การเจริญเติบโตของไม้ดอกในระบบอควาโปนิกส์

Growth of Flowering Plants in Aquaponic System

ประดิพันธ์ ทองแถม ณ อยุธยา[1*] อนัญญา วงศ์วานรุ่งเรือง[2]
พรรณิกา พรมศรี[1] และรุจิรา บุตรน้อย[1]
Pradipunt Thongtam na Ayudhaya[1*], Ananya Vongvanrungrueng[2]
Pannika Phromsri[1] and Rujira Budnoi[1]

บทคัดย่อ

การปลูกพืชไร้ดินเป็นการปลูกพืชที่เป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรเพราะดูแลง่าย ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดี การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของดาวกระจาย (*Cosmos bipinnatus* Cav.) ดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) และเทียนไทย (*Impatiens balsamina* L.) การปลูกพืชในระบบอควาโปนิกส์ ไฮโดรโปนิกส์ และการปลูกในแปลงดิน โดยการปลูกในระบบอควาโปนิกส์เป็นการปลูกพืชที่เลี้ยงร่วมกับปลาคาร์ฟ จำนวน 80 ตัว ในระบบไฮโดรโปนิกส์ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร AB ที่ค่าสามเข้มข้น 1.8 mS/cm และในแปลงดินที่ใช้ดินผสมทางการค้า เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเป็นเวลา 7 สัปดาห์หลังปลูก ได้แก่ ความสูง จำนวนดอก และขนาดดอก ผลการทดลองพบว่า ไม้ดอกทั้ง 3 ชนิด ที่ปลูกในระบบอควาโปนิกส์มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์และในแปลงดิน คือ มีลำต้นสูง ขนาดดอกใหญ่ และให้จำนวนดอกมาก รองลงมาคือระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงดินตามลำดับ ดังนั้น ระบบอควาโปนิกส์จึงสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการปลูกไม้ดอกในเชิงธุรกิจ และยังเป็นแรงขับเคลื่อนในการพัฒนาระบบนี้กับพืชชนิดอื่น

คำสำคัญ: ไม้ดอก อควาโปนิกส์ การปลูกพืชไร้ดิน

Received: 20 April 2022; Accepted: 12 September 2022

[1] สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพชรบุรี 76000

[1] Biology Division, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University. Phetchaburi 76000.

[2] กลุ่มงานขยายพันธุ์ไม้ สำนักงานสวนสาธารณะ สำนักสิ่งแวดล้อม ศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร 2 กรุงเทพมหานคร 10400

[2] Public Park Office, Environment Department, Bangkok Metropolitan Administration 2, Bangkok 10400.

* Corresponding author: pradipunt.t@gmail.com

Abstract

Soilless culture is an alternative way for farmers since it is easy to care and increase yield good quality product. This research is aimed to compare the growth and flowering of Sulfur Cosmos *(Cosmos bipinnatus* Cav.), Marigolds (*Tagetes erecta* L.) and Golden balsam (*Impatiens balsamina* L.) in aquaponic system, hydroponic system and soil culture. The plants were grown in aquaponic system using 80 of fancy carps (*Cyprinus carpio* L.) while the AB mix solution with EC 1.8 mS/cm was used in hydroponic system. The soil bed was prepared using a commercial soli mixture. The data was collected for 7 weeks, comprising stem height, flower size and the number of flowers. The results showed that all aquaponic-grown plants had a greater ($P \leq 0.05$) increase in stem height, flower size and flower quantity than hydroponic system and soil culture, respectively. Therefore, the aquaponic system can be used as a guideline for the development of commercial flower production and it is also a driving force of the development of aquaponic systems for other plants.

Keywords: Flowering plant, Aquaponics, Soilless agriculture

บทนำ

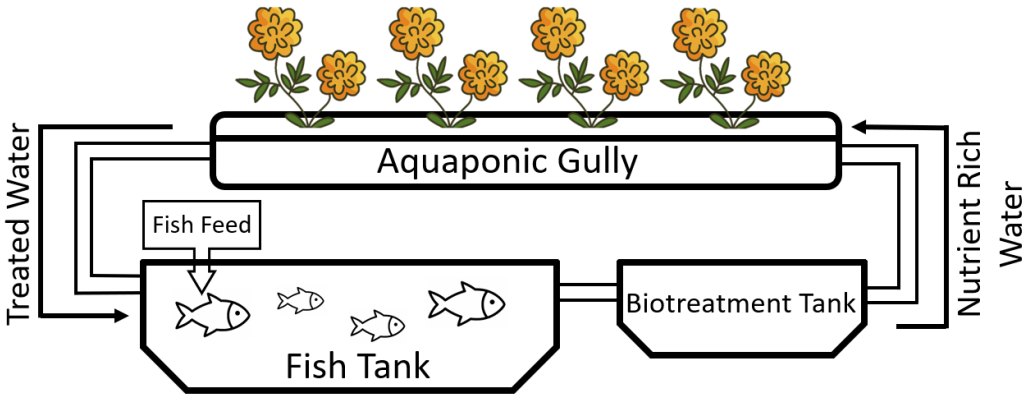
ตั้งแต่ที่มนุษย์เริ่มรู้จักการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ ความต้องการด้านอาหารก็มีปริมาณสูงขึ้นสอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้า ซึ่งในปัจจุบัน การทำเกษตรกรรมที่ใช้หลักการที่สอดคล้องกับระบบนิเวศนั้นนั้นเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง การใช้พืชในการบำบัดสารอินทรีย์โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียเป็นอีกวิธีการหนึ่งซึ่งเป็นกระบวนการบำบัดที่ใช้พลังงานน้อยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นที่มาของแนวคิดการเลี้ยงสัตว์น้ำและการปลูกพืชผสมผสาน อควาโปนิกส์ (Aquaponics) โดยระบบอควาโปนิกส์นี้ ถูกจัดให้เป็นการเกษตรบูรณาการ (Gooley and Gavine 2003) ซึ่งเป็นการรวมระบบของการเลี้ยงสัตว์น้ำและการปลูกพืชแบบไร้ดิน (ไฮโดรโปนิกส์) เข้าด้วยกัน โดยอาศัยหลักที่ว่าบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งอุดมไปด้วยธาตุอาหาร ได้แก่ สารประกอบไนโตรเจน ไม่ว่าจะเป็นแอมโมเนียหรือไนเตรท ถือเป็นสารอาหารหลักสำหรับพืชซึ่งพืชจะดูดซึมสารเหล่านี้ไปใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ Nitrifying bacteria ที่อาศัยอยู่ในรางปลูกไฮโดรโปนิกส์และอยู่ร่วมกับรากพืชจะทำหน้าที่เป็นระบบกรองแบบชีวภาพโดยเปลี่ยนแอมโมเนียให้กลายเป็นไนเตรททำให้น้ำมีความสะอาดเพียงพอที่จะปล่อยทิ้งหรือถูกนำกลับมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ ด้วยเหตุนี้นอกจากน้ำเสียจะได้รับการบำบัดแล้ว ยังสามารถเก็บเกี่ยวพืชผักที่ปลูกสำหรับการบริโภคอีกทางหนึ่ง (ปิยวัฒน์ และคณะ, 2558)

ดาวกระจาย (Cosmos) เป็นไม้ดอกสีสวย กลีบดอกบาง ปลายกลีบหยักเป็นฟันเลื่อย 2 - 3 หยัก ส่วนมากเป็นดอกชั้นเดียว ใบโปร่งเป็นเส้นเรียว ลำต้นของดาวกระจายมีทั้งชนิดต้นเตี้ยและสูง ดาวกระจายขึ้นได้ในดินทุกชนิด แดดจัด ระบายน้ำดี และไม่สมบูรณ์เกินไป มีหลายสี เช่น ชมพู บานเย็น ขาว และสีเหลือง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ *Cosmos bipinnatus* ให้ดอกสีชมพู ม่วง แดง และขาว อีกชนิดหนึ่งคือ *Cosmos sulphureus* มีดอกสีเหลือง ส้ม และแดง ซึ่งขนาดเล็กกว่า ใบเป็นแฉกใหญ่กว่า (เศรษฐมันตร์, 2552) ดาวเรือง (Marigold) เป็นไม้ดอกที่นิยมปลูกกันมากไทย เนื่องจากเมล็ดมีขนาดใหญ่ ปลูกง่าย งอกเร็ว ต้นโตเร็ว และแข็งแรงไม่ค่อยมีโรคหรือแมลงรบกวน ให้ดอกเร็ว ดอกดก มีหลายชนิดและหลายสี รูปทรงของดอกสวยงาม สีสันสดใส บานทนนานหลายวัน ให้ดอกในระยะเวลาสั้น คือ ประมาณ 60-70 วัน หลังปลูก ดังนั้นในการปลูกดาวเรืองสามารถกำหนดระยะเวลาการออกดอกให้ตรงกับเทศกาลสำคัญได้จึงมีผู้นิยมปลูก และใช้ดาวเรืองกันมาก นอกจากนี้ยังสามารถปลูกได้ตลอดปี

และปลูกได้ทุกจังหวัดในประเทศไทย (เศรษฐมันตร์, 2552) ต้นเทียนไทย (Garden balsam) จัดเป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็ก มีอายุราว 1 ปี มีความสูงของต้นประมาณ 20-70 เซนติเมตร ลำต้นแตกกิ่งก้านใกล้กับโคนต้น ข้อกลวง ต้นใหญ่ เป็นรูปกลมทรงกระบอก ลำต้นมีลักษณะกลม เป็นสีเขียวอ่อนอมสีแดง อวบน้ำ มีเนื้อนิ่ม ผิวเรียบ เนื้อใส โคนต้นเป็นสีแดง พรรณไม้ชนิดนี้มีการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเมล็ดและวิธีการปักชำ ปลูกได้ง่าย โตเร็ว มีสรรพคุณทางยา สามารถนำส่วนต่างๆ มาใช้เป็นยารักษาโรคได้ (นิจศิริ และ ธวัชชัย, 2547) ดังนั้นวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของไม้ดอก ทั้ง 3 ชนิด ในระบบบอควาโปนิกส์ ไฮโดรโปนิกส์ และการปลูกพืชในดินซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกและเป็นแนวทางในการปลูกไม้ดอกชนิดอื่นๆ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

เพาะนำเมล็ดพันธุ์ จำนวน 3 ชนิด คือ ดาวกระจาย เทียนไทย และดาวเรือง โดยนำเมล็ดที่แช่น้ำทิ้งไว้ข้ามคืนเพาะลงในฟองน้ำเพาะเมล็ด โดยใช้เมล็ด 1 เมล็ดต่อ 1 หลุม เติมน้ำให้ฟองน้ำมีความชุ่มชื้นตลอดเวลา เมื่อต้นอ่อนมีใบจริงจำนวน 1 -2 คู่ จึงนำลงปลูกในถ้วยปลูกเพื่อนำไปปลูกในระบบบอควาโปนิกส์และไฮโดรโปนิกส์ จำนวนชนิดละ 10 ต้น สำหรับการปลูกในระบบบอควาโปนิกส์ ใช้ระบบ Nutrient Film Technique (NFT) โดยใช้น้ำที่ผ่านกระบวนการเลี้ยงปลาคาร์ฟขนาด 15 ถึง 20 เซนติเมตร จำนวน 80 ตัว ในถังเลี้ยงขนาด 7,000 ลิตร และเลี้ยงปลาทิ้งไว้ในระบบเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อให้มีปริมาณจุลินทรีย์เพียงพอ น้ำที่ออกจากถังเลี้ยงปลาจะถูกบำบัดในถังบำบัดชีวภาพขนาด 2,000 ลิตร ก่อนนำเข้าสู่รางปลูก โดยวงจรการหมุนเวียนของน้ำดังแสดงในภาพที่ 1 ในการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ ใช้ระบบ Deep Water Culture (DWC) โดยทำการปลูกในกล่องโฟมขนาด 48x70x34 เซนติเมตร จำนวน 3 กล่อง ปลูกชนิดละ 6 ต้นต่อกล่องใช้ค่าความเข้มข้นของปุ๋ยน้ำสูตร A และ B ที่ค่า EC ประมาณ 1.8 mS/cm และเติมอากาศด้วยเครื่องให้อากาศผ่านหัวทราย โดยให้ความสูงของน้ำอยู่ที่ 20 – 25 เซนติเมตร ในการทดลองปลูกด้วยระบบบอควาโปนิกส์และไฮโดรโปนิกส์จะทำการปลูกในโรงเรือนปลูกพืชอควาโปนิกส์ของสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี สำหรับการปลูกในแปลงดิน ทำการเพาะเมล็ดและปลูกด้วยดินผสมทางการค้าในแปลงปลูก ในโรงเรือนปลูกพืชของสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 3 แปลงสำหรับพืชแต่ละชนิด ยาว 2 เมตร กว้าง 1 เมตร ลึก 0.3 เมตร โดยใช้ระยะปลูกพืชห่างกัน 25 เซนติเมตร จำนวน 20 ต้นต่อแปลง บันทึกข้อมูลด้านการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น จำนวนดอกต่อต้น และ ขนาดของดอก หลังจากทำการปลูก 7 สัปดาห์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยโปรแกรม SPSS 16.0



ภาพที่ 1 ระบบบอควาโปนิกส์ในงานวิจัย

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การปลูกไม้ดอกทั้ง 3 ชนิด คือ ดาวกระจายเทียนไทย และดาวเรือง ในระบบอควาโปนิกส์ที่ใช้น้ำเลี้ยงปลาคาร์ฟจำนวน 80 ตัว สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าในแปลงปลูกและในระบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร AB ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความสูงของลำต้น (ตารางที่ 1) ดาวกระจายนั้น ความสูงของลำต้นในระบบอควาโปนิกส์ในสัปดาห์แรกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.8 เซนติเมตรเมื่อครบ 7 สัปดาห์ ความสูงเฉลี่ยของต้นมีค่า 57.4 เซนติเมตร ในขณะที่ดาวกระจายที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ มีความสูงเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 6 เซนติเมตรและความสูงเฉลี่ยเมื่อครบสัปดาห์ที่ 7 อยู่ที่ 53.5 เซนติเมตร ส่วนในแปลงดิน พบว่าความสูงเมื่อเริ่มปลูกในสัปดาห์แรกมีค่าเฉลี่ย 4.1 เซนติเมตร และเมื่อครบสัปดาห์ที่ 7 มีค่าเฉลี่ย 27.4 เซนติเมตร ซึ่งผลจากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นดาวกระจายทั้ง 7 สัปดาห์ พบว่าความสูงของลำต้นที่ปลูกด้วยระบบอควาโปนิกส์และไฮโดรโปนิกส์ไม่มีความแต่กต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับการปลูกในแปลงดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 สำหรับในต้นเทียนไทย เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ทั้ง 7 สัปดาห์ของการปลูกทั้ง 3 ระบบ พบว่า ความสูงของลำต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติในสัปดาห์ที่ 7 โดยในระบบอควาโปนิกส์ มีค่าเฉลี่ยความสูงในสัปดาห์แรก 4.8 เซนติเมตร เมื่อครบ 7 สัปดาห์มีค่าเฉลี่ยความสูง 45.8 เซนติเมตร เมื่อทำการปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ มีค่าเฉลี่ยความสูง 4 เซนติเมตรในสัปดาห์แรก และ 40 เซนติเมตรในสัปดาห์ที่ 7 ในแปลงดินความสูงเฉลี่ยสัปดาห์แรก มีค่า 4 เซนติเมตร เมื่อปลูกถึงสัปดาห์ที่ 7 มีความสูงเฉลี่ย 34.4 เซนติเมตร สำหรับต้นดาวเรืองที่ปลูกด้วยระบบอควาโปนิกส์ พบว่ามีความสูงเฉลี่ยในสัปดาห์แรก 6.7 เซนติเมตร และ 68.4 เซนติเมตรในสัปดาห์ที่ 7 ในระบบไฮโดรโปนิกส์สัปดาห์แรก มีค่าเฉลี่ยความสูง 4.2 เซนติเมตรและในสัปดาห์ที่ 7 มีค่า 53 เซนติเมตร เมื่อปลูกในแปลงดินในสัปดาห์แรกมีความสูงเฉลี่ย 7.7 เซนติเมตร และในสัปดาห์ที่ 7 มีค่าความสูงเฉลี่ย 38.7 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความสูงของต้นทั้ง 7 สัปดาห์ พบว่า การปลูกทั้ง 3 ระบบมีความสูงของต้นดาวเรืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 นอกจากความสูงของต้นแล้ว ขนาดดอก (ภาพที่ 2) และจำนวนดอก เมื่อปลูกในระบบอควาโปนิกส์มีค่าสูงกว่าการปลูกในแบบอื่นๆ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ตลอดจนถึงสัปดาห์ที่ 7 (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ เนื่องจากในระบบอควาโปนิกส์ไม่มีการเติมสารอาหารที่เป็นสารเคมี และมีจุลินทรีย์หลากหลายชนิดอยู่กันอย่างหนาแน่น โดยการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์หลากหลายชนิด ซึ่งจุลินทรีย์เหล่าจะช่วยให้พืชดูดซึมสารอาหารทำให้พืชเจริญเติบโตเหมือนกับพืชที่ปลูกในสภาวะใช้ดิน (Lennard, 2017; Goddek, 2017) ในขณะที่ระบบไฮโดรโปนิกส์ต้องใช้สารอาหารที่มีปริมาณสูงมากเพื่อที่จะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตสูง การใช้สารอาหารที่นำมาใช้ในระบบไฮโดรโปนิกส์จำเป็นต้องใช้สารอาหารที่เข้มข้น ซึ่งสารอาหารสูตร AB ที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ร้อยละ 0.12 ฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.20 โพแทสเซียม ร้อยละ 0.42 แมกนีเซียม ร้อยละ 0.068 และแคลเซียม ร้อยละ 0.163% ที่นำมาใช้ในระบบไฮโดรโปนิกส์ถูกนำมาใช้ในเชิงอุตสาหกรรม มีการดัดแปลงความเข้มข้นให้สูงกว่าระบบอควาโปนิกส์และในระบบไฮโดรโปนิกส์อยู่ในสภาพปลอดเชื้อหรือมีจุลินทรีย์ในปริมาณที่น้อย (Lennard, 2017; Resh, 2012) อีกทั้งมี ในขณะที่ระบบไฮโดรโปนิกส์อยู่ในสภาวะที่ปลอดเชื้อหรือมีจุลินทรีย์น้อยจึงจำเป็นต้องใช้สารอาหารอย่างเข้มข้นเพื่อให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโต (Resh, 2012) เพราะไม่มีจุลินทรีย์ที่ช่วยในการดูดซึมสารอาหาร ด้วยเหตุนี้ในการวิจัยครั้งนี้ในระบบไฮโดรโปนิกส์ จึงใช้ค่า EC เท่ากับ 1.8 mS/cm และในระบบอควาโปนิกส์มีค่าเพียง 0.3 mS/cm เท่านั้น นั่นเป็นเหตุผลที่ทำพืชเจริญเติบโตได้ดีกว่า นอกจากนี้ในระบบอควาโปนิกส์ยังมีเปอร์เซ็นต์ของประจุที่ต่ำกว่าระบบไฮโดรโปนิกส์นั่นแสดงให้เห็นว่า ระบบอควาโปนิกส์สามารถทำงานได้ในระดับการนำไฟฟ้าต่ำกว่าระบบไฮโดรโปนิกส์ และดินที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นดินทางการค้า ซึ่งเป็นดินที่มีการผสมธาตุอาหารเรียบร้อยแล้ว โดยวัดค่า EC ได้ 0.9 mS/cm แต่ด้วยปริมาณจุลินทรีย์ที่อาจน้อยกว่าในระบบอควาโปนิกส์ จึงทำให้ไม้ดอกที่ปลูกในแปลงดินเจริญเติบโตได้ช้ากว่าในระบบอควาโปนิกส์ ผลการศึกษานี้ขัดแย้งกับ สุรวัฒน์ และคณะ (2563) ที่ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักสลัด 3 ชนิดในระบบไฮโดรโปนิกส์และอควาโปนิกส์ พบว่าผักสลัดทั้ง 3 ชนิดที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการปลูกในระบบอควาโปนิกส์ที่ใช้เลี้ยงปลานิลแดง น้ำหนัก 250 กรัม จำนวน 30 ตัว ในทุกการเจริญเติบโต เนื่องจากการปลูกในระบบอควาโปนิกส์จำเป็นต้องมีปริมาณปลาที่มีความหนาแน่นมากเพียงพอที่จะปลดปล่อยของเสียออกมาหรือจุลินทรีย์ในระบบมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะดูดซับสารอาหาร แต่ในการวิจัยครั้งนี้มีปลาคาร์ฟที่มีความ

หนาแน่นเพียงพอ (80 ตัว) สำหรับปลูกไม้ดอกทั้ง 3 ชนิด และผลการศึกษานี้ขัดแย้งกับการศึกษาของ สรรลาภ และคณะ (2557) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในระบบบอควาโปนิกส์แบบเดี่ยวและแบบร่วมกับหญ้าแฝกในระบบบอควาโปนิกส์กับแปลงดิน พบว่าการเจริญเติบโตของแตงกวาญี่ปุ่นในแปลงดินมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกในระบบบอควาโปนิกส์ทั้งแบบเดี่ยวและการปลูกร่วมกับหญ้าแฝกอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านผลผลิต การปลูกในแปลงดินมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าการปลูกในระบบบอควาโปนิกส์ทั้งแบบเดี่ยวและปลูกร่วมกับหญ้าแฝกซึ่งไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากแปลงดินเป็นดินเลนก้นบ่อเลี้ยงปลาที่มีอินทรีย์วัตถุสูงและมีการใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำการปลูกแต่ในระบบบอควาโปนิกส์ไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเนื่องจากเป็นการผลิตระบบอินทรีย์ ซึ่งในระบบบอควาโปนิกส์จำเป็นต้องมีการเตรียมระบบให้มีปริมาณจุลินทรีย์ที่มากพอต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการวิจัยครั้งนี้ ไม้ดอกทั้ง 3 ชนิด ที่ปลูกในระบบบอควาโปนิกส์มีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกในระบบอื่น คาดว่าเป็นเพราะ มีปริมาณปลาที่เหมาะสมและปริมาณจุลินทรีย์มากพอที่จะดูดซับสารอาหารได้เต็มที่ ในระบบการเลี้ยงปลานั้น สารอาหารที่ให้ปลากินเป็นอาหารจะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานได้เพียงร้อยละ 25-30 เท่านั้น (Rakocy, et al., 1993) ดังนั้นอาหารส่วนที่เหลือจะตกค้างอยู่ในระบบยิ่งเลี้ยงปลาที่มีความหนาแน่นสูงมากเท่าใด ปริมาณสารอาหารสะสมก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น (Enduta, et al., 2011) และสารอาหารส่วนเกินเหล่านี้ก็เป็นแหล่งของสารประกอบไนโตรเจนต่าง ๆ เช่น แอมโมเนีย และไนไตรท์ แต่ในการเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกพืชนั้น พืชสามารถนำสารอาหารส่วนเกินนี้ไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อปริมาณผลผลิตที่ได้รับ เนื่องจากความหนาแน่นของการเลี้ยงปลาเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทั้งปลาและพืชที่ปลูกร่วมกัน ดังนั้นการเลี้ยงปลาแต่ละชนิดและแต่ละระบบการเลี้ยง จำเป็นต้องศึกษาระดับความหนาแน่นของการเลี้ยงที่แตกต่างกันออกไป จากการศึกษาของ อุมารินทร์ (2563) ที่ศึกษาการพัฒนาการเลี้ยงปลาดุกร่วมกับการปลูกพืช พบว่าการเลี้ยงปลาดุกที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร ส่งผลให้ผลผลิตของพืชและปลาดุกให้ผลผลิตสูงที่สุด จากการศึกษาการปลูกไม้ดอกด้วยระบบบอควาโปนิกส์มีการใช้ระบบบอควาโปนิกส์ที่ใช้น้ำเลี้ยงปลาคาร์ฟ ซึ่งปลาคาร์ฟนั้นมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี กินอาหารได้รวดเร็ว ขับถ่ายของเสียได้ในปริมาณที่มาก และเลี้ยงในความหนาแน่นจำนวน 11.4 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (จำนวนปลา 80 ตัวในน้ำ 7 ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งถือว่ามีความหนาแน่นที่เหมาะสม เนื่องจากปริมาณของเสียที่ขับถ่ายออกมามีปริมาณที่เพียงพอที่ทำให้พืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ รวมถึงการเลือกอาหารให้เหมาะสมกับปลาเพราะการเลือกอาหารที่มีโปรตีนที่เหมาะสมส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนและแอมโมเนียในระบบสูง ทำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

สรุปผลการวิจัย

ไม้ดอกทั้ง 3 ชนิดที่ปลูกในระบบบอควาโปนิกส์ที่ใช้ปลาคาร์ฟที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 11.4 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เจริญเติบโตได้ดีที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยของความสูง ขนาดดอก และจำนวนดอกที่มากที่สุด รองลงมาคือระบบไฮโดรโปนิกส์ และการปลูกในแปลงดินตามลำดับ ซึ่งผลจากการทดลองในงานวิจัยนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงขีดความสามารถของการปลูกพืชในระบบบอควาโปนิกส์นอกเหนือจากการใช้ในการปลูกพืชกินใบ ที่สามารถนำไปใช้พัฒนาการปลูกพืชตัดดอกอื่นๆ ควบคู่กับการเลี้ยงสัตว์น้ำในเชิงธุรกิจได้ต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 1 ความสูงของต้นของพืชทั้ง 3 ชนิดที่ปลูกในระบบอควาโปนิกส์ ระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงดิน ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึง 7 สัปดาห์

ชนิดพืช (สัปดาห์ที่)	อควาโปนิกส์	ไฮโดรโปนิกส์	แปลงดิน
ดาวกระจาย (1)	7.8±0.5[a]	6.00±0.3[a]	4.1±0.4[b]
เทียนไทย (1)	4.8±0.2[a]	4.00±0.2[a]	4.0±0.3[a]
ดาวเรือง (1)	6.7±0.3[a]	4.2±0.3[b]	7.7±0.1[a]
ดาวกระจาย (2)	8.8±0.7[a]	7.8±0.8[a]	5.2±0.6[b]
เทียนไทย (2)	6.0±0.3[a]	6.3±0.5[a]	7.5±0.4[a]
ดาวเรือง (2)	9.8±0.9[a]	6.3±0.3[b]	8.6±0.2[a]
ดาวกระจาย (3)	12.3±1.2[a]	11.8±0.8[a]	8.3±1.0[b]
เทียนไทย (3)	8.2±0.5[c]	10.3±0.6[b]	12.1±0.5[a]
ดาวเรือง (3)	13.8±1.3[a]	12.8±0.5[b]	11.4±0.2[c]
ดาวกระจาย (4)	19.1±1.8[b]	23.5±1.0[a]	12.3±1.1[c]
เทียนไทย (4)	12.1±0.7[b]	12.8±0.8[b]	17.9±0.5[a]
ดาวเรือง (4)	25.3±1.5[a]	22.2±0.9[b]	16.3±0.3[c]
ดาวกระจาย (5)	28.8±2.1[a]	32.50±1.1[a]	15.40±1.5[b]
เทียนไทย (5)	20.4±1.2[b]	21.10±0.9[b]	29.85±0.6[a]
ดาวเรือง (5)	36.2±2.5[a]	31.50±1.1[b]	25.4±0.3[c]
ดาวกระจาย (6)	41.8±2.8[a]	40.20±1.2[a]	21.00±1.6[b]
เทียนไทย (6)	34.4±1.9[a]	32.70±0.8[a]	32±0.5[a]
ดาวเรือง (6)	64.5±2.7[a]	41.65±1.3[b]	32.8±0.2[c]
ดาวกระจาย (7)	57.4±3.7[a]	53.5±1.3[a]	27.4±2.0[b]
เทียนไทย (7)	45.8±2.0[a]	40.0±0.8[b]	34.4±0.6[c]
ดาวเรือง (7)	68.4±2.9[a]	53.0±1.5[b]	38.7±0.2[c]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันมีค่าทางสถิติแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 2 ความสูงของต้น จำนวนดอก และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอก ของพืชทั้ง 3 ชนิดที่ปลูกในระบบอควาโปนิกส์ ระบบไฮโดรโปนิกส์ และในแปลงดิน อายุ 7 สัปดาห์

ชนิดพืช		อควาโปนิกส์	ไฮโดรโปนิกส์	แปลงดิน
ดาวกระจาย	ความสูง (cm.)	57.4±3.7[a]	53.5±1.3[a]	27.4±2.0[b]
	จำนวนดอก	18.4±1.3[a]	12.4±1.2[b]	4.4±0.4[c]
	ขนาดดอก (cm.)	4.1±0.1[a]	3.5±0.2[b]	2.5±0.1[c]
เทียนไทย	ความสูง (cm.)	45.8±2.0[a]	40.0±0.8[b]	34.4±0.6[b]
	จำนวนดอก	91.6±4.7[a]	76.3±2.4[b]	47.4±1.7[c]
	ขนาดดอก (cm.)	4.4±0.2[a]	3.3±0.3[b]	3.4±0.2[b]
ดาวเรือง	ความสูง (cm.)	68.4±2.9[a]	53.0±1.5[b]	38.7±0.2[c]
	จำนวนดอก	24.6±2.1[a]	12.8±1.3[b]	8.4±0.2[b]
	ขนาดดอก (cm.)	10.4±0.2[a]	3.9±0.6[c]	6.4±0.1[b]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันมีค่าทางสถิติแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ภาพที่ 2 ขนาดของดาวกระจาย (A-C) เทียนไทย (D-F) และดาวเรือง (G-I) ที่ปลูกด้วยระบบบอควาโปนิกส์ (A D G) ระบบไฮโดรโปนิกส์ (B E H) และการปลูกด้วยดิน (C F I) เมื่อต้นมีอายุ 7 สัปดาห์หลังการปลูก

เอกสารอ้างอิง

นิจศิริ เรืองรังสี และธวัชชัย มังคละคุปต์. 2547. สมุนไพรไทย. กรุงเทพฯ: ฐานการพิมพ์.

ปิยวัฒน์ เรืองราย, ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ และชีวินอรรถสาสน. 2558. การศึกษาผลของสัดส่วนพืชที่ปลูกในระบบบอควาโปนิกส์ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ. *ใน*: รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาวิชาการนำเสนองานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 15. วันที่ 25 กรกฎาคม 2558. สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์.

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล. 2552. สารานุกรมไม้ประดับแสนสวย. กรุงเทพฯ: เศรษฐศิลป์.

สรรลาภ สงวนดีกุล, อุธร ฤทธิลึก และศรัณยา รักเสรี. 2557. การเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในระบบบอควาโปนิกส์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 45(2), 701-704.

สุรวัฒน์ จริงจิตร, ตันติพงษ์ เพชรไชยา, ณิศชญามณฑ์ รัตนะ และภัทราภรณ์ กฤษณะพันธ์. 2563. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค เรดคอส และบัตเตอร์เฮด ระบบการเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์ และอควาโปนิกส์. *ใน*: รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 11 นวัตกรรมทางสังคมของชุมชนในยุคของการเปลี่ยนแปลงโลกท่ามกลางวิกฤตโควิด-19. วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2564. ค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2564, https://conference.sct.ac.th-/11/index.php.

อุมารินทร์ มัจฉาเกื้อ. 2563. การพัฒนาการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมร่วมกับการปลูกพืชเพื่อสนับสนุนการดำเนินชีวิตแบบเศรษฐกิจพอเพียง. ใน: รายงานการประชุมวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 6.วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2563. ค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2565, https://runirac-2020.chandra.ac.th.

Enduta, A., A. Jusoh, N. Ali, and W.B. Wan Nik. 2011. Nutrient removal from aquaculture wastewater by vegetable production in aquaponics recirculation system. Desali-

nation and water treatment. 32(1–3), 422–430.

Goddek, S. 2017. Opportunities and Challenges of Multi-loop Aquaponic Systems. Ph.D. Thesis. Graduate School for Socio-Economic and Natural Sciences of Environment, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.

Gooley, G.J. and F.M. Gavine 2003. Integrated agri-aquaculture systems: a resource handbook for Australian industry development. Victoria: Rural Industries Research and Development Corporation.

Lennard, W. 2017. Commercial Aquaponic Systems: Integrating Recirculating Fish Culture with Hydroponic Plant Production. Blackrock: Wilson Lennard.

Rakocy, J. and J. Hargreaves. 1993. Integration of vegetable hydroponics with fish culture: A review. In Techniques for modern aquaculture. *I*n: Proceedings of the Aquacultural Engineering Conference Spokane. 21–23 June 1993. Washington, DC, USA.

Resh, H.M. 2012. Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. 7th Edition. Boca Raton, FL: CRC Press.