

4.3 การทดลองที่ 3 การเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการปลูกผักนึ่งจีนโดยไม่ใช้ดินแบบ DRFT

4.3.1 การเจริญเติบโตของปลาทับทิมและผักนึ่งจีน

4.3.1.1 การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลาทับทิม

ปลาทับทิมที่เลี้ยงในระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 227.5 และ 239.5 กรัมต่อตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 148 และ 166 กรัมต่อตัว และความยาวเฉลี่ยของปลาทับทิม เท่ากับ 23.05 และ 23.97 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 การเจริญเติบโตของปลาทับทิมที่เลี้ยงในระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ค่าเฉลี่ยจาก 40 ตัว)

การเจริญเติบโต	ระบบ		T-test
	Fish	DRFT-Fish	
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	227.5±10.41	239.5±9.90	ns
น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	148±10.17	166±9.68	ns
ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	23.05±0.42	23.97±0.32	ns
ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)	7.38±0.51	8.43±0.56	ns
อัตราการรอด (%)	87.5	62.5	-

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

อัตราการรอดของปลาทับทิมที่เลี้ยงในระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish เท่ากับร้อยละ 87.5 และ 62.5 โดยปลาทับทิมในระบบ DRFT-Fish มีอัตราการรอดน้อยกว่า เพราะช่วง 1 เดือนหลังจากปล่อยปลาลงถึงเลี้ยง เกิดน้ำเป็นไขที่ผิวหน้า และมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำมาก (2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่งผลให้ปลาตายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการทดลองนี้เลือกเลี้ยงปลาขนาดเล็ก ทำให้มีการปล่อยปริมาณแอมโมเนียออกมามากกว่าปลาขนาดใหญ่ (Ng,W.J. et al. 1993) เป็นสาเหตุให้ต้องใช้ออกซิเจนปริมาณมาก เพื่อออกซิไดซ์แอมโมเนียเป็นไนเตรท ประกอบกับในช่วงสัปดาห์ที่ 4 อุณหภูมิของน้ำเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (จาก 28 เป็น 32 องศาเซลเซียส) ทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำลดลง ในขณะที่ความต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ทั้งจากการหายใจของปลา ฟิช และแบคทีเรีย เมื่อมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอกับกระบวนการไนตริฟิเคชัน จึงทำให้เกิดการสะสมของแอมโมเนีย และไนไตรท์ในระบบ เมื่อมีปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์สูงมาก ส่งผลให้ปลาเกิด

การระบายเครื่องจึงขับเมื่อกออกมา และกินอาหารลดลง ทำให้อาหารเหลือจึงเกิดคราบไขมันจากอาหารลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนในน้ำลดลง หลังจากนั้นจึงถ่ายน้ำออกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำในระบบ และเพิ่มออกซิเจนบริเวณวางปลุกพืชโดยการใส่หัวทราย (ภาพที่ 4.41) หลังจากนั้น 6 วันไข่ที่ผิวน้ำจึงหายไป และปริมาณออกซิเจนในน้ำก็เพิ่มขึ้น ปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ลดลง

4.3.1.2 การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีน

ผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบ DRFT และระบบ DRFT-Fish มีการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยมีน้ำหนักสดเฉลี่ย 14.20 และ 15.40 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และ น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2.70 และ 2.83 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ความยาวลำต้นเฉลี่ย 53.97 และ 52.60 เซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ

ในขณะที่ความยาวรากเฉลี่ยของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบ DRFT และระบบ DRFT-Fish มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยรากของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบ DRFT มีความยาว 28.80 เซนติเมตร ขณะที่ความยาวรากของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบ DRFT-Fish มีความยาวเพียง 23.17 เซนติเมตร การที่ความยาวรากของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบ DRFT-Fish สั้นกว่า อาจเป็นเพราะมีตะกอนเกาะบริเวณราก ทำให้รากผักบุ้งจีนได้รับออกซิเจนน้อย มีผลทำให้การดูดใช้แร่ธาตุลดลง ซึ่งทำให้รากเจริญไม่ดี และมีรากสั้น (ดิเรก ทองอร่าม. 2547 ; นงนุช วงศ์สินชาน. 2532)

ผลผลิตผักบุ้งจีนเฉลี่ยต่อพื้นที่ของระบบ DRFT และระบบ DRFT-Fish ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 และ 5.15 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และผลผลิตรวมตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 47.20 และ 49.40 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) เมื่อดูข้อมูลผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ (ภาพที่ 4.30) พบว่าในสัปดาห์ที่ 5 แนวโน้มการเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนลดลงทั้ง 2 ระบบ เนื่องจากในช่วง 1 สัปดาห์ก่อนเก็บผลผลิตมีฝนตกเกือบทั้งวันและทุกวัน ทำให้มีแดดน้อย (ภาคผนวกภาพที่ จ.1) จึงทำให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ แต่โดยสรุปแล้วผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบ DRFT-Fish มีผลผลิตต่อพื้นที่ใกล้เคียงกับระบบปลูกทั่วไป

แสดงว่าถ้าปรับระบบการปลูกให้เหมาะสม สามารถเลี้ยงปลาและปลูกผักร่วมกันได้ โดยที่ปลาและผักบุ้งจีนมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ เช่นเดียวกับระบบ Fish และระบบ DRFT

ตารางที่ 4.13 การเจริญเติบโตของปลุกในระบบ DRFT และระบบ DRFT-Fish

การเจริญเติบโต	ระบบ		T-test
	DRFT	DRFT-Fish	
น้ำหนักสดเฉลี่ย (กรัม/ตัว) ¹	14.20±0.58	15.40±0.78	ns
น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม/ตัว) ¹	2.70±0.14	2.83±0.13	ns
ความยาวลำตัวเฉลี่ย (ซ.ม.) ¹	53.97±1.31	52.60±1.06	ns
น้ำหนักสดรากเฉลี่ย (กรัม/ตัว) ¹	2.74±0.17	3.30±0.15	*
น้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย (กรัม/ตัว) ¹	0.94 ±0.02	1.00 ±0.04	ns
ความยาวรากเฉลี่ย (ซ.ม.) ¹	28.80±1.56	23.17±1.52	*
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ตร.ม.) ²	4.92±0.15	5.15±0.16	ns
ผลผลิตรวมตลอดการทดลอง (กก.) ³	46.72	46.59	-

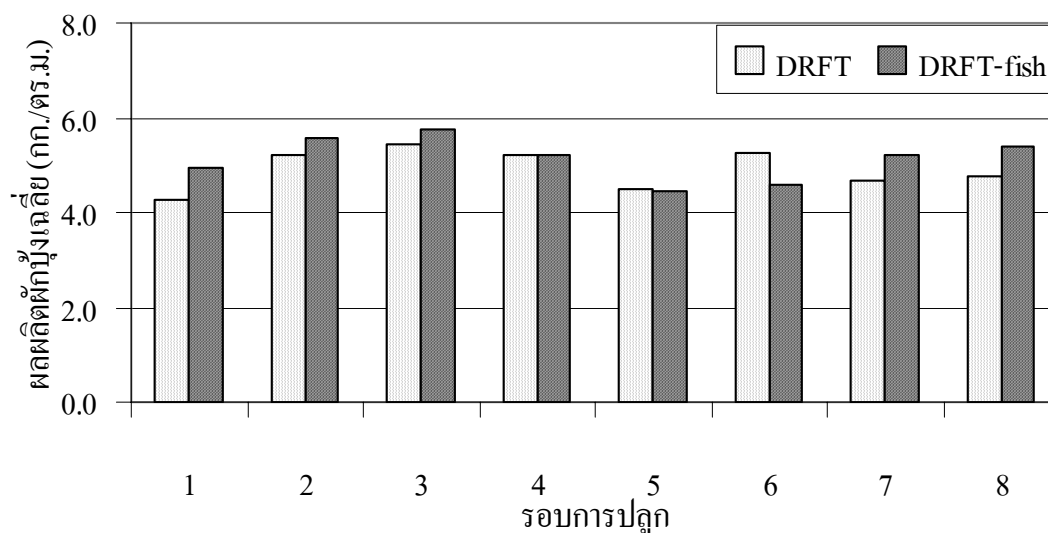
หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

¹ = ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลปลุกบั้งจัน 40 ตัว (กลุ่ม 1 รอบปลูก/ครั้ง/5 ตัว) รวม 8 ครั้ง

² = ค่าเฉลี่ยจาก 8 รอบปลูก (รอบปลูกละ 100 ตัว) ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม.

³ = คัดจากผลผลิตรวม 8 รอบปลูก



ภาพที่ 4.30 ผลผลิตเฉลี่ยต่อพื้นที่ของปลุกบั้งจันที่ปลูกในระบบ DRFT และระบบ DRFT-Fish

หมายเหตุ : 1 รอบการปลูกปลุกบั้งจันเท่ากับ 24 วัน

4.3.2 ปริมาณธาตุอาหาร และปริมาณไนโตรเจนในผักบุ้งจีน

4.3.2.1 ปริมาณธาตุอาหารในใบและลำต้นของผักบุ้งจีน

เมื่อพิจารณาดังตารางที่ 4.14 พบว่า มีปริมาณเฉลี่ยของไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ในผักบุ้งจีนของทั้ง 2 ระบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ส่วนปริมาณเฉลี่ยของโพแทสเซียม (K) ในผักบุ้งจีนทั้ง 2 ระบบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ปริมาณแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยพบว่า ปริมาณโพแทสเซียม (K) ในระบบ DRFT-Fish มากกว่าระบบ DRFT และมีปริมาณแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) น้อยกว่าระบบ DRFT เนื่องจากการจับถ่ายของเสียจากปลา จะทำให้สารละลายมีการสะสมธาตุอาหารมากขึ้น โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม (Seawright,D.E. et al. 1998) จึงเป็นสาเหตุให้ผักมีการดูดใช้ K มากขึ้น ซึ่งเมื่อพืชมีการดูดใช้ K ปริมาณมากจะส่งผลให้พืชมีการดูดใช้ Ca และ Mg ปริมาณลดลง (ขงยุทธ โอสดสภา. 2543)

ตารางที่ 4.14 ปริมาณธาตุอาหารในใบและลำต้นของผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบ DRFT และระบบ

DRFT-Fish					
ระบบ	%N	%P	%K	%Ca	%Mg
DRFT	4.47±0.09	0.51±0.01	6.04±0.82	1.49±0.14	0.32 ±0.02
DRFT-Fish	4.37±0.11	0.57±0.03	9.44±0.30	1.10±0.09	0.24 ±0.01
T-test	ns	ns	**	*	*

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ($P<0.01$)

4.3.2.2 ปริมาณธาตุอาหารในรากผักบุ้งจีน

เมื่อพิจารณาดังตารางที่ 4.15 พบว่า ปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และแมกนีเซียม (Mg) มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างยิ่ง ($P>0.01$) โดยระบบ DRFT-Fish มีปริมาณไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) สูงกว่าระบบ DRFT และมีปริมาณแคลเซียม (Ca) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) กับระบบ DRFT เนื่องจากการจับถ่ายของเสียจากปลา จะทำให้สารละลายมีการสะสมธาตุอาหารมากขึ้น โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม (Seawright,D.E. et al. 1998) จึงเป็นสาเหตุให้ผักมีการดูดใช้ K มากขึ้น ซึ่งเมื่อพืชมีการดูดใช้ K ปริมาณมากจะส่งผลให้พืชมีการดูดใช้ Ca และ Mg ปริมาณลดลง (ขงยุทธ โอสด

สภา. 2543) และอาจเนื่องจากตะกอนบางส่วนที่เกาะบริเวณรากพืช ทำให้มีปริมาณธาตุอาหารในรากพืชของระบบ DRFT-Fish สูงกว่าระบบ DRFT โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

ตารางที่ 4.15 ปริมาณธาตุอาหารในรากผักบุ้งจีนที่ปลูกในระบบ DRFT และระบบ DRFT-Fish

ระบบ	%N	%P	%K	%Ca	%Mg
DRFT	0.28±0.10	0.43±0.02	2.48±0.32	0.50±0.04	0.39±0.02
DRFT-Fish	0.34±0.12	0.72±0.05	6.91±0.72	0.45±0.05	0.24±0.03
T-test	**	**	**	ns	**

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ($P<0.01$)

4.3.2.3 ปริมาณไนเตรทในผักบุ้งจีน

ระบบ DRFT และระบบ DRFT-Fish มีปริมาณไนเตรทในต้นผักบุ้งจีนโดยเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 5196.75 และ 5101.24 $\text{mgNO}_3/\text{g FW}$ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่าระบบการเลี้ยงปลา ร่วมกับการปลูกพืชไม่มีผลต่อการสะสมปริมาณไนเตรทในผักบุ้งจีน (ตารางที่ 4.16) ปริมาณไนเตรทในผักบุ้งจีนที่วิเคราะห์ได้จากการทดลองนี้พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการทดลองของ ออมทอง (2548) ที่วิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในผักบุ้งพบว่า มีค่าเฉลี่ย 3,919 $\text{mgNO}_3/\text{g FW}$ (มิถุนายน ถึง กันยายน 2546) เนื่องจากช่วงเวลาที่ปลูกแตกต่างกัน ส่งผลต่อปริมาณการสะสมไนเตรทเช่นเดียวกัน โดยการทดลองนี้ทำการทดลองในช่วงที่มีฝนตก และมีปริมาณความเข้มแสงต่ำ (มีนาคม ถึง พฤษภาคม 2550) เป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งเสริมให้มีการสะสมปริมาณไนเตรทมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไนเตรทระดับสูงสุดในพืชผักตามข้อบังคับของสหภาพยุโรปปี 2536 เช่น ผักสลัด (*Lactuca sativa* L.) กำหนดไว้ที่ 2,500-4,500 $\text{mgNO}_3/\text{g FW}$ ปริมาณไนเตรทจะมีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดพืช ระยะเวลา และสถานที่ เป็นต้น (ดิเรก ทองอร่าม. 2547) ถึงแม้ว่าในการทดลองนี้มีปริมาณไนเตรทเกินมาตรฐาน แต่ลักษณะการบริโภคผักของคนไทย ส่วนมากจะนำไปปรุงเป็นอาหารด้วยความร้อนก่อน (โดยการลวก ต้ม และนึ่ง) ซึ่งความร้อนสามารถช่วยลดปริมาณไนเตรทได้ 40-60 เปอร์เซ็นต์ (สุวรรณ. 2547) สอดคล้องกับการทดลองของ ออมทอง (2548) ที่นำผักบุ้งไปต้ม พบว่าปริมาณไนเตรทลดลงจากเดิม 3,919 $\text{mgNO}_3/\text{g FW}$ เหลือเพียง 3,049 $\text{mgNO}_3/\text{g FW}$

ตารางที่ 4.16 ปริมาณไนเตรทในผักบั้งจีนที่ปลูกในระบบ DRFT และระบบ DRFT-Fish จากรอบการปลูก 8 ครั้ง

ระบบ	ปริมาณไนเตรทในผักบั้งจีนเฉลี่ย (mgNO ₃ /g FW)
DRFT	5194.7±276.9
DRFT-fish	5100.5±484.5
T-test	ns

หมายเหตุ : ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P>0.05$)

4.3.3 คุณภาพน้ำ

ดังแสดงในตารางที่ 4.17/ภาพที่ 4.31-4.39

4.3.3.1 อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ การนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร ปริมาณไนเตรท และปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ เป็นไปในทางเดียวกันกับการทดลองที่ 1 และ 2

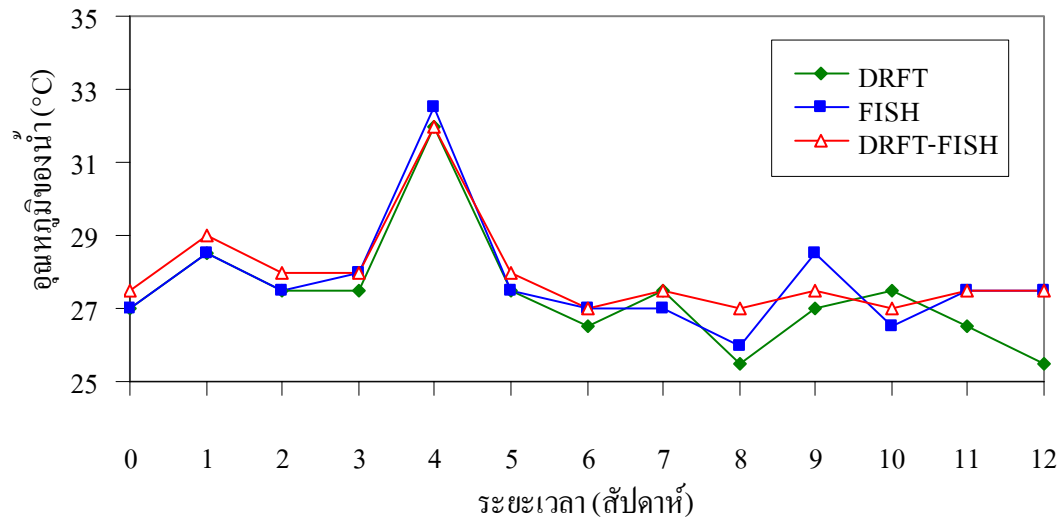
4.3.3.2 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen) พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish เท่ากับ 5.98, 5.53 และ 5.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยระบบ DRFT-Fish มีปริมาณออกซิเจนต่ำในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 แต่หลังจากมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้น มีค่าใกล้เคียงกับระบบ DRFT และระบบ Fish (ภาพที่ 4.32)

4.3.3.3 ความเป็นด่าง (alkalinity) พบว่า ความเป็นด่างเฉลี่ยในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish เท่ากับ 32.38, 28.69 และ 34.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

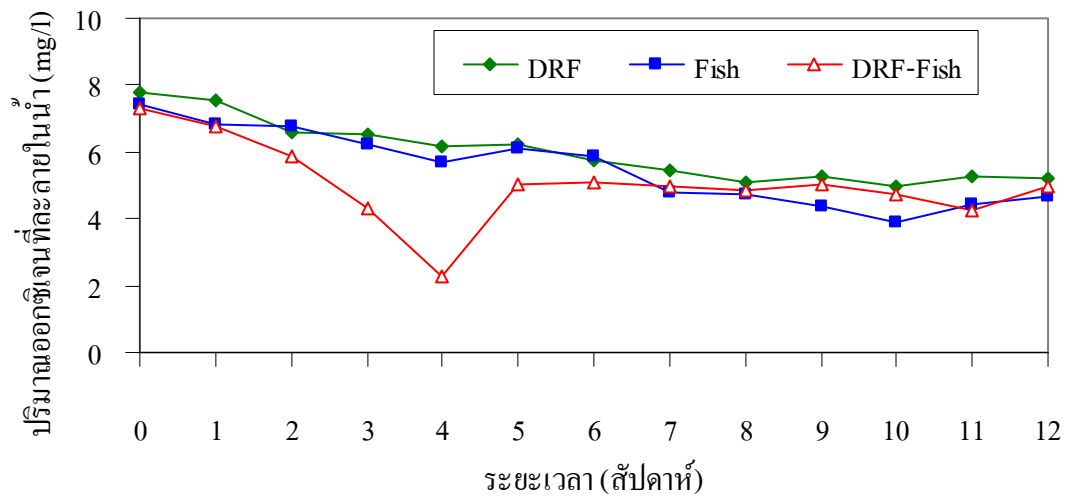
4.3.3.4 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมด (total ammonia nitrogen) พบว่า ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish เท่ากับ 0.08, 1.42 และ 2.61 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยระบบ DRFT-Fish ในสัปดาห์ที่ 4 มีปริมาณแอมโมเนียสูงมากถึง 19.88 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงอย่างมากทำให้ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมดสะสมอยู่มาก และลดลงในสัปดาห์ต่อมา (ภาพที่ 4.36)

4.3.3.5 ปริมาณไนไตรท์ (nitrite nitrogen) พบว่า ปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish เท่ากับ 0.01, 0.83 และ 1.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยระบบ DRFT-Fish มีปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยสูงสุด

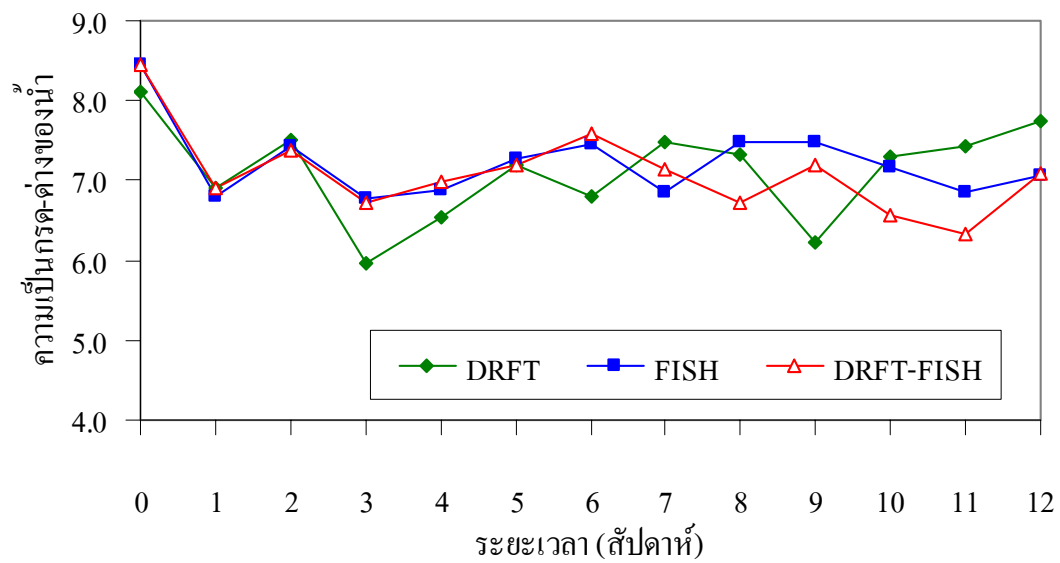
เนื่องจากระบบ DRFT-Fish มีปริมาณแอมโมเนียสูง ซึ่งแอมโมเนียเป็นตัวตั้งต้นของการเปลี่ยนแปลงให้เป็นไนเตรท โดยไนไตรท์เป็นตัวกลางของกระบวนการ (Timmons and Losordol. 1994) ดังนั้นในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ จึงอาจมีปริมาณไนไตรท์สูงได้เช่นกัน จากภาพที่ 4.37 ในสัปดาห์ที่ 3-5 มีปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นอย่างมาก (22.10-40.62 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่งผลกระทบให้สัปดาห์ที่ 4-6 มีปลาตายรวม 38.5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงมีการถ่ายน้ำออกประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำทั้งหมด ทำให้มีปริมาณไนไตรท์ลดลงอย่างรวดเร็ว



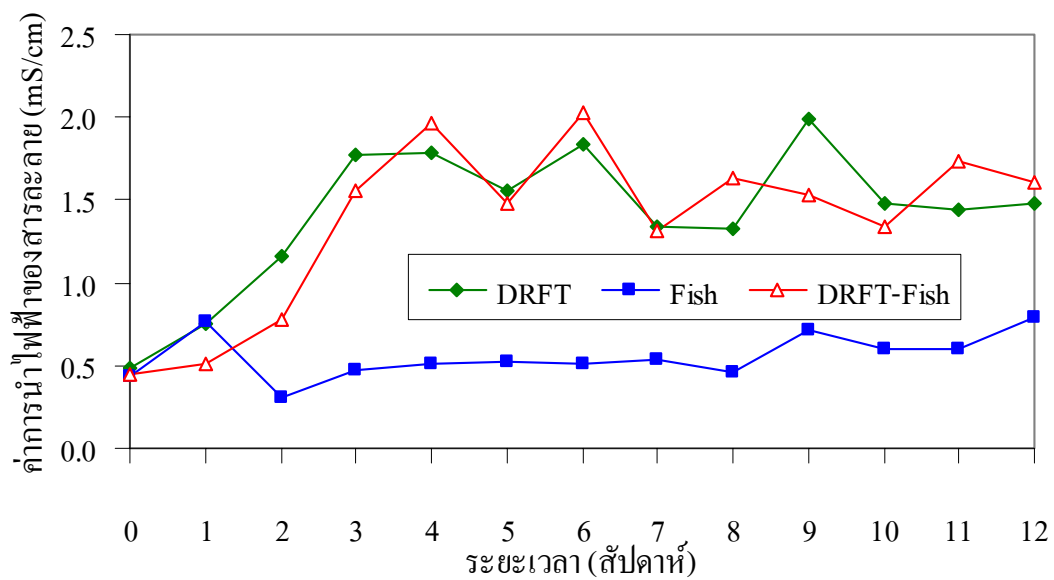
ภาพที่ 4.31 อุณหภูมิของน้ำในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish



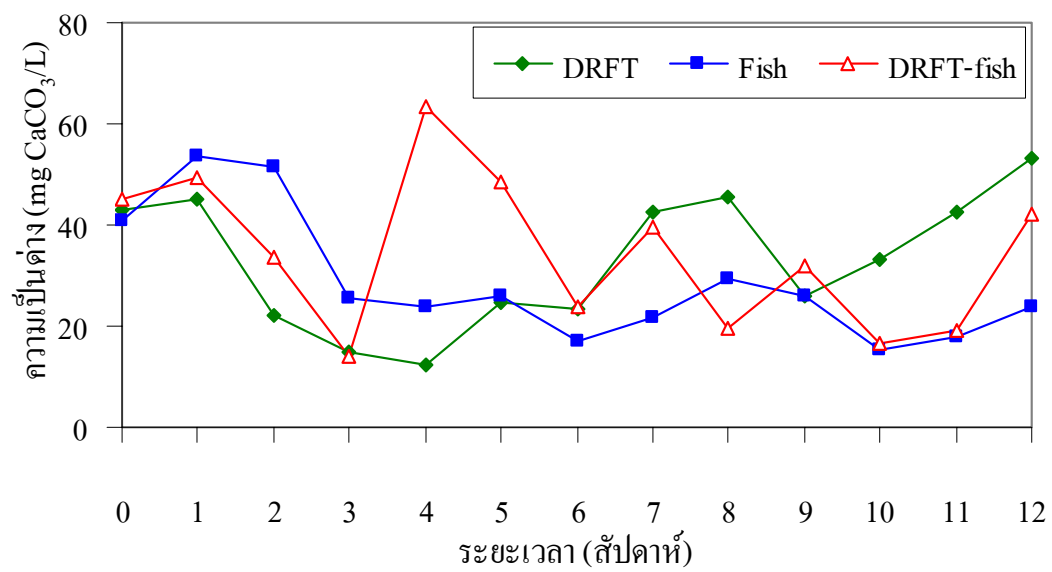
ภาพที่ 4.32 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish



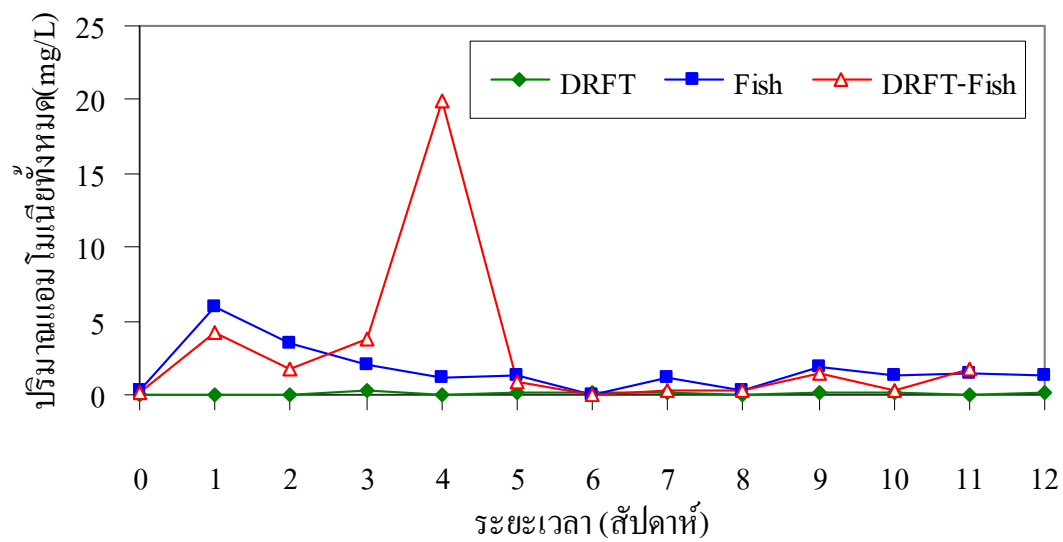
ภาพที่ 4.33 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish



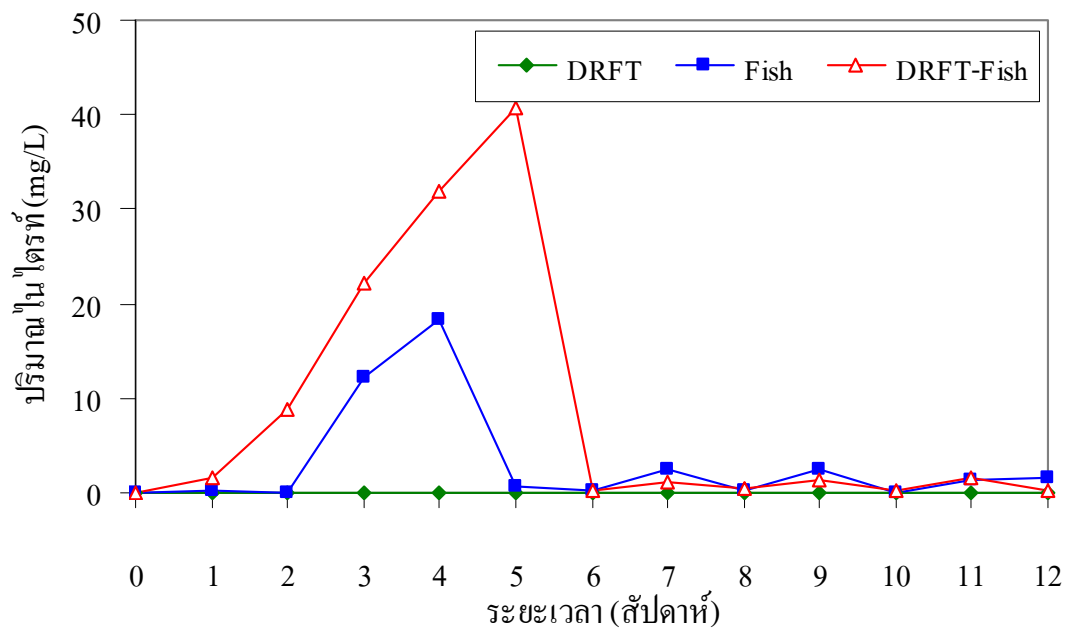
ภาพที่ 4.34 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish



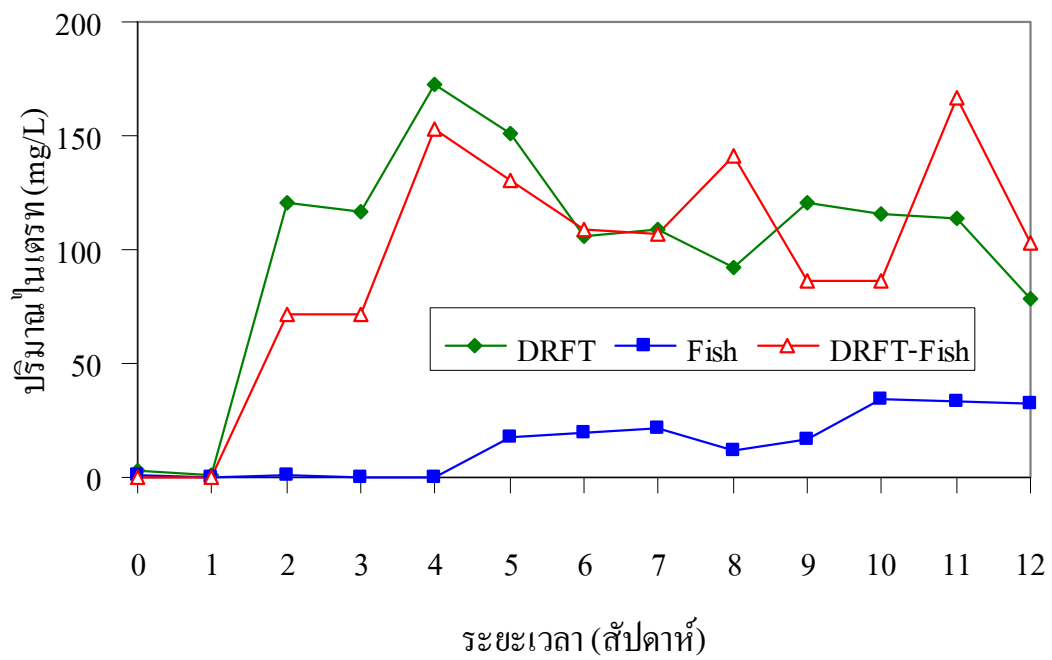
ภาพที่ 4.35 ความเป็นด่างในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish



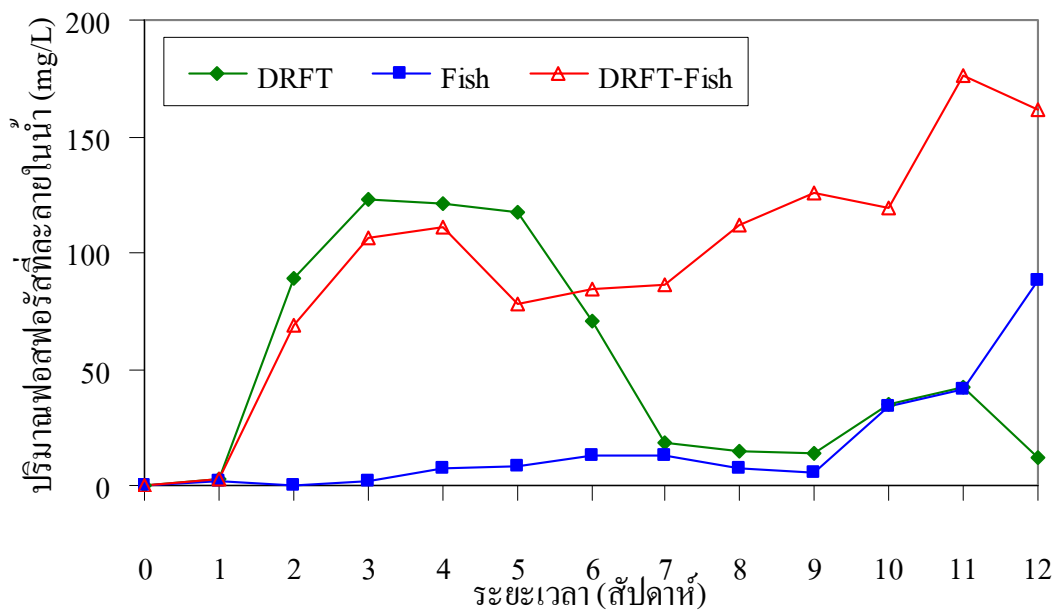
ภาพที่ 4.36 ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish



ภาพที่ 4.37 ปริมาณไนไตรท์ในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish



ภาพที่ 4.38 ปริมาณไนเตรทในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish



ภาพที่ 4.39 ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำในระบบ DRFT ระบบ Fish และระบบ DRFT-Fish

4.3.4 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำของผักนึ่งจีน

จากการศึกษาประสิทธิภาพของผักนึ่งจีนในการบำบัดน้ำจากการเลี้ยงปลาของระบบ DRFT-Fish พบว่าระบบ DRFT-Fish สามารถบำบัดแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำเฉลี่ยร้อยละ 14.08, 5.77, 14.63 และ 3.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18) และจากภาคผนวกภาพที่ ง.1 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียจากการทดลองที่ 3 มีค่ามากที่สุด ประสิทธิภาพในการบำบัดไนเตรต มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองที่ 1 และ 2 และมีประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำต่ำที่สุด แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณความเข้มข้นที่บำบัดได้ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในภาคผนวกตารางที่ ง.1-ง.3 (ค่าของผลต่าง) พบว่าในการทดลองที่ 3 สามารถบำบัดแอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรต ได้ปริมาณมากที่สุด (0.29, 0.86 และ 10.51 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองที่ 1 และ 2 และปริมาณการบำบัดฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำในการทดลองที่ 3 (3.40 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองที่ 2 (3.77 มิลลิกรัมต่อลิตร)

ความสม่ำเสมอของการบำบัดแอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำ ร้อยละ 61.53, 38.46, 92.31 และ 69.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) จากภาคผนวกภาพที่ ง.2 แสดงให้เห็นว่าระบบ DRFT-Fish มีความสม่ำเสมอของการบำบัดไนเตรตเพิ่มขึ้นจากการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่ามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นไนโตรเจน ไนเตรต เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนจะมีค่าสูงในช่วงแรกของการ

บำบัดเท่านั้น จึงทำให้มีจำนวนสปีด้าที่บำบัดได้น้อย แสดงให้เห็นว่าการทดลองที่ 3 มีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำดีที่สุด

ตารางที่ 4.18 ประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนีย ไนโตรที่ ไนเตรท และฟอสฟอรัสในน้ำโดยเฉลี่ย (%) และความสม่ำเสมอของการบำบัดน้ำ (%) ของผักบั้งจันระบบ DRFT-Fish ตลอดการทดลอง

	พิสัย	% การบำบัดน้ำ ¹	% ความสม่ำเสมอของการบำบัด
แอมโมเนีย	3.95-27.42	14.08±2.82	61.54
ไนโตรที่	0.74-9.59	5.77±1.07	38.46
ไนเตรท	0.33-45.83	14.63±3.87	92.31
ฟอสฟอรัส	0.08-8.13	3.20±1.02	69.23

หมายเหตุ : ¹ = ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยสปีด้าที่มีการบำบัดตลอดการทดลอง 13 สปีด้า

4.3.5 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

จากการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ทำให้มีการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทดลองที่ 1 และ 2 ดังนั้นปัญหาที่เกิดจากโครงสร้างของระบบจึงลดลง

4.3.5.1 ถึงตกตะกอน หลังจากปรับปรุงบริเวณท่อต่อเชื่อมระหว่าง 2 ถึง ให้มีขนาดท่อ 1 นิ้ว ทำให้ไม่เกิดน้ำล้นออกทางด้านบนของถังตกตะกอนอีก และออกแบบให้สามารถเปิดด้านบนของท่อ PVC ที่เชื่อมระหว่างถังตกตะกอนทั้ง 2 ถังได้ (ภาพที่ 4.40ก, ข) เพื่อสะดวกต่อการทำความสะอาด และลดการเกาะของตะกอนบริเวณผิวด้านในของท่อ ซึ่งทำให้น้ำไหลผ่านอย่างสม่ำเสมอ และลดการอุดตันได้

4.3.5.2 จำนวนการถ่ายตะกอนของถังตกตะกอนที่ปรับให้ทำงานทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 20 วินาที เวลา 07.00, 13.00, 19.00 และ 01.00 น. พบว่าทำให้ตะกอนถูกกำจัดได้ในปริมาณมาก เนื่องจากมีช่วงเวลาของการตกตะกอน และมีจำนวนครั้งที่พอเหมาะกับการขับถ่ายของปลา สังเกตผลได้จากปริมาณตะกอนที่ค้างอยู่บนรางปลูกพืชมีปริมาณลดลงอย่างมาก ปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียเนื่องจากการถ่ายตะกอนต่อวัน เท่ากับ 33.33 ลิตร สอดคล้องกับ Zweig. (1986) กล่าวว่าตะกอนที่สะสมอยู่ในระบบ ควรมีการถ่ายออก 2 ถึง 3 ครั้งต่อวัน เนื่องจากเมื่อมีตะกอนสะสมปริมาณมาก จะเกิดการย่อยสลาย และดึงออกซิเจนจากปลาและพืชมาใช้ อีกทั้งยังทำให้อัตราการไหลของน้ำในระบบไหลช้า ตะกอนจะไปจับรากพืช และทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำ และธาตุอาหารลดลง

4.3.5.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของระบบ DRFT-Fish มีปริมาณไม่เพียงพอกับกระบวนการไนตริฟิเคชัน เนื่องจากการทดลองที่ 3 เลือกเลี้ยงปลาขนาดเล็กจึงมีการปล่อยปริมาณแอมโมเนียออกมามากกว่าปลาขนาดใหญ่ ทำให้ต้องใช้ปริมาณออกซิเจนปริมาณมากเพื่อออกซิไดซ์แอมโมเนียเป็นไนเตรท เมื่อมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอจึงทำให้เกิดการสะสมของแอมโมเนีย และไนไตรท์ในระบบ จึงควรมีการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในระบบ โดยเฉพาะบริเวณถังชีวภาพ หรือ โต้ะปลูก (ภาพที่ 4.41) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันมากที่สุด



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.40 ลักษณะของถังตกตะกอน (ก) และท่อ PVC ที่เชื่อมระหว่างถัง (ข)



ภาพที่ 4.41 การเพิ่มปริมาณออกซิเจนในโต้ะปลูก