

บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัย

ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าว

จากการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าว อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระยะเวลา 1 ปี (สิงหาคม 2542 – กรกฎาคม 2543) พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ทั้งหมด 3 orders 6 families 20 genera 66 species สาหร่ายชนิดเด่นคือ *Aphanocapsa*, *Oscillatoria*, *Anabaena* และ *Nostoc* สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าวบริเวณอำเภอแมริม มีความหลากหลายของชนิดและปริมาณมาก เนื่องจากสภาพแวดล้อมในนาข้าวมีอุณหภูมิ ความชื้น และสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Roger and Kulasooriya, 1980 ; สมพร และคณะ, 2527)

แพลงก์ตอนพืช

พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่เป็นแพลงก์ตอนพืช 2 orders 4 families 15 genera 37 species ชนิดเด่นคือ *Aphanocapsa*, *Oscillatoria* และ *Anabaena* ปริมาณเฉลี่ย $4.318-44,417.5 \times 10^3$ หน่วย/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับความหลากหลายของสาหร่ายในเขตอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งทำการศึกษา 6 เดือน พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 6 genera ชนิดเด่นคือ *Oscillatoria* (พัชรี, 2541) ส่วนในเขตอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่พบ 6 genera ชนิดเด่นคือ *Anabaena* (อุศณาภรณ์, 2542)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบมีจำนวนชนิด และปริมาณเปลี่ยนแปลงทุกเดือนตลอดการศึกษา โดยช่วงต้นฤดูการปลูกข้าวคือเดือนสิงหาคม และกันยายน 2542 ระหว่างฤดูฝน สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินพวกแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากการไถนาเตรียมดิน ทำให้น้ำมีความขุ่นสูง การที่ความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเข้มแสงที่ส่องลงไปใต้น้ำลดลง ทำให้ยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยทำให้สังเคราะห์แสงได้น้อย และการเจริญเติบโตลดลง (Fernando, 1995 ; Roger, 1996) เดือนตุลาคมปริมาณและจำนวนชนิดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสูงขึ้น จากการที่ความขุ่นของน้ำลดลง และความเข้มแสงต่ำลงเนื่องจากการเจริญของต้นข้าว การวิเคราะห์ทางสถิติในฤดูการปลูกข้าว (สิงหาคม-พฤศจิกายน 2542) ปริมาณแพลงก์พืชแปรผกผันกับความเข้มแสง ($r = -0.765$) แสดงว่าเมื่อความเข้มแสงในนาข้าวต่ำ (ประมาณ 6,000 Lux) ทำให้ปริมาณของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ

รายงานของ Roger (1996) ที่กล่าวว่าในสภาพที่มีความชื้น ขณะที่ความเข้มแสงไม่สูงเกินไป สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตได้ดี แต่ช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2543 หลังฤดูกาลปลูกข้าว ระหว่างฤดูหนาว - ฤดูร้อน บริเวณนาข้าวมีความเข้มแสงสูง พบปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากโดยเฉพาะสาหร่ายกลุ่มที่ไม่มี heterocyst ได้แก่ *Aphanocapsa* และ *Oscillatoria* สอดคล้องกับการรายงานของ Quesada et al. (1998) ที่ทำการศึกษาองค์ประกอบของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าว พบว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่เป็นเส้นสายและไม่มี heterocyst มีปริมาณมากในสภาวะที่มีความเข้มแสงสูง

สาหร่ายยีสต์เกาะ

พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่เป็นสาหร่ายยีสต์เกาะ 3 orders 6 families 15 genera 45 species ชนิดเด่นคือ *Aphanocapsa*, *Oscillatoria*, *Anabaena* และ *Cylindrospermum* ปริมาณของสาหร่ายยีสต์เกาะค่อนข้างสูงในเดือนตุลาคม ธันวาคม 2542 และเมษายน 2543 โดยที่ระยะแรกในฤดูกาลปลูกข้าวเดือนสิงหาคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนมีการเตรียมพื้นที่ปลูกข้าว การไถนาทำให้สาหร่ายยีสต์เกาะบางส่วนฝังลงไปดิน ดังนั้นจึงพบสาหร่ายยีสต์เกาะได้น้อย เดือนตุลาคมความเข้มแสงลดลงเนื่องจากการเจริญของต้นข้าว ทำให้ปริมาณสาหร่ายยีสต์เกาะเพิ่มขึ้นสูงสุด (Roger, 1996) ปริมาณสาหร่ายยีสต์เกาะลดลงอีกครั้งในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูหนาว เนื่องจากปริมาณน้ำฝนลดลงส่งผลให้ความชื้นของดินลดลง แสดงว่าความชื้นดินเป็นปัจจัยจำกัด โดยทั่วไปแล้วสาหร่ายพบได้ในดินที่มีความชื้นเพียงพอ และมีแสงส่องถึง (Pramer and Schmidt, 1964)

หลังการเก็บเกี่ยวข้าวเดือนธันวาคม ปริมาณสาหร่ายยีสต์เกาะเพิ่มขึ้นสูงถึงแม้ว่าความชื้นต่ำ เนื่องจากความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นทำให้สาหร่ายยีสต์เกาะบางชนิดเจริญได้ดีเช่น *Aphanocapsa*, *Gloeothece*, *Anabaena* sp.4 และ *Nostoc* sp.9 ขณะที่ *Oscillatoria* ซึ่งเป็นสาหร่ายที่เด่นในเดือนตุลาคมปริมาณลดลง แสดงว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของสาหร่ายยีสต์เกาะเนื่องจากความเข้มแสง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Rapala and Sivonen (1998) ที่เพาะเลี้ยง *Anabaena* ในสภาวะที่แสงจำกัดเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นทำให้มีการเจริญเติบโตของ *Anabaena* เพิ่มขึ้นด้วย เดือนมกราคม 2543 หลังจากฤดูกาลทำนาปริมาณสาหร่ายยีสต์เกาะลดลง เนื่องจากเกษตรกรเตรียมดินเพื่อปลูกพืชหมุนเวียนแทนการปลูกข้าวในฤดูแล้ง ทำให้ปริมาณสาหร่ายยีสต์เกาะลดลง เดือนเมษายนปริมาณสาหร่ายยีสต์เกาะสูงขึ้นอีกครั้ง และต่อเนื่องจนถึงเดือนกรกฎาคม เมื่อพื้นที่นาส่วนใหญ่ถูกทิ้งให้หญ้าเจริญเติบโต ทำให้ความเข้มแสงลดลงขณะที่ความชื้นของดินสูงขึ้น

สาหร่ายในดิน

จากการศึกษาพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 2 orders 4 families 8 genera 29 species ชนิดเด่นคือ *Anabaena* และ *Nostoc* รองลงมาคือ *Cylindrospermum*, *Scytonema*, *Calothrix* และ *Hapalosiphon* ปริมาณ $2.51-20.59 \times 10^5$ เซลล์/กรัม ดินแห้ง สอดคล้องกับ หนึ่ง และคณะ (2542) ที่พบว่าในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง มีจำนวนประชากร *Nostoc* มากที่สุด รองลงมาคือ *Anabaena* และ *Stigonema* ตามลำดับ และสอดคล้องกับ สมพร และคณะ (2527) ที่รวบรวมสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในดินนาภาคเหนือ และภาคกลางพบ *Anabaena* มากที่สุด รองลงมาคือ *Nostoc* ขณะที่ สมถวิล (2531) พบว่าในเขตภาคเหนือมี *Calothrix* แพร่กระจายมากที่สุด

ช่วงต้นฤดูการทำนา เดือนสิงหาคม-กันยายน 2542 การไถนาทำให้ดินชั้นบนที่สาหร่ายอาศัยอยู่มากพลิกลงไปอยู่ด้านล่าง ทำให้พบปริมาณของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต่ำ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสาหร่ายส่วนมากพบบริเวณผิวดินจนถึงความลึก 5-10 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นบริเวณที่แสงส่องถึง (ศุภมาส, 2529 ; Wood, 1989) การเจริญเติบโตของต้นข้าว ทำให้ปริมาณของสาหร่ายเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนตุลาคมเนื่องจากความชุ่มชื้นของน้ำ และความเข้มแสงต่ำลง เดือนพฤศจิกายนปริมาณสาหร่ายในดินลดลงอีกครั้ง เนื่องจากความชื้นของดินลดลง เพราะความชื้นเป็นปัจจัยจำกัดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Roger *et al.*, 1993) หลังฤดูการปลูกข้าวปริมาณของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในดินค่อนข้างคงที่ จนกระทั่งเดือนกรกฎาคม 2543 ปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินลดต่ำลงมาก เนื่องจากเกษตรกรเริ่มไถพรวนและเตรียมดินเพาะต้นกล้า

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในดินนาข้าวมีแนวโน้มสัมพันธ์เชิงบวกกับ nitrate ของน้ำ ส่วนในช่วงฤดูการปลูกข้าว (สิงหาคม – พฤศจิกายน) ปริมาณสาหร่ายในดินมีแนวโน้มสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิดิน ดังนั้นการที่ต้นข้าวเจริญเติบโตทำให้ความเข้มแสงที่ส่องถึงพื้นดินลดลง มีส่วนทำให้อุณหภูมิดินต่ำลง ปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจึงเพิ่มขึ้นได้

ความสัมพันธ์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกับคุณภาพน้ำ ดิน และฤดูกาล

อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ทั้งแสงก็ตอนพืช สาหร่ายยืดยาว และสาหร่ายที่อาศัยอยู่ในดิน อาจยับยั้งการเจริญของสาหร่ายบางชนิด ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดของสาหร่าย เนื่องจากสาหร่ายแต่ละชนิดอาศัยอยู่ได้ในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน อุณหภูมิของน้ำและดินในนาข้าวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ ฤดูกาล และการเจริญของต้นข้าว (Roger, 1996) นาข้าวที่ทำการศึกษามีค่าอุณหภูมิอากาศ $24.0 - 35.3^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิน้ำ $19.0 - 31.7^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิดิน $20.0 - 31.4^{\circ}\text{C}$ ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่สาหร่ายเจริญเติบโตได้ดี (Boney, 1975) สอดคล้องกับ Roger and Kulasoorya (1980) ที่กล่าวว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าวเจริญเติบโตได้ดีเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง $30 - 35^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิน้ำและดินในนาข้าวค่อนข้างสูง ฤดูกาลปลูกข้าวในเดือนกันยายนอุณหภูมิน้ำและดินสูงที่สุด อุณหภูมิต่ำที่สุด ช่วงฤดูหนาวเดือนมกราคม การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณสาหร่ายในดินมีแนวโน้มแปรผกผันกับอุณหภูมิดิน เมื่อวิเคราะห์ปริมาณของสาหร่ายบางชนิดพบว่าปริมาณของ *Oscillatoria* sp.2 แปรผกผันกับอุณหภูมิน้ำ ($r = -0.999$) ส่วนปริมาณสาหร่ายในดินพบว่าปริมาณของ *Anabaena* sp.1 แปรผกผันกับอุณหภูมิดิน ($r = -0.635$) ขณะที่ *Anabaena* sp.4 แปรผันตามอุณหภูมิดิน ($r = 0.605$) ดังนั้นหากอุณหภูมิดินสูงขึ้น *Anabaena* sp.1 จะมีปริมาณลดลงขณะที่ *Anabaena* sp.4 ปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่กันของชนิดสาหร่าย

ความขุ่นของน้ำเฉลี่ยแต่ละเดือนมีค่า 0.30-194.97 NTU ซึ่งความขุ่นของน้ำในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันมาก ช่วงต้นฤดูกาลทำนาในเดือนสิงหาคม เกษตรกรไถนาทำให้น้ำมีความขุ่นมากเฉลี่ย 194.97 NTU หลังจากนั้นความขุ่นของน้ำจะลดลง โดยก่อนเก็บเกี่ยวข้าวเดือนตุลาคมมีค่าความขุ่น 41.08 NTU ส่วนในฤดูหนาว และฤดูร้อนความขุ่นของน้ำต่ำมาก เนื่องจากไม่มีการไถนา ความขุ่นมีผลต่อปริมาณของสาหร่ายทั้งแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยืดยาว และสาหร่ายที่อาศัยในดิน โดยเมื่อน้ำมีความขุ่นมากปริมาณสาหร่ายโดยรวมจะต่ำ ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในดิน ช่วงที่มีน้ำขังได้แก่ *Anabaena* sp.4, *Scytonema* sp.1, *Calothrix* sp.2 และ *Stigonema* sp. แปรผันตามความขุ่นของน้ำ ($r = 0.667, 0.804, 0.771$ และ 0.983 ตามลำดับ) คือเมื่อความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นปริมาณสาหร่ายเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งขัดแย้งกับ ธงชัย (2535) และ Roger (1996) ที่กล่าวว่าเมื่อความขุ่นเพิ่มขึ้นอาจทำให้เกิดการขาดแคลนแสง กิจกรรมต่างๆ ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินลดลง อาจยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ การที่สาหร่ายเหล่านี้มีปริมาณผันแปรตามความขุ่นของน้ำ อาจเนื่องจากความขุ่นทำให้ความเข้มแสงที่ส่องลงไปใต้น้ำลดลง ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญของสาหร่ายเหล่านี้ Maasdam and Claassen (1998) พบว่า

เมื่อน้ำมีความโปร่งใสเพิ่มขึ้น (น้ำมีความขุ่นน้อย) ทำให้ปริมาณของสาหร่ายลดลง ทั้งนี้เนื่องจากสาหร่ายบางชนิดต้องการความเข้มแสงที่เหมาะสม

ความเข้มแสงเฉลี่ยแต่ละเดือน 6,033-12,883 Lux ขึ้นอยู่กับการเจริญของต้นข้าว พืชที่ปลูกหมุนเวียน และวัชพืช ช่วงต้นฤดูการปลูกข้าวเดือนสิงหาคม ความเข้มแสงเฉลี่ย 8,416 Lux จากนั้นความเข้มแสงลดลงเรื่อยๆ ในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวข้าวความเข้มแสง 6,200 Lux ความเข้มแสงที่ต่ำลงเนื่องจากการเจริญของต้นข้าว เป็นผลดีต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายยืดยาว และสาหร่ายในดิน โดยพบว่าปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในฤดูการทำนาแปรผกผันกับความเข้มแสง ($r = -0.765$) ส่วนในฤดูหนาวและฤดูร้อนความเข้มแสงสูงมากกว่า 10,000 Lux เนื่องจากนาข้าวเป็นพื้นที่โล่งทำให้ได้รับแสงอย่างเต็มที่ การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณของ *Calothrix* sp.1 แปรผกผันกับความเข้มแสง ($r = -0.763$) นั่นคือเมื่อความเข้มแสงลดลงทำให้ปริมาณของ *Calothrix* sp.1 เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Quesada et al. (1998) ที่พบว่าความเข้มแสงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงประชากรสาหร่ายโดยเฉพาะ *Nostoc*, *Anabaena* และ *Calothrix* ทั้งนี้ความเข้มแสงที่สูงเกินไปอาจยับยั้งการเจริญของสาหร่ายได้

ความชื้นดินเฉลี่ยแต่ละเดือนเท่ากับ 32.03-73.31 % ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและการปลูกพืชของเกษตรกร ความชื้นของดินที่เหมาะสมทำให้สาหร่ายยืดยาว และสาหร่ายในดินเจริญได้ดี ฤดูฝนช่วงต้นของการปลูกข้าวความชื้นของดินสูงมาก โดยเดือนสิงหาคมมีความชื้นเฉลี่ย 67.70 % ส่วนเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวข้าวดินมีความชื้น 44.27 % ในฤดูหนาวและฤดูร้อนเดือนธันวาคม-เมษายน ความชื้นของดินต่ำมาก ทำให้ปริมาณสาหร่ายยืดยาว และสาหร่ายในดินลดลง การวิเคราะห์ทางสถิติของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในดินพบว่า *Anabaena* sp.4 และ *Calothrix* sp.1 ปริมาณแปรผันตามความชื้นดิน ($r = 0.590$ และ 0.820 ตามลำดับ) ดังนั้นเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณของ *Anabaena* sp.4 และ *Calothrix* sp.1 เพิ่มขึ้นด้วย ในช่วงที่ความชื้นดินต่ำอาจเป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญของสาหร่ายได้ สาหร่ายในกลุ่มนี้สามารถสร้าง *akinetes* ได้ โดยจะสร้าง *akinetes* เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ซึ่ง *akinetes* สามารถทนทานอยู่ในสภาพที่แห้งแล้งได้นาน (Roger et al., 1993 ; Sili et al., 1994) เมื่อนำดินมาเพาะเลี้ยงทำให้พบสาหร่าย ซึ่งเกิดจากการเจริญของ *akinetes*

pH ของน้ำแต่ละเดือนเฉลี่ย 6.57-7.95 ในฤดูทำนา (สิงหาคม-ตุลาคม) ระดับ pH ของน้ำเป็นค่าเล็กน้อย ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (ศิริเพ็ญ, 2537) ส่วน pH ของดินมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยเฉลี่ย 5.85-6.53 ระดับ pH ของดินในแต่ละฤดูกาลไม่แตกต่างกันมากนัก การวิเคราะห์สถิติพบว่าปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมีแนวโน้มแปรผกผันกับ pH ของน้ำ

ขณะที่ค่า pH ของดินไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสาหร่ายในดิน แต่เมื่อวิเคราะห์ปริมาณของสาหร่ายในดินบางชนิดพบว่าปริมาณของ *Anabaena* sp.5 แปรผันตามระดับ pH ดิน ($r = 0.736$) ขณะที่ *Cylindrospermum majus* และ *Nostoc* sp.8 แปรผกผันกับระดับ pH ดิน ($r = -0.644$ และ -0.926 ตามลำดับ) ดังนั้นเมื่อ pH ของดินเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณของ *Anabaena* sp.5 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ *Cylindrospermum majus* และ *Nostoc* sp.8 ปริมาณลดลง จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ค่า pH ของนาข้าวบริเวณอำเภอมะริมมีความเป็นกรดเล็กน้อย แต่โดยทั่วไปแล้วสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับ pH เป็นกลางจนถึงด่าง (สมศักดิ์, 2528 ; ลัดดา, 2540) สอดคล้องกับ สมถวิล (2531) ที่รายงานว่าระดับ pH 7.0-7.9 สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีการแพร่กระจายสูงสุด ทำให้อำเภอมะริมมีปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไม่มากเท่าที่ควร

ความเป็นต่างของน้ำในแต่ละเดือนเฉลี่ย 45.00-108.75 mg/l as CaCO_3 การทำนาอยู่ในฤดูฝน เกษตรกรใช้น้ำฝน น้ำจากแปลงนาข้างเคียง และคลองชลประทานในการปลูกข้าว ทำให้ความเป็นต่างที่วัดได้ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้ ค่าความเป็นต่างสูงขึ้นเมื่อน้ำขังอยู่ในนาข้าวเป็นเวลานาน ดังนั้นในฤดูกาลปลูกข้าวเดือนตุลาคมความเป็นต่างจึงสูงที่สุด ส่วนในฤดูร้อนมีน้ำขังในนาข้าวเป็นครั้งคราวความเป็นต่างจึงต่ำกว่า การวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความสัมพันธ์ของปริมาณของแพลงก์ตอนพืชกับความเป็นต่าง แต่เมื่อทำการวิเคราะห์กับปริมาณสาหร่ายบางชนิดพบว่าปริมาณของ *Lyngbya* sp.1 แปรผกผันกับความเป็นต่าง ($r = -0.975$) เช่นเดียวกับสาหร่ายในดิน *Calothrix* sp.4 ที่ปริมาณแปรผกผันกับความเป็นต่าง ($r = -0.766$) ดังนั้นเมื่อมีน้ำขังในนาข้าวเป็นเวลานานจะทำให้ความเป็นต่างสูงขึ้น มีส่วนทำให้ปริมาณของ *Lyngbya* sp.1 และ *Calothrix* sp.4 มีปริมาณลดลง

ปริมาณ phosphate-phosphorus ของน้ำในแต่ละเดือนเฉลี่ย 0.0353-0.2476 mg/l ตลอดการศึกษามีปริมาณของ phosphate-phosphorus ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นเดือนมกราคมที่มีปริมาณสูงที่สุด เนื่องจากน้ำในนาข้าวมีปริมาณน้อย ทำให้ความเข้มข้นของ phosphate-phosphorus สูงขึ้น ส่วน phosphate-phosphorus ของดินมีปริมาณ 10.539-23.186 mg/l พบว่าช่วงต้นของการปลูกข้าวเดือนสิงหาคม และกันยายนมีปริมาณต่ำที่สุด หลังจากนั้นปริมาณสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร และการดูดซับฟอสฟอรัสของดิน (Shrestha and Lin, 1996) การวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความสัมพันธ์ของปริมาณ phosphate-phosphorus กับแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายในดิน แต่เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ phosphate-phosphorus กับปริมาณของสาหร่ายแต่ละชนิด พบว่าปริมาณของ *Lyngbya* sp.1 แปรผันตามปริมาณ phosphate-phosphorus ของน้ำ ($r = 0.974$) ขณะที่ *Oscillatoria* sp. 11 แปรผกผัน ($r = -0.979$) ส่วนสาหร่ายในดินพบว่า

ปริมาณของ *Calothrix* sp.4 แปรผันตามปริมาณ phosphate-phosphorus ของน้ำ ($r = 0.937$) ทั้งนี้เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดของสาหร่าย ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของปริมาณ phosphate-phosphorus ทำให้ปริมาณสาหร่ายเพิ่มขึ้น (Quesada and Valiente, 1996)

ปริมาณ nitrate-nitrogen ของน้ำในแต่ละเดือนเฉลี่ย 0.0055-0.1821 mg/l ตลอดการศึกษ ปริมาณ nitrate-nitrogen ค่อนข้างต่ำ ยกเว้นเดือนมกราคมที่ปริมาณสูงที่สุด เนื่องจากน้ำในนาข้าวมีปริมาณน้อย ทำให้ปริมาณของ nitrate-nitrogen เข้มข้นขึ้น ส่วนปริมาณ nitrate-nitrogen ของดินเฉลี่ย 1.576-3.968 mg/l ซึ่งตลอดการศึกษาในแต่ละเดือนปริมาณไม่แตกต่างกัน ปริมาณของสาหร่ายในดินมีแนวโน้มแปรผันตามปริมาณ nitrate-nitrogen เมื่อวิเคราะห์ปริมาณของ *Oscillatoria* sp.6 พบว่าแปรผันตามปริมาณ nitrate-nitrogen ของน้ำ ($r = 0.905$) แสดงว่าเมื่อปริมาณของ nitrate-nitrogen เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณของ *Oscillatoria* sp.6 เพิ่มขึ้นเช่นกัน เนื่องจาก *Oscillatoria* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรึงไนโตรเจนไม่ได้ ดังนั้นเมื่อต้องการดูดซึม nitrate-nitrogen จากสิ่งแวดล้อม ต้องใช้เอนไซม์ nitrate reductase เพื่อเปลี่ยน nitrate-nitrogen เป็น nitrite และ ammonia-nitrogen ก่อนจึงดูดซึมได้ (ศิริเพ็ญ, 2537 ; Kuhlemeier et al., 1984) ส่วนสาหร่ายในดินพบว่าปริมาณของ *Anabaena* sp.8 และ *Calothrix* sp.4 ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรึงไนโตรเจนได้แปรผันตามปริมาณ nitrate-nitrogen ของน้ำ ($r = 0.987$ และ 0.994 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับ Saadoun et al. (2001) ที่เพาะเลี้ยง *Anabaena* พบว่าเมื่อ nitrate-nitrogen เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) เพิ่มขึ้น และ Yoon and Golden (2001) พบว่า *Anabaena* ที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่มี nitrate เพียงพอไม่มีการทำงานของเอนไซม์ nitrogenase และไม่มีการสร้าง heterocyst

ปริมาณ ammonia-nitrogen ของน้ำในแต่ละเดือนเฉลี่ย 0.0259-0.2981 mg/l ช่วงต้นฤดูการปลูกข้าวเดือนสิงหาคมและกันยายน ปริมาณของ ammonia-nitrogen ต่ำ เดือนตุลาคมปริมาณสูงขึ้น อาจเนื่องจากการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร ปริมาณของ ammonia-nitrogen สูงที่สุดเดือนมกราคม อาจเนื่องจากปริมาณน้ำน้อย ทำให้ความเข้มข้นของ ammonia-nitrogen สูงขึ้น ส่วนปริมาณ ammonia-nitrogen ของดินเฉลี่ย 4.552-21.010 mg/l ฤดูฝนในเดือนสิงหาคมและกันยายนปริมาณของ ammonia-nitrogen ของดินต่ำกว่าเดือนตุลาคม สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของ ammonia-nitrogen ของน้ำ ส่วนในฤดูหนาว และฤดูร้อนปริมาณ ammonia-nitrogen ค่อนข้างต่ำ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความสัมพันธ์ของปริมาณแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายยืดยาวกับปริมาณ ammonia-nitrogen อาจเพราะปริมาณ ammonia-nitrogen ที่มีในนาข้าวเพียงพอต่อการเจริญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินตลอดเวลาที่ทำการศึกษา แต่เมื่อวิเคราะห์กับปริมาณของสาหร่ายแต่ละชนิด พบว่าปริมาณของ *Lyngbya* sp.1 และ *Phormidium tenue* แปรผกผันกับ

ปริมาณ ammonia-nitrogen ของน้ำ ($r = -0.985$ และ -0.886 ตามลำดับ) ชัดแย้งกับ Hyenstrand *et al.* (1999) ที่พบว่าเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของ ammonia ทำให้ปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ไม่สามารถตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากปัจจัยอื่นเช่น บางเดือนไม่มีน้ำในนาข้าวทำให้ปริมาณของ *Lyngbya* sp.1 และ *Phormidium tenue* ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับ ammonia-nitrogen โดยบังเอิญ ส่วนสาหร่ายในดินพบว่าปริมาณของ *Calothrix* sp.4 แปรผันตามปริมาณ ammonia-nitrogen ของน้ำ ($r = 0.925$) เนื่องจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถใช้ nitrate หรือ ammonia ได้ เช่นเดียวกับการตรึงไนโตรเจน (Liotenberg, 1996) ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของ ammonia-nitrogen จึงทำให้ปริมาณของ *Calothrix* sp.4 เพิ่มขึ้น

สาหร่ายแต่ละชนิดอาจมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพ และเคมีมากกว่า 1 ปัจจัย เช่น *Calothrix* sp.1 มีปริมาณแปรผกผันกับความเข้มแสง ($r = -0.763$) ขณะเดียวกันมีปริมาณแปรผันตามความชื้นดิน ($r = 0.820$) ดังนั้นหากต้องการพิจารณาการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณสาหร่าย จำเป็นต้องพิจารณาจากสภาพแวดล้อมหลายปัจจัยประกอบกัน