# บทที่ 5

# สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบตัดขวาง เพื่อศึกษาผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่ตำบลท่าข้าม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยทำการเก็บข้อมูลในฤดูแล้ง (เมษายน และพฤษภาคม 2543) และฤดูฝน (มิถุนายนและกรกฎาคม 2543) ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

### 5.1.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

เกษตรกรที่ทำการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังทุกรายจะต้องไปขึ้นทะเบียนขออนุญาตกับทางกรมประมงทุกปี จากข้อมูลในปี 2541 พบว่ามีเกษตรกรที่เลี้ยงปลาในกระชังในเขตอำเภอบางปะกง รวมทั้งสิ้น 113 ราย ปลาที่นิยมเลี้ยงในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นปลากระพงขาว อาหารที่ใช้เลี้ยงส่วนมากใช้อาหารสด ได้แก่ ปลาเล็กปลาน้อย ลักษณะของกระชังที่เลี้ยงในพื้นที่ที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่เป็นกระชังโป๊ะ และจะทำการจับปลาเพื่อจำหน่ายเมื่อปลามีอายุ 8 เดือน

### 5.1.2 คุณภาพน้ำในบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำโดยรอบด้านเหนือ ด้านข้าง และด้านใต้ของกระชังปลาที่ระยะห่าง 2 เมตร 5 เมตร และ 10 เมตรจากกระชังปลา ในสถานีที่ 0, 2.5, 5, 8 กิโลเมตร และสถานีอ้างอิงที่ระยะ 9 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ สรุปได้ดังนี้

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ

อุณหภูมิของน้ำในฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าใกล้เคียงกันโดยฤดูแล้งมีอุณหภูมิสูงกว่าเล็กน้อย ความเร็วของกระแสน้ำไหลแรง มีความขุ่นสูง มองเห็นอนุภาคสีน้ำตาล ขณะที่ความโปร่งใสมีค่าค่อนข้างต่ำ ค่าการนำไฟฟ้าในฤดูแล้งสูงกว่าฤดูฝน สอดคล้องกับค่าความเค็ม

2. คุณภาพน้ำทางเคมี

ในฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าพีเอชใกล้เคียงกัน คือ ค่อนข้างเป็นกลาง แต่พบว่าฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อย ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าในฤดูฝน นอกจากนี้พบว่า ทุกสถานีมีค่าออกซิเจนละลายน้ำใกล้เคียงกัน โดยสังเกตได้ว่าบริเวณรอบกระชังปลาจะมีค่าสูงกว่าสถานีอ้างอิง (9 กิโลเมตร) สำหรับค่าบีโอดี พบว่า บริเวณรอบกระชังปลามีค่าค่อนข้างสูงกว่าสถานีอ้างอิง ค่าบีโอดีในฤดูแล้งจะมีค่าต่ำกว่าในฤดูฝน คุณภาพน้ำทางเคมีในกลุ่มสารอาหาร ได้แก่ ฟอสฟอรัส และกลุ่มไนโตรเจน พบว่า ออโธฟอสฟอรัสในบริเวณรอบกระชังปลามีค่าสูงกว่าสถานีอ้างอิง โดยพบว่าฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งเช่นเดียวกันกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ขณะที่ไนไตรท์-ไนโตรเจนในฤดูแล้งจะมีค่าสูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อย และยังพบว่าในฤดูแล้ง ค่าไนไตรท์-ไนโตรเจนบริเวณรอบกระชังปลามีค่าสูงกว่าสถานีอ้างอิง ขณะที่ในฤดูฝนกลับพบว่า บริเวณรอบกระชังปลามีค่าต่ำกว่าสถานีอ้างอิง สำหรับไนเตรท-ไนโตรเจนบริเวณรอบกระชังปลาในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าสถานีอ้างอิง ขณะที่ในฤดูฝนกลับพบว่าที่สถานีอ้างอิงมีค่าสูงกว่าบริเวณรอบกระชังปลา นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในทุกฤดูกาลส่วนใหญ่ มีค่าต่ำกว่า 16 แสดงว่าไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืชและสาหร่าย

3. คุณภาพน้ำทางชีววิทยา

คลอโรฟิลล์ เอ พบว่า ฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง และในฤดูฝนคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณรอบกระชังปลามีค่าต่ำกว่าสถานีอ้างอิง ขณะที่ในฤดูแล้งบริเวณรอบกระชังปลามีค่าสูงกว่าสถานีอ้างอิง สำหรับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัล

โคลิฟอร์มมีค่าสอดคล้องกัน คือ ฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง และบริเวณรอบกระชังปลามีค่าค่อนข้างสูงกว่าสถานีอ้างอิง

5.1.3 ผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังที่มีต่อคุณภาพน้ำ

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณด้านเหนือ ด้านข้างและด้านใต้ของกระชังปลา พบว่า พารามิเตอร์ที่บ่งชี้ความสกปรกหรือการปนเปื้อน ได้แก่ บีโอดี ออโธฟอสฟอรัส แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม ที่บริเวณด้านใต้กระชังจะมีค่าค่อนข้างสูงกว่าบริเวณด้านเหนือและด้านข้างกระชัง แต่ไม่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนคุณภาพน้ำที่ระยะห่าง 2, 5 และ 10 เมตรจากกระชังปลา ในพารามิเตอร์กลุ่มดังกล่าว พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์กลุ่มดังกล่าวในสถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่มีการเลี้ยงปลาในกระชังกับสถานีอ้างอิงที่ระยะ 9 กิโลเมตร จากปากแม่น้ำ ซึ่งไม่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง พบว่า พารามิเตอร์ดังกล่าว ณ สถานีที่มีการเลี้ยงปลาในกระชังส่วนใหญ่ มีค่าสูงกว่าสถานีอ้างอิงทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเล พบว่ายังอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่มิใช่ทะเลประเภทที่ 4 ยกเว้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่มีค่าสูงเกินมาตรฐานกำหนด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ประเภทที่ 4 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าไม่เหมาะสมต่ำการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

5.1.4 แนวทางการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

ในปัจจุบันหน่วยงานที่ทำหน้าที่หลักในการดูแลการจัดการเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง ได้แก่ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปัญหาที่พบในการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังส่วนใหญ่เป็นเรื่องของเทคนิคการเลี้ยงเพื่อเพิ่มผลผลิต ดังนั้นการจัดการต่าง ๆ จึงมุ่งเน้นในเรื่องนี้เป็นสำคัญ ขณะที่แนวทางการจัดการทางสิ่งแวดล้อมยังไม่ใคร่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร ปัจจุบันมีการดูแลในเรื่องสิ่งแวดล้อมโดยการขึ้นทะเบียนเกษตรกรเพื่อทราบจำนวน

และควบคุมพื้นที่การเพาะเลี้ยง มีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบ้างเป็นครั้งคราว และขณะนี้ได้กำหนดพื้นที่ห้ามเลี้ยง ได้แก่ ในแม่น้ำป่าสัก เนื่องจากเคยก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสีย

## 5.2 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณรอบกระชังปลา ได้แก่ ด้านเหนือ ด้านข้าง และด้านใต้กระชัง พบว่าคุณภาพน้ำไม่แแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกันกับคุณภาพน้ำที่ระยะห่าง 2, 5 และ 10 เมตรจากกระชังปลา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เป็นเพราะกระแสน้ำในแม่น้ำบางปะกงมีความเร็วสูงไหลเชี่ยว ทำให้เกิดการปั่นป่วนผสมผสานกันเป็นอย่างดี สอดคล้องกับการศึกษาของเกศินี กิจกำแหง 2542, พิชาญ สว่างวงศ์ และคณะ 2541, มนุวดี หังสพฤกษ์ 2532 และรตีวรรณ อ่อนรัศมีและคณะ 2543 สำหรับผลการศึกษาคุณภาพน้ำอภิปรายได้ดังนี้

คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่

1. อุณหภูมิของน้ำ เป็นพารามิเตอร์สำคัญพารามิเตอร์หนึ่ง ซึ่งจะมีผลต่อพารามิเตอร์อื่น อุณหภูมิของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบรรยากาศ ฤดูกาล ที่ตั้ง ความลึกของน้ำ (Chapman, 1992) ผลการศึกษา พบว่า ฤดูฝนมีอุณหภูมิต่ำกว่าฤดูแล้งเล็กน้อยสอดคล้องกับอุณหภูมิของบรรยากาศ ซึ่งโดยปกติจะมีค่าใกล้เคียงกันตลอดปี (คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด, 2537) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ คือระหว่าง 20-40 องศาเซลเซียส (Smith et al 1964) ซึ่งเป็นปัจจัยสนับสนุนต่อการเกิดมลพิษทางน้ำ

2. ความขุ่น ฤดูฝนจะมีความขุ่นสูงกว่าฤดูแล้ง เนื่องมาจากมีปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่แม่น้ำเป็นปริมาณมาก (Boonpakdee et al 1999 ) ทำให้มีการพัดพาตะกอนดินต่าง ๆ ลงสู่ ลำน้ำ ประกอบกับมีกระแสน้ำที่ไหลแรงเกิดการปั่นป่วนของลำน้ำ มีการรบกวนจากเรือที่วิ่งไปมา ทำให้ตะกอนที่ท้องน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมาจนสามารถมองเห็นเป็นอนุภาคสีน้ำตาล สำหรับฤดูแล้งแม้ว่าจะมีความขุ่นน้อยกว่าฤดูฝนแต่ยังจัดว่าน้ำมีความขุ่นสูงจนมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สาเหตุที่สำคัญเป็นเพราะอิทธิพลจากความเร็วของกระแสน้ำเช่นเดียวกัน

3. ความโปร่งใส เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณแสงแดดที่สามารถส่องผ่านตามชั้นต่าง ๆ ของน้ำ ผลการศึกษาพบว่า แม่น้ำบางปะกงในฤดูแล้ง และฤดูฝนมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องมาจากแหล่งน้ำมีอนุภาคของตะกอนต่าง ๆ อยู่มาก จึงขัดขวางการส่องผ่านของแสงแดด ค่าความโปร่งใสบริเวณที่มีการเลี้ยงปลาในกระชังมีค่าต่ำกว่า 40 เซนติเมตร ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแหล่งน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าความโปร่งใสประมาณ 30-60 เซนติเมตร (ศักดิ์ชัย ชูโชติ, 2536)

4. ความเร็วของกระแสน้ำ แม่น้ำบางปะกงมีความเร็วของกระแสน้ำสูง มีผลต่อการถ่ายเทตะกอนของเสียจากการเลี้ยงปลาในกระชัง ทำให้การสะสมของของเสียในบริเวณกระชังลดลง นอกจากนี้ยังช่วยให้มลสารต่าง ๆ เจือจางลงในเวลาอันสั้น อย่างไรก็ดี กระแสน้ำที่มีความเร็วสูงทำให้เกิดการฟุ้งของตะกอนที่บริเวณท้องน้ำ ส่งผลให้มีความขุ่นสูงและมีความโปร่งใสต่ำ จนอาจไม่เหมาะกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

5. การนำไฟฟ้าและความเค็ม มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน พบว่าในฤดูแล้ง มีการรุกล้ำของน้ำทะเล ทำให้น้ำมีความเค็มสูงขึ้น ขณะที่ในฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำท่าซึ่งเป็นน้ำจืดไหลหลากลงมาจากต้นน้ำ ช่วยผลักดันการรุกล้ำของน้ำทะเลทำให้ความเค็มลดลง อิทธิพลจากการรุกล้ำของน้ำทะเลส่งผลถึงค่าการนำไฟฟ้าของแหล่งน้ำ เนื่องจากน้ำทะเลมีเกลืออนินทรีย์ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งเกลือเหล่านี้เป็นอนุมูลสารที่มีประจุ มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2522)

คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่

1. พีเอช ในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อยสอดคล้องกับการศึกษาของพรทิพย์ งานสกุล 2535, รตีวรรณ อ่อนรัศมีและคณะ 2543, และหัตยา ธงรบ 2530 เนื่องจากในฤดูแล้งจะมีการรุกล้ำของน้ำทะเล ซึ่งในน้ำทะเลมีแร่ธาตุที่มีฤทธิ์เป็นด่างละลายอยู่ เช่น คลอไรด์ โซเดียมซัลเฟต แมกนีเซียม แคลเซียม โปตัสเซียมและเหล็ก (Barnes, 1974) เป็นที่สังเกตได้ว่า บริเวณรอบกระชังปลาจะมีค่าพีเอชต่ำกว่าบริเวณสถานีอ้างอิง อีกทั้งในฤดูแล้งควรจะมีพีเอชค่อนข้างเป็นด่างแต่กลับพบว่ามีค่าค่อนข้างเป็นกรด ทั้งนี้เป็นผลมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงปลา เกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นมา เมื่อรวมกับน้ำ

จะอยู่ในรูปของกรดคาร์บอนิค สามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนอิออนได้ง่าย (ศักดิ์ชัย ชูโชติ, 2536) จึงทำให้ค่าพีเอชของน้ำลดต่ำลง

2. ออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าฤดูฝนเล็กน้อย อาจเกิดจากอิทธิพลการรุกล้ำของน้ำทะเลทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยลง (กรรณิการ์ สิริสิงห 2522 และศักดิ์ชัย ชูโชติ 2536) อย่างไรก็ตามพบว่า ออกซิเจนละลายน้ำบริเวณรอบกระชังปลา มีค่าค่อนข้างสูงโดยมีค่าไม่ต่ำกว่า 4 มก./ล ทั้งนี้เป็นเพราะมีการเติมอากาศให้แก่กระชังปลาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา จากการสำรวจในภาคสนามพบว่า เกษตรกรจะใช้ลูกฟูและปั๊มอัดอากาศ ทำการเติมอากาศให้แก่กระชังปลา

3. บีโอดี เป็นพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ถึงความสกปรกในแหล่งน้ำ (Metcaft & Eddy, 1992) พบว่าบีโอดีโดยรอบกระชังปลาจะมีค่าค่อนข้างมาก แต่ไม่พบว่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการเติมออกซิเจนในกระชังปลาอยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าบีโอดีรอบ ๆ กระชังปลาในฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่า ในฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าฤดูฝน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในฤดูแล้งปลาส่วนใหญ่ยังมีอายุน้อย มีการให้อาหารซึ่งเป็นปลาสดในปริมาณที่ต่ำกว่าฤดูฝนทำให้สารอินทรีย์ตกค้างอยู่น้อยกว่า ประกอบกับในฤดูฝนมีปริมาณน้ำท่าจากต้นน้ำไหลลงมา มีการพัดพาตะกอนสิ่งสกปรกและสารอินทรีย์จากพื้นดินและชุมชนต่าง ๆ ลงมาสู่แหล่งน้ำ สังเกตได้จากที่สถานีอ้างอิง 9 กิโลเมตร ซึ่งเป็นจุดที่ไม่มีการเลี้ยงปลาในกระชังก็พบว่าฤดูฝนมีค่าบีโอดีสูงกว่าฤดูแล้งเช่นกัน

4. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน จากสภาพตามธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่สถานีอ้างอิง (9 กิโลเมตร) ซึ่งไม่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง พบว่า ในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง ทั้งนี้เป็นเพราะน้ำฝนได้พัดพาชะของเสียจากการเกษตรและย่านชุมชนในบริเวณต้นน้ำลงสู่แหล่งน้ำ เมื่อพิจารณาค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ยังคงพบว่า ฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง นอกจากสาเหตุดังกล่าวข้างต้นแล้วยังเกิดจากในช่วงฤดูแล้ง ปลาที่เลี้ยงส่วนใหญ่ มีอายุน้อยทำให้มีการให้อาหารซึ่งเป็นโปรตีนในปริมาณที่น้อยกว่า เพราะความต้องการโปรตีนในอาหารจะแปรผันตามน้ำหนักของปลา (Hepher, 1988) การตกค้างของของเสียจึงน้อยตามไปด้วย ของเสียจำพวกโปรตีนเหล่านี้ ได้แก่ มูลปลาและสิ่งขับถ่ายจากปลา อาหารจำพวกปลาสดและของเสียต่างๆ จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ด้วยกระบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น

(ammonification) กลายเป็นเอมีน (amine) จากนั้นถูกออกซิไดส์ (oxidize) ไปเป็นแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Chapman 1992, , Kiely 1998, Tolgyessy 1993, Wetzel 1975) โดยปรกติแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีการปนเปื้อนจะมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนน้อยกว่า 1 มก./ล (Chapman 1992, Tebbutt 1977) สำหรับค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในบริเวณที่ทำการศึกษาพบว่ามีค่าสูงเกินกว่า มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินคือ 0.5 มก./ล สังเกตได้ว่า แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และบีโอดี มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันทั้งในฤดูแล้ง และฤดูฝน อธิบายได้ว่า บีโอดีเป็นการวัดค่าความต้องการออกซิเจน เพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2522) ดังนั้นเมื่อมีสารอินทรีย์มาก ค่าบีโอดีย่อมสูงตามไปด้วย ปลาสดที่ใช้เป็นอาหารเลี้ยงปลาในกระชังซึ่งมีอินทรีย์ไนโตรเจน เป็นส่วนประกอบนั้น ถือเป็นสารอินทรีย์ประเภทหนึ่ง ขณะที่แอมโมเนีย-ไนโตรเจนแม้จะเป็นสารอนินทรีย์แต่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายของอินทรีย์ไนโตรเจน ดังนั้นพารามิเตอร์ทั้งสองจึงมีความสอดคล้องกัน สามารถกล่าวได้ว่า ปริมาณบีโอดีในบริเวณที่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง ส่วนหนึ่งมาจากของเสียจำพวกปลาสด

5. ไนไตรท์-ไนโตรเจน โดยปกติแล้วไนไตรท์-ไนโตรเจนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินจะมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท-ไนโตรเจน ซึ่งมีความเสถียรกว่า (Tebbutt 1997) จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าฤดูแล้ง เมื่อนำเอาค่าไนเตรท-ไนโตรเจนมาประกอบการพิจารณาร่วมด้วย พบว่า ในฤดูฝนไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไนไตรท์-ไนโตรเจน ถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรท-ไนโตรเจน

6. ไนเตรท-ไนโตรเจน แหล่งน้ำผิวดินตามธรรมชาติทั่วไปจะมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ไม่เกิน 0.1 มก./ล (Chapman, 1992) แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า บริเวณที่มีการเลี้ยงปลาในกระชังมีความเข้มข้นค่อนข้างสูง ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากการย่อยสลายของอินทรีย์ไนโตรเจนในของเสียที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงปลา เกิดเป็นแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนจะเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) เปลี่ยนรูปเป็นไนไตรท์และไนเตรท (Boyd 1980, Kiely 1998 , Manahan 1994, Metcalf and Eddy 1991, Tolgyessy 1993) อนึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในฤดูฝนกับฤดูแล้งพบว่าในฤดูฝนมีค่าสูงกว่า นอกจากจะเป็นผลมาจากปริมาณของเสียจำพวกปลาสดที่ตกค้างมากขึ้นแล้วยังเกิดจากปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงมาจากต้นน้ำได้พัดพาของเสียและปุ๋ยจากพื้นที่การเกษตร แหล่งชุมชน

และอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำ สังเกตได้จากที่สถานีอ้างอิง (9 กิโลเมตร) ซึ่งไม่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง ยังคงพบว่ามีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่า

7. ออโธฟอสฟอรัส พบว่า บริเวณที่มีการเลี้ยงปลาในกระชังมีค่าสูงกว่าสถานีอ้างอิง (9 กิโลเมตร) ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา และของเสียจากปลา มีส่วนประกอบสารอินทรีย์ฟอสฟอรัส เมื่อถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นออโธฟอสฟอรัส (Kiely 1998, Metcalf and Eddy, 1991) เป็นที่น่าสังเกตว่าในฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง เนื่องจากน้ำฝนได้ชะพัดพาเอาตะกอนดินของเสียและปุ๋ยจากพื้นที่การเกษตรย่านชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำ ออโธฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต อีกทั้งเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดยูโทรฟิเคชั่น (euthrophication) การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (algae bloom) และการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอน (plankton bloom) โดยเฉพาะเมื่อฟอสฟอรัสมีค่าสูงกว่า 0.15 มก./ล. และไนโตรเจนมีค่ามากกว่า 0.3 มก./ล ดังนั้นการปนเปื้อนของออโธฟอสฟอรัสอาจก่อให้เกิดปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้(Harper1992,Laws 1993, ) อย่างไรก็ตามพบว่าออโธฟอสฟอรัสในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีค่าค่อนข้างสูง นอกจากมีสาเหตุมาจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นผลมาจากปฏิกริยาการดูดซับและคายออกจากผิวของตะกอนต่างๆที่มีอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำเกิดขึ้น (มนูวดี หังสพฤกษ์ 2532)

คุณภาพน้ำทางชีววิทยา ได้แก่

1. คลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงพ:เซลล์ของแพลงค์ตอนพืชและสาหร่ายทุกชนิด (Fogg 1975, Piorreck and Pohl 1984) ด้วยเหตุนี้ คลอโรฟิลล์ เอ จึงมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณแพลงค์ตอนพืชในแม่น้ำบางปะกง (ธิดาพร หรบรรพ์, 2540) ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการอ้างอิงถึงปริมาณแพลงค์ตอน (สุวัจน์ ธัญรส, 2536) คลอโรฟิลล์ เอ มีสูตรเคมี คือ $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ (Fogg, 1975) ในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง โดยพบว่าค่าคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุด ที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง สอดคล้องกับการศึกษาของเกศินี กิจกำแหง (2542) และธิดาพร หรบรรพ์ (2540) ภายหลังจากเกิดเหตุการณ์การเจริญอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืช จะพบว่าไนโตรเจนจะลดลง เนื่องจากการนำไปใช้ของแพลงค์ตอน (Harper

1992)ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างในช่วงที่กำลังมีการเจริญอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืช (สังเกตได้จากปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่มีค่าสูง) จึงยังพบว่าไนโตรเจนมีค่าสูง นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน คลอโรฟิลล์ เอ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับออโธฟอสฟอรัส แต่เมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสซึ่งปรกติอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการเจริญของแพลงค์ตอนพืช คือ 16 : 1(Harper 1992, Laws 1993) ในฤดูฝนพบว่า ทุกสถานีมีค่าน้อยกว่า 16 แสดงว่าไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืช หรือ เรียกว่าเป็นปัจจัยจำกัด(limiting factor) (พรทิพย์ งานสกุล 2535, Harper 1992, Laws 1993 ) ยกเว้นที่บริเวณปากแม่น้ำมีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด ส่วนในฤดูแล้ง พบว่าทุกสถานีมีค่าน้อยกว่า 16 เช่นกัน ยกเว้นที่สถานีอ้างอิง (9 กิโลเมตร)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอกับธาตุอาหาร พบว่าคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าสูงเมื่อธาตุอาหารมีค่าสูง โดยทั่วไปในน้ำเค็มจะมีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด และในน้ำจืดมีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด(ธิดาพร หรบรรพ์, 2540) แต่มีรายงานการศึกษาว่า แม่น้ำบางปะกงมีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน (พรทิพย์ งานสกุล 2535) สอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้ที่สถานีอ้างอิง (9 กิโลเมตร)ในฤดูแล้ง อีกทั้งยังพบว่าคลอโรฟิลล์ เอและออโธฟอสฟอรัสมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตามเมื่อนำอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสมาพิจารณา พบว่า บริเวณปากแม่น้ำและบริเวณรอบกระชังปลากลับมีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด สำหรับในฤดูฝนซึ่งมีความเค็มต่ำ ยังคงพบว่า สถานีอ้างอิง (9 กิโลเมตร) มีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด ทั้งนี้เนื่องมาจากแหล่งน้ำได้รับการปนเปื้อนไนโตรเจนจากน้ำจืดที่ไหลบ่าลงมา ยืนยันได้จากค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารกลุ่มไนโตรเจนซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง ขณะที่สถานี 0 กิโลเมตร พบว่าฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด เมื่อนำแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอกับฟอสฟอรัสมาพิจารณา พบว่า ค่อนข้างไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นบริเวณรอบกระชังปลา ซึ่งพบว่า ออโธฟอสฟอรัสมีค่าสูง จึงควรมีคลอโรฟิลล์ เอ ในแนวโน้มที่สูงตามไปด้วย แต่กลับไม่เป็นเช่นนั้น แสดงว่าฟอสฟอรัสไม่ได้มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืชในบริเวณดังกล่าว เมื่อนำอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสมาประกอบการพิจารณา พบว่า มีค่าต่ำกว่า 16 แสดงว่าไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด กล่าวโดยสรุปได้ว่า ในบริเวณที่มีการเลี้ยงปลาในกระชัง ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน ไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดต่อการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืช เชื่อได้ว่าเป็นผลที่เกิดจากการตกค้างของของเสียจากการเลี้ยงปลาในกระชัง

2. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม พบว่าแบคทีเรียทั้งสองกลุ่มนี้ ในฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าฤดูฝน ทั้งนี้เป็นเพราะความเค็มมีอิทธิพลต่อการลดจำนวนลงของแบคทีเรียกลุ่มนี้ (รตีวรรณ อ่อนรัศมี และคณะ 2543, Evison 1988, Solic and Krstulovic 1992 ) ประกอบกับในฤดูฝนมีการพัดพาตะกอนสิ่งสกปรกของเสียต่าง ๆ จากย่านชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำ ผลการศึกษาพบว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงกระชังปลา และสถานีอ้างอิง (9 กิโลเมตร) มีปริมาณแบคทีเรียดังกล่าวใกล้เคียงกัน อาจกล่าวได้ว่าการปนเปื้อนของของเสียที่มีแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้ เช่น อุจจาระของสัตว์เลือดอุ่น และของเสียอื่น มาจากแหล่งกำเนิดของเสียอื่นมากว่ากระชังปลา อาทิเช่น ย่านชุมชนที่ตั้งอยู่สองฝั่งแม่น้ำ

## 5.3 ผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังที่มีต่อคุณภาพน้ำ

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณรอบกระชังปลาเปรียบเทียบกับสถานีอ้างอิง (9 กิโลเมตร) ซึ่งไม่มีกระชังปลา พบว่าในฤดูแล้ง กิจกรรมจากการเลี้ยงปลาในกระชัง มีผลต่อค่าบีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ออโธฟอสฟอรัส และคลอโรฟิลล์ เอ ส่วนในฤดูฝน กิจกรรมดังกล่าวส่งผลต่อบีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจนและออโธฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ อย่างไรก็ตามพบว่าคุณภาพน้ำโดยรอบกระชังปลายังจัดอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ยกเว้นแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ดังนั้นโดยภาพรวมแล้ว การเลี้ยงปลาในกระชังในแม่น้ำบางปะกงขณะนี้ ยังไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำมากนัก สำหรับผลกระทบที่เกิดขึ้นมาจากของเสียจำพวกอาหารสดที่ใช้เลี้ยงปลา เช่น ปลาเล็กปลาน้อย ซึ่งตกค้างอยู่ในกระชัง ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในน้ำมีค่าค่อนข้างสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งแอมโมเนีย-ไนโตรเจน อาจส่งผลต่อการลดลงของออกซิเจนละลายน้ำ และการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืช โดยในการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณรอบกระชังปลามีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด อันเป็นผลพวงจากของเสียจากการเลี้ยงปลาในกระชัง แม้ปัจจุบันปัญหามลพิษทางน้ำอันเนื่องมาจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังในแม่น้ำบางปะกงยังไม่อยู่ในขั้นเสื่อมโทรม แต่ควรมีการให้ความสำคัญและวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกันกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ

อนึ่งบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถูกจัดอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 4 ถือตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำของประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2527) สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และใช้ประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรมจึงไม่เหมาะสมสำหรับการประมง

## 5.4 แนวทางการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

ในการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่างๆ จะเห็นได้ว่าการจัดการเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาในกระชัง มุ่งเน้นที่ผลผลิตที่ได้เป็นส่วนใหญ่ สำหรับหน่วยงานอื่นที่มีส่วนช่วยสนับสนุนในเรื่องการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไป ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลการตรวจสอบ พบว่าการเลี้ยงปลากระชังส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมค่อนข้างน้อย อนึ่งแม้ว่าการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังจะให้ผลตอบแทนสูง จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงกันมากขึ้น หากขาดการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมแล้วย่อมเป็นเหตุให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะปัญหามลพิษทางน้ำได้ ดังนั้น หน่วยงานเอกชน หน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง และชุมชนเกษตรกรผู้เลี้ยง ควรร่วมมือกันติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังผลกระทบที่เกิดจากการเพาะเลี้ยง มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้ใหม่เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงปลา เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด อันจะนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

## 5.5 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาพบว่า มลสารสำคัญที่พบโดยรอบกระชังปลาคือ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันและรักษาคุณภาพแม่น้ำบางปะกงและป้องกันปัญหามลพิษทางน้ำ อันมีสาเหตุมาจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง จึงควรหาแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมดังนี้

1. ขอความร่วมมือจากกรมประมง และ/หรือหน่วยงานที่สามารถสนับสนุนทางด้านวิชาการมาให้คำแนะนำแก่เกษตรกรเกี่ยวกับการเลี้ยงปลากระชังอย่างถูกวิธีและไม่เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม

2. พัฒนาอาหารสำเร็จรูป เพื่อทดแทนการใช้อาหารสดจำพวกปลา เพื่อป้องกันปัญหาการตกค้างของเศษอาหาร

3. ขอความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้มาดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำเพื่อเป็นการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง

4. ควรให้องค์กรบริหารส่วนตำบลเข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพแม่น้ำบางปะกง

5. ควรจัดให้มีโครงการฝึกอบรม เกี่ยวกับการป้องกันและรักษาคุณภาพน้ำแม่น้ำบางปะกง

6. ควรเปิดโอกาสให้ประชาชนในท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการปฏิบัติหรือให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

7. หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำควรร่วมมือกันจัดให้มีโครงการและกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำอย่างต่อเนื่องภายในท้องถิ่น

ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับ

1. อัตราการปล่อยของเสียจากกระชังปลา
2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลากระชัง
3. หาปริมาณเฉลี่ยผลกระทบที่เกิดจากการเลี้ยงปลา 1 กระชังหรือต่อจำนวนปลา เพื่อจะได้นำมาใช้ประโยชน์ในการพยากรณ์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม
4. เปรียบเทียบการเลี้ยงปลาโดยวิธีการแตกต่างกัน เช่น ใช้อาหารสดเทียบกับใช้อาหารสำเร็จรูป ปลาขนาดเล็กเทียบกับปลาขนาดใหญ่ เป็นต้น
5. ศึกษาในทางกลับกัน เช่น สิ่งแวดล้อมในน้ำที่เปลี่ยนไปเกิดผลกระทบต่อการเลี้ยงปลาในกระชัง ซึ่งจะมีประโยชน์ในการป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจจากการเลี้ยงปลา
6. ควรทำการศึกษาผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง และควรเพิ่มจุดเก็บตัวอย่างในบริเวณเหนือพื้นใต้กระชัง หรือท้องกระชัง เพราะเป็นบริเวณที่เกิดการสะสมหรือตกตะกอนของเศษอาหาร เกิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศน์ ตลอดจนคุณภาพน้ำโดยเฉพาะค่าบีโอดี ออกซิเจนละลายน้ำ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน

7. ในการศึกษาครั้งต่อไป หากต้องการศึกษาถึงอิทธิพลของฤดูกาลควรทิ้งช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ควรหลีกเลี่ยงการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนที่ต่อกันของฤดูแล้งและฤดูฝน เพื่อให้ทราบความแตกต่างอย่างชัดเจน