



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrnu/index>

บทความวิจัย

ผลของอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนไอค์ที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ

อภิชาติ กระจำงเย่า¹ บุญล้ำ สุนทร² ศศิธร คนทน³ และ ธนภูมิ ศิริงาม^{4*}

¹สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 9 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

²สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา 96 ตำบลประตูชัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

³สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 9 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

⁴สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 9 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 29 มีนาคม 2566

แก้ไข: 4 มิถุนายน 2566

ตอบรับการตีพิมพ์: 5 มิถุนายน 2566

ตีพิมพ์ออนไลน์: 14 มิถุนายน 2566

คำสำคัญ

ผักกาดหอม

แอโรพอนิกส์

การเจริญเติบโต

ผลผลิต

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารในระบบแอโรพอนิกส์ 3 ระดับ ได้แก่ 1) พ่นสารละลายธาตุอาหาร 1 นาที่ หยุด 3 นาที่ 2) พ่นสารละลายธาตุอาหาร 1 นาที่ หยุด 5 นาที่ และ 3) พ่นสารละลายธาตุอาหาร 1 นาที่ หยุด 7 นาที่ อย่างต่อเนื่องภายในโรงเรือนที่มีขนาด 1.38 x 2.00 x 2.32 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) โดยภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 28.20 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย เท่ากับ 65.50 เปอร์เซ็นต์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ จากการศึกษาพบว่าการพ่นสารละลายธาตุอาหารนาน 1 นาที่ หยุด 3 นาที่ มีจำนวนใบ ความสูง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักทรงราก และน้ำหนักแห้งรากของผักกาดหอมพันธุ์กรีนไอค์มากที่สุด เท่ากับ 33.38±1.01 ใบ, 10.50±0.85 เซนติเมตร, 69.96±3.58 กรัม, 3.45±0.11 กรัม, 19.09±0.39 กรัม และ 0.98±0.02 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ความกว้างทรงพุ่มและความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 20.25±0.25 เซนติเมตร และ 73.50±1.66 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อได้รับการพ่นสารละลายธาตุอาหารนาน 1 นาที่ หยุด 5 นาที่

บทนำ

ผักกาดหอม (*Lactuca sativa* L.) เป็นพืชที่นิยมนำส่วนใบมาบริโภค โดยแนวโน้มการบริโภคผักกาดหอมยังคงเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของประชากร นอกจากนี้ธุรกิจอาหารยังนิยมนำผักกาดหอมมาใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหาร ซึ่งผักกาดหอมมีความต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต (Manullang et al., 2019) ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมาใช้ในการผลิตผักกาดหอมในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีการปลูกพืชที่มีการจัดการผลผลิตพืชตลอดอายุปลูกที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ผลผลิตที่ได้มีความสะอาดและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

แอโรพอนิกส์ (Aeroponics) จัดเป็นระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินชนิดหนึ่ง โดยการปลูกพืชในระบบแอโรพอนิกส์เป็นระบบการปลูกพืชที่รากพืชลอยอยู่ในอากาศ โดยพืชได้รับสารละลายธาตุอาหารในลักษณะละอองฝอยผ่านทางรากพืชโดยตรง (Resh, 2022) ทำให้รากพืชได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอและต่อเนื่องมีผลทำให้รากพืชมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการปลูกพืชในระบบแอโรพอนิกส์

จัดเป็นระบบปลูกพืชที่มีการใช้สารละลายธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในการปลูกพืชในระบบแอโรพอนิกส์สามารถหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำให้มีการใช้น้ำและปริมาณสารละลาย ธาตุอาหารน้อยกว่าระบบปลูกพืชแบบอื่น นอกจากนี้ระบบแอโรพอนิกส์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชในพื้นที่จำกัดมีผลทำให้ใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Laksono, 2021)

อย่างไรก็ตามการปลูกพืชในระบบแอโรพอนิกส์มีข้อจำกัดหลายประการทั้งในด้านต้นทุนที่มีราคาค่อนข้างสูง ระบบต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าในการให้น้ำแก่พืช หากระบบไฟฟ้าขัดข้องอาจทำให้รากพืชขาดน้ำและธาตุอาหาร ในขณะที่พืชที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์จะได้รับสารละลายธาตุอาหารผ่านระบบรากที่ต้องอาศัยการทำงานของหัวพ่นแรงดันสูง หากหัวพ่นเกิดการอุดตันจะทำให้พืชขาดน้ำและธาตุอาหารและแสดงอาการเหี่ยวและตายได้ โดย Tunio et al. (2022) รายงานว่า ผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีขนาดอนุภาค 11.24

*Corresponding author

E-mail address: thanapoom@pnru.ac.th (T. Siringam)

Online print: 14 June 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2023.15>

ไมโครเมตร เป็นเวลา 5 นาที หยุด 30 นาที อย่างต่อเนื่อง มีการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสง คลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ และคุณค่าทางโภชนาการมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมพันธุ์ปัตเตอร์เฮดที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีขนาดอนุภาค 26.35, 17.38 และ 4.89 ไมโครเมตร เป็นเวลา 5 นาที หยุด 15, 45 และ 60 นาที อย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ El-Helaly & Darwish (2019) พบว่า ผักกาดหอมพันธุ์เรดไฟร์ที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์มีความยาวรากมากกว่าผักกาดหอมพันธุ์เรดไฟร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์และผักกาดหอมพันธุ์เรดไฟร์ที่ปลูกในระบบวัสดุปลูก คิดเป็น 0.68 และ 0.62 เท่า ตามลำดับ รวมทั้งยังพบว่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากที่ปลูกในระบบ แอโรพอนิกส์มากที่สุด แต่ผักกาดหอมพันธุ์เรดไฟร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรพอนิกส์มีน้ำหนักสดต้นและผลผลิตมากที่สุด คิดเป็น 2.51 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมพันธุ์เรดไฟร์ที่ปลูกในระบบวัสดุปลูก ในขณะที่ผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์เรดไฟร์ที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์เพิ่มขึ้น คิดเป็น 2.30 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมพันธุ์เรดไฟร์ที่ปลูกในระบบวัสดุปลูก

ประเทศไทยตั้งอยู่ในแถบศูนย์สูตรที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับสภาพอุณหภูมิสูงและภูมิอากาศร้อนชื้นที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ โดยอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางรากมีการทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งจัดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ โดย Subandi & Muhammad (2016) รายงานว่าอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก 30 วินาที หยุด 15 นาที มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในแต่ละวัน โดยความสูงเฉลี่ยและความยาวใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้น วันละ 2 มิลลิเมตรต่อวัน และ 1 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ ส่วน Ruamrungsri et al. (2005) รายงานว่า ผักกาดหอมพันธุ์โอกายามาที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์บนแผ่นปลูกที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 แบบ โดยแต่ละแบบมีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหาร 2 อัตรา ได้แก่ การพ่นสารละลายนาน 1 นาที หยุด 10 นาที และการพ่นสารละลายนาน 1 นาที หยุด 30 นาที จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผักกาดหอมพันธุ์โอกายามาที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์บนแผ่นปลูกทั้ง 3 แบบ ที่มีการพ่นสารละลายนาน 1 นาที หยุด 10 นาที มีน้ำหนักสดส่วนต้นมากกว่าผักกาดหอมพันธุ์โอกายามาที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ที่มีอัตราพ่นสารละลายนาน 1 นาที หยุด 30 นาที คิดเป็น 1.21 2.00 และ 1.62 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่ Awalina et al. (2022) รายงานว่าความแตกต่างของอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางรากในระบบแอโรพอนิกส์มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอม โดยผักกาดหอมที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางรากตลอดเวลาที่มีความสูง จำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น พื้นที่ใบ และ น้ำหนักสดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก 30 วินาที หยุด 10 นาที 30 วินาที หยุด 15 นาที 30 วินาที หยุด 20 นาที 30 วินาที หยุด 25 นาที และ 30 วินาที หยุด 30 นาที อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่ดำเนินการในต่างประเทศที่มีสภาพแวดล้อมในการปลูกที่แตกต่างจากประเทศไทยจึงอาจให้ผลการตอบสนองของพืชปลูกที่แตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา ดังนั้นในการ

ทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาผลของอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ภายในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การออกแบบระบบแอโรพอนิกส์และโรงเรือนขนาดเล็ก

โรงเรือนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทำจากวัสดุชนิด carbon steel ที่มีน้ำหนักเฉพาะตัวโครงสร้างโรงเรือนประมาณ 43 กิโลกรัม (Figure 1a) ส่วนแผ่นปลูกที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แผ่นโฟมขนาด 1.00 x 1.00 เมตรหนา 2.54 เซนติเมตร โดยแผ่นโฟมเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติด้านการต้านทานการส่งผ่านความร้อนและสามารถหาซื้อได้ง่าย (Figure 1b) ในขณะที่ บ่อปลูกทำจากแผ่นโฟมที่มีความหนา 3.81 เซนติเมตร เป็นผนังทุกด้าน โดยที่มีแผ่นพลาสติกปิดทับด้านในเพื่อเป็นพื้นที่ให้สารละลายธาตุอาหารพืชในบริเวณรากของผักกาดหอม (Figure 1c)

ส่วนโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิมีการติดตั้งระบบการลดอุณหภูมิแบบทำความเย็นด้วยวิธีการระเหยของน้ำ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ พัดลมระบายอากาศและแผงระเหยน้ำ โดยพัดลมระบายอากาศที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 นิ้ว จำนวน 2 ตัว ใช้แรงดันไฟฟ้าชนิดกระแสตรง (DC) ขนาดแรงดัน 12 โวลต์ ซึ่งใช้กำลังไฟขนาด 80 วัตต์ ซึ่งพัดลมระบายอากาศที่ใช้เป็นชนิดแรงดันต่ำ จึงมีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ส่วนแผงระเหยน้ำที่ใช้ในการทดลองเป็นชนิดกระดาษ มีความกว้าง 1,200 มิลลิเมตร สูง 400 มิลลิเมตร หนา 100 มิลลิเมตร ด้านนอกเคลือบสีดำเพื่อลดการเกิดตะไคร่น้ำ (Figure 2)

หลักการทำงานในการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิอาศัยการทำงานของพัดลมระบายอากาศที่ถูกติดตั้งอยู่ด้านตรงข้ามกับแผงระเหยน้ำ ในขณะที่พัดลมระบายอากาศทำงานจะดึงอากาศภายในโรงเรือนออกไปด้านนอกมีผลทำให้ภายในโรงเรือนมีสภาพเป็นสุญญากาศ ส่วนอากาศร้อนภายนอกโรงเรือนจะไหลผ่านแผงระเหยน้ำที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนเกิดขึ้นมีผลทำให้อากาศที่ไหลผ่านแผงระเหยน้ำมีอุณหภูมิลดลง โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Solidworks เพื่อใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบการไหลของอากาศและการแลกเปลี่ยนความร้อนของอากาศภายในโรงเรือน โดยมีกำหนดค่าเริ่มต้นของระดับอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าไปภายในโรงเรือนโดยผู้วิจัยกำหนดค่าอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของผนังโรงเรือนกำหนดไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของแผงระเหยน้ำกำหนดไว้ที่ 20.05 องศาเซลเซียส อัตราการไหลเข้าของอากาศ (inlet volume flow) กำหนดไว้ที่ 0.05 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อัตราการไหลทางด้านเข้า (inlet velocity) และอัตราการไหลออก (outlet velocity) ของแผงระเหยน้ำมีความเร็ว เท่ากับ 0.01 เมตรต่อวินาที ซึ่งแสดงผลรูปแบบการไหลของอากาศและการแลกเปลี่ยนความร้อนของอากาศภายในโรงเรือน (Figure 3)

การเตรียมต้นพืชและการดำเนินการวิจัย

ทำการทดลองระหว่างเดือนมกราคม ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 โดยเพาะเมล็ดผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คลงในฟองน้ำโดยนำฟองน้ำที่เพาะเมล็ดวางลงในกล่องพลาสติกที่บรรจุน้ำสูงประมาณ 3 เซนติเมตร นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 27 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เมื่อเมล็ดเริ่มงอกและเจริญเป็นต้นกล้าให้นำไปไว้ในที่มีแสงแดดรำไร เป็นเวลา 4 วัน เมื่อต้นกล้าเริ่มมีใบจริงหรืออายุประมาณ 10 วันหลังเพาะเมล็ด จึงเริ่มให้สารละลายธาตุอาหารแก่ ต้นกล้า โดยเติมสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครที่ประกอบด้วย แคลเซียมไนเตรท ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) แมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) และจุลธาตุรวม (Siringam et al., 2014) ที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.40 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (mS/cm) *สภาพการทดลอง*

ทำการย้ายต้นกล้าผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอายุ 14 วัน ลงปลูกในโรงเรือนที่มีการติดตั้งระบบแอโรพอนิกส์ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.20 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย เท่ากับ 65.50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอกโรงเรือน เท่ากับ 27.60 องศาเซลเซียส และมี เท่ากับ 63.30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีระยะปลูกระหว่างต้น 20X20 เซนติเมตร หลังจาก

นั้นเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนครที่มีค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ระหว่าง 5.50-6.50 ที่ปรับโดยกรดไนตริก (HNO_3) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล ในถังบรรจุสารละลาย ปริมาตร 40 ลิตร ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของสารละลายธาตุอาหารสูตรพระนคร มีค่าระหว่าง 0.80-1.50 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (mS/cm) และทำการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารทุกสัปดาห์ โดยต้นกล้าผักกาดหอมพันธุ์

กรีนโอ๊คได้รับการพ่นสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน (Figure 4) ดังนี้

- ทริทเมนต์ที่ 1 การพ่นสารละลายสารละลายธาตุอาหาร 1 นาที หยุด 3 นาที อย่างต่อเนื่อง (300.00 ลิตรต่อวัน)
- ทริทเมนต์ที่ 2 การพ่นสารละลายสารละลายธาตุอาหาร 1 นาที หยุด 5 นาที อย่างต่อเนื่อง (180.00 ลิตรต่อวัน)
- ทริทเมนต์ที่ 3 การพ่นสารละลายสารละลายธาตุอาหาร 1 นาที หยุด 7 นาที อย่างต่อเนื่อง (128.75 ลิตรต่อวัน)

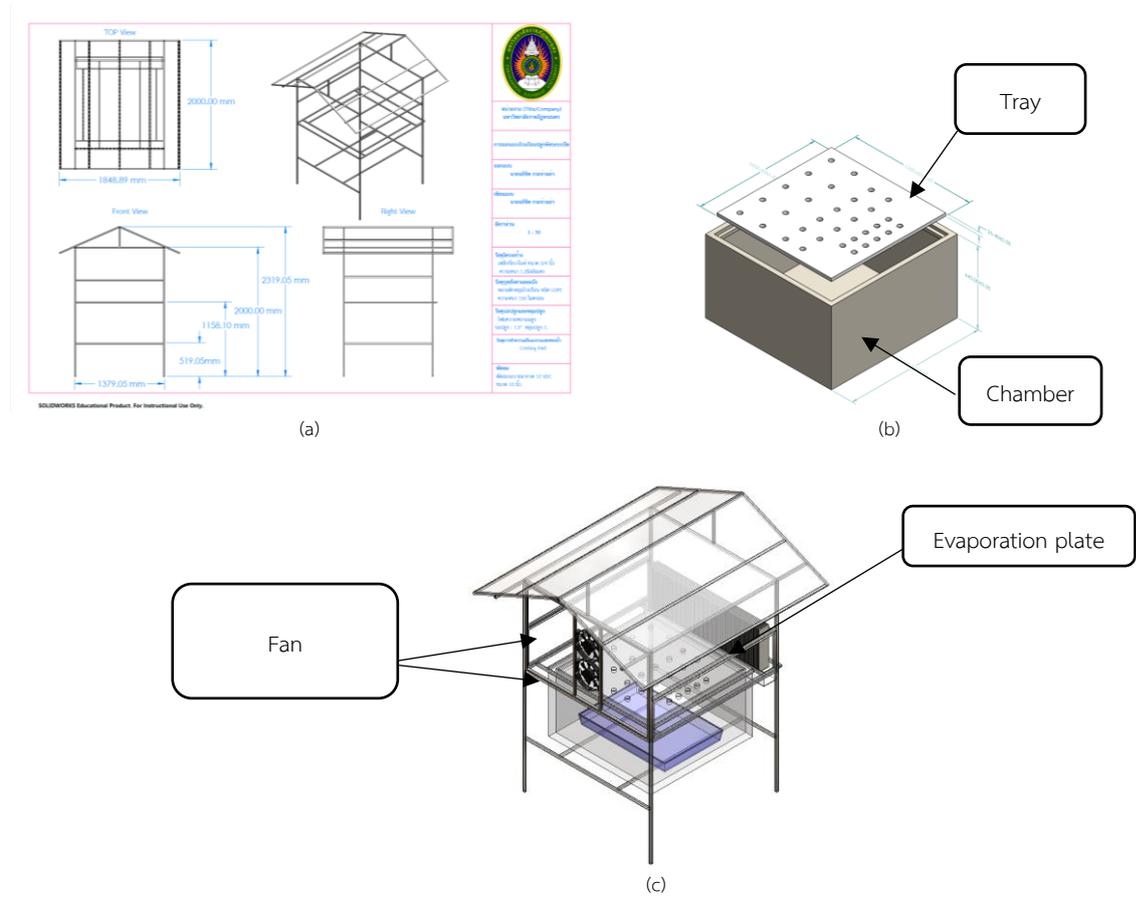


Figure 1 Greenhouse structure (a) chamber and tray (b) and prototype (c).



Figure 2 Controlled temperature greenhouse used to study the nutrient solution spraying rate.

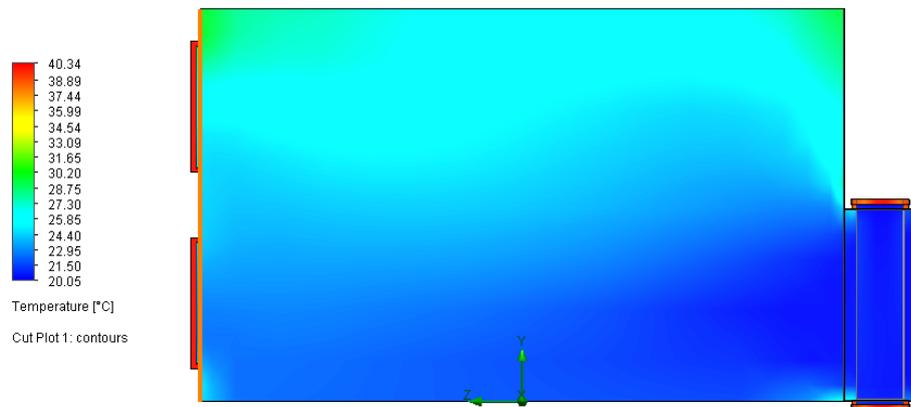


Figure 3 Temperature in the controlled temperature greenhouse simulation by using Solidworks® program.



Figure 4 Nutrient solution spraying characteristic in aeroponics system.

การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต

เมื่อผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอายุ 28 วัน หลังย้ายปลูก ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ดังนี้

1. จำนวนใบ (ใบ) นับจำนวนใบที่แผ่นใบเจริญเต็มที่และไม่มีกรรมวั่น
2. ความสูงต้น (เซนติเมตร) วัดจากบริเวณโคนต้นถึงส่วนสูงสุดของลำต้น

3. ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) วัดบริเวณที่กว้างที่สุดจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง

4. ความยาวราก (เซนติเมตร) วัดความยาวตั้งแต่ปลายรากถึงโคนต้น
5. น้ำหนักสดต้นและราก (กรัม) โดยตัดส่วนต้นและรากแยกจากกัน หลังจากนั้นนำส่วนต้นและรากมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

6. น้ำหนักแห้งต้นและราก (กรัม) นำส่วนต้นและรากที่ผ่านการล้าง น้ำหนักมาอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำส่วนต้นและรากที่ผ่านการอบมาชั่งน้ำหนักแห้งด้วย เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

งานวิจัยนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ประกอบด้วย 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ โดยนำข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกาดหอมมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่าอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทาง รากที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนใบ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาว ราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนัก แห้งต้นของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์นิกส์ ภายในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิ โดยมีระยะปลูกบนแผ่นปลูก 20×20 เซนติเมตร (Figure 5 - Figure 6) โดยผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการ พ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 3 นาที มีจำนวนใบ มากที่สุด เท่ากับ 33.38±1.01 ใบ คิดเป็น 1.26 และ 1.47 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลาย ธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 5 นาที และผักกาดหอมพันธุ์กรีน โอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 7 นาที ตามลำดับ (Figure 5a)

ในขณะที่ความสูงของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่น สารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 3 นาที มีความสูงมาก ที่สุด เท่ากับ 10.50±0.85 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทาง ราก นาน 1 นาที หยุด 5 นาที (Figure 5b) ส่วนความกว้างทรงพุ่ม พบว่า ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทาง ราก นาน 1 นาที หยุด 5 นาที มีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 20.25±0.25 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 3 นาที (Figure 5c) ในขณะที่ความยาวรากของผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 5 นาที มีความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 73.50±1.66 เซนติเมตร ส่วน ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทาง ราก นาน 1 นาที หยุด 7 นาที มีความยาวรากน้อยที่สุด เท่ากับ 54.25±2.91 เซนติเมตร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 3 นาที (Figure 5d)

น้ำหนักสดต้นของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่น สารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 3 นาที มีน้ำหนักสด ต้นมากที่สุด เท่ากับ 69.96±3.58 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทาง ราก นาน 1 นาที หยุด 5 นาที (Figure 6a) ส่วนน้ำหนักแห้งต้นของ

ผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทาง รากที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คมีน้ำหนักแห้งต้นอยู่ในช่วงระหว่าง 2.79±0.25 - 3.45±0.11 กรัม (Figure 6b)

ในขณะที่น้ำหนักสดรากของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการ พ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 3 นาที มีน้ำหนัก สดรากมากที่สุด เท่ากับ 19.09±0.39 กรัม ส่วนผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 7 นาที มีน้ำหนักสดรากน้อยที่สุด เท่ากับ 15.96±0.80 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่าง ทางสถิติกับผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหาร ผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 5 นาที (Figure 6c) ส่วนน้ำหนักแห้งรากของ ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทาง ราก นาน 1 นาที หยุด 3 นาที มีน้ำหนักแห้งรากมากที่สุด เท่ากับ 0.98±0.02 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 7 นาที (Figure 6d)

ความแตกต่างของอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก มีผลทำให้จำนวนใบ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวราก น้ำหนักสด ต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากแตกต่างกัน โดยผักกาดหอมพันธุ์ กรีนโอ๊คที่มีอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 3 นาที มีการเจริญเติบโตมากที่สุด (Figure 7 and Figure 8) ซึ่งให้ผล ไปในทิศทางเดียวกันกับงานทดลองของ Ruamrungsri et al. (2005) รายงานว่า ผักกาดหอมพันธุ์โกลายามาที่ปลูกในระบบ แอโรพอนิกส์ที่มี อัตราพ่นสารละลาย นาน 1 นาที หยุด 10 นาที มีน้ำหนักสดมากกว่า ผักกาดหอมพันธุ์โกลายามาที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ที่มีอัตราพ่น สารละลาย นาน 1 นาที หยุด 30 นาที ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าอัตราการพ่น สารละลายธาตุอาหารผ่านทางราก นาน 1 นาที หยุด 3 นาที ทำให้ ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คได้รับปริมาณน้ำ ธาตุอาหาร ความชื้น และปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญและ พัฒนาของพืช (Li et al., 2018) ในทางเดียวกันกับ El-Helaly & Darwish (2019) ที่รายงานว่าพืชที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารผ่านทางรากอย่าง ต่อเนื่อง ช่วยในการรักษาสมดุลของน้ำภายในพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของพืชที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ นอกจากนี้การปลูกพืชในระบบแอโร พอนิกส์พืชจะได้รับสารละลายธาตุอาหารผ่านทางรากในรูปของละอองฝอย ซึ่งหากอัตราการพ่นสารละลายธาตุอาหารผ่านทางรากไม่สัมพันธ์กับการ เปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในการปลูกพืช อาจนำไปสู่สภาวะขาดน้ำ และธาตุอาหารของพืชที่ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงาน ทดลองของ Tunio et al. (2022) ที่แสดงให้เห็นว่าผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอร์ เฮดที่ปลูกในระบบ แอโรพอนิกส์ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีขนาด อนุภาค 4.89 ไมโครเมตร เป็นเวลา 5 นาที หยุด 60 นาที มีผลทำให้ การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสง รัศมีวงตุ่ม และคุณค่า ทางโภชนาการลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอร์เฮดที่ ปลูกในระบบแอโรพอนิกส์ที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่มีขนาดอนุภาค 11.24, 26.35 และ 17.38 ไมโครเมตร เป็นเวลา 5 นาที หยุด 15, 30 และ 45 นาที อย่างต่อเนื่อง

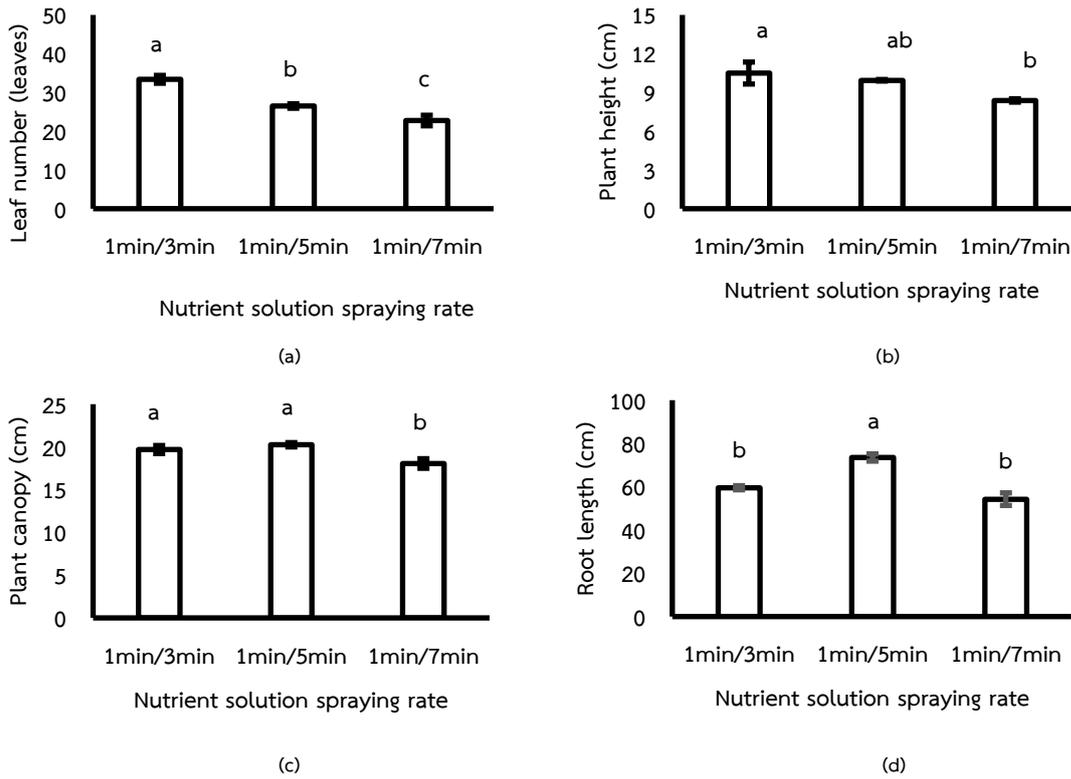


Figure 5 Leaf number (leaves) (a), plant height (cm) (b), plant canopy (cm) (c) and root length (cm) (d) of green oak lettuce at 28 days after transplants under aeroponics system with plant spacing at 20x20 cm under different nutrient solution spraying rate. Mean±S.E. following with the same letter was not significant at P<0.05 when compared by Duncan’s New Multiple Range Test.

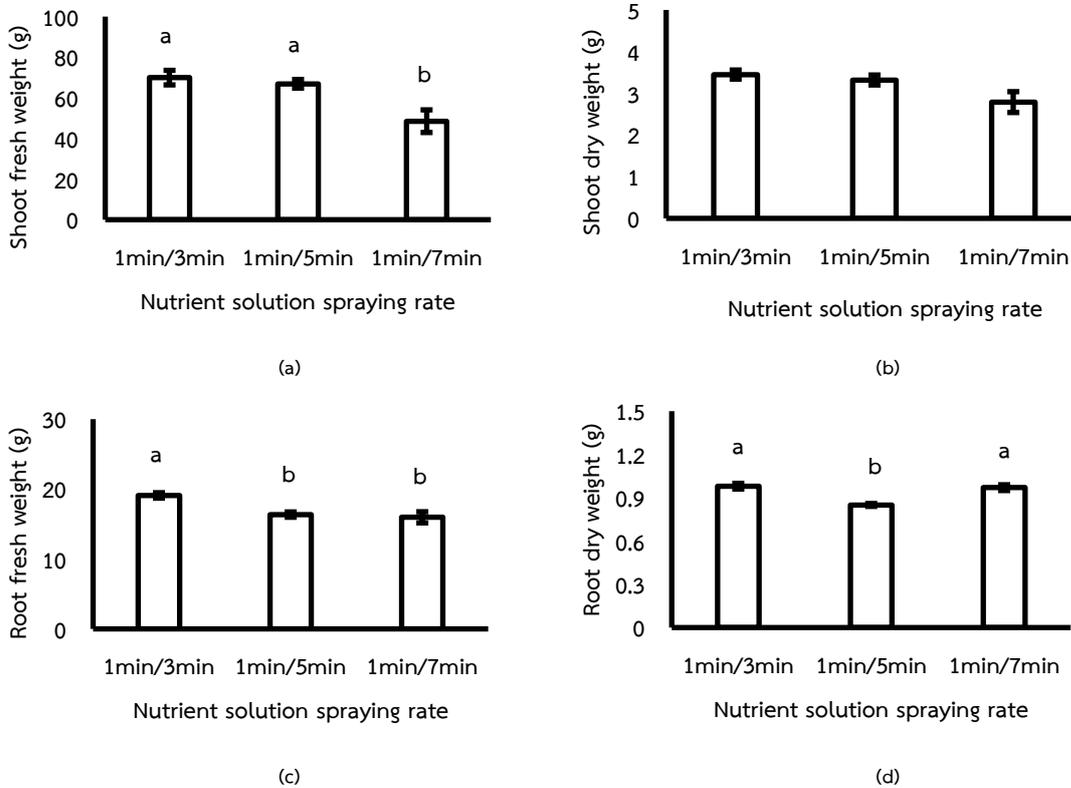


Figure 6 Shoot fresh weight (g), shoot dry weight (g), root fresh weight (g) and root dry weight (g) of green oak lettuce at 28 days after transplants under aeroponics system with plant spacing at 20x20 cm under different nutrient solution spraying rate. Mean±S.E. following with the same letter was not significant at P<0.05 when compared by Duncan’s New Multiple Range Test.

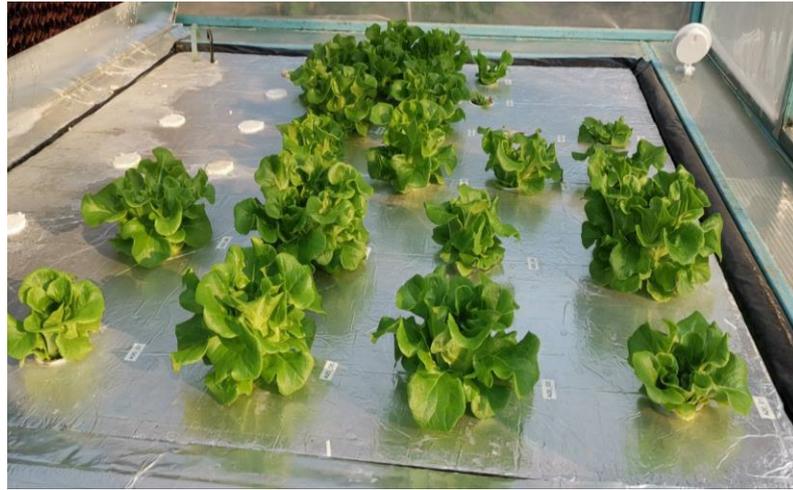


Figure 7 Growth of green oak lettuce at 21 days after transplants under aeroponics system with plant spacing at 20×20 cm under different nutrient solution spraying rate.



Figure 8 Growth measurement of green oak lettuce at 28 days after transplants under aeroponics system with plant spacing at 20×20 cm under different nutrient solution spraying rate.

สรุปผลการวิจัย

ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับการปนสารละลายธาตุอาหารนาน 1 นาที หยุด 3 นาที อย่างต่อเนื่อง มีจำนวนใบ ความสูง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักสตราก และน้ำหนักแห้งรากมากที่สุด ในขณะที่ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมีความกว้างทรงพุ่มและความยาวรากมากที่สุด เมื่อได้รับการปนสารละลายธาตุอาหารนาน 1 นาที หยุด 5 นาที ในทางตรงกันข้ามผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ได้รับการปนสารละลายธาตุอาหารนาน 1 นาที หยุด 7 นาที อย่างต่อเนื่อง มีจำนวนใบ ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักสตรากน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณวิรัช ป้อมศรีโรจน์ ผู้อำนวยการฝ่ายสถาบันการศึกษา บริษัท แอปพลิเคชัน จำกัด (มหาชน) เจ้าของลิขสิทธิ์โปรแกรม Solidworks ที่อนุญาตให้ใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์รูปแบบการไหลของอากาศและการแลกเปลี่ยนความร้อนของอากาศภายในโรงเรือนที่ใช้ทำแบบจำลองในการศึกษาครั้งนี้

References

- Awalina, R., Erona, M., & Rusnam. (2022). Lettuce (*Lactuca sativa* L) growth in aeroponic systems with differences in nutritional time. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1059, 012014.. doi:10.1088/1755-1315/1059/1/012014
- El-Helaly, M. A., & Darwish, O. S. (2019). Effect of culture system; aeroponic, hydroponic and sandy substrate on growth, yield and chemical compositions of lettuce. *Plant Archives*, 19(2), 2543-2550.
- Laksono, R. A. (2021). Interval waktu pemberian nutrisi terhadap produksi tanaman selada hijau (*Lactuca sativa* L.) varietas new grand rapid pada sistem aeroponik. *Paspalum Jurnal Ilmiah Pertanian*, 9(1), 1. doi: 10.35138/paspalum.v9i1.194
- Li, Q., Li, X., Tang, B., & Gu, M. (2018). Growth responses and root characteristics of lettuce grown in aeroponics,

- hydroponics, and substrate culture. *Horticulturae*, 4(4),35. doi: 10.3390/horticulturae4040035
- Manullang, I. F., Hasibuan, S., & Mawarni R. C. H. (2019). Pengaruh nutrisi mix dan media tanam berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca Sativa*) secara hidroponik dengan sistem wick. *BERNAS Agricultural Research Journal*, 15(1), 82-90.
- Resh, H. M. (2022). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower* (8th ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Ruamrungsri, S., Phornsawatchai, T., & Jaidee, A. (2005). Effect of plant supporting models and spraying rate on growth of lettuce in aeroponics. *Journal of Agriculture*, 21(3), 241-249. (in Thai)
- Siringam, K., Theerawipa, K., & Hlaihakhot, N. (2014). Effect of nutrient solution on growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivated under hydroponic system. *Thai Science and Technology Journal*, 22(6), 828-836. (in Thai)
- Subandi, A., & Muhammad, W. (2016). Rancang bangun sistem aeroponik secara otomatis berbasis mikrokontroler. Accessed December 16, 2022. Retrieved from <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/476>
- Tunio, M. H., Gao, J., Qureshi, W. A., Sheikh, S. A., Chen, J., Chandio, F. A., Lakhari, I. A., & Solangi, K. A. (2022). Effects of droplet size and spray interval on root-to-shoot ratio, photosynthesis efficiency, and nutritional quality of aeroponically grown butterhead lettuce. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 15(1), 79-88.

Research article

Influence of nutrient solution spraying rate on growth and yield of green oak lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivated in aeroponics system under controlled temperature greenhouse

Apichit Krajangyao¹ Boonlump Soontorn² Sasitorn Konthon³ and Thanapoom Siringam^{4*}

¹Technology Management Program, Faculty of Industrial Technology, Phranakorn Rajabhat University, 9 Changwattana Road, Bangkok Bangkok, 10220

²Engineering Management Program, Faculty of Science and Technology, Phranakorn Si Ayutthaya Rajabhat University, 96 Pratuchai Subdistrict, Phra Nakhon Si Ayutthaya District Phra Nakhon Si Ayutthaya Province 13000

³Ceramics Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Phranakorn Rajabhat University, 9 Changwattana Road, Bangkok Bangkok, 10220

⁴Modern Agricultural Technology Management Program, Faculty of Science and Technology, Phranakorn Rajabhat University, 9 Changwattana Road, Bangkok Bangkok, 10220

ARTICLE INFO

Article history

Received: 29 March 2023

Revised: 4 June 2023

Accepted: 5 June 2023

Online published: 14 June 2023

Keyword

Lettuce

Aeroponics

Growth

Yield

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different nutrient solution spraying rates (open/close duration) in an aeroponics system. The spraying rates tested were as follows: 1) 1 min/3 min, 2) 1 min/5 min, and 3) 1 min/7 min, continuously applied in a greenhouse measuring 1.38 × 2.00 × 2.32 m (width × length × height). The average temperature and relative humidity inside the greenhouse were 28.20°C and 65.50 %, respectively. The experiment followed a completely randomized design (CRD) with four replications per treatment. Results showed that the green oak lettuce exhibited the most significant growth parameters when the nutrient solution spraying rate was set at 1 min/3 min, with an average leaf number of 33.38 ± 1.01, plant height of 10.50 ± 0.85 cm, shoot fresh weight of 69.96 ± 3.58 g, shoot dry weight of 3.45 ± 0.11 g, root fresh weight of 19.09 ± 0.39 g, and root dry weight of 0.98 ± 0.02 g. Additionally, the green oak lettuce displayed the highest plant canopy height (20.25 ± 0.25 cm) and root length (73.50 ± 1.66 cm) when the nutrient solution spraying rate was set at 1 min/5 min.

*Corresponding author

E-mail address: thanapoom@pnru.ac.th (T. Siringam)

Online print: 14 June 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2023.15>