเห็นว่า น้ำหนักสด (น้ำหนักก่อนอบ) และน้ำหนักแห้ง (น้ำหนักหลังอบ)

ของต้นพริกหวานที่รดด้วยน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 20 มิลลิกรัม มีค่า 13.7211 และ 2.1921 กรัม ตามลำดับ โดยมีค่าร้อยละปริมาณความชื้น 84.02 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเงื่อนไขอื่นๆ

การอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพริกหวาน โดยเมล็ดพันธุ์ พริกหวาน มาแช่ในน้ำบริสุทธิ์และน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 10 20 และ 30 มิลลิกรัม เป็นเวลา 1 คืน แล้วนำเมล็ดพันธุ์แต่ละเงื่อนไขมาเพาะในถุงดินเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พร้อมกับรดด้วยน้ำบริสุทธิ์และน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ตามแต่ละเงื่อนไข ซึ่งคณะผู้วิจัยพบว่าเมล็ดพริกหวานที่แช่และรดด้วยน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 20 มิลลิกรัมมีจำนวนการงอกของเมล็ดมากที่สุดตั้งแต่สัปดาห์แรก ในขณะที่เมล็ดพริกหวานที่แช่และรดด้วยน้ำผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 30 มิลลิกรัมต่อ มีจำนวนเมล็ดที่งอกน้อยที่สุด แสดงว่าปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์น่าจะส่งผลต่อการงอกของเมล็ดของพริกหวาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Laware และ Raskar [4] ที่ได้ทำการศึกษาผลของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการแบ่งเซลล์และการงอกของหัวหอม โดยจะเห็นได้ว่าที่ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์เกินกว่า 30 มิลลิกรัมจะส่งผลให้จำนวนของรากและความยาวของรากและใบของหอมแดงลดลง เนื่องมาจากการสะสมรบกวนที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงในพืชมีค่าลดลงจึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช [2] ยิ่งไปกว่านั้น ผลการศึกษากการเจริญเติบโตในระยะต้นอ่อนและการเจริญเติบโตในระยะเพาะปลูกหลังย้ายกล้ายังแสดงให้เห็นว่า ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 20 มิลลิกรัม มีผลทำให้ต้นพริกหวานเจริญเติบโตได้ดีที่สุดสังเกตได้จากความสูงของลำต้น ปริมาณและความยาวของรากและจำนวนใบที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ในระยะต้นอ่อนจนถึงระยะหลังย้ายกล้าซึ่งบ่งบอกถึงการขยายขนาดและพื้นที่ในการรับแสงของต้นพริกหวาน ความยาวรากที่บ่งบอกถึงความกว้างของบริเวณที่ต้นพริกหวานจะได้สารอาหาร ปริมาณความชื้นที่มากที่สุดซึ่งบ่งบอกถึงกระบวนการต่างๆ ที่สมบูรณ์และสามารถป้องกันโรคพืชได้ทั้งในระยะต้นอ่อนและระยะเพาะปลูกหลังย้ายกล้า ทั้งนี้ปริมาณอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ 30 มิลลิกรัมมีผลต่อการป้องกันโรคพืชมาตั้งแต่ในระยะต้นอ่อนจนถึงระยะหลังย้ายกล้า แต่ในส่วนของการเจริญเติบโตนั้นพบว่าพริกหวานมีการเจริญเติบโตช้า มีจำนวนการงอกเมล็ดน้อยที่สุดซึ่งน่าจะเกิดจากการผิดปกติของโครโมโซม ทำให้มีการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติ ในขณะที่อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ปริมาณ 10 มิลลิกรัม ช่วยให้พืชในระยะต้นอ่อนเจริญเติบโตได้ดี แต่ไม่สามารถป้องกันโรคได้ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโต และต้นพริกขาดควบคุม (ไม่ใช่อนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์) มีปัญหาโรคพืชตั้งแต่ในระยะต้นอ่อนจนถึงสัปดาห์สุดท้ายทำให้ต้นพริกหวานไม่สามารถเจริญเติบโตได้เป็นปกติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Charoenboon, W. (2556), **Nano-zinc Oxide Particles Eliminate Canker, Which is a Major Problem of Lime Grower, College of Nanotechnology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang** (Online). Retrieved 7 January 2560, from <http://www.manager.co.th>.
- [2] Boonyanitipong, P., Kumar, P., Kositsup, B., Baruah, S. and Dutta, J. (2011). "Effect of Zinc Oxide Nanoparticles on Roots of Rice *Oryza Sativa* L.", **International Conference on Environment and bioscience IPCBEE**. 21, IACSIT Press, Singapore, 172-176.
- [3] Taheri, M., Ataie, Q.H., Qarache, A. A. and Yoosefi, M. (2015). "The Effect of Zinc Oxide Nanoparticles on Growth Parameters of Corn (SC704)", **STEM Fellowship Journal**. 1(2), 17-20.

- [4] Laware, S.L. and Shilpa, R. (2014). “Influence of Zinc Oxide Nanoparticles on growth, Flowering and Seed Productivity in Onion”, **International Journal of Current Microbiology and Applied Science**. 3(7), 874-881.
- [5] Prasad T.N.V.K.V., Sudhakar, P., Sreennivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Raja Reddy, K., Sreeprasad, T.S., Sajanalal, P.R. and Pradeep, T. (2012). “Effect of Nanoscale Zinc Oxide Particles on Germination, Growth and Yield of Peanut”, **Journal of Plant Nutrition**. 35, 905-927
- [6] Panwar, J., Jain, N., Bhargaya, A., Akhtar, M.S. and Yeoung-Song, Y. (2012). “Positive Effect of Zinc Oxide Nanoparticles on Tomato Plants : A Step Towards Developing Nano- Fertilizers”, **International conference on Environmental Research and Technology**. 348-352.
- [7] Elizabeth, A., Bahadur, V., Misra, P., Prasad, V.M. and Moham, T.T. (2017). “Effect of Different Concentration of Iron Oxide and Zinc Oxide Nanoparticles on Growth and Yield of Carrot (*Daucus carota* L.)”, **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. 6(4), 1266-1269.
- [8] Afrayem, S.M. and Chaurasia, A.K. (2017). “Effect of Zinc Oxide Nanoparticles on Seed Germination and Seed Vigour in Chilli (*Capsicum annum* L.)”, **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. 6(5), 1654-1566.
- [9] Sturikova, H., Krystofova, O., Hedbravny, J. and Vojtech, A. (2017). “The Comparison of Effect of Zinc Sulphate and Zinc Oxide Nanoparticles on Plants”, **Mendel Net Conference Brno 2018**. November 8-9, Brno, Czech Republic. 932-936.