การศึกษาการเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศร่วมกับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่ ด้วยชุดอควาโปนิกส์ระดับครัวเรือน

สบาย ตันไทย[1*] และ อดิศรา ตันตสุทธิกุล[2]

[1]สาขาวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
[*] sabai.ta@skru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศร่วมกับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่ด้วยชุดอควาโปนิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ปลานิลแดงแปลงเพศและมะเขือเทศเชอรี่เจริญเติบโตได้ดี ซึ่งปลานิลแดงแปลงเพศที่เลี้ยงในระบบนี้มีอายุ 270 วันมีน้ำหนักเฉลี่ย 315.98±20.53 กรัม ส่วนมะเขือเทศเชอรี่เริ่มออกดอกหลังจากย้ายลงแปลงปลูกแล้ว 30 วัน และเริ่มเก็บผลผลิตได้เมื่อครบ 60 วัน ผลผลิตมะเขือเทศเฉลี่ย 19.57±1.85 กิโลกรัมต่อพื้นที่แปลงปลูก 2.4 ตารางเมตร จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่าคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแดง ชุดอควาโปนิกส์นี้ใช้พื้นที่น้อยให้ผลผลิตหลากหลาย ลดการใช้ยาปฏิชีวนะ และสารเคมี ซึ่งเหมาะสมกับการใช้ในครัวเรือน

คำสำคัญ: อควาโปนิกส์ ปลานิลแดงแปลงเพศ มะเขือเทศเชอรี่

Study on Sex–Reversed Red Tilapia Pisciculture with Cherry Tomato Cultivation Using Aquafonics System at the Household Level

Sabai Tanthai[1,*] and Adisara Tantasuttikul[2]

[1]Department of Aquaculture, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University
[2]Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University
**Corresponding Author; email: sabai.ta@skru.ac.th*

Abstract

This research studied the combination of sex–reversed red Tilapia pisciculture and cherry tomato cultivation using aquafonics system at the household level. The result shown that both of sex–reversed red Tilapia and cherry tomato grown well. After 270 days of pisciculture, average weight of red Tilapia was 315.98±20.53grams. As for cherry tomatoes, begin to blossom after 30 days of transplanting and start harvesting after 60 days. The average tomato yield was 19.57 ± 1.85 kilograms per 2.4 square meter plot. Water quality analysis found that the water quality in the tank was suitable for red tilapia pisciculture. Aquaponics system was suitable for applied at the household level.

Keywords: Aquaponics, Sex-reversed Red Tilapia, Cherry Tomato

1. บทนำ

ในปัจจุบันที่ดินและแรงงานภาคการเกษตรลดลง ประชากรส่วนใหญ่อาศัยพื้นที่ในเมือง และมีพื้นที่อยู่อาศัยน้อยลง แต่ความจำเป็นในการบริโภคเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น การทำการเกษตรเพื่อการเลี้ยงปลาจะเกิดของเสียในน้ำหลายส่วน เช่น จากการขับถ่าย จากเศษอาหาร และสารอินทรีย์อื่นๆ หากมีการสะสมในระยะเวลานานจะเกิดสารพิษตัวสำคัญที่ทำให้ปลาตายได้นั่นคือ สารประกอบไนโตรเจนกลุ่มแอมโมเนีย และไนไตรท์ ซึ่งปกติจะนิยมกำจัดทิ้งโดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำ หรือนำน้ำไปบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งมีต้นทุน และวิชาการค่อนข้างสูง ในส่วนของการแก้ปัญหาด้วยการเปลี่ยนน้ำใหม่ในบ่อเลี้ยงปลานั้นนอกจากจะสิ้นเปลืองน้ำแล้ว การนำน้ำใหม่เข้ามาอาจเสี่ยงต่อโรคพยาธิ และคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจทำให้ปลาที่เลี้ยงได้รับอันตรายได้ ขณะเดียวกันในทิ้งจากเลี้ยงปลาที่มีสารประกอบไนโตรเจนนั้นจะเป็นธาตุอาหารพืชที่ดี ทำให้แพลงก์ตอนพืชหรือพืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว หากมากเกินไปและมีการตายเกิดขึ้นพร้อมๆกัน จะทำให้เกิดการเน่าเสียในแหล่งน้ำธรรมชาติที่เรียกว่ายูโทรฟิชั่น (Eutrophication) ซึ่งเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอย่างหนึ่ง

การเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกพืชในระบบอควาโปนิกส์ (Aquaponics) ซึ่งเป็นระบบที่นำน้ำจากการเลี้ยงปลามาใช้ปลูกพืช ระบบประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือบ่อเลี้ยงปลา ระบบกรองชีวภาพ และแปลงปลูกพืชแบบไฮโดรโปรนิกส์ เมื่อให้อาหารปลา ปลาจะขับถ่ายของเสียส่วนใหญ่ในรูปแอมโมเนียซึ่งมีความเป็นพิษต่อปลาสูง แต่พืชสามารถดูดซึมแอมโมเนียไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง เมื่อนำน้ำที่ผ่านการเลี้ยงปลาซึ่งมีแอมโมเนียและแร่ธาตุอื่น ๆ ไปผ่านแปลงปลูกพืช พืชก็จะดูดซึมแร่ธาตุทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น จึงสามารถนำกลับไปใช้ในการเลี้ยงปลาได้ใหม่ ทำให้ไม่จำเป็นต้องเติมสารละลายแร่ธาตุเพื่อใช้ในการปลูกพืชและไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำในการเลี้ยงปลา จึงเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการผลิตพืชผัก เช่น ผักกาดขาวและผักบุ้ง (สบาย ตันไทย และคณะ, 2561) เป็นระบบเกษตรที่ปลอดภัยต่อทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภคและต่อสิ่งแวดล้อม

สบาย ตันไทย และคณะ (2561) ได้ทดลองใช้ชุดอควาโปนิกส์ระดับครัวเรือนเพื่ออนุบาลลูกปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus x O. mossambicus*) ให้มีขนาดประมาณ 10 เซนติเมตร น้ำหนักมากกว่า 30 กรัม ก่อนนำไปปล่อยเลี้ยงในกระชังหรือในบ่อบำบัดน้ำของการเลี้ยงกุ้งทะเล การศึกษาพบว่า สามารถอนุบาลลูกปลาได้ดี ผลผลิตผักมีลักษณะใกล้เคียงกับผักอินทรีย์ มีสารไนเตรทในผักต่ำกว่าระดับที่กำหนดความปลอดภัยมาก จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาต่อยอดเพื่อขยายผลโดยการเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศจนโตได้ขนาดบริโภค ร่วมกับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่ในงานวิจัยนี้

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศร่วมกับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่ด้วยชุดอควาโปนิกส์
2. เพื่อนำเสนอแนวทางการผลิตอาหารในพื้นที่ขนาดเล็ก ที่สามารถสร้างผลผลิตทั้งปลาและพืช

3. วิธีดำเนินการ

3.1 ชุดอควาโปนิกส์

ส่วนประกอบของชุดอควาโปนิกส์ (สบาย ตันไทย และคณะ, 2561) แสดงดังภาพที่ 1 ประกอบด้วยถังพลาสติกพีอี (โพลีเอทิลีน Polyethylene: PE) เลี้ยงปลา ทรงกลมขนาด 500 ลิตร เส้นผ่านศูนย์กลางปากบ่อ 1.10 เมตร ก้นบ่อ 0.90 เมตร ลึก 0.75 เมตร เติมน้ำ 400 ลิตร วางบนแท่นสูง 40 เซนติเมตร มีการติดตั้งระบบให้อากาศแบบแอร์ลิฟต์โดยใช้ท่อและสามทางพีวีซีควบคุมให้อากาศและน้ำไหลหมุนเวียนไปตามทิศทางที่ต้องการ (ภาพที่ 1 (ก)) มีช่องระบายน้ำขนาด 2 นิ้ว พร้อมสะดือน้ำที่ก้นถัง (ภาพที่ 1 (ข)) สะดือน้ำจะเจาะรูให้น้ำไหลผ่านตามขนาดของปลาที่เลี้ยงกล่าวคือเมื่อปลามีขนาดเล็กจะใช้รูเล็ก และใหญ่ขึ้นตามขนาดของปลา เพื่อป้องกันการอุดตันของของเสียในถังเลี้ยงปลา เชื่อมต่อไปยังถังบำบัดน้ำ (ภาพที่ 1 (ค)) โดยใช้ท่อพีวีซี (polyvinyl chloride: PVC) ข้อต่อเกลียวนอก เกลียวใน สายยางขนาด 21/5 นิ้ว และวาวล์น้ำขนาด 2 นิ้ว ถังบำบัดมี 3 ใบๆ ละ 50 ลิตร (ภาพที่ 1 (ค) - (จ)) เชื่อมต่อด้วยข้อต่อ และท่อพีวีซีขนาด 2 นิ้ว ให้น้ำไหลผ่านตัวกรองจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน และไหลเข้าสู่แปลงปลูกพืชขนาด 1* 2.4 เมตร ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (ภาพที่ 1 (ฉ)) หลังจากนั้นน้ำจะไหลผ่านสะดือน้ำของแปลงปลูกพืชลงสู่ถังพักน้ำ (ภาพที่ 1(ฌ)) ใช้ปั๊ม AP 2500 (ภาพที่ 1 (ญ)) สูบน้ำกลับสู่ถังเลี้ยงปลาอีกครั้งผ่านท่อพีวีซี ขนาด ½ นิ้ว มีอัตราการไหลประมาณ 2000 ลิตรต่อชั่วโมง ให้น้ำไหลเวียนไม่ต่ำกว่า 8 รอบต่อวัน ปั๊มน้ำใหม่อาจมีประสิทธิภาพในการสูบน้ำสูง ทำให้น้ำในถังพักแห้ง จึงควรใส่วาวล์น้ำประกอบไว้สำหรับควบคุมการไหลของน้ำให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่ไหลกลับจากแปลงปลูกพืช การไหลเวียนของน้ำในชุดอควาโปนิกส์ระดับครัวเรือนควบคุมจาก 2 ส่วนคือ ปั๊มน้ำ AP 2500 ที่กล่าวแล้ว ร่วมกับแรงดัน

น้ำจากการให้อากาศแบบแอร์ลิฟท์ผ่านทางท่อ PVC ซึ่งใช้ปั๊มลม LP-100 ให้ลม 140 ลิตรต่อนาที (ภาพที่ 1 (ฎ)) ปั๊มลม 1 ตัวใช้กับ 3 ถังเลี้ยงปลา ดันน้ำในท่อพีวีซีขนาด ½ นิ้ว ให้ขึ้นมาผิวน้ำและไหลรวมกับน้ำที่สูบจากถังพักน้ำ ทำให้น้ำในถังเลี้ยงปลาหมุนเวียน ผลักดันให้ขี้ปลา เศษอาหาร และ สารอินทรีย์ต่าง ๆ ไหลผ่านสะดือน้ำทางก้นถัง ไปยังถังบำบัดน้ำ และหมุนเวียนต่อเนื่องตลอดระยะการผลิต

ภาพที่ 1 องค์ประกอบของชุดอควาโปนิกส์

3.2 ระบบบำบัดน้ำในชุดอควาโปนิกส์

จัดทำชุดบำบัดน้ำโดยใช้ถังขนาด 50 ลิตร จำนวน 3 ใบ เชื่อมต่อกัน น้ำจากถังเลี้ยงปลาจะไหลผ่านตัวกรองในถังที่ 1 (ภาพที่ 1 (ค)) ใช้อวนดำขนาดตา 2 เซนติเมตร เป็นวัสดุกรองปริมาณ 20 กิโลกรัมต่อถังต่อชุด เป็นตัวดักตะกอน และเป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์ (ปฐมพงษ์ กาศสกุล และคณะ, 2558) ถังบำบัดที่ 2 ใช้เปลือกหอยนางรม 20 กิโลกรัม (ภาพที่ 1 (ง)) บรรจุในถุงไนลอนถุงละ 5 กิโลกรัมเป็นวัสดุกรอง ถังที่ 3 (ภาพที่ 1 (จ)) รับน้ำเข้าสู่แปลงปลูกพืช น้ำจะไหลผ่านถังบำบัดทางด้านล่างสู่ด้านบนเพื่อยืดระยะเวลาและระยะทางให้น้ำที่มีสารอินทรีย์จากการเลี้ยงปลาได้รับการบำบัดเป็นธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างสมบูรณ์

3.3 การเตรียมจุลินทรีย์ในชุดอควาโปนิกส์

ใช้จุลินทรีย์ ปม.1 (ภาพที่ 1 (ซ)) ซึ่งกรมประมงผลิตขึ้นเพื่อใช้บำบัดสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล ขนาดบรรจุซองละ 100 กรัม เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มบาซิลัส (Bacillus) 3 ชนิด คือ *Bacillus subtilis*, *B. megaterium* และ *B. licheniformis* ที่ผสมกันตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ นำมาเพาะขยายโดยใช้หัวเชื้อครั้งละ 5 กรัม ผสมกับอาหารกุ้งวัยอ่อน 50 กรัม และกากน้ำตาล 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ 10 ลิตร กวนผสมให้เข้ากันในถังที่มีฝาปิด ให้อากาศเป็นเวลา 36-48 ชั่วโมง แล้วนำไปใช้เติมในถังเลี้ยงปลาถังละ 2 ลิตร ทุก ๆ 3 วัน

3.4 การเตรียมแปลงปลูกมะเขือเทศในระบบอควาโปนิกส์

แปลงปลูกมะเขือเทศเชอรี่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีขนาด 1x2.4 เมตร (ภาพที่ 1 (ฎ)) ประกอบด้วยเหล็กอาบกัลวาไนซ์ต่อเป็นโต๊ะปลูก วางรางโฟมขนาด 1x1 เมตรจำนวน 2 แผ่น และ แผ่นกระเบื้อง ขนาด 1* 0.4 เมตร และใช้แผ่นพลาสติกหนา 150 ไมครอน เคลือบป้องกันแสงยูวี 7% ปูรองรับน้ำจากถังเลี้ยงปลาซึ่งผ่านมาทางถังบำบัดน้ำ น้ำจะไหลผ่านแปลง นำธาตุอาหารไปให้เลี้ยงมะเขือเทศ แล้วไหลลงสู่ถังพักน้ำทางสะดือน้ำ จัดทำขึ้นโดยดัดแปลงใช้ ท่อ เกลียวนอก และเกลียวในพีวีซีขนาด 1 นิ้ว เป็นสะดือน้ำ (ภาพที่ 1 (ช)) สำหรับควบคุมระดับน้ำในแปลงปลูก เพื่อลดต้นทุนการผลิตและควบคุมระดับน้ำในแปลงมะเขือเทศตามความต้องการ และเพื่อค้ำยันและให้มะเขือเทศยืดเกาะจะใช้ท่อพีวีซีขนาด ½ นิ้ว สอดกับช่องเหล็กอาบกัลวาไนซ์ด้านข้างแปลงปลูกแล้วโค้งงอเป็นหลังคาคลุมแปลงไว้ (ภาพที่ 1 (ฎ-ฐ))

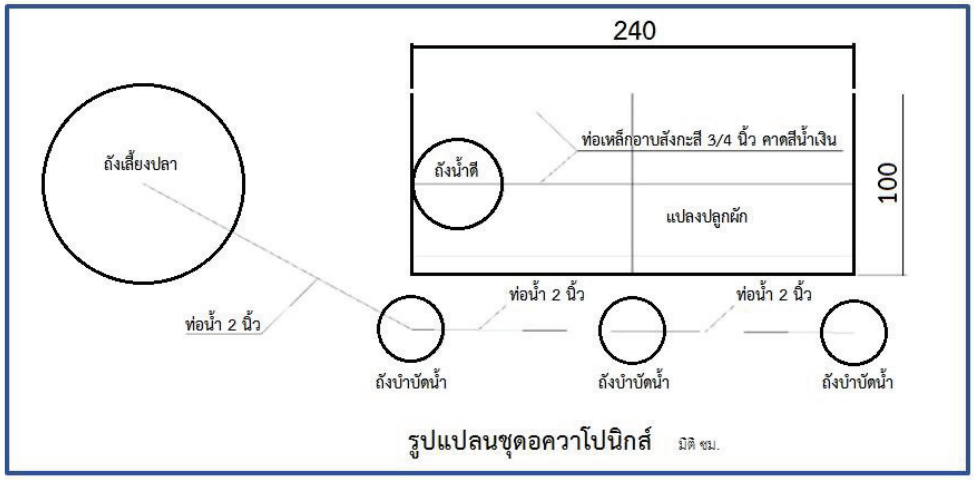
เตรียมต้นอ่อนมะเขือเทศโดยใช้เมล็ดมะเขือเทศเชอรี่ที่วางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป เพาะในฟองน้ำขนาด 1x1 นิ้ว เป็นเวลา 10 วัน นำไปอนุบาลในแปลงปลูกพืชแบบไร้ดิน ใช้สารละลายปุ๋ยในระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นเวลา 20 วัน แล้วย้ายลงปลูกในชุดอควาโปนิกส์

3.5 การเลี้ยงปลาและปลูกมะเขือเทศเชอรี่ด้วยชุดอควาโปนิกส์

งานวิจัยนี้ใช้ปลานิลแดงแปลงเพศอายุ 30 วัน จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 12 (สงขลา) โดยนำปลานิลแดงแปลงเพศมาเลี้ยงเพื่อปรับสภาพในระบบอควาโปนิกส์เป็นเวลา 30 วัน เมื่อปลามีอายุ 60 วัน สุ่มคัดเลือกปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 26.49±3.52 กรัม จำนวน 120 ตัว ใส่ถังเลี้ยงปลาของชุดอควาโปนิกส์ที่มีน้ำปริมาตร 400 ลิตร จำนวน 3 ชุด พร้อมทั้งย้ายต้นมะเขือเทศอายุ 1 เดือนมาปลูกในแปลงอควาโปนิกส์ จำนวน 12 ต้นต่อแปลง (ปิยวัฒน์ เรืองราย และคณะ, 2558; สบาย ตันไทย และคณะ, 2561) การให้อาหารปลาใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับปลากินพืชโปรตีนร้อยละ 18-20 วันละ 3 มื้อ ให้กินจนอิ่ม เมื่อปลาโตขึ้นปรับเปลี่ยนขนาดเม็ดของอาหารตามขนาดของปลา และลดจำนวนมื้ออาหาร (พ้วน เพ่งเซ้ง, 2556) พร้อมเสริมอาหารธรรมชาติ เช่น แหนแดง แหนเป็ด และเศษผัก ควบคู่กันไปตามความต้องการของปลาเพื่อลดต้นทุนการผลิต (สบาย ตันไทย และคณะ, 2561) นอกจากนั้นต้องลดจำนวนปลา เพื่อลดความหนาแน่นของปลาให้เหมาะสมโดยรักษาน้ำหนักรวมของปลาในถังเลี้ยงปลาให้มีน้ำหนักรวม 3-5 กิโลกรัม (ปิยวัฒน์ เรืองราย และคณะ, 2558; พ้วน เพ่งเซ้ง, 2556)

ตรวจวัดคุณภาพน้ำคือ ปริมาณออกซิเจน อุณหภูมิ และ pH ทุกวัน ด้วยเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปรแบบพกพา ยี่ห้อ WTW รุ่น 3430 ตรวจวิเคราะห์ค่าอัลคาลินิตี้ (Alkalinity) ด้วยการไตรเตรท (Tritration) วิเคราะห์แอมโมเนียไนไตรท์ และไนเตรท ด้วยวิธี Colorimetric method โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยสเปคโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer) บริษัท (ยี่ห้อ) SHIMADZU รุ่น UV-1601 ในห้องปฏิบัติการทุกสัปดาห์ เพื่อติดตามคุณภาพน้ำ และบันทึกน้ำหนักของปลาทุกเดือน รวมทั้งบันทึกน้ำหนักของผลมะเขือเทศเชอรี่ทุก 15 วันหลังจากเริ่มให้ผลผลิต

แผนผังส่วนประกอบของชุดอควาโปนิกส์ที่ใช้ในการวิจัยนี้ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนผังส่วนประกอบของชุดอควาโปนิกส์ระดับครัวเรือน

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

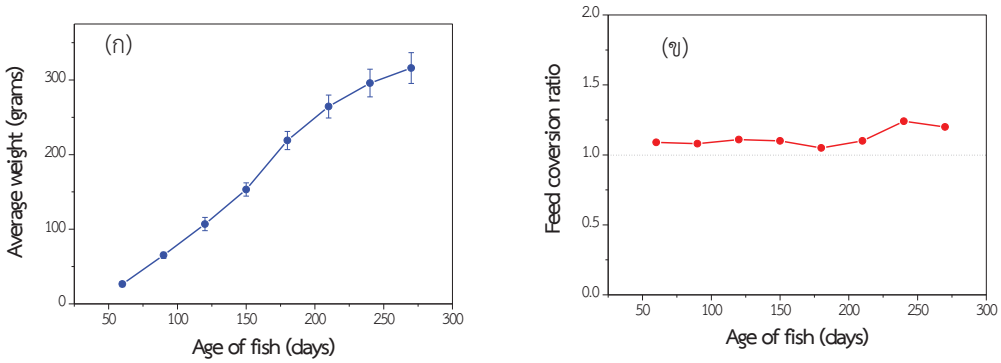
ชุดอควาโปนิกส์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ดัดแปลงจากผลการศึกษาของ สบาย ตันไทย และคณะ (2561) เพื่อศึกษาการเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) ที่มีอายุ 30 วัน จนโตให้ได้ขนาดบริโภค ร่วมกับการปลูกมะเขือเทศเชอรี่ โดยวัดน้ำหนักของปลานิลแดงแปลงเพศ และผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี่ งานวิจัยพบว่าการเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศด้วยชุดอควาโปนิกส์ในระดับครัวเรือน โดยลดจำนวนปลาในถังเลี้ยงลงเรื่อย ๆ เมื่ออายุของปลามากขึ้น จากปลาจำนวน 120 ตัว มีอายุ 60 วันมีน้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 26.49±3.52 กรัม จนเหลือปลาจำนวน 15 ตัว เมื่ออายุของปลาเป็น 270 วัน แสดงดังตารางที่ 1 ทั้งนี้เพื่อควบคุมความหนาแน่นของปลาในถังเลี้ยงปลา เนื่องจากความหนาแน่นของปลาในถังเลี้ยงปลามีผลต่ออัตราการเติบโตของปลา (พ้วน เพ่งเช้ง, 2556; สบาย และคณะ, 2561) งานวิจัยนี้ถังเลี้ยงปลามีความจุ 500 ลิตร ใส่น้ำ 400 ลิตร ควบคุมความหนาแน่นของปลาให้เหมาะสมโดยรักษาน้ำหนักรวมของปลาในถังเลี้ยงปลาอยู่ในช่วง 3-5 กิโลกรัม

ตารางที่ 1 จำนวนปลานิลแดงแปลงเพศในช่วงอายุต่าง ๆ

อายุปลา (วัน)	จำนวนปลาในถัง 500 ลิตร (ตัว)
	ปรับสภาพปลา
60	120
90	120
120	60
150	30
180	15
210	15
240	15
270	15

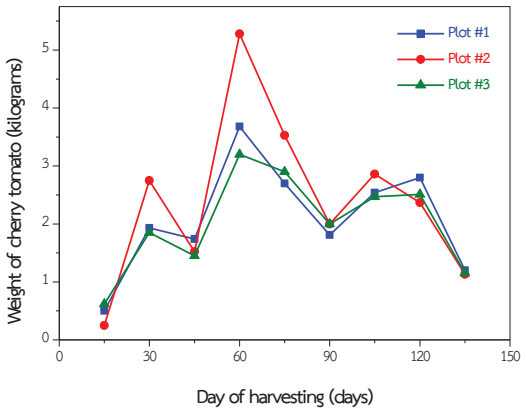
การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ปลานิลแดงแปลงเพศเพราะเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย อดทนสูง กินอาหารได้หลากหลาย คนนิยมบริโภค และไม่ขยายพันธุ์ จึงมีสัดส่วนของของเสียจากการเลี้ยงปลาค่อนข้างสม่ำเสมอ น้ำหนักเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลแดงแปลงเพศในแต่ละช่วงอายุ แสดงดังภาพที่ 3 (ก) และ 3 (ข) ตามลำดับ การศึกษาพบว่าน้ำหนักของปลาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากน้ำหนักเฉลี่ย 26.49±3.52 กรัม (น้ำหนัก±ค่า SD) ที่อายุของปลาเท่ากับ 60 วันเป็น 315.98±20.53 กรัม เมื่อปลามีอายุ 270 วัน อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาเป็นอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลากินพืชโปรตีนร้อยละ 18-20 เริ่มให้อาหารปลาวันละ 3 มื้อ แต่ละมื้อให้กินจนอิ่ม เมื่อปลาโตขึ้นปรับเปลี่ยนขนาดเม็ดของอาหารตามขนาดของปลา และลดจำนวนมื้ออาหาร พร้อมเสริมอาหารธรรมชาติ เช่น แหนแดง แหนเป็ด และเศษผัก ควบคู่กันไปตามความต้องการของปลาเพื่อลดต้นทุนการผลิต (สบาย ตันไทย และคณะ, 2561) เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในแต่ละเดือน พบว่ามีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 1.05-1.24 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงเมื่อปลาโตขึ้น สามารถสังเกตเห็นได้จากเส้นกราฟที่มีความชันลดลงตั้งแต่ช่วงที่ปลามีอายุ 150 วัน ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะความจุของบ่อจะจำกัดการเจริญเติบโของปลา อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้พบว่าปลามีอัตรารอดตายเฉลี่ยสูงร้อยละ 98±2 ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะการเลี้ยงปลาในระบบนี้มีการเติมจุลินทรีย์เพื่อช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นธาตุอาหารของพืชที่สมบูรณ์ มะเขือเทศสามารถนำไปใช้ได้ดี และการมีจุลินทรีย์ชนิดดีจำนวนมากจะช่วยชักนำให้จุลินทรีย์อื่น ๆ ในระบบเจริญเติบโตในทิศทางที่ดีด้วย จุลินทรีย์บางส่วนปลาสามารถนำไปใช้เป็นอาหารได้ (ชาญวิทย์ สุวรรณ์ และ ชนกันต์ จิตมนัส, 2560) ในขณะที่จุลินทรีย์บางส่วนจะเป็นโปรไบโอติกช่วยกระตุ้นให้ปลามีภูมิคุ้มกันและต้านทานโรคที่เกิดจากแบคทีเรียก่อโรคในสัตว์น้ำ บ่อเลี้ยงปลาที่ใช้จุลินทรีย์คุณภาพดีมักมีอัตรารอดตายร้อยละ 100 สัตว์น้ำมีความแข็งแรง มีอัตราแลกเนื้อต่ำ (คณาธิป พรหมนวล และ สุภฎา คีรีรัฐนิคม, 2561) การพัฒนาชุดอควาโปนิกส์ระดับครัวเรือนโดยมีการเติมจุลินทรีย์คุณภาพดี ส่งผลให้การเลี้ยงปลาในระบบนี้ใช้อาหารสำเร็จรูปน้อยแม้จะให้กินจนอิ่มในแต่ละมื้อ โดยเมื่อนำน้ำหนักอาหารสำเร็จรูปที่ปลากินไปคำนวณอัตราแลกเนื้อพบว่าอยู่ในระดับต่ำ แสดงว่าปลาในชุดอควาโปนิกส์นี้น่าจะใช้จุลินทรีย์ที่เติมลงไป

เป็นอาหารได้ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าในระบบบำบัดน้ำของชุดอควาโปนิกส์นี้โดยเฉพาะในถังบำบัดที่ 1 ที่มีการตกตะกอนของสารอินทรีย์จากถังเลี้ยงปลา จะเกิดสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ปลาใช้เป็นอาหารอีกหลายชนิด เช่น ลูกน้ำ หนอนแดง ไรแดง และไส้เดือนน้ำ ซึ่งจะช่วยลดการใช้อาหารสำเร็จรูป ส่งผลให้การเลี้ยงปลาในระบบนี้มีอัตราแลกเนื้อต่ำหากพิจารณาจากการใช้อาหารสำเร็จรูปช่วยลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้อีกด้วย



ภาพที่ 3 (ก) น้ำหนักเฉลี่ย และ (ข) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลแดงแปลงเพศอายุ 60-270 วันที่เลี้ยงในชุดอควาโปนิกส์ระดับครัวเรือน

ส่วนมะเขือเทศพันธุ์เชอรี่เป็นมะเขือเทศลูกผสมที่มีการพัฒนาให้มีขนาดเล็กน้ำหนักน้อยกว่า 10 กรัม มีราคาสูงกิโลกรัมละ 150-300 บาท รสหวานอมเปรี้ยว เมล็ดน้อย เนื้อแน่นหลังจากสุกแล้วค้างผลไว้ในแปลงได้นานถึง 20 วัน (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2559) จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าสามารถค้างผลไว้ในแปลงได้ถึง 30 วัน และมีรสชาติเข้มขึ้น จึงสามารถยืดเวลาเพื่อรอราคาจำหน่ายที่เหมาะสมได้หากนำมาผลิตในเชิงการค้า (แต่ยังไม่ได้ศึกษารายละเอียดในครั้งนี้) คนทั่วนิยมบริโภคมะเขือเทศเชอรี่สดแทนผลไม้ หลังจากย้ายต้นมะเขือเทศมาปลูกในแปลงปลูกพืชของระบบอควาโปนิกส์ได้ 30 วัน มะเขือเทศเริ่มออกดอก และจะเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่อครบ 60 วัน พบว่ามะเขือเทศที่ปลูกด้วยชุดอควาโปนิกส์ให้ผลผลิตเฉลี่ย 19.58±1.85 กิโลกรัมต่อพื้นที่แปลงปลูก 2.4 ตารางเมตร มีผลผลิตมะเขือเทศที่เก็บทุก ๆ 15 วัน แสดงดังภาพที่ 4 พบว่า มะเขือเทศเชอรี่มีผลผลิตสูงในช่วง 60-120 วัน หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งควรนำมาพิจารณาจัดการแปลงปลูกหากต้องการดำเนินการในเชิงการค้าเพื่อรักษาผลผลิตในภาพรวมให้สม่ำเสมอ จากการศึกษาครั้งนี้ใช้พื้นที่สำหรับการวางชุดอควาโปนิกส์ทั้งชุดรวมถังเลี้ยงปลาและชุดบำบัดน้ำประมาณ 5 ตารางเมตร เมื่อคำนวณกลับจะพบว่าการผลิตมะเขือเทศในระบบนี้ให้ผลผลิตสูงถึง 6,262.4 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าการปลูกมะเขือเทศบนดินทั่วไปที่ให้ผลผลิต 4,000-5,000 กิโลกรัมต่อไร่ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547) หรือสูงกว่าประมาณร้อยละ 10-20 แสดงให้เห็นว่าน้ำที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ เมื่อผ่านการบำบัดในระบบของชุดอควาโปนิกส์ที่มีจุลินทรีย์คุณภาพดีช่วยย่อยสลายแล้ว จะให้ธาตุอาหารที่มะเขือเทศสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและมีผลผลิตได้ดี ช่วยลดการให้ปุ๋ยเคมีแก่มะเขือเทศในช่วงอายุตั้งแต่ 30 วันเป็นต้นไป



ภาพที่ 4 น้ำหนักของมะเขือเทศเชอรี่ที่เก็บเกี่ยวทุก ๆ 15 วัน จากแปลงปลูกจำนวน 3 แปลง

การปลูกพืชในขุดอควาโปนิกส์ต้องควบคุมระดับน้ำในแปลงปลูกให้เหมาะสมกับชนิดของพืชโดยใช้สะดือน้ำควบคุมระดับน้ำให้ลดลงตามการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด สำหรับการปลูกมะเขือเทศนั้นปกติจะปลูกในดินหรือวัสดุปลูกอื่น ๆ เมื่อนำมาปลูกในระบบนี้ต้องลดน้ำในแปลงตามการเจริญเติบโตโดยสังเกตจากความยาวรากเป็นหลัก เมื่อรากของมะเขือเทศยาวมากขึ้นจะเริ่มลดระดับน้ำ และเหลือระดับน้ำเป็นความชื้นแฉะบริเวณรากมะเขือเทศส่วนล่าง เมื่อเริ่มเก็บผลผลิตจะเหลือระดับน้ำประมาณร้อยละ 5-10 ของพื้นที่น้ำทั้งแปลง เมื่อเพื่อเพิ่มพื้นที่ให้รากพืชได้รับออกซิเจนจากอากาศเพิ่มขึ้น และมีสภาพใกล้เคียงกับการปลูกมะเขือเทศทั่วไป

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงปลาที่รับน้ำจากแปลงปลูกมะเขือเทศ พบว่า มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เฉลี่ย 7.43±0.40 ปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย 3.77±0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร อัลคาลินิตี้เฉลี่ย 128.33±16.07 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียเฉลี่ย 0.094±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์เฉลี่ย 0.056±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนเตรทเฉลี่ย 2.45±0.295 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ (สบาย ตันไทย และคณะ, 2561; สนธิพันธ์ ผาสุกดี และไพรัตน์ กอสุธารัตน์, 2558; และ Boyd and Tucker, 1992) เมื่อพิจารณาค่าสารประกอบของไนโตรเจน คือ ไนไตรท์ และแอมโมเนียซึ่งมีความเป็นพิษต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป หากพบว่าค่าแอมโมเนียมากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรจะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำได้ แต่ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าแอมโมเนียในช่วง 0.078 - 0.116 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่ามะเขือเทศน่าจะดูดซับแอมโมเนียไปใช้ประโยชน์ได้ดี เพราะโดยปกติทั่วไปในปุ๋ยเคมีสำหรับปลูกพืชจะมีองค์ประกอบของธาตุอาหารเหล่านี้ การใช้ขุดอควาโปนิกส์เพื่อเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกพืชนอกจากช่วยเพิ่มผลผลิตพืชแล้ว ยังช่วยรักษาคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาอีกด้วย

5. สรุปผลการวิจัย

การใช้ขุดอควาโปนิกส์ระดับครัวเรือนเป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตอาหารปลอดภัยที่สามารถดำเนินการได้ในพื้นที่ขนาดเล็ก เกิดผลผลิตทั้งปลาและพืช รวมทั้งช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม สร้างความยั่งยืนและความมั่นคงในการผลิตอาหาร โดยต้องควบคุมจำนวนปลาและพืชให้เหมาะสม การใช้จุลินทรีย์คุณภาพดีในกระบวนการบำบัดน้ำของขุดอควาโปนิกส์ส่งผลให้สารอินทรีย์ถูกย่อยสลายเป็นสารอนินทรีย์ และสารอนินทรีย์โดยเฉพาะแอมโมเนียซึ่งมีพิษสูงต่อปลาจะถูกพืชดูดซับไปใช้ประโยชน์ ทำให้คุณภาพน้ำในถังเลี้ยงปลามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาโดยไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำ ไม่ต้องปล่อยของเสียจากการเลี้ยงปลาสู่สิ่งแวดล้อม และเกิดผลผลิตจากพืชผักในลักษณะใกล้เคียงกับผักอินทรีย์ที่มีความปลอดภัยต่อการบริโภคอีกด้วย สิ่งสำคัญคือปลาที่เลี้ยงในระบบนี้จะมีความแข็งแรง และมีอัตรารอดตายสูง ชุดอควาโปนิกส์ระดับครัวเรือนจึงเป็นแนวทางการทำการเกษตรแบบผสมผสานตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงที่สามารถดำเนินการได้ในระดับครัวเรือนอย่างสมบูรณ์

6. เอกสารอ้างอิง

คณาธิป พรหมนวล และ สุภฎา คีรีรัฐนิคม. (2561). ผลของการเสริม *Bacillus licheniformis* ในอาหารที่ระดับต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต การใช้อาหาร และแบคทีเรียในลำไส้ของปลานิลแดง. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**. 21(2), 43-50.

ชาญวิทย์ สุวรรณ์ และ ชนกันต์ จิตมนัส. (2560). การประยุกต์ใช้โพรไบโอติกในการเลี้ยงปลานิล. **วารสารเชียงใหม่สัตวแพทยสาร**. 15(1), 15-24.

ปฐมพงษ์ กาศสกุล, ประจวบ ฉายบุ, ชนกันต์ จิตมนัส และเกรียงศักดิ์ แม่งอำพัน (2558). การศึกษาวัสดุกรองเพื่อใช้บำบัดคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลานิลร่วมกับระบบอควาโปนิกส์. ใน **รายงานการประชุมวิชาการประมงประจำปี 2558**. (น. 162-171). กรุงเทพฯ: กรมประมง.

ปิยวัฒน์ เรืองราย, ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ และ ชีวิน อรรถสาสน์.(2558). การศึกษาผลของสัดส่วนพืชที่ปลูกในระบบอควาโปนิกส์ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติเครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 15**. (น. 99-109). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

พ้วน เพ่งเช้ง. (2556). **อะควาโปนิกส์: การผลิตทางการเกษตรเพื่อความยั่งยืน**. กรุงเทพฯ: ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2547). **การปลูกมะเขือเทศ**. ค้นเมื่อ 14 มกราคม 2563 จาก https://www.ku.ac.th/e-magazine/may47/agri/tomato.html?fbclid=IwAR2oHiK-OfltnUdoldwJSC-8IgqlPDsjQZLBVOCULytys3jmDh2

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง. (2559). **มะเขือเทศเชอรี่**. ค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2562 จาก https://hkm.hrdi.or.th/knowledge/detail/69

สบาย ตันไทย, ทนงศักดิ์ ธนูทอง, กานตกานท์ เทพณรงค์ และ ประสพโชค ตันไทย. (2561). **รายงานวิจัยเรื่องการอนุบาลลูกปลานิลแปลงเพศในระบบน้ำหมุนเวียนร่วมกับการปลูกผักกาดขาวและผักบุ้งในระบบไฮโดรโปรนิกส์แบบ DFT**. สงขลา: คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

สนธิพันธ์ ผาสุกดี และไพรัตน์ กอสุธารัตน์. (2558). **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาต้นแบบระบบเลี้ยงปลานิลแดงแบบหนาแน่นในระบบน้ำหมุนเวียน**. กรุงเทพฯ: กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.

Boyd, C. E. and Tucker, C. S. (1992). **Water quality and ponds soil analysies for aquaculture**. Alabama: Auburn University.