บทที่ 4

วิเคราะห์และวิจารณ์ผล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา

1.1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดิน

จากการทดลองพบว่าเมื่อนำน้ำทะเลเข้ามาในถังทดลองจะส่งผลให้ค่า EC ในดินเพิ่มสูงขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง เนื่องจากดินบริเวณพื้นบ่อมีการผสมกับน้ำทะเล ซึ่งในน้ำทะเลมีเกลือต่างๆ ละลายอยู่ปริมาณมากโดยเฉพาะพวก Na^{+} K^{+} Ca^{2+} Mg^{2+} และ Cl^{-} SO_4^{2-} CO_3^{2-} เกลือเหล่านี้จะลงไปสะสมในดินชั้นล่าง จึงส่งผลให้ค่า EC ในดินสูงขึ้น

ค่า EC ของดินในระหว่างการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเล็กน้อย น่าจะมีผลเนื่องจากในระหว่างการทดลองมีฝนตกทำให้มีน้ำจืดเข้ามาผสมในถังทดลอง ทำให้น้ำส่วนล่างหรือก้นถังเป็นน้ำที่ค่อนข้างเค็มกว่าน้ำผิวบน ส่งผลทำให้เกิดการแบ่งชั้นของมวลน้ำอันเนื่องมาจากความเค็ม ทำให้การลดลงของความเค็มจากส่วนล่างช้ากว่าน้ำส่วนบน จึงส่งผลให้ค่า EC ในดินเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย EC ในดินพบว่าในดินนากุ้งที่ล้างน้ำจืด (T4 และ T5) และดินนาข้าวจะมีค่าเฉลี่ย EC ในดิน ต่ำกว่าในดินนากุ้ง (T2 และ T3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตลอดการทดลอง ซึ่งอาจแสดงว่าค่า EC ในดิน อาจเป็นพารามิเตอร์ที่มีอิทธิพลต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่าสิ่งทดลองของดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) ทำให้ผลผลิตกุ้ง อัตราการรอดตาย และน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงกว่าดินนากุ้ง (T2 และ T3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของโกเมนท์ บุญเจือ (2542) ที่พบว่ากลุ่มที่มีผลผลิต อัตราการรอดตาย และน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่ากลุ่มที่มีผลผลิต อัตราการรอดตาย และน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่ต่ำกว่า เนื่องจากความเค็มของดินจากการทดลองอาจมีผลต่อกระบวนการ Metabolism ภายในตัวกุ้งถ้าดินมีความเค็มมากกุ้งอาจจะต้องใช้พลังงานจากอาหารส่วนหนึ่งเพื่อไปรักษาระบบ Osmotic pressure ภายในร่างกายแทนที่จะใช้อาหารส่วนนั้นสำหรับการเจริญเติบโต

1.2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

จากการทดลองพบว่า ในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง แสดงว่ามีการสะสมตัวของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยพบว่าดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) และดินนาข้าว (T1) มีค่า

เฉลี่ยต่ำกว่าดินนากุ้ง (T2 และ T3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ้งกุลาดำพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุไม่เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถสรุปได้ว่าอินทรียวัตถุน่าจะมาจาก

1.2.1 อาหารที่ใช้เลี้ยง อาหารกุ้งกุลาดำส่วนใหญ่เป็นอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง (ไม่ต่ำกว่าร้อยละ40) จะประกอบด้วยโปรตีนที่มาจากสัตว์ (ปลาป่น) และพืช อาหารที่เหลือจะสะสมอยู่ถังในรูปของสารประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ไนโตรเจน

1.2.2 สิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง โปรตีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายของกุ้งแล้วจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ ซึ่งผลสุดท้ายของการย่อยที่ได้มาคือกรดอะมิโน ส่วนหนึ่งนำไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนและเอ็นไซม์ที่ร่างกายต้องการ แต่มีกรดอะมิโนบางชนิดซึ่งได้แก่ หมู่อัลฟา-อะมิโน ที่ร่างกายไม่ต้องการและจะถูกขับออกนอกร่างกายหรือนำกลับไปสังเคราะห์โปรตีนอีกครั้งและสิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้งก็มีส่วนของสารประกอบไนโตรเจนที่ย่อยไม่หมดเป็นองค์ประกอบ

1.2.3 การตายของแพลงก์ตอน เนื่องจากถังเลี้ยงกุ้งมีธาตุอาหารที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืชน้ำและแพลงก์ตอน และเมื่อพืชน้ำหรือแพลงก์ตอนเหล่านี้ตายลงจะสะสมอยู่ที่ก้นถัง

การเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรียวัตถุในดินจะเป็นการเพิ่มความสกปรกให้กับบ่อกุ้ง และทำให้คุณภาพน้ำในบ่อเสื่อมโทรมลง และจะส่งผลต่ออัตราการรอดตาย และผลผลิตในบ่อกุ้งได้ ซึ่งจากการศึกษานี้พบว่าการนำดินนากุ้งมาล้างน้ำจืด จะทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในพื้นถังเลี้ยงกุ้งลดลง และส่งผลต่ออัตราการรอดตาย และน้ำหนักตัวเฉลี่ยของกุ้งสูงกว่าดินนากุ้งที่ไม่ล้างน้ำจืด

1.3 ปริมาณ TKN ในดิน

จากการทดลองพบว่า กลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำมีปริมาณ TKN สะสมมากขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง เนื่องจากปริมาณ TKN ส่วนใหญ่ในถังเลี้ยงกุ้งเป็นองค์ประกอบสำคัญของอินทรียวัตถุ ทำให้มีการสะสมตัวไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือเมื่อปริมาณอินทรียวัตถุในถังเลี้ยงกุ้งเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณ TKN เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ปริมาณ TKN ที่สะสมก้นถังส่วนใหญ่เกิดจากการเน่าสลายของอินทรียวัตถุที่มาจากอาหารที่ใช้เลี้ยง สิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง และซากพืชซากสัตว์ที่ตายลง แต่จากการทดลองดินนาข้าวพบว่ามีปริมาณ TKN สูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ แต่ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ น่าจะมีสาเหตุมาจากการใส่ปุ๋ยกลุ่มที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเนื่องจากดินนาข้าวที่นำมาทดลองเป็นดินที่กำลังปลูกข้าวอยู่ในปัจจุบัน และมีการใช้ปุ๋ยเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด ส่วนในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ้งกุลาดำปริมาณ TKN มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทำให้สามารถสรุปได้ว่าปริมาณ TKN ของดินน่าจะมาจากกิจกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เช่น การให้อาหาร สิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง

การสะสมของปริมาณ TKN ในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ TKN เฉลี่ยระหว่างดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) กับดินนากุ้งไม่ล้างน้ำจืด (T2 และ T3) พบว่ามีลักษณะเป็นไปตามที่คาดไว้คือดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าดินนากุ้งไม่ล้างน้ำจืด (T2 และ T3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยงกุ้ง ซึ่งแสดงว่าการล้างน้ำจืดทำให้สามารถลดปริมาณ TKN ที่สะสมในดินได้ นอกจากนี้ยังพบว่าดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) มีอัตราการรอดตายที่สูงกว่าดินนากุ้งไม่ล้างน้ำจืด (T2 และ T3) ซึ่งตรงกับการศึกษาของโกเมนท์ บุญเจือ (2542) ที่พบว่าบ่อที่ให้ผลผลิต อัตรารอดตาย และน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงจะมีปริมาณ TKN ในดินต่ำกว่าบ่อที่ให้ผลผลิต อัตรารอดตาย และน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่ำกว่า โดยปกติตัวของ TKN เองในดินไม่ได้เป็นพิษโดยตรงกับกุ้งแต่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การเน่าเสียของพื้นบ่อกุ้งได้ นอกจากนั้น TKN ในดินจะเป็นแหล่งกำเนิดของ NH_3 ที่เป็นพิษต่อกุ้งด้วย (ประเทือง เชาว์วันกลาง, 2534 : 57)

1.4 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน

จากการทดลองพบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเฉลี่ยของกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำกับกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ้งกุลาดำมีการแกว่งตัวอยู่ในช่วงระหว่าง 7.42-8.59 ซึ่งมีสภาพเป็นด่าง น่ามาจากน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งส่วนมากมีเกลือหลายชนิดและคาร์บอเนตผสมอยู่ซึ่งทำให้น้ำทะเลมีคุณสมบัติเป็น Buffer ที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของ pH ของดินไม่ให้เปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งจะสังเกตได้ว่า pH ในดินของแต่ละถังทดลองมีการแกว่งตัวน้อยมากทั้งกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำ และกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ้งกุลาดำ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำระหว่างดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) และดินนากุ้งไม่ล้างน้ำจืด (T2 และ T3) ส่วนมากมีค่า pH ของดินเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตลอดระยะเวลาการทดลองเลี้ยง ส่วนในดินนาข้าวมี pH ของดินต่ำกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ เพราะดินที่นำมาทดลองเป็นดินที่กำลังให้ผลผลิตข้าวทำให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีมากหรือเป็นประจำ โดยเฉพาะปุ๋ยในกลุ่มไนโตรเจน เมื่อใช้ติดต่อกันนานๆ จะทำให้สภาพของดินมีความเป็นกรด หรือที่เรียกว่าดินเปรี้ยว ประกอบกับดินนากุ้งนั้นได้มีการสะสมประจุบวกที่เป็นด่าง (Na^+ K^+ Ca^{2+} Mg^{2+}) เป็นจำนวนมากทำให้ดินนากุ้งมี pH ของดินสูงกว่าดินนาข้าว

ผลจากการศึกษาทำให้สามารถสรุปได้ว่า pH ของดินจากการทดลอง (7.42-8.59) ไม่ได้เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่จะมีผลต่ออัตราการรอดตาย และน้ำหนักตัวเฉลี่ยของกุ้งกุลาดำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของโกเมนท์ บุญเจือ (2542) ที่พบว่า pH ของดินไม่มีผลต่อผลผลิต อัตรารอดตาย และน้ำหนักตัวเฉลี่ยของกุ้งกุลาดำที่มาจากบ่อที่ให้ผลผลิตสูงและต่ำ

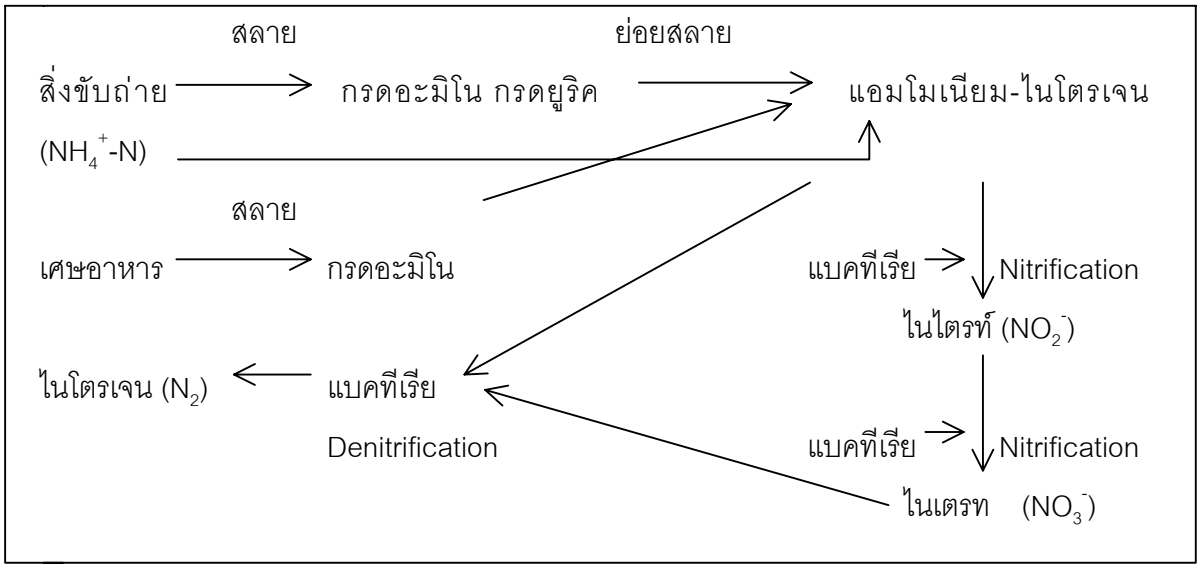
1.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งมีลักษณะที่เหมือนกับอินทรียวัตถุ และ TKN ในดิน ส่วนในกลุ่มที่ไม่ปล่อยกุ้งกุลาดำพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเล็กน้อย ทำให้คาดการณ์ได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินน่าจะมาจากกิจกรรมการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ได้แก่ การให้อาหาร สิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง และการตายของแพลงก์ตอน ซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะตกลงสู่ก้นถัง ในรูปของสารอินทรีย์ และจะถูกย่อยเปลี่ยนรูปเป็นสารอนินทรีย์ และอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่แฝงตัวระหว่างตะกอนดิน และน้ำ (ดุสิต ตันวิไลย และคณะ, 2537 : 16) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำในสิ่งทดลองต่างๆ ที่ทำการทดลองพบว่าดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยต่ำกว่าดินนากุ้งที่ไม่ล้างน้ำจืด (T2 และ T3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และดินนากุ้งที่เติมซีโอไลท์ (T3) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยต่ำกว่าดินนากุ้งที่ไม่เติมซีโอไลท์ (T2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนดินนาข้าวมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยต่ำกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ น่าจะมีสาเหตุมาจากดินนาข้าวนี้ยังไม่ได้รับอิทธิพลต่างๆ จากการเลี้ยงกุ้ง ทำให้สามารถสรุปได้ว่าก่อนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำหากมีการนำดินนากุ้งมาล้างน้ำจืด และเติมซีโอไลท์จะช่วยลดปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลงได้

1.6 ปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ

จากการทดลองศึกษาพบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ ในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยอยู่ในช่วง 0.058-0.212 mg/l ส่วนในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ้งกุลาดำจะมีค่าแอมโมเนียรวมในน้ำอยู่ในช่วง 0.0353-0.1029 mg/l ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับที่ไม่น่าเกิดอันตรายต่อกุ้งกุลาดำ โดยทั่วไปมาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ปลอดภัยคือ 0.4 mg/l (คณิต ไชยาคำ และคณะ, 2537 : 31-33) แอมโมเนียส่วนใหญ่ในบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดจากอาหารที่เหลือตกค้าง สิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง และซากสิ่งมีชีวิตที่ตายจะสะสมลงสู่ก้นบ่อและเกิดการย่อยสลายของเสียที่พื้นบ่อในสภาพที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเกิดเป็นแอมโมเนียละลายอยู่ในน้ำ โดยแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดดิน (พุทธ ส่องแสงจินดา และคณะ, 2533 : 12) ดังภาพประกอบที่ 32

ภาพประกอบที่ 32 วงจรการแปรสภาพของแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ



ที่มา : บริษัทสยามอกรีคัลเจอรัล มาร์เก็ตติ้ง จำกัด, มปป : 6

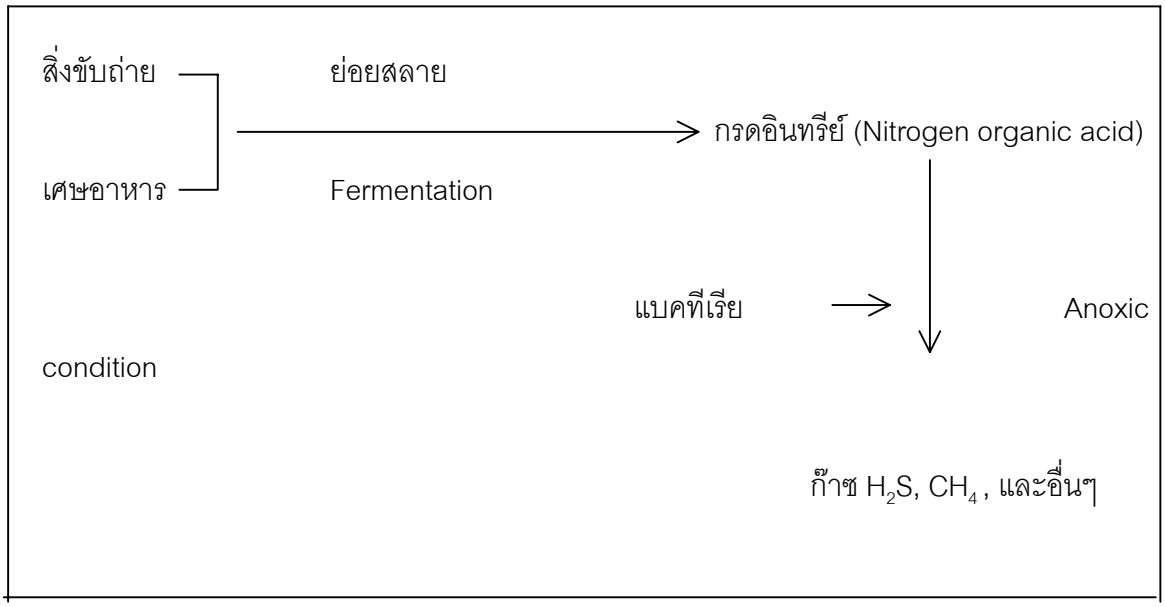
ในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำพบว่าในดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) มีปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ล้างน้ำจืด (T2 และ T3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนการเติมซีโอไลท์เมื่อเปรียบเทียบกันภายในกลุ่มดินนากุ้ง (T2 กับ T3) และดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 กับ T5) พบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนดินนาข้าวในช่วงแรกจะมีค่าแอมโมเนียรวมในน้ำเฉลี่ยสูงกว่าดินนากุ้งที่ล้างน้ำจืด (T4 และ T5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p<0.05$) อาจมีสาเหตุมาจากปริมาณ TKN ในดินที่สูงที่มีสาเหตุมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีจำพวกไนโตรเจนดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และเกิดการปลดปล่อยมาเป็นแอมโมเนียในน้ำ ดังนั้นทำให้สามารถสรุปได้ว่าการเติมซีโอไลท์ลงไปในบ่อเลี้ยงกุ้งแทบจะไม่สามารถลดปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำได้ ส่วนการนำดินนากุ้งมาล้างน้ำจืดสามารถช่วยในการลดปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำได้บ้าง

1.7 ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำ

จากการศึกษาปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เกิดจากจุลินทรีย์ภายในบ่อที่ทำการย่อยสสลายของเสียต่างๆ เช่น สิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง เศษอาหารที่เหลือตกค้าง ซากแพลงก์ตอนที่ตายแล้วตกลงสู่ก้นบ่อ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ตายอยู่ภายในบ่อ ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน หรือในสภาวะที่มีออกซิเจนในน้ำต่ำ ดังภาพประกอบที่ 33 ซึ่งจาการทดลองพบว่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำในถังทดลองมี

ปริมาณน้อยมากนับว่าไม่เป็นอันตรายต่อกุ้งกุลาดำคืออยู่ในช่วง 0.0003-0.0016 mg/l ซึ่งปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำที่สัตว์น้ำสามารถทนอยู่ได้คือไม่เกิน 0.002 mg/l (ประเทือง เชาว์วันกลาง, 2534 : 77) สาเหตุที่ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำที่ทำการทดลองศึกษาต่ำ น่าจะมีสาเหตุมาจากค่า pH ของน้ำส่วนมากมีค่าสูงกว่า 8 ทำให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์แตกตัวในรูป Ionized form ได้แก่ HS^- S^{2-} จะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่ำ เนื่องจากในถังทดลองมีการเติมอากาศเข้าไปในถังทดลองตลอดเวลาทำให้น้ำในถังทดลองมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในปริมาณที่สูง (สูงกว่า 4 mg/l) ซึ่งจะเป็นการยับยั้งการเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำพบว่า ดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) มีปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าดินนากุ้ง (T2 และ T3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ดินนากุ้งกับดินนากุ้งเติมซีโอไลท์ (T2 กับ T3) และดินนากุ้งล้างน้ำจืดกับดินนากุ้งล้างน้ำจืดเติมซีโอไลท์(T4 กับ T5) พบว่าส่วนใหญ่มีปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทำให้สามารถสรุปได้ว่าจากการทดลองการนำดินนากุ้งมาล้างน้ำจืดจะช่วยลดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ลงได้ ส่วนการเติมซีโอไลท์ไม่สามารถช่วยลดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีการนำน้ำทะเลมาใช้และซีโอไลท์ถูกดูดซับอิออนต่างๆ ในน้ำทะเลแทนที่จะไปดูดสารพิษและแก๊สพิษต่างๆ จากดินในบ่อเลี้ยงกุ้งทำให้ซีโอไลท์ไม่สามารถลดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ลงได้ นอกจากนั้นการล้างดินด้วยน้ำจืดจะช่วยลดปริมาณอินทรียวัตถุในดินซึ่งเป็นแหล่งที่มาของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (เมื่อมีการย่อยสลาย) เมื่อปริมาณอินทรียวัตถุลดลงย่อมทำให้ปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ลดลงด้วยเช่นกัน

ภาพประกอบที่ 33 วงจรการแปรสภาพของอินทรียวัตถุเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์



ที่มา : บริษัทสยามอกรีคัลเจอรัล มาร์เก็ตติ้ง จำกัด, มปป :7

1.8 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH)

จากการศึกษาพบว่าค่า pH ของน้ำ ในกลุ่มที่ไม่ปล่อยกุ้งกุลาดำอยู่ในช่วงระหว่าง 7.47-8.23 ส่วนในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำจะมีค่า อยู่ในช่วงระหว่าง 7.86-8.26 ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเนื่องจากค่ามาตรฐานในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะอยู่ในช่วง 6.5-9.0 (คณิต ไชยาคำ และคณะ, 2537 : 31-33) ในระหว่างการทดลอง pH ของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงน่าจะมีสาเหตุมาจากช่วงการทดลองดังกล่าวมีฝนตกซึ่งโดยปกติน้ำฝนมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ เนื่องจากมีการปนเปื้อนกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในอากาศ ขณะเดียวกันความเข้มข้นของธาตุในกลุ่มคาร์บอเนตก็ลดลง และมีคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตเช่น การย่อยสลายจะมีการใช้ออกซิเจน และปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะส่งผลให้ค่า pH ของน้ำลดต่ำลงได้ ส่วนการสังเคราะห์แสงของพืชจะดึงคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ ซึ่งบางครั้งมีการดึงคาร์บอนไดออกไซด์มาจากกระบวนการ Buffer system ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบความเป็นด่างของไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) มาเป็นคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้ค่า pH ของน้ำสูงขึ้น ดังสมการ

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

$$HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H^+$$

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons 2OH^- + CO_2$$

ที่มา: ประเทือง เชาว์วันกลาง, 2534 : 38

1.9 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : DO)

จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำทั้งกลุ่มที่ปล่อยกุ้ง และไม่ปล่อยกุ้งพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.60-6.53 mg/l ซึ่งถือว่าไม่อยู่ในช่วงระดับที่เป็นอันตรายต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เนื่องจากโดยทั่วไประดับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งไม่ควรต่ำกว่า 4 mg/l (คณิต ไชยาคำ และคณะ, 2537 : 31-33) การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งมี 3 ปัจจัยควบคุมอยู่ ได้แก่

1.9.1 เครื่องให้อากาศ การเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีความจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการของกุ้ง ถ้ามีไม่เพียงพอกุ้งจะมีอาการอ่อนแอ ติดเชื้อโรคได้ง่าย และอาจเกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศทำให้อาจเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำได้ ซึ่งเป็นพิษที่ร้ายแรงต่อกุ้ง

1.9.2 สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบ่อ แพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญทั้งในแง่ของการเพิ่มและลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยทั่วไปในตอนกลางวันปริมาณออกซิเจนจะสูงขึ้นเนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นแหล่งที่ให้ปริมาณออกซิเจนได้มากที่สุด ออกซิเจนที่ได้รับนี้จะมีปริมาณสูงกว่าอัตราการหายใจทั้งของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายอินทรียสารโดยจุลินทรีย์ต่างๆ และในตอนกลางคืนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะต่ำลงเนื่องจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายอินทรียสารของจุลินทรีย์ต่างๆ

1.9.3 ความหนาแน่นและระยะการเจริญเติบโตของกุ้งที่เลี้ยงในบ่อ ถ้าบ่อใดเลี้ยงกุ้งด้วยความหนาแน่นสูง และมีกุ้งตัวเต็มวัยอยู่ ย่อมมีโอกาสใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำได้มากกว่าบ่อที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า

การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีการแกว่งตัวขึ้นลงบ้างเล็กน้อยแต่ไม่ถือว่าเป็นอันตรายต่อการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งจากการทดลองพบว่ากลุ่มดินต่างๆ ที่ทำการทดลองไม่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

1.10 ค่าความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าความเป็นด่างของน้ำทั้งในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งและไม่ปล่อยกุ้งอยู่ในช่วง 133-184 mg/l และค่าความเป็นด่างของน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคืออยู่ในช่วง 100-200 mg/l (ชาญยุทธ คงภิรมย์ชื่น, 2533 : 22) ในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำสังเกตพบว่าดินนาข้าว (T1) และดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4 และ T5) จะมีค่าความเป็นด่างของน้ำสูงกว่าดินนากุ้งที่ไม่ล้างน้ำจืด (T2 และ T3) ส่วนดินนากุ้ง (T2) มีค่าใกล้เคียงกับดินนากุ้งเติมซีโอไลท์ (T3) และดินนากุ้งล้างน้ำจืด (T4) มีค่าใกล้เคียงกับดินนากุ้งล้างน้ำจืดเติมซีโอไลท์ (T5)

ตามแหล่งน้ำที่มีพันธุ์ไม้น้ำ (สาหร่าย) จำนวนมากและมีแสงแดดส่องถึง พันธุ์ไม้น้ำดังกล่าวจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งมีการใช้ปริมาณ Carbondioxide ในกระบวนการสังเคราะห์แสงจำนวนมาก โดยเกิดจากการแยกตัวของพวก Carbonate Compound ดังนี้

$$2HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H_2O + CO_2$$

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons 2OH^- + CO_2$$

จากสมการจะเห็นได้ว่า pH ของแหล่งน้ำจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณการสังเคราะห์แสง เพื่อการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้น้ำโดยใช้ Carbondioxide จากแหล่งน้ำโดยเฉพาะช่วงเวลากลางวันที่มีแดดจัด พร้อมกันนั้นในเวลากลางคืนพันธุ์ไม้น้ำจะปล่อย Carbondioxide ออกมาเป็นการช่วยเพิ่มแก๊สดังกล่าวในแหล่งน้ำ ถ้ากระบวนการสังเคราะห์แสงของพันธุไม้น้ำดำเนินต่อไปเรื่อยๆ ตามสภาวะปัจจัยที่เหมาะสม pH ของแหล่งน้ำนั้นจะสูงขึ้นเรื่อยๆ อาจถึง 10-11 ซึ่งเป็นระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตจนถึงตายได้ ทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดภาวะเน่าเสียได้

1.11 ค่าความโปร่งแสงในน้ำ (Transparency)

จากการศึกษาพบว่าค่าความโปร่งแสงของน้ำอยู่ในช่วง 11.00-105.00 cm. ซึ่งค่าความโปร่งแสงของน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะมีค่าอยู่ในระหว่าง 30-60 cm. (ประเทือง เชาว์วันกลาง, 2534 : 15) โดยทั่วไปความโปร่งแสงของน้ำจะถูกควบคุมโดยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1.11.1 สิ่งที่มีชีวิต ที่สำคัญได้แก่ แพลงก์ตอน และสาหร่าย เนื่องจากบ่อเลี้ยงมีสภาวะที่เอื้ออำนวยต่อการขยายจำนวนของแพลงก์ตอนและสาหร่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มแพลงก์ตอน

พืชที่ต้องการปุ๋ยไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งพบว่ามีอยู่มากพอในบ่อเลี้ยงกุ้งถ้ามีปริมาณสิ่งมีชีวิตมากน้ำจะมีค่าความโปร่งแสงลดลง

1.11.2 สิ่งที่ไม่มีชีวิต องค์ประกอบในส่วนนี้ได้แก่กลุ่มอนุภาคดินเหนียว (Clay) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็น Colloid (1-100 nm) นอกจากนี้ยังมีส่วนที่เป็นดีไทรทัส (Detritus) รวมอยู่ด้วยในบ่อเลี้ยงกุ้ง นอกจากนี้ในบ่อเลี้ยงกุ้งมีกระแสน้ำที่เกิดจากเครื่องให้อากาศและนิสัยการขุดคุ้ยพื้นบ่อของกุ้ง ทำให้เกิดการแขวนลอยของตะกอนมีมากขึ้นและส่งผลให้ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าต่ำลง (โกเมนท์ บุญเจือ, 2542 : 99)

ผลการศึกษาพบว่าในกลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ้งกุลาดำ ดินนากุ้งที่ผ่านการล้างน้ำจืดในช่วงแรกมีค่าความโปร่งแสงน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ ส่วนดินนากุ้งที่เติมซีโอไลท์พบว่ามีค่าความโปร่งแสงของน้ำสูงกว่าดินนากุ้งที่ไม่เติมซีโอไลท์ ส่วนในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำพบว่าดินนากุ้งที่ล้างน้ำจืดมีค่าความโปร่งแสงเฉลี่ยต่ำกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ อย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าซีโอไลท์น่าช่วยจับสารแขวนลอยต่างๆ ที่ปนอยู่ในน้ำให้ตกตะกอนลงสู่พื้นบ่อได้ และเป็นที่น่าสังเกตว่าจากการทดลองในกลุ่มที่ปล่อยกุ้งกุลาดำจะมีค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงของน้ำต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ปล่อยกุ้งกุลาดำ เนื่องมาจากกุ้งเป็นสัตว์หน้าดินจะมีการคุ้ยเขี่ยตะกอนดินต่างๆ ทำให้เกิดตะกอนที่ปนมากับน้ำ

1.12 ค่าความเค็มในน้ำ (Salinity)

จากการศึกษาพบว่าค่าความเค็มของน้ำทุกบ่อมีค่าความเค็มที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากผู้ทดลองมีการควบคุมความเค็มของน้ำ การเปลี่ยนแปลงความเค็มมีสาเหตุมาจาก

1.12.1 ในช่วงฤดูร้อน อัตราการระเหยของน้ำค่อนข้างสูงน้ำที่ใช้เลี้ยงจะมีความเค็มเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการระเหยสูง และไม่มีน้ำจืดจากภายนอกมาเจือจาง ประกอบกับในบ่อไม่ได้มีการถ่ายน้ำในระหว่างการเลี้ยง

1.12.2 ในช่วงฤดูฝน ความเค็มของน้ำจะลดลงโดยอิทธิพลของน้ำฝนที่เข้ามาเจือจาง

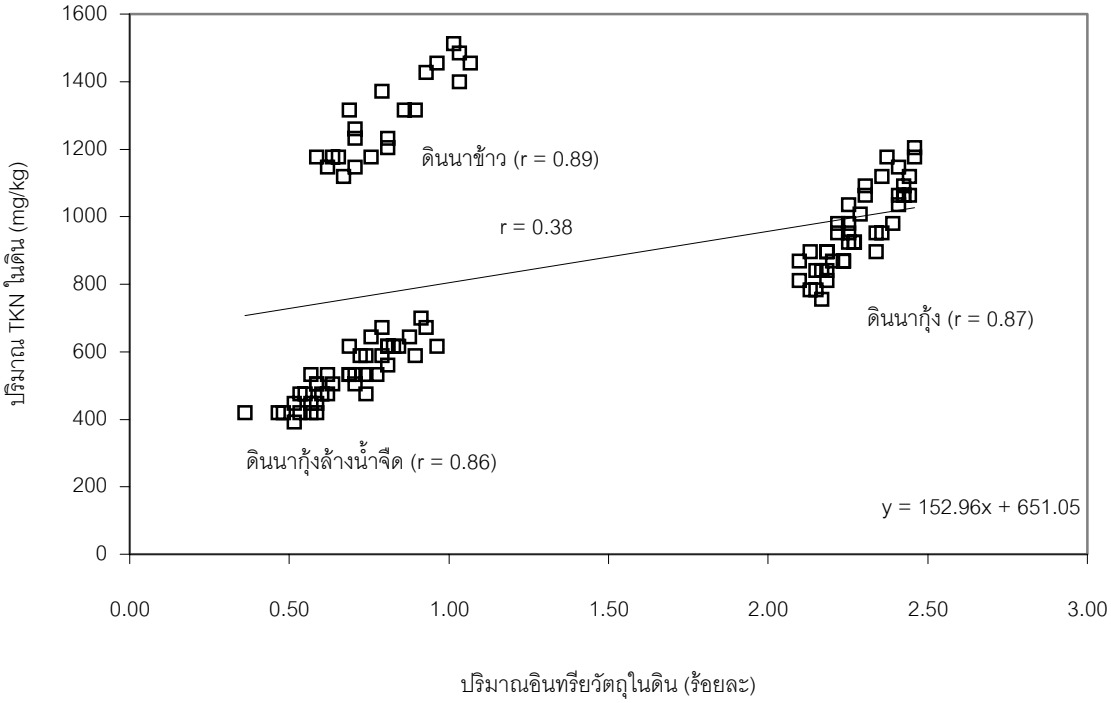
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรศึกษาที่มีความสัมพันธ์กัน

2.1 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและปริมาณ TKN ในดิน

เมื่อให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเป็นตัวแปรอิสระและปริมาณ TKN ในดินเป็นตัวแปรตามพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณ TKN ในดินของสิ่งทดลอง ที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และดิน

ทุกกลุ่ม ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์เป็นบวกในลักษณะสมการเชิงเส้นตรง ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient : r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.89 0.86 0.87 0.38 ตามลำดับ (ภาพประกอบที่ 34)

ภาพประกอบที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุและ TKN ในดิน



ตาราง 29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN และอินทรียวัตถุในดิน

ตัวอย่างดิน	ปริมาณเฉลี่ย (ร้อยละ)		C:N
	Organic C	TKN	ratio
ดินนาข้าว	0.47	0.13	3.62
ดินนากุ้ง	1.32	0.10	13.20
ดินนากุ้งล้างน้ำจืด	0.39	0.05	7.80

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณ TKN ในดินมีความสัมพันธ์กันกล่าวคือ เมื่อในดินพื้นบ่อมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณ TKN ในดินเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปในสัดส่วนที่ต่างกันระหว่างกลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และกลุ่มดินทุกกลุ่มที่ทำการศึกษา ซึ่งแสดงให้เห็นแหล่งที่มาของ TKN ก็คืออินทรียวัตถุในดินนั่นเองและสิ่งที่น่าสังเกตอีกอย่างคือสัดส่วนของ C:N ratio ในการศึกษาในกลุ่มดินนากุ้ง มีค่าสูงกว่าปกติคือมีค่าเฉลี่ย 13.20 (ตาราง 4.1) ซึ่งโดยปกติอินทรียวัตถุในดินจะมีสัดส่วนของ C:N ratio ไม่เกิน 10 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541 : 248) และจากการวิเคราะห์ดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งในเขตน้ำกร่อยจาก ประเทศเม็กซิโก ฮอนดูรัส โคลัมเบีย เอกวาดอร์ ฟิลิปปินส์ และไทย พบว่ามีค่าสัดส่วนของ C:N ratio ประมาณ 6 และมีไม่กี่ตัวอย่างมีค่ามากกว่า 10 (Boyd, 1995 : 100) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุในกลุ่มดินนากุ้งมีการทำงานเป็นไปอย่างช้าๆ น่าจะมีปัจจัยมาจาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541 : 248-249)

2.1.1 อุณหภูมิในดิน มีผลควบคุมทั้งกระบวนการทางเคมี ฟิสิกส์ หรือกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินโดยตรง และพบว่าบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงจะเร่งอัตราการสลายตัวของสารอินทรีย์ได้มากและได้เร็วกว่าในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

2.1.2 ความชื้นของดิน เนื่องจากระหว่างการเลี้ยงกุ้งจะต้องใช้น้ำตลอดเวลาทำให้อัตราการสลายตัวมักลดลงอย่างรวดเร็วหากมีความชื้นเกินกว่าค่า –0.01 MPa ไปจนถึงสภาพที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (0 Mpa) เนื่องจากเกิดการขาดออกซิเจน

2.1.3 ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายสารอินทรีย์ต้องมีช่วง pH ที่เหมาะสม โดยทั่วไปแล้วเมื่อ pH เป็นกลางการสลายตัวจะเกิดขึ้นได้รวดเร็วกว่าในช่วงที่เป็นกรด หรือด่างเกินไป

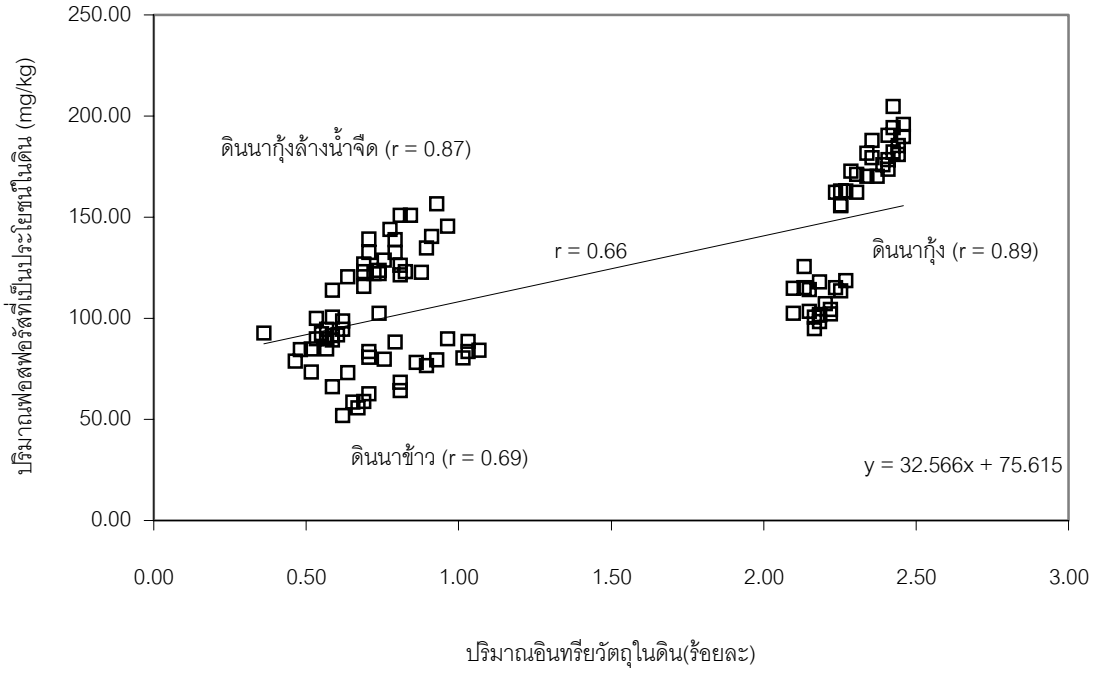
2.1.4 การระบายอากาศของดิน ดินที่อยู่ในสภาพที่ขาดอากาศหรือมีน้ำท่วมขังอัตราการสลายตัวจะลดลงอย่างมากและเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์

จากปัจจัยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าบ่อเลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่จะมีปัจจัยต่างๆ เช่น ความชื้นของดิน pH ของดิน และการระบายอากาศ อยู่ในทิศทางที่ทำการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินของบ่อกุ้งเป็นไปอย่างช้าๆ ซึ่งเป็นผลทำให้ C/N ratio ของดินนากุ้งมีค่าค่อนข้างจะสูงกว่าดินทั่วไปซึ่งจะเป็นผลเสียต่อสมบัติของดินนากุ้งเองในระยะยาวเพราะจะก่อให้เกิดการสะสมอินทรียวัตถุในปริมาณมากในดินที่ใช้เลี้ยงกุ้งเป็นเวลานานเป็นผลทำให้ดินนั้นไม่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งอีกต่อไป

2.2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

เมื่อให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเป็นตัวแปรอิสระและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเป็นตัวแปรตามพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุในดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของสิ่งทดลองที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และดินทุกกลุ่ม ทุกกลุ่มมีความสัมพันธ์เป็นบวกในลักษณะสมการเชิงเส้นตรง ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient : r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.69 0.89 0.87 0.66 ตามลำดับ (ภาพประกอบที่ 35)

ภาพประกอบที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

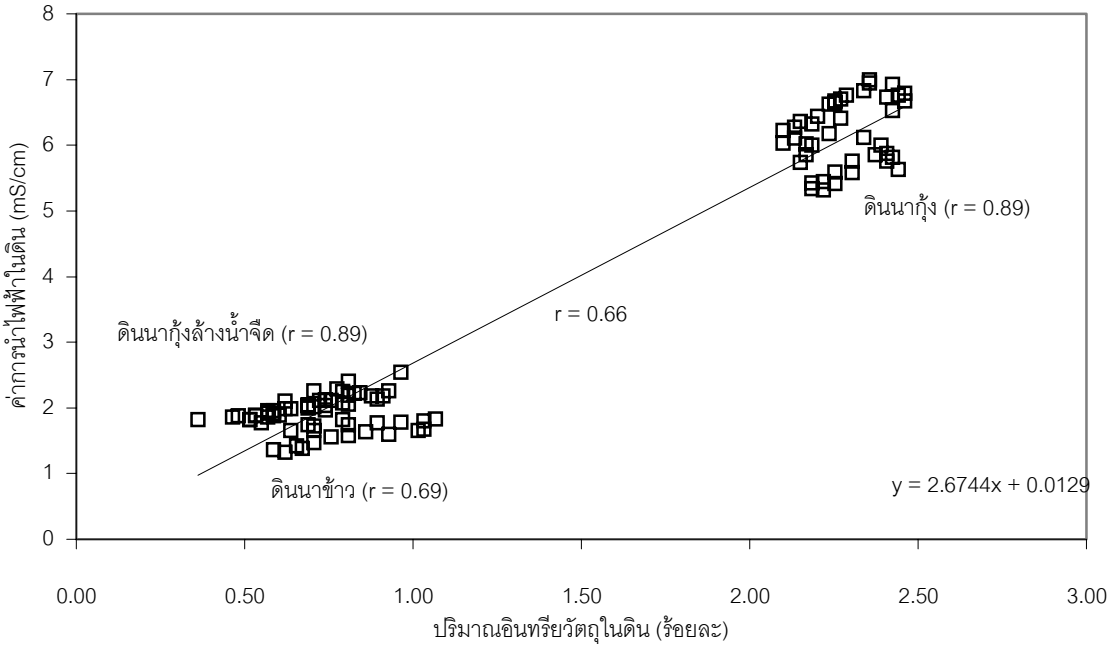


ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีความสัมพันธ์กันกล่าวคือเมื่อในดินพื้นบ่อมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นฟอสฟอรัสในดินนากุ้ง และดินนาข้าวส่วนใหญ่จะถูกปลดปล่อยออกมาจากอินทรียวัตถุในดิน เมื่ออินทรียวัตถุเกิดการสลายตัวก็จะทำให้ organic phosphorus เปลี่ยนรูปมาเป็นฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) ความสัมพันธ์ดังกล่าวที่พบนี้เป็นไปในสัดส่วนที่ต่างกันระหว่างกลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และกลุ่มดินทุกกลุ่มที่ทำการศึกษา

2.3 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและค่าการนำไฟฟ้าในดิน

เมื่อให้ค่าอินทรียวัตถุในดินเป็นตัวแปรอิสระและค่าการนำไฟฟ้าในดินเป็นตัวแปรตาม พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และค่าการนำไฟฟ้าในดินของสิ่งทดลองที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มประกอบด้วยกลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และดินทุกกลุ่ม มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกในลักษณะสมการเชิงเส้นตรง ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient : r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%เท่ากับ 0.69 0.89 0.87 0.66 ตามลำดับ (ภาพประกอบที่ 36)

ภาพประกอบที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุและค่าการนำไฟฟ้าในดิน

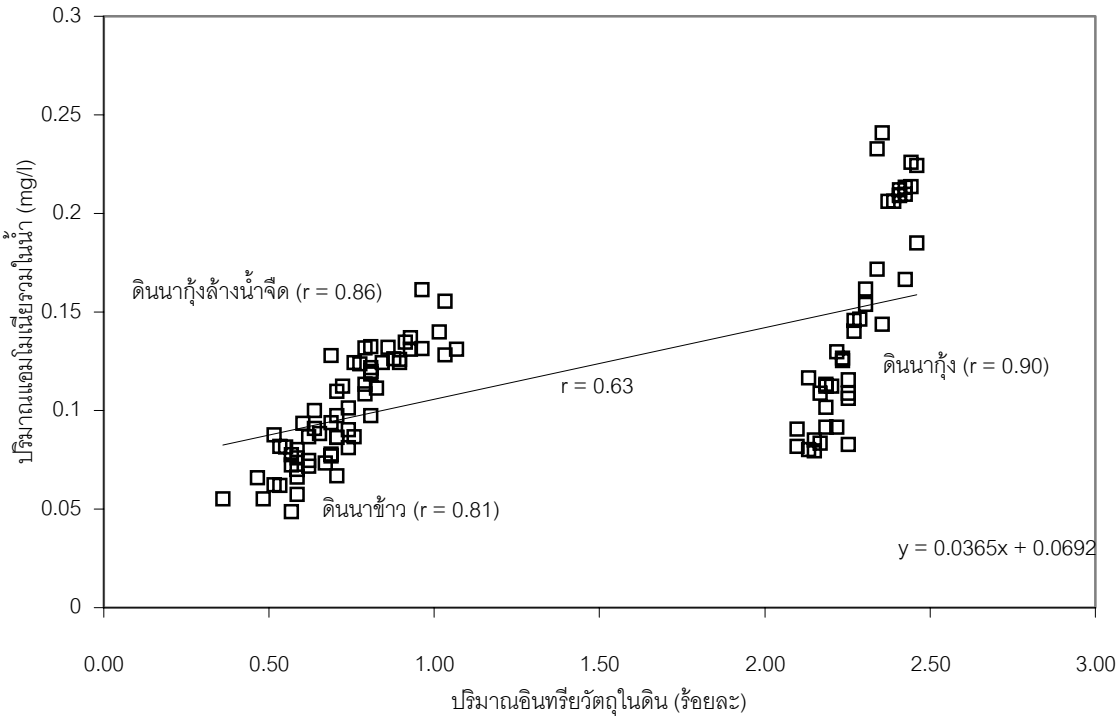


ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและค่าการนำไฟฟ้าในดินมีความสัมพันธ์กันกล่าวคือเมื่อในดินพื้นบ่อมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าในดินเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากเมื่ออินทรียวัตถุในดินสลายตัวจะปลดปล่อยสารประกอบต่างๆ รวมทั้ง cation และ anion ชนิดต่างๆ ออกมาในรูปของสารละลายเป็นผลทำให้เพิ่มการนำไฟฟ้าให้แก่ดิน นอกจากนั้นอินทรียวัตถุในดินมีความสามารถในการดูดซับไอออนสูงมาก โดยทั่วไปปริมาณของแคตไอออนที่ถูกดูดซับโดยอินทรียวัตถุในดินจะอยู่ในช่วงประมาณ 30-90% ของปริมาณที่ดินดูดซับได้ทั้งหมด นอกจากนี้โมเลกุลของอินทรียวัตถุในดินยังมีประจุบวกบางส่วนทำให้มีความสามารถในการดูดซับแอนไอออนได้ด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541 : 242-243) แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวที่พบเป็นไปในสัดส่วนที่ต่างกันระหว่างกลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และกลุ่มดินทุกกลุ่มที่ทำการศึกษา

2.4 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและค่าแอมโมเนียรวมในน้ำ

เมื่อให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเป็นตัวแปรอิสระและค่าแอมโมเนียรวมในน้ำเป็นตัวแปร ตามพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินทรียวัตถุในดินและค่าแอมโมเนียรวมในน้ำของสิ่งทดลองที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และดินทุกกลุ่ม มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกในลักษณะสมการเชิงเส้นตรง ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient : r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.81 0.90 0.86 0.63 ตามลำดับ (ภาพประกอบที่ 37)

ภาพประกอบที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรียวัตถุในดินและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ

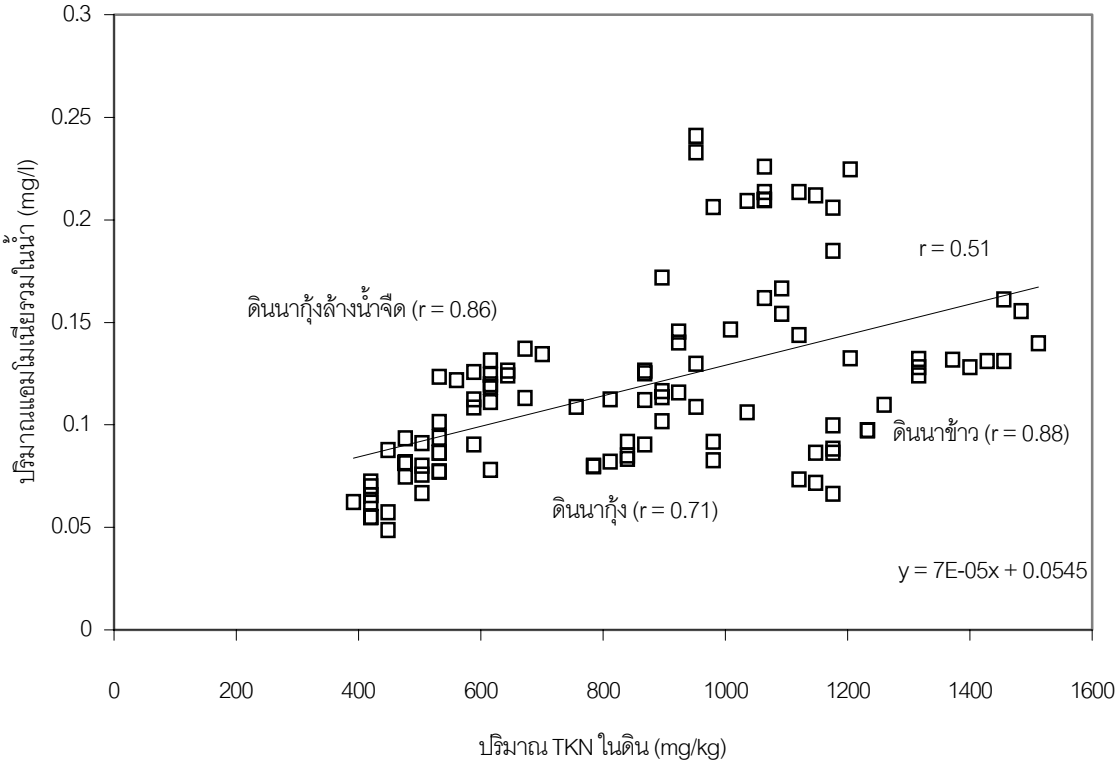


ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำมีความสัมพันธ์กันกล่าวคือ เมื่อในดินพื้นบ่อมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าแอมโมเนียรวมในน้ำเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินโดยจุลินทรีย์ ทำให้ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์เหล่านี้ถูกปลดปล่อยออกมาให้พืชสามารถนำไปใช้ได้อีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541 : 244) และเมื่อพื้นบ่อมีการสะสมปริมาณไนโตรเจนสูงอาจส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยแอมโมเนียที่เกิดจากการย่อยสลายของอินทรีย์ไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวนการทางชีวเคมีของกลุ่มแบคทีเรียเป็นส่วนใหญ่ (Boyd, 1995 : 173) แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวที่พบเป็นไปในสัดส่วนที่ต่างกันระหว่างกลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และกลุ่มดินทุกกลุ่มที่ทำการศึกษา

2.5 ปริมาณ TKN ในดินและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ

เมื่อให้ปริมาณ TKN ในดินเป็นตัวแปรอิสระและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำเป็นตัวแปรตาม พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN ในดินและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำของสิ่งทดลองที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง และกลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด กลุ่มดินทุกกลุ่ม มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกในลักษณะสมการเชิงเส้นตรง ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient : r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.88 0.71 0.86 0.51 ตามลำดับ (ภาพประกอบที่ 38)

ภาพประกอบที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN ในดินและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำ



ปริมาณ TKN ในดินและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำมีความสัมพันธ์กันกล่าวคือเมื่อในดินพื้นบ่อมีปริมาณ TKN เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าแอมโมเนียรวมในน้ำเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากพื้นบ่อมีการสะสมปริมาณ TKN สูงซึ่งอาจเกิดมาจากการตายของสิ่งมีชีวิต และสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ประกอบด้วยไนโตรเจนในรูปของโปรตีน จะถูกการย่อยสลายโดยกระบวนการทางเคมี ซึ่งมีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง (Chemical enzymic process) ส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งเกิดขึ้นโดยแบคทีเรีย(ประเทือง เชาว์วันกลาง, 2534 : 56)

กระบวนการย่อยสลายโปรตีน แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

1. โปรตีนถูกย่อยสลายเป็นโพลิเพพไทด์ (Polypeptides) และกรดอะมิโน (Amino acid) ขั้นตอนนี้เรียกว่า Aminization

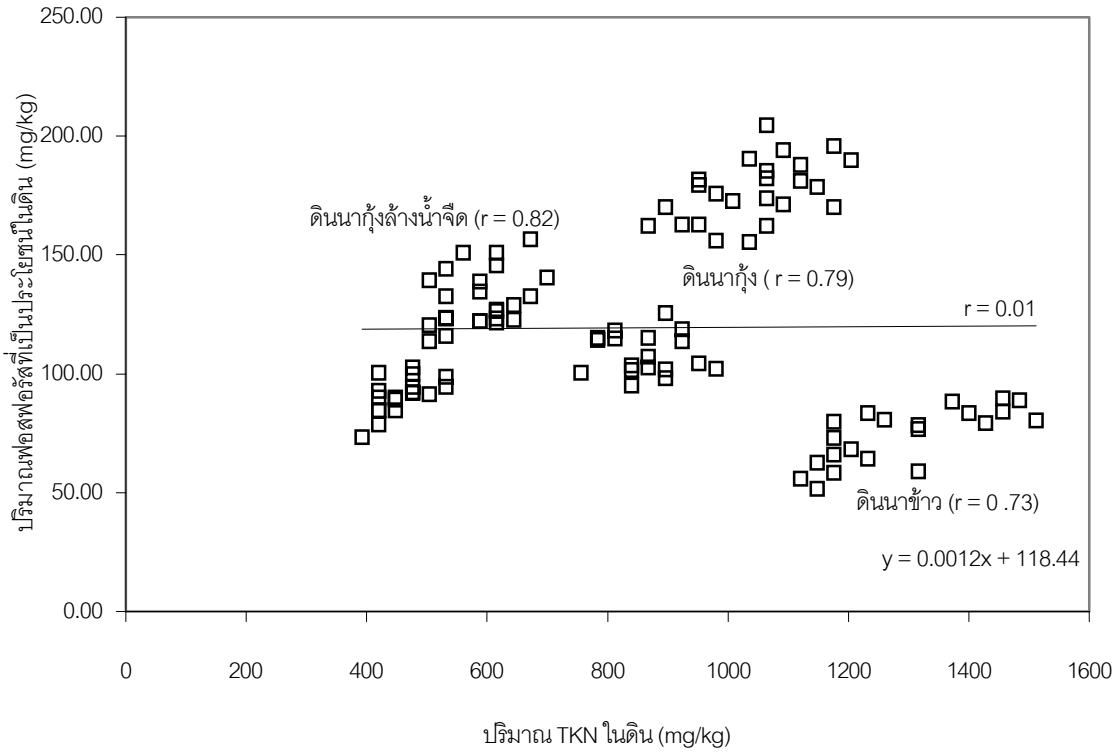
2. โพลิเพพไทด์และกรดอะมิโนถูกย่อยสลายต่อไปได้แอมโมเนีย และพลังงาน ขั้นตอนนี้เรียกว่า Ammonification

แอมโมเนียส่วนหนึ่งจะมาจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดิน แต่ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN ในดินและปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำดังกล่าวที่พบเป็นไปในสัดส่วนที่ต่างกันระหว่างกลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และกลุ่มดินทุกกลุ่มที่ทำการศึกษา

2.6 ปริมาณ TKN ในดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

เมื่อให้ปริมาณ TKN ในดินเป็นตัวแปรอิสระและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเป็นตัวแปรตามพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN ในดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของสิ่งทดลองที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มประกอบด้วยกลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้งและกลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด กลุ่มดินทุกกลุ่ม มีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกในลักษณะสมการเชิงเส้นตรง ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient : r) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 0.73 0.79 0.82 0.01 ตามลำดับ (ภาพประกอบที่ 39)

ภาพประกอบที่ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน



ตาราง 30 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ TKN และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ตัวอย่างดิน	ปริมาณเฉลี่ย(ร้อยละ)		N:P ratio
	TKN	P	
ดินนาข้าว	0.13	0.007	18.57
ดินนากุ้ง	0.10	0.014	7.14
ดินนากุ้งล้างน้ำจืด	0.05	0.011	4.55
ดินทุกกลุ่มดิน	0.085	0.012	7.08

ปริมาณ TKN ในดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ เมื่อในดินพื้นบ่อมีปริมาณ TKN เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้นตามไปตามที่คาดไว้เพราะปริมาณอินทรียวัตถุในดินนอกจากเป็นแหล่งของ TKN แล้วยังเป็นแหล่งของฟอสฟอรัสในดินอีกด้วย ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่าง TKN และฟอสฟอรัสในดินจึงไม่ได้เป็นความสัมพันธ์โดยตรงซึ่งกันและกัน แต่ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากทั้ง TKN และปริมาณฟอสฟอรัสในดินไปสัมพันธ์กันในเชิงบวกกับอินทรียวัตถุนั่นเอง ความสัมพันธ์ดังกล่าวที่พบนี้เป็นไปในสัดส่วนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มดินนาข้าว กลุ่มดินนากุ้ง กลุ่มดินนากุ้งล้างน้ำจืด และกลุ่มดินทุกกลุ่มที่ทำการศึกษา และเมื่อนำมาคำนวณพบว่าปริมาณ TKN ในดินมีค่าสูงกว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ดังตาราง 4.2) แต่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในกลุ่มดินนากุ้งมีค่าสูงกว่ากลุ่มดินนาข้าวน่าจะมีสาเหตุมาจากในระหว่างการเลี้ยงการสูญเสียฟอสฟอรัสเป็นไปได้ยาก (Boyd, 1995 : 87) มีแต่การสะสมเพิ่มมากขึ้นและสังเกตได้ว่าการนำดินนากุ้งมาล้างน้ำจืดสามารถลดปริมาณไนโตรเจนในดินได้มากกว่าฟอสฟอรัสในดิน และสัดส่วนของ N:P ratio ในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วง 4.55-18.57 โดยปกติแล้วดินทั่วไปในเขตร้อนจะมีค่า N:P ratio อยู่ในช่วง 5-10 โดยมีแนวโน้มต่ำลงเมื่อดินนั้นมีการทำเกษตรกรรมเป็นระยะเวลานานๆ (สมศักดิ์ วังใน, 2528 :125) ส่วนในกลุ่มดินนาข้าวมีสัดส่วนของ N:P ratio สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ น่าจะมีสาเหตุมาจากการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้มีปริมาณไนโตรเจนสูงจึงส่งผลให้สัดส่วนของ N:P ratio สูงตามไปด้วย