การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเกษตรแบบยั่งยืนเพื่อความมั่นคงทางอาหารในระดับชุมชนชายแดนใต้

มนูญ ศิรินุพงศ์ และคณะ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

2562

คำนำ

การปลูกพืชร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นเทคโนโลยีทางการเกษตรอย่างหนึ่งในการผลิตอาหารเพื่อการบริโภคของคนชุมชนและสังคม ซึ่งปัจจุบันทางภาครัฐมีการกำหนดวิสัยทัศน์ที่สำคัญในการส่งเสริมให้ชุมชนมีความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ตามกรอบแนวคิดบนฐานปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ดังนั้นการถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ: การเกษตรแบบยั่งยืนเพื่อความมั่นคงทางอาหารในระดับชุมชนชายแดนใต้ จึงเป็นการพัฒนาและฝึกทักษะในการผลิตพืชผักและสัตว์น้ำ รวมทั้งการแก้ไขปัญหาในขั้นตอนการเพาะปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินและการเลี้ยงปลาได้อย่างมีประสิทธิผล และยังสามารถพัฒนาต่อยอดขยายผลเป็นธุรกิจได้อีกด้วย ซึ่งการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถทำในสภาพพื้นที่ริมทะเลซึ่งไม่เหมาะสมกับการปลูกผัก ประหยัดพื้นที่ปลูก สามารถควบคุมดูแลได้ทั่วถึง ประหยัดน้ำและปุ๋ย มีผลผลิตสดใหม่ ควบคุมคุณภาพของผลผลิตให้มีคุณค่าและปลอดภัย ทั้งยังเป็นการปลูกฝังการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นแหล่งเรียนรู้ของชุมชน อันเป็นการพึ่งตนเองที่เข้มแข็งต่อไป ในโอกาสนี้จึงขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนทุนส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย “การจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์เชิงชุมชน สังคม”ภายใต้โครงการจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ ประจำปี 2562

คณะผู้จัดทำ
ตุลาคม 2562

สารบัญ

หัวเรื่อง		หน้า
คำนำ		ก
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2	การปลูกพืชไม่ใช้ดิน (Hydroponics)	4
	2.1 รูปแบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน	4
	2.2 ธาตุอาหารของพืช	7
	2.3 ขั้นตอนการปลูกพืชไม่ใช้ดิน	11
บทที่ 3	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Aquaculture)	15
	3.1 การเลี้ยงปลาดุก	15
	3.2 การเลี้ยงปลาหมอไทย	29
	3.3 การเลี้ยงปลานิลในบ่อซีเมนต์/คอก	33
บทที่ 4	การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ(Aquaponics)	40
	4.1 การปลูกไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา	42
	4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา	44
	4.3 การออกแบบระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา	47
บทที่ 5	ขั้นตอนการจัดการระบบการปลูกพืชร่วมกับการแลี้ยงสัตว์น้ำ	49
	5.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ	50
	5.2 การติดตั้งระบบการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ	58
บทที่ 6	การดูแลระบบและการเก็บเกี่ยวผลผลิต	71

6.1 การดูแลระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ 71
6.2 การเก็บเกี่ยวผลผลิต 72
บทที่ 7 ต้นทุนและประโยชน์การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ 75
ต้นทุนต่อชุดปลูกและความคุ้มค่า 75
ประโยชน์ของการปลูกผัก 76
ประโยชน์ของการกินปลา 88
เอกสารอ้างอิง 89
คำสั่งคณะทำงานโครงการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำฯ 93

บทที่ 1
บทนำ

การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือที่เรียกว่า อะควาโพนิกส์ (Aquaponics) เป็นกระบวนการทางเทคโนโลยีการเกษตร ที่ประกอบจาก 2 ส่วนหลัก คือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Aquaculture) แต่ที่นิยมใช้คือ การเพาะเลี้ยงปลา และอีกส่วนหนึ่งคือ การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน (Hydroponics) ที่ให้รากของพืชสัมผัสกับสารละลายน้ำ อากาศ หรือวัสดุปลูกที่ไม่ใช่ดิน รวมถึงการเลี้ยงพืชน้ำและสาหร่าย การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นระบบการเกษตรแบบยั่งยืนรูปแบบหนึ่ง เพื่อให้เกิดความมั่นคงทางอาหาร โดยมีหลักการว่า ของเสียจากการขับถ่ายของสัตว์น้ำในระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ถูกย่อยสลายโดยกลุ่มของแบคทีเรียให้กลายเป็นสารอาหาร ได้แก่ สารประกอบไนโตรเจน และสารประกอบฟอสฟอรัส ซึ่งสามารถนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตของพืชในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน นอกจากนี้ การกำจัดสารอาหารในน้ำเป็นการเพิ่มคุณภาพของน้ำสำหรับเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แล้วยังสามารถลดปริมาณการใช้น้ำและช่วยลดผลเสียที่อาจก่อให้เกิดกับสิ่งแวดล้อมได้ เนื่องจากการนำน้ำมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้ โดยระบบนี้เป็นการจัดการของเสียจากระบบการผลิตทางการเกษตรให้เหลือน้อยที่สุดหรือกระทั่งไม่มี (Zero waste agriculture) โดยนำของเสียจากสัตว์น้ำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse aquaculture system) และทำให้เกิดการหมุนเวียน (Recirculation) ซึ่งจัดเป็นระบบที่มีการจัดการทางการเกษตรที่พึ่งพากันระหว่างการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์น้ำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

เกษตรกรรมจัดเป็นภาคการผลิตต้นน้ำที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการบริโภคเป็นอาหารโดยตรง และการเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร โดยที่สภาวการณ์ในโลกปัจจุบัน ได้แก่ ภาวะเรือนกระจก การลดลงของพื้นที่ทาง

การเกษตร การจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรที่ไม่เหมาะสม และการปนเปื้อนสารเคมีในอาหาร จัดเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้กำลังการผลิตภาคเกษตรลดทอนลง ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณความต้องการบริโภคทั้งในปัจจุบันและในอนาคตที่เพิ่มสูงขึ้น จึงนำมาสู่ความไม่มั่นคงทางด้านอาหาร ซึ่งรัฐบาลชุดปัจจุบันของประเทศไทยนั้น ได้กำหนดวิสัยทัศน์ที่สำคัญในช่วง 5 ปีไว้ด้วยกัน 3 ประการ คือ ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน (Stability, Prosperity and Sustainability) มีความเป็นกลางและสามารถปรับใช้ได้ทุกภาคส่วน เพื่อการพัฒนาความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศอย่างผาสุขบนฐานของความสมดุลในทุกกรณี รวมถึงภาคเกษตรกรรม การพัฒนาการเกษตรสู่ความเป็นเลิศทางด้านอาหาร สอดคล้องกับแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ที่พัฒนามาจากกรอบแนวคิดบนฐานปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และสอดคล้องกับวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน ค.ศ. 2030 ที่เป็นทิศทางหลักในการพัฒนาของโลกหลัง ค.ศ. 2015 โดยมีเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development goals: SDGs) ประกอบด้วย 17 เป้าหมายและ 169 เป้าประสงค์ ได้แก่ ความมั่นคงทางด้านอาหาร (เป้าหมายที่ 2) และรูปแบบการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน (เป้าหมายที่ 12)

การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นระบบการเกษตรแบบยั่งยืนรูปแบบหนึ่ง เพื่อให้เกิดความมั่นคงทางอาหาร โดยระบบนี้เป็นการจัดการของเสียจากระบบการผลิตทางการเกษตรให้เหลือน้อยที่สุดหรือกระทั่งไม่มี โดยนำของเสียจากสัตว์น้ำกลับมาใช้ใหม่ และทำให้เกิดการหมุนเวียน ซึ่งจัดเป็นระบบที่มีการจัดการทางการเกษตรที่พึ่งพากันระหว่างการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงสามารถนำองค์ความรู้ในเรื่องการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์มาใช้จัดการในระดับชุมชนและโรงเรียนได้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการผลิตอาหารทั้งพืชผักและเนื้อสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน ที่มีความจำเป็นต่อความมั่นคงทางอาหาร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกผักร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำสำหรับเป็นวัตถุดิบของการประกอบอาหารในโครงการอาหารกลางวันของโรงเรียน

2. เพื่อเป็นศูนย์เรียนรู้เทคโนโลยีการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำให้แก่ชุมชน ให้สามารถผลิตพืชผักและเนื้อสัตว์ในพื้นที่วิกฤตที่มีสภาพพื้นที่ไม่เหมาะสม

3. เพื่อให้ชุมชนเป้าหมายในพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้สามารถปลูกผักการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถพึ่งพาตนเองได้ในอนาคต

บทที่ 2
การปลูกพืชไม่ใช้ดิน (Hydroponics)

การปลูกพืชไม่ใช้ดินเป็นเทคโนโลยีการปลูกพืชที่ให้รากของพืชสัมผัสกับสารละลายน้ำ อากาศ หรือวัสดุปลูกที่ไม่ใช่ดิน เทคโนโลยีการปลูกพืชในสารละลายหรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Hydoponics มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก 2 คำคือ Hydro แปลว่า น้ำ และ Ponous แปลว่า ทำงาน ส่วนการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบให้รากลอยในอากาศ เรียกว่า Aeroponics ซึ่งจะมีการพ่นสารละลายให้สัมผัสกับรากพืชอย่างต่อเนื่อง และการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบใช้วัสดุปลูก ที่เรียกว่า Substrate culture ซึ่งวัสดุปลูกอาจจะเป็นได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ แต่ส่วนใหญ่วัสดุปลูกที่นิยมใช้มักเป็นวัสดุปลูกที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น แกลบ ทราย เปลือกไม้ ขุยมะพร้าว หรือวัสดุเหลือใช้ การปลูกพืชไม่ใช้ดินสามารถนำไปใช้กับพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม หรือใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนพื้นที่ทางการเกษตร และพื้นดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ แต่เทคโนโลยีที่นิยมใช้กันคือ การปลูกพืชไม่ใช้ดินหรืออาจเรียกทับศัพท์ว่า ไฮโดรโพนิกส์ ที่รากพืชแช่หรือสัมผัสสารละลายน้ำ (Water culture) ที่มีแร่ธาตุจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นจึงต้องมีการให้แร่ธาตุและสารอาหารแก่พืชอย่างเหมาะสมตามชนิดของพืช

2.1 รูปแบบการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชไม่ใช้ดินอาจจำแนกได้หลายรูปแบบ โดยสามารถจัดจำแนกได้ดังนี้

2.1.1 การปลูกในสารละลาย (Water culture) เรียกว่า การปลูกแบบไฮโดรโพนิกส์ โดยแบบนี้สามารถจำแนกได้ 2 รูปแบบ คือ

2.1.1.1 แบบน้ำไหลเวียน การพัฒนาในเชิงการค้ามากขึ้น เนื่องจากมีการจัดการที่ไม่ยุ่งยาก และสามารถตอบสนองในการเจริญเติบโตของพืชค่อนข้างมาก มีหลายรูปแบบ ได้แก่

- Nutrient film technique (NFT) เป็นการสัมผัสของระบบรากพืชกับสารละลายน้ำที่มีความลึกในช่วง 1/4 ถึง 1/2 นิ้ว ที่ไหลผ่านพื้นเรียบตลอดเวลา ซึ่งรากจะสัมผัสน้ำและอากาศไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งมักทำในระบบท่อรางที่มีความกว้าง 4-9 นิ้ว ความลึก 1.5-4 นิ้ว โดยขึ้นกับชนิดและขนาดของพืชที่นำมาปลูก ความลาดเอียงอยู่ในช่วง 1-4 % อัตราการไหลของสารละลายน้ำอยู่ในช่วง 1-2 ลิตรต่อนาที

- Deep Flow Technique (DFT) เป็นการให้รากพืชแช่ในสารละลายธาตุอาหารที่ไหลผ่านรางปลูกแบบน้ำลึกประมาณ 2-4 นิ้ว

- Flood and Drain เป็นการเติมสารละลายน้ำที่มีธาตุอาหารเข้าไปในหน่วยการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ทิ้งไว้ช่วงเวลาหนึ่ง จึงปล่อยสารละลายน้ำนั้นออกจากหน่วยการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน และทำสลับกันแบบนี้จนกว่าเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งวงจรการเปียกสลับแห้งจะต้องอาศัยการควบคุมด้วยระบบปั๊มน้ำที่สามารถตั้งเวลาได้ หรือวิธีการพ่นน้ำอัตโนมัติ (Automatic siphon method) การควบคุมเวลาในการทำให้รากพืชสัมผัสกับสารละลายน้ำสลับกับการปล่อยสารละลายน้ำออกให้รากสัมผัสกับอากาศ ยกตัวอย่างเช่น การปลูกผักกินใบเขียวในช่วง 1 รอบ จะใช้เวลาให้น้ำท่วมขัง (Flooding) เป็นเวลา 15 นาที และการปล่อยน้ำออก (Draining) เป็นเวลา 45 นาที ซึ่งในระหว่างวันมีการให้แสง 12 ชั่วโมง และใช้ปั๊มน้ำขนาด 550 ลิตรต่อชั่วโมง ที่สามารถควบคุมเวลาได้

- Vertical growing system เป็นระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินในแนวตั้ง ซึ่งมีข้อดีคือ การใช้พื้นที่ทั้ง 3 มิติ เกิดความคุ้มค่าสำหรับการใช้พื้นที่ อาจจะมีระบบของสารละลายน้ำหลายรูปแบบร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็น

ระบบปลูกพืชแบบน้ำลึก หรือเทคนิคแผ่นฟิล์มบางก็ได้ ซึ่งอาจจะทำเป็นชั้น ๆ หรือแบบหอคอยก็ได้

2.1.1.2 แบบน้ำซึมเข้าสู่ระบบรากพืช (Passive system) โดยปลูกพืชลงในระบบปลูกที่มีท่อนำสารละลายปุ๋ยให้สัมผัสกับรากพืช เช่น ปลูกในภาชนะ 2 ชั้นโดยมีส่วนขังน้ำด้านล่าง และด้านบนมีวัสดุปลูกมีส่วนดูดน้ำขึ้นไป ซึ่งแบบนี้เรียกว่าแบบ Capillary system อีกแบบคือ ให้รากพืชสัมผัสกับสารละลายโดยตรงคล้ายกับแบบ DFT แต่ต่างกันตรงที่น้ำไม่หมุนเวียน จึงจำเป็นต้องเติมปริมาณก๊าซออกซิเจนลงไปให้ละลายกับสารละลายปุ๋ย ซึ่งเรียกแบบนี้ว่า Float root system หรือมีลักษณะเป็นแพลอยอยู่บนสารละลาย ก็จะเรียกว่า Floating raft system ซึ่งรูปแบบที่รู้จัก ได้แก่

- Deepwater culture เป็นวิธีที่รู้จักมาก ที่เรียกว่า การเพาะเลี้ยงแบบแพลอยน้ำ (Floating raft culture) เพราะเป็นวิธีที่มีความเรียบง่าย (Simplicity) และมีความน่าเชื่อถือ (Reliability) สามารถใช้ได้จริง โดยการมีแผ่นแพ (raft) ลอยในสารละลายน้ำ และเจาะช่องบนแพเพื่อใช้ค้ำจุนพืชผักให้ระบบรากของพืชแช่อยู่ในสารละลายน้ำได้ ซึ่งพืชในระบบการเพาะเลี้ยงแบบน้ำลึกอาจจะอยู่ได้ถึง 2 สัปดาห์โดยปราศจากการไหลเวียนของน้ำ แต่อาจเติมอากาศโดยอาศัยระบบให้อากาศ

2.1.2 การปลูกโดยพ่นสารละลายใต้โคนรากพืช เรียกว่า การปลูกแบบแอโรโพนิกส์ (Aeroponics) โดยมีการควบคุมให้รากพืชสัมผัสสารละลายต่อเนื่องตลอดเวลาที่ต้นพืชต้องการ การปลูกพืชแบบโดยพ่นสารละลายในอากาศ ทำให้ต้นพืชมีการเติบโตค่อนข้างดี แต่มีปัญหาอาจทำให้รากพืชแห้ง และยังส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตได้ ถ้าหากศึกษาสภาพแวดล้อมไม่ดีพอ

2.1.3 การปลูกโดยใช้วัสดุปลูก (Substrate culture) ในการปลูกแบบนี้สามารถปลูกได้หลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบการปลูกที่รู้จักคือ Drip irrigation เป็น

ระบบน้ำหยด จำเป็นต้องมีวัสดุปลูกเพื่อค้ำจุนระบบรากพืช สามารถให้รากพืชสัมผัสสารละลายน้ำและอากาศได้ โดยทั่วไปจะนำวัสดุปลูกใส่ไว้ในกระถาง (bucket culture) หรือแผ่นหิน (slab culture) ซึ่งวัสดุปลูกที่ใช้ได้แก่ เปอร์ไลท์ (Perlite) กรวด (Pea gravel) ดินเหนียวขยายตัว (Expanded clay) หรือฉนวนใยหิน (Rockwool) โดยพิจารณาจากวัสดุที่ใช้ปลูกซึ่งจำแนกได้ดังนี้

2.1.3.1 วัสดุปลูกที่เป็นอินทรีย์ (Organic substrate) เป็นวัสดุที่มาจากธรรมชาติ เช่น ขี้เลื่อย แกลบ ถ่าน เปลือกไม้ ฮิวมัส และปุ๋ยหมักต่าง ๆ

2.1.3.2 วัสดุปลูกที่เป็นอนินทรีย์ (Inorganic substrate) โดยใช้วัสดุที่เป็นพวกทราย กรวด และฟองน้ำ

2.2 ธาตุอาหารของพืช

ธาตุอาหารในสารละลายที่สัมผัสกับระบบรากของพืช มีความจำเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโต ซึ่งถูกนำไปใช้ในกระบวนการสร้างอาหาร นั่นคือ กระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) ที่ใช้ธาตุคาร์บอน (C) ในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ธาตุไฮโดรเจน (H) และธาตุออกซิเจน (O) ในน้ำ เป็นวัตถุดิบหลัก โดยมีคลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสำหรับช่วยให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งคลอโรฟิลล์จะมีธาตุไนโตรเจน (N) และแมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบ จึงสามารถจัดแบ่งธาตุอาหารออกเป็น 2 กลุ่มคือ

2.2.1 กลุ่มธาตุอาหารมหัพภาค (Macroelements) ได้แก่

- ธาตุคาร์บอน (C) เป็นองค์ประกอบหลักในโครงสร้างของพืช ซึ่งมีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นธาตุในธรรมชาติที่มีอย่างเพียงพอ

- ธาตุออกซิเจน (O) ใช้สำหรับกระบวนการหายใจ โดยการออกซิไดซ์สารอาหารต่าง ๆ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ไขมัน สลายจนได้เป็นพลังงาน สำหรับนำไปใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตของพืช

- ธาตุไฮโดรเจน (H) เป็นองค์ประกอบหลักในโครงสร้างของพืช ควบคู่กับธาตุคาร์บอน มีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งพืชสามารถได้จากน้ำเป็นส่วนใหญ่

- ธาตุไนโตรเจน (N) เป็นส่วนประกอบโครงสร้างของพืช เช่น คลอโรฟิลล์ กรดอะมิโน โปรตีนและกรดนิวคลีอิก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช หากขาดธาตุไนโตรเจน จะทำให้ต้นแคระแกร็น ใบอ่อนเล็กเรียว ใบแก่จะมีสีเหลืองซีด ซึ่งแหล่งของธาตุไนโตรเจนนั้น แบคทีเรียที่อยู่กับพืช สามารถตรึงจากบรรยากาศ หรือจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซากพืช และซากสัตว์ บทบาทของไนโตรเจน ถ้าสูงมากจะทำให้ต้นพืชมีการขยายเซลล์กว้าง ทำให้ต้นมีความอ่อนแอต่อการทำลายของเชื้อโรค และอาจเกิดปัญหาในการเจริญทางกิ่งใบ ไม่มีการสะสมอาหารเมื่อให้ผลผลิต จึงจำเป็นต้องศึกษาในระดับที่เหมาะสม แต่อย่างไรผักที่นิยมปลูกโดยไม่ใช้ดิน จะนิยมกินใบและเก็บเกี่ยวผลผลิตเร็ว จึงนิยมให้ธาตุไนโตรเจนแก่พืชในปริมาณสูง

- ธาตุโพแทสเซียม (K) เกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร และเป็นธาตุที่มีการเคลื่อนย้ายได้สะดวก เช่น ปลายยอด ปลายราก หากพืชขาดธาตุโพแทสเซียม ทำให้ต้นพืชเล็กบอบบาง และหักล้มง่าย

- ธาตุฟอสฟอรัส (P) เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก สารพลังงานสูง ATP และฟอสโฟลิพิด ซึ่งมีบทบาทต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม หากขาดธาตุฟอสฟอรัส จะส่งผลให้การติดผลของพืชน้อยลง และพืชมีหัวจะมีการสะสมอาหารน้อยลง

- ธาตุแคลเซียม (Ca) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างผนังเซลล์ของพืช ให้มีความแข็งแรง และยังช่วยในปัจจัยรวมของเอนไซม์ในกระบวนการสร้างโปรตีน ดังนั้นหากขาดแคลเซียม จะทำให้รากพัฒนาน้อย ยอดอ่อนด้วน สั้น ใบเล็ก ต้นแคระแกร็น ปัญหาธาตุแคลเซียม เมื่อทำปฏิกิริยากับธาตุฟอสฟอรัส ทำให้มีการตกตะกอน พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ นอกจากนี้ธาตุแคลเซียมอาจมีบทบาทในการช่วยในการดูดซับธาตุโพแทสเซียมได้มากขึ้น

- ธาตุแมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบหลักของโมเลกุลคลอโรฟิลล์ และมีส่วนเคลื่อนย้ายธาตุฟอสฟอรัส พืชที่ขาดแมกนีเซียม ทำให้มีอาการเหลืองซีด (Chlorosis) ที่ใบอ่อนและใบแก่

- ธาตุกำมะถัน (S) เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์กรดอะมิโนซิสเตอีน (Cysteine) และกรดอะมิโนเมไทโอนีน (Methionine)

2.2.2 กลุ่มธาตุอาหารจุลภาค (Microelements)

- ธาตุเหล็ก (Fe) มีบทบาทในการช่วยให้พืชสังเคราะห์แสง โดยเป็นตัวพาอะตอมออกซิเจนในการหายใจ และมีบทบาทในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ และเป็นสารประกอบของ Flavoprotein มีความจำเป็นในการสร้างน้ำตาลเและแป้ง ถ้าหากขาดทำให้ใบเหลืองซีดทั้งใบอ่อนและใบแก่ ความสามารถในการเคลื่อนย้ายยาก

- ธาตุคลอรีน (Cl) มีบทบาทในการกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยเพิ่มความเป็นกรดในเซลล์ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ซึ่งคลอรีนในสภาพทั่วไปจะมีเพียงพอต่อความต้องการของพืช

- ธาตุโบรอน (B) เกี่ยวข้องกระบวนการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชใช้ธาตุแคลเซียมดีมากขึ้น ในการสร้างโครงสร้างผนังเซลล์ และอาจช่วยในกระบวนการเคลื่อนย้ายสารอาหารในพืช หากขาดทำให้การสร้างน้ำตาลลดลง ในพืชบางชนิดมีลำต้นกลวง เช่น บร็อกโคลี่

- ธาตุแมงกานีส (Mn) มีบทบาทในกิจกรรมกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยการกระตุ้นเอนไซม์ในการสังเคราะห์กรดไขมันและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิด DNA และ RNA หากขาดทำให้ธาตุเหล็กในรูป Fe^{2+} เกิดเป็นพิษกับต้นพืชและมีลักษณะใบด่างในตระกูลถั่ว ถ้ามากไปทำให้ Fe^{3+} ถูกนำไปใช้ได้น้อยลง ทำให้ต้นพืชขาดธาตุเหล็ก

- ธาตุทองแดง (Cu) เป็นตัวคะตะไลส์และเป็นตัวนำของอิเล็กตรอนในการตรึงไนโตรเจน หากขาดทองแดงทำให้ต้นพืชอ่อนแอ ใบเหลืองซีด หรือเป็นจุดเหลือง (Chlorotic spot) ซึ่งพบในถั่วเหลือง

- ธาตุสังกะสี (Zn) เป็นธาตุที่เกี่ยวข้องในการสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตพวกออกซิน (Auxin) ที่ปลายยอด และเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ หากขาดทำให้ต้นพืชเตี้ยใบเล็ก

- ธาตุโมลิบดินัม (Mo) เป็นธาตุที่เกี่ยวข้องในการเปลี่ยนการไนเตรทไปเป็นแอมโมเนียมเพื่อไปสร้างกรดอะมิโนในเซลล์ มีความจำเป็นในการตรึงไนโตรเจน ถ้าหากขาดโมลิบดินัมจะทำให้พืชตระกูลถั่วมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนในบรรยากาศน้อยลง

นอกจากนี้อาจมีธาตุอื่นที่เกี่ยวข้องในการเจริญเติบโตของพืช เช่น ธาตุไอโอดีน (I) ซิลิคอน (Si) และโซเดียม (Na) ไม่ถือว่าเป็นธาตุจำเป็นหลักแต่อาจจะไปส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดเท่านั้น เช่น ข้าวต้องการซิลิคอน

การดูดซึมธาตุอาหารของพืชเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตนั้น ธาตุอาหารเหล่านั้นจำเป็นต้องอยู่ในรูปของไอออน ก๊าซ หรือคีเลท ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 รูปของธาตุที่จำเป็นในการดูดซึมเข้าสู่รากของพืช และหน้าที่ในพืช

ธาตุอาหาร	รูปในการดูดซึมไปใช้	หน้าที่ในพืช
C, H, O, N, S	รูปไอออนในสารละลาย (HCO_3^-, NO_3^-, NH_4^+, SO_4^{2-}) ในรูปก๊าซในบรรยากาศ (O_2, N_2, SO_4)	เป็นองค์ประกอบหลักในการเจริญเติบโตของพืช
P, B	รูปไอออนในสารละลาย (PO_4^{3-}, BO_3^{3-})	เกิดปฏิกิริยาการเคลื่อนย้ายพลังงานและการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต
K, Mg, Ca, Cl	รูปไอออนในสารละลาย (K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-)	หน้าที่ไม่ชัดเจน หรือเป็นองค์ประกอบจำเพาะของสารอินทรีย์ การสร้างสมดุล

ธาตุอาหาร	รูปในการดูดซึมไปใช้	หน้าที่ในพืช
		ของอิออนต่าง ๆ
Cu, Fe, Mn, Mo, Zn	รูปไอออนหรือคีเลทในสารละลาย (Cu^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, MoO^{-}, Zn^{2+})	เกี่ยวข้องกระบวนการเคลื่อนย้ายอิเล็คตรอนและสารกระตุ้นของเอนไซม์ต่าง ๆ ในพืช

ที่มา: Megel and Kirby (1987)

2.3 ขั้นตอนการปลูกพืชไม่ใช้ดิน

2.3.1 ขั้นตอนการเพาะเมล็ด โดยปฏิบัติดังนี้

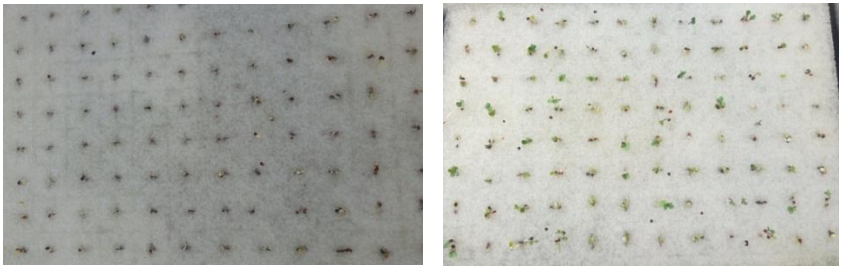
2.3.1.1 เตรียมวัสดุปลูกซึ่งนิยมใช้คือ ฟองน้ำ หรือเปอร์ไลท์ (Perlite) 1 ส่วนผสมกับเวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) 1 ส่วน หากเป็นฟองน้ำจะเตรียมโดยนำแผ่นฟองน้ำไปแช่น้ำที่มีความสูงของน้ำเท่ากับความหนาของแผ่นฟองน้ำ ทิ้งไว้สักพัก หากแผ่นฟองน้ำลอยให้หาวัตถุกดทับไว้ให้จมอยู่ในน้ำ หรืออาจใช้มือมากดแผ่นฟองน้ำพร้อมกับรดน้ำลงบนแผ่นโฟมให้ทั่วแผ่นก็ได้ จนน้ำแทรกเข้าฟองน้ำจนเหลือฟองอากาศน้อยที่สุด

หากเป็นเปอร์ไลท์ (Perlite) 1 ส่วนผสมกับเวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) 1 ส่วน ให้ใส่ลงในถ้วยปลูก นำไปวางในถาดเพาะที่มีน้ำหล่อเลี้ยง

โดยความสูงของน้ำสูงประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อให้เมล็ดนำความชื้นไปใช้ในกระบวนการงอก

2.3.1.2 ใส่เมล็ดผัก 2-3 เมล็ด ลงใน 1 ถ้วยปลูกที่มีส่วนผสมเปอร์ไลท์และเวอร์มิคูไลท์ หรือฟองน้ำ โดยฝังเมล็ดให้ลึกพอประมาณ หรือเพาะเมล็ดพืชโดยนำฟองน้ำสำหรับเพาะเมล็ดบรรจุลงในถาดเพาะเมล็ด รดน้ำให้ชุ่ม

2.3.1.3 ให้ความชื้นกับทับเมล็ดในถ้วยปลูกให้สม่ำเสมอ โดยอาจมีการพ่นฝอยเป็นละอองน้ำละเอียดบ้างเป็นบางครั้งคราว เป็นช่วงที่ไม่ให้ถูกแสงในระยะเวลาประมาณ 2 วัน เมล็ดจะสามารถเจริญขึ้นมา



2.3.1.4 เมื่อเกิดใบจริงประมาณ 3 ใบ จะมีการเติมสารละลายแร่ธาตุอาหารที่เจือจางโดยให้ค่าความเข้มข้นของสารละลายอยู่ที่ค่า EC เท่ากับ 0.4-0.6 ms/cm และมีระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 6.0-6.5 ซึ่งในการเตรียมสารละลาย อาจจะให้ธาตุอาหารสำเร็จรูป ชนิด A และ B (ตามสูตรสารละลายที่แนะนำตารางที่) อัตรา 1 ลิตรต่อน้ำ 100 ลิตร หรืออาจทำการผสมเองตามความเหมาะสมของต้นพืช แล้วมาปรับให้อยู่ในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

2.3.1.5 ทำการเลี้ยงต้นพืชไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ แล้วจึงย้ายไปปลูกในรางปลูกบนโต๊ะผลิตต่อไป

2.3.2. ขั้นตอนการปลูกบนโต๊ะผลิต

2.3.2.1 เตรียมสารละลายธาตุอาหาร ในสารละลายโดยประมาณว่าในชุดปลูก 6 รางทุก 3 เมตร จะใช้สารละลาย 40- 60 ลิตร

2.3.2.2 ผสมสารละลายปุ๋ย (stock solution) ของชนิด A และ B อัตรา 2 ลิตรต่อน้ำ 100 ลิตร อย่างไรก็ตามเพื่อความเหมาะสมของสารละลายธาตุจะต้องมีการตรวจสอบระดับความเข้มข้นของสารละลายโดยวัดค่า EC ซึ่งในผักกาดหอมจะใช้ประมาณ 1.2 -1.8 mS/cm ถ้าหากสารละลายมีความเข้มข้นมากเกินไป ซึ่งอาจไปกระทบต่อความเสียหายของรากพืช ก็ให้มีการ

เติมน้ำเข้าไป แต่ถ้าหากยังมีความเข้มข้นน้อยก็ให้เพิ่มสารละลายปุ๋ย A และ B ในสัดส่วนที่เท่ากันจนกว่าระดับที่ต้องการ

2.3.2.3 ดำเนินการสูบน้ำให้ไหลเวียนผ่านรางปลูกพืชที่วางไว้ ตรวจสอบระบบ เพื่อแน่ใจว่ามีการรั่วซึมของสารละลายที่ระบบรางปลูกหรือไม่ หรือมีการไหลผ่านสารละลายสม่ำเสมอหรือไม่ โดยทั่วไปอัตราการไหลของน้ำควร มีอัตรา 750 มิลลิลิตรถึง 1 ลิตรต่อนาที

2.3.2.4 ย้ายต้นกล้าจากแปลงอนุบาลลงปลูกในรางบนโต๊ะผลิต มีการตรวจสอบความเข้มข้น และ pH ของสารละลายปุ๋ย ในทุก ๆ วัน ให้อยู่ในระดับช่วงที่เจริญเติบโตได้ตามปกติ ซึ่งพืชแต่ละชนิดอาจแตกต่างกัน

2.3.2.5 ควรมีการเปลี่ยนสารละลายปุ๋ยในระบบทุก ๆ 1-2 สัปดาห์ เพื่อป้องกันปุ๋ยบางชนิดทำปฏิกิริยากัน และมีการตกตะกอน เช่น แคลเซียมกับฟอสฟอรัส หรือพืชมีการปล่อยของเสียออกมาในสารละลาย

2.3.2.6 ให้ปลูกเลี้ยงต้นพืชไปจนกว่าสามารถเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งพืชแต่ละชนิดอาจมีอายุแตกต่างกัน ซึ่งผักกาดหอมจะใช้เวลาประมาณ 40-45 วัน โดยทั่วไปต้นพืชควรการได้รับแสงอย่างน้อย 6 ชั่วโมง ถ้าหากน้อยเกินไปจะทำให้ต้นพืชเติบโตช้า ในบางครั้งอากาศร้อนเกินไปก็จะทำให้ต้นไม้มีการเหี่ยวเฉา จึงจำเป็นต้องมีการฉีดสเปรย์พ่นฝอยละอองน้ำเพื่อลดอุณหภูมิ เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ดี สำหรับการปลูกชุดใหม่ต่อไปจะต้องทำความสะอาดรางปลูกโดยการฆ่าเชื้อโรค และกำจัดสาหร่าย ตะไคร่น้ำ ให้สะอาดก่อนปลูกใหม่

บทที่ 3
การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Aquaculture)

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นมีได้หลายชนิด ได้แก่ ปลาน้ำจืด ปลาน้ำเค็ม กุ้ง ปู และสาหร่าย แต่ที่นิยมคือการเลี้ยงปลาน้ำจืด อันได้แก่ ปลาดุก ปลาหมอ และปลานิล มีรายละเอียดของการเลี้ยงปลาแต่ละชนิดดังนี้

3.1 การเลี้ยงปลาดุก

ปลาดุกที่พบในประเทศไทยทั้งหมด 5 ชนิด (ในรูปที่ 3.1-3.5) แต่ที่รู้จักโดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) และปลาดุกด้าน (*Clarias batrachus*) ปลาดุกที่นิยมเลี้ยงคือ ปลาดุกด้าน เพราะเนื้อค่อนข้างแข็ง ทำให้สามารถขนส่งในระยะทางไกล ๆ ได้ ประกอบกับปลาดุกด้านเลี้ยงง่าย โตเร็ว จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงกันมาก แต่สำหรับผู้บริโภคนั้น จะนิยมทานปลาดุกอุยมากกว่า เพราะให้รสชาติดี เนื้อปลานุ่มฟู (กรมประมง, 2562) นอกจากนี้ยังมีปลาดุกที่นิยมเลี้ยง แต่ไม่ได้เป็นปลาดุกพื้นถิ่นของประเทศไทย คือ บิ๊กอุย (ผสมข้ามพันธุ์ระหว่างปลาดุกอุยเพศเมีย กับปลาดุกเทศหรือปลาดุกรัสเซียเพศผู้) และปลาดุกรัสเซีย ทั้งปลาดุกบิ๊กอุย และปลาดุกรัสเซีย เป็นปลาที่เลี้ยงง่าย และเจริญเติบโตเร็ว ปลาชนิดนี้สามารถนำมาเลี้ยงได้ทั้งในบ่อปูนซีเมนต์ บ่อพลาสติก หรือบ่อดิน อีกทั้งยังมีภูมิต้านทานต่อโรคค่อนข้างสูง ส่วนปลาดุกที่เหมาะสมในการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์มากที่สุดคือ ปลาดุกเทศ โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 เดือน ก็สามารถโตจนกระทั่งได้ขนาดตลาด ทั้งนี้ ระยะเวลาเลี้ยงขึ้นกับขนาดของลูกปลาที่ปล่อยลงเลี้ยง (มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ธนบุรี, 2558)

รูปที่ 3.1 ปลาดุกด้าน
(Walking catfish; *Clarias batrachus*)
ที่มา: คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร (2562)

รูปที่ 3.2 ปลาดุกอุย
(Gunther's walking catfish ; *Clarias macrocephalus*)
ที่มา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 5 (สุราษฎร์ธานี) (2562)

รูปที่ 3.3 ปลาดุกบิ๊กอุย
(Hybrid walking catfish; *Clarias gariepinus*)
ที่มา: ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2562)

รูปที่ 3.4 ปลาดุกแอฟริกา/รัสเซีย
(Sharptooth catfish; *Clarias gariepinus*)
ที่มา: ศูนย์สุขภาพสัตว์น้ำสงขลา (2562)

รูปที่ 3.5 ปลาดุกดำ, ปลาดุกเนื้อเลน
(Blackskin catfish; *Clarias meladerma*)
ที่มา: กลุ่มอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อม (2562)

ปลาดุกสามารถเลี้ยงโดยใช้บ่อเลี้ยงหลากหลายชนิด เช่น การเลี้ยงในบ่อดิน บ่อซีเมนต์ บ่อพลาสติก รวมทั้งเลี้ยงในถังไฟเบอร์ ตู้คอนเทนเนอร์ และอื่น ๆ ดังรูปที่ 3.6-3.11

รูปที่ 3.6 การเลี้ยงปลาดุกในบ่อดิน
ที่มา: สำนักงานประมงจังหวัดยะลา (2562)

รูปที่ 3.7 การเลี้ยงปลาดุกในบ่อไฟเบอร์
ที่มา: สำนักงานประมงจังหวัดยะลา (2562)

รูปที่ 3.8 การเลี้ยงปลาดุกในบ่อซีเมนต์
ที่มา: แผนกวิชาเทคโนโลยีการประมง ม.อ.ปัตตานี

รูปที่ 3.9 การเลี้ยงปลาดุกในบ่อผ้ายาง
ที่มา: แผนกวิชาเทคโนโลยีการประมง ม.อ.ปัตตานี

รูปที่ 3.10 การเลี้ยงปลาดุกในบ่อพลาสติก
ที่มา: บ้านน้อย.คอม (2562)

รูปที่ 3.11 การเลี้ยงปลาดุกในระบบน้ำหมุนเวียน
ที่มา: ประพัฒน์ (2562)

3.1.1 การเลี้ยงในบ่อซีเมนต์และบ่อพลาสติก

บ่อซีเมนต์ใช้พื้นที่น้อย ทนทาน สามารถเลี้ยงได้ทุกที่ ส่วนบ่อพลาสติก ความทนทานจะน้อยกว่าบ่อซีเมนต์ แต่ต้นทุนในการลงทุนต่ำกว่า อีกทั้งการก่อสร้างง่ายกว่า และใช้เวลาน้อยกว่าบ่อซีเมนต์ สามารถเลี้ยงเพื่อการบริโภคในครัวเรือน เสริมรายได้ รวมทั้งเลี้ยงเพื่อการค้า เนื่องจากปลาดุกเป็นปลาที่มีความทนทานค่อนข้างมาก จึงเหมาะกับการเลี้ยงทั้งในบ่อพลาสติกและบ่อซีเมนต์ โดยระยะเวลาในการเลี้ยง รุ่นละประมาณ 90-120 วัน ปลาดุกเป็นปลาที่อดทนต่อสภาพน้ำได้ดี สามารถเลี้ยงดูแลรักษาได้สะดวก สามารถนำมาบริโภคในครัวเรือน และส่วนที่เหลือยังนำไปจำหน่ายได้ (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562; บางกอกทูเดย์, 2560)

3.1.1.1 การเลือกสถานที่สร้างบ่อเลี้ยงปลา

บ่อควรอยู่ใกล้บ้าน หรือพื้นที่สามารถดูแลได้สะดวก และควรอยู่ในร่มหรือมีหลังคา เพราะปลาดุกไม่ชอบแสงแดดจัด อีกทั้งหลังคายังป้องกันเศษใบไม้ลงสู่บ่อ ซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำเสียได้ และควรมีแหล่งน้ำสำหรับเปลี่ยนถ่ายน้ำได้สะดวกเพียงพอ (บริษัท เบทาโกร จำกัด มหาชน, 2562)

3.1.1.2 การสร้างบ่อ และการเตรียมบ่อ

1) บ่อซีเมนต์

ขนาดบ่อมีความหลากหลายขึ้นกับปริมาณการผลิตและวัตถุประสงค์ในการเลี้ยง เช่น ใช้ท่อคอนกรีตเป็นบ่อเลี้ยงขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร สูงประมาณ 0.4-0.5 เมตร) บ่อสี่เหลี่ยมขนาดความจุ 9 ลูกบาศก์เมตร (กว้าง 1.5 เมตร ยาว 4 เมตร ลึก 1.5 เมตร) หรือคอนกรีตขนาดอื่น ๆ ตามความเหมาะสมตามกำลังผลิตที่ต้องการ พื้นที่ก่อสร้างบ่อควรมีความสามารถในการรับน้ำหนัก ตามขนาดของบ่อ การก่อสร้างผนังบ่อ และพื้นบ่อควรใส่สารกันรั่วซึมและมีท่อระบายน้ำเพื่อช่วยในการถ่ายเทน้ำ

การเตรียมบ่อจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ สำหรับบ่อซีเมนต์ใหม่ จะต้องทำการปรับสภาพบ่อก่อน โดยใส่น้ำให้เต็มบ่อ และใส่หยวกกล้วยลงไปแช่ทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ เพื่อลดความเป็นด่างจากฤทธิ์ของปูนซีเมนต์ จากนั้นล้างบ่อให้สะอาดและตากบ่อให้แห้ง ส่วนบ่อซีเมนต์เก่า ให้ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำด่างทับทิม โดยสาดทั่วบ่อ และตากบ่อให้แห้ง (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

2) บ่อพลาสติก

บ่อพลาสติกมีหลากหลายขนาด นอกจากนี้ปัจจุบันยังมีวัสดุที่ใช้แทนพลาสติกได้ เช่น ยางพารา เป็นต้น (รูปที่ 3.12) พลาสติกหรือวัสดุทำบ่อ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ พลาสติกเป็นแผ่นสำหรับปูพื้นบ่อ และบ่อพลาสติกที่ขึ้นรูปสำเร็จ พร้อมใช้งานหรือติดตั้งในพื้นที่เลี้ยงที่ต้องการ โดยบ่อพลาสติกหรือบ่อยางพาราสำเร็จรูป สามารถหาซื้อได้ในตลาดทั่วไป ขนาด

ของบ่อมีความหลากหลาย เช่น บ่อสี่เหลี่ยมขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร (กว้าง 2 เมตร ยาว 4 เมตร ลึก 1 เมตร) เป็นต้น

เตรียมพื้นที่เพื่อดำเนินการสร้างบ่อ เริ่มโดยการปรับพื้นที่และรองพื้นด้วยทราย (กรณีเป็นบ่อลอย) หรือเตรียมพื้นที่โดยขุดบ่อดินให้เป็นรูปแบบที่ต้องการ แล้วปูแผ่นพลาสติกทับพื้นบ่อ (กรณีเป็นบ่อจม) การสร้างบ่อพลาสติกแบบบ่อลอย จำเป็นต้องมีโครงคร่าวไม้หรือเหล็ก ทำหน้ารับน้ำหนักและแรงดันของน้ำที่กระทำต่อผนังบ่อ ในบางกรณี เพื่อประหยัดรายจ่ายโครงบ่ออาจขุดดินเดิมให้ลึกลงในดินส่วนหนึ่งประมาณครึ่งหนึ่งของความลึกบ่อเลี้ยง และใช้กระสอบบรรจุทรายเรียงเป็นกำแพงเพื่อรองรับบ่อส่วนหนึ่งที่อยู่เหนือพื้นดินเดิม จากนั้นจึงปูทับด้วยพลาสติก หรือนำบ่อพลาสติกสำเร็จรูปวางลงในพื้นที่ ๆ เตรียมไว้

สำหรับบ่อพลาสติกหรือวัสดุอื่น ๆ ที่เทียบเคียงพลาสติก ควรตรวจสอบรอยรั่วหรือรอยฉีกขาดก่อนการใช้งาน พลาสติกที่ใช้ควรแช่น้ำก่อน 2-3 วัน และล้างทำความสะอาดด้วยฟองน้ำหรือวัสดุที่ไม่ทำให้พลาสติกชำรุดเสียหาย และเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) กรณีบ่อยางพารา ควรหลีกเลี่ยงไม่ให้บ่อสัมผัสแดดโดยตรง และควรล้างทำความสะอาดบ่อก่อนการใช้งานเช่นเดียวกับบ่อพลาสติก แช่น้ำในบ่อประมาณ 2-3 วัน แล้วถ่ายทิ้ง จากนั้นเติมน้ำสำหรับใช้ในการเลี้ยงปลา

รูปที่ 3.12 การสร้างโครงบ่อและบ่อยางพาราสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำ

3.1.2 น้ำที่ใช้ในการเลี้ยง

น้ำที่ใช้เลี้ยง สามารถใช้น้ำประปา น้ำบาดาล หรือน้ำจากแหล่งน้ำทั่วไป กรณีน้ำประปา ควรพักน้ำไว้ระยะหนึ่งเพื่อลดสารพิษที่ตกค้าง เช่น คลอรีนในน้ำ หรือสารละลายอื่น ๆ ที่อาจเป็นพิษกับสัตว์น้ำ ส่วนน้ำบาดาล อาจมีสารอันตราย เช่น สนิมเหล็ก เป็นต้น ส่วนน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ มีข้อพึงระวังคือ ไม่ควรใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่มีสารเคมีเจือปน ไม่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำเสีย และระวังศัตรูปลาที่อาจปนมากับน้ำที่นำมาใช้ (ดัดแปลงจากสำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

3.1.3 การขนส่งลูกปลา

การขนส่งลูกปลาในระยะไกล ควรใช้ยาเหลือง ความเข้มข้น 0.5 กรัม/น้ำ 1,000 ลิตร เพื่อลดปริมาณเชื้อแบคทีเรีย หรืออาจใช้เกลือแกงร่วมด้วย ในอัตรา 0.5-1 กิโลกรัม/น้ำ 1,000 ลิตร เพื่อชดเชยการสูญเสียเกลือแร่และลดความเป็นพิษจากการขับถ่ายระหว่างขนส่ง นอกจากนี้ ควรงดอาหารก่อนการขนส่งอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อลดการขับถ่ายของปลาระหว่างขนส่ง (บริษัท เบทาโกร จำกัด มหาชน, 2562)

3.1.4 อัตราการปล่อยปลาลงเลี้ยง

1) บ่อซีเมนต์

ความหนาแน่นในการปล่อยขึ้นอยู่กับขนาดลูกปลา เช่น ปลาเริ่มเลี้ยงความยาวลำตัว 5-7 ซม. อัตราประมาณ 40-100 ตัว/ตารางเมตร (ดัดแปลงจากบริษัท เบทาโกร จำกัด มหาชน, 2562; สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เสริมประกอบการเลี้ยงและทักษะในการจัดการของผู้เลี้ยง ก่อนปล่อยปลาลงเลี้ยงควรใส่เกลือแกงประมาณ 200 กรัม (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) เพื่อช่วยปรับสภาพน้ำระดับน้ำที่ปล่อยปลาครั้งแรก

10-15 ซม. ควรปล่อยในตอนเช้าโดยนำถุงปลาที่จะปล่อยลงเลี้ยงแช่ในบ่อประมาณ 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิน้ำในถุงปลา และน้ำในบ่อให้ใกล้เคียงกัน ป้องกันปลาตาย และควรมีวัสดุให้ปลาหลบซ่อน เช่น ท่อพีวีซี หรือกระบอกไม้ไผ่ มีการคัดขนาดปลา เมื่ออายุประมาณ 15-20 วัน และควรมีวัสดุช่วยบังแสงแดด (บริษัท เบทาโกร จำกัด มหาชน, 2562)

2) บ่อปูพลาสติก

การปล่อยปลาควรตรวจดูสภาพของปลาให้อยู่ในลักษณะแข็งแรงเช่น ลักษณะสี ขนาดตัวเท่า ๆ กัน ไม่แตกต่างกันมาก และไม่มีแผลภายนอก ควรมีการปรับสภาพอุณหภูมิในถุงกับ และในบ่อให้เท่ากัน แช่ถุงปลาไว้ประมาณ 15-20 นาที ในบ่อที่จะปล่อยปลาลงเลี้ยง แล้วจึงค่อย ๆ ปล่อยปลา เวลาปล่อยควรปล่อยในเวลาเช้าหรือเย็น หรือในสภาพภูมิอากาศที่ไม่ร้อนจัด การปล่อยวันแรกไม่ควรให้อาหาร จะให้อาหารในวันถัดไป อัตราในการปล่อยที่เหมาะสม ควรปล่อยในอัตรา 40-100 ตัวต่อตารางเมตร หรือตามพื้นที่ของปริมาตรน้ำเพื่อง่ายต่อการดูแล การปล่อยในระดับที่หนาแน่นจนเกินไปจะทำให้ปลาเกิดโรคได้ และโตช้า (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

3.1.5 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ

ระยะเริ่มต้นในการเลี้ยง ระดับความลึกของน้ำในบ่อประมาณ 30 ซม. เมื่อเลี้ยงปลาโตขึ้นควรเพิ่มน้ำอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ครั้งละประมาณ 10 ซม. จนในเดือนที่ 2-3 ควรมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำในบ่อ หรือถ่ายน้ำอาทิตย์ละ 2-3 ครั้ง พร้อมดูด และตักเศษอาหารหรือสิ่งปฏิกูลออกทุกครั้ง ควรใส่เกลือทุกครั้งที่ถ่ายน้ำออก แต่ในการเลี้ยงอาจมีการระเหยของน้ำ ควรมีการเติมน้ำหรือค่อย ๆ เติมตามความเหมาะสม (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร , 2562)

3.1.6 อาหาร และการให้อาหาร

เมื่อปล่อยปลาควรให้อาหารวันละ 2 มื้อ ในเวลาเช้า และเย็น ให้อาหารประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน หรือให้จนอิ่ม (บริษัท เบทาโกร จำกัด มหาชน, 2562) โดยอาหารแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

1) อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ โดยอาหารปลาดุกเล็กในระยะแรก (ลูกปลาขนาดความยาว 5-7 ซม.) เมื่อปลามีขนาดโตขึ้น ก็เริ่มให้อาหารปลาดุกรุ่นเบอร์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับขนาดปลา (บริษัท เบทาโกร จำกัด มหาชน, 2562)

2) อาหารสด เช่น ปลวก แมลงต่าง ๆ มะละกอ กล้วย ฟักทอง เป็นต้น (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

3.1.7 การจัดการระหว่างการเลี้ยง

ในการเลี้ยง ควรมีการสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของปลา รวมทั้งคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง ควรมีการสุ่มชั่งน้ำหนักปลาในระหว่างการเลี้ยงเป็นระยะๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบอัตราการเจริญเติบโตของปลาว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมหรือไม่ และใช้ข้อมูลดังกล่าวการปรับการให้อาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของปลา (บริษัท เบทาโกร จำกัด มหาชน, 2562) ขนาดของปลา และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เมื่อปลาเจริญเติบโตถึงช่วงอายุต่าง ๆ จะแตกต่างกัน (ตารางที่ 3.1) ทั้งนี้ขึ้นกับการจัดการ คุณภาพน้ำ และปัจจัยอื่น ๆ ฉะนั้น ระหว่างการเลี้ยงจำเป็นต้องมีการคัดขนาดปลาเป็นระยะ ๆ โดยแยกปลาขนาดเดียวหรือใกล้เคียงกัน ให้อยู่ในบ่อเดียวกัน หรืออาจระบายปลาขนาดใหญ่ไปขาย หรือบริโภคในครัวเรือน

ตารางที่ 3.1. ขนาดปลาดุกและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกในระยะเวลาการเลี้ยงต่าง ๆ

ความยาวลูกปลา (ซม.)	ระยะเวลาเลี้ยง (วัน)	ขนาดปลา (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)
5.64	32	38.76	1.10
5.64	43	52.00	1.37

ความยาวลูกปลา (ซม.)	ระยะเวลาเลี้ยง (วัน)	ขนาดปลา (กรัม/ตัว)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)
5.64	49	52.63	1.61
5.64	56	73.81	1.44
5.64	72	117.14	1.45
8.18	86	161.54	1.41

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท เบทาโกร จำกัด มหาชน (2562)

3.1.8 โรคและรักษาโรค

การเกิดโรคในขณะเลี้ยง มักเกิดจากคุณภาพในบ่อไม่ดี เนื่องจากการให้อาหารมากจนเกินไป อาหารเหลือเกิดการหมักหมม และทำให้เน่าเสียจึงส่งผลทำให้คุณภาพน้ำในบ่อไม่ดี เพราะฉะนั้นการป้องกันโรคขั้นต้นทำได้โดยหยุดให้อาหารเมื่อเห็นว่าปลาไม่กินอาหารควร เพราะปลาดุกชอบกินอาหารใหม่ ไม่ควรสต็อก อาหารมากเกินไป เพราะจะเป็นอาหารค้างเก่าหรือหมดอายุ การให้อาหารเป็นเวลา และไม่มากจนเกินไป จะช่วยรักษาคุณภาพน้ำให้เหมาะสม นอกจากนี้ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำเป็นระยะ ๆ เพื่อป้องกันน้ำเสีย (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) โรคปลาดุก และการรักษาสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1.8.1 โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

1) โรคตัวด่าง ปลาที่เป็นโรคนี้จะมีแผลด่างขาวตามลำตัว มักเกิดกับปลาหลังการย้ายบ่อ การลำเลียงหรือการขนส่งปลาไปเลี้ยง ปลาที่เป็นโรคนี้จะมีการตายจำนวนมาก และรวดเร็วภายใน 24-28 ชั่วโมง การป้องกัน และรักษาใช้ด่างทับทิม 1-3 กรัม/น้ำ 1,000 ลิตร หรือ ใช้ฟอร์มาลีน 40-50 มิลลิลิตร/น้ำ 1,000 ลิตร แช่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2) โรคแผลตามตัว เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียชนิดที่ทำลายเม็ดเลือดแดง อาการในระยะเริ่มแรกของโรคนี้ บริเวณที่ติดเชื้อจะบวม และมีสีแดงต่อมาผิวหนังจะเริ่มเปื่อย และมีแผลลึกลงไปจนเห็นกล้ามเนื้อ โดย

แผลจะกระจายทั่วตัว และเป็นสาเหตุทำให้ปลาติดเชื้อราต่อไปได้ การป้องกันและรักษาใช้ยาต้านจุลชีพ ชนิดซัลฟาไตรเมทโทรพริม อัตราส่วน 1-2 มิลลิกรัม/น้ำ 1 ลิตร แช่ 2-3 วัน หรือใช้ยาต้านจุลชีพ ชนิดออกซี่เตตร้าซัยคลิน อัตราส่วน 10-30 มิลลิกรัม/น้ำ 1 ลิตร แช่ 3-4 ครั้ง นาน 1-2 วัน

3) โรคครีบ-หางกร่อน ปลาป่วยระยะแรกจะเกิดการกร่อยตรงบริเวณปลายครีบและครีบ จากนั้นค่อยๆ ลามเข้าไปจนดูเหมือนว่าครีบมีขนาดเล็กลง ในบางครั้งครีบจะกร่อนไปจนหมด การป้องกัน และรักษาใช้ยาต้านจุลชีพ ชนิดซัลฟาไตรเมทโทรพริม อัตราส่วน 1-2 มิลลิกรัม/น้ำ 1,000 ลิตร แช่ 2-3 วัน

4) โรคท้องบวม อาการบวมของปลาที่เป็นโรคนี้ มี 2 สาเหตุคือ สาเหตุจากกระเพาะหรือลำไส้มีก๊าซปริมาณมาก หรือมีเลือดปนน้ำเหลืองในท้อง การป้องกันและรักษาใช้ยาต้านจุลชีพ ชนิดออกซี่เตรตร้าซัยคลิน อัตราส่วน 10-30 มิลลิกรัม/น้ำ 1 ลิตร แช่ 3-4 ครั้ง นาน 1-2 วัน การฆ่าเชื้อในบ่อปลาหลังสูบน้ำออกโดยใช้ปูนขาวโรยให้ทั่วบ่อ ไม่ควรเลี้ยงปลาในปริมาณที่แน่นจนเกินไป และควรให้อาหารอย่างเหมาะสม

3.1.8.2 โรคที่เกิดจากพยาธิภายนอก

1) โรคจุดขาวหรือโรคอิ๊ก เกิดจากพวกโปรโตซัวจำพวกพยาธิเซลล์เดียวชนิดหนึ่ง มีรูปร่างกลมรี ขนาด 50-100 ไมครอน มีขนรอบตัวมีนิวเคลียสรูปเกือกม้า เกาะตามตัวปลา และฝังเข้าไปใต้ผิวหนังเป็นจุดขาวๆ เมื่อปรสิตเจริญเติบโตเต็มที่จะหลุดออกจากตัวปลาไปเกาะตามพื้น สร้างเกราะหุ้มตัว แบ่งเซลล์เป็นตัวอ่อน เมื่อเซลล์แตกตัว ตัวอ่อนจะว่ายน้ำไปเกาะทำลายผิวลำตัวและซี่เหงือกของปลา ทำให้ปลาอ่อนแอ และตายอย่างรวดเร็ว โรคนี้สามารถแพร่กระจายไปยังบ่อใกล้เคียงได้เร็วมาก ส่วนใหญ่จะพบในปลาวัยอ่อน พบจุดขาวเล็กกลมเท่าปลายเข็มหรือเล็กกว่าหัวเข็มหมุดกระจายอยู่ตามลำตัว ช่องปาก หรือเหงือก ปลาจะขับเมือกออกมามาก มีสีผิวซีด ครีบเปื่อย ว่ายน้ำเชื่องช้า และมีอัตราการตายสูงมากภายใน 2-3 วัน การป้องกัน และรักษาใช้

ฟอร์มาลีน 25 มิลลิลิตร/น้ำ 1,000 ลิตร สาดให้ทั่วบ่อ รวมทั้งบ่อที่อยู่ใกล้กัน เป็นเวลา 3 วันติดต่อกันหรือใช้ฟอร์มาลีน 200 มิลลิลิตร/น้ำ 1,000 ลิตร แช่นาน 1 ชั่วโมง จะได้ผลหลังให้ยาแล้ว 6 ชั่วโมง

2) โรคเกิดจากเห็บระฆัง เกิดจากโปรโตซัวเกาะตามผิวตัว และเหงือกของปลา ซึ่งสร้างความระคายเคืองให้แก่ปลา และทำให้เป็นแผลตกเลือดขนาดเล็ก กระจายอยู่ตามผิวตัว ในปลาที่เป็นมากจะมีครีบและผิวตัวเปื่อย ปลาจะมีอาการลอยตัว เหงือกซีด ผิวตัว ครีบ และรอบปากเปื่อย มีคราบขาว ๆ เกาะตามผิวตัวปลา มักเกิดกับปลาวัยอ่อนหรือปลาที่เครียด ซึ่งทำให้เกิดการตายที่รุนแรง การป้องกัน และรักษาใช้ฟอร์มาลีน 25 มิลลิลิตร/น้ำ 1,000 ลิตร สาดให้ทั่วบ่อ รวมทั้งบ่อที่อยู่ใกล้กันเป็นเวลา 3 วันติดต่อกันหรือใช้ฟอร์มาลีน 200 มิลลิลิตร/น้ำ 1,000 ลิตร แช่นาน 1 ชั่วโมง จะได้ผลหลังให้ยาแล้ว 6 ชั่วโมง

3.1.8.3 โรคที่เกิดจากเชื้อรา

เชื้อราไม่ได้เป็นสาเหตุโดยตรงของโรค แต่เป็นอาการแทรกซ้อนกรณีปลาอ่อนแอหรือมีบาดแผลบริเวณลำตัว มักเกิดร่วมกับโรคอื่น ๆ หลังจากที่ปลาเกิดเป็นแผลเรื้อรังแล้ว โดยลักษณะปลาที่ติดเชื้อราจะมีลักษณะเป็นปุยขาว ๆ ปนเทา คล้ายสำลีปกคลุมอยู่ การป้องกันและรักษาปลาที่เกิดโรคสาเหตุมาจากคุณภาพน้ำในบ่อไม่ดี จึงต้องมีการควบคุมคุณภาพในบ่อเลี้ยงให้ดี

3.2 การเลี้ยงปลาหมอไทย

ปลาหมอไทย (ในรูปที่ 3.13) สามารถพบได้ในแม่น้ำ หนอง บึง และแหล่งน้ำทั่วไป เป็นปลาที่มีความทนต่อปริมาณที่มีน้ำน้อย ๆ หรือขาดน้ำได้เป็นเวลานานกว่าปลาชนิดอื่น ๆ ปลาหมอหนึ่งตัวสามารถแพร่พันธุ์ และวางไข่ได้จำนวนมาก เป็นปลากินพืช และกินเนื้อที่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในเวลาไม่กี่เดือน สามารถปรับตัวให้กับสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำกร่อย หรือน้ำเค็มได้อย่างดี เกษตรกรจึงหันมาเลี้ยงปลาหมอไทยเพิ่มมากขึ้น เพราะสามารถเลี้ยง

ได้ในอ่างเก็บน้ำ นาข้าว และเลี้ยงผสมรวมกับปลาชนิดอื่นได้ดี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) นอกจากนี้สามารถเลี้ยงในที่กักขังได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งบ่อดิน บ่อคอนกรีต บ่อพลาสติก ตลอดจนบ่อยางพารา เหมาะกับการเลี้ยงทั้งเชิงธุรกิจและการบริภคในครัวเรือน แม้ว่าการเลี้ยงปลาในบ่อดินจะมีข้อดีในแง่ของการได้อาหารจากธรรมชาติ ซึ่งมีส่วนช่วยให้ปลาเจริญเติบโตดีขึ้น แต่หากมีข้อจำกัดของพื้นที่ การลงทุนสร้างบ่อซีเมนต์หรือบ่อรูปแบบอื่น ๆ ก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ เช่น การเลี้ยงบ่อปูน หรือบ่อผ้าใบ อาจจะมีข้อดีในแง่ของการควบคุมและการจัดการระหว่างการเลี้ยงที่ง่ายกว่า และใช้พื้นที่เลี้ยงน้อยกว่า เป็นต้น

รูปที่ 3.13 ปลาหมอไทย
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2562)

3.2.1 การเลือกสถานที่เลี้ยงปลา

บ่อควรอยู่ใกล้บ้าน หรือที่สามารถดูแลได้สะดวก และอยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อให้แน่ใจว่ามีน้ำเพียงพอตลอดทั้งปี (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพัทลุง, 2561) ส่วนการสร้างบ่อ การเตรียมบ่อ และการเตรียมน้ำใช้วิธีการเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในเรื่องการเลี้ยงปลาดุก

3.2.2 อัตราการปล่อยปลา

สำหรับลูกปลาขนาด 2-3 ซม. สามารถปล่อยลงเลี้ยงในอัตรา 30-50 ตัว/ตร.ม. สำหรับผู้เลี้ยงที่มีประสบการณ์น้อย อาจปล่อยในระดับความหนาแน่นน้อยลง เพื่อที่จะดูแล และจัดการง่ายขึ้น (พลังเกษตร, 2562)

3.2.3 การเปลี่ยนถ่ายน้ำและการดูแลระหว่างการเลี้ยง

แม้ปลาหมอจะเลี้ยงง่าย ทนต่อสภาพน้ำ แต่ก็ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เพื่อให้ปลาเจริญเติบโตได้ดี และกินอาหารได้มากขึ้น โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณเดือนละ 2-3 ครั้ง ครั้งละ 1 ใน 3 ของปริมาณน้ำในบ่อ เพื่อให้ปลาปรับตัวได้ง่าย และประหยัดน้ำได้มากกว่าเปลี่ยนหมดทั้งบ่อ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพัทลุง, 2561) ลักษณะการเลี้ยงเหมือนกับการเลี้ยงปลาดุก เลี้ยงให้น้ำมีสีเขียวข้นแต่ไม่ใช่เน่าเพื่อให้ปลามีการเจริญเติบโตดีขึ้น ถ้าน้ำข้นมากก็ให้เติมน้ำให้น้ำล้นออก(สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) กรณีมีน้ำในปริมาณเพียงพอทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพ อาจเลี้ยงโดยใช้ระบบน้ำไหลผ่าน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ปลารู้สึกว่าได้น้ำใหม่ตลอดเวลา ลดปัญหาคุณภาพน้ำ ทำให้ปลากินอาหารดีขึ้น และส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตปลาดีขึ้นตามไปด้วย (พลังเกษตร, 2562)

3.2.4 อาหาร และการให้อาหาร

เมื่อปล่อยปลาแล้ว ให้กินอาหารเม็ดเล็ก ประมาณ 1 เดือน ให้ 3 มื้อต่อวัน จากนั้นในช่วงเดือนที่ 2 ก็เริ่มให้เกินอาหารปลาดุกเล็กขนาดพิเศษ จากนั้นค่อยๆ เปลี่ยนขนาดของอาหาร ตามความเหมาะสมของขนาดของปลาใช้อาหารปลาดุกเลี้ยงไปประมาณ 2-3 เดือน จากนั้นเมื่อเข้าเดือนที่ 4-5 ให้เปลี่ยนเป็นอาหารสดเช่น ไส้ปลา ไส้ไก่ ปลาเป็ด หัวไก่นำมาบด และผสมกับรำให้ปลากินแทนอาหารสำเร็จรูปเพื่อลดต้นทุนจากอาหาร 3 มื้อให้ลดลงเหลือ 2 มื้อ มื้อเช้าให้อาหารเม็ด มื้อเย็นให้อาหารสดให้เลี้ยงในลักษณะนี้ 5-6 เดือน ปลาหมอก็จะมีน้ำหนักตัว 5-7 ตัว/กิโลกรัม(สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) การเลี้ยงปลาหมอ สามารถใช้อาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียวในปริมาณ 3-5 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักตัว เช่น ใช้อาหารปลาดุกที่มีขายตามท้องตลาด โดยลูก

ปลาอายุ 1-2 เดือน ให้อาหารปลาดุกเล็กเบอร์ 1 จำนวน 3 ครั้ง/วัน ปลาอายุ 2 เดือนขึ้นไป ให้อาหารเบอร์ 2 จำนวน 2 ครั้ง/วัน เมื่อปลามีขนาดใหญ่ขึ้น สามารถเลือกเบอร์อาหารที่ใหญ่ขึ้น ทั้งนี้การเปลี่ยนขนาดอาหาร ไม่ควรเปลี่ยนแบบทันทีทันใด แต่ต้องมีการผสมอาหารระหว่างสองเบอร์ที่เกี่ยวเนื่องกัน เช่น เปลี่ยนจากอาหารเบอร์ 2 เป็นเบอร์ 3 ให้ผสมอาหารเบอร์ 2 และเบอร์ 3 ให้ปลากินระยะหนึ่ง แล้วค่อยเปลี่ยนเป็นอาหารเบอร์ 3 เพียงอย่างเดียว ปริมาณการให้อาหารต่อวัน ควรจะให้กินจนปลาอิ่ม เพื่อป้องกันการกินกันเอง โดยสังเกตจากพฤติกรรมการกินอาหาร ถ้าปลาเริ่มไม่ค่อยกินอาหาร หรืออาหารเม็ดที่ให้เริ่มลอยที่ผิวน้ำ โดยปลาไม่ขึ้นมาฮุบ ก็เป็นเครื่องบ่งชี้ว่าปลาเริ่มอิ่ม จำนวนมื้อในการให้ ก็มีการปรับเปลี่ยนได้ อาจปรับเปลี่ยนจาก 2-3 มื้อ/วัน หรือตามความเหมาะสม การให้อาหารครั้งละน้อย ๆ แต่บ่อยครั้ง เช่น ให้ 4 ครั้ง/วัน โดยให้จนปลากินอิ่ม ก็มีส่วนช่วยให้ปลาเจริญเติบโตดีขึ้น

3.2.5 ผลผลิตและระยะเวลาในการเลี้ยง

ผลผลิตจากการเลี้ยงในบ่อปูนขนาด 40 ตารางเมตร โดยปล่อยลูกปลาในอัตรา 50 ตัว/ตารางเมตร ได้ระยะเวลาเลี้ยง 4-5 เดือน ได้ผลผลิต 360 กิโลกรัม (ประมาณ 9 กก./ตร.ม.) ราคาจำหน่ายประมาณ 70 บาท/กก. (พลังเกษตร, 2562) ทั้งนี้ราคาผลผลิตแตกต่างกันตามขนาดของปลา และพื้นที่ ราคาขายส่งสำหรับปลาขนาดเล็ก (7-9 ตัว/กก.) ประมาณ 40 บาท/กก. ปลาขนาดกลาง (4-5 ตัว/กก) ประมาณ 60 บาท/กก. ปลาขนาดใหญ่ (2-3 ตัว/กก.) ประมาณ 80 บาท/กก. เป็นต้น ส่วนราคาขายปลีก ก็อาจสูงถึง 150 บาท/กก. สำหรับปลาขนาดใหญ่ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพัทลุง, 2561)

3.2.6 โรคและการรักษาโรค ซึ่งโรคปลาหมอไทยที่พบบ่อย มีดังนี้ (ปศุสัตว์, 2562)

3.2.6.1 โรคตกเลือดซอกเกล็ด เกิดจากเชื้อปรสิตเซลล์เดียว (*Epistylis* sp.) ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มร่วมกับเชื้อแบคทีเรีย ปลาหมอที่เป็นโรคนี้

จะมีอาการเกิดแผลสีแดงเป็นจ้ำ ๆ ตามลำตัว พบมากบริเวณครีบ และซอกเกล็ด หากเป็นมากจะทำให้เกล็ดหลุดหรือติดเชื้อราร่วมด้วยจนเป็นโรคเกล็ดพองได้

3.2.6.2 โรคเกล็ดพอง เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ปลาหมอที่เป็นโรคนี้จะมีอาการเกล็ดพองตามลำตัว หรือเกล็ดตั้งอ้าออก มีอาการตกเลือดตามฐานซอกเกล็ด ร่วมด้วยกับลำตัวบวมโต

3.2.6.3 โรคแผลตามลำตัว เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่เข้าทำลายเม็ดเลือดแดง ปลาหมอที่เป็นโรคนี้จะมีอาการเกล็ดหลุด และผิวหนังเปื่อยลึกมองเห็นเนื้อด้านใน แผลมีการกระจายทั่วลำตัว และมักพบการติดเชื้อราร่วมด้วย เช่น โรค Epizootic Ulcerative Syndrome ซึ่งพบแผลมีเส้นใยของเชื้อราฝังอยู่

3.2.6.4 โรคจุดขาว เกิดจากเชื้อโปรโตซัว (*Ichthyophthirius inultifilis*) เข้ากัดกินเซลล์ผิวหนัง ปลาหมอที่เป็นโรคนี้จะมีอาการปรากฏจุดขาวขุ่น ขนาดเท่าหัวเข็มหมุดบริเวณลำตัว และครีบ

3.3 การเลี้ยงปลานิลในบ่อซีเมนต์/คอก

ปลานิล (*Tilapia nilotica*) (ในรูปที่ 3.14) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจนับตั้งแต่ปี 2508 เป็นต้นมา สามารถเลี้ยงได้ในทุกสภาพการเพาะเลี้ยงระยะเวลา 1 ปี มีอัตราการเติบโต ถึงขนาด 500 กรัม รสชาติดี นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวาง ปลานิลที่ตลาดต้องการจะมีน้ำหนัก ตัวละ 200-300 กรัม จากคุณสมบัติของปลานิลซึ่งเลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว แต่ปัจจุบันปลานิลพันธุ์แท้ค่อนข้างจะหายาก กรมประมงจึงได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ปลาให้ได้ปลานิลที่มีลักษณะสายพันธุ์ดี อาทิ การเจริญเติบโต ปริมาณความดกของไข่ ผลผลิต และความต้านทานโรค เป็นต้น ดังนั้น ผู้เลี้ยงปลานิล จะได้มีความมั่นใจในการเลี้ยงปลานิล เพื่อเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำให้เพียงพอต่อการบริโภคต่อไป (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเขต 5 สุราษฎร์ธานี, 2562)

รูปที่ 3.14 ปลานิล
ที่มา: ปศุสัตว์.คอม (2562)

นอกเหนือจากการเลี้ยงในบ่อดิน ปลานิลยังสามารถเลี้ยงในคอก กระชัง รวมทั้งที่กักขังในรูปแบบอื่น เช่น บ่อคอนกรีต บ่อผ้าใบ เป็นต้น ซึ่งการเลี้ยงในกระชังและบ่อคอนกรีตหรือบ่อผ้าใบ จะให้ผลผลิตในระดับที่ไม่แตกต่างกันมาก หากมีการจัดการคุณภาพน้ำและการดูแลระหว่างการเลี้ยงที่ดี

3.3.1 การเลือกสถานที่เลี้ยงปลา

บ่อควรอยู่ใกล้บ้าน หรือที่สามารถดูแลได้สะดวก และอยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อให้แน่ใจว่ามีน้ำเพียงพอตลอดทั้งปี(ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพัทลุง, 2561**)** ส่วนการสร้างบ่อ การเตรียมบ่อ และการเตรียมน้ำใช้วิธีการเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในเรื่องการเลี้ยงปลาดุก เนื่องจากการเตรียมการเลี้ยงในบ่อคอนกรีต หรือบ่อพลาสติกใช้หลักการเดียวกัน

3.3.2 อัตราการปล่อยปลาลงเลี้ยง

การปล่อยปลาควรตรวจดูสภาพของปลาให้อยู่ในลักษณะแข็งแรงเช่น ลักษณะสี ขนาดตัวเท่าๆ กัน ไม่แตกต่างกันมาก และไม่มีแผลภายนอก ควรมีการปรับสภาพอุณหภูมิในถุงกับ และในบ่อให้เท่ากัน แช่ถุงปลาไว้ประมาณ 15-20 นาที ในบ่อที่จะปล่อยปลาลงเลี้ยง แล้วจึงค่อยๆ ปล่อยปลา

เวลาปล่อยควรปล่อยในเวลาเช้าหรือเย็น หรือในสภาพภูมิอากาศที่ไม่ร้อนจัด การปล่อยวันแรกไม่ควรให้อาหาร จะให้อาหารในวันถัดไป อัตราในการปล่อยที่เหมาะสมพันธุ์ปลานิลขนาด 50 กรัม ควรปล่อยในอัตรา 50–100 ตัว/ลบ.ม. (กรมชลประทาน, 2560) เลี้ยงนาน 3 เดือน จะได้ปลานิลน้ำหนักประมาณ 300-500 กรัม/ตัว (ปฐมพงษ์ และคณะ, 2557) อย่างไรก็ตาม การปล่อยปลาในอัตราความหนาแน่นลดลงจะช่วยให้การจัดการง่ายขึ้น

3.3.3 การเปลี่ยนถ่ายน้ำและการดูแลระหว่างการเลี้ยง

ควรมีการตรวจสอบกระชังเพื่อซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดทุก ๆ 2 สัปดาห์ รวมทั้งสุ่มปลามาตรวจสอบการเจริญเติบโต เพื่อปรับปริมาณอาหารที่ให้อย่างเหมาะสม และตรวจสอบโรค (กรมชลประทาน, 2560) ควรมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำในบ่อ หรือถ่ายน้ำอาทิตย์ละ 2-3 ครั้ง พร้อมดูดและตักเศษอาหารหรือสิ่งปฏิกูลออกทุกครั้ง แต่ในการเลี้ยงอาจมีการระเหยของน้ำ ควรมีการเติมน้ำหรือค่อยๆ เติมตามความเหมาะสม (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

3.3.4 อาหารและการให้อาหาร

ปลานิลเป็นปลากินพืช และกินเนื้อ กินอาหารได้ทีละน้อย และย่อยได้ช้า จึงควรให้ทีละน้อยแต่บ่อยครั้ง โดยให้อาหารที่มีปริมาณโปรตีนประมาณ 30% ให้ในปริมาณ 3-5% ของน้ำหนักตัว/วัน โดยแบ่งให้ 2-5 ครั้ง/วัน จะช่วยเร่งการเจริญเติบโตของปลานิลได้ดีขึ้น (กรมชลประทาน, 2560)

3.3.5 ผลผลิตและระยะเวลาที่ใช้เลี้ยง

ระยะเวลาเลี้ยงปลานิล ขึ้นกับขนาดปลาที่ปล่อย อัตราความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยง กล่าวโดยรวม หากเริ่มต้นตั้งแต่ปลาเซนต์ (หรือปลาใบมะขาม) ใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 1 ปี จะได้ปลาขนาดประมาณ 0.5 กก./ตัว (ตารางที่ 3.2) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีการปรับปรุงสายพันธุ์ปลานิล รวมทั้งการ

ใช้ปลานิลแปลงเพศ ก็จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตและระยะเวลาเลี้ยงน้อยลง และได้ปลาขนาดใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 3.2 การเจริญเติบโตของปลานิล

อายุปลา (เดือน)	ความยาว(ซม.)	น้ำหนัก(กรัม)
3	10	30
6	20	200
9	25	350
12	30	500

ที่มา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเขต 5 สุราษฎร์ธานี (2562)

ปลานิลเป็นปลาชนิดหนึ่งที่นิยมเลี้ยงในระบบปลูกพืชร่วมกับเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากปลานิลเป็นปลากินพืช สามารถใช้ใบพืชผักที่ไม่ต้องการเป็นอาหารสมทบปลานิลได้ จากการศึกษาของ วีระยุทธ์ และคณะ (2557) ในการเลี้ยงปลานิลร่วมกับการปลูกผักบุ้งจีนในระบบปลูกพืชร่วมกับเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยใช้อัตราส่วนพื้นที่ปลูกผักต่อปริมาตรน้ำในระบบเท่ากับ 1.67 3.33 และ 5.00 ตารางเมตร/ลูกบาศก์เมตร ใช้ปลาขนาดเริ่มต้นเฉลี่ย 32.50 กรัม โดยให้อาหารปลาชนิดเม็ดลอยน้ำ โปรตีน 25% วันละ 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 105 วัน โดยสามารถให้ผลผลิตปลาอยู่ในช่วง 24.18-28.11 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

3.3.6 โรคและการป้องกันรักษาโรค ซึ่งโรคของปลานิลที่พบบ่อย สาเหตุของโรคและการรักษาโรค สามารถสรุปได้ดังนี้ (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ้องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2560)

3.3.6.1 โรคที่เกิดจากแบคทีเรีย

โรคที่เกิดจากแบคทีเรียมีอาการหลากหลาย เช่น ตัวปลาบวมเหลือง ตัวผิดปกติ มีอาการตกเลือดตามอวัยวะต่าง ๆ ปลาขับเมือกออกมามากผิดปกติ ปลามีอาการอักเสบเรื้อรังตามลำตัว ตับ ไต ม้าม ปลาเป็นแผลสีเทาบริเวณลำตัว หลัง แผลลักษณะลึกลงในเนื้อแบบอานม้า ลำตัวคล้ำ ครีบหลังเน่า ว่ายน้ำช้าลงและป่วยตายในที่สุด การแก้ปัญหาเมื่อเกิดโรค ใช้ออกซิเททราไซคลิน 3-5 กรัม ผสมในอาหารปริมาณ 1 กิโลกรัม ให้กินต่อเนื่องอย่างน้อย 1 สัปดาห์ ควรหยุดยาก่อนจับปลาอย่างน้อย 21 วัน เพื่อไม่ให้ตกค้างในเนื้อปลาที่นำมาเป็นอาหาร

3.3.6.2 โรคที่เกิดจากปรสิตภายนอก

ปรสิตภายนอกจะเกาะบริเวณเหงือก ผิวหนัง เกล็ด และครีบ ทำให้เกิดความระคายเคืองหรือกระทั่งเกิดบาดแผล ส่วนพวกที่เกาะบริเวณเหงือกทำให้มีผลต่อระบบการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน (ระบบหายใจ) ทำให้ปลาขาดออกซิเจน และตายได้

1) โปรโตซัว กลุ่มนี้จะเป็นอันตรายต่อลูกปลามากกว่าปลาขนาดใหญ่ พบเกาะบริเวณครีบ เกล็ด เหงือก ชนิดที่พบบ่อย ได้แก่ เห็บระฆัง อิ๊ค อีพิไทลิส เป็นต้น <u>การรักษา</u> ใช้ฟอร์มาลิน ปริมาณ 25-50 ซีซี (มิลลิลิตร) ผสมน้ำ 1 ตัน แช่ตลอดไป ให้อากาศขณะใช้ และควรใส่ในเวลามีแสงแดด

2) ปลิงใส เป็นอันตรายต่อลูกปลามากกว่าปลาขนาดใหญ่ พบเกาะบริเวณเหงือก ครีบ ทำให้เหงือก หนาขึ้น ตกเลือดหรือเกิดอาการ <u>การรักษา</u> ใช้วิธีการเดียวกับโปรโตซัว

3) เห็บปลา หนอนสมอ ปรสิตกลุ่มนี้จะมีอวัยวะที่ปลายแหลมฝังเข้าไปในกล้ามเนื้อปลา เพื่อยึดเกาะหรือ กินเซลล์ เลือด ของปลาเป็นอาหาร ทำอันตรายต่อปลาอย่างรุนแรง อาจทำให้เกิดบาดแผลขนาดใหญ่และสูญเสียเลือด ถ้าอาการหนักมาก ปลาอาจตายอย่างรวดเร็ว <u>การรักษา</u>โดย

ใช้ดิพเทอร์เรกส์ (Dipterex) ในปริมาณ 0.25–0.50 กรัม/น้ำ 1 ตัน แช่ตลอดไป พร้อมให้อากาศเต็มที

3.3.6.3 การป้องกันโรค สามารถสรุปในภาพรวมได้ดังนี้

1) เน้นการจัดการในช่วงวิกฤติ โดยเฉพาะช่วงฤดูร้อนต่อฤดูฝน และช่วงปลายฝนต้นหนาว ป้องกันการการระบาดของโรคโดยการเสริมวิตามินที่จำเป็น เช่น วิตามินซี (3-5 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม) ร่วมกับการให้ยาปฏิชีวนะ (3-5 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม) ติดต่อกันเป็นเวลา 5-7 วัน จนกว่าสภาวะอากาศจะกลับเข้าสู่ภาวะปกติ (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2562)

2) ไม่ควรเลี้ยงปลาในอัตราที่หนาแน่นสูงเกินไป เนื่องจากปลาจะมีความเสี่ยงสูงมากต่อการเกิดโรค ตลอดจนเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ควรติดตั้งเครื่องให้อากาศเพื่อเติมอากาศให้เพียงพอต่อความต้องการของปลา โดยเฉพาะช่วงเวลากลางคืนจนถึงช่วงเช้าตรู่ และช่วงฟ้าปิดติดต่อกัน (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2562)

3) เพิ่มแหล่งของเกลือแร่ให้แก่ปลาโดยการเติมเกลือแกง ซึ่งจะชดเชยเกลือที่สูญเสียไประหว่างเกิดความเครียดทำให้ระบบต่างๆ ของร่างกายปลาสามารถทำงานไปได้อย่างต่อเนื่อง การเติมเกลือแกงทำได้โดยใส่เกลือในถุงผ้าแขวนไว้เป็นจุดๆ ให้เกลือละลายออกมาช้า ๆ ตามขอบบ่อหรือกระชังให้ติดต่อกันจนสภาพแวดล้อมของการเลี้ยงกลับเข้าสู่ภาวะปกติ (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2562)

4) อย่าใช้ยาหรือสารเคมีอย่างพร่ำเพรื่อ จะมีผลทำให้เชื้อโรคเกิดการดื้อยา จนไม่สามารถใช้ในการควบคุมโรคได้ (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2562)

แนวทางการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดโรค นอกจากการรักษาตามวิธีข้างต้น ยังมีแนวทางปฏิบัติโดยรวม ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้ (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2562)

1) ลดหรืองดให้อาหารเมื่อปลาเริ่มป่วย ทั้งนี้เพื่อลดการหมักหมมของอาหารที่เหลือซึ่งอาจเป็นอาหารของเชื้อโรคในน้ำ

2) หาสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดโรค โดยการนำตัวอย่างปลาป่วยที่มีชีวิตส่งให้หน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบเพื่อทำการตรวจวินิจฉัยให้ทันท่วงที และถูกต้องแม่นยำ

3) ใช้ยาหรือสารเคมีอย่างมีเหตุผล ถูกต้อง และตามความจำเป็น ช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการรักษาคือ ช่วงที่พบว่าปลามีอัตราการตายระหว่าง 1-3 % หากปล่อยให้อัตราการตายสูงขึ้นมากกว่า 20-30 % ทำให้ความสำเร็จในการควบคุมโรคปลามีโอกาสน้อย

4) นำปลาที่เป็นโรคออกจากพื้นที่บอเลี้ยงหรือกระชัง โดยการนำไปฝัง เผาทำลายหรือใช้ความร้อน ซึ่งจะลดหรือตัดวงจรของการแพร่ระบาดของเชื้อโรคได้

5) การเสริมวิตามินซี เพื่อเสริมความตานทานของระบบภูมิคุมกันของปลา จะช่วยควบคุมการแพร่ระบาดของโรค และลดอัตราการตายของปลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4
การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ (Aquaponics)

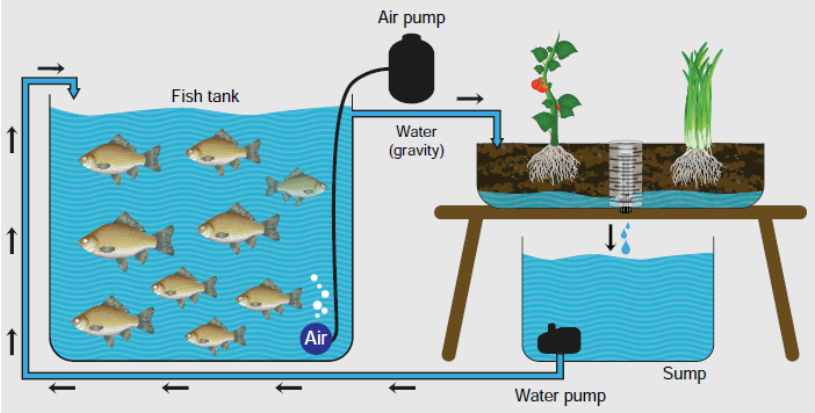
การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ หรือเรียกว่า อะควาโพนิกส์ (Aquaponics) มีสมมติฐานว่า ของเสียที่เกิดขึ้นจากการขับถ่ายของสัตว์น้ำ สามารถนำมาเป็นสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งมีทั้งสารอินทรีย์และแร่ธาตุต่าง ๆ สำหรับการเจริญเติบโตของพืช และยังเป็นการบำบัดน้ำให้มีคุณภาพที่ดีก่อนการปล่อยสู่ธรรมชาติหรือนำกลับมาใช้ใหม่ แต่ปัญหาที่พบได้บ่อยคือ ปริมาณของสารอินทรีย์และแร่ธาตุมีไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างเต็มที่ (ดำรงและคณะ, 2553) จึงต้องจัดระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้ผลิตของเสียที่เพียงพอต่อการแปรสภาพไปเป็นสารละลายธาตุอาหารของพืชในระบบปลูกพืช เมื่อสารละลายธาตุอาหารผ่านการปลูกพืชผักแล้ว จะทำให้ของเสียในสารละลายมีปริมาณลดลง สามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำได้ จึงเป็นการช่วยลดผลเสียที่อาจจะเกิดกับสภาพแวดล้อมได้ โดยสัตว์น้ำที่นิยมเลี้ยงในการปลูกพืชร่วมกบการเลี้ยงสัตว์น้ำนั้น คือ ปลา โดยเฉพาะปลาน้ำจืดซึ่งมีหลากหลายชนิด อาทิเช่น ปลาดุก ปลาหมอ ปลาสลิด หรือปลานิล ยกตัวอย่างระบบการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงปลาที่พบได้ง่ายคือ การเพาะเลี้ยงปลานิลซึ่งเป็นสัตว์น้ำประเภทกินพืช อาศัยได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำกร่อย มีบทบาทที่สำคัญในระบบห่วงโซ่อาหาร (Pullin & Lowe-McConnell, 1982) หากนำมาเพาะเลี้ยงในระบบปิดก็จะทำให้เกิดภาวะน้ำเน่าเสียได้ เมื่อนำมาเพาะเลี้ยงร่วมกับการปลูกผักน้ำ (Watercress) พบว่า น้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลานิลนั้น มีปริมาณของไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียลดลง ซึ่งแอมโมเนียเป็นของเสียที่ได้จากการขับถ่ายของปลานิล เมื่อผ่านระบบการกรองทางชีวภาพ (biofilter) ก็จะสามารถเปลี่ยนรูปแอมโมเนียไปเป็นธาตุอาหารไนโตรเจนที่พืชต้องการและสามารถนำไปใช้ได้ โดยที่การเลี้ยงปลาในระบบปิดมาประยุกต์ร่วมกับระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินจัดเป็นอีกรูปแบบหนึ่งในการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่ประกอบขึ้นจาก

2 ระบบคือ ระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบปิด และระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน โดยมีการเชื่อมกันโดยการนำน้ำจากการเลี้ยงปลามาเป็นแหล่งสารอาหารให้แก่ระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน และน้ำที่ผ่านระบบการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินก็จะสามารถนำกลับมาใช้กับระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นการใช้น้ำแบบหมุนเวียนระหว่างถังเลี้ยงปลากับภาชนะปลูกผัก ระบบนี้ช่วยลดปริมาณการปล่อยน้ำทิ้งจากการเลี้ยงปลา ประหยัดน้ำ และนำน้ำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งสำหรับการปลูกผัก ซึ่งน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลาจะมีการสะสมของแร่ธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะสารประกอบไนโตรเจนกลุ่มแอมโมเนียและไนเตรท โดยเป็นธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช นอกจากจะเป็นการใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารที่สะสมอยู่แล้ว ยังเป็นการบำบัดน้ำเพื่อให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้นด้วย ข้อดีของการปลูกพืชระบบนี้คือ การเป็นระบบการผลิตอาหารแบบมุ่งเน้นและที่ยั่งยืน (Sustainable and intensive food production system) ที่ได้รับโปรตีนจากเนื้อของสัตว์น้ำ และคุณค่าอาหารอื่น ๆ จากพืชผัก ทั้งยังเป็นการใช้น้ำอย่างคุ้มค่า ไม่กระทบต่อการใช้ที่ดิน ยังลดการใช้ปุ๋ยในรูปอนินทรียเคมี ลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช สามารถควบคุมคุณภาพในการผลิตได้ และยังเป็นระบบจัดการสารอินทรีย์จากสัตว์มาใช้ประโยชน์ในการปลูกพืช มีความปลอดภัยและลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนจากภายนอกเพราะเป็นระบบปิด สามารถผลิตได้ทั่วไปไม่ว่าที่ดินมีปัญหา ที่ดินใช้ประโยชน์ไม่ได้ ทะเลทราย ดินชะล้าง ดินเค็ม ตามพื้นที่เกาะ หรือเรือเดินสมุทร มีการจัดการของเสียน้อย สามารถวางแผนในการผลิต ในการเก็บเกี่ยวตามช่วงอายุของพืชแต่ละชนิด ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในครัวเรือน และสามารถเป็นรายได้เสริมได้ ซึ่งสามารถประยุกต์นำวัสดุที่มีในท้องถิ่นมาใช้ได้กว้างขวาง แต่อย่างไรก็ตาม การเริ่มต้นครั้งแรกอาจมีปัญหาในเรื่องค่าใช้จ่ายที่ต้องลงทุนต่างจากการเพาะปลูกทั่วไปในดินเช่นเดียวกับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน และต้องมีความรู้เรื่อง ปลา โรคปลา และแบคทีเรีย นอกจากความรู้ในการจัดการเรื่องพืชอย่างเดียวในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินเพื่อให้มีความสำเร็จมากที่สุด ชนิดพืชที่ปลูกร่วมกับการเลี้ยงปลา เช่น

ผักน้ำ สลัดน้ำ หรือ วอเตอร์เครส (Watercress) เป็นพืชน้ำหรือกึ่งน้ำที่โตได้อย่างรวดเร็ว โดยพบตามธรรมชาติมักขึ้นอยู่ตามริมธารน้ำตามเชิงเขาที่มีหินปูน จึงเป็นพืชชอบน้ำที่เป็นด่างอ่อนๆ และด้วยธรรมชาติที่เป็นพืชน้ำยืนต้นที่พบได้ทั่วไปในทวีปยุโรปและเอเชีย (จีน) สำหรับภาคใต้ในประเทศไทย มีการนำผักน้ำมาปลูกกันอย่างแพร่หลายในอำเภอเบตง จังหวัดยะลา โดยมีชาวจีนผู้อพยพเป็นผู้นำเข้ามาปลูก หลังจากนั้นก็เริ่มมีการนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลายจนกระทั่งถึงปัจจุบัน จึงเหมาะกับการนำผักน้ำเพาะปลูกด้วยวิธีไม่ใช้ดิน (Hydroponics) ทั้งยังเป็นผักอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจในการนำมาบริโภคกันมากขึ้น ดังนั้นจึงจำลองการปลูกแบบระบบไฮโดรโพนิกส์ให้เหมือนกับการเจริญเติบโตของผักน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งการเพาะปลูกโดยทั่วไปในบริเวณพื้นที่อำเภอเบตง เป็นการปลูกในพื้นที่บริเวณลำธารที่มีน้ำไหลผ่าน หรือบริเวณน้ำตก โดยอาศัยอุณหภูมิน้ำที่เย็นเหมาะแก่การเจริญเติบโตของผักน้ำ หากนำผักน้ำมาปลูกร่วมกับการเลี้ยงปลาจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการผลิตผักน้ำ และสามารถช่วยลดสารพิษที่ปล่อยออกมาจากตัวปลาได้อีกด้วย

4.1 การปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา

การปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา จัดเป็นอะควาโพนิกส์ (Aquaponics) หรือการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงสัตว์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินที่ใช้น้ำแบบหมุนเวียนระหว่างถังเลี้ยงปลากับภาชนะปลูกผัก พืชที่นิยมปลูกในระบบอะควาโพนิกส์ ส่วนมากจะเน้นผักกินใบ ได้แก่ ผักบุ้ง โหระพา ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง และผักกาดหอม ส่วนผักที่ให้ผล ได้แก่ พริก มะเขือ แตงกวา และถั่วหลายชนิด ส่วนปลาที่นำมาเลี้ยงร่วมด้วยมักเป็นปลาน้ำจืด เช่น ปลานิล ปลาดุก ปลาหมอ และปลาสลิด ซึ่งระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลาหรือระบบอะควาโพนิกส์อย่างง่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ระบบอะควาโพนิกส์อย่างง่าย

ที่มา: คัดลอกจาก http://www.fao.org/3/a-i4021e/i4021e01.pdf

จากรูปที่ 4.1 สามารถจัดแบ่งส่วนประกอบของระบบการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงปลา ออกเป็น 5 ส่วนคือ

4.1.1 ถังเพาะเลี้ยงปลา (Fish tank) เป็นแหล่งผลิตโปรตีนที่สำคัญจากเนื้อปลา ซึ่งน้ำจากการเพาะเลี้ยงปลา จะประกอบด้วยของเสียจากปลา และเศษอาหารปลาที่เหลือ หากต้องการให้ของเสียเหล่ามีเพียงพอต่อการนำไปใช้กับพืชให้เกิดการเจริญเติบโต จึงควรจะต้องมีขนาดของถังหรือบ่อเลี้ยงปลาที่พอเหมาะกับระบบปลูกพืชไร้ดิน และยังต้องคำนึงถึงความหนาแน่นของปลาที่เหมาะสม ระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลาเป็นระบบที่ยั่งยืน ดังนั้นจึงต้องใช้ถังเลี้ยงปลาที่มีความแข็งแรงคงทน จากวัสดุที่ทนทาน เช่น พลาสติก ไฟเบอร์กลาส สามารถมีรูปทรงแบบใดก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นทรงลูกบาศก์หรือทรงกระบอกแบน อีกทั้งควรสามารถระบายน้ำและกำจัดของเสียได้ง่าย

4.1.2 ตัวกรองทางชีวภาพ (Biological filter) เป็นส่วนที่น้ำจากการเลี้ยงปลาผ่าน เพื่อใช้กำจัดตะกอนหยาบให้เหลือเพียงน้ำที่มีสารอาหารของพืช แต่สารอาหารเหล่านี้ พืชยังไม่สามารถใช้ได้โดยตรงทั้งหมด จึงต้องพึ่งจุลินทรีย์ในการเปลี่ยนรูปของสารประกอบให้เป็นแร่ธาตุที่พืชนำไปใช้ได้ ยกตัวอย่างเช่น

แอมโมเนีย (ammonia) เป็นสารที่ละลายน้ำทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของปลา หากมีค่าเกินกว่าที่กำหนด จำเป็นต้องใช้ระบบกรองชีวภาพที่มีจุลินทรีย์ที่ช่วยเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ (nitrite, NO_2^-) และเปลี่ยนไนไตรท์ให้เป็นไนเตรท (nitrate, NO_3^-) ซึ่งเป็นรูปที่พืชนำไปใช้ในการสร้างเป็นโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจนในพืช

4.1.3 หน่วยการปลูกพืชไม่ใช้ดิน (Hydroponic unit) การปลูกพืชในระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา สามารถทำได้หลายรูปแบบ แต่ที่พบได้ทั่วไปมากที่สุดมี 3 วิธี คือ การปลูกแบบ Nutrient Film Technique (NFT) หรือแบบ Deep Flow Technique (DFT) หรือแบบวัสดุปลูก (Media bed) แต่ละระบบจะมีข้อดีข้อด้อยต่างกันไป ซึ่งส่วนใหญ่ผักกินใบจะนิยมปลูกในสารละลายน้ำทั้งแบบ DFT และ NFT ส่วนการปลูกผักกินผลซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการปลูกนาน นิยมปลูกแบบวัสดุปลูก (Substrate culture) ซึ่งในเมืองไทยมีการใช้ศิลาแลงหรือแม่รังผสมขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูก ในระบบอาจมีการติดตั้งระบบเวลาการปิด-เปิดของปั๊มน้ำอัตโนมัติ เช่นระบบปั๊มน้ำถูกตั้งให้เปิดเป็นเวลา 15 นาที แล้วปิดเป็นเวลา 30 นาที

4.1.4 ปั๊มน้ำ (Pump) เป็นส่วนที่ช่วยให้เกิดการไหลเวียนของน้ำในระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา เพื่อให้สารละลายธาตุอาหารที่มาจากหน่วยเลี้ยงปลาผ่านระบบกรองชีวภาพ เข้าสู่ระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน ทำให้เกิดการจัดการคุณภาพของน้ำของระบบลี้ยงปลาได้

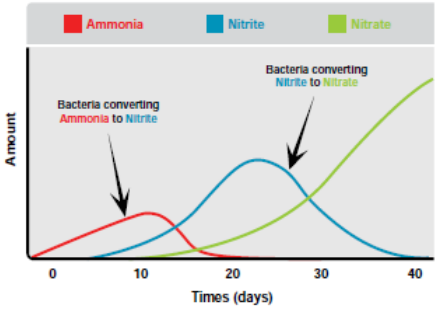
4.1.5 ระบบให้อากาศหรือตัวเป่าอากาศ (Aerator/Blower) ปั๊มลมเพิ่มอากาศมีความจำเป็นในถังเลี้ยงปลา ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) อยู่ในระดับ 5–8 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา

รูปแบบวิธีที่ทำให้พืชเจริญเติบโตของระบบปลูกไม่ใช้ดินมีหลายวิธีและหลายเทคนิค ที่สามารถพัฒนาและปรับปรุงให้เหมาะสมกับระบบการปลูกพืชไม่

ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการจัดการระบบเป็นอย่างดี จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 ปริมาณสารประกอบไนโตรเจน เกิดจากกระบวนการทางชีวภาพที่สำคัญในระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลาคือ กระบวนการหมุนเวียนของธาตุไนโตรเจนที่จำเป็นต่อสัตว์สำหรับการสังเคราะห์กรดอะมิโน โปรตีน และสารพันธุกรรม โดยที่อาหารของปลาเป็นแหล่งโปรตีนที่ช่วยให้เกิดการเจริญเติบโตของปลา เมื่อปลากินเข้าไปจะขับถ่ายออกมาเป็นของเสียในรูปแอมโมเนีย (ammonia) ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของปลา โดยกำหนดให้น้ำของระบบเลี้ยงปลามีปริมาณของแอมโมเนียไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร หากมีค่าเกินกว่าที่กำหนดจะใช้ระบบกรองชีวภาพที่มีจุลินทรีย์ที่ช่วยเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ (nitrite, NO_2^-) ซึ่งปริมาณของไนไตรท์จะต้องไม่เกินกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และเปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรท (nitrate, NO_3^-) ซึ่งปริมาณของไนเตรทจะต้องไม่น้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะจะเป็นสารอาหารได้ไม่เพียงพอต่อระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน และต้องไม่เกินกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะหากเกินจะเป็นพิษต่อปลาที่เลี้ยง โดยระดับของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ในระบบไหลเวียนน้ำของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระยะเวลา 40 วันแรก ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ปริมาณของแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทในช่วง 40 วันแรกของระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ที่มา: คัดลอกมาจาก http://www.fao.org/3/a-i4021e/i4021e01.pdf

4.2.2 ระบบตัวกรองชีวภาพในระบบอะควาโพนิกส์ เป็นการอาศัยจุลินทรีย์ โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ช่วยเปลี่ยนของเสียจากระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำให้เป็นแร่ธาตุสารอาหารสำหรับการเพาะปลูกพืช โดยประสิทธิภาพในกระบวนการนี้ ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเชื้อจุลินทรีย์กับของเสีย โดยการเกิดโคโลนีของจุลินทรีย์บนผิวของวัสดุที่มีพื้นที่ผิวมาก ได้แก่ วัสดุปลูก กรวด หิน ขนาดรางและพื้นที่ปลูกมาก จุลินทรีย์จะมีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ยังขึ้นกับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ซึ่งควรอยู่ในช่วง 6-8 เนื่องจาก pH ที่เหมาะสมของแบคทีเรียกลุ่มไนโตรโซโมแนส ที่ออกซิไดซ์แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ให้เปลี่ยนเป็นไนไตรท์ (NO_2^-) มีค่าอยู่ในช่วง 7.2-7.8 และ pH ที่เหมาะสมของแบคทีเรียไนโตร-แบคเตอร์ที่ออกซิไดซ์ไนไตรท์ (NO_2^-) ให้เปลี่ยนเป็นไนไตรท (NO_3^-) มีค่าในช่วง 7.2-8.2 ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ควรอยู่ในช่วง 17-34 องศาเซลเซียส มีการละลายออกซิเจน (DO) ในช่วง 4-8 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับแสงอุลตราไวโอเล็ท (Ultraviolet, UV) จากดวงอาทิตย์อาจมีผลกระทบต่อการเกิดโคโลนีของแบคทีเรียได้ เพื่อให้แบคทีเรียได้รับกระทบน้อยที่สุด ดังนั้นในระบบปลูกควรมีระบบป้องกันแสงหรือการพรางแสง

4.2.3 คุณภาพของน้ำ สามารถดูได้จากหลายค่า เช่น

4.2.3.1 ความกระด้างของน้ำ ซึ่งดูจากปริมาณของคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งค่าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 60-140 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2.3.2 อุณหภูมิของน้ำ ควรมีค่าอยู่ในช่วง 18-30 องศาเซลเซียส

4.2.3.3 ความเป็นกรด-ด่าง ดูจากค่า pH ของน้ำ ควรมีค่าอยู่ในช่วง 6-8

4.2.3.4 ค่าการละลายของออกซิเจน (Dissolved Oxygens, DO) ควรมีค่าอยู่ในช่วง 5-8 มิลลิกรัมต่อลิตร หากไม่เพียงพอจะต้องใช้ปั๊มอากาศ เพื่อเป็นการเติมออกซิเจน

4.2.4 แสงสว่างและความมืด สภาพในถังเลี้ยงปลาไม่ควรสว่างจนเกิดตะไคร่หรือสาหร่ายเจริญเติบโต แต่ก็ไม่ควรมืดจนปลาเกิดความเครียด อาจดัดแปลงให้พอเหมาะไม่ให้ปลาเกิดภาวะเครียดจนเกินไป

4.2.5 ชนิดของพืช ต้องเลือกชนิดให้เหมาะสมกับปริมาณที่ได้จากการเลี้ยงปลา หากจัดการไม่เหมาะสม ต้นพืชจะแสดงอาการขาดธาตุได้โดยเฉพาะธาตุเหล็ก เนื่องจากสภาพแวดล้อมของสารละลายธาตุค่อนข้างมีความเป็นด่าง (pH 7-8)

4.2.6 อัตราการให้อาหาร (Feed rate ratio) ซึ่งแนะนำให้อาหารปลาในอัตรา 40-50 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน สำหรับพืชกินใบ และให้อาหารปลาในอัตรา 50-80 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน สำหรับพืชกินผล หากมีการจัดการที่ดีได้รับแหล่งธาตุอาหารครบถ้วนจากปลาที่เลี้ยง ก็จะสามารถได้พืชที่มีคุณภาพ

4.3 การออกแบบระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา

การจัดระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลาสามารถจัดได้หลายรูปแบบตามปัจจัยทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะพิจารณาในส่วนประกอบหลัก ๆ คือ

4.3.1 วิธีการเจริญเติบโตของพืช (plant growing method) ซึ่งที่นิยมกันทั่วไป 3 แบบ คือ วิธีปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบน้ำลึก (Deep water culture) หรือวิธีปลูกพืชไม่ใช้ดินด้วย Nutrient film technique และการปลูกในวัสดุปลูก (Media bed)

4.3.2 การเลือกตำแหน่งที่ตั้ง (Site selection) ส่วนใหญ่มักเลือกวางระบบในพื้นที่นอกอาคารที่ได้รับแสงแดดตามธรรมชาติ จึงต้องเลือกพื้นที่เรียบมั่นคง และแข็งแรง สามารถหลบเลี่ยงจากฝน ลมแรง และแดดที่จัดเกินไป รวมทั้งสามารถเข้าถึงพื้นที่วางระบบได้ง่าย ใช้พื้นที่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพคุ้มค่า หากสร้างเป็นโรงเรือนจะต้องสามารถควบคุมความเข้มของแสง อุณหภูมิ การระบายอากาศ

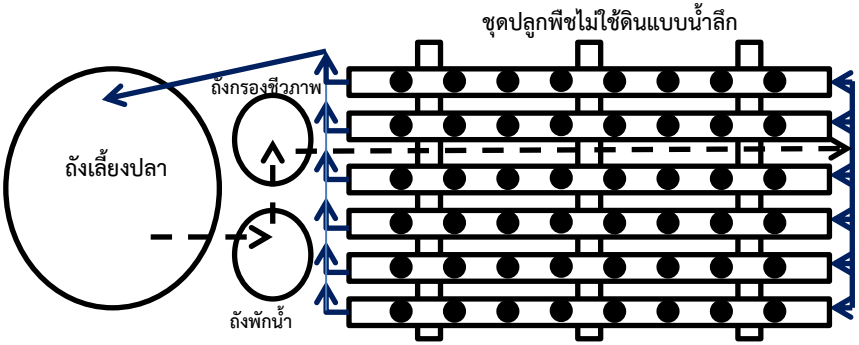
4.3.3 การเลี้ยงปลาและชนิดของปลา จะขึ้นกับความหนาแน่นของปลาและปัจจัยทางกายภาพของน้ำและอากาศที่เหมาะสมกับชนิดของปลา เพื่อให้ได้ปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมแก่การปลูกพืชไม่ใช้ดิน

บทที่ 5
ขั้นตอนการจัดการระบบการปลูกพืชร่วมกับการลี้ยงสัตว์น้ำ

ชุดสาธิตระบบการปลูกพืชร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ของแผนกวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ถูกออกแบบให้อยู่บนพื้นปูนซีเมนต์ใต้หลังคาโปร่งแสง โดยมีส่วนประกอบทั้งหมด 5 ส่วน คือ ถังพลาสติกเลี้ยงปลา ขนาด 1,000-3,000 ลิตร ปั๊มให้อากาศ ถังกรองชีวภาพ ปั๊มน้ำ และชุดปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบน้ำไหลลึก (Deep flow technique, DFT) ซึ่งแสดงระบบการปลูกพืชร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 ระบบการปลูกพืชร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

จากรูปที่ 5.1 สามารถเขียนแผนภาพการไหลเวียนของน้ำในระบบการปลูกพืชร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยให้เส้นประแทนน้ำไหลเข้าและเส้นทึบแทนน้ำไหลออกจากระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน ดังแสดงในรูปที่ 5.2

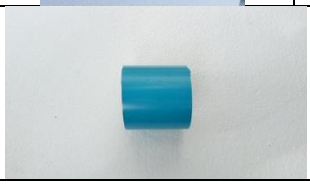


รูปที่ 5.2 การไหลเวียนของน้ำในระบบการปลูกพืชร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

5.1 ต้นทุนและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำต่อ 1หน่วยยูนิต

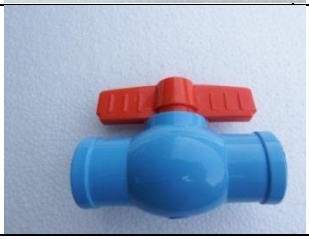
ระบบการปลูกพืชร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่ใช้การปลูกพืชแบบน้ำไหลลึก ซึ่งเป็นแบบที่นิยมกันมากในประเทศไทย โดยนำวัสดุที่มีอยู่ในประเทศมาใช้คือ การใช้ท่อพีวีซี (PVC) มาเป็นรางปลูก สามารถแสดงวัสดุอุปกรณ์ในระบบการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำจากตาราง มีโดยมประมาณค่าใช่จ่าย ต้นทุนในการทำชุดปลูกต่อ หนึ่งหน่วยมีค่าใช่จ่าย 19,739 บาทหรือประมาณ 2 หมื่นบาทต่อ 1 ชุดปลูก ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	รูปภาพ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1	โต๊ะโครงเหล็กขนาด 3.5 เมตร x 1.2 เมตร x 0.8 เมตร (ถอดประกอบได้)		1 ตัว	5000
2	ท่อตรงขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 3.8 เมตร (ท่อเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างรู 20 เซนติเมตร)		6 ชิ้น	1512
3	ท่อตรงขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 12 เซนติเมตร		5 ชิ้น	252
4	ท่อตรงขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 7 เซนติเมตร		1 ชิ้น	

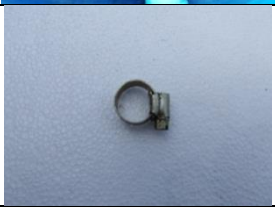
ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	รูปภาพ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
5	ท่อ 3 ทาง (T) ขนาด 2 1/2 นิ้ว		5 ชิ้น	146
6	ท่องอขนาด 2 1/2 นิ้ว		1 ชิ้น	18
7	ท่อลดขนาด 2 1/2 นิ้ว เป็น 2 นิ้ว		1 ชิ้น	146
8	ท่อตรง ขนาด 2 นิ้ว ความยาว 40 เซนติเมตร		1 ชิ้น	
9	ท่อตรงขนาด 2 นิ้ว ความยาว 7 เซนติเมตร		1 ชิ้น	
10	ท่องอขนาด 2 นิ้ว		1 ชิ้น	11

ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	รูปภาพ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
11	ท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 3.57 เมตร		1 ชิ้น	47
12	ท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 72 เซนติเมตร		1 ชิ้น	
13	ท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 40 เซนติเมตร		1 ชิ้น	
14	ท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 25 เซนติเมตร		1 ชิ้น	
15	ท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 15 เซนติเมตร		4 ชิ้น	
16	ท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 10 เซนติเมตร		6 ชิ้น	
17	ท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 7 เซนติเมตร		2 ชิ้น	
18	ท่อ 3 ทาง (T) ขนาด 3/4 นิ้ว		5 ชิ้น	35

ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	รูปภาพ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
19	ท่องอ ขนาด 3/4 นิ้ว		4 ชิ้น	20
20	ท่อลดขนาด 2 1/2 นิ้ว เป็น 3/4 นิ้ว		6 ชิ้น	582
21	หางปลาไหล ขนาด 3/4 นิ้ว		1 ชิ้น	15
22	ท่อน้ำเกลียวด้านใน ขนาด 3/4 นิ้ว		1 ชิ้น	5
23	บอลวาล์ว ขนาด 3/4 นิ้ว		1 ชิ้น	30

ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	รูปภาพ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
24	ท่อยาง ขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 10-15 เซนติเมตร		1 ชิ้น	20
25	ปั๊มน้ำ ขนาดอัตราไหล 2,500 ลิตรต่อชั่วโมง		1 ชุด	500
26	ปั๊มอากาศ ขนาด 45 วัตต์ อัตราไหล 70 ลิตรต่อนาที		1 ตัว	1250
27	ถังพลาสติกเลี้ยงปลา ขนาด 1,000-3,000 ลิตร		1 ถัง	8560

ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	รูปภาพ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
28	ถังพักสารละลาย ขนาด 120 ลิตร		1 ถัง	500
29	ถังกรองชีวภาพ		1 ถัง	500

ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	รูปภาพ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
30	ภาชนะบรรจุวัสดุกรองชีวภาพ		1 ใบ	200
31	วัสดุกรองชีวภาพ (กะลาปาล์มน้ำมัน)			200
32	ห่วงรัดสายยาง ขนาด 3/4 นิ้ว		1 ชิ้น	10

ลำดับ	ชื่อส่วนประกอบ	รูปภาพ	จำนวน	ค่าใช้จ่าย (บาท)
33	ถ้วยปลูก		2 แพ็ค (60 ถ้วย)	50
34	ฟองน้ำ		10 แผ่น	100
35	เทปพันท่อน้ำ		1 ม้วน	30
	รวมค่าใช่จ่ายชุดปลูก		**1ชุด**	**19,739**

5.2 การติดตั้งระบบการปลูกพืชร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การติดตั้งระบบการปลูกพืชร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยวัสดุอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ เข้ามาประกอบเข้าด้วยกัน ดังนี้

5.2.1 ถังเลี้ยงปลา

นำถังเลี้ยงปลาวางบนพื้นเรียบที่แข็งแรง เช่น พื้นซีเมนต์ การประกอบถังเลี้ยงปลาจะดำเนินการใส่เกลียวนอกตรงเกลียวในบริเวณก้นถัง แล้วต่อท่อเพื่อเชื่อมต่อกับถังพักสารละลาย ดังแสดงในรูปที่ 5.3

รูปที่ 5.3 การติดตั้งถังเลี้ยงปลา

5.2.2 ถังพักสารละลาย

ถังพักสารละลายเป็นถังพลาสติกขนาด 120 ลิตร ใช้สำหรับดักตะกอนที่มาจากน้ำจากถังเลี้ยงปลา โดยเจาะรูเพื่อใส่เกลียวนอกและเกลียวในสำหรับเชื่อมต่อมาจากถังเลี้ยงปลา และเจาะรูเพื่อใส่เกลียวนอกและเกลียวในสำหรับเชื่อมต่อกับถังกรองชีวภาพ ดังแสดงในรูปที่ 5.4

รูปที่ 5.4 การติดตั้งถังพักสารละลาย

5.2.3 ถังกรองชีวภาพ

ถังกรองชีวภาพเป็นถังพลาสติก ขนาด 120 ลิตร โดยวางภาชนะใส่วัสดุปลูกไว้ภายใน ซึ่งเป็นกระถางขนาด 12 นิ้ว มีวัสดุกรองชีวภาพ คือ กะลาปาล์มน้ำมัน โดยใช้ปริมาณเท่ากับขนาดของภาชนะใส่วัสดุกรองชีวภาพ เมื่อนำท่อเชื่อมต่อเข้ากับถังพักสารละลายแล้ว น้ำจากถังพักสารละลายเข้ามาถังกรองชีวภาพ จะไหลมายังภาชนะที่บรรจุวัสดุกรองชีวภาพ สารละลายน้ำจะถูกย่อยสลายให้เป็นสารละลายธาตุอาหารแก่พืช ภายในถังกรองชีวภาพยังติดตั้งปั๊มน้ำ ขนาดอัตราไหล 2,500 ลิตรต่อชั่วโมง เพื่อดึงน้ำในถังเข้าสู่ระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบน้ำไหลลึก ดังแสดงในรูปที่ 5.5

รูปที่ 5.5 การติดตั้งถังกรองชีวภาพและปั๊มสูบน้ำ

5.2.4 ชุดปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบน้ำไหลลึก

สารละลายอาหารจากถังกรองชีวภาพถูกปั๊มน้ำดูดเข้าสู่ระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบน้ำไหลลึก ดังแสดงในรูปที่ 5.6

รูปที่ 5.6 ระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบน้ำไหลลึก

ซึ่งระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน สามารถประกอบขึ้นตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.2.4.1 นำชิ้นส่วนโต๊ะมาประกอบให้เป็นโต๊ะขนาด 3.5 เมตร x 1.2 เมตร x 0.8 เมตร

รูปที่ 5.7

5.2.4.2 เมื่อได้โต๊ะแล้ว นำท่อตรงขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 3.8 เมตร ทั้ง 6 ชิ้น วางบนโต๊ะ

5.2.4.3 นำท่อ 3 ทาง (T) ขนาด 2 1/2 นิ้ว เชื่อมเข้าทางปลายด้านหนึ่งของท่อตรงชิ้นแรก ขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 3.8 เมตร จากนั้นใช้ค้อนตอกให้แน่น

5.2.4.4 จากนั้นนำท่อตรงขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 12 เซนติเมตร เชื่อมเข้ากับท่อ 3 ทาง (T) ขนาด 2 1/2 นิ้ว ที่ติดอยู่กับท่อตรงยาวชิ้นแรก แล้วใช้ค้อนตอกให้แน่น

2.2.4.5 ทำตามในข้อ 5.2.4.3 และ 5.2.4.4 กับท่อตรงขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 3.8 เมตร อีก 4 ชิ้น แล้วนำมาเชื่อมต่อกัน

5.2.4.6 ส่วนท่อตรงขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 3.8 เมตร ส่วนชิ้นสุดท้ายนำมาเชื่อมต่อกับท่อโค้งขนาด 2 1/2 นิ้ว

5.2.4.7 ปลายอีกด้านของท่อตรงขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 3.8 เมตร จะสวมด้วยท่อลดขนาด 2 1/2 นิ้ว เป็น 3/4 นิ้ว ทุกชิ้น และใช้ค้อนตอกให้แน่น

5.2.4.8 จากนั้นนำท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 10 เซนติเมตร เชื่อมเข้าไปกับท่อลดขนาดทุกชิ้น และใช้ค้อนตอกให้แน่น

5.2.4.9 ท่อยาวทางด้านนอกทั้งสองด้าน (ชิ้นที่ 1 และชิ้นที่ 6) จะเชื่อมเข้ากับท่อโค้ง ขนาด 3/4 นิ้ว และใช้ค้อนตอกให้แน่น

5.2.4.10 ส่วนท่อยาวชิ้นที่ 2, 3, 4 และชิ้นที่ 5 จะเชื่อมเข้ากับท่อ 3 ทาง ขนาด 3/4 นิ้ว และใช้ค้อนตอกให้แน่น

5.2.4.11 ระหว่างท่อยาวที่ 1 กับ 2 และท่อยาวที่ 5 กับ 6 จะเชื่อมด้วยท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 15 เซนติเมตร และตอกด้วยค้อนให้แน่น

5.2.4.12 ระหว่างท่อยาวที่ 2 กับ 3 และท่อยาวที่ 4 กับ 5 จะเชื่อมด้วยท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 15 เซนติเมตร และตอกด้วยค้อนให้แน่น

5.2.4.13 ปลายของ 3 ทางที่เหลือของท่อยาวที่ 3 และท่อยาวที่ 4 จะเชื่อมต่อกับท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 7 เซนติเมตร แล้วเอาท่อ 3 ทาง ขนาด 3/4 นิ้ว มาเชื่อมเข้าด้วยกัน และตอกด้วยค้อนให้แน่น

5.2.4.14 ปลายท่อ 3 ทาง ขนาด 3/4 นิ้ว ที่เหลือจะเชื่อมเข้ากับท่อระบบน้ำเข้า ซึ่งเป็นท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 25 เซนติเมตร แล้วต่อเข้ากับบอลวาล์ว และตอกด้วยค้อนให้แน่น

5.2.4.15 จากนั้นนำท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 3.57 เมตร เชื่อมเข้ากับบอลวาล์วอีกด้าน โดยปลายอีกด้านหนึ่งจะเชื่อมต่อเข้ากับท่องอขนาด 3/4 นิ้ว และต่อท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 72 เซนติเมตร ใช้ค้อนตอกให้แน่น

5.2.4.16 นำท่องอ ขนาด 3/4 นิ้วเข้าเชื่อมกับท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 72 เซนติเมตร และให้ปลายอีกด้านหนึ่งเชื่อมเข้ากับท่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว ความยาว 40 เซนติเมตร ลงไปยังถังน้ำ (เป็นท่อระบบน้ำเข้า) จากนั้นเอาท่อเกลียวด้านในขนาด 3/4 นิ้วต่อเข้าไป และเอาหางปลาไหลหมุนเกลียวเข้าไป สุดท้ายเอาท่อยางเชื่อมต่อเข้าระหว่างหางปลาไหลกับตัวปั๊มน้ำ โดยมีห่วงรัดท่อยางเข้ากับปั๊มน้ำ

5.2.4.17 ด้านปลายของท่อ 3 ทางขนาด 2 1/2 นิ้ว ที่ว่างอยู่ นำเอาท่อตรงขนาด 2 1/2 นิ้ว ความยาว 7 เซนติเมตร เชื่อมเข้าไป และเอาท่อลดขนาด 2 1/2 นิ้ว เป็น 2 นิ้ว สวมต่อเข้าไป ใช้ค้อนตอกให้แน่น จากนั้นนำเอาท่อตรงขนาด 2 นิ้ว ความยาว 7 เซนติเมตร มาเชื่อมต่อ แล้วจึงเอาท่องอขนาด 2 นิ้ว ที่เชื่อมต่อกับท่อตรงขนาด 2 นิ้ว ความยาว 40 เซนติเมตร ลงในถัง (เป็นท่อระบบน้ำออก) และน้ำที่ไหลผ่านระบบปลูกพืชแล้ว ก็ไหลกลับไปสู่ถังเลี้ยงปลา โดยผ่านท่อ

ซึ่งจะได้ระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังรูปที่ 5.7

รูปที่ 5.7 ระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

บทที่ 6
การดูแลระบบและการเก็บเกี่ยวผลผลิต

ระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นระบบน้ำไหลเวียนที่ดึงน้ำจากการเลี้ยงปลา ผ่านระบบกรองชีวภาพ เข้าสู่การปลูกพืชไม่ใช้ดิน ดังนั้นจึงต้องมีการดูแลระบบและการเก็บเกี่ยวผลผลิต ดังนี้

6.1 การดูแลระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

6.1.1 การให้อาหารปลามักทำให้มีตะกอนของอาหารที่เหลือ ดังนั้นจะต้องให้ปริมาณอาหารที่เหมาะสม และตะกอนจะเกิดได้จากของเสียที่ขับถ่ายออกจากตัวปลา จึงต้องมีถังพักสารละลาย ซึ่งหากมีปริมาณของตะกอนที่มากจะต้องทำการทำความสะอาดและระบายตะกอนจากถังพักสารละลาย เพื่อลดโอกาสการอุดตันในระบบท่อน้ำหมุนเวียน และควรทำความสะอาดทั้งระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งหมดเป็นครั้งคราว ซึ่งในการทำความสะอาดนั้นทำให้มีการสูญเสียน้ำที่ไหลเวียนในระบบ จึงต้องมีการเติมน้ำเข้าทดแทนให้มีปริมาตรใกล้เคียงกับที่มีอยู่เดิม

6.1.2 การดูแลสุขภาพปลา ต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของปลา นิสัยการกินอาหารของปลา และลักษณะปรากฏที่เกิดขึ้น เช่น การว่ายน้ำผิดปกติ การเกิดแผลบนตัวปลา การเปลี่ยนแปลงของสีตัวปลา การรวมกลุ่มของปลาที่ผิวน้ำหรือใต้ท้องน้ำ

6.1.3 การดูแลพืช ต้องคอยสังเกตการเจริญเติบโตและลักษณะของพืช ซึ่งหากมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าปกติ ใบเหลืองซีด อาจเกิดจากปริมาณของสารอาหารไม่เพียงพอ อาจจะต้องดูสัดส่วนของความหนาแน่นของปลาต่อจำนวนต้นของพืช และหากลำต้นยืดยาวกว่าปกติ อาจเกิดจากแสงไม่เพียงพอ จะต้องจัดวางระบบให้ได้รับแสงแดดให้มากขึ้น

6.1.4 การดูแลระบบถังกรองชีวภาพ โดยปกติแล้วการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบน้ำไหลลึก มักไม่ต้องทำความสะอาดบ่อยครั้ง แต่ก็ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพ

ของจุลินทรีย์ในถังกรองชีวภาพที่จะเปลี่ยนของเสียในสารละลายจากถังเลี้ยงปลา ให้เป็นธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งมักตรวจสอบจากปริมาณของธาตุไนโตรเจน และพีเอชของน้ำ

6.2 การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ในระบบการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา จะให้ผลผลิต 2 อย่าง ด้วยกัน คือ ปลา และผัก ซึ่งการเก็บเกี่ยวผลผลิตมีดังนี้

6.2.1 การจับปลา เมื่อปลาได้ขนาดตัวที่สามารถนำไปบริโภคแล้ว ก็จะนำสวิงตักปลาออก ซึ่งสามารถเลือกตัวปลาที่มีขนาดที่เหมาะสม และจำนวนที่พอเหมาะกับการบริโภคได้ แต่หากจะจับปลาออกทั้งหมด อาจทำการถ่ายน้ำออกทั้งถังไปเก็บไว้อีกถัง ทำความสะอาดถังเลี้ยงปลา แล้วจึงนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

6.2.2 การเก็บพืชผัก ขึ้นกับชนิดของพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน เช่น ผักบุ้ง ผักน้ำอายุเก็บเกี่ยว 14-21 วัน ผักกาดหอม อายุเก็บเกี่ยว 40-50

วัน ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง อายุเก็บเกี่ยว 30-45 วัน ผักบุ้ง อายุเก็บเกี่ยว 20-25 วัน แตงกวา อายุเก็บเกี่ยว 40-60 วัน และ ถั่วฝักยาว อายุเก็บเกี่ยว 60-65 วัน แต่ก็ขึ้นกับปริมาณธาตุอาหารที่ได้รับจากน้ำเลี้ยงปลา ซึ่งผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้แสดงดังรูปที่ 6.1

รูปที่ 6.1 ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวจากการปลูกพืชไม่ใช้ดินร่วมกับการเลี้ยงปลา

บทที่ 7

ต้นทุนและประโยชน์การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ต้นทุนต่อชุดปลูกและความคุ่มค่า

จากการประมาณการต้นทุนในการทำชุดปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำต่อ หนึ่งหน่วยมีค่าใช่จ่าย 19,739 บาทหรือประมาณ 2 หมื่นบาทต่อ 1 ชุดปลูก (ตารางที่ 5.1) ซึ่งหลังดำเนินสามารถประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจโดยลดค่าใช้จ่ายในการจัดทำอาหารในโครงการอาหารกลางวันโรงเรียน เป็นแหล่งเรียนรู้ในการประกอบชีพเสริมของนักเรียนและชุมชน เดือนละ 2,000 บาท/เดือน จำนวน 10 แห่ง คิดเป็นมูลค่า 200,000 บาท/ปีสามารถค่าใช้จ่ายในการจัดทำอาหารในโครงการอาหารกลางวันโรงเรียนโดยค่าใช้จ่ายโครงการอาหาร 20 บาทต่อหัวคิดเป็น 2,000 บาท สามารถลดค่าใช่จ่ายเดือนละ 2,000 บาท/เดือน และยังเป็นแหล่งเรียนรู้เรียนรู้จากตำรามีแหล่งเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงในด้านทางสังคม ให้นักเรียนสุขภาพสมบูรณ์ ได้รับสารอาหารผัก โปรตีนครบตามหลักโภชนาการและมีความปลอดภัยในชีวิตในการออกไปจัดซื้อวัตถุดิบในพื้นเสี่ยงของจังหวัดชายแดนใต้เพื่อประกอบอาหาร ช่วยป้องกันปัญหาด้านสุขภาพนักเรียนได้รับสารอาหารไม่สม่ำเสมอมีอาหารทั้งโปรตีนและผัก วิตตามินตลอดจนความปลอดภัยในชีวิตลดมีความเสี่ยงในชีวิตการออกไปซื้อวัตถุดิบสามารถผลิตอาหารเองแบบพึ่งพาตนเองได้โดยโรงเรียนและชุมชนในจังหวัดชายแดนใต้ได้เรียนรู้และนำเทคโนโลยีการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงปลามาวางแผนในการผลิตพืชให้สามารถมีความมั่นคงทางด้านอาหาร ได้รับสารอาหารเพียงพอ และสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. สนับสนุนโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวันในโรงเรียนตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหารกลางวันให้กับนักเรียน

2. ชุมชนเกษตรกรรอบ ๆ โรงเรียนที่ดำเนินการโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวันฯ

3. ยุวเกษตรกรในโรงเรียนและนอกโรงเรียนมีรายได้ระหว่างเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

4. ช่วยสร้างความมั่นคงด้นอาหารได้รับประโยชน์จากพืชผักและอาหารโปรตีนจากสัตว์ให้เกิดผลดีต่อสุขภาพของนักเรียนและชุมชนในกินผักและปลา

ประโยชน์ของการกินผัก

พืชผักเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าและปลอดภัย มีสรรพคุณทางยา เป็นแหล่งของวิตามิน ที่จำเป็นต่อร่างกาย เป็นแหล่งอาหารที่มีไขมันต่ำ มีน้ำและกากเส้นใยอาหารจำนวนมาก ช่วยให้ระบบขับถ่ายดี ลดการเสี่ยงเป็นโรคมะเร็งปลายสำไส้ใหญ่ เนื่องจากกระตุ้นให้มีการบีบตัวของลำไส้ใหญ่ ขับถ่ายกากใยพร้อมสารพิษออกมา เป็นแหล่งสารอาหารที่ทำให้ร่างกายสมบูรณ์ โดยเฉพาะเบต้าแคโรทีน วิตามินซี วิตามินดี สารประกอบที่มีประโยชน์อื่นๆ พืชแต่ละชนิดสรรพคุณของผักสวนครัวแต่ละชนิด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กวางตุ้ง ซึ่งมีเส้นใยอาหารสูงจึงช่วยในการขับถ่าย และยังเป็นผักที่ช่วยลดความเสี่ยงโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ สำหรับกวางตุ้งฮ่องเต้มีวิตามินสูงโดยเฉพาะวิตามินเอและวิตามินซี รวมถึงธาตุอาหารที่สำคัญอย่างแคลเซียมและฟอสฟอรัส

กวางตุ้ง

คะน้า มีวิตามินเอในคะน้าช่วยบำรุงสายตาขณะที่แคลเซียมและฟอสฟอรัสบำรุงกระดูกและฟัน

คะน้า

ตะไคร้ ตะไคร้ทั้งต้นสามารถใช้เป็นยาแก้ปวดท้อง ลดจุกเสียด และยังมีสรรพคุณในการขับปัสสาวะด้วย

ตะไคร้

แตงร้าน เป็นผักที่เหมาะกับฤดูร้อนเพราะมีสรรพคุณช่วยลดอุณหภูมิในร่างกาย ช่วยระบายของเสีย และกระตุ้นการทำงานของระบบทางเดินอาหาร

แตงร้าน

ถั่วฝักยาว เป็นผักกินง่ายชนิดนี้ ถ้ากินแบบสด ๆ จะช่วยลดอาการแน่นท้องและท้องอืดได้

ถั่วฝักยาว

ผักบุ้งจีน ช่วยบำรุงสายตา กระดูกและฟัน ทั้งยังป้องกันโรคโลหิตจางได้ เพราะเป็นผักที่มีทั้งแคลเซียมฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก วิตามินบีและซี

ผักบุ้งจีน

ผักหวานบ้านมีทั้งแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่รับหน้าที่บำรุงกระดูก และมีแมกนีเซียมที่ช่วยบำรุงกล้ามเนื้อ

ผักหวานบ้าน

พริกขี้หนู มีวิตามินซีสูงและเป็นแหล่งรวมของกรดแอสคอร์บิกที่ช่วยขยายหลอดเลือดในลำไส้และกระเพาะอาหาร เพิ่มประสิทธิภาพของร่างกายในการดูดซึมสารอาหาร

พริกขี้หนู

น้ำเต้า ฟักเขียว ช่วยขับเสมหะได้ดี นอกจากนี้ฤทธิ์เย็นของ และยังช่วยแก้ร้อนในได้ดีด้วย

น้ำเต้า(บน) ฟักเขียว(ล่าง)

ฟักทองเป็นแหล่งรวมของเบต้าแคโรทีนซึ่งดีต่อผิว ทั้งยังช่วยบำรุงตับไต และสายตาด้วย

ฟักทอง

มะกรูดใบมะกรูดทำให้เลือดลมไหลเวียนดี กลิ่นหอม ๆ ของมะกรูดช่วยให้รู้สึกผ่อนคลาย

มะกรูด

โหระพา ใบสดของโหระพามีสรรพคุณเด่นในเรื่องการขับลม แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แก้วิงเวียน และช่วยย่อยอาหาร

โหระพา

มะเขือเทศ มะเขือเทศอุดมไปด้วยวิตามินและสารอาหารมากมายหลายชนิด และที่โดดเด่นที่สุด ก็คือวิตามินซีและวิตามินเอที่พบได้มากในมะเขือเทศ แถมยังเป็นวิตามินที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย มีสารจำพวกไลโคปีน ที่จะช่วยต้านอนุมูลอิสระและลดความเสี่ยงโรคร้ายต่างๆ ที่เกิดจากการติดเชื้อการเสื่อมของร่างกายได้ดี เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ ข้อเสื่อม โรคหลอดเลือด และโรคตาต้อกระจก มีส่วนช่วยในการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง แก้แผลร้อนในช่องปาก เป็นยาช่วยดับร้อนถอนพิษ และสามารถบรรเทาอาการของโรคหัวใจ

มะเขือเทศ

มะเขือเปราะ กินผลมะเขือเปราะสีเขียวเป็นอาหาร ทั้งกินดิบจิ้มกับน้ำพริก หรือนำไปใส่แกงป่า แกงเผ็ด ะอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด โดยคุณค่าทางโภชนาการของมะเขือเปราะ ต่อ 100 กรัม จะประกอบไปด้วย พลังงาน 39 กิโลแคลอรี, โปรตีน 1.6 กรัม, ไขมัน 0.5 กรัม, คาร์โบไฮเดรต 7.1 กรัม, น้ำ 90.2 กรัม, วิตามินเอรวม 143 RE., วิตามินบี1 0.11 มิลลิกรัม, วิตามินบี2 0.06 มิลลิกรัม, วิตามินบี3 0.6 มิลลิกรัม, วิตามินซี 24 มิลลิกรัม, แคลเซียม 7 มิลลิกรัม, ธาตุเหล็ก 0.8 มิลลิกรัม, ฟอสฟอรัส 10 มิลลิกรัม การรับประทานมะเขือเปราะเป็นประจำจะช่วยต้านมะเร็ง บำรุงหัวใจ ลดความดันโลหิต ช่วยบรรเทาอาการของโรคเบาหวานมะเขือเปราะมีส่วนช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้มะเขือเปราะมีประโยชน์ต่อตับอ่อน เพราะทำให้ตับแข็งแรงและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มะเขือเปราะ

หัวปลีกล้วยประโยชน์ของหัวปลี ข้อมูลจากกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข แสดงคุณค่าทางโภชนาการของหัวปลีในปริมาณ 100 กรัม ดังนี้พลังงาน 28 กิโลแคลอรีน้ำ 92.3 กรัมโปรตีน 1.4 กรัมไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.2 กรัมกากใยอาหาร 0.8 กรัมเถ้า 0.9 กรัมแคลเซียม 28

มิลลิกรัมฟอสฟอรัส 40 มิลลิกรัมธาตุเหล็ก 0.7 มิลลิกรัมวิตามินเอ 26 ไมโครกรัมไทอะมีน 0.01 มิลลิกรัมไรโบฟลาวิน 0.02 มิลลิกรัมไนอะซิน 0.6 มิลลิกรัมวิตามินซี 25 มิลลิกรัม ด้านสรรพคุณของหัวปลี บำรุงเลือดป้องกันโลหิตจาง โดยเฉพาะในหญิงตั้งครรภ์หรือคุณแม่หลังคลอดบุตร ช่วยขับน้ำนมของหญิงหลังคลอดบุตร โดยให้รับประทานเมนูหัวปลีหลังคลอดใหม่ ๆ จะช่วยขับน้ำนมได้ดีมาก ลดระดับน้ำตาลในเลือดการศึกษาในวารสาร Phytoterapy Research เมื่อปี 2000 เผยผลการวิจัยฤทธิ์ของหัวปลีกับการลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยทดลองให้หนูกินหัวปลี 0.15-0.25 กรัมต่อน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) ตลอดระยะเวลา 30 วัน ซึ่งพบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดของหนูลดลง และมีระดับฮีโมโกลบินเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ยังอยู่ในขอบเขตของสัตว์ทดลองเท่านั้น ส่วนการทดลองในคนยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป ลดการอักเสบในร่างกายในหัวปลีมีสารต้านอนุมูลอิสระที่เรียกว่า มีทานอล ซึ่งงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสาร Food Science and Biotechnology เมื่อปี 2010 พบว่า สารสกัดจากหัวปลีมีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ค่อนข้างมาก และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันเซลล์ถูกทำลาย ป้องกันการอักเสบในร่างกายได้หรับสาว ๆ ที่ประจำเดือนมามากเกินไป (ต้องใช้ผ้าอนามัยเกิน 5 ชิ้นต่อวัน) หัวปลีจะช่วยลดปริมาณเลือดประจำเดือนให้ได้ค่ะ โดยหัวปลีมีสรรพคุณกระตุ้นร่างกายให้สร้างฮอร์โมนโปรเจสเทอโรน ซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศชายช่วยให้ปริมาณเลือดประจำเดือนที่มามาก มาเกินความจำเป็นลดน้อยลงไปได้

หัวปลีมีแมกนีเซียม ธาตุอาหารสำคัญที่มีผลรักษาอาการซึมเศร้า ดังนั้นใครรู้สึกไม่ค่อยดี เหมือนซึม ๆ เศร้า ๆ และ ยางจากหัวปลีมีฤทธิ์สมานแผลในกระเพาะอาหาร โดยวิธีใช้ให้นำหัวปลีมาเผาแล้วคั้นเอาแต่น้ำมาดื่มให้ได้ประมาณครึ่งแก้ว ใช้เป็นยาเคลือบกระเพาะก่อนรับประทานอาหารประมาณ 1 ชั่วโมง

หัวปลีกล้วย

ผักน้ำ (ผักสลัดน้ำ) เป็นผักที่กินง่าย ซึ่งจะกินสด ๆ กินเป็นสลัด หรือนำไปประกอบอาหารเมนูอื่น ๆ ก็ได้ โดยปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงานประมาณ 11 แคลอรี่เท่านั้น ทั้งยังปราศจากไขมัน และอุดมด้วยสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกาย มีวิตามินเอและวิตามินซีที่มีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโต การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ในร่างกาย รวมถึงมีวิตามิน เคที่ช่วยให้เลือดแข็งตัวด้วย แร่ธาตุ เช่น แคลเซียมที่ช่วยในการเสริมสร้างกระดูก โพแทสเซียมช่วยปรับระดับความดันโลหิตให้เป็นปกติ ธาตุเหล็กช่วยในการผลิตเม็ดเลือดแดง และแมงกานีสที่ช่วยในการทำงานของสมองและระบบประสาท เป็นต้นกากใยอาหาร ช่วยในการทำงานของระบบย่อยอาหาร และดีต่อระบบขับถ่าย มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยต้านกระบวนการเกิดอนุมูลอิสระและการอักเสบในร่างกาย ซึ่งอาจนำไปสู่โรคร้ายแรงอย่างมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจ เบาหวาน และต้อกระจก

ผักน้ำ

ผักกูดประโยชน์ผักกูดผักกูด เป็นผักที่มีรสจืดอมหวานและกรอบ ยอดอ่อนและใบอ่อนนิยมนำมาบริโภค โดยนำมาปรุงเป็นอาหารได้อย่างหลากหลาย ด้วยการนำมายำ ผัด ทำเป็นแกงจืด แกงเลียง แกงส้ม แกงแคร่วมกับผักชนิดต่าง ๆ ต้มกะทิ ฯลฯ ส่วนเมนูผักกูดก็เช่น ยำผักกูด ผักกูดผัดน้ำมันหอย แกงจืดผักกูดหมูสับ ไข่เจียวผักกูด ผัดกับไข่หรือแหนม นำมาแกงกับปลาน้ำจืด ทำเป็นแกงกะทิกับปลาย่าง หรือนำมาราดด้วยน้ำกะทิรับประทานร่วมกับน้ำพริกหรือแกงรสจืด ส่วนชาวอีสานจะรับประทานยอดสดร่วมกับลาบ ก้อย ยำ ส้มตำ ปลาป่น หรือจะนำไปดัดแปลงเป็นเมนูอื่น ๆ ก็ทำได้ไม่ยาก นอกจากนี้ยังนิยมนำมาใช้ลวกหรือต้มให้สุก จิ้มกินกับน้ำพริก ใช้เป็นผักจิ้มกินกับน้ำพริกตาแดง น้ำพริกถั่ว หรือน้ำพริกต่าง ๆ แต่จะไม่นิยมนำมารับประทานแบบสด ๆ เพราะจะมียางเป็นเมือกอยู่ที่ก้าน โดยในช่วงหน้าแล้งผักกูดจะมีรสชาติอร่อยกว่าฤดูอื่น ๆมีสรรพคุณช่วยเสริมสร้างร่างกายให้แข็งแรง ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันและช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ (ใบ) อุดมไปด้วยธาตุเหล็กและเบตาแคโรทีน การรับประทานผักกูดร่วมกับเนื้อสัตว์จะช่วยทำให้ร่างกายดูดซึมแร่ธาตุต่าง ๆ ได้ดีขึ้น และยังช่วยบำรุงร่างกายอีกด้วย ใบผักกูดนำมาต้มเป็นน้ำดื่ม ช่วยแก้ไข้ตัวร้อน มีคุณสมบัติ

ช่วยดับร้อน ทำให้ร่างกายปรับสภาพอุณหภูมิให้เข้ากับฤดูร้อน ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเม็ดเลือด (ช่วยบำรุงโลหิต เนื่องจากผักกูดเป็นผักที่มีธาตุเหล็กมากที่สุดเป็นอันดับ ช่วยแก้โรคโลหิตจาง ช่วยบำรุงสายตา ช่วยลดความดันโลหิตสูง ช่วยป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟันได้ ผักกูดเป็นผักที่มีเส้นใยอาหารสูงมาก จึงช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานได้อย่างดี ช่วยขับปัสสาวะ (ช่วยแก้พิษอักเสบ

ผักกูด

สรุปในการกินพืชผักของแต่ละกลุ่มของแต่ละชนิดจะได้ คุณค่าทางโภชนาการ สารอาหาร และประโยชน์ได้ดังนี้

กลุ่มพืชผักทั่วไป	สารอาหาร	ประโยชน์ต่อร่างกาย
มะระ ชะพลู ชะอม ฟักทอง ผักชีฝรั่ง ผักบุ้ง	วิตามินเอ	บำรุงสายตา และ ผิวหนังทนต่อสภาพแสงจ้า
พริกขี้หนู	วิตามินบี1	ลดการติดเชื้อทาง ระบบการหายใจ โดยเฉพาะโรคหวัด

กลุ่มพืชผักทั่วไป	สารอาหาร	ประโยชน์ต่อร่างกาย
ผักกาด พริกชี้ฟ้า กระชาย มะระ มะขาม	วิตามินบี 2	ป้องกันการเกิดโรคเหน็บชา โรคเบื่ออาหาร โรคปากนกกระจอก โรคริมฝีปากแห้ง
พริกชี้ฟ้า สะเดา โหระพา ถั่วงอก มะระ ขึ้นฉ่าย ชะอม กะหล่ำปลี มะเขือเทศ ผักกาดหอม และผักกาดชนิดต่างๆ	วิตามินซี	บำรุงสุขภาพของเหงือกและฟัน ป้องกันการเกิดเลือดออกตามไรฟัน
กระเจี๊ยบเขียว กระเทียม บัวบก ฟักทอง สะเดา สะระแหน่ โหระพา พริกชี้ฟ้า มะเขือพวก	แคลเซียม	เป็นส่วนสำคัญต่อการสร้างกระดูกและฟัน ช่วยให้เลือดมี การแข็งตัว
มะเขือพวง สาระแหน่ โหระพา พริกชี้ฟ้า	เหล็ก	บำรุงและสร้างโลหิต ป้องกันโรคโลหิตจาง ช่วยให้ร่างกายไม่เหนื่อยเร็ว

ประโยชน์ของการกินปลา

สำหรับประโยชน์ของปลา จะเป็นแหล่งโปรตีนปที่ดีและอุดมด้วยไขมัน เพราะไขมันในปลานั้นน้อยกว่าไขมันจากสัตว์ชนิดอื่น และปลาบางชนิดยังมีโอเมก้า ทรี (Omega 3) เป็นกรดไขมันมีประโยชน์ช่วยเพิ่มสุขภาพหัวใจและหลอดเลือด โดยเฉพาะปลาลาดุกก็เป็นปลาที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ มีปริมาณแคลอรีและไขมันต่ำ ธาตุปรอทต่ำ มีทั้งวิตามินบี 12 โอเมก้า ทรี และโอเมก้า ซิกซ์ (Omega 6) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่ร่างกายของเราสร้างเองไม่ได้ สามารถช่วยลดคอเลสเทอรอลในเลือดกด หากกินปลาบ่อยช่วยลดการเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจ ลดโอกาสเป็นอัมพาต โดยเฉพาะในผู้หญิง และลดโอกาสเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนักโดยสรุปประโยชน์ของของการกินปลานอกจากได้คุณค่าทางด้านอาหารแล้วยังมีประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้

1. กินปลาลดโอกาสเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจลดลง
2. การกินปลาลดโอกาสหัวใจล้มเหลว
3.การกินปลาช่วยลดโอกาสเป็นอัมพาต
4. การกินปลาช่วยลดโอกาสอัมพาตในผู้หญิง
5. การกินปลาลดโอกาสเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2560. คู่มือการเพาะเลี้ยงปลานิลในกระชัง. งานศึกษาและพัฒนาประมง ศูนย์ศึกษาพัฒนาห้วยฮ้องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง. 2562. โรคปลานิล. สืบค้นได้จาก: https://www.fisheries.go.th/quality/.pdf. [20 พฤษภาคม 2562].

เกษตรกรรมยั่งยืน. 2562. รูปปลานิล. สืบค้นได้จาก: http://mobizest.com. [20 พฤษภาคม 2562].

กลุ่มอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อม. 2562. สืบค้นได้จาก: http://www.siamensis.org/species_index?nid=8177#8177Species%20:%20Clarias%20meladerma. [20 พฤษภาคม 2562].

คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร. 2562. สืบค้นได้จาก: http://www.nonghandatabase.com. [20 พฤษภาคม 2562].

บางกอกทูเดย์. 2560. การเลี้ยงปลาดุกในบ่อซีเมนต์. สืบค้นได้จาก: https://bangkok-today.com. [20 พฤษภาคม 2562].

บ้านน้อย.คอม. 2562. รูปการเลี้ยงปลาดุกในบ่อพลาสติก. สืบค้นได้จาก: https://www.baannoi.com. [20 พฤษภาคม 2562].

บริษัท เบทาโกร จำกัด มหาชน. 2562. การเลี้ยงปลาดุก. สืบค้นได้จาก: http://betagrofeed.com/community/wp-ontent/uploads.pdf. [20 พฤษภาคม 2562].

ปฐมพงษ์ และคณะ. 2557. ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลในระบบน้ำหมุนเวียนแบบอควาโปรนิกส์. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 8(1).

ประพัฒน์ ปานนิล. 2551. การเลี้ยงปลาดุกในระบบน้ำหมุนเวียนในถังพลาสติก 200 ลิตรร่วมกับการปลูกผักบุ้งในระบบพืชไร้ดิน DRFT โดยไม่ใช้ปุ๋ย. วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีระนอง อำเภอเมือง, จังหวัดระนอง.

ปศุสัตว์.คอม. 2562. รูปปลานิล. สืบค้นได้จาก: https://pasusat.com/%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%B4%E0%B8%A1/. [20 พฤษภาคม 2562].

พลังเกษตร. 2562. การเลี้ยงปลาหมอ-ลูกผสม. สืบค้นจาก: https://www.palangkaset.com/สัตว์น้ำ/การเลี้ยงปลาหมอลูกผสม/. [20 พฤษภาคม 2562]

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ธนบุรี. 2558. สืบค้นได้จาก: https://bkkthon.ac.th/home/th/faculty/faculty14/department33/article_news/post-630. [20 พฤษภาคม 2562].

วีระยุทธ เลื่อนลอย พ้วน เพ่งเช้ง ปิยะพงศ์ โชติพันธุ์ และสมศักดิ์ มณีพงษ์. 2557. วารสารเทคโนโนโลยีการประมง. 8(2): 10-19.

มนูญ ศิรินุพงศ์ และคณะ 2560. องค์ความรู้ปลูกพืชไม่ใช้ดิน.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี

มนูญ ศิรินพงศ์. 2560. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทยไทย.(ปรับปรุงครั้งที่4) บริษัท สยามคัลเลอร์พริน จำกัด. นนทบุรี.

มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย. 2540. มหัศจรรย์ผัก108. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเขต 5 สุราษฎร์ธานี. 2562. สืบค้นได้จาก: https://www.fisheries.go.th/if- suratthani/1planile.htm. [20 พฤษภาคม 2562].

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพัทลุง. 2561. การเลี้ยงปลาหมอ. สืบค้นได้จาก: https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/site/if-phatthalung. [20 พฤษภาคม 2562].

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ้องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2560. คู่มือการปฏิบัติงานการเพาะเลี้ยงปลานิลในกระชัง. งานศึกษาและพัฒนาการประมง ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ้องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2562. สืบค้นได้จาก: http://www.hongkhrai.com/pdf/report%20pdf%20High%20Light/data%2003.pdf. [20 พฤษภาคม 2562].

ศูนย์สุขภาพสัตว์น้ำสงขลา. 2562. สืบค้นได้จาก: http://www.aquathai.org. [20 พฤษภาคม 2562].

สำนักงานประมงจังหวัดยะลา. 2562. สืบค้นได้จาก: https://www.fisheries.go.th/fpo-yala/organize/project/tkk%201377/tkk_1377_%20big%20ui%20pond.html. [20 พฤษภาคม 2562].

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. การเลี้ยงปลาดุก. สืบค้นได้จาก: http://www.oae.go.th. [20 พฤษภาคม 2562].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2562. การเลี้ยงปลาหมอ. สืบค้นได้จาก: http://www.oae.go.th. [20 พฤษภาคม 2562].

Christopher S., Moti C., Edoardo P., Austin S.and Alessandro L. 2014. Small-scale aquaponic food production Integrated fish and plant farming. FISHERIES AND AQUACULTURE TECHNICAL PAPER 589

คำสั่งคณะทำงานโครงการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำฯ

คำสั่งมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ที่ ๕๐๗๐๙/๒๕๖๒
เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานโครงการ "การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ : การเกษตรแบบยั่งยืน เพื่อความมั่นคงทางอาหารในระดับชุมชนชายแดนใต้" ประจำปี ๒๕๖๒

.....

เพื่อให้การดำเนินงานโครงการ "การปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ : การเกษตรแบบยั่งยืน เพื่อความมั่นคงทางอาหารในระดับชุมชนชายแดนใต้" ประจำปี ๒๕๖๒ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพอาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๔ และ ๓๙ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. ๒๕๕๙ ประกอบคำสั่งมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ ๐๙๙๗/๒๕๖๑ ลงวันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๖๑ จึงแต่งตั้งคณะทำงานโครงการดังกล่าว ดังนี้

๑.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนูญ ศิรินุพงศ์	ประธานคณะทำงาน
๒.	ดร.สุพัฒน์ คงพ่วง	คณะทำงาน
๓.	ดร.พัฒนสุดา ศิรินุพงศ์	คณะทำงาน
๔.	นายอนรรฆ พลชาติ	คณะทำงาน
๕.	นายธวัช รัตนพันธ์	คณะทำงาน
๖.	นายชาญวิทย์ เบญจมะ	คณะทำงาน
๗.	นายแชม ล่องนภา	คณะทำงาน
๘.	นายไมล์ แซ่อ่อง	คณะทำงาน
๙.	นายพยนต์ ลิปิกุล	คณะทำงานและเลขานุการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๖ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๒

(รองศาสตราจารย์อิมจิต เลิศพงษ์สมบัติ)
รองอธิการบดีวิทยาเขตปัตตานี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์