บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ป่าดิบชื้น (tropical rainforest) จัดเป็นระบบนิเวศที่มีความซับซ้อนและมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต อย่างน้อยครึ่งหนึ่งของพืชและสัตว์ที่จำแนกชนิดได้ในปัจจุบันพบในป่าดิบชื้น โดยเฉพาะป่าดิบชื้นในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จัดว่าเป็นป่าที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากกว่าป่าดิบชื้นในเขตอื่น ๆ (Park, 1992) ปัจจุบันป่าดิบชื้นทั่วโลกต้องเผชิญกับสภาวะวิกฤตหลายประการ ที่สำคัญคือการสูญเสียพื้นที่ป่าธรรมชาติเนื่องจากการทำลายของมนุษย์ ทำให้เกิดการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากป่าดิบชื้นเป็นระบบนิเวศที่มีความละเอียดอ่อนและซับซ้อนมาก การสูญเสียสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งจึงอาจมีผลกระทบถึงสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ (วิสุทธิ์ ใบไม้, 2538) สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ป่าดิบชื้นเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ เช่น จังหวัดจันทบุรี ตราด และบริเวณภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงมาต้องเผชิญกับปัญหาการสูญเสียพื้นที่ป่าไปเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกับป่าเขตร้อนในภูมิภาคอื่น ๆ ของโลก ในปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับป่าดิบชื้นยังมีอยู่จำกัด ข้อมูลพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในป่าดิบชื้นของไทยยังมีอยู่น้อยมาก ทำให้ไม่สามารถประเมินได้ว่าในปัจจุบันได้มีการสูญเสียทรัพยากรทางชีวภาพไปแล้วเท่าไร

โตนงาช้างเป็นป่าดิบชื้นเขตร้อนตั้งอยู่ในภาคใต้ของประเทศไทย ในเขตจังหวัดสงขลาและสตูล เป็นป่าผืนใหญ่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์นานาชนิด อีกทั้งยังเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารหลายสายที่หล่อเลี้ยงพื้นที่ราบลุ่มทะเลสาบสงขลาและพื้นที่ใกล้เคียง ดังนั้นเพื่อควบคุมดูแลรักษาธรรมชาติด้านสัตว์ป่า ป่าไม้ แหล่งน้ำ แหล่งอาหาร ตลอดจนสภาพธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการกำหนดให้ป่าบริเวณนี้เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง สภาพการใช้ที่ดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างจำแนกออกได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่ ป่าไม้ธรรมชาติ ป่าปลูก เขาหินโผล่ พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม และสวนยางพารา ด้านการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างมี 2 รูปแบบหลัก คือ จากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เพาะปลูกสวนยางพาราโดยการบุกรุกของชาวบ้านที่อาศัยอยู่โดยรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง และพื้นที่เพาะปลูกเกษตรกรรมกลายเป็นพื้นที่ไร่ร้างและป่าไม้ในที่สุด (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.) นอกจากนี้ยังได้มีการส่ง

เสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว จึงมีแนวโน้มที่ทรัพยากรธรรมชาติจะถูกทำลายและอาจก่อให้เกิดการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรทางชีวภาพต่อไป

ข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างมีอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสาหร่ายในดินยังมีการศึกษาอยู่จำกัดทั้งในด้านความหลากหลายของชนิดและความสัมพันธ์ของการใช้ประโยชน์จากพื้นที่หรือสภาวะของดินต่อองค์ประกอบของชนิดสาหร่ายในดิน ทั้ง ๆ ที่สาหร่ายในดินเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญกลุ่มหนึ่งในระบบนิเวศโดยมีบทบาทหลักคือ ช่วยเติมสารอินทรียคาร์บอนให้แก่ดิน สาหร่ายบางกลุ่มคือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น และเมื่อสาหร่ายในดินมีการเจริญเพิ่มจำนวนมากขึ้นเมือกที่ขับออกมาจากเซลล์จะช่วยยึดอนุภาคของดินเป็นการป้องกันการพังทลายของดิน (Hunt *et al.*, 1979) นอกจากนี้สาหร่ายในดินยังสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกความอุดมสมบูรณ์หรือสภาวะของดินได้ (Pipe and Shubert, 1984) จากความสำคัญของสาหร่ายในดินดังกล่าวจึงเห็นความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาในด้านนี้ให้มากขึ้น ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของชนิดสาหร่ายในดินบริเวณป่าสมบูรณ์ ป่าที่ถูกรบกวนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างและป่าสงวนใกล้เคียง ซึ่งเป็นโครงการหนึ่งที่จะทำให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดสาหร่ายในดินเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

การตรวจเอกสาร

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสาหร่าย

1. ลักษณะทั่วไป

สาหร่ายเป็นพืชชั้นต่ำมีคลอโรฟิลล์แต่ไม่มีส่วนที่เป็นราก ลำต้นและใบที่แท้จริง มีขนาดเล็กมากประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ไปจนถึงขนาดใหญ่ประกอบด้วยเซลล์จำนวนมาก อาจมีเส้นสาย (filament) หรือมีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูงโดยมีส่วนที่คล้ายราก ลำต้น และใบ รวมเรียกว่าทัลลัส (thallus) สาหร่ายส่วนใหญ่เป็นพวกที่สร้างอาหารได้เองโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (อักษร ศรีเปล่ง, 2532)

2. การใช้ประโยชน์จากสาหร่าย

มนุษย์รู้จักนำสาหร่ายมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานานกว่า 4,000 ปีมาแล้ว (กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, 2527) ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ทำให้มนุษย์เห็นความสำคัญของสาหร่ายมากขึ้น สาหร่ายมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

2.1 ประโยชน์ทางด้านอาหาร

ชาวบ้านที่อาศัยบริเวณชายฝั่ง เช่น ในประเทศจีนและญี่ปุ่นมีการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายมานานแล้วโดยเฉพาะการใช้เป็นอาหาร สาหร่ายที่นิยมใช้เป็นอาหารคือ *Porphyra*, *Ulva*, *Alaria*, *Chlorella*, *Chondrus*, *Rhodymenia* และ *Nostoc* เนื่องจากสาหร่ายหลายชนิดมีปริมาณโปรตีนสูงและยังให้ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ และวิตามิน จึงสามารถนำมาใช้เป็นอาหารมนุษย์ได้ (Kuma, 1971) ในด้านที่เป็นอาหารสัตว์สาหร่ายหลายชนิดถ้านำมาเลี้ยงสัตว์จะให้โปรตีนมากกว่าเลี้ยงด้วยหญ้า มีผู้ทดลองนำเอาสาหร่ายสีเขียวคือ *Chlorella vulgaris* และ *Scenedesmus obligues* มาเลี้ยงลูกปลาตะเพียน นำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชื่อ *Spirulina* มาเลี้ยง Artemia ได้ผลดี (อักษร ศรีเปล่ง, 2532)

2.2 ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม

มนุษย์รู้จักนำเอาสาหร่ายมาใช้เป็นปุ๋ยตั้งแต่ศตวรรษที่ 12 โดยมีการใช้ทั้งสาหร่ายทะเลและสาหร่ายน้ำจืด (อักษร ศรีเปล่ง, 2532) สาหร่ายทะเลมีปริมาณโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส สารอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยและสารเร่งการเจริญเติบโตในปริมาณสูง (Kuma, 1971) ส่วนสาหร่ายน้ำจืดที่มีประโยชน์ทางเกษตรกรรมส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเนื่องจากหลายสกุลมีสมบัติตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศแล้วเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่พืช

สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น สาหร่ายในสกุล *Nostoc*, *Anabaena*, *Calothrix*, *Cylindrospermum* และ *Tolypothrix* เป็นต้น (อักษร ศรีเปล่ง, 2532)

2.3 ประโยชน์ทางด้านการแพทย์

มีการใช้สาหร่ายในทางการแพทย์มาตั้งแต่สมัยโบราณ เนื่องจากสาหร่ายหลายชนิดมีสารที่สามารถใช้รักษาโรคต่างๆ ได้ ชาวจีนโบราณได้นำสาหร่ายสีน้ำตาลสกุล *Sargassum* และ *Laminaria* ตากแห้งต้มน้ำดื่มแก้ร้อนใน แก้ไข้ ฟอกเลือด แก้โรคคอพอกและต่อมน้ำเหลืองอักเสบ นอกจากนี้ยังพบว่าสาหร่ายขนาดเล็กคือ *Chlorella* สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Staphyllococcus aureus* ได้ (อักษร ศรีเปล่ง, 2532)

2.4 ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม

มีสารหลายชนิดที่สาหร่ายผลิตขึ้นและสามารถสกัดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม เช่น Alginate พบได้ใน *Fucus*, *Laminaria*, *Macrocystis*, *Cystoseira*, *Lessonia* และ *Ecklonia* Agar-Agar สกัดจากสาหร่ายในสกุล *Gelidium* และ *Gracillaria* Carrageenan สกัดจาก *Chondrus* (Kuma, 1971)

2.5 ประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยา

สาหร่ายมีประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยาคือ เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นในห่วงโซ่อาหาร สาหร่ายหลายชนิดใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพของแหล่งน้ำได้ เช่น ในแหล่งน้ำที่น้ำมีคุณภาพไม่ดีจะพบ *Euglena*, *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*, *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Stigoclonium*, *Nitzschia* และ *Navicula* ในขณะที่แหล่งน้ำที่น้ำมีคุณภาพดีจะพบ *Lemanea*, *Micrasterias*, *Staurastrum*, *Pinnularia*, *Meridion* และ *Surirella* (Trainor, 1978) นอกจากใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำแล้ว สาหร่ายบางชนิดยังสามารถใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้ คือ *Scenedesmus* และ *Chlorella* (เดือนรัตน์ ชลอุดมกุล, 2541) นอกจากนี้ยังพบว่าสาหร่ายบางชนิดมีประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะหนักได้สูงมาก

3. โทษของสาหร่าย

3.1 สาหร่ายสร้างสารพิษ

สาหร่ายบางชนิดผลิตสารพิษออกมาซึ่งเป็นพิษแก่มนุษย์และสัตว์ พิษของสาหร่ายไม่ได้ส่งผลกระทบต่อสัตว์ที่กินสาหร่ายเหล่านี้โดยตรงเท่านั้น แต่ถ้ามนุษย์กินสัตว์น้ำที่กินสาหร่ายเป็นพิษเข้าไปมนุษย์ก็สามารถรับพิษจากสัตว์เหล่านี้ได้ สารพิษที่สาหร่ายผลิตได้มีหลายชนิดคือ PSP (Paralytic shellfish toxin) พบใน *Alexandrium tamarensis* (White *et al.*, 1993), *A. minutum* (Ledoux *et al.*, 1993) DSP (Diarrhetic shellfish poisoning) พบใน

สาหร่ายกลุ่ม *Dinophysis spp.* และ *Prorocentrum spp.* (*Hu et al.*, 1993) DA (Domoic acid) เป็นสารพิษที่พบในไดอะตอม *Nitzschia pungens f. mutiseries* (Douglas *et al.*, 1993)

3.2 การเจริญของสาหร่ายส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายบางชนิดในแหล่งน้ำเช่น *Microcystis aeruginosa* เป็นสาเหตุให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็วจนเกิดผลเสียต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น (Kuma, 1971)

4. การแพร่กระจายของสาหร่าย

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการแพร่กระจายกว้าง จึงทำให้พบสาหร่ายได้ทั่วไปทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม ดิน อากาศ ฯลฯ

4.1 หิมะและน้ำแข็ง

สาหร่ายสามารถเจริญได้ในหิมะและน้ำแข็ง แต่เจริญได้เฉพาะในบริเวณที่เป็นหิมะและน้ำแข็งในช่วงเวลานาน ๆ เช่น ภูเขาน้ำแข็ง ชนิดของสาหร่ายที่เจริญได้ขึ้นอยู่กับ pH ของหิมะหรือน้ำแข็งและปริมาณธาตุอาหารจากหินขนาดเล็กมาก ๆ ที่ปล่อยออกสู่หิมะ โดยสาหร่ายกลุ่มที่พบในหิมะและน้ำแข็งอยู่ในสกุล *Chlamydomonas*, *Chlorella*, *Ankistrodesmus*, *Raphidonema*, *Stichococcus*, *Scotiella* และ *Hormidium*

4.2 อากาศ

สาหร่ายที่มีชีวิตโดยอาศัยความชื้นจากอากาศ (aerial algae) เป็นกลุ่มที่ทนทานต่อความแห้งแล้งได้สูง การเจริญขึ้นอยู่กับปริมาณฝนและความชื้นในอากาศ สาหร่ายได้รับสารอาหารต่างๆ จากฝนและฝุ่น เช่น สาหร่ายในสกุล

4.3 น้ำพุ

ในน้ำพุที่มีอุณหภูมิต่ำมีอุณหภูมิประมาณ 9 องศาเซลเซียส ค่า pH เป็นด่าง สาหร่ายที่เจริญในบริเวณนี้เป็นกลุ่มที่ชอบสภาพแวดล้อมที่เป็นด่าง เช่น *Acanthes lanceolata*, *Denticula tenuis* โดยพบเกาะติดอยู่กับสาหร่ายขนาดใหญ่คือ *Batrachospermum* สาหร่ายที่เจริญอยู่ตามพื้นส่วนใหญ่เป็นไดอะตอมที่เป็นเส้นสายและเดสมิดซึ่งพบในจำนวนน้อยกว่า ส่วนบริเวณน้ำพุร้อนซึ่งส่วนใหญ่มีกำเนิดจากภูเขาไฟส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำสูง 18-90 องศาเซลเซียส และมีเกลือที่ละลายน้ำได้อยู่สูง สาหร่ายที่เจริญได้ในสภาพแวดล้อมเช่นนี้ส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยมีรายงานว่าสามารถเจริญได้ในอุณหภูมิสูงถึง 85 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าพบไดอะตอมเจริญในน้ำพุร้อนเช่นกันแต่ไม่พบรายงานในอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส (Round,1973)

4.4 ลำธารและแม่น้ำ

สภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำไหลมีการเปลี่ยนแปลงของความลึก อัตราการไหลของน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยาของผิวดินและพื้นท้องน้ำ ความเข้มข้นของเกลือ ความขุ่นและอื่นๆ ตลอดความยาวของลำธารและแม่น้ำนั้น โดยปัจจัยต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปได้ตามฤดูกาล ในน้ำไหลพบสาหร่ายต่าง ๆ เจริญอยู่ได้น้อยมาก เนื่องจากสาหร่ายต้องประสบปัญหามากมายโดยเฉพาะเซลล์ของสาหร่ายที่ได้จากการแบ่งเซลล์จะถูกกระแสน้ำพัดพาไป (Round,1973) สาหร่ายที่เจริญได้ส่วนใหญ่จึงเป็นสาหร่ายในกลุ่มที่ยึดเกาะกับวัตถุ จะพบสาหร่ายที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนน้อยมากในลำธารและแม่น้ำที่มีกระแสน้ำไหลแรงเนื่องจากเซลล์สาหร่ายถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำอย่างรวดเร็ว แต่ในแม่น้ำที่กระแสน้ำไหลไม่แรงก็สามารถพบสาหร่ายที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนได้เช่นกัน

4.5 ทะเลสาบ

ในทะเลสาบที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (oligotrophic lake) เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของชนิดสาหร่ายสูงส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายในกลุ่มเดสมิดและไดอะตอม แต่มีปริมาณสาหร่ายในแต่ละชนิดต่ำ ในขณะที่ทะเลสาบที่มีสารอาหารมาก (eutrophic lake) มีจำนวนชนิดของสาหร่ายน้อยแต่จำนวนเซลล์สาหร่ายในแต่ละชนิดมีค่าสูง ส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Lee, 1989)

4.6 ทะเล

สาหร่ายที่ดำรงชีวิตอยู่ในทะเลจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นผู้ผลิตขั้นต้นและมีบทบาทที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนอิออนต่าง ๆ ระหว่างบรรยากาศ น้ำ และตะกอนบริเวณพื้นท้องน้ำ สาหร่ายส่วนใหญ่ที่เจริญอยู่ในมวลน้ำเป็นสาหร่ายที่มีขนาดเล็กล่องลอยไปตามกระแสน้ำ แต่ในบริเวณที่เป็น littoral zone พบสาหร่ายที่มีขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าส่วนใหญ่อยู่ในดิวิชั่น Rhodophyta, Phaeophyta และ Chlorophyta นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายขนาดเล็กที่เคลื่อนที่ได้และไม่ได้เช่นกัน (Round, 1973)

4.7 ดิน

บริเวณผิวดินส่วนใหญ่มีการเจริญของสาหร่ายเป็นจำนวนมาก ในดินใหม่ที่เริ่มมีการเกษตรกรรมหรือเพิ่งมีการเผาไหม้จะมีการเจริญของสาหร่ายขึ้นมาเช่นเดียวกับการเจริญของแบคทีเรียและราซึ่งทำหน้าที่เป็นสิ่งมีชีวิตขั้นต้นในกระบวนการแทนที่ สาหร่ายเจริญอย่างรวดเร็วจากสปอร์หรือการแตกหักของเส้นสายส่งผลให้ปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ในดินเพิ่มขึ้นตามจำนวนสาหร่ายที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสาหร่ายสามารถเติมสารอินทรีย์ลงสู่ดินได้จากเซลล์ที่ตายแล้วหรือการแพร่ออกจากเซลล์ โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้

สาหร่ายในดินแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ ephemeral เป็นกลุ่มที่พบได้ทั่วไปและมีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสม เช่น *Chlamydomonas*, *Euglena*, *Phacus* และ *Trachelomonas* ซึ่งเจริญได้ในดินที่ชุ่มน้ำ อีกกลุ่มหนึ่งคือ perennial ได้แก่ เดสมิดส์, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและไดอะตอม สามารถทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่รุนแรงได้เช่น ความแห้งแล้ง ความหนาวเย็น และสามารถดำรงชีวิตอยู่ใต้ผิวดินได้โดยไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง (Round,1973) เช่น สาหร่ายที่เจริญอยู่ในทะเลทรายซึ่งมีสภาวะแวดล้อมรุนแรง ในทะเลทรายที่มีอากาศเย็นจะพบสาหร่ายในดินทั้งกลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่น *Hemichloris antarctica* และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Chroococcidiopsis* และ *Gloeocapsa* ในขณะที่ทะเลทรายที่มีอากาศร้อนพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Chroococcidiopsis* เป็นส่วนใหญ่ (Lee, 1989) สาหร่ายที่เจริญในดินพบทั้งกลุ่มที่สามารถเคลื่อนที่ได้คือ *Euglena*, *Chlamydomonas*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Phormidium* และไดอะตอมส่วนใหญ่ หรือกลุ่มที่เคลื่อนที่ไม่ได้ เช่น *Stichococcus*, *Hormidium*, *Anabaena* และ *Chroococcus* (Round,1973)

การศึกษาเกี่ยวกับสาหร่ายในดิน

1. ประวัติ

Paracelsus ชาวกรีกโบราณเป็นคนแรกที่ทำการศึกษาสาหร่ายในดิน (Lyngbya, 1919 อ้างโดย Metting, 1981) นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาสาหร่ายในดินในช่วงต่อมาส่วนใหญ่ทำการศึกษาสาหร่ายในดินร่วมกับการศึกษาอนุกรมวิธานพืช โดย Peterson (1935, อ้างโดย Metting, 1981) ได้ทำการสำรวจเอกสารเกี่ยวกับการศึกษาสาหร่ายในดินและได้แบ่งสาหร่ายในดินตามแหล่งที่อยู่ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ aero-terrestrial algae เป็นสาหร่ายที่เจริญบนวัตถุที่อยู่เหนือดิน hydroterrestrial algae คือสาหร่ายที่เจริญบนดินที่ชุ่มชื้นตลอดเวลา และ eu-terrestrial algae เป็นสาหร่ายที่เจริญบนผิวดินและใต้ดิน ต่อมา Shield และ Durell (1964) ได้สำรวจเอกสารเกี่ยวกับสาหร่ายในดินทั้งในด้านบทบาทของสาหร่ายในดิน การแพร่กระจายและปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของสาหร่ายในดิน รายงานอีกเรื่องหนึ่งที่รวบรวมความรู้เกี่ยวกับสาหร่ายในดินไว้มากที่สุดคือรายงานของ Metting (1981) ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดจำแนกชนิดและนิเวศวิทยาของสาหร่ายในดิน

จะเห็นได้ว่าการศึกษาเกี่ยวกับสาหร่ายในดินนั้นมีมานานแล้ว โดยมีรายงานออกมาอย่างต่อเนื่องจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก เช่น อังกฤษ เวลส์ เดนมาร์ค กรีนแลนด์ ไอซ์แลนด์ เบลเยียม สวิสเซอร์แลนด์ เยอรมัน สแกนดิเนเวีย อิตาลี ฮังการี โรมาเนีย ยูโกสลาเวีย บัลกาเรีย

สหภาพโซเวียต อาฟริกา อิสราเอล ปากีสถาน อินเดีย ศรีลังกา แอนตาร์กติกา อาร์เจนตินา เวเนซูเอลา จาไมกา กัวเตมาลา คอสตาริกา แคนาดา อังกฤษ ฯลฯ

2. บทบาทของสาหร่ายในดิน

2.1 เป็นสิ่งมีชีวิตขั้นต้นในกระบวนการแทนที่

สาหร่ายในดินมีบทบาทสำคัญมากในระบบนิเวศคือ จัดเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกในกระบวนการแทนที่ สามารถเจริญได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ภูเขาไฟและทะเลทราย สาหร่ายทำให้เกิดการสร้างดินและทำให้ดินอุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากก๊าซไนโตรเจนในอากาศจะปลดปล่อยไนโตรเจนลงสู่ดินทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ขึ้น ส่วนสาหร่ายชนิดอื่นที่ไม่สามารถตรึงไนโตรเจนได้หลังจากสาหร่ายตายจะมีผลให้ปริมาณสารอินทรีย์และอนินทรีย์ในดินเพิ่มขึ้น (Shields and Durrell, 1964) ชนิดของสาหร่ายในดินที่ทำหน้าที่เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกในกระบวนการแทนที่ขึ้นอยู่กับการแพร่กระจายของสาหร่าย เช่น สาหร่ายกลุ่มแรกที่เกิดขึ้นบริเวณภูเขาไฟ Krakatoa ในอินโดนีเซียเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุล *Anabaena*, *Lyngbya*, *Symploca* และ *Tolypothrix* การที่พบสาหร่ายเหล่านี้เป็นกลุ่มแรกเนื่องจากเป็นกลุ่มที่พบมากในบริเวณแผ่นดินที่อยู่ใกล้กับเกาะนี้มากที่สุด โดยกระแสลมเป็นตัวการที่ทำให้สาหร่ายเหล่านี้แพร่กระจายไปยังเกาะที่เป็นภูเขาไฟ นอกจากนี้ชนิดของสาหร่ายที่เจริญในบริเวณต่างๆ ยังขึ้นอยู่กับความชื้น ปริมาณแสงและลักษณะของพื้นผิว เช่น เขตอบอุ่นที่ค่อนข้างชื้นบริเวณเขาหินปูน (limestone) จะพบ *Scytonema* เจริญบนพื้นผิวหินจนถึงความลึก 8 มิลลิเมตร หินที่มีพื้นผิวเรียบพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Aphanocapsa*, *Gloeocapsa*, *Gloeothece*, *Nostoc* และ *Scytonema* หินที่มีสภาพเป็นกรดบริเวณเขตอบอุ่นค่อนข้างชื้นพบสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่เป็นเส้นสาย (Metting, 1981)

2.2 สาหร่ายช่วยยึดเหนี่ยวอนุภาคดิน

สาหร่ายในดินที่เจริญอย่างหนาแน่นทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวอนุภาคของดินทำให้จับกันเป็นโครงสร้างโดยใช้สารโพลีแซคคาไรด์ที่อยู่นอกเซลล์ ใช้ชีทในกลุ่มที่เป็นเส้นสายและเมือกในสาหร่ายที่เป็นกลุ่มเพื่อป้องกันการพังทะลายของดิน ทำให้เก็บกักน้ำได้มากขึ้นและป้องกันการสูญเสียน้ำจากดิน (Hoffmann, 1989) จากการศึกษาดินในฟาร์มที่ Oklahoma พบว่าในดินที่มีสาหร่ายเจริญอยู่มีปริมาณน้ำ 8-9 % ในขณะที่ดินที่ไม่มีสาหร่ายปกคลุมมีปริมาณน้ำเพียง 1.3 % เช่นเดียวกับในประเทศอินเดีย ซึ่งทำการศึกษาบริเวณผิวดินลึกประมาณ 1 นิ้ว ในดินที่ไม่มีสาหร่ายเจริญอยู่มีปริมาณน้ำน้อยกว่าดินที่มีสาหร่ายประมาณ 10-15 % (Metting, 1981)

2.3 สาหร่ายในดินสามารถตรึงไนโตรเจนได้

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีเซลล์พิเศษคือ เฮเทอโรซีสท์ (heterocyst) ซึ่งมีเอนไซม์ไนโตรจีเนสสามารถเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนเป็นสารประกอบไนโตรเจนคือ แอมโนเนีย สารประกอบไนโตรเจนเหล่านี้สาหร่ายจะปลดปล่อยบางส่วนออกมาในดินทำให้พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่าย (พงศ์เทพ อันตะริกานนท์ และคณะ, 2536) ในประเทศอินเดียประสบความสำเร็จในการใช้สาหร่ายในดินเป็นแหล่งไนโตรเจนเพื่อปรับปรุงคุณภาพดิน (Metting, 1981) ส่วนในประเทศไทยก็มีการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในดินเช่นเดียวกันโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ดำเนินการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินคือ *Anabaena siamensis* (Antarikanonada) เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว (พงศ์เทพ อันตะริกานนท์ และคณะ, 2536) การตรึงไนโตรเจนของสาหร่ายในดินได้รับผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางเคมี คือ แสง อุณหภูมิ ความชื้น pH ionic strength และ oxidation reduction potential ฟอสฟอรัส โมลิบดินัม แคลเซียม โซเดียมและแคลเซียมคาร์บอเนต (Metting, 1981)

ตัวอย่างสาหร่ายในดินที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้คือ *Anabaena*, *Calothrix, Camptylonema, Anabaenopsis*, *Cylindrospermum, Fischerella, Fremyella*, *Gloeocapsa*, *Gloeotrichia*, *Hapalosiphon*, *Lyngbya*, *Mastigocladus*, *Nodularia*, *Nostoc, Oscillatoria*, *Plectonema*, *Raphidiopsis*, *Scytonema*, *Stigonema*, *Tolypothrix*, *Trichodesmium*, *Westiella, Westiellopsis* (Metting, 1981) *Chlorogloea* และ *Coccochloris* (Shields and Durrell, 1964) จากการศึกษาพบว่าสาหร่ายในดินที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้มีการแพร่กระจายทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่นแต่พบมากในเขตร้อน โดยชนิดที่พบมากในเขตร้อนคือ *Anabaena*, *Aulosira*, *Scytonema* และ *Tolypothrix*

2.4 สาหร่ายในดินสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ปริมาณสารอาหารและสารเคมีในดินได้

สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในดินสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะของดินที่อาศัยอยู่ได้ สาหร่ายในดินโดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวซึ่งมีโครงสร้างของเซลล์ เมตาบอลิซึมและความต้องการสารอาหารเหมือนกับพืชชั้นสูงอื่น ๆ สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ปริมาณสารอาหารในดินได้ เช่น ในดินที่มีปริมาณของธาตุอาหารที่สาหร่ายต้องการในปริมาณมากอยู่สูงจะมีการเจริญของ *Chlorella pyrenoidosa* เป็นจำนวนมาก สาหร่ายในดินสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การสะสมสารเคมีและยาฆ่าแมลงในดินได้ เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าว กลุ่มที่มีชีทเจริญดีสามารถอาศัยอยู่ได้ในบริเวณที่มีความเข้มข้นของยาฆ่าแมลงและสารเคมีในปริมาณสูง ในขณะที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ไม่มีชีทไม่สามารถเจริญได้ (Sahu *et al.*, 1992) นอกจากนี้ยังมีการใช้สาหร่าย

ในดินในการศึกษา bioassay เพื่อศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพดิน เนื่องจากการใช้สาหร่ายในการศึกษาไม่ต้องการเครื่องมือยุ่งยาก วิธีการที่ใช้ทดสอบไม่ยากและรวดเร็ว เช่น *Chlorella vulgaris* และ *Stichococcus bacillaris* ใช้ในการทดสอบโพแทสเซียม *Hormidium flaccidum* ใช้ในการทดสอบไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม (Pipe and Shubert, 1984) *Chlamydomonas* ใช้ในการทดสอบผลของคอปเปอร์ที่ปนเปื้อนในดิน (Twiss, 1990) เมื่อมีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสาหร่ายในดินและสภาวะของดินเพิ่มขึ้นทำให้สามารถประเมินผลกระทบของกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเกษตร การแพร่กระจายของเสีย การพัฒนาอุตสาหกรรมและอื่น ๆ ที่มีผลต่อสภาวะของดินได้ การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกในปัจจุบันทำให้มีความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาวะของดินในอนาคต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการประเมินการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น การศึกษาโดยใช้สาหร่ายในดินจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นได้

3. การจัดจำแนกชนิดสาหร่ายในดิน

สาหร่ายในดินที่พบทั้งหมดอยู่ในดิวิชั่น Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) Chrysophyta (ไดอะตอมและสาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง) Euglenophyta (ยูกลีนอยด์) และ Rhodophyta (สาหร่ายสีแดง) โดยสาหร่ายในดินส่วนใหญ่อยู่ในดิวิชั่น Cyanophyta และ Chlorophyta (Metting, 1981)

4. การศึกษาสาหร่ายในดินในด้านต่าง ๆ

4.1 การแพร่กระจาย

สาหร่ายในดินเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการแพร่กระจายกว้างทั่วโลก บริเวณขั้วโลกที่มีอากาศหนาวเย็นก็มีการแพร่กระจายของสาหร่ายในดิน สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบได้ทั่วไปบริเวณขั้วโลกคือ *Nostoc*, *Schizothrix*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Dichothrix*, *Phormidium* และ *Stigonema* (Fogg *et al*., 1973) สาหร่ายสีเขียวที่พบเช่น *Zygnema*, *Planktosphaerella* และไดอะตอมเช่น *Pinnularia* (Davey, 1991) สำหรับในเขตอบอุ่นเป็นบริเวณที่เห็นการเจริญของสาหร่ายในดินน้อยแต่เมื่อนำไปเพาะเลี้ยงจะมีการเจริญของสาหร่ายขึ้นมา การศึกษาในประเทศสก็อตแลนด์พบว่าดินที่นำมาเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการพบการเจริญของสาหร่ายประมาณ 80 % (Stewart and Harbott ,unpublished อ้างโดย Fogg *et al*., 1973) ในดินที่ไม่มีการบุกรุกเข้าไปใช้ประโยชน์จากพื้นที่จะมีความหลากหลายของชนิดสาหร่ายมากกว่าในดินที่ถูกบุกรุกโดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียว สาหร่ายที่พบจากทั้ง 2 บริเวณคือ *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*,

Oscillatoria และ *Phormidium* ในขณะที่ *Anabaena*, *Gloeotrichia*, *Pyrobotrys* และ *Scytonema* พบเฉพาะในดินบริเวณที่ถูกบุกรุก (King and Ward, 1977) การศึกษาสาหร่ายในดินจากประเทศอังกฤษพบสาหร่ายในดิน 52 สกุล โดยสาหร่ายที่มีการแพร่กระจายเกือบทุกบริเวณที่ทำการศึกษาคือ *Chlorella* และ *Stichococcus* (Broady, 1979)

ในเขตร้อนและใกล้เขตร้อนส่วนใหญ่ทำการศึกษาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในบริเวณที่แห้งแล้งและนาข้าว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีความสามารถในการทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่มีลักษณะรุนแรงจึงสามารถเจริญได้ในบริเวณที่แห้งแล้งซึ่งมีอุณหภูมิสูงและมีปริมาณน้ำจำกัด Shield และ Drouvet (1962) สำรวจชนิดของสาหร่ายใน Nevada พบสาหร่าย 12 ชนิด ในตัวอย่างดินจากธรรมชาติ คือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุล *Anacystis*, *Microcoleus*, *Nostoc*, *Schizothrix*, *Scytonema* และ *Symploca* สาหร่ายสีเขียว คือ *Protococcus* และ *Protosiphon* นอกจากนี้ยังมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอีก 2 สกุล คือ *Coccochloris* และ *Plectonema* ซึ่งพบเฉพาะในการเพาะเลี้ยง สาหร่ายในดินที่พบในบริเวณทุ่งหญ้าที่มีอุณหภูมิสูงส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายในสกุล *Nostoc* (Jones, 1977) แม้ว่าจะมีการศึกษาในบริเวณต่างๆ ที่กล่าวมา แต่การศึกษาสาหร่ายในดินบริเวณเขตร้อนและใกล้เขตร้อนส่วนใหญ่ยังคงเป็นการศึกษาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าวเนื่องจากพื้นที่ในเขตนี้ส่วนใหญ่เป็นนาข้าว ในช่วงแรกข้าวเจริญในดินที่มีน้ำขังสูงประมาณ 10 เซนติเมตร เป็นเวลา 60-90 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นข้าวเจริญเติบโต หลังจากนั้นจะต้องปล่อยให้ดินแห้งจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต ในช่วงนี้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถเจริญอยู่ได้และมีบทบาทสำคัญในการตรึงไนโตรเจนเพื่อเพิ่มธาตุอาหารแก่ดิน (Fogg *et al.*, 1973) อินเดียเป็นประเทศหนึ่งที่มีการเพาะปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก การศึกษาของ Sahu *et al.* (1992) พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 17 ชนิด ในดินนาข้าว เป็นกลุ่มที่มีเฮเทอโรซิสท์ 12 ชนิด ชนิดที่พบมากคือ *Nostoc commune*, *Aulosira fertilissima* และ *Westiellopsis prolifica* โดยทั้ง 3 ชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนได้

4.2 การศึกษาปริมาณสาหร่ายในดิน

ความหนาแน่นของสาหร่ายในดินมากที่สุดที่เคยมีรายงานคือ 10^8 เซลล์/กรัม แต่โดยทั่วไปพบปริมาณสาหร่ายในดินประมาณ 10^3 และ 10^4 เซลล์/กรัม (Metting, 1981) การศึกษาจำนวนสาหร่ายในดินทำได้ยากกว่าสาหร่ายที่เจริญอยู่ในน้ำ รายงานเกี่ยวกับการศึกษาจำนวนสาหร่ายในดินที่ผ่านมาสามารถสรุปวิธีการที่ใช้ในการนับจำนวนสาหร่ายในดินได้ 3 วิธี คือ direct microscopic count, culture dilution and plate count และ spectrophotometric measurement of chlorophyll extract (Lund, 1962a; Fogg *et al.*, 1973; Archibald, 1990)

นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาสาหร่ายในดินเลือกใช้วิธีการนับจำนวนแตกต่างกันไป (ตารางที่ 1) แต่จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่านักสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่เลือกใช้วิธี Chlorophyll extract ในขณะที่นักอนุกรมวิธานเลือกใช้วิธี culture dilution and plate count (Archibald, 1990)

ตารางที่ 1. การศึกษาปริมาณสาหร่ายในดิน (ที่มา: Metting, 1981)

ชนิดของดิน	ปริมาณที่พบหรือปริมาณมากที่สุดที่พบ (จำนวนเซลล์/กรัม)	วิธีที่ใช้ในการนับจำนวน
Wheat+Farmyard manure (England)	9,100-105,000	Dilution counts
Wheat unmanured (England)	2,797-36,599	Dilution counts
Pasture (Denmark)	40,000-66,000	Dilution counts
Garden (Denmark)	200,000	Dilution counts
Cultivated sandy soil (Denmark)	10,000	Dilution counts
Botanical garden (Denmark)	200,000-3,000,000	Dilution counts
Dune (Denmark)	200-2,000	Dilution counts
Heath (Denmark)	20,000	Dilution counts
Forest (Denmark)	10,000	Dilution counts
Forest (Germany)	793,000	Dilution counts
Garden (Australia)	275,000-800,000	Direct counts
Semi-arid desert(Australia)	0-440	Direct counts
Wheat Rhizophere (Australia)	$27x10^3$	Dilution counts
Hot and cold deserts (Worldwide)	$0\text{-}10^7$ (10^2-10^3commonly)	Dilution counts
Tobacco (North Carolina)	23,000-165,000	Dilution counts
Saline tallgrass prairie (North Dakota)	33,819	Enrichment counts
Shortgrass prairie (Texas)	30,000-50,000	Dilution counts
Goft course (Texas)	54,159	Plate counts
Lawn (Texas)	37,385	Plate counts

ตารางที่ 1 (ต่อ). การศึกษาปริมาณสาหร่ายในดิน (ที่มา: Metting, 1981)

ชนิดของดิน	ปริมาณที่พบหรือปริมาณมากที่สุดที่พบ	วิธีที่ใช้ในการนับจำนวน
Swale (Texas)	35,069	Plate counts
Roadside (Texas)	14,680	Plate counts
Woodlot (Texas)	5,736	Plate counts
Various soils (New Zealand)	10^4-10^6	Dilution counts
Beech Woods (Italy)	0-8,200	Plate counts
Beech-fir Woods(Italy)	1,000-108,000	Plate counts
Cultivated soil (Estonia S.S.K.)	3.1-4.8x10^6	Dilution counts
1 year-old field (New Jersey)	3.3x10^7	Dilution counts
11 year-old field (New Jersey)	2.2x10^7	Dilution counts
Oak-dogwood stand (New Jersey)	1.2x10^5	Dilution counts
Pinus stand beneath canopy (Washington)	13,700-137,200	Plate counts
Pinus stand beyond canopy (Washington)	35,300-124,400	Plate counts
Barley (Washington)	71,000-500,000	Plate counts
Meadow-steppe (Washington)	340,000-110,000,000	Plate counts

4.3 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในดิน

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในดินมีประโยชน์ในการศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาของสาหร่ายในดินเนื่องจากการศึกษาในสภาพธรรมชาติทำได้ยาก การศึกษาส่วนใหญ่จึงเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยใช้สาหร่ายที่แยกได้จากดิน เช่น *Chlamydomonas* (Twiss, 1990) นอกจากนี้การจำแนกชนิดของสาหร่ายในดินก็จำเป็นต้องศึกษาในสาหร่ายที่เป็นชนิดเดียวเพื่อศึกษารูปร่างลักษณะและวงชีวิต การเพาะเลี้ยงสาหร่ายทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะในบางช่วงชีวิตของสาหร่าย ซึ่งอาจจะมีลักษณะไม่เหมือนกับเซลล์ปกติที่พบในธรรมชาติ ในสาหร่ายสีเขียวบางกลุ่มแม้ว่าลักษณะของเซลล์ปกติจะเหมือนกันแต่รูปแบบการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างสปอร์และรูปร่างลักษณะของสปอร์แตกต่างกันซึ่งสังเกตได้ในช่วงที่ทำการเพาะเลี้ยง เช่น

Chlorococcum (Arce and Bold, 1958; Trainor and Bold, 1953; Herndon, 1958a) *Chlorosarcinopsis* (Herndon, 1957a) *Spongiochloris* (Trainor and Mclean, 1964) *Hormotilopsis* (Arce and Bold, 1958; Trainor and Bold, 1953) *Neochloris* (Arce and Bold, 1958; Herndon, 1958b) และ *Characium* (Trainor and Bold, 1958) ดังนั้นการศึกษาสาหร่ายตลอดช่วงชีวิตจึงมีความสำคัญในการจำแนกชนิดสาหร่ายในดินมาก

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในดินทำได้โดยใส่ดินลงในอาหารเลี้ยงสาหร่ายแล้วนำไปเก็บไว้ในสภาวะแวดล้อมที่ทำให้เกิดการ germination ของเซลล์ในระยะพัก (resting stage) และเจริญเติบโตต่อไป อาหารเลี้ยงสาหร่ายที่ง่ายที่สุดคือ soil water medium ซึ่งเตรียมจากดิน สาหร่ายหลายชนิดสามารถเจริญได้ในอาหารชนิดนี้ แต่สาหร่ายแต่ละกลุ่มก็ต้องการสารอาหารในปริมาณที่แตกต่างกันดังนั้นการเลือกอาหารให้เหมาะกับชนิดของสาหร่ายจึงมีความจำเป็นในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย เช่น ในอาหารเลี้ยงสาหร่ายที่มีปริมาณธาตุอาหารอยู่น้อยเหมาะกับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ในขณะที่อาหารที่มีประมาณธาตุอาหารสูงหรือมีธาตุอาหารหลายชนิดเหมาะกับการเจริญของไดอะตอม สาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง อาหารที่ไม่เติมไนโตรเจนเหมาะสำหรับสาหร่ายกลุ่มที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ (Metting, 1981) และในอาหารเลี้ยงสาหร่ายที่มีการเติมสารอินทรีย์ลงไปเหมาะกับการเจริญของสาหร่ายในกลุ่ม Eugleniaceae และ Volvocales (Shields and Durrell,1964; Metting, 1981) นอกจากนี้สภาวะแวดล้อมที่เพาะเลี้ยงก็มีผลต่อการเจริญของสาหร่ายเช่นกัน โดยที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเหมาะสำหรับการเจริญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Metting, 1981) สาหร่ายที่เป็นเส้นสายเจริญได้ดีบนอาหารแข็งในขณะที่พวกที่เป็นเซลล์เดี่ยวเจริญได้ไม่ดี สำหรับการศึกษาวงชีวิตของสาหร่ายในดินจำเป็นต้อง subculture จากอาหารเหลวไปยังอาหารแข็งหลายๆ ครั้ง ในสาหร่ายที่สามารถเคลื่อนที่ได้สามารถชักนำให้เข้าสู่ระยะที่เคลื่อนที่ได้โดยการย้ายจากอาหารแข็งไปยังน้ำกลั่นหรืออาหารเหลว (Shields and Durrell,1964)

5. ปัจจัยที่มีผลต่อสาหร่ายในดิน

ชนิดของสาหร่ายในดินมีความเฉพาะเจาะจงต่อดินในแต่ละบริเวณ เนื่องจากสาหร่ายแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนทานต่อสภาพภูมิอากาศและปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ในดินไม่เหมือนกัน ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อสาหร่ายในดินค่อนข้างมีอยู่จำกัด Metting (1981) รายงานว่าการเจริญของสาหร่ายในดินได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสารอาหารในดิน ปริมาณแสงและความเข้มแสง ความชื้น อุณหภูมิ pH และ ionic strength

oxidation-reduction potential สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในดินและรากพืช นอกจากนี้การเจริญของสาหร่ายในดินยังได้รับผลกระทบจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่คงที่อื่น ๆ เช่น โครงสร้างของดิน (soil structure), เนื้อดิน (texure), bulk density, compaction, pore size distribution และ clay minerology ข้อมูลส่วนใหญ่ได้จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการและจากการสังเกตในเบื้องต้น ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในสภาพธรรมชาติโดยตรงยังมีอยู่น้อยมาก

5.1 ปัจจัยทางกายภาพ

5.1.1. แสง

สาหร่ายในดินส่วนใหญ่เป็น obligate photoautotroph ดังนั้นแสงจึงมีบทบาทต่อสาหร่ายในดินในแง่การแพร่กระจายในแนวดิ่ง สาหร่ายมีการแพร่กระจายหนาแน่นบริเวณผิวดินและมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็วในดินที่ลึกลงไป (Hoffmann, 1989) นอกจากนี้แสงยังมีผลต่อการแพร่กระจายของสาหร่ายในเชิงภูมิศาสตร์ด้วย กล่าวคือในบริเวณขั้วโลกซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับแสงน้อยมีการแพร่กระจายของสาหร่ายในดินอยู่จำกัด จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า spectral quality และ photoperiod เป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการเจริญและการเปลี่ยนแปลงของสาหร่ายในดิน โดยไปมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเฮเทอโรซิสท์ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด เช่น ใน *Anabaena cylindrica* จะมีการสร้างเฮเทอโรซีสท์เพิ่มขึ้นเมื่อมีแสงสว่างน้อย ในขณะที่ *A. ambigua* และ *A. doliolum* เมื่อได้รับแสงที่ความเข้ม 1300 ลักซ์ ความยาวคลื่นแสง 600-700 นาโนเมตร จะสร้างเฮเทอโรซีสต์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่วนในสาหร่ายที่เป็นยูคาริโอตพบว่าความเข้มแสงมีบทบาทสำคัญในการกำหนดเพศและการสร้างสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้ (Metting, 1981)

5.1.2 อุณหภูมิ

สาหร่ายในดินสามารถอาศัยอยู่ได้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำๆ จนถึงในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง เช่นในทะเลทรายที่มีอากาศหนาวเย็นจนถึงทะเลทรายที่มีอากาศร้อนจัด จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า *Stichococcus*, *Microcoleus*, *Protococcus* และ *Schizothrix* สามารถดำรงชีวิตได้เป็นเวลานานที่อุณหภูมิ –192 ถึง –195 °C *Nostoc*, *Cylindrospermum* และ *Hantzschia* สามารถเจริญได้ในดินที่ทำการแช่แข็งไว้ โดยสาหร่ายบางชนิดมีการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลงเมื่อเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ –30 °C *Microcoleus vaginatus* สามารถทนทานต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 113 °C *Schizothrix* sp. 112 °C และ *Scytonema ocellatum* 110 °C (Metting,1981) สาหร่ายแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญแตกต่างกันไป จากการศึกษาใน *Phormidium autumnale*, *Pinnularia borealis* var *rectangularis*, *Zygnema* sp. และ *Planktosphaerella terrestris* พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อ

การเจริญคือ 15-20 °C โดยจะไม่พบการเจริญของสาหร่ายเหล่านี้ที่อุณหภูมิ 0 °C (Davey, 1991)

5.1.3. **ความชื้นในดิน**

ความชื้นในดินเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญของสาหร่ายในดิน โดยไปมีผลต่อลักษณะทางสรีระวิทยาของโปรโตพลาสต์ (protoplast) และการเกิดซีทของสาหร่าย (Shields and Durrell, 1964) นอกจากนี้ยังพบว่าความชื้นในดินมีผลต่อการตรึงไนโตรเจนของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยการตรึงไนโตรเจนจะเกิดมากที่สุดเมื่อความชื้นในดินมีค่า 22 ถึง 24 เปอร์เซ็นต์ และ ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) มีค่า 100 เปอร์เซ็นต์ (Jones, 1977) ความชื้นในดินที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของสาหร่ายบริเวณผิวดินคือ 40 60 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความชื้นในดินที่เหมาะสมต่อการเจริญของสาหร่ายที่อาศัยอยู่ใต้ผิวดินมีค่า 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ (Stokes, 1940) แต่สาหร่ายในดินส่วนใหญ่มีความสามารถในการทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี เช่นในเขตร้อนชื้นและบริเวณทะเลทรายในช่วงฤดูแล้งสาหร่ายจะแห้งและไม่มีการเจริญแต่ในช่วงฤดูฝนหรือมรสุมสาหร่ายจะมีการเจริญขึ้นมาได้ (Fogg *et al.*, 1973) การที่สาหร่ายสามารถทนทานต่อความแห้งแล้งได้เนื่องมาจากในช่วงที่มีความแห้งแล้งสาหร่ายในดินจะเข้าสู่ระยะพัก เช่น *Cylindrospermum*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Nodularia* แต่สาหร่ายบางชนิดก็สามารถทนทานต่อความแห้งแล้งได้โดยไม่มีการปรับตัวสร้างเซลล์พิเศษ เช่น *Prasiola crispa*, *Hormidium flaccidum* (Hoffmann, 1989)

สาหร่ายในดินแต่ละกลุ่มมีความสามารถในการทนทานต่อความแห้งแล้งแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งต่ำ คือ สาหร่ายในกลุ่ม Chlorophyceae (Shields and Durrell, 1964) ไดอะตอม และ Xanthophyta (Lund, 1962b) ส่วนสาหร่ายที่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งสูงคือ Cyanophyceae (Roger and Kulasooriya, 1980) จากการศึกษาผลของความชื้นต่อสาหร่ายในดิน 4 ชนิด คือ *Phormidium*, *Pinnularia*, *Zygnema*, และ *Planktosphaerella* พบว่า *Phormidium* เป็นสาหร่ายที่ทนต่อความแห้งแล้งได้ดีที่สุดสามารถอาศัยอยู่ได้หลายวันในที่ที่มีความชื้นต่ำ ในขณะที่ *Planktosphaerella* ตายอย่างรวดเร็วภายในไม่กี่ชั่วโมงเมื่อเกิดการแห้ง (Davey, 1991) ตรงกันข้ามกับการศึกษาในดินเค็มเพราะสาหร่ายสีเขียวเป็นกลุ่มที่สามารถเจริญได้มากกว่าสาหร่ายกลุ่มอื่นๆ ในดินที่แห้งแล้ง (Tsujimura *et al.*, 1998a) และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในกลุ่ม Nostocales ได้รับผลกระทบจากความแห้งแล้งมากที่สุด (Tsujimura *et al.*, 1998b)

5.1.4 เนื้อดิน

ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะเนื้อดินต่อการแพร่กระจายของสาหร่ายยังมีอยู่จำกัด โดยจะไปมีผลต่อการซึมผ่านของน้ำ การเก็บกักน้ำไว้ในดิน (Metting, 1981) และการสะสมไนโตรเจนในดิน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการเจริญของสาหร่ายในดิน (Shields and Drouet, 1962) มีรายงานว่าเนื้อดินเป็นปัจจัยที่ควบคุมการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Shield and Durrell, 1964) และไดอะตอม (Metting, 1981)

5.2 ปัจจัยทางเคมี

5.2.1 ความเป็นกรด-เบส ของดิน (soil pH)

เป็นการยากที่จะอธิบายผลกระทบของ pH ต่อการเจริญของสาหร่ายในดินเนื่องจากผลของ pH มีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ (Hoffmann, 1989) ทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าสาหร่ายได้รับผลกระทบจากความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนเพียงอย่างเดียวหรือมีผลของ physico-chemical factor อื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (Fogg *et al.*, 1973) เช่น combination ของ pH และ ปริมาณสารอาหารมีผลต่อการแพร่กระจายของสาหร่ายในดิน (Metting, 1981) pH ของดินขึ้นอยู่กับปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตในดิน โดยดินที่แห้งแล้งส่วนใหญ่มีค่า pH เป็นด่าง ในขณะที่ดินที่มีความชุ่มชื้นมีสภาวะเป็นกรด (Shield and Durrell, 1964) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและไดอะตอมส่วนใหญ่พบในดินที่มีสภาวะเป็นกลางและด่าง ส่วนสาหร่ายสีเขียวจัดเป็นกลุ่มที่สามารถเจริญได้ในช่วง pH ค่อนข้างกว้าง แต่เจริญได้ดีที่สุดในดินที่เป็นกรดเนื่องจากมีการแก่งแย่งกับสาหร่ายกลุ่มอื่นน้อย (Hoffmann, 1989) ในดินที่ถูกบุกรุกเข้าไปใช้ประโยชน์จากพื้นที่มีค่า pH ค่อนข้างสูงทำให้มีการเจริญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากกว่าสาหร่ายในกลุ่มอื่น ส่วนดินที่ไม่ถูกบุกรุกซึ่งมี pH ต่ำกว่ามีการเจริญของสาหร่ายสีเขียวมากกว่า (King and Ward, 1977) แต่การศึกษาในบริเวณที่มีดินเค็มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในกลุ่ม Nostocales เจริญได้ดีในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูก (pH 8) มากกว่าในดินที่ไม่ได้ทำการเกษตร (pH 9) (Tsujimura *et al.*, 1998b) Stokes (1940) กล่าวว่าการเจริญของสาหร่ายบริเวณผิวดินเพิ่มขึ้นเมื่อ pH เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 4.2 จนถึง 7.6 ในขณะที่สาหร่ายที่เจริญใต้ผิวดินมีการเจริญสูงสุดที่ pH 5.9

5.2.2 แร่ธาตุ

รูปแบบการดำรงชีวิตของสาหร่ายมีผลต่อความต้องการแร่ธาตุในการดำรงชีวิตของสาหร่ายแต่ละกลุ่ม โดยแร่ธาตุที่จำเป็นต่อสาหร่ายมีทั้งที่สาหร่ายต้องการในปริมาณมากเช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และแร่

ธาตุที่สาหร่ายต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย เช่น เหล็ก แมงกานีส ซิลิกา สังกะสี ทองแดง โคบอลต์ ฯลฯ (Hunt *et al.*, 1979; Shubert and Starks, 1980; Pipe and Shurbert, 1984) แร่ธาตุต่าง ๆ มีความสำคัญต่อสาหร่ายโดยจะไปมีผลต่อความหลากหลายของชนิดและปริมาณมวลชีวภาพของสาหร่ายในดิน (Pipe and Shurbert, 1984) ข้อมูลเกี่ยวกับผลของปริมาณสารอนินทรีย์ต่อสาหร่ายในดินส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในสาหร่ายสีเขียวคือ *Chlorella* แร่ธาตุแต่ละชนิดมีผลต่อการเจริญของสาหร่ายแตกต่างกันไป. สำหรับผลของปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณไนโตรเจนส่วนใหญ่ทำการศึกษาร่วมกัน ในดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนสูงจะพบสาหร่ายในดินในปริมาณสูง (Lund, 1962a) King และ Ward (1977) รายงานว่าในพื้นที่ที่ไม่มีการบุกรุกเข้าไปใช้ประโยชน์มีปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนสูงส่งผลให้มีความหลากหลายของชนิดสาหร่ายในดินมากแต่มีปริมาณสาหร่ายแต่ละชนิดน้อย ในดินที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำก็พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญได้ดี (Shubert and Starks, 1980) เนื่องจากสาหร่ายในกลุ่มนี้สามารถตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศได้ ข้อมูลเกี่ยวกับผลของแคลเซียมยังมีอยู่น้อยและสารอาหารชนิดนี้มีผลต่อสาหร่ายในดินน้อยกว่าฟอสฟอรัส (Lund, 1962a) โดยจะมีผลต่อความหลากหลายของชนิดสาหร่าย (Shubert and Starks, 1980) มากกว่ามีผลต่อความชุกชุมของสาหร่าย เนื่องจากในดินที่มีปริมาณแคลเซียมสูงมักจะมีไนเตรตและฟอสเฟตในปริมาณสูง (Lund, 1962a) ธาตุอื่นๆ เช่น คลอไรด์และแร่ธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อยมีผลต่อโครงสร้างสังคมของสาหร่ายในดิน (Shubert and Starks, 1980)

สาหร่ายในดินส่วนใหญ่สามารถเจริญได้ในที่มืดถ้ามีสารอินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโตโดยเฉพาะกลูโคส มีเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่เจริญได้เฉพาะในที่มีแสงสว่างเพราะเป็น obligate phototrophs (Lund, 1962a) แต่ Stokes (1940) พบว่าในที่มีแสงสว่างการเติมสารอินทรีย์ลงไปในดินจะไปมีผลยับยั้งการเจริญของสาหร่ายในดินเนื่องจากในช่วงแรกจะมีการแก่งแย่งเกิดขึ้น พวกที่เจริญได้ดีเป็นแบคทีเรียและ actinomycetes เพราะสิ่งมีชีวิตในกลุ่มนี้สามารถใช้สารอินทรีย์ในดินได้เร็วกว่าสาหร่าย หลังจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ใช้สารอินทรีย์ช้าลงและเริ่มตาย สาหร่ายจะเริ่มมีการเจริญเพิ่มจำนวนขึ้นมาได้ ส่วนในที่มืดถ้ามีการเติมสารอินทรีย์ลงไปในดินมีผลยับยั้งการเจริญของสาหร่ายในดินเช่นเดียวกัน แต่หลังจากแบคทีเรียและ actinomycetes เริ่มลดจำนวนลงจะไม่มีการเจริญเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขึ้นมาแทนที่ แสดงว่าในที่มืดนั้นถึงแม้มีสารอินทรีย์อยู่หลายชนิดแต่ถ้ามีสารอาหารไม่เพียงพอและมีการแก่งแย่งสูงจะมีผลยับยั้งการเจริญของสาหร่าย

5.3 ปัจจัยทางชีวภาพ

5.3.1 สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในดิน

การเจริญของสาหร่ายในดินยังมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ความสัมพันธ์มีหลายรูปแบบคือ amensalism, competition, commensalism, protocooperation, parasitism และ neutralism สิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กับสาหร่ายในดินอาจเป็นสาหร่ายในดินด้วยกันโดยมีผลในด้านการเร่งการเจริญเติบโตหรือยับยั้งการเจริญเติบโต เช่น จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าการเจริญของ *Chlamydomonas* มีผลเพิ่มการเจริญของ *Chlorella* และการเจริญของ *Chlorella vulgaris* มีผลตรงกันข้ามกับการเจริญของ *Scenedesmus quadricauda* (Metting, 1981) สาหร่ายที่เป็นยูคาริโอติกมีผลต่อปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินส่งผลต่อปริมาณสาหร่ายที่เป็นยูคาริโอติก (Hunt *et al.*, 1979) นอกจากนี้สาหร่ายในดินยังมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่น ๆ ในดินกล่าวคือ *Bractaecoccus* sp. เจริญดีเมื่ออาศัยอยู่ร่วมกับแบคทีเรียแกรมลบเนื่องจากแบคทีเรียเป็นตัวช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้สาหร่ายได้รับไนโตรเจนมากขึ้น *Streptomyces* กระตุ้นการเจริญและการเคลื่อนที่ใน *Chlamydomonas* การเจริญของ *Phormidium* ถูกยับยั้งเมื่อมีการเจริญร่วมกับราบางชนิดโดยยังไม่สามารถอธิบายกลไกที่แน่ชัดได้ (Parker and Bold, 1961)

5.3.2 พืชชั้นสูง

เนื่องจากสาหร่ายในดินและพืชชั้นสูงมีความต้องการขั้นพื้นฐานเหมือนกัน จึงเกิดการแก่งแย่งสารอาหาร ความชื้น และแสง แต่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสาหร่ายยังมีอยู่น้อยและเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการยังไม่มีการศึกษาในธรรมชาติ สาหร่ายมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญของพืช ที่รู้จักกันดีคือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญของต้นข้าวในนาข้าว เนื่องจากสาหร่ายกลุ่มนี้สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ส่งผลให้ต้นข้าวเจริญดี (Lund, 1962b) สาหร่ายในดินบางชนิดมีผลกระตุ้นหรือยับยั้งการงอกของเมล็ดพืช และมีผลยับยั้งการเจริญของรากพืชในพืชบางกลุ่ม เช่น Angiosperm (Lund, 1962a)

6. การศึกษาสาหร่ายในดินในประเทศไทย

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาสาหร่ายในดินมานานแล้วโดย อักษร ศรีเปล่ง และ นพพร ดำรงศิริ (2517) ศึกษาชนิดของสาหร่ายและผลของอินทรียวัตถุที่มีต่อสาหร่ายในดินนาข้าว พบว่าสาหร่ายที่เจริญขึ้นมาได้เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งหมด เนื่องจากใช้อาหารเลี้ยงสาหร่ายที่เฉพาะเจาะจงต่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนได้ และพบว่าสาหร่ายสี

Central Library
Prince of Songkla University

เขียวแกมน้ำเงินมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นข้าว แต่การเจริญของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าวก็ต้องการปุ๋ยเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต สำหรับการศึกษาในช่วงต่อมาก็ยังคงเน้นศึกษาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรจึงมีการศึกษาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าวเป็นส่วนใหญ่ โดยมีการศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในนาข้าวจากภาคต่างๆ ของประเทศไทย เช่น สมถวิล วัลลิสุต (2531) ศึกษาในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทยพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเฉพาะที่มีเฮเทอโรซิสท์ 12 สกุล โดยในภาคกลางและภาคเหนือมีการแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากกว่าภาคอื่นๆ ในขณะที่ Sassanarakkit และ Visutthipat (1998) ศึกษาในบริเวณภาคกลางของประเทศไทยพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 10 สกุล *Anabaena* เป็นสกุลที่พบได้บ่อยที่สุดในตัวอย่างดินนา สำหรับการศึกษาการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในดินก็เริ่มมีการศึกษากันอย่างจริงจังโดยมีการใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินคือ *Anabaena siamensis* (Antarikanoda) เป็นปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตในนาข้าว (พงศ์เทพ อันตะริกานนท์ และคณะ, 2536)

การศึกษาสาหร่ายในดินกลุ่มอื่นมีข้อมูลไม่มากนักคือ เกศยา นิลวานิช (2539) ทำการแยกสาหร่ายขนาดเล็กจากดินบริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบสาหร่าย 3 กลุ่ม คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียวและไดอะตอม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยได้ทำการแยกสาหร่ายขนาดเล็กให้เป็นชนิดเดียวและเก็บรักษาสายพันธุ์สาหร่ายโดยสาหร่ายขนาดเล็กที่แยกได้บางส่วนได้จากตัวอย่างดินที่เก็บจากหลายจังหวัดในประเทศไทย (Thailand institute of Scientific and Technological research,1995) และเดือนรัตน์ ชลอุดมกุล (2541) ศึกษาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีเขียวในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 21 สกุล สาหร่ายสีเขียว 31 สกุล ซึ่งเป็นการศึกษาที่พบจำนวนสกุลสาหร่ายค่อนข้างสูง เนื่องจากเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากหลายบริเวณ คือ ดิน หิน เปลือกไม้ และแหล่งน้ำ สำหรับการศึกษาสาหร่ายในดินบริเวณอื่น ๆ ยังมีข้อมูลอยู่น้อยมาก ทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับสาหร่ายในดินของประเทศไทยมีอยู่จำกัดทั้งในด้านอนุกรมวิธานและการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยา (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2. สาหร่ายในดินที่มีรายงานในประเทศไทย

กลุ่มอนุกรมวิธาน	สกุล	เอกสารอ้างอิง
Cyaophyta	*Anabaena*	อักษร ศรีเปล่งและนพพร ดำรงศิริ, 2517 ; สมถวิล วัลลิสุต, 2531 ; พงศ์เทพ อันตะริกา นนท์และคณะ, 2536 ; Sassanarakkit and Visutthipat, 1998
	Anabaenopsis	อักษร ศรีเปล่งและนพพร ดำรงศิริ, 2517
	Calothrix	สมถวิล วัลลิสุต, 2531; Sassanarakkit and Visutthipat, 1998
	Cylindrospermum	อักษร ศรีเปล่งและนพพร ดำรงศิริ, 2517; สมถวิล วัลลิสุต, 2531; Sassanarakkit and Visutthipat, 1998
	Fischerella	สมถวิล วัลลิสุต, 2531; Sassanarakkit and Visutthipat, 1998
	Gloeocapsa	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Gloeotrichia	สมถวิล วัลลิสุต, 2531
	Hapalosiphon	สมถวิล วัลลิสุต, 2531; Sassanarakkit and Visutthipat, 1998
	Hyella	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Lyngbya	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Mastigocladus	สมถวิล วัลลิสุต, 2531; Sassanarakkit and Visutthipat, 1998
	Nostoc	อักษร ศรีเปล่งและนพพร ดำรงศิริ, 2517 ; สมถวิล วัลลิสุต, 2531 ; พงศ์เทพ อันตะริกา นนท์และคณะ, 2536 ; เกศยา นิลวานิช, 2539 ; Sassanarakkit and Visutthipat, 1998
	Oscillatoria	อักษร ศรีเปล่งและนพพร ดำรงศิริ, 2517 ; เกศยา นิลวานิช, 2539

ตารางที่ 2 (ต่อ). สาหร่ายในดินที่มีรายงานในประเทศไทย

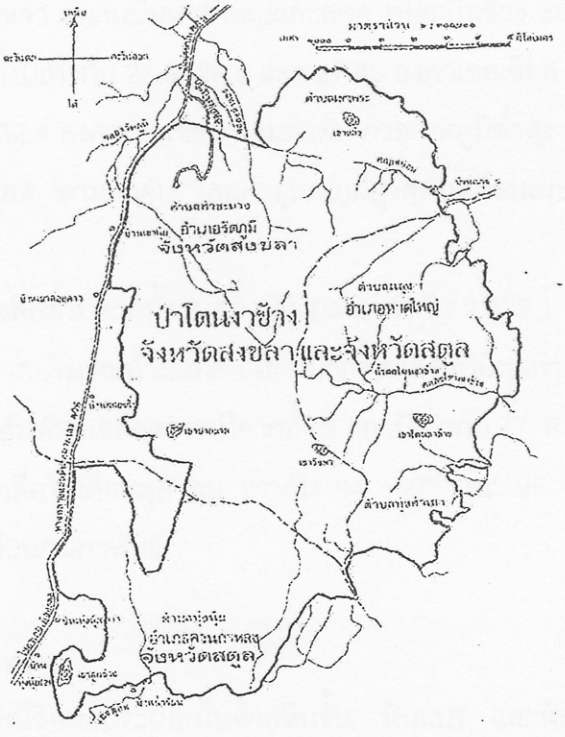
กลุ่มอนุกรมวิธาน	สกุล	เอกสารอ้างอิง
	Phormidium	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Rivularia	สมถวิล วัลลิสุต, 2531
	Scytonema	สมถวิล วัลลิสุต, 2531 ; เกศยา นิลวานิช, 2539 ; Sassanarakkit and Visutthipat, 1998
	Stigonema	สมถวิล วัลลิสุต, 2531 ; เกศยา นิลวานิช, 2539
	Tolypothrix	สมถวิล วัลลิสุต, 2531 ; Sassanarakkit and Visutthipat, 1998; Watanabe, 1959 อ้างโดย Sassanarakkit and Visutthipat, 1998
	Trichodesmium	อักษร ศรีเปล่งและนพพร ดำรงศิริ, 2517
Chlorophyta	*Chlorella*	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Chlorococcum	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Cladophora	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Chlamydomonas	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Cylindrospermum	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Cylindrocystis	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Scenedesmus	เกศยา นิลวานิช, 2539
Chrysophyta	*Hantzschia*	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Melosira	เกศยา นิลวานิช, 2539
	Navicula	เกศยา นิลวานิช, 2539

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างนับได้ว่าเป็นผืนป่าธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์ เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด อีกทั้งยังเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารหลายสายที่หล่อเลี้ยงพื้นที่ราบลุ่มทะเลสาบสงขลาและพื้นที่ใกล้เคียง ดังนั้นเพื่อควบคุมดูแลรักษาธรรมชาติด้านสัตว์ป่า ป่าไม้ แหล่งน้ำ แหล่งอาหาร ตลอดจนสภาพธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการประกาศจัดตั้งตามพระราชกฤษฎีกากำหนดพื้นที่ให้ป่าบริเวณนี้เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2521 รายงานฉบับร่างแผนแม่บทเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.) ได้รายงานข้อมูลด้านต่างๆ ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างไว้ดังต่อไปนี้

1. ที่ตั้งและอาณาเขต

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างตั้งอยู่บริเวณภาคใต้ของประเทศไทยในเขตจังหวัดสงขลาและสตูล ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศา 33 ลิปดา ถึง 16 องศา 23 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 98 องศา 33 ลิปดา ถึง 99 องศา 07 ลิปดาตะวันออก คลอบคลุมพื้นที่ 182 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 113,750 ไร่



รูปที่ 1. บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง (ที่มา: กรมป่าไม้, ม.ป.ป.)

2. ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นเทือกเขาที่สลับซับซ้อนของเทือกเขาบรรทัด มียอดเขาที่สูงที่สุด 932 เมตร จากระดับน้ำทะเล มีบางส่วนบริเวณรอบนอกด้านทิศตะวันออกมีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชัน จากลักษณะภูมิประเทศดังกล่าวประกอบกับสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์ปกคลุมพื้นที่ทำให้พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารสำคัญหลายสายที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา

3. สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างตั้งอยู่บนคาบสมุทรได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมที่พัดผ่าน ที่เด่นชัดได้แก่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาเอาความชื้นมาจากทะเลชายฝั่งอันดามันทำให้มีฝนตกชุกและอากาศชุ่มชื้น และยังได้รับผลกระทบจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพาเอาความหนาวเย็นและไอน้ำจากอ่าวไทยมาสู่พื้นที่ ลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดฤดูกาลที่ชัดเจน 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝนซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม โดยเฉพาะในเดือนตุลาคม-ธันวาคมจะเป็นช่วงที่มีฝนตกชุกที่สุดและฤดูร้อนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-เมษายน

จากการศึกษาข้อมูลด้านภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาได้แก่ สถานีตรวจวัดอากาศสงขลา สนามบินหาดใหญ่และสตูล พบว่าในช่วง 30 ปี (พ.ศ. 2504-2533) ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 27.9 26.8 และ 27.85 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.4 32.3 และ 32.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 24.1 22.9 และ 23.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยค่าอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนและต่ำสุดในเดือนมกราคม

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีจากทั้ง 3 สถานีดังกล่าวเท่ากับ 2,035.1 1,612.4 และ 2,204.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างมากตลอดทั้งปีมีผลทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าค่อนข้างสูง ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีจากทั้ง 3 สถานีเท่ากับ 77 81 78 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยในเดือนตุลาคม เท่ากับ 94 97 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยในเดือนกุมภาพันธ์

4. ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะทางธรณีวิทยาประกอบไปด้วยหินชั้น, หินแปร และหินอัคนี แบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ หินปูน หินดินดาน หินทราย หินไบโอไทต์ มัสโคไวท์ ทัวร์มาลีน และแกรนิต สำหรับหินปูนซึ่งปรากฏเป็นส่วนใหญ่ของพื้นที่เป็นหินชุดทุ่งสง (Thungsong-group) หินดินดานและหิน

ทรายเป็นหินชุดแก่งกระจาน (Kaeng Krachan group) หน่วยหินบ้านพรุชบา (Pruchaba formation) นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยตะกอนพักลุ่มน้ำประเภทกรวดทราย ทรายแป้ง ดินตะกอนเชิงเขาและดินแดง

5. ลักษณะดิน

ผลการสำรวจโดยกรมพัฒนาที่ดินพบว่าดินในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างประกอบไปด้วยดิน 2 ชนิดหลัก ได้แก่ หน่วยสัมพันธ์ของดินชุดระนอง/ดินชุดพะโต๊ะ/ดินชุดทุ่งหว้า และอีกชนิดได้แก่ ที่ลาดเชิงซ้อน (Slope complex)

6. การใช้ที่ดิน

จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลจากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสามารถจำแนกการใช้ที่ดินออกได้ 5 ประเภท ได้แก่ ป่าไม้ธรรมชาติ ป่าปลูก เขาหินโผล่ สวนยางพารา และพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม

ด้านการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างมีการเปลี่ยนแปลงใน 2 รูปแบบหลักคือ จากพื้นที่ป่าไม่เป็นพื้นที่เพาะปลูกสวนยางโดยการบุกรุกของชาวบ้านที่อาศัยอยู่โดยรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและพื้นที่เพาะปลูกเกษตรกรรมกลายเป็นพื้นที่ไร่ร้างและป่าไม้ในที่สุด

7. สภาพป่าไม้

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าปกคลุมด้วยป่าดิบชื้น ซึ่งสามารถกำหนดลักษณะของป่าตามความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลางได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

7.1 ป่าดิบชื้นในพื้นที่ต่ำ (Lowland forest)

หมายถึงป่าที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ราบลุ่มและอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณไม่เกิน 300 เมตร พืชพรรณไม้หลากหลายชนิดขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นมีเรือนยอดของไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่ขึ้นลดหลั่นกันเป็น 3 ระดับชั้น

7.2 ป่าดิบชื้นเชิงเขา (Hill or Mountain forest)

ป่าดิบชื้นเชิงเขาที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นป่าที่ขึ้นอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 300 เมตรขึ้นไป แต่ไม่เกิน 350 เมตร มีลักษณะโครงสร้างของป่าคล้ายกับป่าดิบชื้นที่ขึ้นในพื้นที่ต่ำ แต่มักมีชนิดพันธุ์พืชแตกต่างกันออกไปและจำนวนชนิดพันธุ์

น้อยกว่าด้วย ไม้ยืนต้นที่มีความสูงของเรือนยอดเกินกว่า 30 เมตรขึ้นไปส่วนใหญ่เป็นไม้ในวงศ์ยาง (Dipterocarpaceae)

7.3 **ป่าดิบเขา** (Lower mountain forest)

เป็นป่าที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 350 เมตรขึ้นไป มีเมฆหมอกคลุ้มอากาศชื้นตลอดเวลาทำให้เกิดชนิดพันธุ์พืชที่ขึ้นแตกต่างออกไปคือ ไม้ยืนต้นมีระดับความสูงของเรือนยอดค่อนข้างสม่ำเสมอกันคือ สูงตั้งแต่ 8-15 เมตร ลำต้นมีมอสและเฟิร์นเกาะอาศัยอยู่มาก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในดิน
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้ประโยชน์จากพื้นที่หรือสภาวะของดินต่อชนิดและปริมาณของสาหร่ายในดิน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมกับสาหร่ายในดินเพื่อประยุกต์ใช้เป็นดัชนีบ่งบอกความอุดมสมบูรณ์หรือสภาวะของดินต่อไป
4. แยกชนิดและเก็บรักษาพันธุ์สาหร่าย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงความหลากหลายของชนิดสาหร่ายในบริเวณป่าสมบูรณ์ ป่าที่ถูกรบกวน และป่าสงวน
2. ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมกับสาหร่ายในดิน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถประยุกต์ใช้เป็นดัชนีบ่งบอกความอุดมสมบูรณ์หรือสภาวะของดินได้
3. เก็บรวบรวมพันธุ์ของสาหร่ายในดินที่แยกได้จากบริเวณที่ทำการศึกษาซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนและการวิจัยขั้นต่อไป