

ผลของโอลิโกไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ของผักกาดหอมในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Effects of Oligochitosan on Growth and Yield of *Lactuca sativa* Grown under Hydroponics System

สมชาย ชดกระการ และ กันยา เย็นใจ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

รัฐ พิษณุางกูร

ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

บทคัดย่อ

ผลของโอลิโกไคโตซาน (%DD >90, Mw 67,672) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยวิธี Deep Water Culture โดยเติมสารละลายโอลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 20 และ 50 ppm ร่วมกับการสละธาตุอาหาร วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ เมื่อครบกำหนดทำการเก็บเกี่ยวผักกาดหอมที่อายุ 49 วันหลังปลูก พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm ให้ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตและผลผลิตทั้งในด้านจำนวนใบ น้ำหนักสดของใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้น ผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) และรากมากที่สุด แต่ไม่แตกต่าง ($P > 0.05$) กับผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซาน และเติมสารละลายโอลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 ppm อย่างไรก็ตามพบว่ามีผลแตกต่าง ($P < 0.05$) กับผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm กับไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซาน พบว่าการเติมสารละลายโอลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักสดและแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) เพิ่มขึ้นเท่ากับ 19.40 และ 14.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้ำหนักสดและแห้งของรากเพิ่มขึ้นเท่ากับ 16.35 และ 7.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ทำให้น้ำหนักสดและแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) ลดลงจากผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซานเท่ากับ 15.57 และ 10.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และน้ำหนักสดและแห้งของรากลดลงเท่ากับ 16.79 และ 16.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : โอลิโกไคโตซาน ผักกาดหอม ไฮโดรโปนิกส์ การเจริญเติบโตและผลผลิต

Abstract

The effects of Oligochitosan (%DD >90, Mw 67,672) on the growth and yield of *Lactuca sativa* under deep water culture had been studied. The experimental design was Completely Randomized Design (CRD) with five treatments. The plant nutrient solutions were supplemented with oligochitosan at the concentrations of 0, 5, 10, 20 and 50 ppm. The results showed that the plant growth and development were significantly different among all

treatments including the number of leaves as well as the fresh and dry weights of stems and roots. The oligochitosan solution concentration at 5 ppm gave the highest yields of fresh and dry weights of leaves and stems which were 19.40 and 14.61 %, and fresh and dry weight of roots which were 16.35 and 7.55%, respectively, more than those from 0 ppm oligochitosan treatment.

On the other hand, nutrient solution with 50 ppm oligochitosan gave 15.57 and 10.42 % fresh and dry weights of leaves, respectively, less than those from 0 ppm oligochitosan treatment. Moreover, the fresh and dry weights of roots were 16.79 and 16.98 %, respectively, less than those from the latter.

Keywords : oligochitosan, *Lactuca sativa*, hydroponics, growth and yield

1. บทนำ

ผักกาดหอมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* Linn เป็นพืชในวงศ์ Compositae มีถิ่นกำเนิดในยุโรปและ เอเชีย คำว่า *Lactuca* เป็นภาษาละติน หมายถึงพืชที่ยาวมีสีขาวเหมือน น้าม มีสารอินทรีย์ที่เรียกว่า Lactuceri และพบสารที่ให้รสขม ในผักกาดหอมคือ lactucopirin ซึ่งเป็นสารประกอบ aromatic [1]

ปัจจุบันมีการปลูกผักกาดหอมในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นระบบที่สามารถปลูกได้ในทุกสภาพพื้นที่แม้ในพื้นที่ที่สภาพดินไม่เหมาะสม นอกจากนี้ยังสามารถปลูกได้ในปริมาณมากโดยใช้พื้นที่เพียงเล็กน้อย [2] ซึ่งหากมีการวางแผนการปลูกที่ดีจะสามารถปลูกพืชในระบบนี้ได้ประมาณ 10-12 ครั้งต่อปี [3] ดังนั้นถ้าหากมีการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตบางชนิดก็อาจจะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้สูงขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและยังทำให้ผลผลิตเพียงพอับความต้องการของตลาดอีกด้วย

โคโตซานเป็นสารชนิดหนึ่งที่ยิมนำมาใช้เร่งการเจริญเติบโตของพืช โดยโคโตซานเป็นอนุพันธ์ของโคตินที่เป็น โพลีเมอร์ชีวภาพเกิดจากโมเลกุลน้ำตาล glucosamine และ N-acetyl glucosamine ต่อกันเป็นสายยาว มักพบสารชนิดนี้เป็นองค์ประกอบอยู่ในเปลือกนอกของสัตว์จำพวก กุ้ง ปู แมลง และเห็ดรา [4] ปัจจุบันพบว่ามีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากโคโตซานป้อนเข้าสู่ตลาดเกษตรเพื่อนำมาใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืชอย่างกว้างขวาง [5] เช่นจากรายงานของ ชยากริต [6] พบว่าเมื่อให้รังสีแกมมากับโคโตซานทำให้เกิดการเสื่อมสภาพเป็นสารละลายโอลิโกโคโตซานและเมื่อ

นำมาผสมในอาหารสังเคราะห์สำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นอ่อนของกล้าไม้ตระกูลหวายทำให้มีการเจริญเติบโตดีขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้โคโตซานเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืชนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงชนิดพืช ปริมาณ ความเข้มข้นที่ใช้และการใช้ควบคู่กับปุ๋ยและธาตุอาหารที่เหมาะสมตามความต้องการของพืช [4] แต่ยังไม่มียางานการใช้โคโตซานกับการปลูกผักกาดหอมทั้งในระบบการปลูกพืชทั่วไปและระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของสารละลายโอลิโกโคโตซานระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยวิธี Deep Water Culture

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. เพาะเมล็ดผักกาดหอมบนฟองน้ำที่เป็นช่องเล็กๆ โดยให้แต่ละช่องมีขนาดเท่ากับ 3×3 เซนติเมตร และตรงกลางฟองน้ำของแต่ละช่องมีความลึกประมาณ 4-5 มิลลิเมตร หยอดเมล็ด 2-3 เมล็ดต่อ 1 ช่อง แช่ฟองน้ำลงในถาดเพาะเมล็ดที่มีน้ำกลั่น

2. เมื่อผักกาดหอมอายุได้ 8 วัน (มีใบจริงคู่แรก) ให้สารละลายธาตุอาหารสูตร Lettuce (AU) [7] ที่มีความเข้มข้นเพียงครึ่งเท่า (half strength) เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นทำการปลูกผักกาดหอมลงในระบบ Deep water culture แบบสารละลายไม่หมุนเวียน (non-circulating system) เดิมสารละลายธาตุอาหารสูตร Lettuce (AU) ในอัตราความเข้มข้นเต็มสูตร (full strength) ในระดับที่พอเหมาะ แล้วนำแผ่นโฟม เจาะรูวางทาบที่ปากภาชนะเพื่อช่วยพยุงต้นให้ตรงตัว และย้ายผักกาดหอมใส่ลง

ในช่องบนแผ่นโฟมเว้นช่องว่างระหว่างพื้นผิวสารละลายกับแผ่นโฟมเพื่อให้ออกซิเจนแก่รากพืช สารละลายธาตุอาหารสูตร Lettuce (AU) ประกอบด้วยสารต่างๆ ดังนี้

สารละลาย A

Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	87.67 g/l
KNO ₃	9.50 g/l
Fe-EDTA	4.083 g/l

สารละลาย B

KNO ₃	9.50 g/l
KH ₂ PO ₄	11.125 g/l
MgSO ₄ ·7H ₂ O	27.625 g/l
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	112.96 mg/l
CuSO ₄ ·5 H ₂ O	27.96 mg/l
MnSO ₄ ·4 H ₂ O	820.42 mg/l
H ₃ BO ₃ (Boric acid)	412.96 mg/l
Sodium Molybdate	12.29 mg/l

3. รักษาระดับค่า pH ของสารละลายธาตุอาหาร ให้อยู่ระหว่าง 6-6.5 และมีค่า EC ประมาณ 0.8-1.2 mS/cm เมื่อค่า pH เกิดการเปลี่ยนแปลงให้ทำการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารพร้อมกับเติมสารละลายโพลิโกไคโตซาน ที่ความเข้มข้นต่างๆ

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มี 5 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ไม่เติมสารละลายโพลิโกไคโตซาน

สิ่งทดลองที่ 2 เติมสารละลายโพลิโกไคโตซาน ความเข้มข้น 5 ppm

สิ่งทดลองที่ 3 เติมสารละลายโพลิโกไคโตซาน ความเข้มข้น 10 ppm

สิ่งทดลองที่ 4 เติมสารละลายโพลิโกไคโตซาน ความเข้มข้น 20 ppm

สิ่งทดลองที่ 5 เติมสารละลายโพลิโกไคโตซาน ความเข้มข้น 50 ppm

4. ทำการฉีดสารสกัดสะเดาเป็นครั้งคราวเพื่อป้องกันการระบาดของแมลงศัตรูพืช

5. โคโตซานที่ใช้ในการทดลองมีค่า percent degree of deacetylation (%DD) มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และมีน้ำหนักโมเลกุล (Mw) ที่หาได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี Gel permeation chromatography เท่ากับ 67,672 และค่า polydispersity เท่ากับ 2.55 สารโคโตซานที่ใช้เตรียมโดยการเจือจางจากสารละลายโคโตซานที่มีความเข้มข้น 10,000 ppm ที่ละลายในกรดอะซิติก 1 เปอร์เซ็นต์

การบันทึกผล

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกาดหอม เมื่อผักกาดหอมมีอายุ 49 วันหลังปลูก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความสูงของต้น (เซนติเมตร) โดยรวบใบขึ้นแล้ววัดความสูงจากบริเวณโคนต้นจนถึงปลายใบของใบบนสุด
2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร) โดยใช้เครื่อง Vernier วัดที่บริเวณโคนต้นของผักกาดหอม
3. จำนวนใบ (ใบ)
4. ความเข้มข้นใบ (SPAD) โดยใช้เครื่องวัดสีเขียว Minolta รุ่น SPAD -502 วัดใบละ 3 ตำแหน่ง (ปลายใบ กลางใบ และโคนใบ) แล้วหาค่าเฉลี่ย
5. ความหนาใบ (มิลลิเมตร) โดยใช้เครื่อง Vernier วัดที่บริเวณริมใบที่มีผิวเรียบ
6. ความยาวราก (เซนติเมตร)
7. น้ำหนักสดของใบ ลำต้น ราก และผลผลิตรวม(ใบ+ลำต้น) โดยนำผักกาดหอมมาแยกส่วนเป็นใบ ลำต้นและรากแล้วชั่งน้ำหนักสด
8. น้ำหนักแห้งของใบ ลำต้น ราก และผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) โดยนำใบ ลำต้นและราก มาหั่นแต่ละส่วนเป็นชิ้นเล็กไปอบที่ตูบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ โรงเรือนหลังคาพลาสติกป้องกันน้ำฝน ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2546 ถึงเดือนมกราคม 2547

3. ผลการทดลอง

ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยวิธี Deep Water Culture ที่เติมด้วยสารละลายโพลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตแตกต่างกันดังต่อไปนี้

3.1 การเจริญเติบโตของลำต้นและใบ

จากการทดลองเติมสารละลายโพลิโกไคโตซานความเข้มข้นระดับต่างๆ มีผลทำให้ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ทางสถิติพบว่า สารละลายโพลิโกไคโตซานไม่มีผลทำให้ความสูงของผักกาดหอมมีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม สารละลายโพลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีแนวโน้ม ในด้านความสูงมากกว่าในทุกระดับความเข้มข้น โดยเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุ 49 วันหลังปลูก) พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีความสูงของต้นมากที่สุดคือ 27.06 เซนติเมตร รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 10, 20, 0 และ 50 ppm (26.94, 25.95, 24.17 และ 23.57 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของผักกาดหอม เมื่อทำการเปรียบเทียบผลที่ได้ทางสถิติพบว่าทุกสิ่งทดลองไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยผักกาดหอมที่ปลูกโดยไม่เติมสารละลายโพลิโกไคโตซานและเติมสารที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเท่ากันและมากที่สุดคือ 2.00 เซนติเมตร รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 5, 50 และ 20 ppm (1.99, 1.87 และ 1.85 เซนติเมตร ตามลำดับ ตารางที่ 1)

สำหรับจำนวนใบต่อต้นของผักกาดหอมเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุ 49 วันหลังปลูก) พบว่าระดับความเข้มข้นของสารละลายโพลิโกไคโตซานมีผลทำให้จำนวนใบต่อต้นแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยผักกาดหอมที่เติมสารละลายโพลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดคือ 28.56 ใบต่อต้น ซึ่งแตกต่าง ($P<0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 50 ppm (24.92 และ 23.81 ใบต่อต้น ตามลำดับ) แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 ppm (27.20 และ 25.75 ใบต่อต้นตามลำดับ ตารางที่ 1)

จากการวัดความหนาใบของผักกาดหอมพบว่า ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยผักกาดหอมที่ปลูกในสารละลายโพลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีแนวโน้มให้ความหนาใบมากที่สุดคือ 0.36 มิลลิเมตร รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 0, 5 และ 10 ppm ซึ่งมีความหนาใบเท่ากันคือ 0.34 มิลลิเมตร และที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ผักกาดหอมมีความหนาใบน้อยที่สุดคือ 0.33 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1) และจากการวัดความเข้มข้นสีของผักกาดหอมพบว่า ความเข้มข้นสีไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ผักกาดหอมมีแนวโน้มของความเข้มข้นสีใบมากที่สุดคือ 21.43 SPAD รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 50, 0, 20 และ 5 ppm (19.08, 17.62, 16.98 และ 16.01 SPAD ตามลำดับ ตารางที่ 1)

3.2 การเจริญเติบโตของราก

จากการทดลองวัดความยาวรากของผักกาดหอมพบว่า สารละลายโพลิโกไคโตซานไม่มีผลทำให้ความยาวรากของผักกาดหอมแตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีแนวโน้มให้ความยาวรากมากกว่าในทุกระดับความเข้มข้น ซึ่งเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุ 49 วันหลังปลูก) พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีความยาวรากมากที่สุดคือ 59.03 เซนติเมตร รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 5, 20, 0 และ 50 ppm (58.08, 52.96, 46.50 และ 46.19 เซนติเมตร ตามลำดับ ตารางที่ 2) และเมื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้ทางสถิติของน้ำหนักสดและแห้งของรากผักกาดหอมพบว่า ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดและแห้งของรากแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีน้ำหนักสดของรากมากที่สุดคือ 18.36 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่าง ($P<0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของรากน้อยที่สุดคือ 13.13 กรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 0, 20 และ 10 ppm (15.78, 15.49 และ 14.06 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) ส่วนน้ำหนักแห้งของรากพบว่า มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุดคือ 1.13 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่าง ($P<0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของรากน้อยที่สุดคือ 0.88 กรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 10,

0 และ 20 ppm (1.10, 1.06 และ 1.03 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ตารางที่ 2)

3.3 ผลผลิต

จากการทดลองพบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินและเติมสารละลายโอลิโกโคโตซาน ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุ 49 วัน หลังปลูก) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลผลิตที่ได้ พบว่า น้ำหนักสดของใบมีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีน้ำหนักสดของใบมากที่สุดคือ 148.92 กรัมต่อตัน ซึ่งแตกต่าง ($P<0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ซึ่ง

ให้น้ำหนักสดของใบน้อยที่สุดคือ 107.40 กรัมต่อตัน แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 0 ppm (131.97, 128.51 และ 127.02 กรัมต่อตัน ตามลำดับ) ส่วนน้ำหนักแห้งของใบไม่พบความแตกต่าง ($P>0.05$) ในทุกระดับความเข้มข้น แต่ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักแห้งของใบมากที่สุดคือ 9.20 กรัมต่อตัน รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 10, 0, 20 และ 50 ppm (8.14, 8.01, 7.79 และ 7.29 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ตารางที่ 3)



0 ppm 5 ppm 10 ppm 20 ppm 50 ppm

ภาพที่ 1 ลักษณะการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่อายุ 49 วันหลังปลูก

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของส่วนต่างๆ ของผักกาดหอมเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุ 49 วันหลังปลูก)

โอลิโกโคโตซาน (ppm)	ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลาง กลางลำต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ ^{1/} (ใบ)	ความเข้มข้นสีใบ (SPAD)	ความหนาใบ (มิลลิเมตร)
0	24.17	2.00	24.92 ^{bc}	17.62	0.34
5	27.06	1.99	28.56 ^a	16.01	0.34
10	26.94	2.00	27.20 ^{ab}	21.43	0.34
20	25.95	1.85	25.75 ^{abc}	16.98	0.33
50	23.57	1.87	23.81 ^c	19.08	0.36
F-test	ns	ns	*	ns	ns
%C.V.	8.47	6.46	6.29	21.04	6.66

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's New

Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของรากของผักกาดหอมเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุ 49 วันหลังปลูก)

โอลิโกไคโดซาน (ppm)	ความยาวของราก		
	ราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักสดของราก (กรัมต่อต้น) ^{1/}	น้ำหนักแห้งของราก (กรัมต่อต้น) ^{1/}
0	46.50	15.78 ^{ab} (100)	1.06 ^{ab} (100)
5	58.08	18.36 ^a (116.35)	1.13 ^a (107.55)
10	59.03	14.06 ^{ab} (89.10)	1.10 ^{ab} (103.77)
20	52.96	15.49 ^{ab} (98.16)	1.03 ^{ab} (98.11)
50	46.19	13.13 ^b (83.21)	0.88 ^b (83.02)
F-test	ns	*	*
%C.V.	18.92	18.92	11.45

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

() อัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้เติมสารละลายโอลิโกไคโดซาน

ตารางที่ 3 ผลผลิตส่วนต่างๆ ของผักกาดหอมเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุ 49 วันหลังปลูก)

โอลิโกไคโดซาน (ppm)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัมต่อต้น) ¹			ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น) ^{1/}		
	ใบ	ลำต้น	ผลผลิตรวม(ใบ+ลำต้น)	ใบ	ลำต้น	ผลผลิตรวม(ใบ+ลำต้น)
0	127.02 ^{ab}	19.44 ^{ab}	146.46 ^{ab} (100)	8.01	0.82 ^{ab}	8.83 ^{ab} (100)
5	148.92 ^a	25.95 ^a	174.88 ^a (119.40)	9.20	0.92 ^a	10.12 ^a (114.61)
10	131.97 ^{ab}	24.45 ^a	156.41 ^{ab} (106.79)	8.14	0.89 ^a	9.02 ^{ab} (102.15)
20	128.51 ^{ab}	20.96 ^{ab}	149.47 ^{ab} (102.06)	7.79	0.80 ^{ab}	8.59 ^{ab} (97.28)
50	107.40 ^b	16.26 ^b	123.66 ^b (84.43)	7.29	0.62 ^b	7.91 ^b (89.58)
F-test	*	*	*	ns	*	*
%C.V.	13.06	17.02	12.66	12.50	15.79	12.02

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

^{1/} ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

() อัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้เติมสารละลายโอลิโกไคโดซาน

สำหรับน้ำหนักสดของลำต้นผักกาดหอมเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยพบว่า การเติมสารละลายโอลิโกไคโดซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีผลทำให้น้ำหนักสดของลำต้นมากที่สุดคือ 25.95 กรัมต่อต้น ซึ่งแตกต่าง ($P<0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ซึ่งมีค่าน้ำหนักสดของลำต้นน้อยที่สุดคือ 16.26 กรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 0 ppm (24.45, 20.96 และ 19.44 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) ส่วนน้ำหนักแห้งของลำต้นในแต่ละระดับความเข้มข้นมีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีน้ำหนักแห้งของลำต้นมากที่สุดคือ 0.92 กรัมต่อต้น และแตกต่าง ($P<0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของลำต้นน้อยที่สุดคือ 0.62 กรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 10, 0 และ 20 ppm (0.89, 0.82 และ 0.80 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ตารางที่ 3)

สำหรับน้ำหนักสดและแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโอลิโกไคโดซาน 5 ppm มีน้ำหนักสดของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) มากที่สุดคือ 174.88 กรัมต่อต้น และแตกต่าง ($P<0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ซึ่งมีค่าน้ำหนักสดของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) น้อยที่สุดคือ 123.66 กรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 0 ppm (156.41, 149.47 และ 146.46 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) โดยเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) ของแต่ละระดับความเข้มข้นของสารละลายโอลิโกไคโดซานกับผักกาดหอมที่ไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโดซาน พบว่าการเติมสารที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 20 ppm มีแนวโน้มทำให้ของน้ำหนักสดของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) เพิ่มขึ้นเท่ากับ 19.40, 6.79 และ 2.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีผลทำให้น้ำหนักสดของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) ลดลงเท่ากับ 15.57 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ส่วนน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) ก็เช่นเดียวกันพบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) มากที่สุดคือ 10.12 กรัมต่อต้น และแตกต่าง ($P<0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ซึ่งมีค่า

น้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) น้อยที่สุดคือ 7.91 กรัมต่อต้น แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับที่ระดับความเข้มข้น 10, 0 และ 20 ppm (9.02, 8.83 และ 8.59 กรัมต่อต้น ตามลำดับ) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมที่ไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโดซาน พบว่าการเติมสารที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10 ppm มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) เพิ่มขึ้นเท่ากับ 14.61 และ 2.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 20 และ 50 ppm มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) ลดลงเท่ากับ 2.72 และ 10.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

4. วิจัยการผลิตทดลอง

จากการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินโดยวิธี Deep Water Culture ร่วมกับการเติมสารละลายโอลิโกไคโดซานระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 20 และ 50 ppm พบว่า ผักกาดหอมมีค่าเฉลี่ยของจำนวนใบ น้ำหนักสดของใบ น้ำหนักสดและแห้งของลำต้น ผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) และราก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุ 49 วันหลังปลูก) มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยถึงแม้การเติมสารโอลิโกไคโดซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm กับ การไม่เติมสารจะไม่แตกต่าง ($P>0.05$) แต่การเติมสารที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm ทำให้มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบผักกาดหอมมากกว่าที่ไม่เติมสารเท่ากับ 23.80 เปอร์เซ็นต์ และมี แนวโน้มทำให้น้ำหนักสดและแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) เพิ่มขึ้นมากกว่าที่ไม่เติมสารเท่ากับ 19.40 และ 14.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำหนักสดและแห้งของรากเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ไม่เติมสารเท่ากับ 16.35 และ 7.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเติมสารที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm จึงมีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของผักกาดหอมดีขึ้น ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ ชนัสพร [8] ซึ่งได้ศึกษาผลของสารละลาย โอลิโกไคโดซานที่มีผลในพืชและเชื่อว่า โดยสารละลายโอลิโกไคโดซานที่มีความยาวของสายโซ่จำเพาะเจาะจงลงไปนั้นจะมีผลในการชักนำยีนของพืชทำให้มีผลต่อปฏิกิริยาทางชีวภาพของพืช และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทางอ้อม บางส่วนของโคโดซานจะเข้าสู่เซลล์พืชและอาจไม่มี

อิทธิพลต่อโครงสร้าง โครมาตินใน DNA ที่มีอยู่ในยีน ซึ่งยีนจะสร้าง mRNA และผลิตโปรตีนขึ้นมา ทำให้เกิดกิจกรรมของ phenylpropanoid pathway สูงขึ้น ทำให้เกิดสารประกอบ phenolic compound เช่น phytoalexins หรือ สารประกอบที่คล้ายกลินิน ซึ่งก่อให้เกิดการสร้างเอนไซม์ β -glucanase, endochitinase และกลุ่มสาร phytoalexin ซึ่งช่วยเพิ่มกระบวนการ linification ทำให้พืชมีเจริญเติบโตได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณความเข้มข้นและคุณสมบัติของสารละลายโอลิโกไคโตซาน (ค่า % DD) ที่เหมาะสมนั้นแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช โดยระดับความเข้มข้นของสารละลายโอลิโกไคโตซานที่จะต้องใช้ในระดับที่เหมาะสม เพราะหากใช้ในระดับที่ต่ำหรือสูงเกินไปก็จะทำให้ ผลผลิตของพืชต่ำกว่าที่ไม่ได้ใช้สารละลายโอลิโกไคโตซาน [11] ดังเช่นในการทดลองครั้งนี้ที่พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโอลิโกไคโตซาน 50 ppm มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของผักกาดหอมทั้ง ความสูง จำนวนใบ ความยาวรากและน้ำหนักสดและแห้งของใบ, ลำต้น, ผลผลิตรวม(ใบ+ลำต้น) และรากต่ำกว่าในทุกระดับความเข้มข้น

5. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารละลายโอลิโกไคโตซานที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยวิธี Deep Water Culture โดยใช้สารละลายโอลิโกไคโตซานที่มีค่า DD (Degree of Deacetylation) มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปและค่า Molecular weight เท่ากับ 67,672 Dalton ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารสูตร Lettuce (AU) พบว่า

1. ความเข้มข้นของสารละลายโอลิโกไคโตซาน ที่ระดับ 5 ppm มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนใบ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความเข้มข้นของผักกาดหอมดีกว่าผักกาดหอมที่ปลูกโดยไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซานและเติมสารละลายโอลิโกไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 50 ppm

2. ระดับความเข้มข้นของสารละลายโอลิโกไคโตซาน 5 ppm มีแนวโน้มทำให้การสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) ของผักกาดหอมสูงมากกว่าผักกาดหอมที่ไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซานเท่ากับ 19.40 และ 14.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโอลิโกไคโตซานที่ 50 ppm มีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผลผลิตรวม (ใบ+ลำต้น) ของผักกาดหอมน้อยกว่าผักกาดหอมที่ไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซาน เท่ากับ 15.57 และ 10.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. ระดับความเข้มข้นของสารละลายโอลิโกไคโตซาน 5 ppm มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักสดและแห้งของรากของผักกาดหอมสูงมากกว่ารากของผักกาดหอมที่ไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซานเท่ากับ 16.35 และ 7.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโอลิโกไคโตซาน 50 ppm มีผลทำให้น้ำหนักสดและแห้งของรากน้อยกว่ารากของผักกาดหอมที่ไม่เติมสารละลายโอลิโกไคโตซานเท่ากับ 16.79 และ 16.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.สุฤติ ประเทืองวงศ์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.อัญชลี จาละ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่กรุณาตรวจแก้ไขรายงานวิจัย และ ศูนย์วัสดุชีวภาพ ไคติน/ไคโตซาน สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษาและข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับสารโอลิโกไคโตซาน เพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] เมืองทอง ทวนทวี และสุริรัตน์ ปัญญาโตะนะ,สวนผัก, กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ, 324 น., 2525.
- [2] โสระยา ร่วมรังสี,การผลิตพืชสวนแบบไม่ใช้ดิน, โอเอส พรินติ้ง เฮาส์, กรุงเทพฯ, 78 น., 2544.

- [3] วรรณภา เสนาดี, โอกาสและอุปสรรคธุรกิจผักไม้ใช้ดินในประเทศไทย, เกษตรการเกษตร 27 (10); น., 157-164, 2546.
- [4] รัฐ พิษณุางกูร, คุณสมบัติและกลไกการทำงานของสารไคตินและไคโตซานที่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง เกษตรยุคใหม่กับไคตินไคโตซาน, กรุงเทพฯ; น., 13-15, 2543.
- [5] ภาวดี เมธะคานนท์, จดหมายข่าวศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, ปีที่ 1. กรุงเทพฯ; น., 27-32 , 2542.
- [6] ชยากริต ศิริอุบลัมภ์, การทำให้ไคโตซานเสื่อมสภาพโดยใช้รังสีและการใช้ประโยชน์ในการเร่งการเจริญเติบโตของกล้ากล้วยไม้, การประชุมสัมมนาไคตินไคโตซาน ครั้งที่ 5, กรุงเทพฯ; น., 15-18 , 2545.
- [7] อธิวิสุนทร นันทกิจ, โปรแกรมคำนวณสารละลายธาตุอาหารพืช. NutriCal V1.2, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2544.
- [8] ชนัสพร เกลี้ยงแก้ว, การศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อการย้ายปลุกและการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีลูกลสม, เอกสารประกอบการประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย 17-18 กรกฎาคม 2546, กรุงเทพฯ; น., 65-68 , 2546.
- [9] อภิรักษ์ หลักชัยกุล, การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุเพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกพืชแบบไม้ใช้ดินในผักกาดหอม, ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 68 น., 2 539.
- [10] สุวลี จันทรกระจ่าง, เอกสารประกอบการบรรยายการประชุมเชิงปฏิบัติการไคติน-ไคโตซานจากวัตถุดิบธรรมชาติสู่การประยุกต์ใช้, กรุงเทพฯ; น.,17-20, 2543.
- [11] Nant Moe Moe San, Biostimulation activity of Chitosan on the germination and growth rate of bean plant, MS thesis, AIT; pp. 6-22 , 2002.