บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

1. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน(cyanobacteria)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue – green algae) เป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่เรียกว่า จุลสาหร่าย (micro-algae) จัดอยู่ใน Division Cyanophyta เป็น สิ่งมีชีวิตจำพวก Procaryote ที่มีขนาดเล็ก พบได้ทั่วไปทั้งในน้ำ บนดิน ตามเปลือกไม้ ใบไม้ และที่ชื้นแฉะทั่วไป สาหร่ายพวกนี้อยู่ในอาณาจักร Monera เช่นเดียวกับแบคทีเรียแต่ต่างกันตรงที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีคลอโรฟิลล์เอซึ่งสามารถสังเคราะห์แสงได้ และมีออกซิเจน (O_2) เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์แสง (กาญจนภาชน์, 2537) มีความสำคัญในระบบนิเวศคือ เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นและเป็นตัวผลิตออกซิเจนแก่บรรยากาศ นอกจากนี้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเกือบทั้งหมด สามารถตรึงไนโตรเจนได้ (Bold and Wynne, 1978)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นกลุ่มสาหร่ายที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดคือมีถึง 7,500 ชนิด หรืออาจมากกว่านี้ (Chapman and Chapman, 1973) ส่วนใหญ่เป็นพวกที่อยู่ในน้ำจืดแต่ในน้ำทะเลหรือน้ำกร่อย ก็พบสาหร่ายพวกนี้บ้าง ความจริงสาหร่ายชนิดนี้ขึ้นได้ทุกหนทุกแห่งในโลก แม้กระทั่งน้ำพุร้อน หรือหิมะก็สามารถเจริญได้ สาหร่ายพวกนี้มีความสามารถทนต่อสภาวะแห้งแล้ง ซึ่งไม่มีพืชอื่นขึ้นได้เลย แม้แต่ดินในทะเลทรายสาหร่ายพวกนี้ก็สามารถขึ้นได้ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเซลของสาหร่ายชนิดนี้มีเมือก (gelatinous sheath) หุ้ม จึงสามารถเก็บความชื้นไว้ในเซล และสามารถเป็นฉนวนกันความร้อน ความเย็น ให้กับเซลได้ อีกประการหนึ่งโมเลกุลของโปรตีนภายในโปรโตพลาสซึมจับตัวกันแน่น จึงอาจจะเป็นเหตุช่วยให้เซลมีชีวิตอยู่ได้นาน (กาญจนภาชน์, 2537)

ลักษณะของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีลักษณะและคุณสมบัติหลายประการที่แตกต่างไปจากสาหร่ายพวกอื่น ๆ อาทิเช่น รงควัตถุไม่ได้อยู่ในพลาสติด แต่กระจายอยู่ทั่วไปในไซโตพลาสซึม ยังไม่มีนิวเคลียสที่แท้จริง ไม่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ เปลี่ยนสีได้ สามารถเคลื่อนไหวได้โดยไม่ใช้หนวด หรือแฟลเจลลา เป็นต้น (กาญจนภาชน์, 2537) โดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น

1. เซลเดียว (unicellular form) พวกนี้มีรูปร่างเซลเดียวอาจจะอยู่เป็นเซลเดี่ยวๆหรืออาจจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเป็นก้อน (colonial form) มีหลายเซลรวมกันแต่ละเซลอาจจะมี sheath หุ้ม หรือเมื่อมารวมกันเป็นกลุ่มแล้วมี sheath หุ้มรอบกลุ่มอีกชั้นหนึ่งก็ได้ อาจจะมีสีเหลืองหรือน้ำตาล เช่น *Gloeocapsa sp., Aphathece sp., Aphanocapsa sp.* และ *Ghroococcus sp.* เป็นต้น

2. พวกที่เป็นเส้นสาย (filamentous form) เป็นพวกที่มีหลาย ๆ เซลต่อกันจนยาวเป็นสายแบ่งเป็น

2.1 พวกเส้นสายที่ไม่แตกแขนง (unbranched filamentous) เช่น *Anabaena sp.* และ *Nostoc sp.* เป็นต้น

2.2 พวกเส้นสายที่แตกแขนง (branched filamentous) เช่น *Hapalosiphon sp.*, *Scytonema sp.* และ *Tolypothrix sp.* เป็นต้น

การจำแนกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2523) อาศัยหลัก 3 ประการคือ

1. การเรียงตัวของเซล อาจอยู่เดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่ม หรือเซลต่อกันเป็นสาย ปกติมักมีเมือกหุ้มเซล แต่บางชนิดอาจไม่มีเมือกหุ้ม

2. วิธีการสืบพันธุ์ ปกติจะมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ พวกเซลเดี่ยวจะแบ่งตัวจากหนึ่งเป็นสอง พวกที่เป็นเส้นสายก็จะมีการหักออกเป็นท่อน ๆ แต่ละท่อนจะมีลักษณะเป็นสายสั้น ๆ เรียกว่า ฮอร์โมโกเนีย (hormogonia)

3. การสร้างเซลพิเศษขึ้นในสาย ได้แก่ การสร้าง exospore, akinete, heterocyst และ dead cell ซึ่งจะมีการสร้างแตกต่างกัน ตำแหน่งของ heterocyst จะอยู่เฉพาะแห่งในสายใช้เป็นตัวจำแนกจีนัสของสาหร่ายพวกนี้ได้

การสืบพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

การสืบพันธุ์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีเฉพาะแต่การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ (asexual reproduction) เท่านั้น ไม่พบการสืบพันธุ์แบบมีเพศ (sexual reproduction) การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศมี 4 วิธีตามลักษณะรูปร่างดังนี้คือ

1. การแบ่งเซล (cell division) โดยการแบ่งเซลจาก 1 เป็น 2 และ 2 เป็น 4 พบในพวกที่มีรูปร่างเซลเดียว

2. การแตกหักเป็นท่อน (fragmentation) พบในพวกที่มีรูปร่างเป็นสาย โดยพวกที่มีรูปร่างเป็นสายเหล่านี้ อาจจะเจริญเติบโตเป็นสายยาวต่อ ๆ ไปโดยไม่จำกัดความยาวแต่ส่วนมากมักจะขาดเป็นท่อนก่อนที่จะยาวมากเกินไป ซึ่งการแตกหักเป็นท่อนอาจเนื่องมาจากมีสัตว์น้ำมากระแทกโดยแรงกระแสน้ำพัด เกิดจากเซลใดเซลหนึ่งภายในสายเซลนั้นเกิดตายลงจึงทำให้เซลนั้นว่างเปล่า มีแต่ผนังเซลอย่างเดียว เป็นจุดอ่อนทำให้สายเซลนั้นขาดได้ง่าย เมื่อมีอะไรมากระทบเข้า ไม่ว่าสายเซลจะขาดออกจากกันโดยวิธีใดก็ตาม เมื่อมันขาดออกจากกันแล้ว แต่ละท่อนเรียกว่า ฮอร์โมโกเนียม (hormogonium) สามารถเติบโตงอกเซลใหม่ออกไปได้อีก

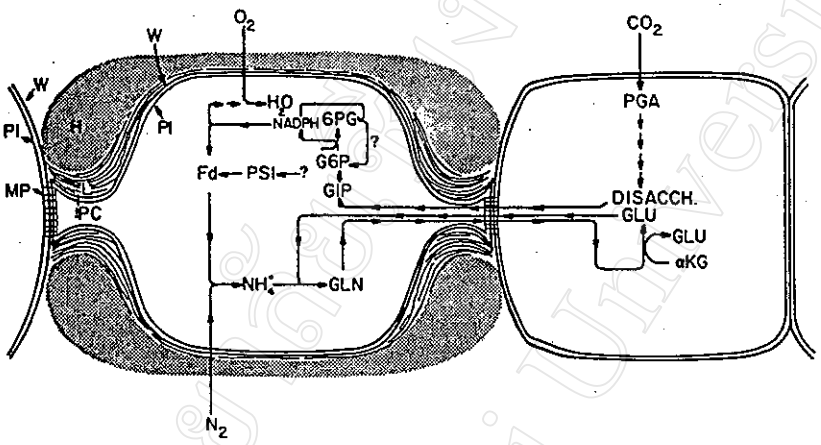
3. การสร้างสปอร์ชนิดไม่เคลื่อนที่ ซึ่งเรียกสปอร์ชนิดนี้ว่า akinete หรือ resting spore พบในพวกที่มีเป็นเส้นสาย สปอร์ชนิดนี้มีผนังหนา ขนาดใหญ่กว่าเซลธรรมดา มีอาหารสะสมไว้มาก ซึ่งเป็นพวก cyanophycean granules

4. การสร้างเอนโดสปอร์ (endospore) สปอร์ชนิดนี้สร้างจากการแบ่งโปรโตพลาสหลายๆ ครั้งจากปลายเซลไปยังฐานเซล มักเกิดกับสาหร่ายที่มีเซลเดียว โดยเซลทั้งเซลจะทำหน้าที่เป็น sporangium เอนโดสปอร์นี้มีอยู่ในเซลแม่จะไม่มีผนังหุ้มต่อเมื่อหลุดออกมาแล้วจะสร้างผนังบางๆ ขึ้น มักจะสร้างครั้งละจำนวนมาก

การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen Fixation)

ด้านนอกของผนัง (W) ของ heterocyst คือ envelope ที่เรียงตัวกันอยู่เป็นชั้น ๆ ของ glycolipid (L) และ ชั้นของ polysaccharide ที่เป็นเนื้อเดียวกัน (H) บริเวณ microplasmodesmata (MP) เชื่อม plasma membrane (Pl) ของเซลล์ทั้ง 2 ชนิดที่ปลายของ pore channel (PC) ของ heterocyst สารพวก disaccharide ที่สร้างโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงใน vegetateive cell เคลื่อนที่เข้าสู่ heterocyst (รูปที่1) ถูกเปลี่ยนไปเป็น glucose-6-phosphate และ ถูกออกซิไดซ์โดย oxidative pentose pathway ส่วนสาร Pyridine nucleotide (NADPH) ที่ถูกรีดิวซ์โดยวิธีนี้จะสามารถ

ให้อิเลกตรอนกับ O_2 เพื่อรักษาสภาพ ruduce ภายใน heterocyst และสามารถจะรีดิวซ์ ferridoxin (Fd) ซึ่ง ferridoxin ที่สามารถให้อิเลกตรอนกับ nitrogenase ซึ่งจะรีดิวซ์ N_2 เป็น NH^+_4 แล้ว glutamate ที่ผลิตโดย vegetative cell จะทำปฏิกิริยากับ NH^+_4 ได้เป็น glutamine แล้วเคลื่อนย้ายเข้าสู่ vegetative cell ทำปฏิกิยากับ α-ketoglutarate เพื่อให้ได้ 2 โมเลกุล (Wolk, 1979)



รูปที่ 1 ความแตกต่างทางด้านโครงสร้างพื้นฐานและปฏิกิริยาที่ทราบระหว่าง heterocyst (ด้านซ้าย) กับ vegetative cell (ด้านขวา) ในการตรึงไนโตรเจน

ที่มา: Carr and Whitton (1977)

2. ความสำคัญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

สาหร่ายมีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างมากทั้งทางตรงและทางอ้อมหลายด้านด้วยกัน

ทางด้านอาหาร สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินยังสามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้ด้วย เช่น ชาวอเมริกาใต้ใช้ *Nostoc sp.* เป็นอาหารบางชนิด เช่น *Spirulina sp.* มีโปรตีนสูงถึง 63 – 68 % คาร์โบไฮเดรท 18 – 20 % ไขมัน 2 – 3 % นิยมใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ (บัญญัติ, 2521)

สุชาติ (2529) กล่าวว่า *S. platensis* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีลักษณะเป็นเส้นบิดเป็นเกลียว ความกว้างประมาณ 3-80 ไมครอน ยาว 50-500 ไมครอน ลอยเป็นอิสระอยู่ในน้ำที่มี

สภาวะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต พบทั่วไปในน้ำจืดและน้ำกร่อย บ่อเลี้ยงปลา บ่อน้ำเสียบางประเภท สาหร่าย *S. platensis* เจริญอย่างหนาแน่นในน้ำที่มีค่าความเป็นด่างสูง

สาหร่ายชนิดนี้ใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (health food) ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารสูง และได้ผ่านการทดลองหลายครั้งจนเป็นที่เชื่อถือในด้านการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ มีรายงานว่าเคยใช้เป็นอาหารประจำวันทั้งในประเทศเม็กซิโกและแอฟริกา มาตั้งแต่สมัยโบราณ ในวงการอุตสาหกรรรมสมัยใหม่ ได้มีการผสมสาหร่าย *Spirulina sp.* เข้าไปในอาหารหลายชนิด เช่น ในเนยแข็ง ซุป สาหร่ายโนริ ไอศกรีม ช็อคโกแลต สำหรับประเทศเม็กซิโกได้มีการออกใบอนุญาตให้ใช้สาหร่ายชนิดนี้เป็นอาหาร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516

สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ (2530) ได้ตั้งชื่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Spirulina sp.* ว่า "สาหร่ายเกลียวทอง" ในปี พ.ศ. 2528 จากนั้นก็เริ่มเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมาจนถึงปัจจุบัน มีรายงานว่าสาหร่ายชนิดนี้ใช้เป็นอาหารหลักที่สำคัญของชนเผ่ามายาในหลายพันปีก่อน ส่วนชนเผ่าแอฟริกาที่อยู่ใกล้ทะเลสาบซึ่งมีสาหร่ายชนิดนี้เจริญเติบโตอยู่อย่างหนาแน่นตามธรรมชาติได้ใช้เป็นอาหารประจำวัน ทั้งในรูปของอาหารคาวและหวานมาจนถึงปัจจุบัน ดั้งเดิมแล้วสาหร่ายชนิดนี้มีชื่อว่า ไดฮี (Kihe) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในทวีปแอฟริกา ซึ่งเป็นต้นตอของการค้นพบสาหร่าย *Spirulina sp.* และเป็นอาหารที่มีคุณค่าสูง มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ 70% ของน้ำหนักแห้ง (เกษตรวันนี้, 2530)

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2530) รายงานว่า ปัจจุบันการขาดแคลนอาหารมีมาก องค์กรระหว่างประเทศ (UNESCO) องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ให้ความสนใจปัญหาดังกล่าว จึงได้พยายามคิดค้นอาหารเสริมโปรตีนและวิตามินสำหรับประชากรโลก ที่เรียกว่าSingle Cell Protein และได้ทำการวิจัยเพื่อนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมาเป็นอาหารเสริมเรียกชื่อว่า "สไปริน" ซึ่งทำมาจากสาหร่ายที่มีคุณค่าทางอาหารสูงมาก คือ *Spirulina sp.* สาหร่ายชนิดนี้จัดอยู่ในตระกูล Oscillatoriaceae มีลักษณะเป็นเส้นสั้น ๆ บิดเป็นเกลียว มีความยาวประมาณ 50-60 ไมครอน กว้าง 3-80 ไมครอน สาหร่ายชนิดนี้มีประมาณ 1,500 ชนิดจากการวิเคราะห์ทางชีวเคมี พบว่ามีปริมาณโปรตีน 65-70 % ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งสูงกว่าโปรตีนในเนื้อและไข่ กล่าวคือ เนื้อสัตว์มีโปรตีน 20 % และไข่มีโปรตีน 18 % นอกจากนี้โปรตีนของสาหร่ายชนิดนี้ยังมีคุณภาพที่ดีเพราะมีกรดอะมิโนที่สำคัญต่อร่างกายมนุษย์ครบถ้วน และเป็นสัดส่วนที่พอเหมาะ จากการวิเคราะห์วิตามินในห้องปฏิบัติการ พบว่าใน 1 กรัมของสาหร่ายชนิดนี้มีวิตามิน C ประมาณ 114 มิลลิกรัม ไนอาซีน 1.13 มิลลิกรัม วิตามิน B_1, B_3, B_6 และวิตามิน E อย่างพร้อมมูล จำนวน

วิตามินที่มีอยู่ในสาหร่ายนี้สูงกว่าในพืชและเนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายอย่างครบถ้วน เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และอื่น ๆ

ทางด้านนิเวศวิทยา สาหร่ายจัดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญและเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น (primary production) จากกระบวนการสังเคราะห์แสงทำให้ได้สารอินทรีย์ต่างๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและวิตามิน เป็นต้น สารที่ผลิตได้ก็จะเป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ทั่วไป นอกจากนี้ยังเพิ่มปริมาณของออกซิเจนให้แก่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดเช่น *Oscillatoria sp.* และ *Spirulina sp.* ใช้เป็นเครื่องชี้ในการทำนายสภาพการเน่าเสียของน้ำได้ เพราะสาหร่ายเหล่านี้สามารถเจริญได้ดีในน้ำที่มีปริมาณ ออกซิเจนต่ำ (บัญญัติ, 2521)

นอกจากนี้ยังมีการใช้สาหร่ายในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้สาหร่าย 2 ชนิดร่วมกันคือสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายจะ immobilize สารประกอบไนโตรเจนในรูปของ NH_4^+- N หรือถ้ามีไนโตรเจนในรูปของ NO_3^- - N สารประกอบนี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็น NH_4^+- N โดยจุลินทรีย์อื่นในกระบวนการ ammonification เสียก่อน สาหร่ายจึงจะดูดซับไปใช้ได้ ในส่วนของสารประกอบฟอสฟอรัสในรูปของ $PO_4^{=}$ นั้นจะถูกกำจัดออกได้ 2 ทาง คือ ถูกสาหร่ายดูดซับไปใช้และตกตะกอน การตกตะกอนของฟอสเฟตเกิดจากน้ำมี pH สูงขึ้นอันเนื่องมาจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่มีอัตราสูงขึ้นเมื่อมีประชากรมากขึ้น หลังจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัสถูกดูดใช้ไปในระยะแรก แล้วถ้ายังมีฟอสเฟตเหลืออยู่อีกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินก็จะทำหน้าที่ immobilize ต่อไปได้ถึงแม้ว่าในน้ำไม่มีสารประกอบไนโตรเจนแล้วก็ตามทั้งนี้เพราะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ทำให้ใช้ฟอสเฟตที่เจือปนอยู่ในน้ำต่อไปได้ซึ่งจะทำให้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำลดลงไปได้เป็นจำนวนมาก จุลสาหร่ายที่ได้มีการนำมาทดลองใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียได้แก่ *Chlorella sp., Spirulina sp., Scendesmus dimorphos, Phormidium bohneria, Micractinum pusillum* และ *Anabaena sp.* เป็นต้น

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถตรึงไนโตรเจนได้และดูดใช้ CO_2 ในอัตราสูงแล้วยังสามารถปลดปล่อย O_2 ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงเข้าสู่บรรยากาศอีกด้วยเป็นการลดมลพิษทางอากาศได้ดีอีกทางหนึ่ง คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินก็สามารถดูดใช้ CO_2 ในกระบวนการสังเคราะห์แสงในวงจร Calvin โดยมีเอ็นไซม์ ribose 1, 5 bisphosphate carboxylase/oxygenase ที่เรียกว่า Robis CO_2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในวงจรดังกล่าว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบว่ามีประสิทธิภาพในการดูดใช้ CO_2 เพื่อเปลี่ยนเป็นสารประกอบอินทรีย์ได้แก่ *Synechococcus sp.* Strain a – 1 และ *Chroococcidiopsis sp.* Strain TS – 821 ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในบรรยากาศที่

มี CO_2 20 ถึง 40 % และสาหร่ายดังกล่าวยังทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 50°C โดยมีการเจริญเติบโตประมาณ 1.5 g /l ภายใน 60 ชั่วโมง (Kodama, 1995 อ้างโดย สมพร, 2541)

ทางด้านการเกษตร สมัยโบราณใช้สาหร่ายปรับปรุงดิน ปัจจุบันจากการวิจัยพบว่าในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีแร่ธาตุเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้อย่างดี สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ ทำให้ดินชุ่มชื้นอยู่เสมอ (กาญจนภาชน์ , 2537)

นอกจากความสามารถในการตรึงไนโตรเจนได้ดังกล่าวแล้ว ยังพบว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินยังสามารถปรับปรุงสมบัติของดินให้ดีขึ้นได้ด้วย Gupta (1981) ทดลองโดยใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Anabaena sp. , Nostoc sp. และ Scytonema sp.*ปรับสภาพดินโดยใส่ลงไปในดินที่เป็นด่าง pH 9 พบว่าทำให้ pH ของดินลดลงเป็น 7-6 Roychoudhury *et al.* (1979) ได้ทดลองว่าสาหร่ายมีอิทธิพลต่อการจับตัวกันเป็นก้อนของเม็ดดิน ซึ่งเมื่อเม็ดดินจับตัวกันเป็นก้อน จะมีผลต่ออัตราการซึมของน้ำ การถ่ายเทอากาศและอุณหภูมิดินที่ดีขึ้น การทดลองกับดินชนิดต่าง ๆ โดยการใส่สาหร่ายลงไปพบว่า ดินประเภท Sandy loam จะมีการจับตัวเป็นก้อนเพิ่มขึ้น 85 % Loam 130 % และ Silty clay loam เพิ่มการจับตัวกันสูงถึง 160 % Echlin (1996) อ้างงานของนักวิทยาศาสตร์หลายคน เช่น Singh ได้ทำการทดลองโดยใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินใส่ลงไปในดินและช่วยทำให้ปริมาณของไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเพิ่มอินทรียวัตถุและความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทำให้ดินที่เคยไร้ประโยชน์ปลูกพืชได้ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดเช่น *Chroococcus sp.* และ *Phormidium sp.* ช่วยป้องกันรักษาหน้าดินไม่ให้พัง รักษาความชุ่มชื้นของดิน เพิ่มอินทรียวัตถุในดินด้วย (Dawson, 1966 อ้างโดย สมถวิล, 2531) ในประเทศอินเดียตอนเหนือบริเวณผิวดินที่มี *Nostoc commune* มีสารอินทรียและไนโตรเจน 30 – 38 % (จงจินต์, 2524)

พงศ์เทพ และคณะ (2530) ทำการศึกษาผลของปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินผสม 4 สายพันธุ์คือ *Anabaena siamensis, A. lutea, Nostoc sp.* No.46 และ *Nostoc sp.* No.79 ต่อผลผลิตและปริมาณโปรตีนของข้าวพันธุ์ กข.23 ซึ่งปลูกในดินนา 4 ตัวอย่างคือ ดินรังสิต ดินโคกสำโรง ดินสกลนคร และดินสุรินทร์ ผลปรากฏว่าปุ๋ยชีวภาพมีผลทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญคือ น้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวที่ปลูกในดินดังกล่าวข้างต้นจะเพิ่มขึ้น และปุ๋ยชีวภาพมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

พงศ์เทพ และประเสริฐ (2531) ทำการทดลองเพื่อทดสอบอิทธิพลของปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินชุดรังสิตกระทำในพื้นที่เกษตรกร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยใส่ปุ๋ยฟอสเฟต อัตรา 6 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยชีวภาพอัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ โดยปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายประกอบด้วย

สกุล *Anabaena sp.*, *Nostoc sp.*, *Calothrix sp.*, *Gloeotrichia sp.* และ *Hapalosiphon sp.* ปุ๋ยทั้งหมด ใส่ในช่วงระยะปักดำใช้ข้าวพันธุ์ กข.23 เป็นพืชทดสอบ ผลการทดลองพบว่า ข้าวที่ได้รับปุ๋ยชีวภาพมีผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นปุ๋ยชีวภาพมีผลให้ข้าวมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบต่ำ และสัดส่วนระหว่างเมล็ดดีต่อตอซังสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยชีวภาพจะสร้างส่วนของต้นและใบมากและการสร้างเมล็ดไม่สมบูรณ์คือ มีเมล็ดลีบมาก ซึ่งเป็นการสูญเสีย ธาตุอาหารในดินโดยไร้ประโยชน์ และอาจมีผลต่อการปลูกข้าวในฤดูต่อไป

พงศ์เทพ และคณะ (2532) ทำการทดสอบปุ๋ยชีวภาพในสภาพไร่นาของเกษตรกร โดยทำการคัดเลือกเกษตรกรทั้งหมด 8 นาย ครอบคลุมพื้นที่ 4 บริเวณรอบ ๆ กรุงเทพฯ ได้แก่ บริเวณอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยที่บริเวณดังกล่าวเป็นดินกรด ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ บริเวณที่ 2 อำเภอลาดหลุมแก้ว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และบริเวณอำเภอเมือง อำเภอบางเลน ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง ปุ๋ยชีวภาพดังกล่าวประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจำนวน 5 สายพันธุ์ ดังนี้คือ *Anabaena sp.*, *Nostoc sp.*, *Hapalosiphon sp.*, *Fisherella sp.* และ *Calothrix sp.* โดยใส่ในอัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ โดยหว่านในระยะปักดำหรือหลังจากหว่านกล้าแล้ว 3 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีสามารถเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของข้าว ผลผลิตของข้าวตำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยชีวภาพได้ผลผลิต 589 กิโลกรัม/ไร่ ขณะที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีได้ผลผลิต 694 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยชีวภาพถึง 105 กิโลกรัม/ไร่ หรือเพิ่มขึ้น 18 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สมพรและคณะ (2527) ได้ทำการทดลองพบว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวที่ปลูกในเรือนกระจกได้ 12-26 % ขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย แต่ในสภาพไร่นาผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเพียง 3-5 % เท่านั้น

3. สภาพทางนิเวศวิทยาที่มีผลต่อการดำรงชีวิตและการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

การกระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในระบบนิเวศต่างๆขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่างๆดังนี้ คือ

ก. สภาพแวดล้อมทางกายภาพ (physical environment)

1. ความเข้มของแสง สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชอบแสงที่มีความเข้มต่ำ เมื่อความเข้มแสงสูงเกินไป การเจริญเติบโตและการตรึงไนโตรเจนจะลดลง ในนาข้าวจึงมักพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน บริเวณรอบๆคันนา จากการศึกษาที่ IRRI ประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายจะสูงสุดเมื่อมีความเข้มประมาณ 10 klux และเมื่อมีความเข้มแสงสูงกว่า 20 klux จะยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย (รุ่งโรจน์ และคณะ, 2530)

2. อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลทำให้เกิดการกระจายของสาหร่าย การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้การเจริญเติบโตของสาหร่ายแตกต่างกันไป อุณหภูมิช่วงที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 30-35 °C อุณหภูมิมีผลต่อ Biomass ของสาหร่าย กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิต่ำการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะลดลง ในขณะที่พวก eukariotic algae เจริญได้ดี ในทางตรงกันข้าม เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (จงจินต์, 2524)

3. ความชื้น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีความทนทานต่อความแห้งแล้งได้สูง (Meterasi and Bolloni, 1965 อ้างโดย ธงชัย, 2535) ได้รายงานว่า พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเพียง 30 เปอร์เซ็นต์ในดินนาของประเทศอิตาลีที่ตรึงไนโตรเจนได้ ส่วนในประเทศเซเนกัลซึ่งมีช่วงแห้งแล้งนานถึง 8 เดือน ยังสามารถพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 95 เปอร์เซ็นต์ ก่อนสิ้นฤดูแล้ง พื้นที่ลุ่มในอินเดียที่มีความชื้นสูงจะมีสาหร่ายสีเขียวอยู่มาก แต่เมื่อความชื้นที่เหมาะสมจะมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากตามมาและทนทานได้นานต่อสภาพความแห้งแล้งในนาข้าว โดยจะมี *Cylindrospermum* มาก ซึ่งสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้ดีเมื่อสิ้นฤดูของการปลูกข้าว ในประเทศญี่ปุ่นก็มีรายงานว่า มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในปริมาณสูงในดินที่มีสภาพน้ำขังตลอดปี

ข. สภาพแวดล้อมทางเคมี (chemical environment)

1. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งเพราะสาหร่ายแต่ละชนิดมีความต้องการ pH ในระดับที่แตกต่างกันเช่นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเติบโตได้ดีในน้ำที่มีสภาพเป็นกลางจนถึงมีสภาพเป็นด่าง หรือมีค่าของ pH ประมาณ 6.0 – 7.9 โดยทั่วไปสาหร่ายส่วนมากจะเติบโตได้ดีในน้ำที่สภาพเป็นด่าง (ลัดดา, 2540)

2. ธาตุอาหาร เป็นปัจจัยเบื้องต้นอย่างหนึ่งของการเจริญเติบโตของสาหร่ายและพืชน้ำ ซึ่งเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นในห่วงโซ่อาหาร (Fogg, 1975) แร่ธาตุหลักที่สาหร่ายต้องการคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ ซิลิกา โปแตสเซียม โซเดียม แมกนีเซียมและแคลเซียม สำหรับธาตุอาหารที่ต้องการน้อย (trace elements) ได้แก่ เหล็ก มังกานีส ซิลิกอน สังกะสี ทองแดง โคบอลต์ โมลิบดินัม โบรอน วาเนเดียม (Round, 1975) ในธรรมชาติอาหารต่าง ๆได้แก่ ไนเตรทและฟอสเฟตมีความสำคัญมากที่สุดต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Talling, 1962)

2.1 ไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตจะมีสาหร่ายสีเขียว และ ยูกลีนาเจริญเติบโตได้ดีและมีปริมาณมาก (Okuda and Yamaguchi, 1952) แต่ Subrammanyan *et al.* (1965) ได้พบว่ามี Spirogira และยูกลีนาเป็นส่วนใหญ่ เมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (Yoshida, 1973 อ้างโดย สมถวิล, 2531) พบว่าปุ๋ยไนโตรเจนจะเพิ่มการเติบโตของสาหร่ายทั่วไป แต่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะมีมากที่สุดเมื่อไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และการตรึงไนโตรเจนจะลดลงอย่างมากเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงไป โดยพบว่าการตรึงไนโตรเจนจะลดลง 72 % เมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 200 กิโลกรัม ไนโตรเจนต่อเฮคตาร์ และลดลง 98 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่แอมโมเนียมคลอไรด์ในปริมาณเดียวกันและจะหยุดการตรึงไนโตรเจนทั้งหมดเมื่อใส่ปุ๋ย 400 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อ เฮคตาร์

2.2 แคลเซียม สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต้องการแคลเซียมในการเจริญเติบโต ดังนั้น การเติมแคลเซียมคาร์บอเนต จึงมีความจำเป็น เพราะนอกจากจะเป็นการปรับ pH ของดินให้สูงขึ้นแล้ว ยังช่วยให้การเติบโตของสาหร่ายดีขึ้นด้วย

2.3 โมลิบดีนั่ม ในดินที่ขาดโมลิบดีนั่ม สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะตรึงไนโตรเจนน้อยลง Subrammanyan *et al.* (1965) ได้แนะนำว่าการเติมโซเดียมโมลิบเดท (Na_2MoO_4) จำนวน 0.25 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ลงไปในดินจะทำให้การตรึงไนโตรเจนของสาหร่ายดีขึ้นแต่ธาตุเหล่านี้เช่นโมลิบดีนัม ทองแดง วานาเดียม และโคบอลต์ เป็นแร่ธาตุที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต้องการในปริมาณน้อยๆ แต่ถ้ามีมากจะเป็นพิษต่อสาหร่าย (Round, 1975)

2.4 ฟอสฟอรัส เมื่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินขาดฟอสฟอรัสหรือได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพอ จะทำให้มีการตรึงไนโตรเจนได้น้อยลง และเมื่อเติมฟอสฟอรัสลงไปในดินก็จะสามารถเพิ่มกิจกรรมของเอ็นไซม์ nitrogenase ได้ภายใน 13.30 นาที และสาหร่ายจะเติบโตได้ช้าในดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำประมาณ 0-5 ppm. และจะเติบโตได้ดีเมื่อดินมีฟอสฟอรัสสูงกว่า 6 ppm. (Okuda and Yamaguchi, 1952)

2.5 โปแตสเซียม เป็นธาตุที่สาหร่ายต้องการในการสังเคราะห์แสงและการหายใจ การเตรียมสารอาหารที่มีโปแตสเซียมเพียงพอในอัตราส่วนโปแตสเซียมและโซเดียมที่เหมาะสมทำให้ภายในเซลจะมีสัดส่วนโปแตสเซียมและโซเดียมในสภาพที่เป็นสมดุลย์ การมีโปแตสเซียมภายในเซล *Ankistrodesmus sp.* ในปริมาณที่เหมาะสมมีผลต่อการเพิ่มความต้านทานของเซลต่อความเป็นพิษของ rubidium ใน *Ankistrodesmus sp.* ที่เลี้ยงในสารละลายที่มี rubidium สูง ๆ จะทำให้เซลมีรูปร่างผิดปกติ เช่นมีนิวเคลียสหลายนิวเคลียสมีเซลขนาดใหญ่ หยุดการแบ่งเซลแบบ mitosis และหยุดการสร้างไซโตพลาสซึมเป็นต้น (จรูญ, 2531)

2.6 โซเดียม Roussard *et al.* (1989) ทำการศึกษาผลของการขาดโซเดียมต่อไซโตพลาสซึมของ *Anabaena cylindrica* ขณะกำลังเจริญเติบโตในอาหารที่มีไนเตรทความเข้มข้นต่างกันคือ 0.1 และ 10 mequiv./L อาการที่ขาดโซเดียมคือ เซลมีสีเหลือง การเจริญเติบโตลดลงจะมีสีจางลงเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไปหลายวันหลังจากใส่ *Anabaena cylindrica* ลงไปในอาหารที่มีไนเตรทอยู่ด้วย ในอาหารที่ขาดโซเดียมแต่มีไนเตรทมาก (10 mequiv./L) เส้นสายของสาหร่ายจะแตกออกและมีเฉพาะเซลปกติเท่านั้น ซึ่งเซลจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับ akinete การขาดโซเดียมของสาหร่ายจะทำให้พัฒนาการของ heterocyst ช้าลง

2.7 อินทรียวัตถุ Muralikrishna *et al.* (1985) รายงานว่าปริมาณสาหร่ายและอินทรียวัตถุจะลดลงเมื่อดินมีความลึกเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมกับฟอสฟอรัสหรือใส่ ปุ๋ยพืชสดอย่างเดียวจะทำให้มีปริมาณสาหร่ายมากขึ้น

2.8 ยาปราบศัตรูพืช บางชนิดมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้แตกต่างกัน เช่น pentachlorophenol ที่ความเข้มข้น 100 ppm. จะลดปริมาณสาหร่ายสีเขียวลงอย่างมาก แต่ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน แต่ยาปราบศัตรูพืชบางชนิดก็มีอันตรายต่อสาหร่ายพวกนี้ได้ (ธงชัย, 2535)

3. ความเค็ม (Salinity) สมบัติของดินในแต่ละแห่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายด้วย ในดินที่มีความเค็มจัด เค็มปานกลาง และดินเค็มที่มีการปรับปรุงจะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต่างสกุลกัน มีอยู่เพียง 15 ชนิด (species) ของสกุล *Anabaenopsis* , *Cylindrospermum, Nostoc* , *Anabaena* ., *Nodularia* และ *Gloeotrichia* สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเค็มจัด และจะพบ *Anabaena sphaerica* มากที่สุด ซึ่งสามารถจะใช้เป็น primary colonizer ของดินเค็มจัดได้ (Ali and Sandhu, 1972) การแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จะมากน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ในสภาวะแวดล้อมด้วย Venkataraman (1975) รายงานว่าความแตกต่างของภูมิภาคทำให้มองเห็นการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่เด่น ๆ แตกต่างกันออกไปเช่น สกุล *Calothrix* พบมากในรัฐ Panjab สกุล *Cylindrospermum* พบมากในรัฐ Mysore สกุล *Mastigocladus* พบมากในรัฐ Gujarat และถึงแม้ว่าสกุล *Anabaena* และ *Nostoc* จะพบอยู่ทุกหนทุกแห่ง แต่ก็จะอยู่ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน สำหรับดินกรดจัดในประเทศไทย ซึ่งเกิดจาก Brackish Water Alluvium, Acid Sandy low humic gley soil และ Regosols พบว่ามีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในปริมาณที่น้อยมาก ในขณะที่ในดิน Marine Alluvial Fresh Water , Alluvial Humic Gley และ Grumusol จะมีปริมาณของ N_2 – fixing microflora ในอัตราที่สูงรวมทั้งสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินด้วย (Mutsuguchi *et al.*, 1975 อ้างโดย สมถวิล, 2531)

4. การศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

ได้มีการศึกษาเท่าที่ผ่านมามีดังนี้ ในประเทศไทย ได้มีการศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าวในบริเวณภาคกลาง โดย (เยาวลักษณ์, 2522 อ้างโดย สมถวิล, 2531) ได้รายงานว่า ตรวจพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอยู่ 16 สกุล จำแนกได้ 44 ชนิด และสกุลที่ตรึงไนโตรเจนได้ได้แก่ *Anabaena* , *Calothrix, Nostoc, Scytonema* และ *Tolypothrix*

สมถวิล (2531) ได้รายงานการศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ในดินนา 4 ภาค พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 12 สกุล จำแนกได้ 83 ชนิด และสกุลสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเฉพาะที่มี Heterocyst ได้แก่ *Anabaena, Calothrix, Cylindrospermum Fischerella, Gloeotrichia, Hapalosiphon, Mastigocladus, Nostoc, Rivularia, Scytonema, Stigonema* และ *Tolypothrix* เช่นเดียวกับที่ ประกิตและคณะ (2536) ได้รายงานการสำรวจการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในตัวอย่างดินทั้งประเทศประมาณ 1000 ตัวอย่าง พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรึงไนโตรเจนได้ 14 สกุล 254 สายพันธุ์ อันประกอบด้วย*Anabaena, Aulosira, Colathrix, Cylindrospermum, Fischerella, Gloeotrichia, Hapalosiphon, Mastigocladus, Nostoc, Sytonema, Stigonema, Tolypothrix* และ *Westiellopsis* .

Watanabe (1951) รายงานการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากดินนาหลายแห่งคือ สุมาตรา บอร์เนียว ฟิลิปปินส์ มลายู อินโดจีน พม่า ฟอร์โมซ่า ญี่ปุ่น ซัดคาริน จีน และไทย พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเพียง 13 ชนิดเท่านั้น ที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศได้ และทั้ง 13 ชนิดนี้จัดอยู่ในอันดับ Nostocales และจากการสำรวจบริเวณ South Asia และ Southeast Asia พบว่ามีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรึงไนโตรเจนได้เพียง 33 ตัวอย่างดินจาก 851 ตัวอย่างดินหรือ 3.88 เปอร์เซ็นต์ (Watanabe, 1959) เช่นเดียวกับ Venkataraman (1975) รายงานว่า จากบริเวณ 15 รัฐในประเทศอินเดีย พบว่ามีสาหร่ายที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้อยู่ในปริมาณน้อยเพียง 738 ตัวอย่างจากตัวอย่างดินนา 2,213 ตัวอย่าง หรือ 33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Konishi and Seino (1961) รายงานว่าพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในทุกตัวอย่างดินที่เก็บมาทั้งหมด 46 ตัวอย่าง ในตำบล Hokuriku ประเทศญี่ปุ่น และจากการเพิ่มไนโตรเจนพบว่ามีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของสาหร่าย Jotono (1973) ได้รายงานว่า ที่ตำบล Jogjakarta ประเทศอินโดนีเซียพบสาหร่ายประเภท Heterocyst forms มีอยู่ 3 วงศ์ ได้แก่ *Nostocaceae, Rivulariaceae* และ *Scytonemataceae* และที่ประเทศออสเตรเลีย Bunt (1996) รายงานถึงการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรึงไนโตรเจนได้ในนาข้าวว่าพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรึงไนโตรเจนได้ในปริมาณน้อย แต่อย่างไรก็ตาม ก็พบว่าสกุล *Anabaena* จะพบทุกหนทุกแห่ง สกุล *Nostoc* พบไม่มากนัก เช่นเดียวกับที่ Renaut *et al.* (1975) พบว่าข้าวในบริเวณ Mohgrane ประเทศมอร็อคโคมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ตรึงไนโตรเจนได้อยู่น้อย มีอยู่เพียงสามชนิดเท่านั้นคือ *Anabaena amomala, Gloeotrichia sp.* และ*Tolypothrix tenuis* แต่อย่างไรก็ตาม ในดินนาเหล่านี้จะพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอยู่ในปริมาณที่สูงแต่เป็นพวกที่ไม่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ ถึงแม้ว่าอัตรา acetylene reduction โดยสาหร่ายในดินจะต่ำแต่จะสูงกว่ามากบริเวณผิวน้ำเหนือโคลนขึ้นมาซึ่งจะมีกลุ่มเซล (colony) ของ *Gloeotrichia sp.* ลอยอยู่อย่างกว้างขวาง ในบริเวณทะเลทราย Sahara ได้มีการศึกษาโดย Compere (1985) รายงานว่าไม่ค่อยพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจากดินแต่ Kolte and Goyal (1975) รายงานว่าได้พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอย่างหนาแน่นในดินนาบริเวณ Vidarbha ของรัฐ Maharashtra ประเทศอินเดีย สกุล *Anabaena* และ *Nostoc* จะมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางเช่นเดียวกับ Venkataraman (1975) รายงานว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งสองสกุลนี้จะพบในทุกหนทุกแห่ง