บทที่ 5
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. จำนวนประชากร cyanobacteria

จำนวนประชากรของ cyanobacteria ในตัวอย่างดินจากการประเมินด้วยวิธี MPN มีจำนวนแตกต่างกันตามพื้นที่และระยะเวลาในการศึกษาดังนี้

1.1 พลวัตของประชากร cyanobacteria เมื่อประเมินเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ ในแต่ละภาค

1.1.1 ภาคเหนือ

ประชากรของ cyanobacteria ตามตารางที่ 19 และ รูปที่ 4 พบว่า ในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างดิน จำนวนประชากรบริเวณพื้นที่ภูเขาทั้ง 3 ระดับ และพื้นที่รกร้างว่างเปล่ามีจำนวนน้อยกว่าบริเวณที่ทำการเกษตร ในพื้นที่ทำการเกษตรปรากฏว่าพื้นที่ใช้ปลูกพืชไร่สลับข้าวมีจำนวนประชากร cyanobacteria โดยเฉลี่ยมากที่สุด คือ ประมาณ 2.30 log No of cell / g soil ส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่องมีจำนวน cyanobacteria โดยเฉลี่ยน้อยกว่าพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องและพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว เมื่อเปรียบเทียบบริเวณภูเขาด้วยกัน ประชากร cyanobacteria มีจำนวนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 พื้นที่ที่เก็บตัวอย่างดิน ในขณะที่บริเวณที่รกร้างว่างเปล่ามีแนวโน้มว่ามีประชากรน้อยกว่าพื้นที่อื่น ๆ กล่าวคือ มีประชากรประมาณ 1.10 log No of cell / g soil

1.1.2 ภาคกลาง

ลักษณะความแตกต่างของประชากร cyanobacteria ตามตารางที่ 20 และ รูปที่ 5 คล้ายกันกับภาคเหนือคือ บริเวณภูเขาและพื้นที่รกร้างว่างเปล่ามีจำนวนน้อยกว่าบริเวณทำการเกษตร และเมื่อเปรียบเทียบบริเวณภูเขาด้วยกัน พบว่า จำนวนประชากร cyanobacteria มีปริมาณใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มว่าบริเวณเชิงเขา มีประชากรมากกว่าบริเวณกลางเขา และยอดเขาเล็กน้อย ส่วนในพื้นที่ทำการเกษตรมีความแปรปรวนของจำนวนประชากรในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างในแต่ละลักษณะของการทำการเกษตร ตัวอย่างเช่น ในการเก็บตัวอย่างดินในเดือนพฤศจิกายน 2540 ในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว มีจำนวนประชากรสูงกว่าพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง และพื้นที่ปลูกข้าว ในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนมกราคม 2541 พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง มีประชากรมากกว่าอีก 2 พื้นที่ที่เหลือ เป็นต้น แต่โดยเฉลี่ยทั้งปีแล้วพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าวอย่างต่อเนื่องมีประชากรมากกว่าคือมีประมาณ 1.61 log No of cell / g soil

1.1.3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จาก ตารางที่ 21 และรูปที่ 6 ความแตกต่างของจำนวนประชากร cyanobacteria เป็นไปเช่นเดียวกันกับในภาคเหนือ และภาคกลาง กล่าวคือบริเวณพื้นที่ยอดเขาและกลางเขา และพื้นที่รกร้างว่างเปล่ามีประชากร cyanobacteria โดยเฉลี่ย 1.11, 1.15 และ 1.13 log No of cell / g soil ตามลำดับซึ่งน้อยกว่าพื้นที่ทำการเกษตรที่ใช้ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง พื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง และ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าวที่มีประชากร 1.26, 1.48 และ 1.76 log No of cell / g soil ตามลำดับ จำนวนประชากร cyanobacteria เมื่อประเมินเปรียบเทียบในระดับพื้นที่ต่าง ๆ ในแต่ละภาคพบว่าทั้งสามภาค พื้นที่บริเวณภูเขาทั้งสามระดับคือ บริเวณยอดเขา กลางเขา เชิงเขา และ พื้นที่รกร้างว่างเปล่ามีประชากร cyanobacteria น้อยกว่าพื้นที่ทำการเกษตร ดังจะเห็นได้จากปริมาณ cyanobacteria ในแต่ละเดือนที่มีมากกว่าจุดอื่น ๆ

1.2 พลวัตของประชากร cyanobacteria ในพื้นที่เดียวกันตลอดปี

การเพิ่มขึ้นและลดลงของประชากร cyanobacteria ในบริเวณพื้นที่เดียวกัน โดยดูตั้งแต่เริ่มเก็บตัวอย่างดินครั้งแรกจนถึงครั้งสุดท้าย แบ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามภาคต่าง ๆ ได้ดังนี้

1.2.1 ภาคเหนือ

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงประชากร (รูปที่ 7) พบว่า บริเวณพื้นที่ภูเขาทั้ง 3 ระดับ มีจำนวนประชากรค่อนข้างคงที่ หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ตลอดระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างดินมาศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณยอดเขา บริเวณกลางเขา และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า ส่วนในบริเวณพื้นที่ต่ำลงมาคือ บริเวณเชิงเขาและพื้นที่ทำการเกษตร การเปลี่ยนแปลงประชากรมีค่อนข้างสูง โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว โดยมีประชากรเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝน ประมาณเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน แต่หลังจากนั้นประชากรจะลดลงเมื่อถึงหน้าแล้ง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ พื้นที่ยอดเขาเริ่มต้นคือเดือน ก.ค. และ ก.ย. 2540 มีประชากรประมาณ 1.1 log No of cell / g soil ต่อมาในเดือน พ.ย. 40 ลดลงเล็กน้อยเหลือประมาณ 0.9 log No of cell / g soil แล้วเพิ่มขึ้นในช่วงเดือน ม.ค. 41, มี .ค. 41 และ พ.ค. 41 เป็นประมาณ 1.3, 1.4 และ 1.4 log No of cell / g soil ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่กลางเขามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรในทำนองเดียวกัน คือ ในเดือน ก.ค. 40, ก .ย. 40 และ พ.ย. 40 มีประชากรประมาณ 1.2, 1.0 และ 0.9 log No of cell / g soil ตามลำดับ หลังจากนั้นประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 1.2, 1.3 และ 1.9 log No of cell / g soil ในเดือน ม.ค 41, มี .ค. 41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ ส่วนบริเวณพื้นที่เชิงเขาประชากรในเดือน ก.ค. 40 และก.ย. 40 มีประชากรประมาณ 1.0 log No of cell / g soil เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.3 log No of

cell / g soil ในเดือน พ.ย. 40 จากนั้นลดลงเล็กน้อยเหลือประมาณ 1.2 และ 1.3 log No of cell / g soil ในเดือน ม.ค. 41 และมี.ค. 41 ตามลำดับ แล้วกลับเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 2.0 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ค. 41 สำหรับพื้นที่รกร้างว่างเปล่าเกือบไม่มีการเปลี่ยนแปลงประชากรเลยตลอดระยะเวลา 1 ปี โดยมีประชากรประมาณ 1.0 log No of cell / g soil ในเดือน ก.ค. 40 ถึง พ.ย. 40 แล้วเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.3, 1.2 และ 1.2 log No of cell / g soil ในเดือน ม.ค. 41, มี.ค. 41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ

บริเวณพื้นที่ทำการเกษตรมีปริมาณ cyanobacteria โดยเฉลี่ยมากกว่าใน 4 พื้นที่ที่กล่าวมาแล้ว คือ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่องมีประชากรในเดือน ก.ค. 40 ประมาณ 1.2 log No of cell / g soil แล้วเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 2.1 ในเดือน ก.ย. 40 และลดลงเหลือประมาณ 1.3, 1.2 และ 1.2 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ย. 40, ม.ค. 41 และ มี.ค. 41 ตามลำดับ หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นอีกครั้งเป็นประมาณ 2.3 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ค. 41 ในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องในเดือน ก.ค. 40 มีประชากร 2.5 log No of cell / g soil แล้วลดลงเหลือประมาณ ประมาณ 1.7, 1.2, 1.7 และ 1.6 log No of cell / g soil ในช่วงเดือน ก.ย. 40, พ.ย. 40, ม.ค. 41และ มี.ค. 41 ตามลำดับ แล้วเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 2.0 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ค. 41 ในพื้นที่ที่มีประชากรมากที่สุดในทุกระยะของการศึกษาในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าวซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงประชากรดังนี้คือ ประชากร ในเดือน ก.ค. 40 มีประมาณ 3.0 log No of cell / g soil แล้วลดลงเหลือประมาณ 2.4, 2.1, 1.9 และ 1.9 log No of cell / g soil ในเดือน ก.ค. 40, พ.ย. 40, ม.ค. 41 และ มี.ค. 41 ตามลำดับ หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 2.5 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ค. 41

1.2.2 ภาคกลาง

ประชากร cyanobacteria บริเวณพื้นที่ภาคกลาง (รูปที่ 8) บริเวณพื้นที่ภูเขาและพื้นที่รกร้างว่างเปล่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ยกเว้นบริเวณในการเก็บตัวอย่างครั้งแรก พบว่า พื้นที่รกร้างว่างเปล่ามีประชากร cyanobacteria ค่อนข้างสูง แต่หลังจากนั้นก็ลดลง และไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ส่วนในพื้นที่ทำการเกษตรในช่วงปลายปี 2540 และระหว่างปี 2541 มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่เก็บ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ พื้นที่ยอดเขาเริ่มต้น คือ เดือน ก.ค. , ก.ย. และ พ.ย. 2540 มีประชากรประมาณ 0.9 log No of cell / g soil ต่อมาเพิ่มขึ้นในช่วงเดือน ม.ค. 41, มี .ค. 41 ,และ พ.ค. 41 โดยมีประชากรประมาณ 1.3 log No of cell / g soil ส่วนในพื้นที่กลางเขามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรในทำนองเดียวกันคือในเดือน ก.ค. 40, ก.ย. 40 และ พ.ย. 40 มีประชากรประมาณ 0.9, 0.9 และ 1.0 log No of cell / g soil ตามลำดับ หลังจากนั้นประชากรเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.3 log No of cell / g soil ในเดือน ม.ค 41, มี.ค. 41 และ พ.ค. 41

ตามลำดับ และบริเวณพื้นที่เชิงเขาประชากรในเดือน ก.ค. 40 และ ก.ย. 40 มีประชากรประมาณ 1.0 log No of cell / g soil แล้วเพิ่มขึ้นเป็นประชากร 1.2, 1.3, 1.3 และ 1.5 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ย. 40, ม.ค. 41, มี.ค. 41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ สำหรับพื้นที่รกร้างว่างเปล่าในเดือน ก.ค. 40 มีประชากรประมาณ 1.8 log No of cell / g soil แล้วลดลงเหลือประมาณ 1.2 และ 1.0 log No of cell / g soil ในเดือน ก.ย. 40 ถึง พ.ย. 40 ตามลำดับ แล้วเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.2, 1.3 และ 1.3 log No of cell / g soil ในเดือน ม.ค. 41, มี.ค. 41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ

บริเวณพื้นที่ทำการเกษตรมีปริมาณ cyanobacteria โดยเฉลี่ยมากกว่าใน 4 พื้นที่ที่กล่าวมาแล้วเช่นเดียวกับภาคเหนือ คือ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่องมีประชากรในเดือน ก.ค. 40 มี ประชากรประมาณ 2.0 log No of cell / g soil แล้วลดลงเหลือประมาณ 1.3, 1.1 และ 1.3 log No of cell / g soil ในเดือน ก.ย. 40, พ.ย. 40 และ ม.ค. 41 ตามลำดับ หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 2.0 และ 1.7 log No of cell / g soil ในเดือน มี.ค. 41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ ในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องในเดือน ก.ค. 40 มีประชากรประมาณ 1.9 log No of cell / g soil แล้วลดลงเหลือประมาณ 1.0 และ 1.1 log No of cell / g soil ในช่วงเดือน ก.ย. 40 และ พ.ย. 40 ตามลำดับ แล้วเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.9 log No of cell / g soil ในเดือน ม.ค. 41 แล้วลดลงอีกครั้งเหลือประมาณ 1.4 log No of cell / g soil ในเดือน มี.ค.41 และ พ.ค. 41 ในพื้นที่ที่มีประชากรมากที่สุดในทุกระยะของการศึกษาพบในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าวเช่นเดียวกับภาคเหนือ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงประชากรดังนี้คือ ประชากร ในเดือน ก.ค. 40 มีประมาณ 2.1 log No of cell / g soil แล้วลดลงเหลือประมาณ 1.2, 1.5, 1.5 และ 1.2 log No of cell / g soil ในเดือน ก.ย. 40, พ.ย. 40, ม.ค. 41 และ มี.ค. 41 ตามลำดับ หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 2.1 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ค. 41

1.2.3 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การเปลี่ยนแปลงประชากร cyanobacteria ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 9) แตกต่างจากภาคเหนือเล็กน้อย กล่าวคือ บริเวณพื้นที่ภูเขาทั้งหมดรวมทั้งบริเวณพื้นที่รกร้างว่างเปล่าและบริเวณพื้นที่ปลูกพืชไร่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ส่วนในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องและปลูกข้าวสลับพืชไร่ มีการเปลี่ยนแปลงประชากรอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนมีมากกว่าในหน้าแล้ง ยกเว้นในส่วนของปลายปี พ.ศ. 2540 ที่มีปริมาณสูง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ พื้นที่ยอดเขาเริ่มต้นคือเดือน ก.ค. และ ก.ย. 2540 มีประชากรประมาณ 0.9 log No of cell / g soil ต่อมา เพิ่มขึ้นในช่วงเดือน พ.ย.40, ม.ค 41, มี .ค. 41 และ พ.ค. 41 โดยมีประชากรประมาณ 1.2, 1.3, 1.2 และ 1.3 log No of cell / g soil ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่กลางเขามีแนวโน้มการเปลี่ยน

แปลงประชากรในทำนองเดียวกันคือในเดือน ก.ค. 40 และ ก.ย. 40 มีประชากรประมาณ 1.0 log No of cell / g soil หลังจากนั้นประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 1.2, 1.3, 1.2 และ 1.3 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ย. 40, ม.ค 41, มี .ค. 41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ และบริเวณพื้นที่เชิงเขาประชากรในเดือน ก.ค. 40 มีประมาณ 1.5 log No of cell / g soil แล้วลดลงเหลือประมาณ 0.9 log No of cell/ g soil ในเดือน ก.ย. 40 แล้วกลับเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.3, 1.3, 1.2 และ 1.3 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ย.40 , ม.ค 41, มี .ค. 41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ สำหรับพื้นที่รกร้างว่างเปล่าเกือบไม่มีการเปลี่ยนแปลงประชากรเลยตลอดระยะเวลา 1 ปี เช่นเดียวกับภาคเหนือและภาคกลางโดยมีประชากรประมาณ 1.0 log No of cell / g soil ในเดือน ก.ค. 40 ถึง ก.ย. 40 แล้วเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.2, 1.3, 1.2 และ 1.2 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ย. 40, ม.ค.41, มี.ค.41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ

บริเวณพื้นที่ทำการเกษตรมีปริมาณ cyanobacteria โดยเฉลี่ยมากกว่าใน 4 พื้นที่ที่กล่าวมาแล้ว เช่นเดียวกับภาคเหนือและภาคกลาง คือ พื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่องมีประชากร ในเดือน ก.ค. 40 ประมาณ 1.3 log No of cell / g soil แล้วลดลงเหลือประมาณ 1.1 log No of cell / g soil ในเดือน ก.ย. 40 และเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.5 log No of cell / g soil ในเดือน พ.ย. 40 หลังจากนั้นลดลงอีกครั้งเหลือประมาณ 1.2 log No of cell / g soil ในเดือน ม.ค. 41, มี.ค. 41 และ พ.ค. 41 ในพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องในเดือน ก.ค. 40 มีประชากร 1.0 log No of cell / g soil แล้วเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.6, 1.8, และ 1.7 log No of cell / g soil ในช่วงเดือน ก.ย. 40, พ.ย. 40, และม.ค. 41 ตามลำดับ แล้วลดลงเหลือประมาณ 1.4 และ 1.5 log No of cell / g soil ในเดือน มี.ค. 41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ ในพื้นที่ที่มีประชากรมากที่สุดในทุกระยะของการศึกษาพบในพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว เช่นเดียวกับภาคเหนือและภาคกลาง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงประชากรดังนี้คือ ประชากรในเดือน ก.ค. 40 มีประมาณ 1.9 log No of cell / g soil แล้วลดลงเหลือประมาณ 1.3 และ1.6 log No of cell / g soil ในเดือน ก.ย. 40 และ พ.ย. 40 ตามลำดับ หลังจากนั้นเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 2.3 log No of cell / g soil ในเดือน ม.ค. 41 แล้วลดลงอีกครั้งเป็น 1.8 และ1.6 log No of cell / g soil ในเดือน มี.ค. 41 และ พ.ค. 41 ตามลำดับ

ตารางที่ 19 ปริมาณ cyanobacteria ในตัวอย่างดิน (log number of cell/ g soil) ที่เก็บจากภาคเหนือบริเวณ จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2540 ถึงเดือน พฤษภาคม 2541

พื้นที่	ก.ค.40 ครั้งที่ 1*	ก.ย.40 ครั้งที่ 2*	พ.ย.40 ครั้งที่3**	ม.ค.41 ครั้งที่ 4*	มี.ค.41 ครั้งที่ 5*	พ.ค.41 ครั้งที่ 6*	เฉลี่ย
ยอดเขา (M1)	1.11 b	1.08 b	0.92 b	1.26 b	1.37 b	1.36 bc	1.18
กลางเขา (M2)	1.18 b	1.03 b	0.92 b	1.22 b	1.25 b	1.91 ab	1.25
เชิงเขา (M3)	0.98 b	1.02 b	1.34 b	1.21 b	1.26 b	2.05 ab	1.31
พืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C)	1.20 b	2.10 a	1.30 b	1.23 b	1.25 b	2.28 a	1.56
ข้าวอย่างต่อเนื่อง (R)	2.45 a	1.68 ab	1.22 b	1.66ab	1.55 b	1.97 ab	1.76
พืชไร่สลับข้าว (CR)	2.99 a	2.44 a	2.14 a	1.91 a	1.86 a	2.45 a	2.30
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F)	0.86 b	1.16 b	0.82 b	1.33 b	1.22 b	1.22 c	1.10
C.V. %	45.02	37.40	24.16	21.80	16.20	26.60	

[1] Means within a column followed by the same letters are not significantly different

* Significantly different at p = 0.05

** Significantly different at p = 0.01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 20 ปริมาณ cyanobacteria ในตัวอย่างดิน (log number of cell/ g soil) ที่เก็บจากภาคกลางบริเวณ จ.สระบุรี จ.นครสวรรค์ และจ.นครนายก ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2540 ถึงเดือน พฤษภาคม 2541

พื้นที่	ก.ค.40 ครั้งที่ 1*	ก.ย.40 ครั้งที่ 2	พ.ย.40 ครั้งที่3*	ม.ค.41 ครั้งที่ 4*	มี.ค.41 ครั้งที่ 5*	พ.ค.41 ครั้งที่ 6*	เฉลี่ย
ยอดเขา (M1)	0.89 d	0.90 a	0.85 b	1.29 b	1.28 b	1.29 b	1.08
กลางเขา (M2)	0.87 d	0.92 a	1.00 b	1.28 b	1.29 b	1.29 b	1.11
เชิงเขา (M3)	0.97 cd	1.07 a	1.17 b	1.34 b	1.25 b	1.45 b	1.21
พืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C)	1.95 ab	1.25 a	1.12 b	1.29 b	2.00 a	1.68 ab	1.55
ข้าวอย่างต่อเนื่อง (R)	1.92 ab	1.07 a	1.12 b	1.87 a	1.44 b	1.41 b	1.47
พืชไร่สลับข้าว (CR)	2.13 a	1.20 a	1.53 a	1.46 b	1.24 b	2.11 a	1.61
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F)	1.78 bc	1.17 a	1.04 b	1.20 b	1.26 b	1.26 b	1.29
C.V. %	33.61	27.30	8.44	17.60	12.60	25.00	

[1] Means within a column followed by the same letters are not significantly different

* Significantly different at p = 0.05

** Significantly different at p = 0.01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 21 ปริมาณ cyanobacteria ในตัวอย่างดิน (log number of cell/ g soil) ที่เก็บจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณ จ.เลย และจ.นครราชสีมา ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2540 ถึงเดือน พฤษภาคม 2541

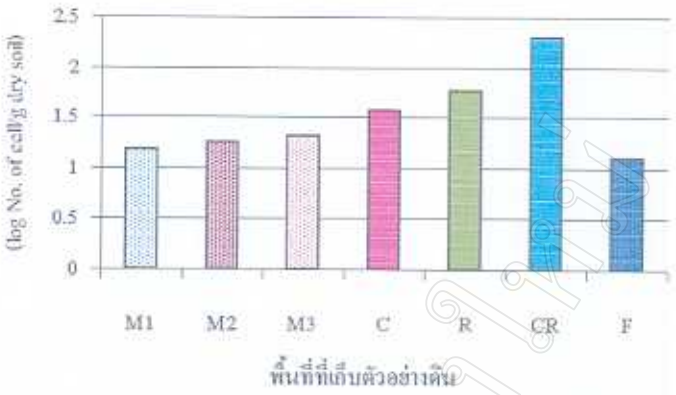
พื้นที่	ก.ค.40 ครั้งที่ 1*	ก.ย.40 ครั้งที่ 2*	พ.ย.40 ครั้งที่3*	ม.ค.41 ครั้งที่ 4*	มี.ค.41 ครั้งที่ 5*	พ.ค.41 ครั้งที่ 6*	เฉลี่ย
ยอดเขา (M1)	0.87 c	0.86 bc	1.19 b	1.27 bc	1.23 b	1.25 b	1.11
กลางเขา (M2)	0.92 c	0.97 bc	1.19 b	1.28 bc	1.24 b	1.27 b	1.15
เชิงเขา (M3)	1.46 bc	0.93 bc	1.31 b	1.29 bc	1.23 b	1.26 b	1.25
พืชไร่อย่างต่อเนื่อง (C)	1.32 bc	1.14abc	1.46 ab	1.20 c	1.19 b	1.24 b	1.26
ข้าวอย่างต่อเนื่อง (R)	1.02 b	1.56 a	1.82 a	1.66 b	1.37 b	1.45 ab	1.48
พืชไร่สลับข้าว (CR)	1.87 a	1.32 ab	1.62 ab	2.31 a	1.82 a	1.61 a	1.76
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า (F)	0.96 c	0.83 c	1.20 b	1.34 bc	1.19 b	1.24 b	1.13
C.V. %	45.78	27.60	24.70	18.00	18.70	13.20	

[1] Means within a column followed by the same letters are not significantly different

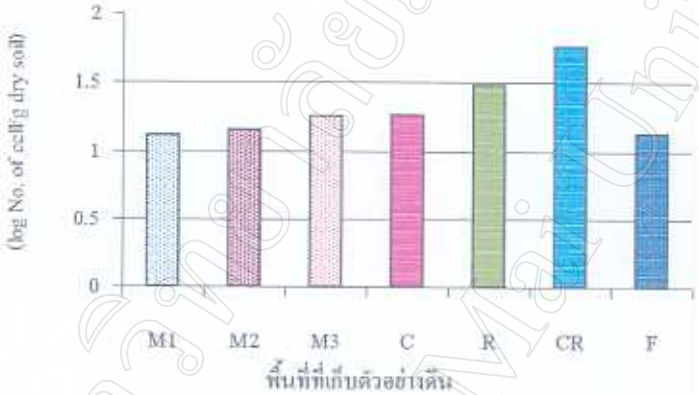
* Significantly different at p = 0.05

** Significantly different at p = 0.01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณประชากร cyanobacteria ในพื้นที่ที่อยู่ในระบบนิเวศที่ต่างกันบริเวณภาคเหนือ

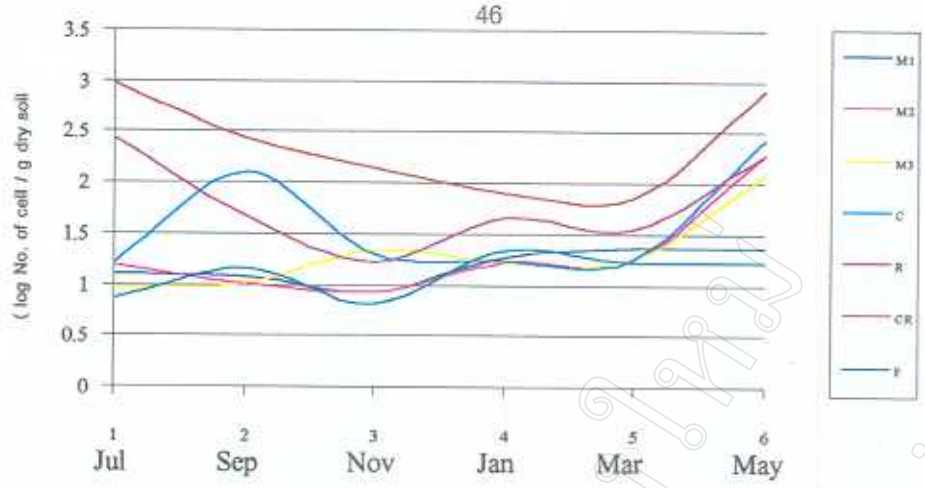


รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณประชากร cyanobacteria ในพื้นที่ที่อยู่ในระบบนิเวศที่ต่างกันบริเวณภาคกลาง

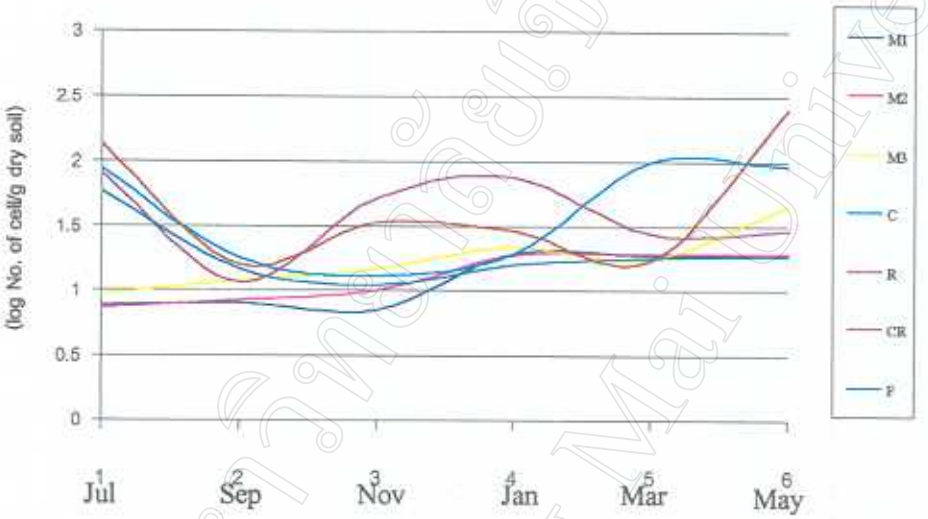
รูปที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณประชากร cyanobacteria ในพื้นที่ที่อยู่ในระบบนิเวศที่ต่างกันบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

M1 = บริเวณยอดเขา M2 = บริเวณกลางเขา M3 = บริเวณเชิงเขา C= พื้นที่ปลูกพืชไร่
R = พื้นที่ปลูกข้าว CR = พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว F= พื้นที่รกร้าง

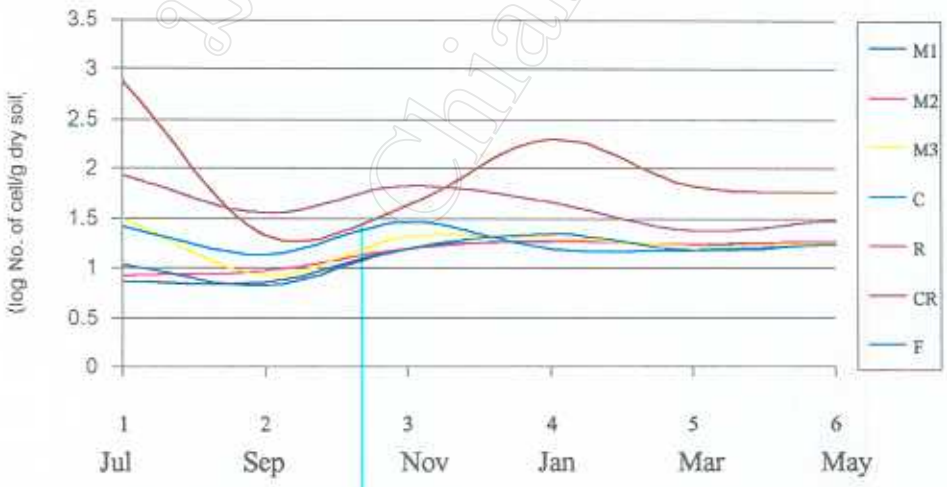
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของ cyanobacteria ในแต่ละพื้นที่บริเวณภาคเหนือ



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของ cyanobacteria ในแต่ละพื้นที่บริเวณภาคกลาง



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของ cyanobacteria ในแต่ละพื้นที่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

M1 = บริเวณยอดเขา M2= บริเวณกลางเขา M3=บริเวณเชิงเขา C=พื้นที่ปลูกพืชไร่ R=พื้นที่ปลูกข้าว
CR=พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว F=พื้นที่รกร้าง

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณประชากรของ cyanobacteria กับคุณสมบัติของดินและสภาพแวดล้อม

เมื่อนำข้อมูลสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ และ ความชื้น สมบัติทางเคมีได้แก่ pH, OM, P, K, Ca และ Mg มาหาความสัมพันธ์กับปริมาณประชากร cyanobacteria ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล (transformation) ให้อยู่ในรูปของ log No.of cell / g dry soil ในรูปแบบของสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) เพื่อใช้อธิบายปัจจัยเหล่านั้นที่มีต่อปริมาณ cyanobacteria โดยใช้วิธีในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS version 9.0

2.1 ความสัมพันธ์ของประชากรของ cyanobacteria กับคุณสมบัติบางประการของดินในพื้นที่ต่างกัน

พบว่าแต่ละภาคปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยปริมาณของ cyanobacteria ทั้งปีแตกต่างกันไปดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 22 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัย สำคัญทางสถิติมีดังนี้คือ

ตารางที่ 22 ความสัมพันธ์แบบถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ระหว่างปริมาณประชากร cyanobacteria ในพื้นที่ต่าง ๆ ในภาคเหนือ, ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กับสมบัติทางกายภาพและทางเคมี บางประการของดิน

ภาค	regression equation	MSE	R^2
ภาคเหนือ	POPN=4 .521+ 0.0008283(P) - 0.005941 (K) + 0.001219 (Ca) - 0.001543 (Mg) - 0.895 * (pH) -0.05249 (OM) + 0.03411 * (Mois) + 0.01337 (Ts) + 0.02772 (Ta)	0.546	0.440
ภาคกลาง	POPC = -0.130 + 0.004090 (P) – 0.001367 (K) - 0.00004609 (Ca) + 0.0005498 (Mg) + 0.02605 (pH) - 0.02854 (OM) + 0.02461 * (Mois) + 0.387 (Ts) -0.34(Ta)	0.195	0.508
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	POPNe= -0.699 - 0.01303 (P) + 0.003508 (K) - 0.00007001 (Ca) - 0.0004298 (Mg) + 0.07080 (pH)-0.571 ** (OM) + 0.06594 ** (Mois) +0.01371 (Ts) + 0.0512(Ta)	0.120	0.740

*,** มีนัยสำคัญที่ $p<0.05$ และ $p<0.01$

หมายเหตุ pop = ประชากร N = ภาคเหนือ C = ภาคกลาง Ne = ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
Ta = อุณหภูมิอากาศ Ts = อุณหภูมิดิน Mois= เปอร์เซ็นต์ความชื้น P = ฟอสฟอรัส
K = โปแตสเซียม Mg = แมกนีเซียม Ca = แคลเซียม pH = ความเป็นกรดด่าง
OM = อินทรียวัตถุ

ความชื้นของดินทั้งสามภาค (ตารางที่ 12, 15 และ 18) ตลอดทั้งปีมีค่าเฉลี่ยทั้งภาค 22 %, 20 % และ 15 % ตามลำดับ เมื่อดูจากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพัทธ์ (ตารางที่ 22) พบว่าความชื้นของดินมีผลต่อจำนวนประชากรของ cyanobacteria เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 ภาค กล่าวคือประชากร cyanobacteria เปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามค่าของความชื้นของดินที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อดินมีความชื้นสูงขึ้นจะพบ cyanobacteria ในปริมาณมากขึ้นและเมื่อดินมีความชื้นต่ำลงจะพบ cyanobacteria ในปริมาณน้อยลงซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ (Materasi and Bolloni, 1965 อ้างโดย ธงชัย, 2535) ที่ได้รายงานว่า พื้นที่ลุ่มในอินเดียที่มีความชื้นสูงจะมีสาหร่ายสีเขียวอยู่มาก แต่เมื่อความชื้นที่เหมาะสมจะมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากตามมาและทนทานได้นานต่อสภาพความแห้งแล้งในนาข้าว โดยจะมี *Cylindrospermum sp.* มากซึ่งสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้ดีเมื่อสิ้นฤดูของการปลูกข้าว ในประเทศญี่ปุ่นก็มีรายงานว่ามีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในปริมาณสูงในดินที่มีสภาพน้ำขังตลอดปี แสดงให้เห็นว่า ความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยมีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรของ cyanobacteria ในช่วงฤดูฝนประมาณตั้งแต่เดือน พฤษภาคม ถึง กันยายน เพิ่มมากขึ้นแล้วลดต่ำลงในช่วงฤดูหนาวและร้อนซึ่งความชื้นในดินลดต่ำลงยกเว้นบริเวณพื้นที่ ๆ มีการปลูกข้าวซึ่งดินมีความชื้นสูงเกือบตลอดปี

ในส่วนของอิทธิพลของอินทรียวัตถุ จากตารางที่ 7 พบว่า อินทรียวัตถุของดินตลอดทั้งปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าเฉลี่ยของทั้งภาค 2.3 % และเมื่อดูจากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (ตารางที่ 22) พบว่าสาหร่ายมีความสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ อินทรียวัตถุ คือ เมื่อ อินทรียวัตถุ เพิ่มสูงขึ้นจะพบ cyanobacteria ในปริมาณต่ำลงในทางกลับกันเมื่อ อินทรียวัตถุต่ำลงจะพบ cyanobacteria ในปริมาณที่มากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ball *et al.* (2001) ที่พบว่าสารสกัดจากการหมักต้นข้าวบาร์เลย์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน แม้ว่าจะมีความเจือจางต่ำประมาณ 0.005 % ก็ตามทั้งนี้เป็นเพราะในสารสกัดจากต้นข้าวบาร์เลย์มีสาร lignin ละลายปนอยู่ในปริมาณมากถึง 10-30 % (w/w) ซึ่งเป็นไปได้ว่า อินทรียวัตถุในดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออาจจะได้มาจากพืชที่มีส่วนประกอบของ lignin อยู่สูงก็เป็นได้ เช่นเดียวกับรายงานของ Everall and Lees (1996) ที่พบว่าฟางข้าวบาร์เลย์มีสารจำพวก phytotoxic สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในแหล่งน้ำได้

ส่วนปัจจัย อื่น ๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายไม่มากนัก เช่น อุณหภูมิ แร่ธาตุอาหาร ไม่มีความสัมพันธ์กับประชากร cyanobacteria อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของชนิดของ cyanobacteria ในพื้นที่นั้นๆอยู่แล้ว

2.2 ความสัมพันธ์ของประชากร cyanobacteria กับคุณสมบัติบางประการของดินในพื้นที่เดียวกัน

ผลจากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากร cyanobacteria กับคุณสมบัติของดินในพื้นที่เดียวกันที่มีค่าวิเคราะห์ตัวอย่างดินในทุกครั้งที่เก็บดินมาหาปริมาณ cyanobacteria มีดังนี้ คือ บริเวณภาคเหนือจากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 23 ความสัมพันธ์แบบถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ระหว่างปริมาณประชากร cyanobacteria ที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงในแต่ละพื้นที่กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินภาคเหนือ

ภาคเหนือ พื้นที่	regression equation	MSE	R^2
บริเวณยอดเขา	$POPNM_1$=0.460+0.0004105 (Mois) +0.04226**(Ts) +0.001986 (Ta) +0.008523 (OM) –0.006674(pH)	0.025	0.557
บริเวณกลางเขา	$POPNM_2$= -0.880+0.03187 **(Mois)+0.04618 (Ts)-0.006088(Ta) +0.05611(OM)+0.03956(pH)	0.107	0.497
บริเวณเชิงเขา	$POPNM_3$=0.269+0.01076(Mois) +0.01689(Ts) +0.02144 (Ta)0.02375(OM) -0.05127(pH)	0.184	0.126
พื้นที่ปลูกพืชไร่	POPNC=2.729+0.04316*(Mois) -0.002949(Ts) -0.04720 (Ta) +0.01027(OM) -0.04539(pH)	0.172	0.634
พื้นที่ปลูกข้าว	POPNR=0.852+0.00673(Mois) +0.05208(Ts) -0.01040(Ta) -0.07906(OM) -0.04472(pH)	0.457	0.131
พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว	POPNCR=3.959+0.01306(Mois) +0.06384(Ts) -0.04309 (Ta) -0.173(OM) -0.394(pH)	0.342	0.198
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า	POPNF=0.517-0.007825-(Mois) 0.008783(Ts) +0.01699 (Ta) +0.008205(OM) +0.05995(pH)	0.046	0.216

*,** มีนัยสำคัญที่ $p<0.05$ และ $p<0.01$

หมายเหตุ pop = ประชากร N = ภาคเหนือ M_1 = บริเวณยอดเขา M_2 = บริเวณกลางเขา M_3 = บริเวณเชิงเขา C = พื้นที่ปลูกพืชไร่ CR = พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว R = พื้นที่ปลูกข้าว F = พื้นที่รกร้าง Mois= เปอร์เซ็นต์ความชื้น Ts = อุณหภูมิดิน Ta = อุณหภูมิอากาศ OM = อินทรียวัตถุ pH = ความเป็นกรดด่าง

บริเวณภาคเหนือ พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของดินดังกล่าวข้างต้นไม่มีผลกระทบต่อจำนวนประชากรในทุกพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างดินมีแต่องค์ประกอบทางกายภาพบางอย่างที่มีผลต่อจำนวนประชากรในแต่ละพื้นที่ (ตารางที่ 23) กล่าวคือ อุณหภูมิดินมีผลต่อประชากรของ cyanobacteria เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในพื้นที่ยอดเขาเท่านั้นโดยประชากร cyanobacteria เพิ่มขึ้นเมื่อดินมีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนพื้นที่อื่นตั้งแต่กลางเขาจนถึงพื้นที่ทำการเกษตรอุณหภูมิไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงประชากร cyanobacteria อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่เหมาะสมอยู่แล้วโดยมีค่าเฉลี่ย 24 ^{0} - 29^{0}C (ตารางที่ 10) ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Welch (1952) ที่ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย อยู่ที่ 25 – 35 ^{0}C

ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงประชากรเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ความชื้นของดินบริเวณพื้นที่กลางเขาและพื้นที่ปลูกพืชไร่ที่มีความชื้นเฉลี่ยประมาณ 20 % และ 12 % ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ส่วนพื้นที่อื่น ได้แก่ บริเวณยอดเขา พื้นที่ปลูกข้าว และพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว มีความชื้นเฉลี่ยประมาณ 40 %, 28 % และ 32 % ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงที่สูงเพียงพอต่อการเจริญของ cyanobacteria ซึ่งจะสอดคล้องกับรายงานของ (Materasi and Bolloni, 1965 อ้างโดย ธงชัย, 2535) เช่นเดียวกับผลการศึกษาความสัมพันธ์ของประชากรของ cyanobacteria กับคุณสมบัติบางประการของดินในพื้นที่ต่างกัน (ตารางที่ 22)

ปัจจัยนอกเหนือจากนี้มีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงประชากร cyanobacteria ในทุกพื้นที่ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะปัจจัยเหล่านั้นอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของชนิดของ cyanobacteria ในพื้นที่นั้น ๆ อยู่แล้ว

บริเวณภาคกลางจากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (ตารางที่ 24) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของดินดังกล่าวข้างต้นไม่มีผลกระทบต่อจำนวนประชากรในทุกพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างดินเช่นเดียวกับภาคเหนือมีแต่องค์ประกอบทางกายภาพบางอย่างที่มีผลต่อจำนวนประชากรในแต่ละพื้นที่ กล่าวคือ ความชื้นมีผลต่อประชากรของ cyanobacteria เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน พื้นที่ยอดเขา และ พื้นที่กลางเขา โดยประชากร cyanobacteria เพิ่มขึ้นเมื่อดินมีความชื้นสูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของความชื้นประมาณ 27 % และ 26 % ตามลำดับ ส่วนพื้นที่อื่นตั้งแต่เชิงเขาจนถึงพื้นที่ทำการเกษตร ความชื้นไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงประชากร cyanobacteria อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 24 ความสัมพันธ์แบบถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ระหว่างปริมาณประชากร cyanobacteria ที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงในแต่ละพื้นที่กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดิน ภาคกลาง

ภาคกลาง พื้นที่	regression equation	MSE	R^2
บริเวณยอดเขา	$POPCM_1$=0.304+0.01205*(Mois) -0.009179(Ts) +0.03012(Ta) -0.01739(OM) +0.0168(pH)	0.02007	0.642
บริเวณกลางเขา	$POPCM_2$=0.861+0.01207*(Mois) +0.01375(Ts) +0.01234(Ta) -0.06206*(OM) -0..08287 (pH)	0.02669	0.499
บริเวณเชิงเขา	$POPCM_3$=3.572-0.008945(Mois) -+0.01349(Ts) +0.02204(Ta) -0.139(OM) -0.402(pH)	0.09254	0.296
พื้นที่ปลูกพืชไร่	POPCC= -0.08226+0.009594(Mois) 0.008210(Ts) +0.01304(Ta) +0.478(OM) +0.09663(pH)	0.250	0.195
พื้นที่ปลูกข้าว	POPCR=1.381-0.009659(Mois) -0.05003(Ts) +0.02409 (Ta) +0.594**(OM) +0.05891(pH)	0.103	0.548
พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว	POPCCR=3.414+0.01264(Mois) +0.01208(Ts) - 0.02972(Ta) +0.09023(OM) -0.28 1(pH)	0.276	0.180
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า	POPCF=1.050-0.0001980(Mois) -0.04736(Ts) +0.02442(Ta) -0.00006540(OM) +0.134(pH)	0.04198	0.225

*,** มีนัยสำคัญที่ $p<0.05$ และ $p<0.01$

หมายเหตุ pop = ประชากร C = ภาคกลาง M_1 = บริเวณยอดเขา M_2 = บริเวณกลางเขา M_3 = บริเวณเชิงเขา C = พื้นที่ปลูกพืชไร่ CR = พื้นที่พืชไร่สลับข้าว R = พื้นที่ปลูกข้าว F = พื้นที่รกร้าง Mois = เปอร์เซ็นต์ความชื้น Ts = อุณหภูมิดิน Ta = อุณหภูมิอากาศ OM = อินทรียวัตถุ pH = ความเป็นกรดด่าง

ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงประชากรเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ อินทรียวัตถุบริเวณพื้นที่กลางเขา พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุมีผลต่อประชากรของ cyanobacteria เชิงลบเนื่องมาจากบริเวณดังกล่าวมีปริมาณอินทรียวัตถุในสะสมในปริมาณที่สูงเฉลี่ยประมาณ 5.11 % (ตารางที่ 4) ซึ่งอินทรียวัตถุบริเวณนั้นอาจได้มาจากพืชที่มี lignin เป็นองค์ประกอบอยู่มากโดยที่ lignin เป็น phytotoxin ที่ยับยั้งการเจริญของ cyanobacteria (Ball *et al.*, 2001 and Everall and Lees , 1996)

ส่วนบริเวณพื้นที่ปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องพบว่า อินทรียวัตถุมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงประชากรเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่า นอกจากดินบริเวณนี้มีอินทรีวัตถุต่ำประมาณ 1.36 % แล้วอินทรียวัตถุนั้นอาจได้มาจากพืชที่ไม่มี phytotoxin พวก tannin แต่เป็นสารประกอบคล้ายกับที่มีอยู่ในฟางข้าวสาลีที่เป็นสารช่วยทำให้สาหร่ายมี biomass เพิ่มมากขึ้นด้วย(Ball *et al.*, 2001) ส่วนพื้นที่อื่น ได้แก่ บริเวณยอดเขา บริเวณกลางเขา บริเวณเชิงเขา พื้นที่ปลูกพืชไร่ พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว และ พื้นที่รกร้าง มีอินทรียวัตถุเฉลี่ยประมาณ 6.45 %, 5.11 %, 2.22 %, 1.32 %, 1.62 % และ 4.10 % ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณ cyanobacteriaในบริเวณเหล่านั้น

ปัจจัยนอกเหนือจากนี้มีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับการเปลี่ยนแปลงประชากร cyanobacteria ในทุกพื้นที่

บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (ตารางที่ 25) พบว่าระหว่างปัจจัยต่างๆกับจำนวนประชากรในแต่ละพื้นที่ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในระดับที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติคล้ายกับที่พบในภาคเหนือและภาคกลาง

ตารางที่ 25 ความสัมพันธ์แบบถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ระหว่างปริมาณประชากร cyanobacteria ที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงในแต่ละพื้นที่กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่	regression equation	MSE	R^2
บริเวณยอดเขา	POPNeM2= -0.530-0.0004670(Mois) –0.01362(Ts) +0.02825(Ta) +0.04709(OM) +0.248*(pH)	0.03037	0.282
บริเวณกลางเขา	POPNeM2=0.510+0.0006822(Mois) -0.03510(Ts) +0.03024(Ta) +0.04437(OM) +0.125(pH)	0.02561	0.238
บริเวณเชิงเขา	POPNeM3=0.339+0.003492(Mois) +0.05060(Ts) - 0.02142(Ta) -0.001695(OM) +0.0009236(pH)	0.06117	0.114
พื้นที่ปลูกพืชไร่	POPNeC=2.475-0.004356(Mois) -0.005019(Ts) - 0.01546(Ta) -0.09762(OM) -0.06358(pH)	0.06099	0.222
พื้นที่ปลูกข้าว	POPNeR=0.03336+0.01296*(Mois) -0.006568(Ts) +0.05088(Ta) -0.002059(OM) -0.06014(pH)	0.109	0.287
พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว	POPNeCR=1.604+0.006797(Mois) -0.106(Ts) +0.136 (Ta) -0.138(OM) -0.145(pH)	0.589	0.098
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า	POPNeF= -0.182-0.004755(Mois) -0.01720(Ts) +0.004198(Ta) +0.03481(OM) +0.159(pH)	0.04019	0.336

*,** มีนัยสำคัญที่ $p<0.05$ และ $p<0.01$

หมายเหตุ pop = ประชากร Ne = ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ M_1 = บริเวณยอดเข M_2 = บริเวณกลางเขา M_3 = บริเวณเชิงเขา C = พื้นที่ปลูกพืชไร่ R = พื้นที่ปลูกข้าว Cr = พื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว F = พื้นที่รกร้าง Mois= เปอร์เซ็นต์ความชื้น Ts = อุณหภูมิดิน Ta = อุณหภูมิอากาศ OM = อินทรียวัตถุ pH = ความเป็นกรดด่าง

3. การแพร่กระจายของ cyanobacteria ในแหล่งดินที่สำรวจ

จากผลการศึกษาระดับความถี่ของการแพร่กระจาย คิดเป็นร้อยละของการพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งหมด ในแต่ละสกุลที่เก็บรวบรวมได้จำนวน 853 isolates โดยแบ่งเป็นภาคเหนือ 280 isolates ภาคกลาง 287 isolates และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 286 isolates

การแพร่กระจายของสาหร่ายที่สำรวจพบในระดับสกุลในบริเวณภาคเหนือ (รูปที่ 10) พบว่ามีสาหร่ายที่มีความถี่ในการแพร่กระจายสูงกว่าร้อยละ 20 จำนวน 2 สกุล คือ สาหร่ายในสกุล *Anabaena sp.* มีการแพร่กระจายในตัวอย่างที่สำรวจมากที่สุดถึง 126 isolates (ร้อยละ 46) รองลงไปได้แก่ สกุล *Nostoc sp.* จำนวน 79 isolates (ร้อยละ 28) สกุลที่พบว่ามีการแพร่กระจายน้อยได้แก่ *Scytonema sp.* , *Calothrix sp.*, *Tolypothrix sp.* , *Hapalosiphon sp.* , *Fischerella sp.* , *Nodularia sp.* , *Anabaenopsis sp.* และพวกที่ไม่สามารถจำแนกได้ โดยมีจำนวนสาหร่ายอยู่เพียง 11, 2, 3, 12, 3, 3, 1 และ 40 isolates คิดเป็น ร้อยละ 4, 1, 1, 4, 1, 1 , 0.35 และ 14 ตามลำดับ และสกุลที่พบทั้งหมดมีอยู่เพียง 9 สกุล และอีกจำนวนหนึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกได้

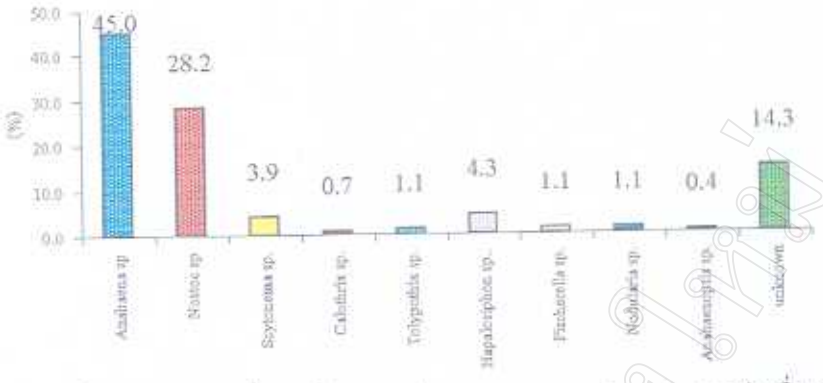
บริเวณภาคกลางมีความถี่ในการแพร่กระจาย (รูปที่ 11) สูงกว่าร้อยละ 20 จำนวน 2 สกุล เช่นเดียวกับตัวอย่างสาหร่ายในภาคเหนือ คือ สาหร่ายในสกุล *Anabaena sp.* มีการแพร่กระจายในตัวอย่างที่สำรวจมากที่สุดถึง 100 isolates (ร้อยละ 35) รองลงไปได้แก่ สกุล *Nostoc sp.* จำนวน 92 isolates (ร้อยละ 32) สกุลที่พบว่ามีการแพร่กระจายน้อยได้แก่ *Scytonema sp.* , *Calothrix sp.*, *Hapalosiphon sp.* , *Fischerella sp.* , *Nodularia sp.* , *Anabaenopsis sp.* และพวกที่ไม่สามารถจำแนกได้ มีตัวอย่างที่ตรวจพบว่ามีสาหร่ายอยู่เพียง 9, 4, 25, 5, 3, 4 และ 45 isolate (ร้อยละ 3, 1, 9, 2, 1, 1 และ 16) ตามลำดับ สกุลที่พบมีอยู่เพียง 8 สกุล และกลุ่มที่ไม่สามารถจำแนกได้

การแพร่กระจายของสาหร่ายที่สำรวจพบในระดับสกุลในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 12) มีความถี่ในการแพร่กระจายสูงกว่าร้อยละ 20 อยู่ 2 สกุล คือ สาหร่ายในสกุล *Anabaena sp.* มีการแพร่กระจายในตัวอย่างที่สำรวจมากที่สุดถึง 109 isolates (ร้อยละ 39) รองลงไปได้แก่ สกุล *Nostoc sp.* จำนวน 78 isolates (ร้อยละ 28) สกุลที่พบว่ามีการแพร่กระจายน้อย ได้แก่ *Scytonema sp.* , *Stigonema sp.* , *Calothrix sp.* , *Tolypothrix sp.* , *Hapalosiphon sp.* , *Fischerella sp.* , *Nodularia sp.* , *Anabaenopsis sp.*, *Cylindrospermum sp.* และพวกที่ไม่สามารถจำแนกได้ มีจำนวน 12, 1, 3, 3, 20, 3, 4, 5, 1 และ 47 isolates (ร้อยละ 4, 0.35, 1, 1, 7, 1, 1, 2, 0.35 และ 16) ตามลำดับ

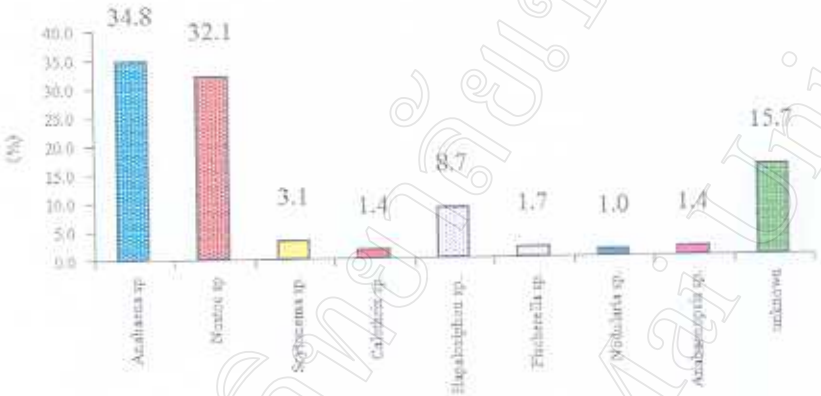
จะเห็นได้ว่าความถี่ของการแพร่กระจายที่สูงขึ้น จำนวนสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบจะมีน้อยลง ในขณะเดียวกันสกุลของสาหร่ายที่สำรวจพบว่ามีมากกว่า 30 isolates ขึ้นไป จะเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Anabaena sp.* และสกุล *Nostoc sp.* และรองลงมาได้แก่ *Scytonema sp.*, *Stigonema sp.*, *Calothrix sp.*, *Tolypothrix sp.*, *Hapalosiphon sp.*, *Fischerella sp.*, *Nodularial sp.*, *Anabaenopsis sp.*, และ *Cylindrospermum sp.* มีความถี่ในการแพร่กระจายต่ำ โดยผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ขัดแย้งกับผลรายงานของ สมถวิล (2531)ที่ว่า *Calothrix sp.* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีการแพร่กระจายสูงสุดจากการสำรวจในตัวอย่างดินนาทั่วประเทศ

สำหรับชนิดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สำรวจพบในครั้งนี้ทั้งหมด 11 สกุลตัวอย่างลักษณะ colony และfilament ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดแสดงไว้ในรูปที่ 13 จะเห็นได้ว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีความแตกต่างกันในลักษณะของ colony และfilament ทั้งที่อยู่ในสกุลเดียวกันและต่างสกุล ซึ่งลักษณะเหล่านี้อาจจะสามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งในการจำแนกสกุลได้

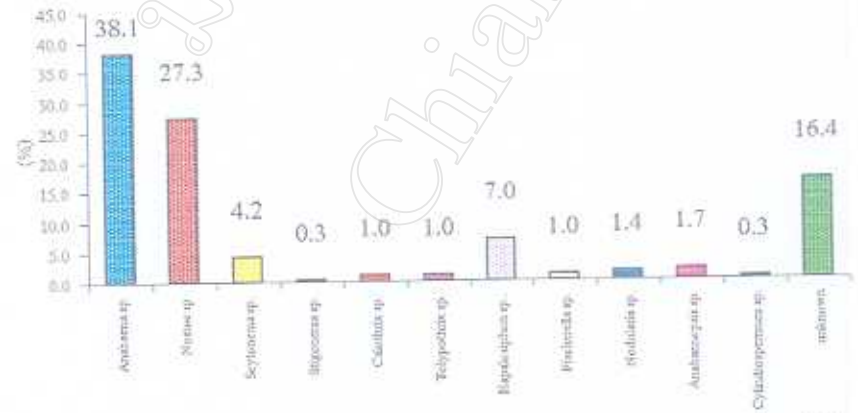
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูปที่ 10 แสดงความถี่ (%) ในการแพร่กระจายของ cyanobacteria สกุลต่างที่แยกได้จากดินบริเวณภาคเหนือระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึง พฤษภาคม 2541

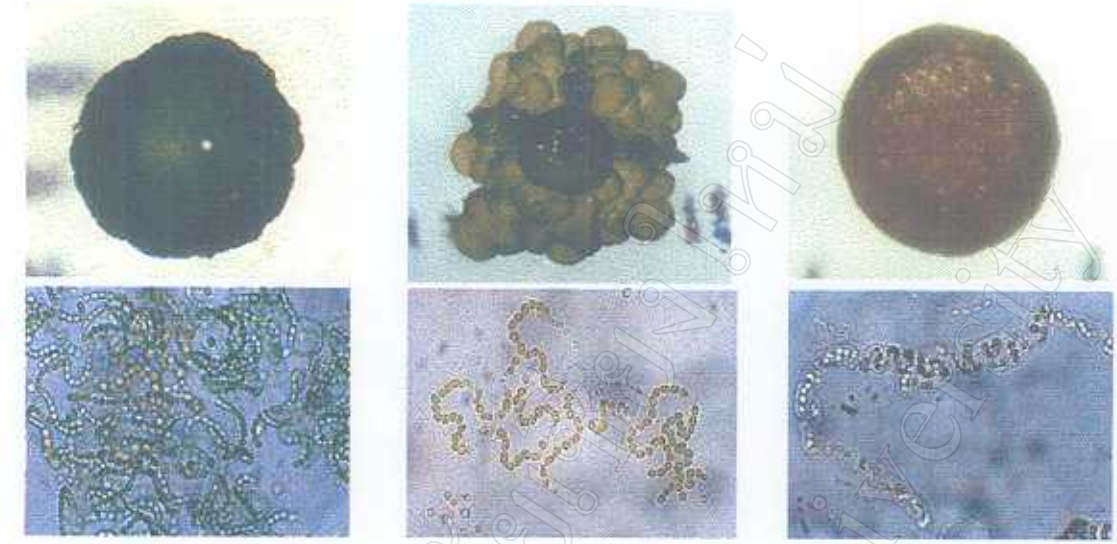


รูปที่ 11 แสดงความถี่ (%) ในการแพร่กระจายของ cyanobacteria สกุลต่างที่แยกได้จากดินบริเวณภาคกลางระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึง พฤษภาคม 2541

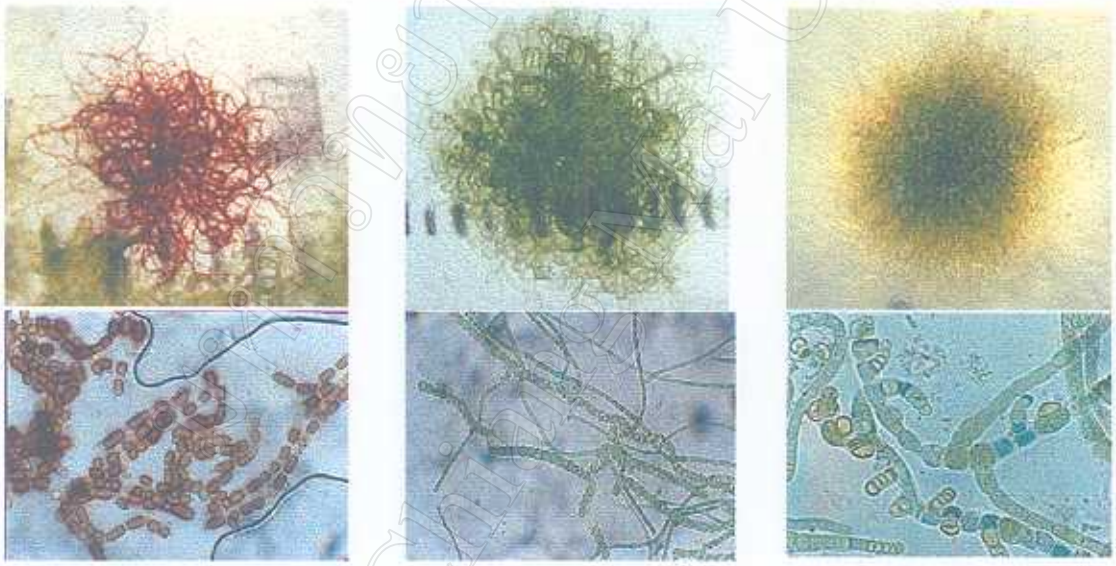


รูปที่ 12 แสดงความถี่ (%) ในการแพร่กระจายของ cyanobacteria สกุลต่างที่แยกได้จากดินบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึง พฤษภาคม 2541

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



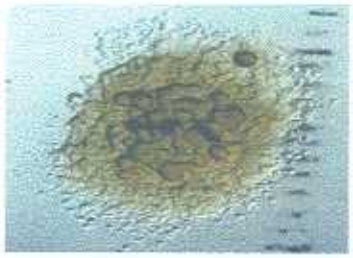
Anabaena sp *Nostoc sp.* *Nostoc sp.*

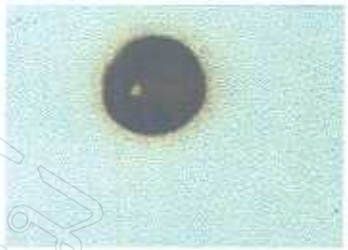


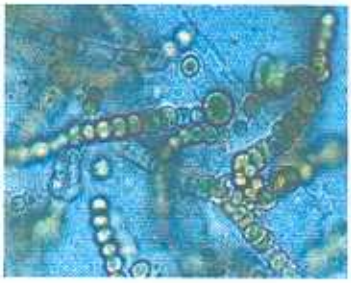
Unknown *Westiellopsis sp.* *Hapalosiphon sp.*

รูปที่ 13 ตัวอย่างลักษณะ colony และfilament ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University







Stigonema sp .

Anabaenopsis sp.

Fischerella sp.

Scytonema sp.

Cylindrospermum sp.

Nodularia sp.

Tolypothrix sp.

รูปที่ 13 (ต่อ) ตัวอย่างลักษณะ colony และfilament ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

4. ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการของตัวอย่าง cyanobacteria ที่เก็บรวบรวมได้ตลอดทั้งปี

ทำการศึกษารายละเอียดของตัวอย่าง cyanobacteria ที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดจำนวน 853 isolates คือ ศึกษาการเจริญเติบโต ปริมาณและชนิดเซล รวมทั้งศึกษาประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนในแต่ละ isolate ด้วย แล้วสร้างตารางแจกแจงความถี่โดยจัดแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงๆ โดย ทำการหาพิสัย (range) ของข้อมูลที่รวบรวมได้ ดังนี้คือ

R= ค่าสูงสุดของข้อมูล-ค่าต่ำสุดของข้อมูล

C= จำนวนชั้นที่ต้องการจัดแบ่ง

I= R/C เมื่อ I คือค่าระหว่างชั้น

แล้วทำการหาขีดจำกัดล่างของชั้นที่ 1 โดยใช้ค่าต่ำสุดของข้อมูลเป็นขีดจำกัดล่าง โดยใช้วิธีการ เอา I ไปหารข้อมูลต่ำสุด แล้วเอา I คูณผลลัพธ์อีกครั้งจึงนำไปหาขีดจำกัดของชั้นอื่นๆ ต่อไปตามลำดับเป็นช่วงๆ ตามความกว้างขนาดของชั้น (สนั่น, 2530) ได้ผลดังนี้คือ ผลการศึกษาสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีความแตกต่างกันในการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน โดยดูจากมวลของน้ำหนักแห้ง โปรตีน อัตราการตรึงไนโตรเจน และจำนวนเซลหลังจากบ่มเชื้อนาน 12 วัน ผลการศึกษาประมวลโดยอาศัยหลักสถิติดังกล่าวข้างต้นสามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาการเจริญเติบโต โดยดูจากมวลของน้ำหนักแห้ง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ สาหร่ายที่มีระดับมวลของน้ำหนักแห้งสูง อยู่ระหว่าง 6.12 – 8.67 mg/ml ระดับปานกลางอยู่ระหว่าง 3.56 – 3.11 mg/ml และในระดับต่ำ อยู่ระหว่าง 1 – 3.55 mg/ml

4.2 ปริมาณโปรตีน พบว่าสาหร่ายที่มีระดับโปรตีนสูง มีปริมาณโปรตีนตั้งแต่ 291.50 – 434.75 µg/ml ส่วนในระดับปานกลาง มีปริมาณตั้งแต่ 148.25 – 291.49 µg/ml และในระดับต่ำ มีปริมาณตั้งแต่ 5 – 148.24 µg/ml

4.3อัตราการตรึงไนโตรเจน พบว่าสาหร่ายที่มีอัตราการตรึงไนโตรเจนสูงตั้งแต่ 56.78 – 85.13 μmoles C_2H_4/h/mg chlorophyll ส่วนในระดับปานกลางตั้งแต่ 28.43 – 56.75 μmoles C_2H_4/h/mg chlorophyll และในระดับต่ำ ตั้งแต่ 0.084 – 28.42 μmoles C_2H_4/h/mg chlorophyll

4.4 ปริมาณเซล heterocyst, vegetative และ akinete หาได้โดยการใช้ counting chamber ชนิด pretroff-hausser chamber พบว่าสาหร่ายที่มีระดับปริมาณเซล heterocyst สูงมีประมาณ 7.42 – 8.08 cells/ml ส่วนระดับปานกลางมีปริมาณ ตั้งแต่ 6.76 – 7.41 cells/ml และในระดับต่ำมีประมาณ 6.1 – 6.75 cell/ml ส่วนปริมาณเซล vegetative ระดับสูงมีปริมาณ

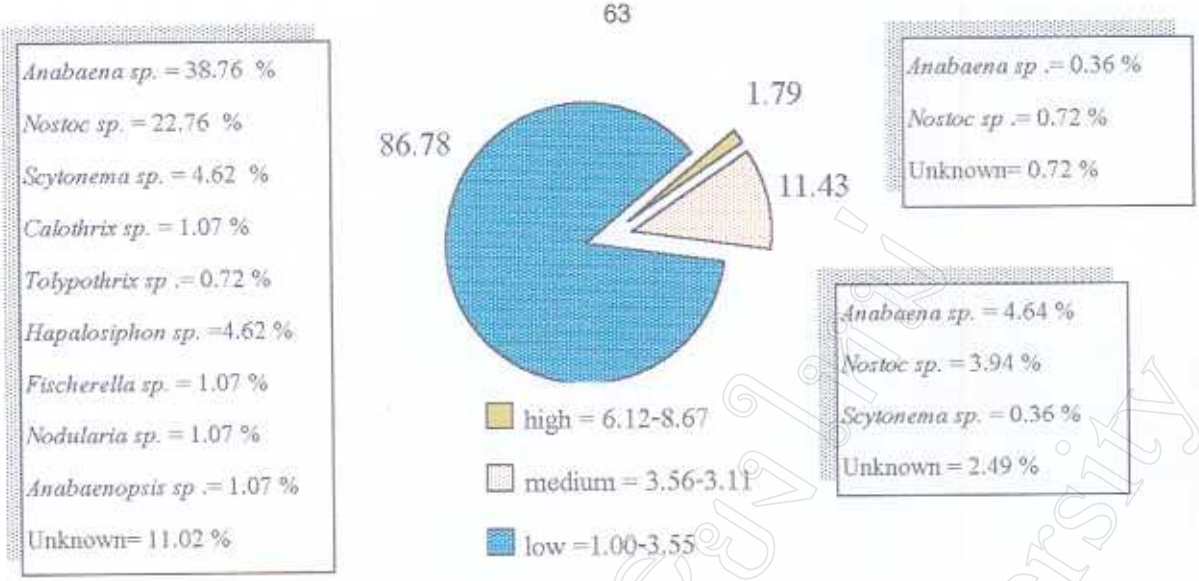
ตั้งแต่ 8.01 – 8.77 cells/ml ส่วนในระดับปานกลางมีปริมาณ ตั้งแต่ 7.25 – 8.00 cells/ml และในระดับต่ำ มีปริมาณ ตั้งแต่ 6.49 – 7.24 cells/ml สำหรับ akinete ระดับสูงมีปริมาณตั้งแต่ 6.49 – 8.70 cells/ ml ส่วนในระดับปานกลางมีปริมาณตั้งแต่ 4.28 – 6.48 cells/ml และในระดับต่ำมีปริมาณ ตั้งแต่ 2.07 – 4.27 cells/ml ขึ้นอยู่กับพื้นที่เก็บตัวอย่าง และเมื่อนำมาหาอัตราส่วนระหว่าง heterocyst กับ vegetative พบว่า ระดับสูงมีค่าตั้งแต่ 0.97 – 1.11 ส่วนในระดับปานกลาง มีค่าตั้งแต่ 0.83 – 0.96 และในระดับต่ำ มีค่าตั้งแต่ 0.69 – 0.8

ในตัวอย่าง cyanobacteria ที่รวบรวมได้ในภาคเหนือ (รูปที่ 14) พบว่าสาหร่ายที่มีมวลของน้ำหนักแห้งระดับสูง มีอยู่ 5 isolates คิดเป็นร้อยละ 1.79 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 0.36, *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.72 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.72 ในระดับปานกลางมีอยู่ 31 isolates คิดเป็นร้อยละ 11.43 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 4.64, *Nostoc sp.* ร้อยละ 3.94, *Scytonema sp.* ร้อยละ 0.36 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 2.49 ในระดับต่ำมีอยู่ 244 isolates คิดเป็นร้อยละ 86.78 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 38.76, *Nostoc sp.*ร้อยละ 22.76, *Scytonema sp.* ร้อยละ 4.62, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.07, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 0.72 , *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 4.62, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.07, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.07, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.07 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 11.02 ปริมาณโปรตีน พบว่า (รูปที่ 15) ระดับสูงมีอยู่ 16 isolates คิดเป็นร้อยละ 5.71 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 1.43, *Nostoc sp.* ร้อยละ 2.86, *Scytonema sp.* ร้อยละ 0.36, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.36 , *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.36 และ *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.36 ในระดับปานกลางมีอยู่ 182 isolates คิดเป็นร้อยละ 65 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 29.04 , *Nostoc sp.*ร้อยละ 20.07, *Scytonema sp.* ร้อยละ 2.14, *Stigonema sp.* ร้อยละ 0.36, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.07, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 1.69, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.69, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.69 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 7.27 ในระดับต่ำมีอยู่ 82 isolates คิดเป็นร้อยละ 29.29 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 10.95, *Nostoc sp.* ร้อยละ 7.28, *Scytonema sp.* ร้อยละ 1.46, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 0.36, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 2.52, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.73 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 6.55 มีอัตราการตรึงไนโตรเจน (รูปที่ 16) พบว่าระดับสูงมีอยู่เพียง isolate เดียวคือ *Anabaena sp.* คิดเป็นร้อยละ 0.36 ในระดับปานกลางมีอยู่ 2 isolates คิดเป็นร้อยละ 0.71 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 0.36 และ *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.36 ในระดับต่ำมีอยู่ 277 isolates คิดเป็นร้อยละ 98.88 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 43.93, *Nostoc sp.*ร้อยละ 27.50, *Scytonema sp.* ร้อยละ 3.57, *Calothrix sp.*ร้อยละ 1.07, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 1.07, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 4.24, *Fischerella sp.*ร้อยละ 1.07,

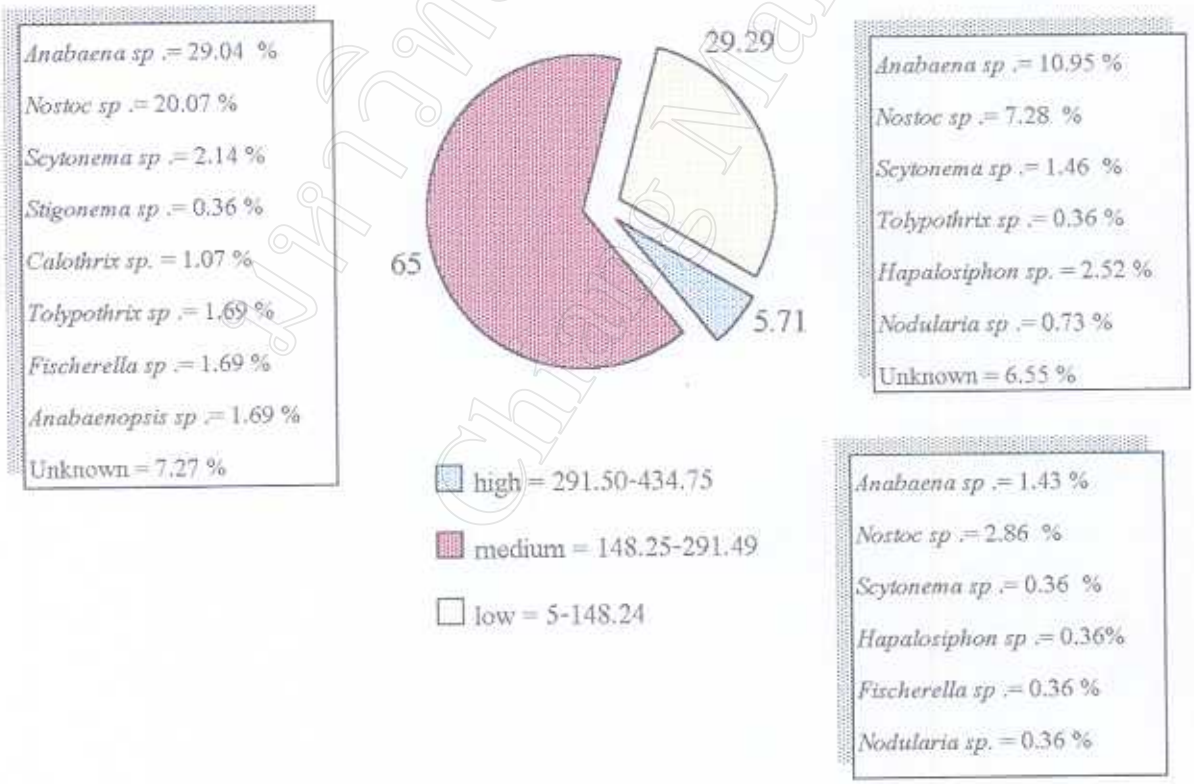
Nodularia sp. ร้อยละ 1.07, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.07 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ร้อยละ 14.29 มีปริมาณเซล akinete (รูปที่ 17) พบว่าระดับสูง มีอยู่ 95 isolates คิดเป็นร้อยละ 84.68 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 45.03, *Nostoc sp.* ร้อยละ 27.01, *Scytonema sp.* ร้อยละ 1.80, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 1.80 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 9.00 ในระดับปานกลางมีอยู่ 10 isolates คิดเป็นร้อยละ 8.11 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 6.31, *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.90 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.90 ในระดับต่ำมีอยู่ 6 isolates คิดเป็นร้อยละ 7.2 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 5.41 และ *Nostoc sp.* ร้อยละ 1.80 ปริมาณ heterocyst (รูปที่ 18) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 20 isolates คิดเป็นร้อยละ 7.14 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 3.93, *Nostoc sp.* ร้อยละ 1.79, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.36, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 0.36 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.71 ในระดับปานกลางมีอยู่ 208 isolates คิดเป็นร้อยละ 74.29 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 32.16, *Nostoc sp.* ร้อยละ 21.44, *Scytonema sp.* ร้อยละ 3.57, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.07, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 0.71, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 3.22 , *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.71, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.36, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.10, และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 10.01 ในระดับต่ำมีอยู่ 52 isolates คิดเป็นร้อยละ 18.57 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 7.84, *Nostoc sp.* ร้อยละ 4.64, *Scytonema sp.*ร้อยละ 1.11, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 0.36, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.36 , *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.71 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 3.57 ปริมาณเซล vegetative (รูปที่ 19) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 149 isolates คิดเป็นร้อยละ 53.21 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 21.42, *Nostoc sp.* ร้อยละ 16.06, *Scytonema sp.* ร้อยละ 0.73, *Calothrix sp.* ร้อยละ 0.36 , *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 3.57 , *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.36, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.36, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.07 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ร้อยละ 9.29 ในระดับปานกลาง มีอยู่ 126 isolates คิดเป็นร้อยละ 45 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 20.34, *Nostoc sp.* ร้อยละ 11.42, *Scytonema sp.* ร้อยละ 3.92 , *Calothrix sp.* ร้อยละ 0.72, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 1.07, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 1.07, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.72 , *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.72 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 5.03 ในระดับต่ำมีอยู่ 5 isolates คิดเป็นร้อยละ 1.79 ซึ่งประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 1.07 และ *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.72 ส่วนอัตราส่วนระหว่าง heterocyst กับ vegetative (รูปที่ 20) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 5 isolates คิดเป็นร้อยละ 1.79 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 1.07 และ *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.72 ในระดับปานกลางมีอยู่ 244 isolates คิดเป็นร้อยละ 87.14 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 38.59, *Nostoc sp.* ร้อยละ 25.72, *Scytonema sp.* ร้อยละ 4.29, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.07, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ

1.07, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 4.24, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.71, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.71, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 0.36 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 10.36 ในระดับต่ำมีอยู่ 31 isolates คิดเป็นร้อยละ 11.07 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 3.22, *Nostoc sp.* ร้อยละ 2.15 , *Scytonema sp.* ร้อยละ 0.36, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.36, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.36 , *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.36, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 0.36 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 3.93

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

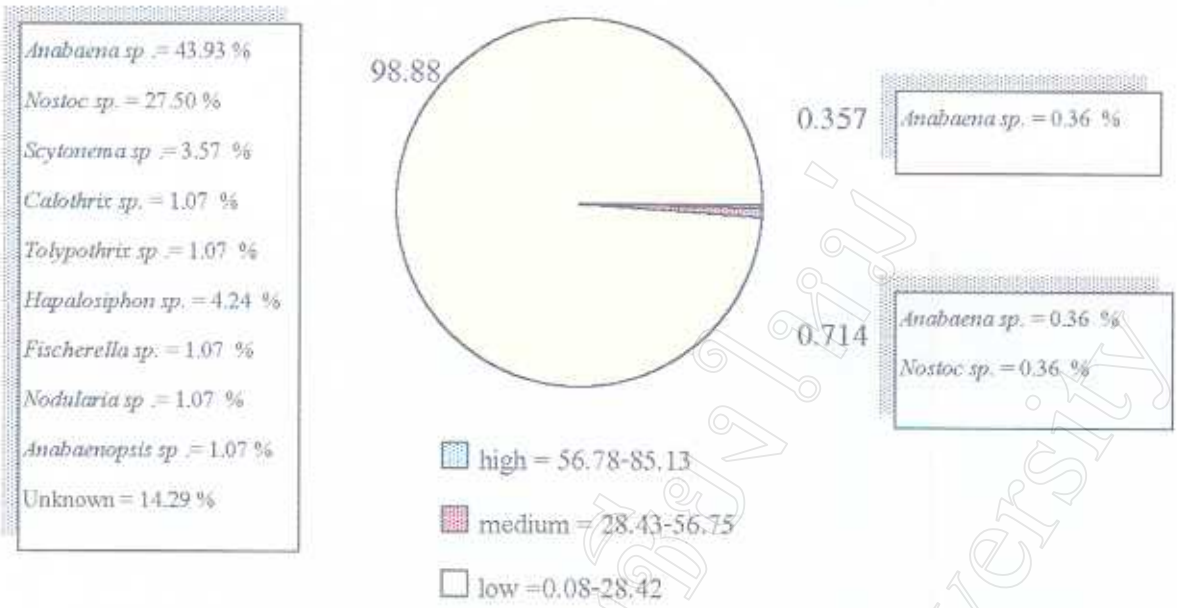


รูปที่ 14 การจัดแบ่งกลุ่มตามค่าน้ำหนักแห้ง (mg/ml) เป็นร้อยละ ของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคเหนือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

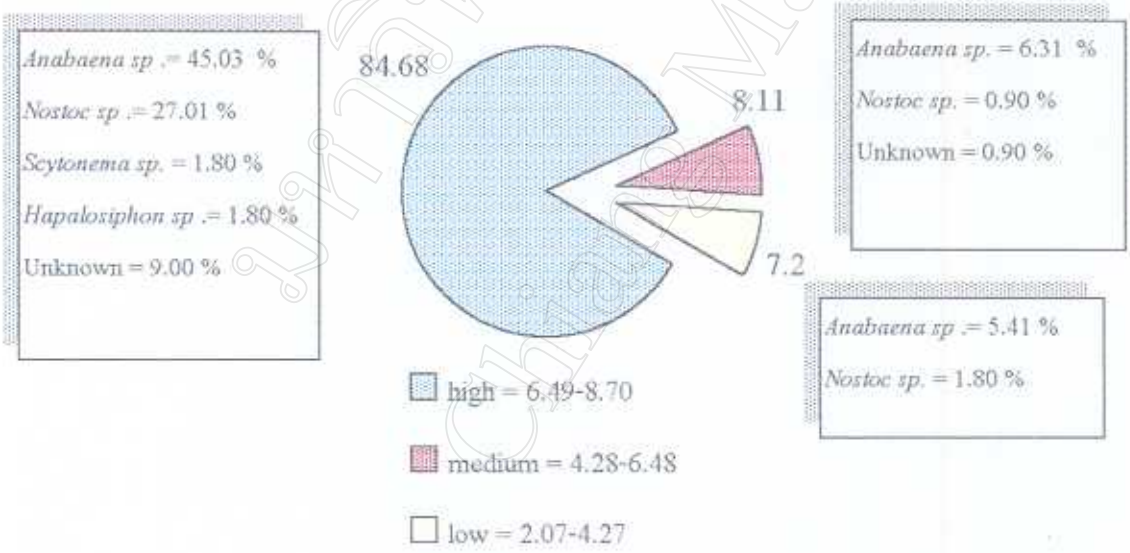


รูปที่ 15 การจัดแบ่งกลุ่มตามปริมาณโปรตีน (mg/ml) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคเหนือระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

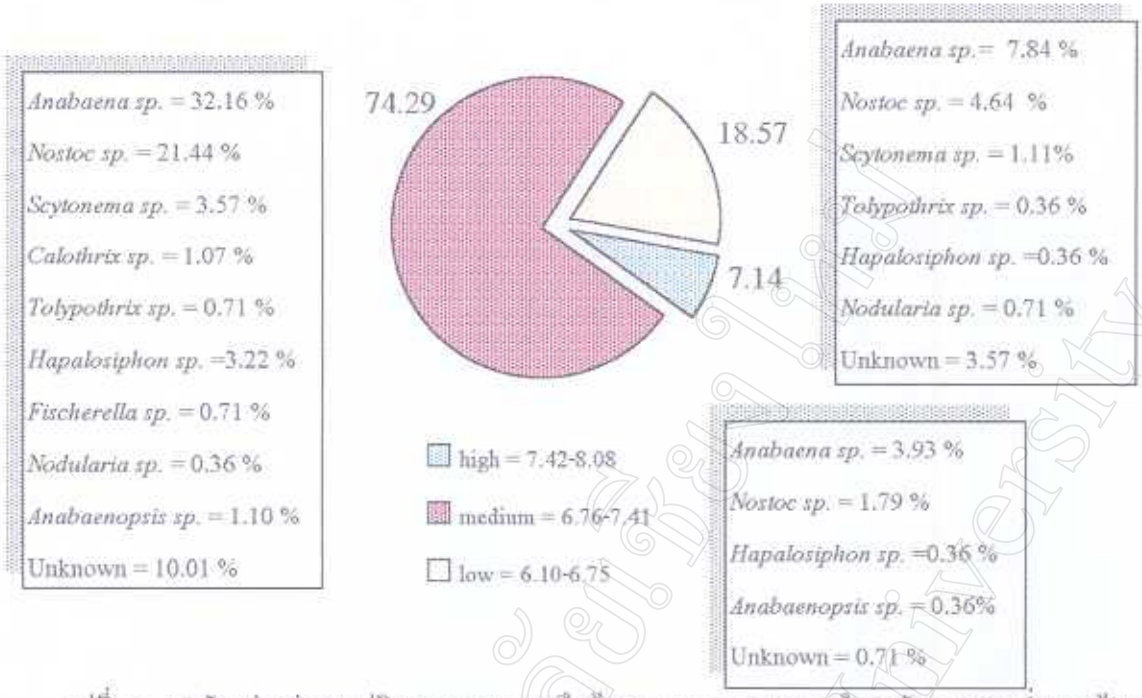


รูปที่ 16 การจัดแบ่งกลุ่มตามอัตราการตรึงไนโตรเจน (μ moles C_2H_4/h/mg chlorophyll)เป็นร้อยละ ของcyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินเก็บจากภาคเหนือ ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

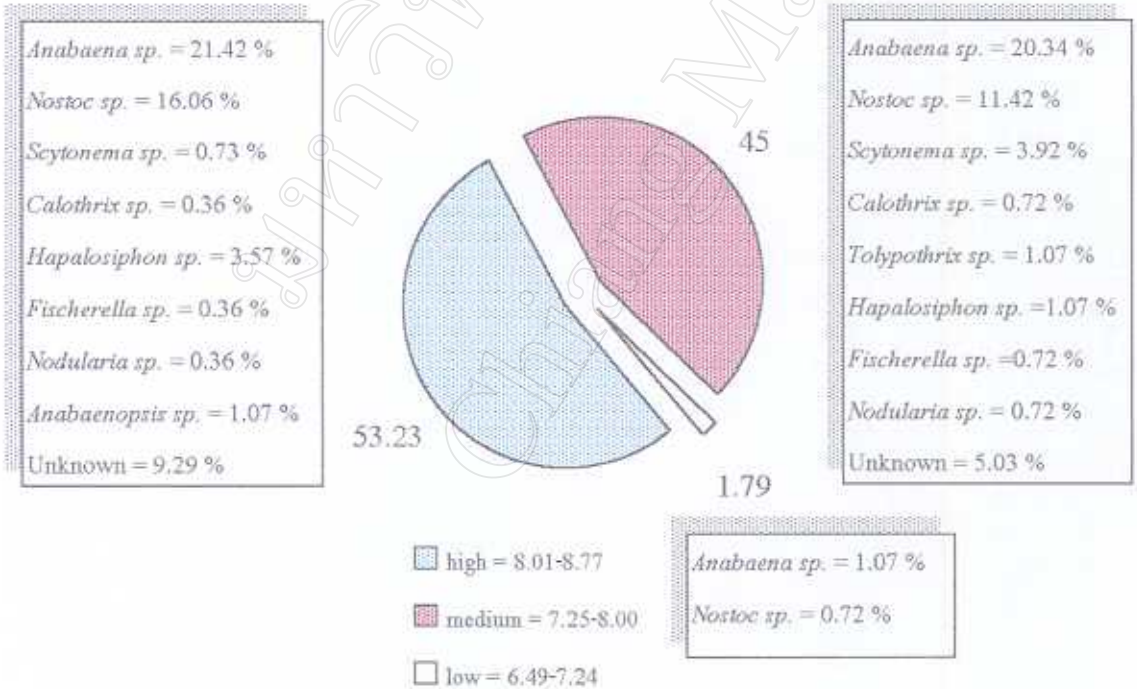


รูปที่ 17 การจัดแบ่งกลุ่มตามจำนวน akinete (cells/ml) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่ม ในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคเหนือระหว่างเดือน กรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

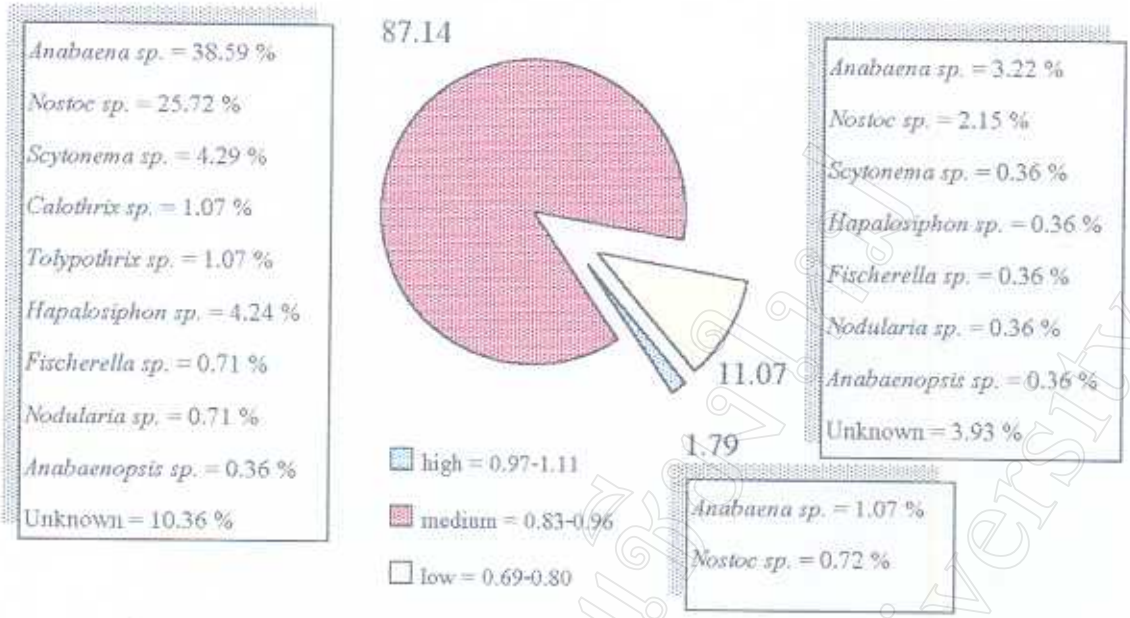
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูปที่ 18 การจัดแบ่งกลุ่มตามปริมาณ heterocyst เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคเหนือ ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541



รูปที่ 19 แสดงการจัดแบ่งกลุ่มตามปริมาณ vegetative เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคเหนือ ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541



รูปที่ 20 การจัดแบ่งกลุ่มตามอัตราส่วนของ heterocyst : vegetative เป็นร้อยละของ cyanobacteria ใน ระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บ จากภาคเหนือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

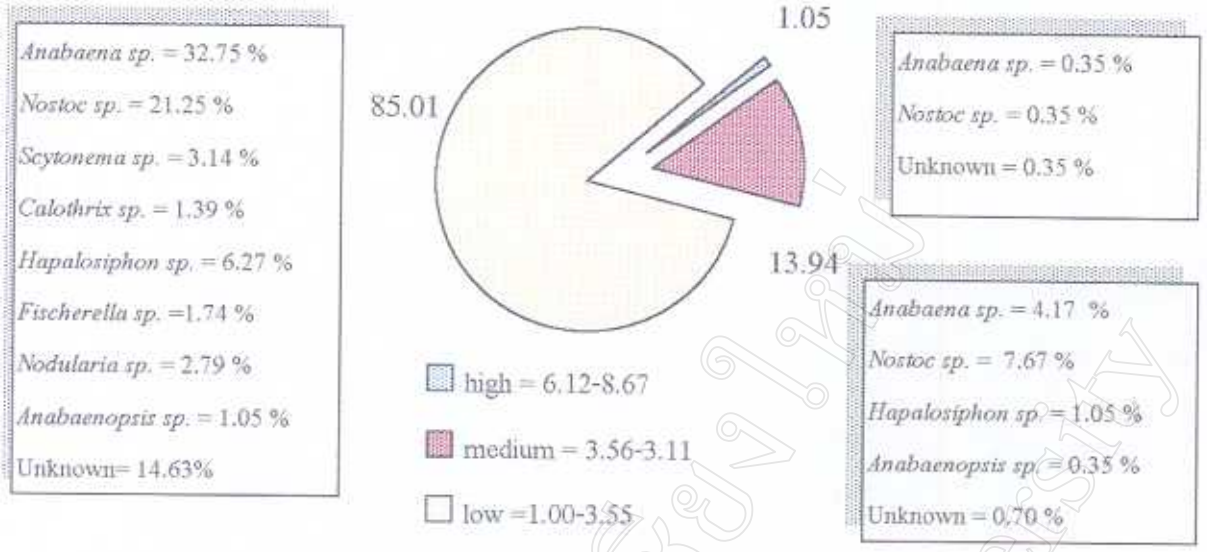
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ส่วนในตัวอย่าง cyanobacteria จากภาคกลาง (รูปที่ 21) พบว่าสาหร่ายที่มีมวลของน้ำหนักแห้งระดับสูง มีอยู่ 3 isolates คิดเป็นร้อยละ 1.05 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 0.35, *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.35 ในระดับปานกลาง มีอยู่ 40 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13.94 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 4.17, *Nostoc sp.* ร้อยละ 7.67, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 1.05, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.70 ในระดับต่ำมีอยู่ 244 isolates คิดเป็นร้อยละ 85.01 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 32.75, *Nostoc sp.* ร้อยละ 21.25, *Scytonema sp.* ร้อยละ3.14, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.39, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 6.27, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.74, *Nodularia sp.* ร้อยละ 2.79, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.05 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 14.63 ปริมาณโปรตีน (รูปที่ 22) พบว่าระดับสูงอยู่ 29 isolates คิดเป็นร้อยละ 10.1 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 3.14, *Nostoc sp.* ร้อยละ 4.86, *Scytonema sp.* ร้อยละ 0.70, *Hapalosiphon sp.*ร้อยละ 0.35 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 1.05 ในระดับปานกลางมีอยู่ 173 isolates คิดเป็นร้อยละ 60.28 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 21.95, *Nostoc sp.* ร้อยละ 20.21, *Scytonema sp.*ร้อยละ 0.70, *Calothrix sp.* ร้อยละ 0.35, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 4.87, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.70, *Nodularia sp.*ร้อยละ 1.05, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.05 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 9.40 ในระดับต่ำมีอยู่ 85 isolates คิดเป็นร้อยละ 29.62 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 9.40, *Nostoc sp.*ร้อยละ 6.62, *Scytonema sp* ร้อยละ 1.74, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.05 , *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 3.48, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.05, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.70, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 5.23 อัตราการตรึงไนโตรเจน (รูปที่ 23) พบว่าระดับสูงมีอยู่เพียง isolate เดียวคือ *Nostoc sp.* คิดเป็นร้อยละ 0.70 ในระดับปานกลางก็มีเพียง isolate เดียวคือ *Anabaena sp.* คิดเป็นร้อยละ 0.35 และในระดับต่ำมีอยู่ 277 isolates คิดเป็นร้อยละ 98.95 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 34.17, *Nostoc sp.* ร้อยละ 31.35, *Scytonema sp.* ร้อยละ 3.48, *Calothrix sp.* ร้อยละ1.39, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 8.36, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.74 , *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.39, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.39 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ร้อยละ 15.68 ปริมาณเซล akinete (รูปที่ 24) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 80 isolates คิดเป็นร้อยละ 75.6 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 32.71, *Nostoc sp.* ร้อยละ 28.04, *Scytonema sp.* ร้อยละ 0.93 , *Calothrix sp.*ร้อยละ 1.80, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.93, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.93 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 10.26 ในระดับปานกลาง 13 isolates คิดเป็นร้อยละ12.2 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 6.57, *Nostoc sp.* ร้อยละ 3.77, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.93, *Nodularia sp.*

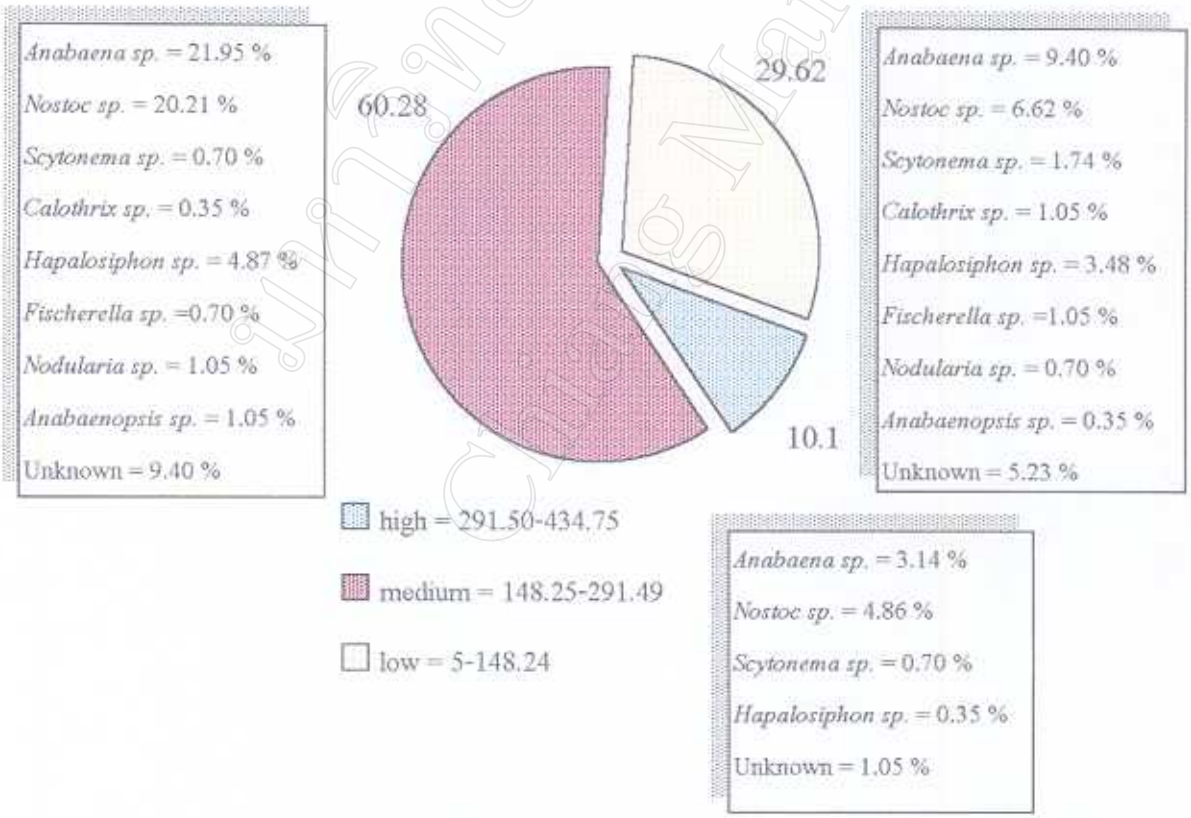
ร้อยละ 0.93 ในระดับต่ำมีอยู่ 14 isolates คิดเป็นร้อยละ 12.2 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 3.74, *Nostoc sp.*ร้อยละ 2.86, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.93, *Nodularia sp.* ร้อยละ0.93 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ร้อยละ 3.74 ในส่วนของปริมาณ heterocyst (รูปที่ 25) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 14 isolates คิดเป็นร้อยละ 4.88 ประกอบด้วย สกุล *Anabaena sp.* ร้อยละ 1.74, *Nostoc sp.* ร้อยละ 1.74, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.70, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.35 ในระดับปานกลางมีอยู่ 239 isolates คิดเป็นร้อยละ 83.28 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 29.02, *Nostoc sp.* ร้อยละ 26.33, *Scytonema sp.* ร้อยละ 2.45, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 6.65, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.40, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.05, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.40 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 13.99 ในระดับต่ำมีอยู่ 34 isolates คิดเป็นร้อยละ 11.85 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 3.50, *Nostoc sp.* ร้อยละ 4.18, *Scytonema sp.* ร้อยละ 0.70, *Calothrix sp.* ร้อยละ 0.35, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 1.39, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.35 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 1.39 ปริมาณเซล vegetative (รูปที่ 26) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 146 isolates คิดเป็นร้อยละ 50.87 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 16.03, *Nostoc sp.* ร้อยละ 16.38, *Scytonema sp.* ร้อยละ 1.74, *Calothrix sp.* ร้อยละ 0.35, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 3.88, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.39, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.70, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 0.70 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 6.31 ในระดับปานกลางมีอยู่ 131 isolates คิดเป็นร้อยละ 45.64 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 17.06, *Nostoc sp.* ร้อยละ 14.63, *Scytonema sp.* ร้อยละ 1.39, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 3.48, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.35, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.70, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 0.70 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 6.31 ในระดับต่ำมีอยู่ 10 isolates คิดเป็นร้อยละ 3.48 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 2.09, *Nostoc sp.* ร้อยละ 1.04 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.35 ส่วนอัตราส่วนระหว่าง heterocyst กับ vegetative (รูปที่ 27) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 12 isolates คิดเป็นร้อยละ 4.18 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 1.74, *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.70, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 1.40 ในระดับปานกลางมีอยู่ 254 isolates คิดเป็นร้อยละ 88.50 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 28.94, *Nostoc sp.* ร้อยละ 30.34, *Scytonema sp.* ร้อยละ 3.14, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.04, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 7.32, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.74, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.40, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.40 ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 13.25 ในระดับต่ำมีอยู่ 21 isolates คิดเป็นร้อยละ 7.32 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 3.14, *Nostoc sp.* ร้อยละ

1.74, *Calothrix sp.* ร้อยละ 0.35, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 1.05 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ร้อยละ 1.05

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

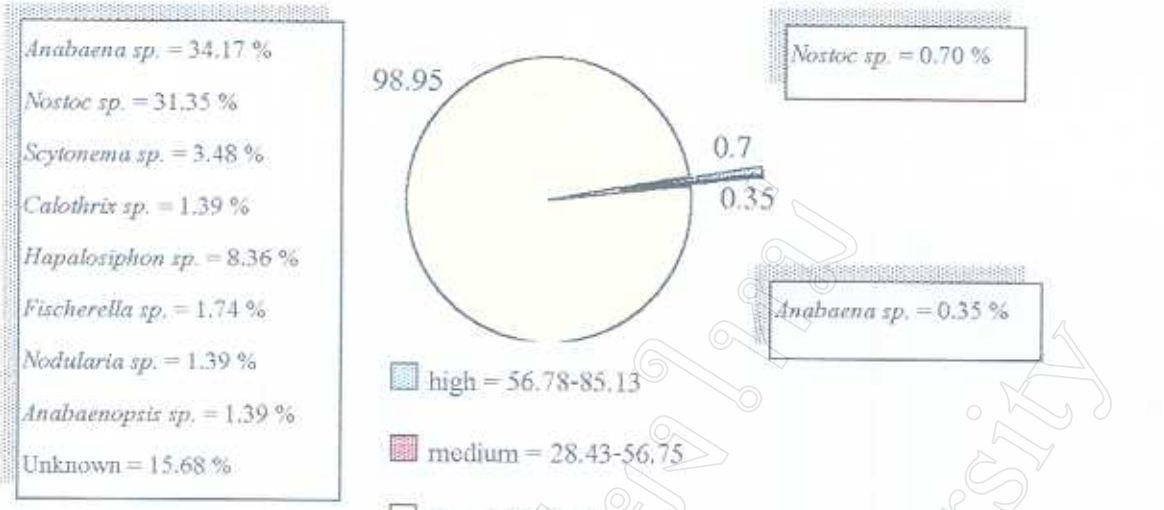


รูปที่ 21 การจัดแบ่งกลุ่มตามค่าน้ำหนักแห้ง (mg/ml) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคกลาง ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

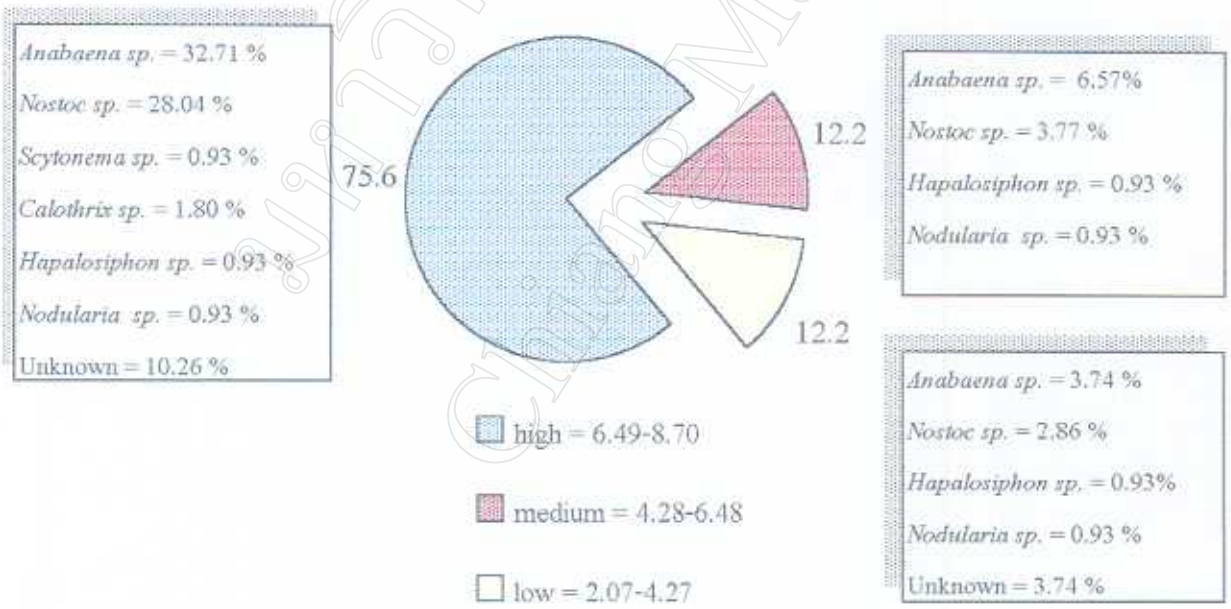


รูปที่ 22 การจัดแบ่งกลุ่มตามปริมาณโปรตีน (mg/ml) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูงกลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคกลาง ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

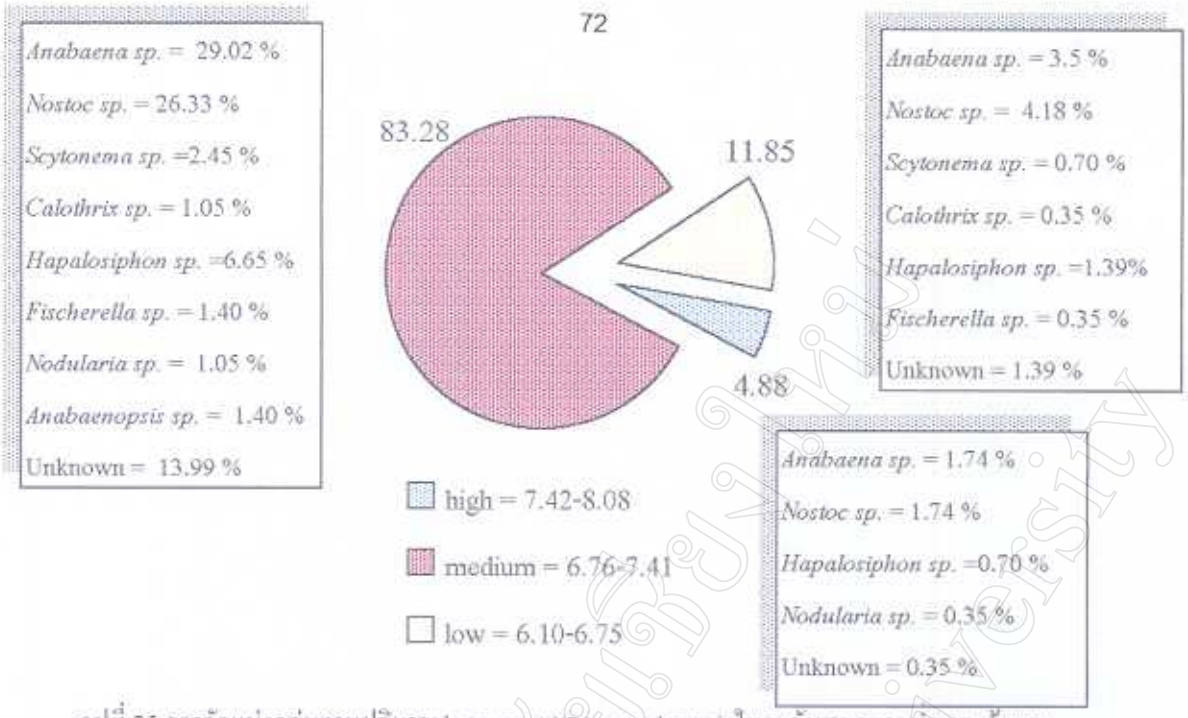
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



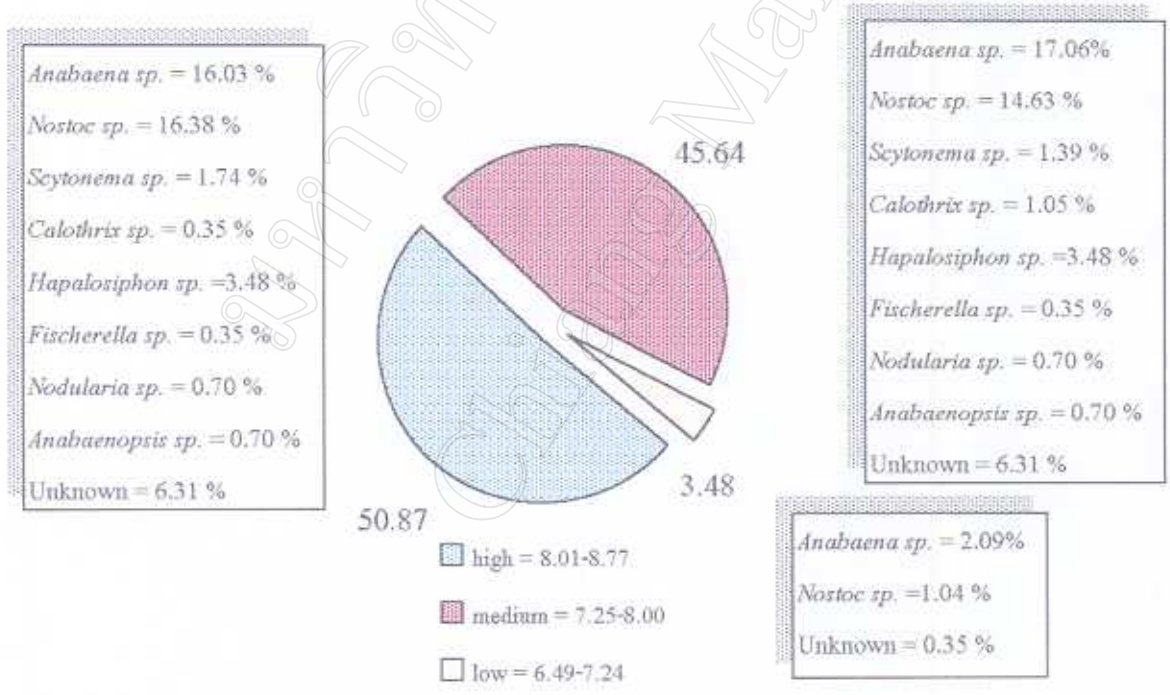
รูปที่ 23 การจัดแบ่งกลุ่มตามอัตราการตรึงไนโตรเจน (u moles C_2H_4/h/mg chlorophyll) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่อยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคกลาง ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541



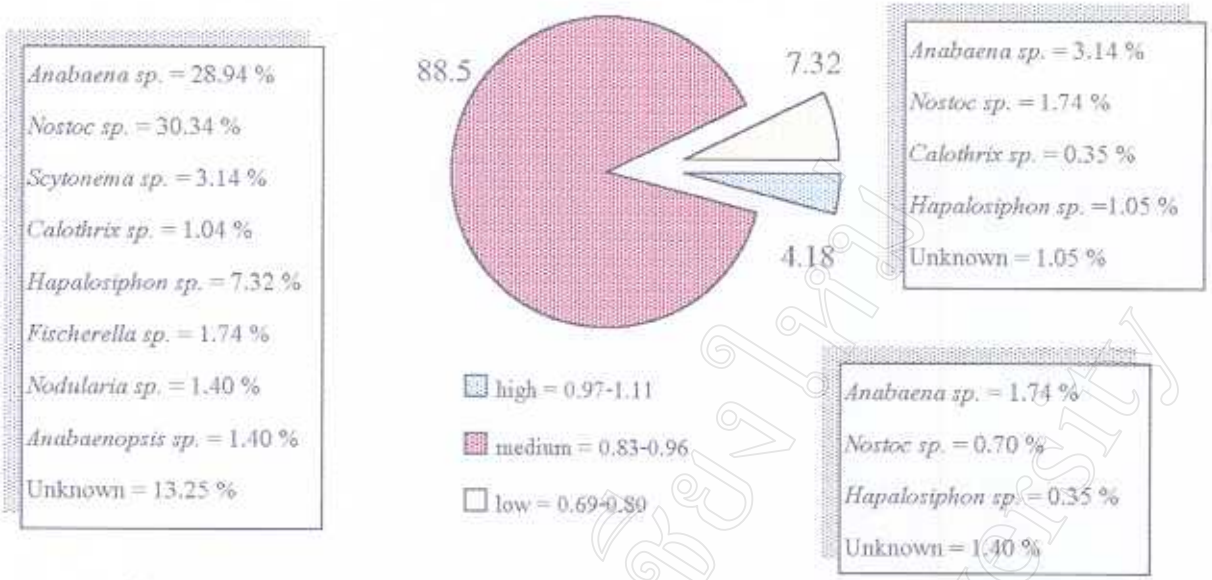
รูปที่ 24 การจัดแบ่งกลุ่มตามจำนวน akinete (cells/ml) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคกลาง ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541



รูปที่ 25 การจัดแบ่งกลุ่มตามปริมาณ heterocyst ของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคกลางระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541



รูปที่ 26 การจัดแบ่งกลุ่มตามปริมาณ vegetative ของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำและร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคกลางระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541



รูปที่ 27 การจัดแบ่งกลุ่ม heterocyst : vegetative ของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคกลางระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

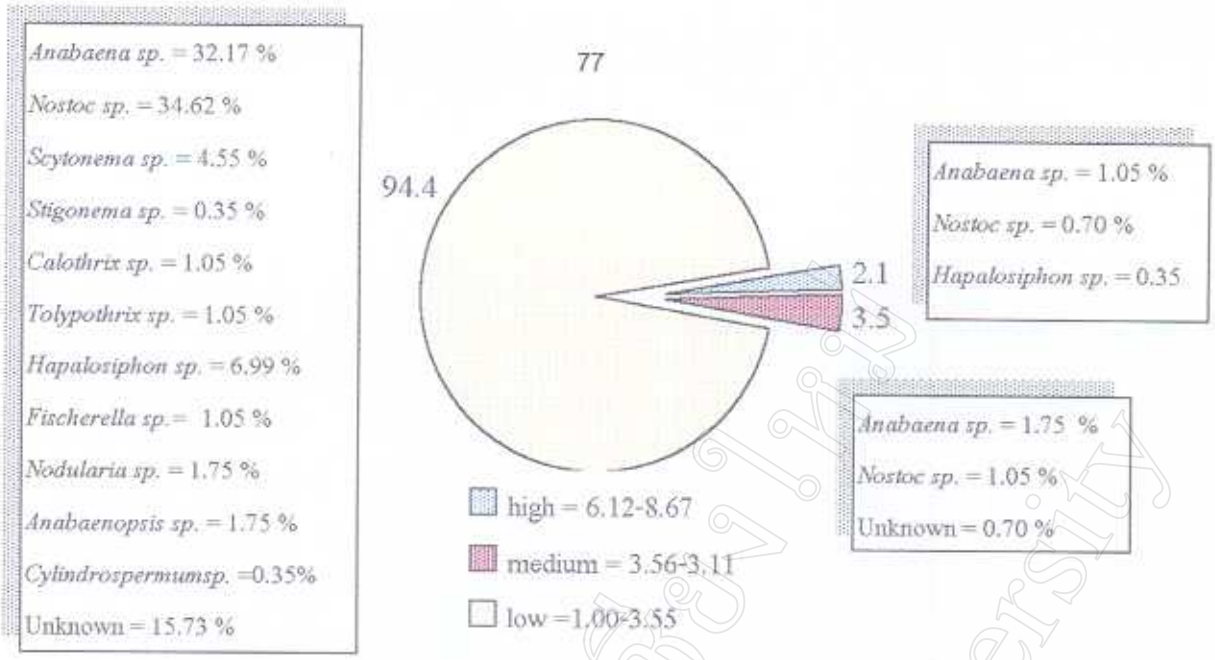
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ในตัวอย่าง cyanobacteria จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 28) พบว่าสาหร่ายที่มีมวลของน้ำหนักแห้งระดับสูง มีอยู่ 6 isolates คิดเป็นร้อยละ 2.1 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ1.05, *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.70 และ *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.35 ในระดับปานกลางมีอยู่ 9 isolates คิดเป็นร้อยละ 3.5 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 1.75, *Nostoc sp.* ร้อยละ 1.05 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.70 ในระดับต่ำมีอยู่ 271 isolates คิดเป็นร้อยละ 94.4 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 32.17, *Nostoc sp.* ร้อยละ 34.62, *Scytonema sp.* ร้อยละ 4.55, *Stigonema sp.* ร้อยละ 0.35, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Tolypothrix* sp. ร้อยละ 1.05, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 6.99, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.05, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.75, *Anabaenopsis sp.*ร้อยละ 1.75, *Cylindrospermum sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 15.73 มีปริมาณโปรตีน (รูปที่ 29) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 37 isolates คิดเป็นร้อยละ 12.94 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 6.30, *Nostoc sp.* ร้อยละ 3.48, *Scytonema sp.* ร้อยละ 0.35, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 1.41, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.35, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ร้อยละ 0.70 ในระดับปานกลางมีอยู่ 181 isolates คิดเป็นร้อยละ 63.28 ซึ่งประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 27.62, *Nostoc sp.* ร้อยละ 22.71, *Scytonema sp.* ร้อยละ 2.45, *Stigonema sp.* ร้อยละ 0.70, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 0.70, *Hapalosiphon sp* ร้อยละ 3.15, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.35, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.05, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.05, *Cylindrospermum sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 2.10 ในระดับต่ำมีอยู่ 68 isolates คิดเป็นร้อยละ 23.75 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 4.90, *Scytonema sp.* ร้อยละ 1.75, *Stigonema sp.* ร้อยละ 0.7, *Tolypothrix sp* ร้อยละ 0.35, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 2.8, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.7, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 12.24 มีอัตราการตรึงไนโตรเจน (รูปที่ 30) พบว่าระดับสูงไม่มี ในระดับปานกลางมีอยู่ 4 isolates คิดเป็นร้อยละ 1.39 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 1.04 และ *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.35 ในระดับต่ำมีอยู่ 282 isolates คิดเป็นร้อยละ 98.61 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 35.19, *Nostoc sp.* ร้อยละ 26.13, *Scytonema sp.* ร้อยละ 4.53, *Stigonema sp.* ร้อยละ 1.74, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 7.32, *Fischerella sp.* ร้อยละ 1.05, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.75, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.75, *Cylindrospermum sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 16.38 ปริมาณเซล akinete (รูปที่ 31) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 110 isolates คิดเป็นร้อยละ 94.22 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 45.76, *Nostoc sp.* ร้อยละ 25.86, *Stigonema* sp. ร้อยละ 0.85, *Calothrix sp.* ร้อยละ

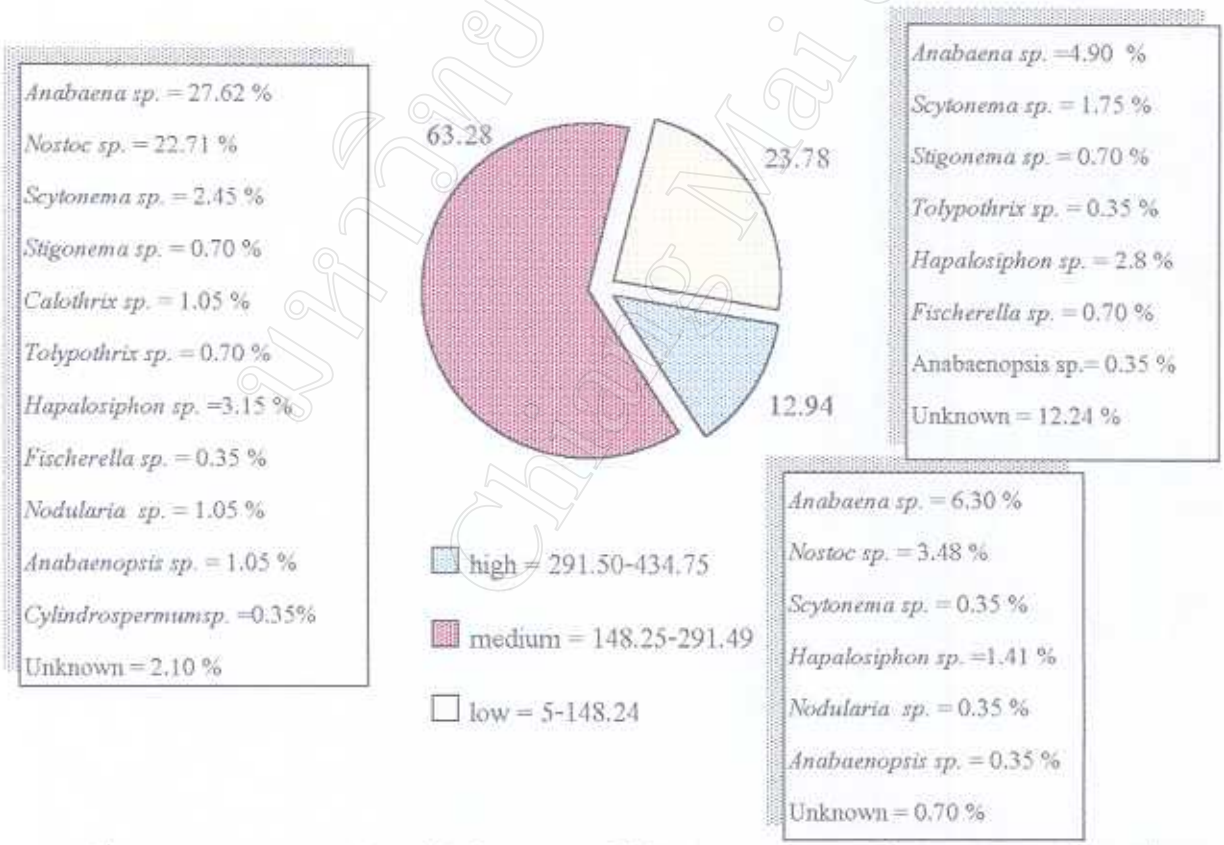
0.85, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 0.85, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 4.64, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.85, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.7, *Cylindrospermum sp.* ร้อยละ 0.85 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 11.01 ในระดับปานกลางมีเพียง isolate เดียว คิดเป็นร้อยละ 0.85 คือ *Anabaena sp.* ร้อยละ 0.85 ในระดับต่ำมีอยู่ 7 isolates คิดเป็นร้อยละ 5.93 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 4.23, *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.85 และ *Calothrix sp.* ร้อยละ 0.85 ปริมาณ heterocyst (รูปที่ 32) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 21 isolates คิดเป็นร้อยละ 7.34 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 3.49, *Nostoc sp.* ร้อยละ 2.10, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ร้อยละ 1.4 ในระดับปานกลางมีอยู่ 221 isolates คิดเป็นร้อยละ 77.27 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 24.36, *Nostoc sp.* ร้อยละ 19.90, *Stigonema sp.* ร้อยละ 0.70, *Scytonema sp.* ร้อยละ 3.49, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 5.93, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.35, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.05, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.48, *Cylindrospermum sp.* ร้อยละ 0.35 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ ร้อยละ 12.92 ในระดับต่ำมีอยู่ 44 isolates คิดเป็น ร้อยละ 15.38 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 3.75, *Nostoc sp.* ร้อยละ 5.95, *Scytonema sp.* ร้อยละ 1.05, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 1.05, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.70, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.70 และไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 2.10 ปริมาณเซล vegetative (รูปที่ 33) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 151 isolates คิดเป็นร้อยละ 52.80 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 21.32, *Nostoc sp.* ร้อยละ 12.93, *Scytonema sp.* ร้อยละ 1.40, *Calothrix sp.* ร้อยละ 0.35, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 2.44, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.70, *Nodularia sp.* ร้อยละ 0.70, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.78 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 11.18 ในระดับปานกลางมีอยู่ 131 isolates คิดเป็นร้อยละ 45.80 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 15.77, *Nostoc sp.* ร้อยละ 12.58, *Scytonema sp.* ร้อยละ 3.49, *Stigonema sp.* ร้อยละ 0.70, *Calothrix sp.* ร้อยละ 0.70, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 4.89, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.35, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.05, *Cylindrospermum sp.* ร้อยละ 0.35 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 4.89 ในระดับต่ำมีอยู่ 4 isolates คิดเป็นร้อยละ 1.40 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 0.70 *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.35 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.35 สำหรับอัตราส่วนระหว่าง heterocyst กับ vegetative (รูปที่ 34) พบว่าระดับสูงมีอยู่ 2 isolates คิดเป็นร้อยละ 0.70 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 0.35 และ *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.35 ในระดับปานกลางมีอยู่ 259 isolates คิดเป็นร้อยละ 90.56 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 31.46, *Nostoc sp.* ร้อยละ 25.1, *Scytonema sp.* ร้อยละ 4.55, *Stigonema sp.* ร้อยละ 0.35, *Calothrix sp.* ร้อยละ 1.05, *Tolypothrix sp.* ร้อยละ 1.05,

Hapalosiphon sp. ร้อยละ 6.99, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.70, *Nodularia sp.* ร้อยละ 1.75, *Anabaenopsis sp.* ร้อยละ 1.39, *Cylindrospermum sp.* ร้อยละ 0.35 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 15.73 ในระดับต่ำมีอยู่ 25 isolates คิดเป็นร้อยละ 1.40 ประกอบด้วย *Anabaena sp.* ร้อยละ 0.62, *Nostoc sp.* ร้อยละ 0.56, *Hapalosiphon sp.* ร้อยละ 0.06, *Fischerella sp.* ร้อยละ 0.06 และ ไม่สามารถจำแนกสกุลได้ร้อยละ 0.11

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

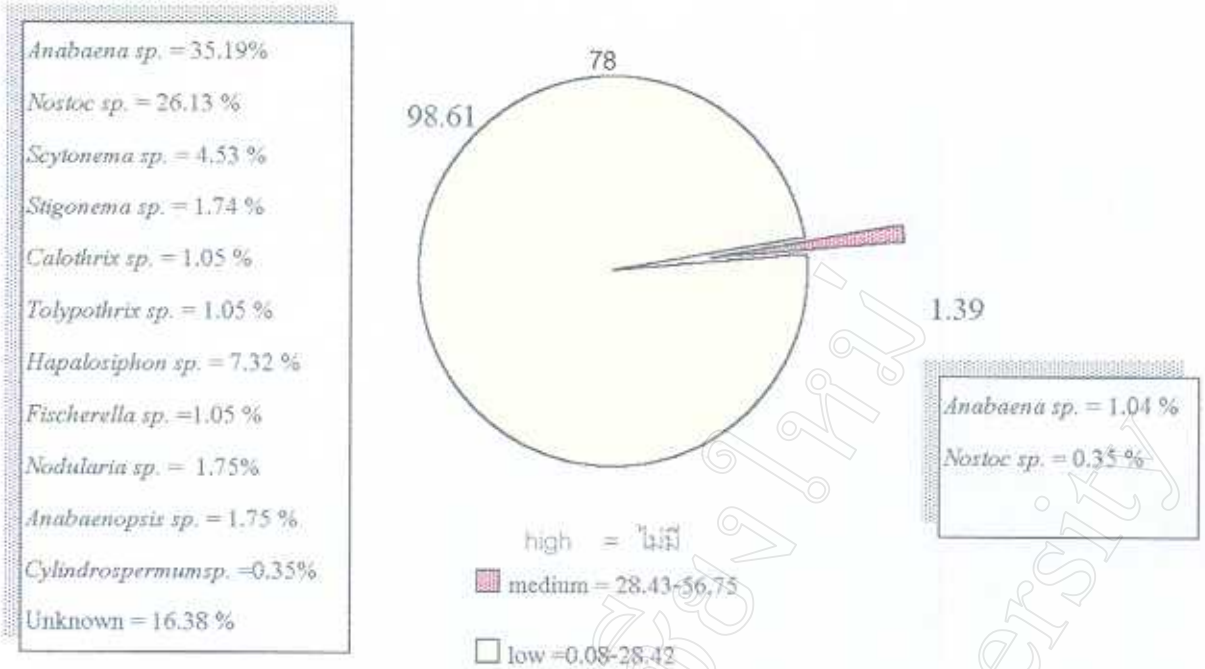


รูปที่ 28 การจัดแบ่งกลุ่มตามค่าน้ำหนักแห้ง (mg/ml) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูงกลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดิน ที่เก็บจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

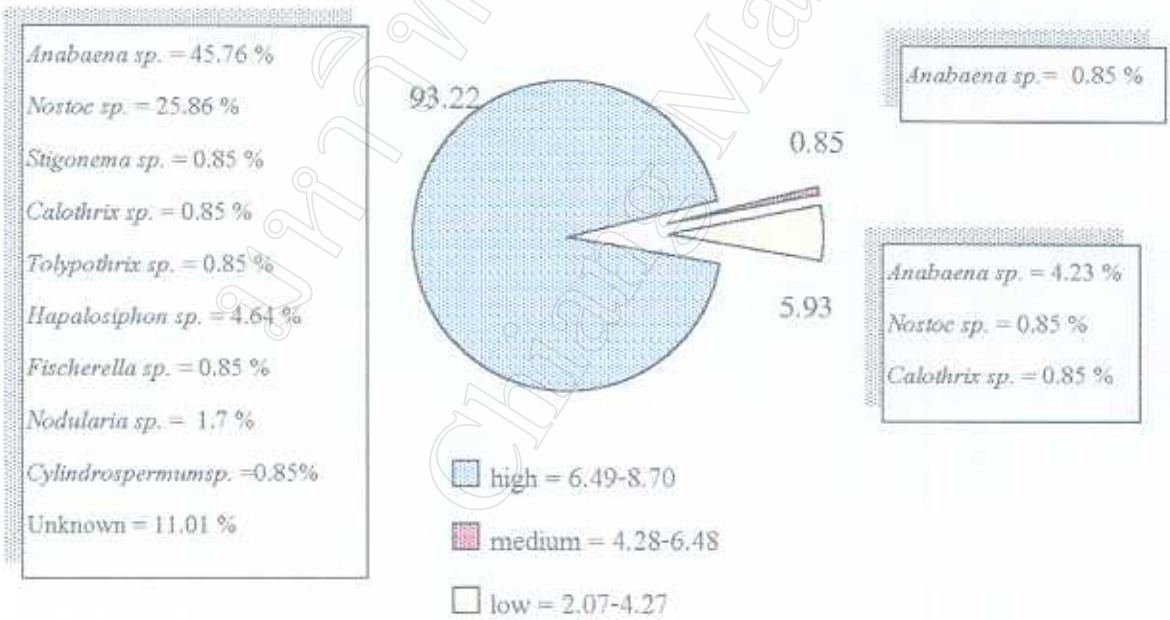


รูปที่ 29 การจัดแบ่งกลุ่มตามปริมาณโปรตีน (mg/ml) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างดิน ที่เก็บจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

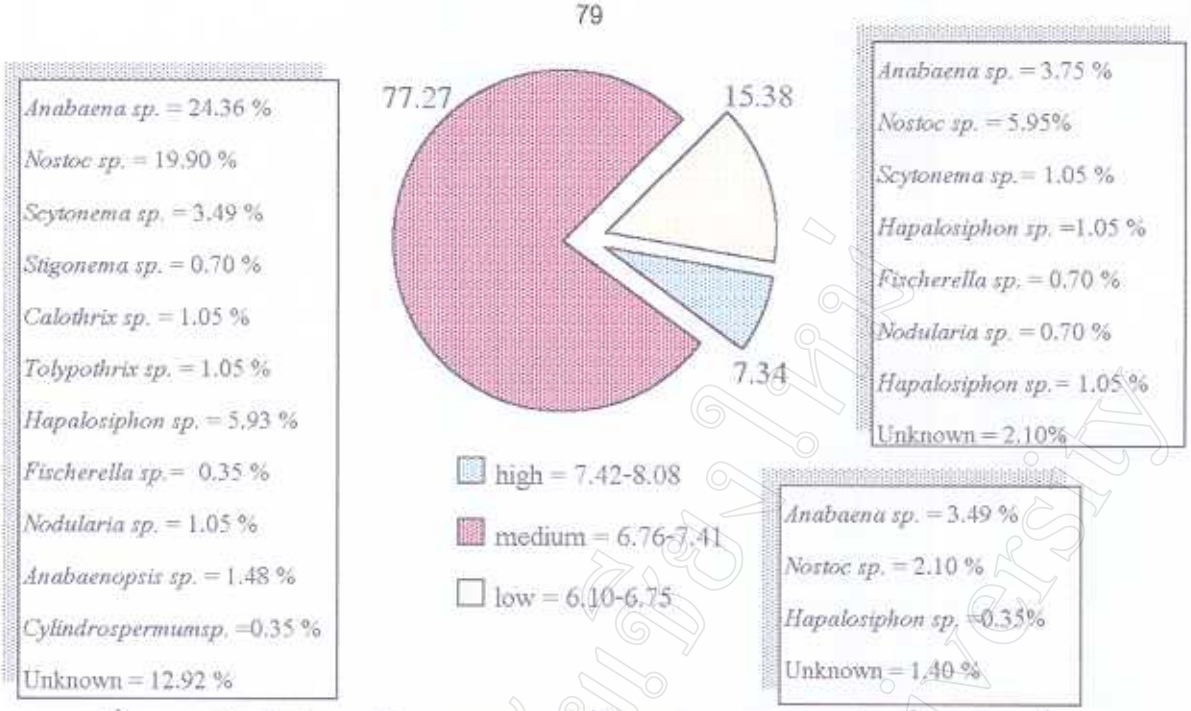


รูปที่ 30 การจัดแบ่งกลุ่มตามอัตราการตรึงไนโตรเจน (μ moles C_2H_4/h/mg chlorophyll) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541

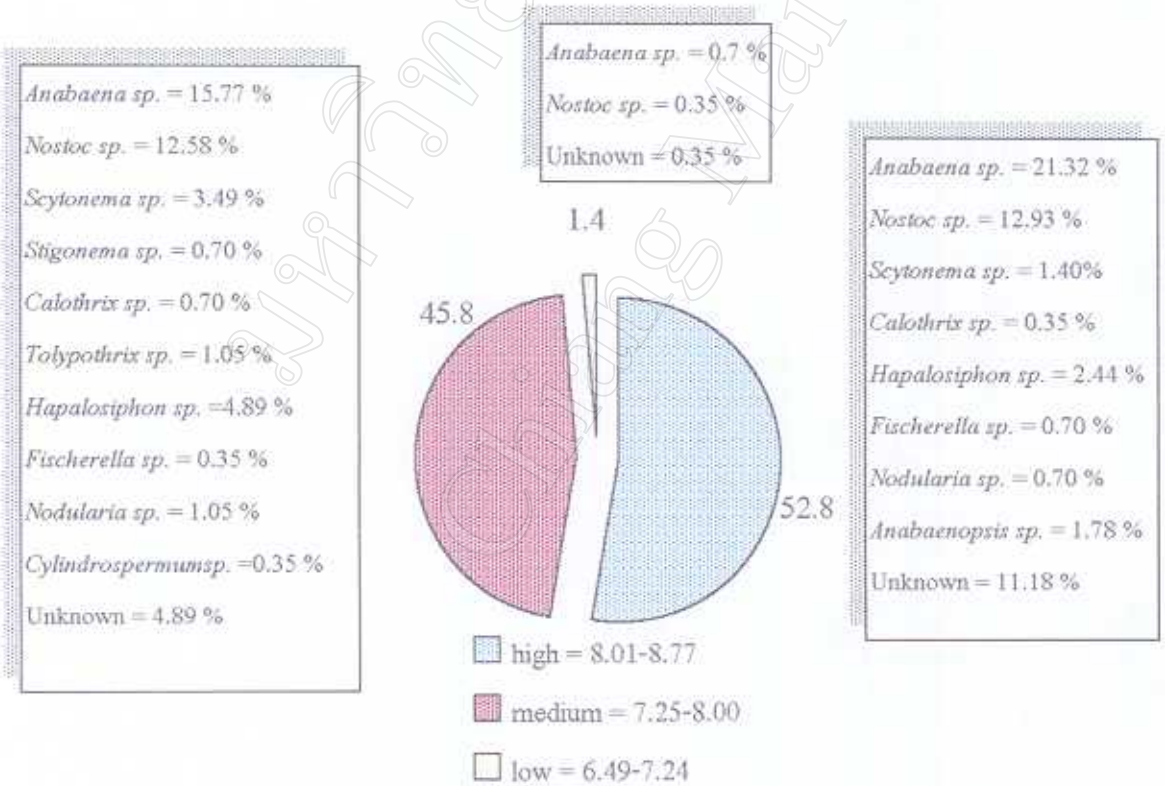


รูปที่ 31 การจัดแบ่งกลุ่มตามจำนวน akinete (cells/ml) เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูงกลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือน พฤษภาคม 2541

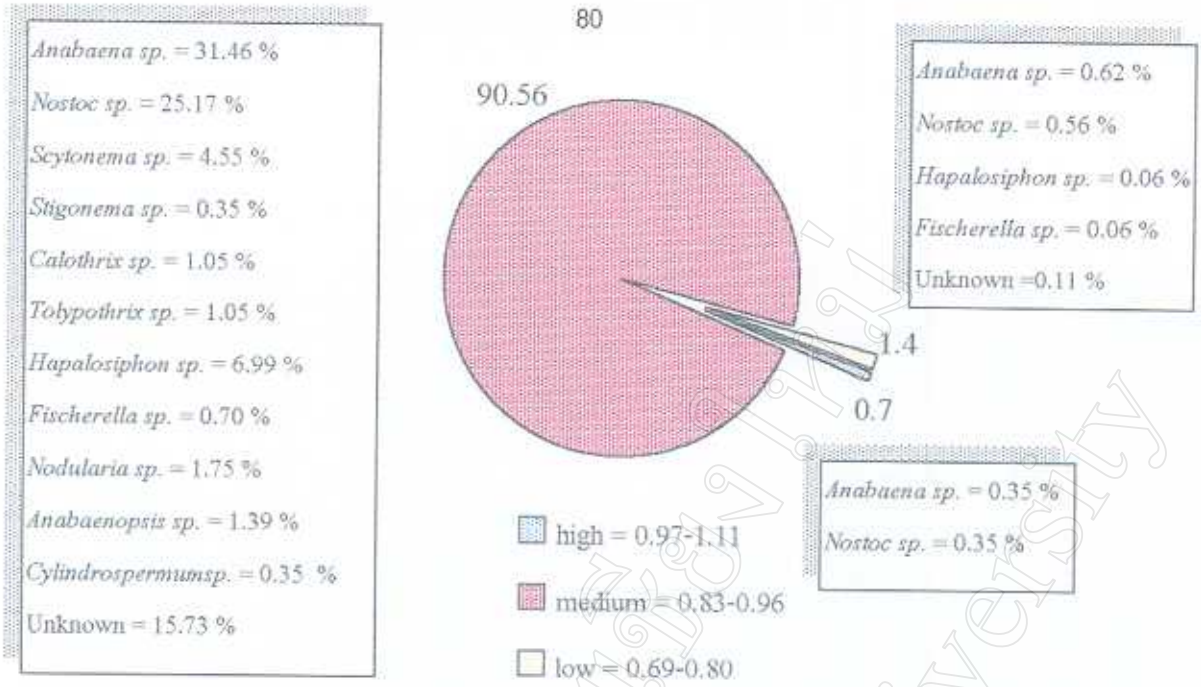
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



รูปที่ 32 การจัดแบ่งกลุ่มตามปริมาณ heterocyst เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541



รูปที่ 33 การจัดแบ่งกลุ่มตามปริมาณ vegetative เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึงเดือนพฤษภาคม 2541



รูปที่ 34 การจัดแบ่งกลุ่มตามอัตราส่วนของ heterocyst : vegetative เป็นร้อยละของ cyanobacteria ในระดับสูง กลาง ต่ำ และร้อยละของสกุล cyanobacteria ที่มีอยู่ในแต่ละกลุ่มในตัวอย่างดินที่เก็บจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2540 ถึง เดือนพฤษภาคม 2541

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตโดยใช้น้ำหนักแห้งเป็นเกณฑ์ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน และการสะสมโปรตีนในเซลและรายละเอียดอื่นในส่วนของปริมาณและอัตราส่วนของชนิดเซลทั้ง heterocyst, vegetative และ akinete ของ cyanobacteria ในระบบนิเวศในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า cyanobacteria ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้น้ำหนักแห้งสูงกว่าในพื้นที่ภาคกลางและภาคเหนือ โดยเฉพาะตัวอย่างที่เก็บรวบรวมจากบริเวณพื้นที่ปลูกข้าวและพื้นที่ปลูกพืชไร่สลับข้าว ส่วนประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนนั้น cyanobacteria บริเวณภาคเหนือมีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยสูงกว่าภาคอื่น แต่ปริมาณการสะสมโปรตีนในเซลพบว่ามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันทั้ง 3 ภาค เช่นเดียวกับปริมาณของเซล heterocyst และ vegetative ก็ไม่แตกต่างกันด้วย สำหรับเซล akinete ซึ่งเป็นส่วนของเซลที่ใช้ขยายพันธุ์ ปรากฏว่า cyanobacteria ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณพื้นที่ปลูกพืชไร่อย่างต่อเนื่อง พื้นที่รกร้างว่างเปล่าและพื้นที่เชิงเขามีปริมาณโดยเฉลี่ยทั้งภาคมากกว่าในภาคเหนือและภาคกลางทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะสภาพแวดล้อมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะคุณสมบัติของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยกระตุ้น cyanobacteria สร้าง akinete มากขึ้น