**การวิจารณ์ผล (Discussion)**

ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษา แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของการใช้พื้นที่ (Land Use) ต่อคุณภาพน้ำ รูปแบบของอนินทรีย์สารไนโตรเจน (Inorganic Nitrogen) ที่สำคัญของทุกพื้นที่คือ แอมโมเนีย ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในคลองสาขาที่ระบายน้ำจากพื้นที่ฟาร์มสุกรสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญคือ ประมาณ 10 ถึง 20 เท่าของค่าความเข้มข้นที่วัดได้จากคลองสาขาที่ระบายน้ำจากพื้นที่ปลูกข้าวและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในช่วงฤดูแล้ง ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน ของ Schaffer *et al.* (2009) ซึ่งสรุปว่าฟาร์มสุกรคือหนึ่งในแหล่งที่ปล่อยไนโตรเจนแบบจุด (Point Source) ที่ใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคลองสาขาย่อย (คลองสามควายเผือก) ที่รับน้ำเสียโดยตรงจากฟาร์มสุกรกับคลองสาขา (คลองเจดีย์บูชา) ที่รับน้ำจากคลองสาขาย่อยอีกทีหนึ่ง พบว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในคลองสาขาย่อย (คลองสามควายเผือก) สูงกว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในคลองสาขา (คลองเจดีย์บูชา) อย่างมีนัยสำคัญ ผลการตรวจวัดในเดือนมกราคม 2553 พบว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่วัดได้จากคลองเจดีย์บูชา มีค่าเฉลี่ย 8.51 mg/l ซึ่งต่ำกว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่วัดได้จากคลองสามควายเผือก 4 เท่า ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในแม่น้ำท่าจีน และคลองสาขาขนาดใหญ่ที่มีการตรวจวัดและรายงานโดยกรมควบคุมมลพิษมีค่าต่ำกว่าค่าที่วัดได้จากการศึกษาครั้งนี้มาก ตามรายงานของกรมควบคุมมลพิษ ค่าความเข้มข้นสูงสุดของแอมโมเนียในแม่น้ำท่าจีนที่อำเภอนครชัยศรี ระหว่างปี 2543 ถึง 2552 มีค่า 2.1 mg/l จึงเห็นได้ว่าคลองสาขาย่อยซึ่งปัจจุบันมีการใช้งานแบบเอนกประสงค์ทั้งเพื่อการเกษตร การอุปโภค-บริโภค การสันทนาการ และเป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์น้ำ(Habitat for Aquatic Organisms) กำลังประสบปัญหาคุณภาพน้ำรุนแรงกว่าแม่น้ำท่าจีน จึงควรมีมาตรการเพื่อแก้ไขปรับปรุงคุณภาพน้ำในคลองสาขาย่อย

ความเข้มข้นข้นของแอมโมเนียมีผลโดยตรงต่อรูปแบบของค่าความเข้มข้นของ DO ค่า DO ที่วัดได้จากพื้นที่ฟาร์มสุกรมีค่าต่ำที่สุดและต่ำกว่าค่า DO ที่วัดได้จากพื้นที่ปลูกข้าวและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมาก การที่ DO มีค่าต่ำ สะท้อนการเกิดกระบวนการแปลงไนโตรเจนเป็นไนเตรด (Nitrification) ในคลองสาขา และสามารถอธิบายได้ว่าแอมโมเนียคือรูปแบบหลักของอนินทรีย์สารไนโตรเจนในคลองสาขา วิธีการเขตกรรมและการจัดการบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีผลอย่างสำคัญต่อค่าความเข้มข้นของ DO ของพื้นที่ปลูกข้าวและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ค่าความเข้มข้นของ DO จากน้ำที่ระบายจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและแปลงนามีค่าค่อนข้างสูง ผลิตผลหลักของบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ศึกษาคือ กุ้งขาว (White leg Shrimp) ซึ่งต้องมีการระบายน้ำออกจากบ่อก่อนที่จะมีการจับกุ้งขาย

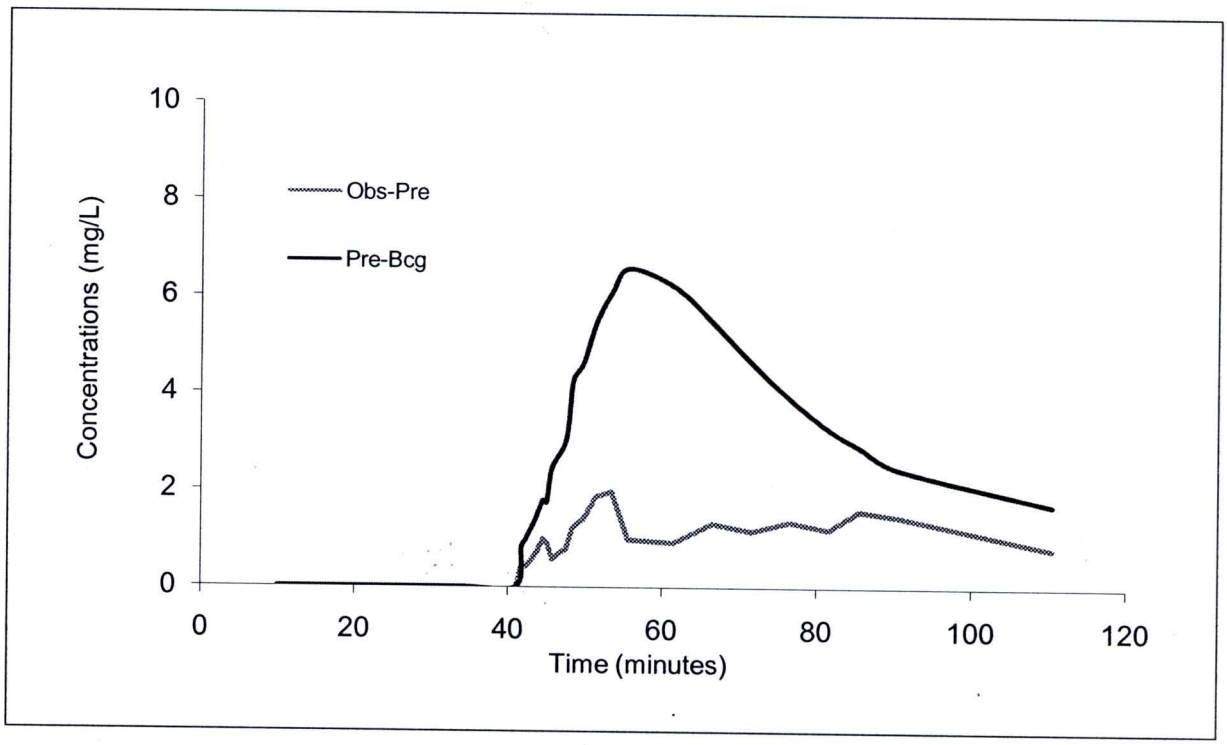
ค่าการเก็บกักแอมโมเนียม(Ammonium Retention) เป็นผลจากทั้งกระบวนการชีวนะ (Biotic Processes) เช่น การเปรียบแปลงของไนโตรเจนเป็นไนเตรท (Nitrification) พืชจับเอาเอาไปใช้ (Plant

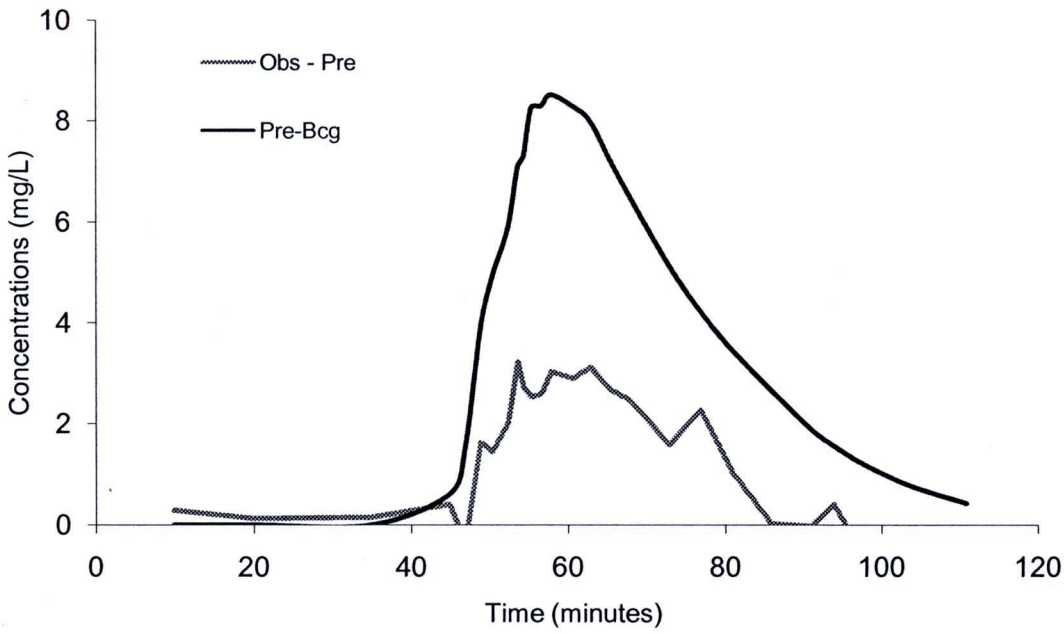
Uptake) และการย่อยสลายของจุลินทรีย์(Microbial Immobilization) (Giicker and Biichat, 2004) และกระบวนการอชีวนะ (Abiotic processes) เช่นการระเหยและการดูดซับ (Uolatization and Sorption) (Triska*et al.*, 1994) ค่าความเข้มข้นของไนเตรด–ไนโตรเจนได้ถูกวัดเป็นช่วงๆ ตลอดการทดลอง และพบว่ามีค่าน้อยกว่า 0.1 mg/l ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจะไม่เกิดกระบวนการเปลี่ยนไนโตรเจนเป็นไนเตรด (Nitrification) ในทางน้ำที่ DO มีค่าต่ำกว่า 3.2 mg/l น้ำในคลองที่มี pH 7.2 จะไม่มีผลทำให้เกิดการระเหย (Volatilization) ระหว่างการทดลองได้มีการสำรวจตรวจสอบพืชที่ขึ้นในคลองและวัชพืชที่ลอยมากับน้ำตลอดแนวคลอง ซึ่งพบว่าพืชในคลองและในน้ำมีความหนาแน่นค่อนข้างมากในช่วง 70 เมตรแรกของช่วงคลองที่ทดลอง พืชในคลองและในน้ำจะช่วยเพิ่มความจุเก็บกักชั่วคราว (Transient Storage) ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการเก็บกักแอมโมเนียมในทางน้ำ โดยโดยกระบวนการพืชจับเอาไปใช้และการย่อยสลายของจุลินทรีย์(Giicker and Biichat, 2004) และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแอมโมเนียมในระหว่างการทดลอง ตะกอนดินท้องคลองจะดูดซับแอมโมเนียมได้มากขึ้น (Triska*et al.* , 1994)

เมื่อนำค่าการเก็บกักแอมโมเนีย (Ammonium Retention) ไปเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่คำนวณได้ (Predicted) พบว่าค่าการเก็บกักแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเมื่อแอมโมเนียที่ปล่อยลงน้ำเคลื่อนที่มาถึง แต่ค่าการเก็บกัก (Retention) จะมีค่าคงตัวอย่างรวดเร็วที่ประมาณ 1 mg/l ดังรูปที่ 12(a) ในคลองสาขาย่อยที่ระบายน้ำจากพื้นที่ฟาร์มสุกร ซึ่งพบว่ามีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงสุดที่คือ 40 mg/l ในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงกลางฤดูแล้ง น้ำเสียที่ท่อระบายน้ำของฟาร์มสุกรก่อนระบายลงสู่คลองมีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงกว่า 125 mg/l จึงเป็นผลทำให้น้ำในคลองสาขาย่อยมีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียสูง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ถึงแม้ว่ายังไม่สามารถนำข้อสรุปจากคลองสาขาย่อยไปใช้ในคลองสาขาขนาดใหญ่ได้ แต่ผลการศึกษาแนะนำว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่สูงถึง 40 mg/l น่าจะเกินขีดความสามารถในการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำ (In-Channel Ammonium Retention) และการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำจะลดลงเมื่อแอมโมเนียมีค่าความเข้มข้นสูง นอกจากนี้คลองสาขาขนาดใหญ่มีอัตราส่วนพืชน้ำต่อปริมาณน้ำไหลในทางน้ำน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับคลองสาขาขนาดเล็ก ดังนั้นจึงคาดได้ว่าคลองระบายสาขาขนาดใหญ่จะมีความจุเก็บกักชั่วคราว (Transient Storage) น้อยกว่า และมีผลทำให้ความสามารถในการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำ เนื่องจากการที่พืชดูดจับไปใช้และการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะลดลงตามไปด้วย

ผลการทดลองโดยการเติมอากาศทำให้การเก็บกักแอมโมเนีย (Ammonium Retention) ในทางน้ำมีค่าสูงกว่าการทดลองโดยไม่เติมอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 12 ความสามารถในการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำมีค่าสูงกว่า 2 mg/l ในช่วงที่ Tracer มีค่าสูงสุดของการทดลองแบบการเติมอากาศ ขณะที่ค่าการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำมีค่าต่ำกว่า 2 mg/l ในการทดลองแบบไม่เติมอากาศ ถึงแม้ว่าการศึกษานี้ไม่ได้

มุ่งสืบหาสาเหตุที่ทำให้ความสามารถในการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำเพิ่มขึ้น แต่สามารถบอกได้ว่าการเพิ่มค่าความจุเก็บกักชั่วคราว (Transient Storage) และความเข้มข้นของ DO จะมีผลต่อค่าการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำ การทดลองโดยการเติมอากาศทำให้ค่าความจุเก็บกักชั่วคราวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สามารถเพิ่มระยะเวลาการเก็บกักแอมโมเนียของทางน้ำ (Residence Time) และมีผลทำให้แอมโมเนียถูกจับมากขึ้น ความจุเก็บกักชั่วคราวขนาดใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการเพิ่มค่าการเก็บกักไนโตรเจนในทางน้ำ (Valletet *al.*, 1996) ถึงแม้ว่าการเติมอากาศจะเพิ่มค่าความเข้มข้นของ DO เพียงเล็กน้อย แต่การเติมอากาศมีผลต่อการเพิ่มค่าความเข้มข้นของ DO เป็นระยะทางหลายเมตรท้ายน้ำของจุดที่เติมอากาศ ค่าความเข้มข้นของ DO ที่เพิ่มขึ้นจะช่วยเพิ่มกระบวนการเปลี่ยนไนโตรเจนเป็นไนเตรท (Nitrification) และส่งผลให้เกิดการกำจัดไนโตรเจนออกจากทางน้ำตามกระบวนการเปลี่ยนไนเตรดเป็นไนโตรเจน (Denitrification) นอกเหนือจากการจับไนโตรเจนของพืชและสัตว์น้ำ






**รูปที่ 12** Predicted ammonium concentration if there was no retention, and the ammonium retention during observed during the co-injection experiment carried out on a) Nov. 2, 2010 with no air injection and b) Nov. 3, 2010 with air injection. Air was injected 60 m downstream of the upstream boundary during the experiment.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย