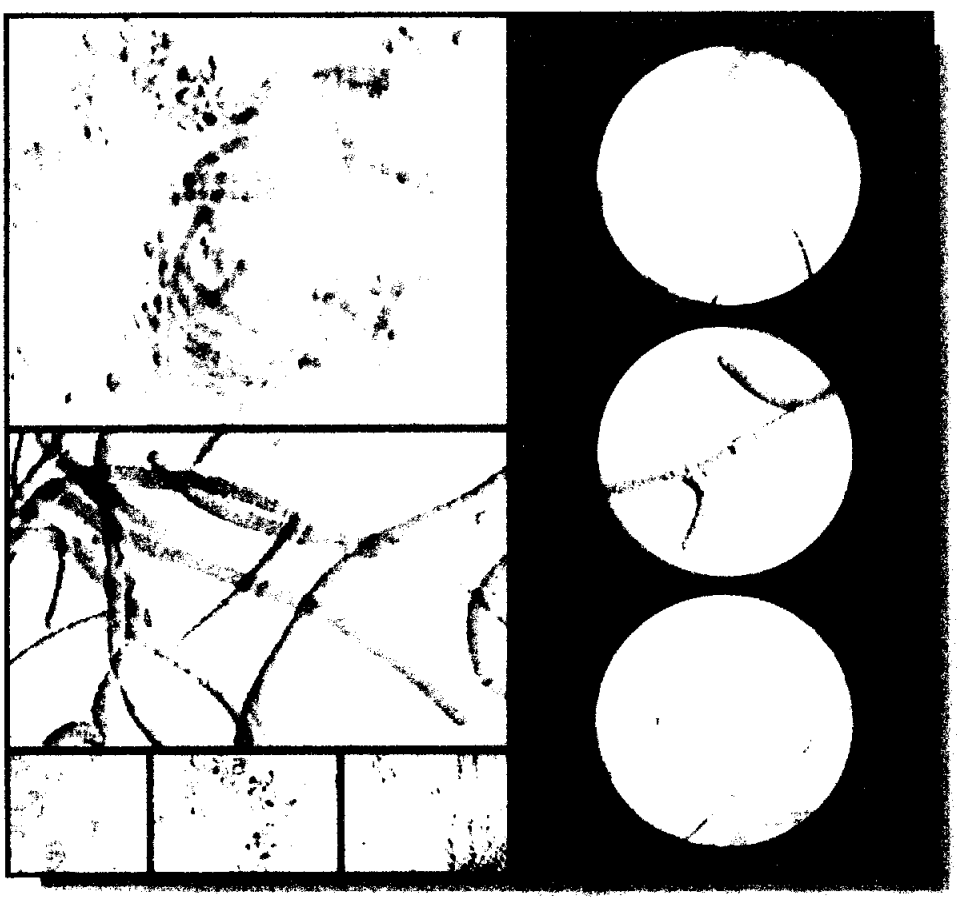
ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยฯ
RP2002/1229
Co-operation of Asian
Network on Microbial

วท.

โครงการวิจัยที่ ก. 39-05 / ข. 6 / รายงานฉบับที่

ความร่วมมือในเรื่อง Asian Network on Microbial Research (ANMR) : การจัดจำแนกและความหลากหลายในชนิดพันธุ์ของสาหร่าย



สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 39-05

ความร่วมมือในเรื่อง Asian Network on Microbial Research (ANMR)

โครงการย่อยที่ 6

การจัดจำแนกและความหลากหลายในชนิดพันธุ์ของสาหร่าย

รายงานฉบับที่ 1

ความร่วมมือในเรื่อง Asian Network on Microbial Research (ANMR) : การจัดจำแนกและความหลากหลายในชนิดพันธุ์ของสาหร่าย

โดย

สุริยา สาสนรักกิจ

ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์

ทวิช ทำนาเมือง

อัจฉรา คอประเสริฐศักดิ์

กนกอร จารุจารีต

บรรณาธิการ

วัลย์ลดา หงส์ทอง

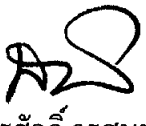
นฤมล รื่นไวย์

บุญเรียม ชมเมฆ

วท., กรุงเทพฯ 2545

สงวนลิขสิทธิ์

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



(ดร. พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ)
ผู้ว่าการ

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ข
สารบัญรูป	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	4
3. ผลการวิจัย	6
4. สรุปผลการทดลอง	49
5. เอกสารอ้างอิง	49
6. ภาคผนวก	
ภาคผนวก 1 สูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสาหร่าย	50
ภาคผนวก 2 ภาพแสดงลักษณะสาหร่ายที่พบในแต่ละภาคของประเทศไทย	51

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.	แสดงจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว จากตัวอย่างดินนาทั้งหมดที่เก็บจากพื้นที่ภาคกลาง	7
ตารางที่ 2.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่แยกได้จาก ตัวอย่างดินนาในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ของภาคกลาง	7
ตารางที่ 3.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุลต่าง ๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคกลาง	11
ตารางที่ 4.	การจัดจำแนกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่แยกจาก ตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคกลาง	11
ตารางที่ 5.	แสดงจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว จากตัวอย่างดินนาทั้งหมดที่เก็บจากพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	15
ตารางที่ 6.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่แยกได้จาก ตัวอย่างดินนาในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	15
ตารางที่ 7.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุลต่าง ๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	18
ตารางที่ 8.	การจัดจำแนกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่แยก จากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	18
ตารางที่ 9.	แสดงจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว จากตัวอย่างดินนาทั้งหมดที่เก็บจากพื้นที่ภาคใต้	24
ตารางที่ 10.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่แยกได้ จากตัวอย่างดินนาในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ของภาคใต้	24
ตารางที่ 11.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุลต่าง ๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคใต้	29
ตารางที่ 12.	การจัดจำแนกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่แยก จากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคใต้	30

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 13.	แสดงจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจากตัวอย่างดินนาทั้งหมดที่เก็บจากพื้นที่ภาคเหนือ	33
ตารางที่ 14.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่แยกได้จากตัวอย่างดินนาในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ของภาคเหนือ	33
ตารางที่ 15.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุลต่าง ๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคเหนือ	37
ตารางที่ 16.	การจัดจำแนกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคเหนือ	37
ตารางที่ 17.	ชนิดของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบในปริมาณมากในแต่ละภูมิภาคของประเทศ	40
ตารางที่ 18.	การแพร่กระจายสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในตัวอย่างดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ ในแต่ละภาคของประเทศ	41
ตารางที่ 19.	ชนิดและจำนวนของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบในแต่ละค่าของความเป็นกรด-ด่างของดิน	44
ตารางที่ 20.	การแพร่กระจายของตัวอย่างดินและตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในดินชนิดต่าง ๆ ในแต่ละภาคของประเทศ	46
ตารางที่ 21.	สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในแต่ละสกุลที่พบในเนื้อดินแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน	48

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในแต่ละค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน	42
รูปที่ 2.	การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในตัวอย่างดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	45

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงการวิจัยฯ ใคร่ขอขอบคุณสำนักงบประมาณและ The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN) แห่งประเทศญี่ปุ่น ที่ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยในครั้งนี้; ขอบคุณนางสาวพูนศุข อัตถะสัมปุณณะ อดีตรองผู้ว่าการวิจัยและพัฒนา ที่ให้คำปรึกษาแก่โครงการ; ขอบคุณ Professor Makoto M. Watanabe ผู้ร่วมโครงการฝ่ายญี่ปุ่น; และขอขอบคุณหัวหน้าโครงการย่อย ANMR ทุกคน ตลอดจนเจ้าหน้าที่และพนักงาน วท. ที่มีส่วนร่วมมือในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี.

CO-OPERATION OF ASIAN NETWORK ON MICROBIAL RESEARCH (ANMR) : SYSTEMATICS AND SPECIES DIVERSITY OF BLUE-GREEN ALGAE

Suriya Sassanarakkit, Rachain Visutthipat, Tawit Tumnamaung, Achara Koprasertsak and Khanok-on Jarujareet

ABSTRACT

This investigation was undertaken to explore the N_2-fixing blue-green algae (cyanobacteria) in paddy soil from different parts of Thailand. Soil samples were collected from all four parts of the country and brought to Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) for isolation and identification using the systematics established by Desikachary (1959) as reference. One thousand and one hundred twenty eight soil samples were collected from 46 provinces including the central, northern, northeastern and southern parts of Thailand. Blue-green algae were found in 549 soil samples that occupied approximately 52.2% of the total soil samples. The dominant genera of blue-green algae in most part except southern area of Thailand were *Nostoc*, *Anabaena* and *Calothrix*. In the southern area, the *Hapalosiphon* was the dominant genera.

The physical (soil texture) and chemical soil properties (soil pH) affected the percentage of blue-green algae in each area. There was higher amount of blue-green algae in the fine soil texture (clay, silty clay) than in the course soil texture (loam, sandy clay loam). For chemical properties effect, higher population of blue-green algae was found in the soil of which pH was in the range of moderate acid (4.6-5.5) to slight acid (5.6-6.5).

The dominated blue-green algae found in Thailand can be classified into 2 orders, Nostocales and Stigonematales which can be subdivided into 9 genera *Anabaena*, *Calothrix*, *Cylindrospermum*, *Fischerella*, *Hapalosiphon*, *Mastigocladus*, *Nostoc*, *Scytonema* and *Tolypothrix*.

ความร่วมมือในเรื่อง Asian Network on Microbial Research (ANMR) : การจัดจำแนกและความหลากหลายในชนิดพันธุ์ของสาหร่าย

สุริยา สาสนรักกิจ[1], ราเชนทร์ วิสุทธิแพทย์[2], ทวิช ทำนาเมือง[1],
อัจฉรา คอประเสริฐศักดิ์ และ กนกอร จารุจารีต[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่แยกจากตัวอย่างดินนาที่เก็บจากภูมิภาคต่างๆ ของประเทศ มาทำการแยกเชื้อสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ และทำการจัดจำแนกโดยใช้แนวทางของ Desikachary (1959) ณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.). ผลการวิจัยจากตัวอย่างดินจำนวน 1,128 ตัวอย่างที่เก็บในพื้นที่ 46 จังหวัดของพื้นที่ภาคกลาง, ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ของประเทศ พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในตัวอย่างดินจำนวน 549 ตัวอย่าง, คิดเป็น 52.2 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างทั้งหมด สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบมากในภูมิภาคต่างๆ ได้แก่ สาหร่ายสกุล *Nostoc*, *Anabaena* และ *Calothrix*, ยกเว้นบางสกุลคือ *Hapalosiphon* จะพบมากทางภาคใต้ของประเทศ.

คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเคมีของดิน มีผลต่อการพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว โดยดินที่มีเนื้อดินละเอียดจะมีจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากกว่าดินที่มีเนื้อหยาบ. เมื่อพิจารณาจากสมบัติทางเคมีพบว่า ดินที่เป็นกรดอ่อนและเป็นกรดปานกลางเป็นดินที่มีจำนวนตัวอย่างที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากกว่าดินชนิดอื่น ๆ. สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบในประเทศไทยสามารถจำแนกได้ 2 ลำดับ คือ ลำดับ Nostocales และลำดับ Stigonematales ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 9 สกุลดังนี้ คือ *Anabaena, Calothrix, Cylindrospermum, Fischerella, Hapalosiphon, Mastigocladus, Nostoc, Scytonema* และ *Tolypothrix*.

---

[1] ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.)
[2] ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี, วท.

1. บทนำ

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มีอยู่ทั่วไปทั้งในน้ำ, ดิน และอากาศ. จุลินทรีย์มีความสำคัญต่อการกินดีอยู่ดีของมนุษย์ และมีบทบาทสำคัญในการเป็นกุญแจของห่วงโซ่อาหารในธรรมชาติ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทั้งพืชและสัตว์. นอกจากนี้ จุลินทรีย์ยังผลิตสารหลายชนิดซึ่งมีประโยชน์ต่อมนุษย์ มีการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ในด้านการแพทย์, การผลิตวัคซีน, ยาปฏิชีวนะ, การตรวจวินิจฉัยโรคคนและสัตว์; ด้านอุตสาหกรรมการหมัก และอุตสาหกรรมเภสัชภัณฑ์; ด้านการเกษตร เช่น การควบคุมแมลงและโรคพืช; ด้านสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา เช่น การกำจัดของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม, การกำจัดน้ำเสีย และการกำจัดคราบน้ำมัน เป็นต้น. มีผู้ประมาณการไว้ว่า จุลินทรีย์ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบและศึกษามีแค่เพียงร้อยละ 10 ของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั้งหมดในโลก. ในอดีตจุลินทรีย์ที่สำคัญมักสูญหายไปเพราะไม่ได้รับการดูแลรักษาอย่างถูกต้อง บางชนิดก็เกิดการกลายพันธุ์แล้ว จึงควรส่งไปเก็บไว้ที่ศูนย์เก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่เชื่อถือได้. ในปัจจุบันมีศูนย์เก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์อยู่ตามสถาบันและมหาวิทยาลัยต่างๆ ทั่วโลกประมาณ 481 แห่ง แต่ละแห่งมีความสามารถในการจัดการเก็บรักษาจุลินทรีย์แบบถาวรได้เพียงจำนวนหนึ่งเท่านั้น เพราะมีขีดจำกัดในด้านบุคลากรและเงินดำเนินการ.

ประเทศไทยซึ่งอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชีวภาพ โดยเฉพาะจุลินทรีย์หลากหลายชนิดพันธุ์ ทั้งที่ค้นพบแล้วและยังมีอีกมากมายที่ยังไม่มีการศึกษา. นอกจากนี้ งานวิจัยทางด้านจุลชีววิทยาของสถาบันต่างๆ ในภูมิภาคนี้ก็คล้ายคลึงกัน. นักวิจัยหลายคนจึงมีความเห็นพ้องต้องกันว่าควรมีหน่วยงานวิจัยเฉพาะด้านหลายๆ แห่งเกิดขึ้นในประเทศแถบเอเชีย และสร้างเครือข่ายความร่วมมือทางด้านงานวิจัยในการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์แบบยั่งยืน. เครือข่ายที่เกิดขึ้นนี้จะทำหน้าที่เสมือนสถาบันระหว่างประเทศขนาดใหญ่ แทนที่จะจัดตั้งสถาบันวิจัยขนาดใหญ่เพียงแห่งเดียว ซึ่งต้องใช้งบประมาณดำเนินการมหาศาลเกินขีดความสามารถที่รัฐบาลประเทศใดประเทศหนึ่งจะให้การสนับสนุนได้.

The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN) แห่งประเทศญี่ปุ่น ได้ริเริ่มให้มีโครงการความร่วมมือนี้เกิดขึ้น โดยทำหน้าที่เป็นหน่วยงานหลักในการจัดการเครือข่ายนี้โดยมีสถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัย 16 แห่ง ที่ร่วมในโครงการนี้ จาก 8 ประเทศในทวีปเอเชีย ได้แก่ ญี่ปุ่น, จีน, เกาหลี, ไทย, อินโดนีเซีย, มาเลเซีย, ฟิลิปปินส์ และสิงคโปร์. สำหรับประเทศไทย สถาบันหลักที่ร่วมในโครงการนี้คือ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(วท.) โครงการนี้มีระยะเวลาดำเนินการ 5 ปี เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2538 (ปีงบประมาณ 1995 ของญี่ปุ่น) โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงที่หนึ่งระยะเวลา 3 ปี (2539-2541) และช่วงที่สองระยะเวลา 2 ปี (2542-2543). โครงการนี้เป็นงานวิจัยขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสาขาจุลชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ และสาขาที่เกี่ยวข้อง.

ในการดำเนินงานวิจัยร่วมกันระหว่างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) และ RIKEN แห่งประเทศญี่ปุ่น ในส่วนของโครงการย่อยที่ 6 เป็นการจัดจำแนกและความหลากหลายในชนิดพันธุ์ของจุลสาหร่าย เน้นเฉพาะสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว, ทั้งนี้ เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำสาหร่ายในกลุ่มนี้มาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น การผลิตปุ๋ยชีวภาพจากสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว, การผลิตผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงต่างๆ จากสาหร่าย เช่น สารสีธรรมชาติ, กรดไขมัน, วิตามิน, โปรตีน และอาหารเสริมชนิดต่าง ๆ.

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการแพร่กระจายและความหลากหลายในชนิดพันธุ์ของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจนได้ในแต่ละภูมิภาคของประเทศ.
2. เพื่อศึกษาการจัดจำแนกสายพันธุ์สาหร่ายโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา.

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

1) ขวดเก็บตัวอย่างปากกว้างขนาดบรรจุ 250 มิลลิลิตร.
2) สารเคมีที่ใช้ในอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่าย.
3) กล้องจุลทรรศน์ Olympus Bx50, ประเทศญี่ปุ่น.
4) ตู้เขี่ยเชื้อ Faster รุ่น Bio-48, ประเทศอิตาลี.
5) เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง Yokogawa, ประเทศญี่ปุ่น.
6) เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง Precisa 220 M, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์.
7) เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง Precisa 660 C, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์.
8) หม้อนึ่งความดัน Tomy ss-325, ประเทศญี่ปุ่น.
9) เครื่องเหวี่ยงความเร็วสูง ณ อุณหภูมิต่ำ Sorvall RC28S, ประเทศสหรัฐอเมริกา.
10) เครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ Spectronic 20 Bausch & Lomb, ประเทศสหรัฐอเมริกา.

11) เครื่อง Gas Chromatography Hewlett Packard Series II plus, ประเทศสหรัฐอเมริกา.

12) เครื่อง Homogenizer PH 8221-E, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์.

13) กล้อง Stereoscopic Olympus SZ-PT, ประเทศญี่ปุ่น.

14) หลอดเพาะเลี้ยง (culture tube) เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร, มีช่องให้อากาศ เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร, ประเทศไทย.

2.2 วิธีการ

สุ่มเก็บตัวอย่างผิวหน้าดิน (surface soil) จากนาในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย ดังนี้:

1. ภาคกลาง

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ 10 จังหวัด ได้แก่ ปทุมธานี, อยุธยา, อ่างทอง, สิงห์บุรี, ชัยนาท, อุทัยธานี, สุพรรณบุรี, นครปฐม, สระบุรี และประจวบคีรีขันธ์ รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 215 ตัวอย่าง.

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ 9 จังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา, ชัยภูมิ, ขอนแก่น, หนองบัวลำภู, อุดรธานี, หนองคาย, นครพนม, สกลนคร และกาฬสินธุ์ รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 219 ตัวอย่าง.

3. ภาคใต้

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ 13 จังหวัด ได้แก่ พัทลุง, นครศรีธรรมราช, สุราษฎร์ธานี, นราธิวาส, ยะลา, สงขลา, ปัตตานี, ตรัง, สตูล, ภูเก็ต กระบี่, ระนอง, พังงา และชุมพร รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 363 ตัวอย่าง.

4. ภาคเหนือ

เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ 14 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์, กำแพงเพชร, สุโขทัย, ตาก, ลำปาง, ลำพูน, พิจิตร, พิษณุโลก, อุตรดิตถ์, แพร่, น่าน, พะเยา, เชียงใหม่ และเชียงราย รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 331 ตัวอย่าง.

รวมตัวอย่างดินที่เก็บในทุกพื้นที่เป็นจำนวนทั้งสิ้น 1,108 ตัวอย่าง จาก 46 จังหวัด.

การสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแต่ละจุดใช้การจ้วงเก็บผิวหน้าดินลึกประมาณ 5 เซนติเมตร มาใส่ในขวดเก็บตัวอย่างปากกว้างขนาดบรรจุ 250 มิลลิลิตร. เติมอาหารสำหรับเลี้ยงสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสูตรปรับปรุงของ BG 11 (ไม่เติมสารประกอบไนโตรเจน) จำนวน 100 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวดตัวอย่างดิน.

นำขวดเก็บตัวอย่างที่บรรจุตัวอย่างดินและอาหารเพาะเลี้ยงไปบ่มในตู้เพาะเลี้ยง, ให้แสงจากหลอด ฟลูออเรสเซนต์แสงสีขาวความเข้มแสง 3000 ลักซ์ อุณหภูมิห้อง. หลังจากนั้นประมาณ 4-6 สัปดาห์ จะพบว่ามีสาหร่ายขึ้นอย่างหนาแน่น นำสาหร่ายเหล่านั้นมา streak บนอาหารวุ้นสูตรปรับปรุงของ BG 11 ตามวิธีการทางจุลชีววิทยาจนกระทั่งได้สายพันธุ์เดี่ยวของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (unialgal culture).

สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่แยกได้ทั้งหมด นำมาทำการจำแนกในระดับสกุลและชนิด โดยการศึกษาลักษณะจากกล้องจุลทรรศน์ดังนี้คือ :

- รูปร่าง ขนาดของเซลล์ธรรมดา (vegetative cell) และเซลล์ปลายสุด (apical cell).
- รูปร่าง ขนาดและตำแหน่งของเฮเทอโรซีสต์ (heterocyst) ในสายเซลล์.
- รูปร่าง ขนาดและตำแหน่งของอะคินีต (akinete) ในสายเซลล์.
- การสร้างชีต (sheat) เมือก.
- การแตกแขนง (branching).
- อื่นๆ.

ซึ่งลักษณะดังกล่าวตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์และกล้องสเตอริโอ และทำการจำแนกโดยใช้ระบบของ Desikachary (1959).

3. ผลการวิจัย

3.1 การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในดินนาภูมิภาคต่าง ๆ

3.1.1 การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่ตรึงไนโตรเจนได้ในพื้นที่ภาคกลาง

จากตัวอย่างดินที่เก็บจากพื้นที่จังหวัดภาคกลาง จำนวน 215 ตัวอย่าง เมื่อนำมาทำการแยกเชื้อสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว พบว่าตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมีจำนวนทั้งหมด 108 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 50.2, โดยพบว่า ตัวอย่างดินที่เก็บจากจังหวัดปทุมธานี มีจำนวนตัวอย่างที่พบสาหร่ายมากที่สุดคือร้อยละ 75, ส่วนตัวอย่างดินที่เก็บจากจังหวัดชัยนาท มีจำนวนตัวอย่างที่พบน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 35 เท่านั้น ซึ่งผลแสดงอยู่ในตารางที่ 1.

เมื่อนำแต่ละตัวอย่างดินในแต่ละจังหวัดมาทำการจัดจำแนกสกุลของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว พบมีการแพร่กระจายของสกุลต่างๆ (ตารางที่ 2) ดังนี้ : สาหร่ายที่พบมากในพื้นที่ภาคกลาง สกุลหลักๆ ได้แก่ *Anabaena*, *Nostoc* และ *Calothrix* ซึ่งเป็นสกุลเด่น. นอกนั้นเป็นสกุลที่พบปริมาณน้อย เช่น *Fischerella*, *Tolypothrix*, *Scytonema*, *Cylindrospermum*, *Lyngbya*, *Phormedium*, *Stigonema*, *Mastigocladus*, *Aulosila* และ *Microcheate*.

ตารางที่ 1. แสดงจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจากตัวอย่างดินนาทั้งหมดที่เก็บจากพื้นที่ภาคกลาง

สถานที่	ตัวอย่างดิน	ตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย
ปทุมธานี	12	9	75.0
อยุธยา	20	14	70.0
อ่างทอง	22	8	36.4
สิงห์บุรี	18	11	61.1
ชัยนาท	20	7	35.0
อุทัยธานี	20	10	50.0
สุพรรณบุรี	30	15	50.0
นครปฐม	13	8	61.5
สระบุรี	32	16	50.0
ประจวบคีรีขันธ์	28	10	35.7
รวม	**215**	**108**	**50.2**

ตารางที่ 2. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่แยกได้จากตัวอย่างดินนาในพื้นที่จังหวัดต่างๆ ของภาคกลาง

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
จังหวัดปทุมธานี		
Anabaena	7	77.8
Calothrix	2	22.2
Cylindrospermum	1	11.1
Fischerella	2	22.2
Hapalosiphon	1	11.1
Lyngbya	1	11.1
Nostoc	6	66.7
Tolypothrix	1	11.1

ตารางที่ 2. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
จังหวัดอยุธยา		
Anabaena	11	78.6
Calothrix	7	50.0
Cylindrospermum	1	7.1
Fischerella	1	7.1
Nostoc	7	50.0
Tolypothrix	1	7.1
จังหวัดอ่างทอง		
Anabaena	5	62.5
Calothrix	5	62.5
Nostoc	5	62.5
จังหวัดสิงห์บุรี		
Anabaena	6	54.5
Calothrix	6	54.5
Fischerella	4	36.4
Hapalosiphon	2	18.2
Mastigocladus	1	9.1
Nostoc	6	54.5
Scytonema	1	9.1
Tolypothrix	1	9.1
จังหวัดชัยนาท		
Anabaena	6	85.7
Calothrix	2	28.6
Nostoc	3	42.9
จังหวัดอุทัยธานี		
Anabaena	6	60.0
Calothrix	6	60.0
Fischerella	3	30.0
Lyngbya	1	10.0

ตารางที่ 2. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
Nostoc	3	30.0
Scytonema	2	20.0
Tolypothrix	1	10.0
จังหวัดสุพรรณบุรี		
Anabaena	6	40.0
Calothrix	6	40.0
Fischerella	1	6.7
Hapalosiphon	2	13.3
Lyngbya	1	6.7
Nostoc	8	53.3
Scytonema	2	13.3
Tolypothrix	1	6.7
จังหวัดนครปฐม		
Anabaena	6	75.0
Calothrix	2	25.0
Lyngbya	2	25.0
Nostoc	3	37.5
Scytonema	4	50.0
Tolypothrix	2	25.0
จังหวัดสระบุรี		
Anabaena	8	50.0
Calothrix	5	31.3
Lyngbya	1	6.3
Nostoc	11	68.8
Phormedium	2	12.5
Scytonema	1	6.3
Tolypothrix	2	12.5

ตารางที่ 2. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์		
Anabaena	2	20.0
Aulosila	4	40.0
Calothrix	2	20.0
Fischerella	3	30.0
Hapalosiphon	2	20.0
Mastigocladus	2	20.0
Nostoc	6	60.0
Phormedium	1	10.0
Scytonema	2	20.0
Stigonema	1	10.0

ในตารางที่ 3 เป็นการสรุปการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในดินภาคกลาง พบว่าสาหร่ายที่พบมากที่สุดคือ *Anabaena* คิดเป็น 58.3% ของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมด, รองลงมาได้แก่ *Nostoc* พบ 53.7% ของตัวอย่างดิน และ *Calothrix* มี 39.8% ของตัวอย่างดิน.

เมื่อทำการจัดจำแนกสาหร่ายที่พบจากตัวอย่างดินภาคกลาง แบ่งตามลำดับ, วงศ์, สกุล และชนิด จะจัดได้ดังตารางที่ 4 ซึ่งพบว่าในลำดับ Nostocales วงศ์ Nostocaceae ประกอบด้วยสกุล *Anabaena, Nostoc, Cylindrospermum* และ *Aulosila* ; วงศ์ Rivulariaceae ประกอบด้วยสกุล *Calothrix*, ส่วนวงศ์ Scytonemataceae ประกอบด้วย *Scytonema* และ *Tolypothrix*. ส่วนอีกลำดับหนึ่งที่พบ ได้แก่ ลำดับ Stigonematales มี 1 วงศ์ คือ Mastigocladaceae ประกอบด้วยสกุล *Fischerella, Hapalosiphon* และ *Mastigocladus*, ส่วนรายละเอียดของชนิด (species) แสดงอยู่ในตารางที่ 4.

ตารางที่ 3. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุลต่างๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคกลาง

สกุล	จำนวนตัวอย่างดินที่พบ	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในภาคกลาง
Anabaena	63	58.3
Aulosila	4	3.7
Calothrix	43	39.8
Cylindrospermum	2	1.9
Fischerella	14	13.0
Hapalosiphon	7	6.5
Lyngbya	6	5.6
Mastigocladus	3	2.8
Nostoc	58	53.7
Scytonema	12	11.0
Stigonema	1	0.9
Tolypothrix	9	8.3

ตารางที่ 4. การจัดจำแนกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคกลาง

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
Nostocales	Nostocaceae	*Anabaena*	*ambiqua*
			anomala
			aphanizomenoides
			ballyganglii
			circinalis
			doliolum
			fertilissima
			fuellebornii
			gelatinicola
			iyengarii

ตารางที่ 4. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			khannae
			laxa
			naviculoides
			orientalis
			oryzae
			torulosa
			varginicola
			variabilis
		Aulosila	sp. 387
		Cylindrospermum	*indetatum*
			michilouskoense
		Nostoc	*calcicola*
			carneum
			commune
			ellipsosporum
			entophytum
			fertillissima
			hatei
			linckia
			microscopicum
			muscorumu
			paludosum
			parmelioides
			piscinale
			paludosum
			punctiforme
			rivulare
			spongiaeforme
			verucosum
	Rivulariaceae	*Calothrix*	*bharadwajae*

ตารางที่ 4. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			brevissima
			costellii
			dolichomeres
			elemkinii
			epiphytica
			fusca
			javanica
			marchica
			marchica
			membrancea
			parietina
			weberi
			wembarensis
	Scytonemataceae	*Scytonama*	*cincinnatum*
			chiastum
			javanicum
			milei
			saleyeriense
			schmidtii
			stuposum
		Tolypothrix	*distorta*
			fragilis
			limbata
Stigonematales	Mastigocladaceae	*Fischerella*	*ambiqua*
			muscicola
		Hapalosiphon	*intricatus*
			welwitschii
		Mastigocladus	*laminosus*

3.1.2 การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เก็บตัวอย่างจากดินนาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยการจ้วงตักจำนวนทั้งหมด 219 ตัวอย่าง โดยเก็บจากจังหวัดนครราชสีมา, ชัยภูมิ, ขอนแก่น, หนองบัวลำภู, อุดรธานี, หนองคาย, นครพนม, สกลนคร และกาฬสินธุ์. ผลการวิจัยพบว่ามีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในตัวอย่าง 116 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 53.0 ของตัวอย่างดินทั้งหมด และพบว่าจำนวนตัวอย่างดินในจังหวัดสกลนคร ร้อยละ 66.7 พบสาหร่าย ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่พบสาหร่ายสูงสุด สำหรับจังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, และจำนวนร้อยละของตัวอย่างที่พบสาหร่ายต่ำสุดได้แก่ จังหวัดอุดรธานี คือคิดเป็นร้อยละ 45.5 (ตารางที่ 5). เมื่อพิจารณาในรายละเอียด ด้วยการนำตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายในแต่ละจังหวัดมาจำแนกสกุล พบว่าสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีหลายชนิดดังแสดงในตารางที่ 6, แต่ที่พบเป็นสกุลหลักๆ ได้แก่ *Anabaena*, *Calothrix* และ *Nostoc* ส่วนสกุลอื่นๆ พบน้อย (ตารางที่ 7).

เมื่อนำสาหร่ายที่พบมาจำแนกตามลำดับ, วงศ์ และชนิด สามารถจัดได้เป็น 2 ลำดับ คือ Nostocales และ Stigonematales โดย Nostocales ประกอบด้วย 4 วงศ์ คือ Nostocaceae, Oscillatoriaceae, Rivulariaceae และ Scytonemataceae. วงศ์ Nostocaceae ประกอบด้วย 6 สกุล คือ *Anabaena*, *Aulosila*, *Cylindrospermum*, *Nodularia*, *Nostoc* และ *Pseudoanabaena*. วงศ์ Oscillatoriaceae ประกอบด้วย 3 สกุล คือ *Lyngbya*, *Oscillatoria* และ *Phormedium*. วงศ์ Rivulariaceae ประกอบด้วยสกุล *Calothrix*, และวงศ์ Scytonemataceae ประกอบด้วยสกุล *Scytonema* และ *Tolypothrix*, ส่วน Stigonematales พบวงศ์เดียว คือ Mastigocladaceae ซึ่งประกอบด้วย 3 สกุลได้แก่ *Fischerella*, *Hapalosiphon* และ *Mastigocladus* รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 8.

ตารางที่ 5. แสดงจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจากตัวอย่างดินนาทั้งหมดที่เก็บจากพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานที่	ตัวอย่างดิน	ตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย
นครราชสีมา	38	23	60.5
ชัยภูมิ	24	14	58.3
ขอนแก่น	14	7	50.0
หนองบัวลำภู	8	4	50.0
อุดรธานี	11	5	45.5
หนองคาย	46	23	50.0
นครพนม	30	15	50.0
สกลนคร	12	8	66.7
กาฬสินธุ์	36	17	47.2
รวม	**219**	**116**	**53.0**

ตารางที่ 6. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่แยกได้จากตัวอย่างดินนาในพื้นที่จังหวัดต่างๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
จังหวัดนครราชสีมา		
Anabaena	10	43.5
Aulosila	1	4.4
Calothrix	16	69.6
Fischerella	1	4.4
Hapalosiphon	2	8.7
Nostoc	12	52.2
Oscillatoria	2	8.7
Scytonema	1	4.4
Tolypothrix	3	13.0

ตารางที่ 6. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
จังหวัดชัยภูมิ		
Anabaena	6	42.9
Calothrix	10	71.4
Lyngbya	1	7.1
Nodularia	2	14.3
Nostoc	10	71.4
Tolypothrix	2	14.3
จังหวัดขอนแก่น		
Anabaena	3	42.9
Calothrix	4	57.1
Nostoc	5	71.4
Scytonema	1	14.3
จังหวัดหนองบัวลำภู		
Anabaena	1	25.0
Calothrix	2	50.0
Nostoc	3	75.0
Scytonema	1	25.0
จังหวัดอุดรธานี		
Anabaena	1	20.0
Calothrix	2	40.0
Nostoc	4	80.0
Oscillatoria	1	20.0
Tolypothrix	2	40.0
จังหวัดหนองคาย		
Anabaena	3	13.0
Calothrix	12	52.2
Cylindrospernum	1	4.4
Nostoc	15	65.2
Phormedium	1	4.4

ตารางที่ 6. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
Pseudoanabaena	1	4.4
Scytonema	1	4.4
Tolypothrix	1	4.4
จังหวัดนครพนม		
Anabaena	5	33.3
Calothrix	8	53.3
Hapalosiphon	1	6.7
Lyngbya	1	6.7
Nostoc	10	66.7
Oscillatoria	1	6.7
Scytonema	1	6.7
จังหวัดสกลนคร		
Anabaena	2	25.0
Calothrix	2	25.0
Cylindrospermum	1	12.5
Nostoc	7	87.5
Scytonema	1	12.5
จังหวัดกาฬสินธุ์		
Anabaena	6	35.3
Calothrix	13	76.5
Hapalosiphon	1	5.9
Lyngbya	2	11.8
Nodularia	1	5.9
Nostoc	14	82.4
Scytonema	3	17.7
Tolypothrix	4	23.5

ตารางที่ 7. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุลต่างๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สกุล	จำนวนตัวอย่างดินที่พบ	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
Anabaena	36	31.0
Aulosila	1	0.9
Calothrix	69	59.5
Cylindrospermum	2	1.8
Fischerella	1	0.9
Hapalosiphon	4	3.4
Lyngbya	4	3.4
Nodularia	3	2.6
Nostoc	80	69.0
Oscillatoria	4	3.4
Phormedium	1	0.9
Pseudoanabaena	1	0.9
Scytonema	9	7.8
Tolypothrix	12	10.3

ตารางที่ 8. การจัดจำแนกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ต่างๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
Nostocales	Nostocaceae	*Anabaena*	*ambiqua*
			anomala
			cylindrica
			doliolum
			fertilissima
			fulleborhni
			iyengarii
			khannae

ตารางที่ 8. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			laxa
			orientalis
			oryzae
			oscillatoroides
			sphearica
			vaginicola
			variabilis
			sp. 354
			sp. 363
			sp. 394
			sp. 408
			sp. 409
			sp. 412
			sp. 419
			sp. 457
			sp. 492
			sp. 506
			sp. 530
			sp. 532
			sp. 548
		Aulosila	sp.
		Cylindrospermum	*indicum*
		Nodularia	sp. 423
			sp. 430
			sp. 590
		Nostoc	*calcicola*
			commune
			ellipsosporum
			entophytum
			hatei

ตารางที่ 8. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			linkia
			maculiforme
			microscopicum
			paludosum
			parmelloides
			passerinianum
			piscinale
			punctiforme
			verrucosum
			sp. 353
			sp. 360
			sp. 364
			sp. 373
			sp. 381
			sp. 412
			sp. 425
			sp. 431
			sp. 435
			sp. 437
			sp. 446
			sp. 463
			sp. 464
			sp. 465
			sp. 471
			sp. 486
			sp. 501
			sp. 508
			sp. 518
			sp. 531
			sp. 551

ตารางที่ 8. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			sp. 554
			sp. 555
			sp. 564
			sp. 583
		Pseudoanabaena	sp.
			sp. 588
	Oscillatoriaceae	*Lyngbya*	sp. 551
			sp. 554
			sp. 584
		Oscillatoria	sp. 585
			sp. 592
			sp. 471
			sp. 533
		Phormedium	sp. 381
			sp. 382
			sp. 482
			sp. 488
	Rivulariaceae	*Calothrix*	*bharadwajae*
			brevissima
			dolichromeres
			elenkinii
			epiphytica
			marchica
			parietina
			stellaris
			thermalis
			vigierie
			weberi
			wembarensis
			sp. 363

ตารางที่ 8. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			sp. 364
			sp. 371
			sp. 387
			sp. 399
			sp. 401
			sp. 403
			sp. 404
			sp. 405
			sp. 408
			sp. 410
			sp. 420
			sp. 429
			sp. 483
			sp. 502
			sp. 506
			sp. 512
			sp. 528
			sp. 539
			sp. 540
			sp. 548
			sp. 556
			sp. 579
			sp. 583
			sp. 585
	Scytonemataceae	*Scytonema*	*javanicum*
			millei
			schmidtii
			stuposum
			sp. 403
			sp. 452

ตารางที่ 8. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			sp. 564
		Tolypothrix	*arenophila*
			fragilis
			limbata
			sp. 373
			sp. 473
			sp. 568
Stigonematales	Mastigocladaceae	*Fischerella*	*ambiqua*
			muscicola
		Hapalosiphon	*delicatus*
			hangrii
			intricatus
			hangrii
			intricatus
			welwitschii
			sp. 597
		Mastigocladus	*laminosus*

3.1.3 การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในพื้นที่ภาคใต้

ตัวอย่างดินที่เก็บจากดินนาและตัวอย่างน้ำในพื้นที่ภาคใต้ ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่จังหวัดพัทลุง, นครศรีธรรมราช, สุราษฎร์ธานี, นราธิวาส, ยะลา, สงขลา, ปัตตานี, ตรัง, สตูล, ภูเก็ต, กระบี่, ระนอง, พังงา และชุมพร เป็นจำนวน 363 ตัวอย่าง. ตัวอย่างที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมีทั้งหมด 185 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 51.0 ของตัวอย่างดินทั้งหมดของภาคใต้ ดังแสดงในตารางที่ 9. เมื่อนำข้อมูลดังกล่าว มาพิจารณาพบว่าจังหวัดที่มีร้อยละของจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสูงสุด คือจังหวัดภูเก็ต คิดเป็นร้อยละ 85.7 ของตัวอย่างดินของภาคใต้ที่พบสาหร่ายทั้งหมด, และจังหวัดที่มีร้อยละของจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายน้อยสุด คือจังหวัดนครศรีธรรมราช คิดเป็นร้อยละ 26.7 ของตัวอย่างดินของภาคใต้ที่พบสาหร่ายทั้งหมด. เมื่อนำตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมาทำการจำแนกสกุลของสาหร่าย พบว่าสกุลที่พบมากได้แก่ *Anabaena*, *Nostoc*, *Hapalosiphon* และ *Calothrix* ซึ่งผลการวิจัยแสดงอยู่ในตารางที่ 10. จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าชนิดของสาหร่ายที่แยกได้จากตัวอย่างดินบางชนิดพบในทุกพื้นที่ และมีการกระจายตัวมากกว่า

ตารางที่ 9. แสดงจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจากตัวอย่างดินนาทั้งหมดที่เก็บจากพื้นที่ภาคใต้

สถานที่	ตัวอย่างดิน	ตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย
พัทลุง	30	13	43.3
นครศรีธรรมราช	30	8	26.7
สุราษฎร์ธานี	30	11	36.7
นราธิวาส	31	17	54.8
ยะลา	30	17	56.7
สงขลา	30	13	43.3
ปัตตานี	29	17	58.6
ตรัง	13	8	61.5
สตูล	31	23	74.2
ภูเก็ต	7	6	85.7
กระบี่	24	14	58.3
ระนอง	31	18	58.1
พังงา	18	9	50.0
ชุมพร	29	11	37.9
รวม	**363**	**185**	**51.0**

ตารางที่ 10. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่แยกได้จากตัวอย่างดินนาในพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ ของภาคใต้

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
จังหวัดพัทลุง		
Anabaena	5	38.5
Calothrix	2	15.4
Fischerella	3	23.1
Hapalosiphon	5	38.5
Nostoc	7	53.8
Phormedium	3	23.1
Stigonema	2	15.4

ตารางที่ 10. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
จังหวัดนครศรีธรรมราช		
Anabaena	1	12.5
Aulosila	1	12.5
Hapalosiphon	1	12.5
Mastigocladus	2	25.0
Nostoc	4	50.0
Stigonema	1	12.5
จังหวัดสุราษฎร์ธานี		
Anabaena	2	18.2
Calothrix	1	9.1
Hapalosiphon	4	36.4
Mastigocladus	1	9.1
Nodularia	1	9.1
Nostoc	6	54.5
Tolypothrix	1	9.1
จังหวัดนราธิวาส		
Anabaena	5	29.4
Calothrix	2	11.8
Fischerella	1	5.9
Hapalosiphon	3	17.6
Nodularia	1	5.9
Nostoc	12	70.6
Stigonema	3	17.6
Tolypothrix	1	5.9
จังหวัดยะลา		
Anabaena	6	35.3
Calothrix	2	11.8
Fischerella	3	17.6

ตารางที่ 10. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
Hapalosiphon	6	35.3
Mastigocladus	2	11.8
Nostoc	10	58.8
Tolypothrix	1	5.9
จังหวัดสงขลา		
Anabaena	3	23.1
Aulosila	1	7.7
Calothrix	1	7.7
Fischerella	2	15.4
Hapalosiphon	4	30.8
Nostoc	7	53.8
Stigonema	2	15.4
Tolypothrix	1	7.7
จังหวัดปัตตานี		
Anabaena	6	35.3
Calothrix	4	23.5
Fischerella	3	17.6
Hapalosiphon	2	11.8
Mastigocladus	1	5.9
Nostoc	11	64.7
Scytonema	1	3.5
Tolypothrix	1	3.5
จังหวัดตรัง		
Anabaena	2	25.0
Calothrix	1	12.5
Hapalosiphon	6	75.0
Lyngbya	1	12.5
Mastigocladus	1	12.5
Nodularia	1	12.5

ตารางที่ 10. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
Nostoc	1	12.5
Phormedium	1	12.5
จังหวัดสตูล		
Anabaena	9	39.1
Aulosila	1	4.3
Calothrix	8	34.8
Fischerella	1	4.3
Hapalosiphon	2	8.7
Lyngbya	1	4.3
Mastigocladus	2	8.7
Nodularia	1	4.3
Nostoc	8	34.8
Oscillatoria	1	4.3
Phormedium	1	4.3
Scytonema	3	13.0
Stigonema	1	4.3
Tolypothrix	5	21.7
จังหวัดภูเก็ต		
Calothrix	1	16.7
Fischerella	4	66.7
Hapalosiphon	4	66.7
Nostoc	1	16.7
จังหวัดกระบี่		
Anabaena	2	14.3
Calothrix	1	7.1
Fischerella	2	14.3
Gloeotrichia	1	7.1
Hapalosiphon	4	28.6
Mastigocladus	1	7.1
Nostoc	10	71.4

ตารางที่ 10. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
Scytonema	2	14.3
Stigonema	1	7.1
Tolypothrix	2	14.3
จังหวัดระนอง		
Anabaena	7	38.9
Aulosila	2	11.1
Calothrix	2	11.1
Fischerella	5	27.8
Hapalosiphon	2	11.1
Lyngbya	1	5.6
Mastigocladus	6	33.3
Nostoc	6	33.3
Phormedium	2	11.1
Scytonema	1	5.6
Stigonema	2	11.1
Tolypothrix	1	5.6
จังหวัดพังงา		
Anabaena	3	33.3
Calothrix	1	11.1
Fischerella	2	22.2
Hapalosiphon	4	44.4
Nostoc	3	33.3
Scytonema	2	22.2
จังหวัดชุมพร		
Anabaena	5	45.5
Aulosila	1	9.1
Calothrix	1	9.1
Fischerella	4	36.4
Hapalosiphon	6	54.5
Mastigocladus	3	27.3
Nostoc	7	63.6
Stigonema	2	18.2

ภาคอื่นๆ สังเกตได้จากจำนวนตัวอย่างที่พบ คือ *Hapalosiphon* และ *Fischerella* ซึ่งในภาคอื่นๆ พบสาหร่าย 2 สกุลนี้กระจายตัวน้อยมาก. จากตารางที่ 11 แสดงผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่า ทางภาคใต้ของประเทศพบสาหร่ายสกุล *Nostoc* จากตัวอย่างดินจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.1 ของตัวอย่างที่พบสาหร่ายทั้งหมดในภาคใต้, รองลงมาคือ *Anabaena, Hapalosiphon* และ *Fischerella* คิดเป็นร้อยละ 30.3, 28.6 และ 14.6 ตามลำดับ, นอกนั้นพบในบางตัวอย่างดิน ได้แก่ *Scytonema, Tolypothrix, Aulosila* และ *Phormedium* เป็นต้น.

และเมื่อนำสาหร่ายมาทำการจำแนก พบว่าสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่แยกได้จากตัวอย่างดินภาคใต้อยู่ใน ลำดับแรก คือ Nostocales ประกอบด้วย 4 วงศ์ ได้แก่ Oscillatoriaceae ซึ่งประกอบด้วย 3 สกุล คือ *Lyngbya, Oscillatoria* และ *Phormedium*. วงศ์ Nostocaceae พบสาหร่ายสกุล *Anabaena, Aulosila*, และ *Nostoc*. วงศ์ Rivulariaceae พบสกุล *Calothrix*. ส่วนวงศ์สุดท้ายคือ Scytonemataceae พบสาหร่ายสกุล *Scytonema* และ *Tolypothrix*. ลำดับที่ 2 คือ Stigonematales พบ 2 วงศ์ คือ Mastigocladaceae มี 3 สกุล ได้แก่ *Fischerella, Hapalosiphon* และ *Mastigocladus* ; และ Stigonemataceae พบเฉพาะสกุล *Stigonema* ดังตารางที่ 12. จะเห็นได้ว่าตัวอย่างดินทางภาคใต้พบสาหร่ายลำดับนี้เป็นมาก แตกต่างจากภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

ตารางที่ 11. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุลต่างๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคใต้

สกุล	จำนวนตัวอย่างดินที่พบ	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในภาคใต้
Anabaena	56	30.3
Aulosila	6	3.2
Calothrix	27	14.6
Fischerella	27	14.6
Hapalosiphon	53	28.6
Lyngbya	3	1.6
Mastigocladus	19	10.3
Nodularia	4	2.2
Nostoc	102	55.1
Phormedium	7	3.8
Scytonema	9	4.9
Stigonema	14	7.6
Tolypothrix	12	6.5

ตารางที่ 12. การจัดจำแนกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคใต้

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
Nostocales	Oscillatoriaceae	*Lyngbya*	sp.
		Oscillatoria	sp.
		Phormedium	*tennuis*
			sp.
	Nostocaceae	*Anabaena*	*ambiqua*
			anomala
			doliolum
			fertilissima
			orientalis
			oryzae
			sphearica
			variabilis
			sp.
		Aulosila	*prolifica*
			sp.
		Nodularia	sp.
		Nostoc	*calcicola*
			carneum
			commune
			coeruleum
			ellipsosporum
			elenkinii
			entophytum
			epiphytica
			fertillisima
			hatei
			linkia
			maculiforme

ตารางที่ 12. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			microscopicum
			muscorum
			paludosum
			parmelloides
			passerinianum
			piscinale
			punctiforme
			spongiaforme
			verucosum
			sp.
	Rivulariaceae	*Calothrix*	*bharadwajae*
			javanica
			marchica
			weberi
			wembarensis
			sp.
	Scytonemataceae	*Scytonema*	*burmanicum*
			coactile
			javanicum
			sp.
		Tolypothrix	*distorta*
			fragilis
			limbata
			modosa
			tenuis
			sp.
Stigonematales	Mastigocladaceae	*Fischerella*	*ambiqua*
			muscicola
			sp.
		Hapalosiphon	*delicatus*

ตารางที่ 12. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			fontinalis
			hansgrii
			hibernicus
			intricatus
			welwitschii
			sp.
		Mastigocladus	*laminosus*
			sp.
	Stigonemataceae	*Stigonema*	sp.

3.1.4 การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในพื้นที่ภาคเหนือ

จากตัวอย่างดินนาที่เก็บในพื้นที่ภาคเหนือตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์, กำแพงเพชร, สุโขทัย, ตาก, ลำปาง, ลำพูน, พิจิตร, พิษณุโลก, อุตรดิตถ์, แพร่, น่าน, พะเยา, เชียงใหม่ และเชียงราย มีจำนวนตัวอย่างดิน 331 ตัวอย่าง. พบตัวอย่างดินที่มีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 210 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 63.4 ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 13 และพบว่าจังหวัดลำพูน มีร้อยละของจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายมากสุดคือ ร้อยละ 80.0. ส่วนจังหวัดภาคเหนือที่มีจำนวนร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายน้อยสุดคือ จังหวัดตาก คิดเป็นร้อยละ 50.0. เมื่อพิจารณาเป็นรายจังหวัดจะเห็นได้ว่าสาหร่ายที่พบในตัวอย่างดินส่วนใหญ่ได้แก่ *Anabaena* และ *Nostoc*. สาหร่ายชนิดอื่นก็พบได้บ้างแต่ในปริมาณน้อย ได้แก่ *Hapalosiphon*, *Fischerella*, *Calothrix*, *Tolypothrix* และ *Scytomena* ซึ่งผลการวิจัยแสดงอยู่ในตารางที่ 14. เมื่อนำตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายจากทุกจังหวัดในภาคเหนือมาพิจารณาร่วมกัน พบว่าสาหร่ายที่พบในจำนวนตัวอย่างดินมากที่สุดของภาคเหนือคือ *Anabaena* พบ 67.6%, รองลงมาได้แก่ *Nostoc* 51.4%, *Hapalosiphon* 12.4% และ *Calothrix* 9.5%. ส่วนสายพันธุ์อื่นๆ พบน้อยเช่นเดียวกับภาคอื่น ๆ.

การจำแนกสาหร่ายภาคเหนือพบว่ามีการแพร่กระจายของสาหร่ายเช่นเดียวกันกับภาคอื่นๆ กล่าวคือ ตัวอย่างดินภาคเหนือพบสาหร่ายใน 2 ลำดับ คือ ลำดับแรก Nostocales ประกอบด้วย 3 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Nostocaceae พบสาหร่ายสกุล *Anabaena, Cylindrospermum* และ *Nostoc*; วงศ์ Rivulariaceae พบสกุล *Calothrix* และ *Gloeotrichia*; วงศ์ Scytonemataceae พบสาหร่ายสกุล *Scytonema* และ *Tolypothrix*.. ส่วนลำดับที่ 2 คือ Stigonematales พบสาหร่ายในวงศ์ Mastigocladaceae มี 3 สกุล ได้แก่ *Fischerella*, *Hapalosiphon* และ *Mastigocladus* (ตารางที่ 15-16).

ตารางที่ 13. แสดงจำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจากตัวอย่างดินนาทั้งหมดที่เก็บจากพื้นที่ภาคเหนือ

สถานที่	ตัวอย่างดิน	ตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย
นครสวรรค์	20	14	70.0
กำแพงเพชร	24	19	79.2
สุโขทัย	22	14	63.6
ตาก	20	10	50.0
ลำปาง	30	19	63.3
ลำพูน	20	16	80.0
พิจิตร	7	4	54.1
พิษณุโลก	25	16	64.0
อุตรดิตถ์	20	15	75.0
แพร่	24	15	62.5
น่าน	16	11	68.8
พะเยา	20	12	60.0
เชียงใหม่	53	29	54.7
เชียงราย	30	16	53.3
รวม	**331**	**210**	**63.4**

ตารางที่ 14. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ที่แยกได้จากตัวอย่างดินนาในพื้นที่จังหวัดต่างๆ ของภาคเหนือ

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
จังหวัดนครสวรรค์		
Anabaena	11	78.6
Calothrix	7	50.0
Fischerella	2	14.3
Hapalosiphon	3	21.4
Lyngbya	2	14.3

ตารางที่ 14. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
Nostoc	6	42.9
Scytonema	1	7.1
จังหวัดกำแพงเพชร		
Anabaena	14	73.7
Calothrix	2	10.5
Nostoc	11	57.9
Stigonema	1	5.3
จังหวัดสุโขทัย		
Anabaena	10	71.4
Calothrix	1	7.1
Fischerella	2	14.2
Hapalosiphon	2	14.2
Nostoc	6	42.9
จังหวัดตาก		
Anabaena	7	70.0
Cylindrospermum	1	10.0
Nostoc	4	40.0
จังหวัดลำปาง		
Anabaena	10	52.6
Calothrix	2	6.7
Cylindrospermum	1	5.3
Fischerella	1	5.3
Hapalosiphon	3	15.8
Nostoc	10	52.6
Scytonema	1	5.3
Tolypothrix	3	15.8
จังหวัดลำพูน		
Anabaena	11	68.8
Calothrix	2	12.5

ตารางที่ 14. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
Cylindrospermum	2	12.5
Gloeotrichia	1	6.3
Hapalosiphon	1	6.3
Nostoc	8	50.0
จังหวัดพิจิตร		
Anabaena	4	100.0
Calothrix	1	25.0
Nostoc	1	25.0
จังหวัดพิษณุโลก		
Anabaena	10	62.5
Calothrix	1	6.3
Fischerella	3	18.8
Hapalosiphon	2	12.5
Mastigocladus	1	6.3
Nostoc	9	56.3
Scytonema	1	6.3
จังหวัดอุตรดิตถ์		
Anabaena	12	80.0
Calothrix	1	6.7
Fischerella	2	13.3
Hapalosiphon	3	20.0
Nostoc	6	40.0
Scytonema	2	13.3
จังหวัดแพร่		
Anabaena	10	66.7
Fischerella	2	13.3
Gloeotrichia	1	6.7
Hapalosiphon	1	6.7
Mastigocladus	1	6.7
Nostoc	5	33.3

ตารางที่ 14. (ต่อ)

รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างดินที่พบสาหร่าย	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละจังหวัด
Tolypothrix	1	6.7
จังหวัดน่าน		
Anabaena	7	63.6
Calothrix	1	9.1
Gloeotrichia	1	9.1
Hapalosiphon	5	45.5
Nostoc	5	45.5
จังหวัดพะเยา		
Anabaena	10	83.3
Hapalosiphon	1	8.3
Mastigocladus	1	8.3
Nostoc	7	58.3
จังหวัดเชียงใหม่		
Anabaena	17	58.6
Calothrix	2	6.9
Cylindrospermum	3	10.3
Fischerella	2	6.9
Hapalosiphon	4	13.8
Nostoc	20	69.0
Tolypothrix	3	10.3
จังหวัดเชียงราย		
Anabaena	9	56.3
Hapalosiphon	2	12.5
Nostoc	10	62.5
Tolypothrix	1	6.3

ตารางที่ 15. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุลต่างๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคเหนือ

สกุล	จำนวนตัวอย่างดินที่พบ	ร้อยละของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายทั้งหมดในภาคเหนือ
Anabaena	142	67.6
Calothrix	20	9.5
Cylindrospermum	7	3.3
Fischerella	14	6.7
Gloeotrichia	3	1.4
Hapalosiphon	26	12.4
Mastigocladus	3	1.4
Nostoc	108	51.4
Scytonema	5	2.4
Stigonema	1	0.5
Tolypothrix	8	3.8

ตารางที่ 16. การจัดจำแนกสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่แยกจากตัวอย่างดินในพื้นที่ภาคเหนือ

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
Nostocales	Nostocaceae	*Anabaena*	*ambiqua*
			anomala
			ballynganglii
			circinalis
			doliolum
			fertillissima
			flos-aquae
			iyengarii
			khannae
			laxa
			orientalis
			piscinale

ตารางที่ 16. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
			siamensis
			sphearica
			torulosa
			vaginicola
			variabilis
			sp.
		Cylindrospermum	*indicum*
			sp.
		Nostoc	*calcicola*
			commune
			ellipsosporum
			entophytum
			linkia
			microscopicum
			muscorum
			paludosum
			piscinale
			punctiforme
			sphaericum
			spiroides
			spongiaforme
			sp.
	Rivulariaceae	*Calothrix*	*bharadwajae*
			brevissima
			javanica
			marchica
			wembarensis
			sp.
		Gloeotrichia	sp.

ตารางที่ 16. (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	สกุล	ชนิด
	Scytonemataceae	Scytonema	*javanicum*
			muscicola
			sp.
		Tolypothrix	sp.
Stigonematales	Mastigocladaceae	*Fischerella*	sp.
		Hapalosiphon	*intricatus*
			welwitschii
			sp.
		Mastigocladus	sp.

เมื่อนำข้อมูลของแต่ละภูมิภาคมาสรุปเพื่อศึกษาดูการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวของประเทศไทย พบว่าส่วนใหญ่ตัวอย่างดินนาของทุกๆ ภูมิภาคของประเทศไทยจะพบชนิดของสาหร่ายไม่แตกต่างกันมากนัก จะแตกต่างกันเพียงจำนวนตัวอย่างที่พบชนิดของสาหร่ายนั้นๆ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างชัดเจน ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 17.

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายที่พบในภาคเหนือและภาคกลางมีการพบสาหร่ายชนิดต่าง ๆ ที่คล้าย ๆ กัน กล่าวคือ ทั้งภาคกลางและภาคเหนือพบ *Anabaena* ในปริมาณมาก, รองลงมาคือ สาหร่ายสกุล *Nostoc* และ *Calothrix*; ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้กลับพบว่าสาหร่ายที่พบมากคือ *Nostoc*, สาหร่ายที่พบรองลงมาสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ*Calothrix*; ส่วนภาคใต้เป็น *Anabaena*. ดังนั้นเมื่อพิจารณาทั้ง 4 ภาคแล้วจะเห็นได้ว่าในแต่ละภาคจะมีสาหร่ายสกุลที่เด่นแตกต่างกัน แต่สาหร่ายที่พบโดยทั่วไปของทุกภาคจะคล้าย ๆ กัน และทุกภาคจะมีสาหร่ายสกุล *Nostoc* เป็นสาหร่ายที่ค่อนข้างเด่นอยู่ด้วย. ข้อมูลดังกล่าวทำให้สามารถประเมินศักยภาพของการนำไปใช้ประโยชน์ของสาหร่ายเหล่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำสาหร่ายสายพันธุ์ดังกล่าวไปผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งจะเน้นได้ว่าสายพันธุ์นี้ สามารถขึ้นได้ในทุกภูมิภาคของประเทศ.

ตารางที่ 17. ชนิดของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบในปริมาณมากในแต่ละภาคของประเทศ

ภาค	ชนิดของสาหร่ายที่พบมาก
กลาง	- *Anabaena* sp. (58.3%), *Nostoc* sp. (53.7%), *Calothrix sp.* (39.8%) และ *Scytonema* sp. (11.0%)
ตะวันออกเฉียงเหนือ	- *Nostoc* sp. (69.0%), *Calothrix* sp. (59.5%), *Anabaena* sp. (31.0%) และ *Tolypothrix* (10.3%)
ภาคใต้	- *Nostoc* sp. (55.1%), *Fischerella* sp. (14.6%), *Hapalosiphon* (28.6%) และ *Calothrix* (14.6%)
ภาคเหนือ	- *Anabaena* sp. (67.6%), *Nostoc* sp. (51.4%), *Hapalosiphon* (12.4%) และ *Calothrix* (9.5%)

3.2 การแพร่กระจายของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่มีความเป็นกรด-ด่างของดินแตกต่างกัน

จากการศึกษาตัวอย่างดินที่เก็บในแต่ละภาคของประเทศได้ทำการคัดเลือกชนิดของดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินแตกต่างกัน มาจัดแบ่งและสามารถแบ่งได้ออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้คือ: ดินกรดจัด (pH 2.5-4.5), ดินกรดปานกลาง (pH 4.6-5.5), ดินกรดอ่อน (pH 5.6-6.5) ดินกลาง (pH 6.6-7.5), ดินด่างอ่อน (pH 7.6-8.5) และดินด่างปานกลาง (pH 8.6-9.5). ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 18 และรูปที่ 1. นำตัวอย่างดินในภาคกลางจำนวน 171 ตัวอย่าง มาแบ่งตัวอย่างดินตามค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าจำนวนตัวอย่างดินที่เป็นดินกรดจัด, ดินกรดปานกลาง, ดินกรดอ่อน, ดินกลาง, ดินด่างอ่อน และดินด่างปานกลาง มีจำนวน 43, 27, 39, 50, 10 และ 2 ตัวอย่าง ตามลำดับ. ตัวอย่างดินดังกล่าวนี้เป็นตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายจำนวน 15, 21, 24, 21, 3 และ 1 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละที่พบ คือ 34.9, 77.8, 61.5, 42.0, 30.0 และ 50.0% ตามลำดับ. ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าดินที่เป็นดินกรดปานกลาง คือ ความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4.6-5.5 จะพบตัวอย่างสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสูงสุด คือ 77.8%, รองลงมาเป็นตัวอย่างดินกรดอ่อน (pH 5.6-6.5) มีจำนวน 61.5% และจะพบตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวน้อยในดินกรดจัดและดินด่างอ่อน.

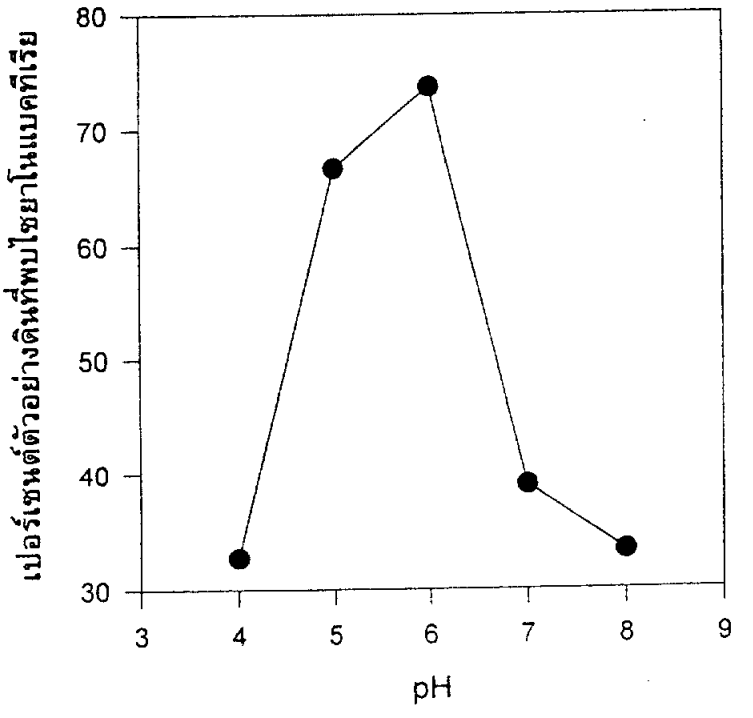
ตารางที่ 18. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในตัวอย่างดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ ในแต่ละภาคของประเทศ

พื้นที่		pH ของดิน						
		ดินกรดจัด (2.5-4.5)	ดินกรดปานกลาง (4.6-5.5)	ดินกรดอ่อน (5.6-6.5)	ดินกลาง (6.6-7.5)	ดินด่างอ่อน (7.6-8.5)	ดินด่างปานกลาง (8.6-9.5)	รวม
ภาคกลาง	A	43	27	39	50	10	2	171
	B	15	21	24	21	3	1	85
	C (%)	34.9	77.8	61.5	42.0	30.0	50.0	49.7
ภาคเหนือ	A	-	14	33	17	2	2	68
	B	-	7	27	9	1	1	45
	C (%)	-	50.0	81.8	52.9	50.0	50.0	66.2
ภาคใต้	A	-	-	4	10	-	-	14
	B	-	-	2	5	-	-	7
	C (%)	-	-	50.0	50.0	-	-	50.0
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	A	9	13	-	-	-	-	22
	B	2	6	-	-	-	-	8
	C (%)	22.2	46.2	-	-	-	-	36.4
รวม	A	52	54	76	77	12	4	275
	B	17	34	53	35	4	2	145
	C (%)	32.7	63.0	69.7	45.5	33.3	50.0	48.6

หมายเหตุ A : ตัวอย่าง

B : ตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

C : % ของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว



รูปที่ 1. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในแต่ละค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน.

ตัวอย่างดินในภาคเหนือมีจำนวน 68 ตัวอย่าง เป็นดินกรดอ่อน 33 ตัวอย่าง, ดินกลาง 17 ตัวอย่าง, ดินกรดปานกลาง 14 ตัวอย่าง, ดินด่างอ่อน 2 ตัวอย่าง และดินด่างปานกลาง 2 ตัวอย่าง. ดินดังกล่าวพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวทั้งสิ้น 45 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวอย่างดินกรดอ่อน 27 ตัวอย่าง, ดินกลาง 9 ตัวอย่าง, ดินกรดปานกลาง 7 ตัวอย่าง, ดินด่างอ่อน 1 ตัวอย่าง, และดินด่างปานกลาง 1 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 81.8, 52.9, 50.0, 50.0 และ 50.0% ตามลำดับ. ตัวอย่างดินทางภาคเหนือจะพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจากดินกรดอ่อนมากที่สุดคือ 81.8%.

ส่วนทางภาคใต้เก็บตัวอย่างดินจำนวน 14 ตัวอย่าง พบเพียงดินกรดอ่อนและดินกลาง โดยมีจำนวน 4 และ 10 ตัวอย่าง ตามลำดับ และตัวอย่างดินดังกล่าวมีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวคิดเป็นร้อยละที่เท่ากัน คือ 50%.

ส่วนตัวอย่างดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 22 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างดินกรดจัด 9 ตัวอย่าง, ดินกรดปานกลาง 13 ตัวอย่าง โดยมีตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเพียง 2 และ 6 ตัวอย่างหรือคิดเป็น 22.2 และ 46.2% ตามลำดับ.

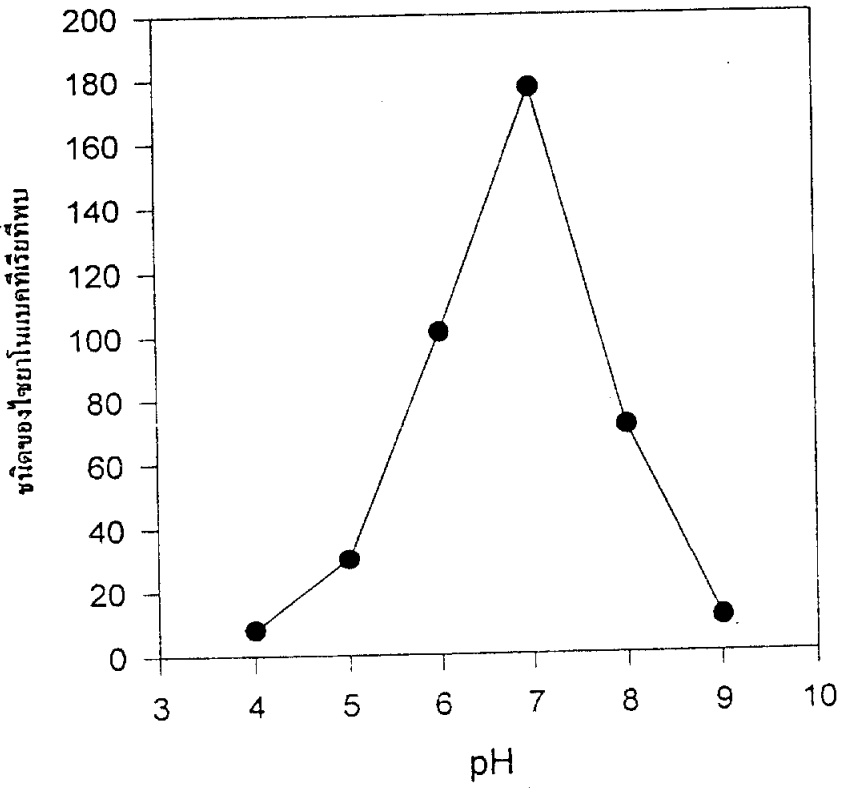
เมื่อรวมจำนวนตัวอย่างดิน และตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวทั้ง 4 ภาคแล้ว พบว่าดินกรดปานกลางที่มี pH อยู่ระหว่าง 4.6-5.5 มีการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวถึง 63.0%, ดินกรดอ่อนมีถึง 69.7%, ส่วนดินด่างปานกลางมี 50%; ดินกรดจัด, ดินด่างอ่อน และดินกลางพบการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวต่ำกว่า 50%.

เมื่อนำแต่ละตัวอย่างดินมาทำการแยกเชื้อสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ BG-11 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก 1) พบว่าในแต่ละความเป็นกรด-ด่างของดิน พบสายพันธุ์สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 19 และรูปที่ 2.

จากจำนวนตัวอย่างดินกรดอ่อนซึ่งพบตัวอย่างดินที่มีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากถึง 69.7% เมื่อนำมาแยกสายพันธุ์สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสูงสุดในกลุ่ม ผลที่พบคือมี *Nostoc* sp. 56 สายพันธุ์, *Anabaena* 54 สายพันธุ์, *Calothrix* 23 สายพันธุ์, *Scytonema* 16 สายพันธุ์, *Hapalosiphon* 10 สายพันธุ์, *Fischerella* 7 สายพันธุ์, *Tolypothrix* 6 สายพันธุ์, *Cylindrospermum* 3 สายพันธุ์, *Stigonema* 1 สายพันธุ์, *Gloeotrichia* 2 สายพันธุ์, *Nostochopsis* 1 สายพันธุ์, *Nodularia* 1 สายพันธุ์, *Aulosila* 1 สายพันธุ์ และ *Anabaenopsis* 1 สายพันธุ์. เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของดินมีปริมาณต่ำลง จะพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสายพันธุ์ *Nostoc* เป็นปริมาณมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ. ส่วนตัวอย่างดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าดินกรดอ่อน ได้แก่ ดินกลาง, ดินด่างอ่อน และดินด่างปานกลาง จำนวนสายพันธุ์สาหร่ายสีน้ำเงินที่พบมีปริมาณลดลง. ที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งคือ เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของดินสูงขึ้นจะพบ *Anabaena* มากกว่า *Nostoc* และมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ. ส่วนตัวอย่างดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าดินกรดอ่อน ได้แก่ ดินกลาง, ดินด่างอ่อน และดินด่างปานกลาง จำนวนสายพันธุ์สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบมีปริมาณลดลง และเป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของดินสูงขึ้นจะพบ *Anabaena* มากกว่า *Nostoc* และมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ. ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากดินกรดอ่อน ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.6-6.5 เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการละลายของธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ทำให้สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมีปริมาณธาตุอาหารอย่างอุดมสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Roger and Kulasooriya (1980) ว่าสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบในอินเดีย พบมากในช่วงของความเป็นกรด-ด่าง 5-6.

ตารางที่ 19. ชนิดและจำนวนของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบในแต่ละค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน

สกุลของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว	จำนวนชนิดของสาหร่ายในแต่ละสกุลที่พบ						
	ดินกรดจัด (2.5-4.5)	ดินกรดปานกลาง (4.6-5.5)	ดินกรดอ่อน (5.6-6.5)	ดินกลาง (6.6-7.5)	ดินด่างอ่อน (7.6-8.5)	ดินด่างปานกลาง (8.6-9.5)	รวม
Anabaena	-	6	25	54	25	4	114
Nostoc	-	11	27	56	14	3	111
Calothrix	-	4	20	23	7	3	57
Hapalosiphon	-	-	5	10	4	-	19
Scytonema	2	-	10	16	11	-	39
Fischerella	-	-	2	7	4	-	13
Tolypothrix	4	-	1	6	1	1	13
Cylindrospermum	-	-	2	3	-	-	5
Mastigocladus	2	-	1	-	-	-	3
Stigonem	-	-	2	1	1	-	4
Gloeotrichia	-	-	1	2	-	-	3
Nostochopsis	-	-	-	1	-	-	1
Rivularia	-	-	1	-	-	-	1
Nodularia	-	-	-	1	-	-	1
Aulosila	-	-	1	1	-	-	2
Anabaenopsis	-	-	-	1	1	-	2
	8	**21**	**98**	**182**	**68**	**11**	**388**



รูปที่ 2 การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในตัวอย่างดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่างกัน.

3.3 ศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวตามชนิดของดิน (soil texture)

จากการทดลองนี้ได้ศึกษาการแพร่กระจายของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวกับเนื้อดินในแต่ละภาคของประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 20. พบว่าตัวอย่างดินในภาคกลางจำนวน 171 ตัวอย่าง เป็นดินเหนียว (clay) มากถึง 90 ตัวอย่าง และพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจำนวน 51 ตัวอย่างหรือคิดเป็น 56.7% และ ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) จำนวน 30 ตัวอย่าง พบตัวอย่างที่มีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 14 ตัวอย่าง หรือ 46.7%. ดินที่เหลือเป็นดินเนื้อปานกลาง ได้แก่ ดินร่วนเหนียว (clay loam) 36 ตัวอย่าง, ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) 13 ตัวอย่าง และ ดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) 2 ตัวอย่าง ซึ่งพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 17 และ 3 ตัวอย่าง ตามลำดับเท่านั้น. ดังนั้น จะเห็นได้ว่าในตัวอย่างดินของภาคกลาง ดินส่วนใหญ่จะเป็นดินเนื้อละเอียดซึ่งพบว่าดินเนื้อละเอียดทั้ง 2 กลุ่ม พบปริมาณสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 56.7 และ 46.7% ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันมากนักกับดินเนื้อปานกลาง คือดินร่วนเหนียว (clay loam) ซึ่งพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 47.2%.

ตารางที่ 20 การแพร่กระจายของตัวอย่างดินและตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ในดินชนิดต่างๆ ในแต่ละภาคของประเทศ

พื้นที่		ชนิดของเนื้อดิน						จำนวนตัวอย่างดิน
		Clay	Silty clay	Clay loam	Silty clay loam	Loam	Sandy clay loam	
ภาคกลาง	A	90	30	36	13	-	2	171
	B	51	14	17	3	-	-	85
	C	56.7	46.7	47.2	23.1	-	-	49.7
ภาคเหนือ	A	8	35	16	7	2	-	68
	B	6	24	9	5	1	-	45
	C	75.0	68.6	56.3	71.4	50.0	-	66.2
ภาคใต้	A	-	2	3	7	-	2	14
	B	-	1	2	4	-	-	7
	C	-	50.0	66.7	57.1	-	-	50.0
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	A	-	8	-	6	8	-	22
	B	-	1	0	2	4	-	7
	C	-	50.0	-	33.3	25.0	-	36.4
รวม	A	98	75	55	33	10	4	275
	B	57	40	28	16	3	-	145
	C	58.2	57.3	50.9	42.4	30.0	-	52.7

หมายเหตุ A : ตัวอย่างดินทั้งหมด

B : ตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

C : % ของตัวอย่างดินที่พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

ส่วนทางภาคเหนือ จากจำนวนตัวอย่างดิน 68 ตัวอย่าง สามารถแบ่งตามเนื้อดินดังนี้ คือ เนื้อดินละเอียดได้แก่ เนื้อดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) 35 ตัวอย่าง, ดินเหนียว (clay) 8 ตัวอย่าง พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 24 และ 6 ตัวอย่าง ตามลำดับ, คิดเป็น 68.6% และ 75% ตามลำดับ; และดินเนื้อปานกลาง ดินร่วนเหนียว (clay loam) 16 ตัวอย่าง, ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) 7 ตัวอย่าง, loam 2 ตัวอย่าง พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 9, 5 และ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับ คิดเป็น 56.3, 71.4, และ 50% ตามลำดับ. ดินทางภาคใต้ มีจำนวนตัวอย่างดิน เป็นดินเนื้อปานกลางมากกว่าดินเนื้อละเอียด พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน คือ

50, 66.7 และ 57.9% ส่วนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวนตัวอย่างดิน 22 ตัวอย่าง พบดินเนื้อละเอียด ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) 8 ตัวอย่าง, เนื้อดินปานกลาง ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) 6 ตัวอย่าง และเนื้อดินร่วน (loam) 8 ตัวอย่าง ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าว พบว่าเนื้อดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) พบตัวอย่างดินที่มีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว 50.0%.

เมื่อพิจารณาโดยรวมของเนื้อดินทั้งหมดแล้วจะเห็นได้ว่า การพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจะมีปริมาณลดลงตามความละเอียดของดิน คือ ดินชนิดดินเหนียว (clay), ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay), ดินร่วนเหนียว (clay loam), ดินร่วนเหนียวปนทราย (silty clay loam) และ ดินร่วน (loam) มีปริมาณสาหร่ายเป็น 58.2, 57.3, 50.9, 42.4 และ 30.0% ตามลำดับ, แสดงว่าจะพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวได้ในดินเนื้อละเอียดมากกว่าในดินเนื้อหยาบ.

เมื่อนำตัวอย่างดินที่มีเนื้อดินแตกต่างกันมาทำการแยกสายพันธุ์สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในแต่ละเนื้อดินพบว่า ดินในกลุ่มดินเนื้อละเอียด ได้แก่ ดินเหนียว (clay), ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว มากกว่าตัวอย่างดินที่มีเนื้อดินปานกลาง ดังแสดงในตารางที่ 21. เนื้อดินเหนียว (clay) ซึ่งเป็นดินเนื้อละเอียด พบสายพันธุ์สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสูงสุดคือ 149 สายพันธุ์ ซึ่งมีสายพันธุ์ที่พบมากได้แก่ *Anabaena* sp., *Nostoc* sp. และ *Calothrix* sp. นอกจากนี้ ยังพบ *Hapalosiphon*, *Scytonema*, *Fischerella*, *Tolypothrix*, *Cylindrospermum*, *Mastigocladus* และอื่น ๆ.

ส่วนดินเนื้อปานกลางได้แก่ ดินร่วนเหนียว (clay loam), ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) และ ดินร่วน (loam) พบสายพันธุ์สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวส่วนใหญ่เป็น *Anabaena* และ *Nostoc* . จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ดินเนื้อละเอียดได้แก่ ดินเนื้อเหนียว (clay) , ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากกว่าเนื้อดินชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากดินเนื้อละเอียดเป็นดินที่มีช่องว่างขนาดเล็ก ทำให้สามารถเก็บกักน้ำในดินไว้ได้เป็นเวลานานๆ. นอกจากนี้ดินเนื้อละเอียดก็มีธาตุอาหารหลัก, รอง และเสริม ที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวค่อนข้างสูงกว่าดินชนิดอื่นๆ ซึ่งต่างจากดินเนื้อปานกลางและดินเนื้อหยาบ ทำให้พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวได้ในเนื้อดินละเอียดมากกว่าดินเนื้อปานกลางและดินเนื้อหยาบ. จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่าการแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวขึ้นอยู่กับชนิดของดินและความเป็นกรด-ด่างของดินด้วย.

ตารางที่ 21. สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในแต่ละสกุล ที่พบในเนื้อดินแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน

สายพันธุ์	ชนิดของเนื้อดิน (texture)					รวม
	Clay	Silty clay	Clay loam	Silty clay loam	Loam	
Anabaena	42	40	25	7	1	115
Nostoc	40	38	23	10	1	112
Calothrix	27	17	10	3	-	57
Hapalosiphon	7	7	5	-	-	19
Scytonema	14	5	7	9	2	37
Fischerella	4	4	2	-	1	11
Tolypothrix	6	4	3	-	-	13
Cylindrospermum	2	1	1	1	-	5
Mastigocladus	1	2	-	-	-	3
Stigonema	1	2	1	-	-	4
Gloeotrichia	1	2	-	-	-	3
Nostochopsis	1	-	-	-	-	1
Rivularia	1	-	-	-	-	1
Dichotrix	-	1	-	-	-	1
Richelia	-	1	-	-	-	1
Nodularia	1	-	-	-	-	1
Aulosila	1	1	-	-	-	2
	149	**125**	**77**	**30**	**5**	

4. สรุปผลการทดลอง

การทดลองนี้สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้คือ:

1. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในแต่ละภาคของประเทศไทย มีความแตกต่างกัน ภาคกลางพบตัวอย่างดินที่สามารถแยกเชื้อสาหร่ายได้ 54.8%, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 52.6%, ภาคใต้ 49.87% และภาคเหนือ 72.35%. สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบในดินนาเป็นสาหร่ายในสกุล *Anabaena*, *Nostoc* และ *Calothrix* เป็นส่วนใหญ่.

2. สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่พบในประเทศไทยสามารถจำแนกได้ 2 ลำดับ คือ วงศ์ Nostocales และวงศ์ Stigonematales ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 6 วงศ์ และ 17 สกุล.

3. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเปลี่ยนแปลงตามสภาพดินที่มีความเป็นกรด-ด่างของดินแตกต่างกัน. ดินที่มีความเป็นกรดปานกลาง (4.6-5.5), ดินกรดอ่อน (5.6-6.5) และดินกลาง (6.6-7.5) พบปริมาณสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากกว่าดินชนิดอื่น ๆ.

4. การแพร่กระจายของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวแตกต่างกันตามชนิดของเนื้อดิน โดยพบว่าดินที่มีเนื้อดินละเอียด ดินเหนียว (clay), ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) พบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในปริมาณสูงกว่าดินเนื้อปานกลางคือ ดินร่วน (loam), ดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam).

5. เอกสารอ้างอิง

Antarikanonda, P. 1980. Morphological, physiology and biochemical studies with the effective N_2-fixing blue-green alga. Ph.D. Thesis, University of Gottingen.

Becker, E.W. 1994. Microalgae Biotechnology and Microbiology. Cambridge, University Press. 239 p.

Desikachary, T.V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 621 p.

Vallisuta, S. 1988. A study of distribution and selection of N_2-fixing blue-green algae. Ph. D. Thesis. Kasetsart University.

Watanabe, A. 1959. Distribution of nitrogen fixing blue-green algae in various areas of south and east asia. *J. Appl. Microbiol. 5* :21-29.

ภาคผนวก 1

สูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสาหร่าย

การเลี้ยงสาหร่ายจะใช้สูตรอาหาร BG-11 ปรับปรุง (ไม่เติม $NaNO_3$) ประกอบด้วยธาตุอาหารต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ:

$K_2HPO_4.3H_2O$	0.040	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.075	กรัม
$CaCl_2.2H_2O$	0.036	กรัม
Citric acid	0.006	กรัม
Ferric ammonium citrate	0.006	กรัม
Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) (disodium magnesium salt)	0.001	กรัม
Na_2CO_3	0.020	กรัม
* Trace metal mix	1.0	มิลลิลิตร
Deionized water	1,000	มิลลิลิตร

หลังจากนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปรับ pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อเป็น 7.4.

* Trace metal mix

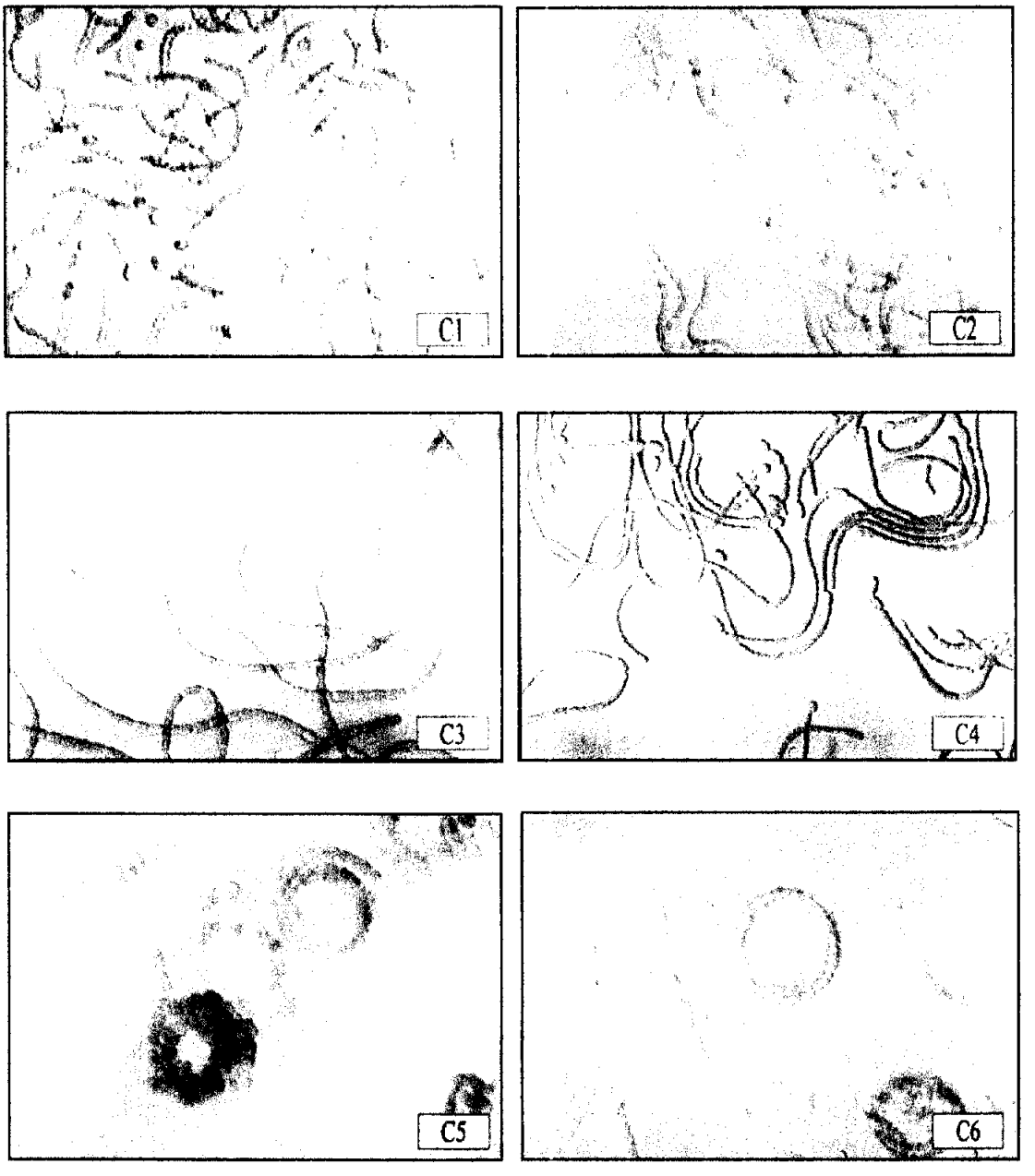
H_3BO_3	2.860	มก./มล.
$MnCl_2.4H_2O$	1.810	มก./มล.
$ZnSO_4.7H_2O$	0.222	มก./มล.
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.049	มก./มล.
$CuSO_4.5H_2O$	0.079	มก./มล.
$Co(NO_3)_2.6H_2O$	0.049	มก./มล.

ที่มา: Richmond, A. 1986. CRC Handbook of Microalgal Mass Culture. CRC Press Inc., Roca Raton, Florida, U.S.A. 528 p.

ภาคผนวก 2

ภาพแสดงลักษณะของสาหร่ายที่พบในแต่ละภาคของประเทศไทย

ภาคกลาง



C1 *Anabaena oryzae* (x400)

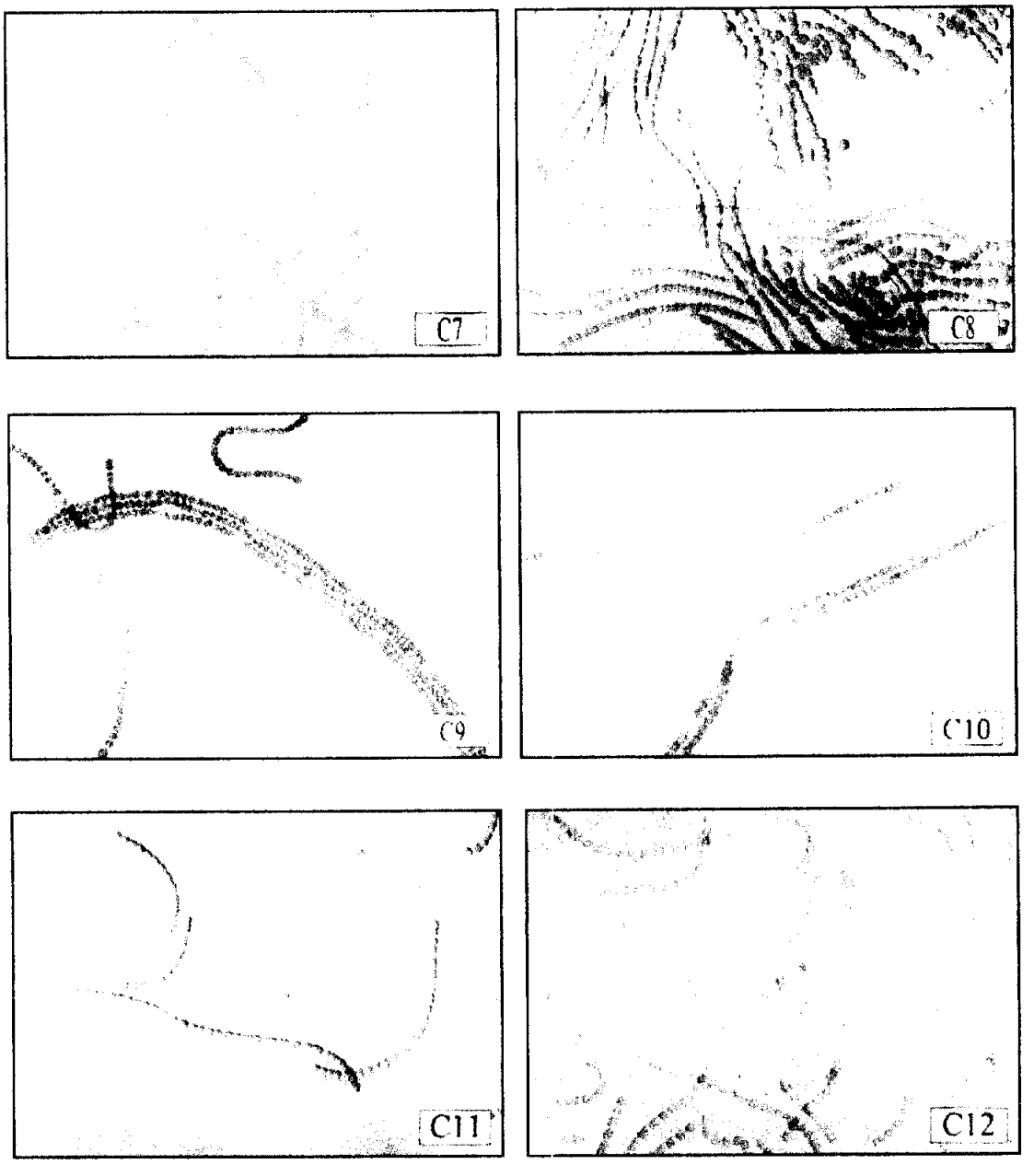
C2 *A. fertillissima* (x400)

C3 *A. variabilis* (x400)

C4 *A. variavilis* (x400)

C5 *A. gelatinicola* (x400)

C4 *A. utermohii* (x400)



C7 *A. fertillissima* (x400)

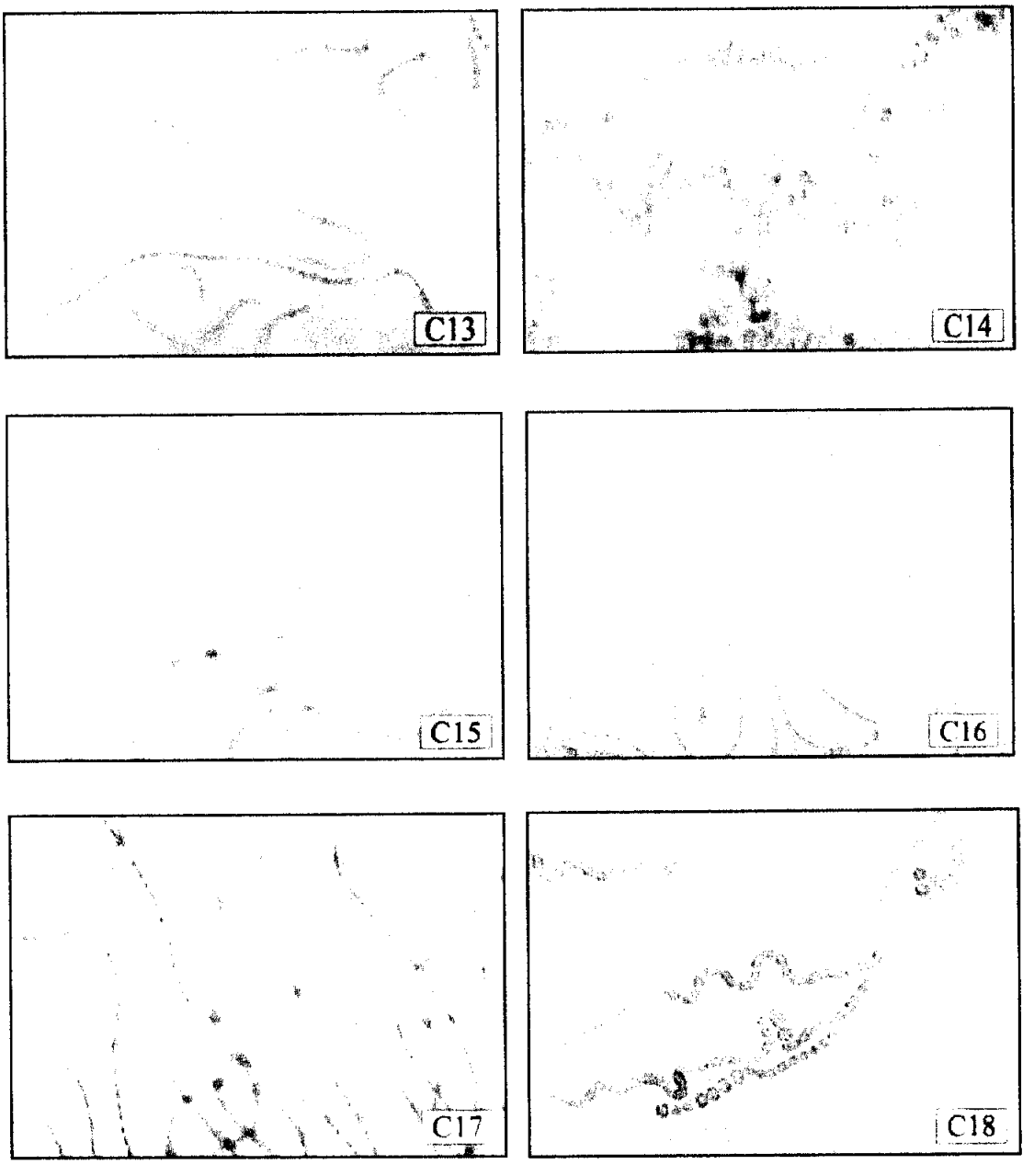
C8 *Anabaena* sp. (x400)

C9 *A. circinalis* (x400)

C10 *A.iyengarii* (x400)

C11 *A. oryzae* (x400)

C12 *A. fertillissima* (x400)



C13 *N. maculiforme* (x400)

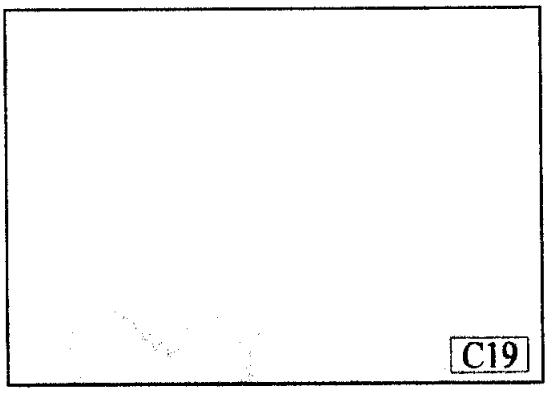
C14 *N. linkia* (x400)

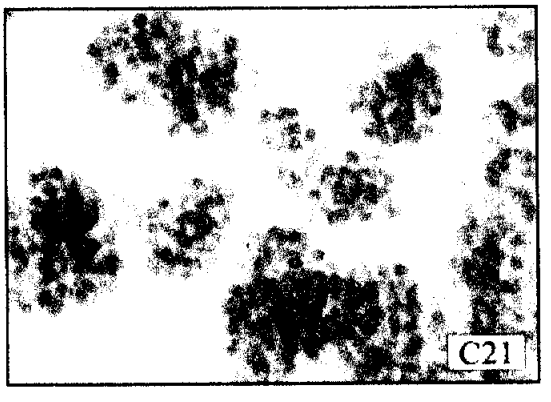
C15 *N. maculiforme* (x400)

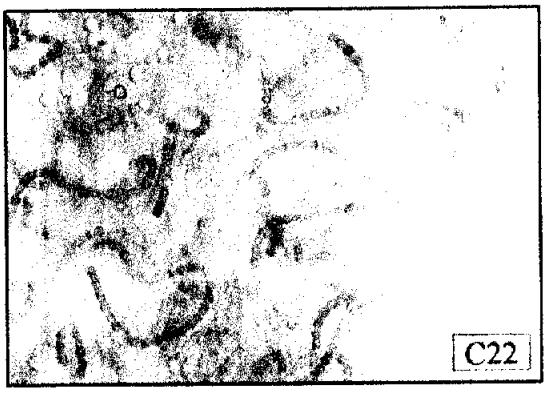
C16 *N. carneum* (x400)

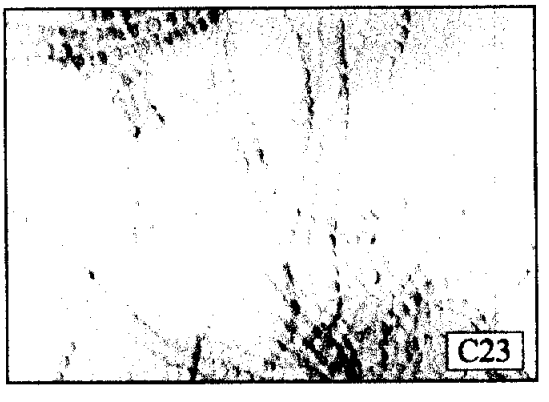
C17 *N. verrucosum* (x400)

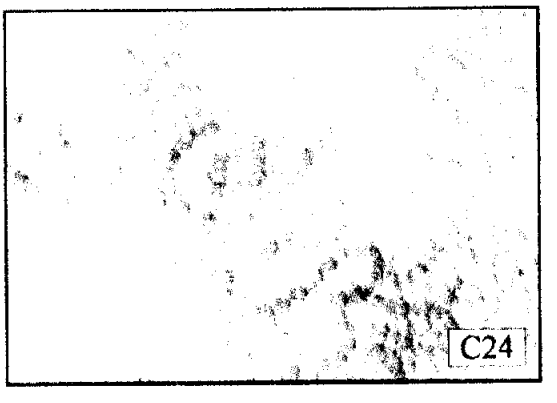
C18 *N. paludosum* (x400)











C19 *N. piscinale* (x400)

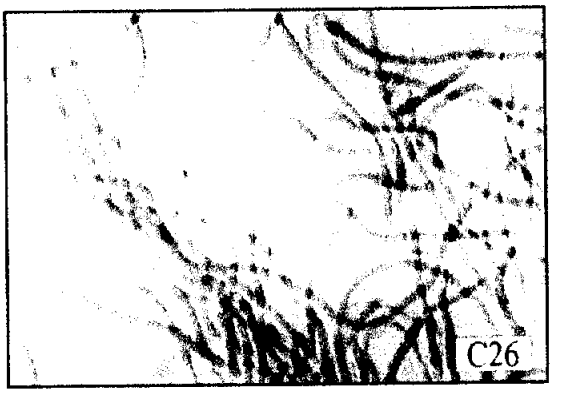
C20 *N. elipsosporum* (x400)

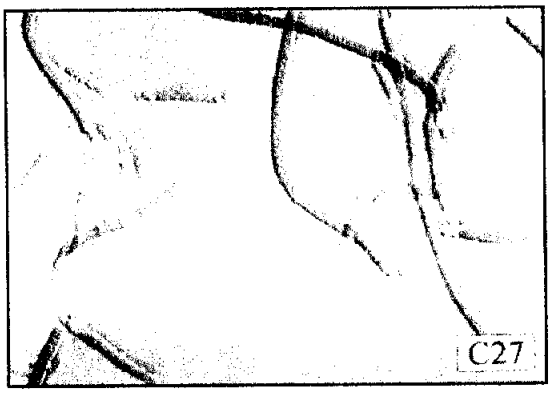
C21 *N. comune* (x400)

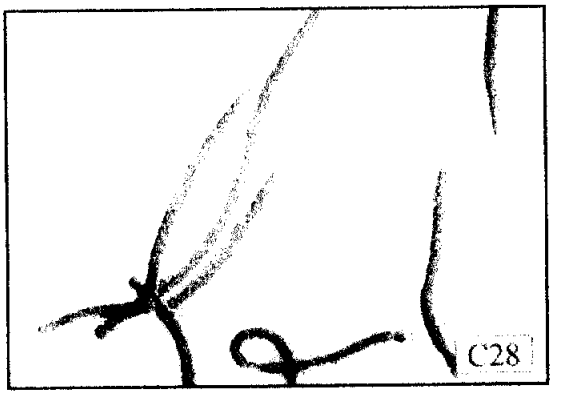
C22 *N. maculiforme* (x400)

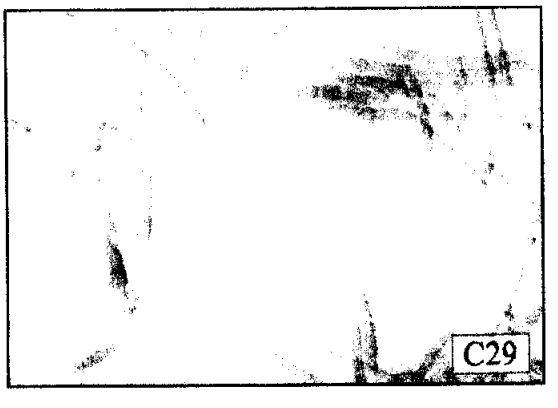
C23 *N. passerinianum* (x400)

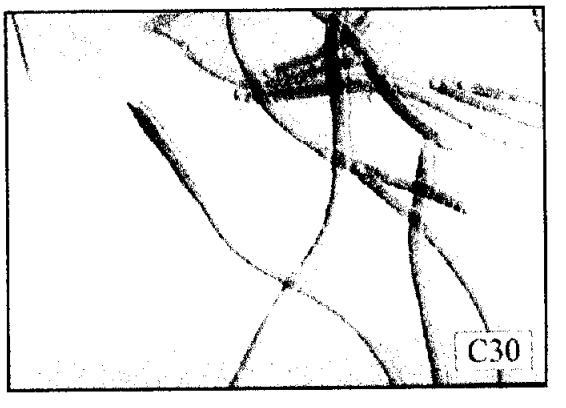
C24 *N. paludosum* (x400)











C25 *C. parietina* (x400)

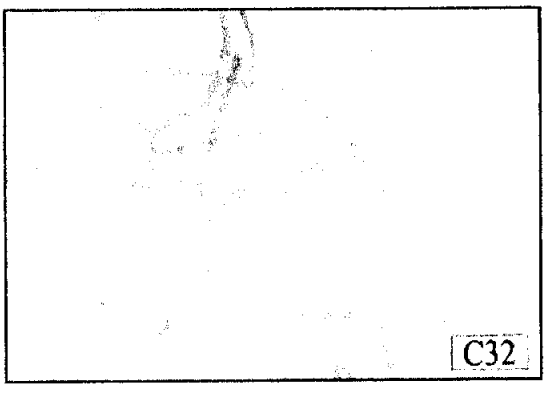
C26 *C. bharadwajae* (x400)

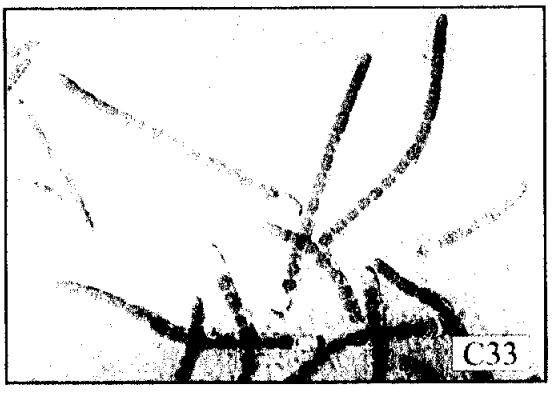
C27 *C. epiphytica* (x400)

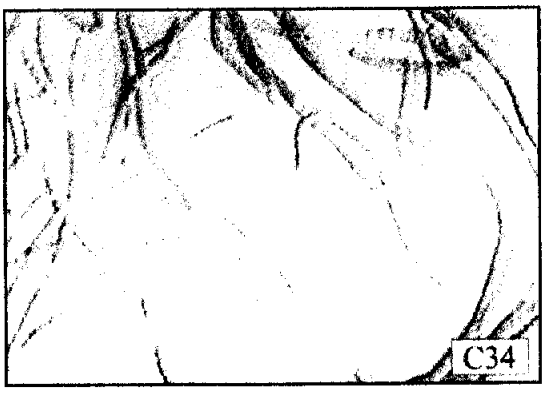
C28 *C. epiphytica* (x400)

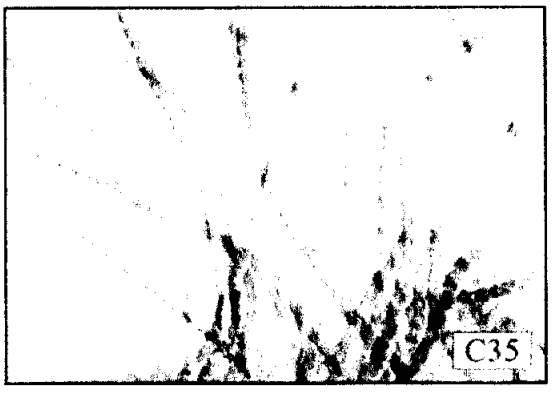
C29 *C. bharadwajae* (x400)

C30 *C. elenkinii* (x400)









C31 *C. bharadwajae* (x400)

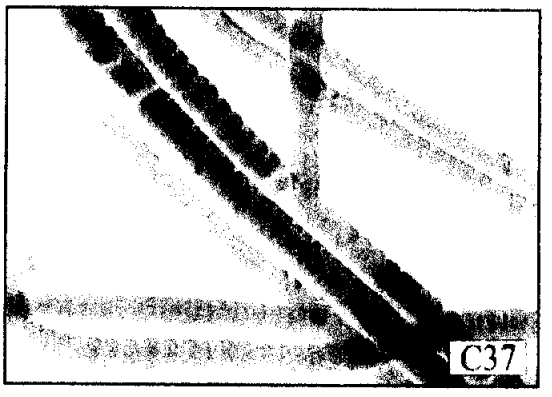
C32 *C. marchica* (x400)

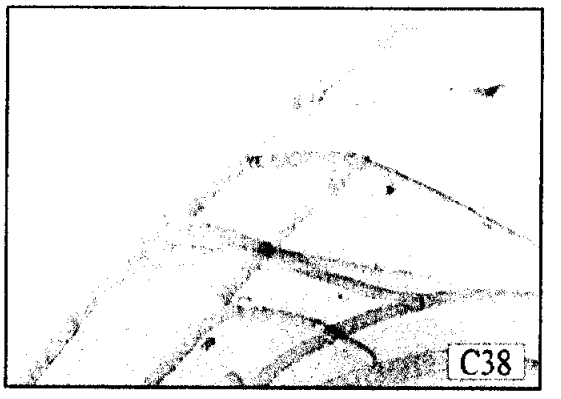
C33 *C. dolichomerase* (x400)

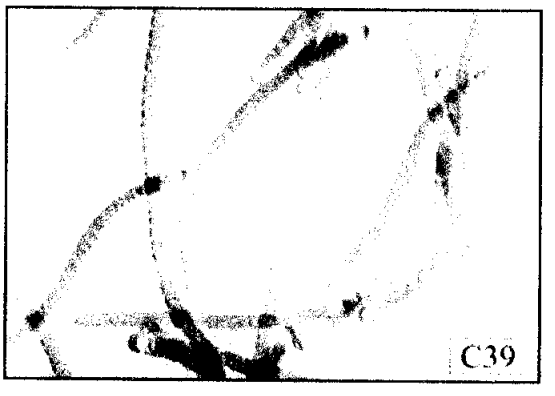
C34 *C. bharadwajae* (x400)

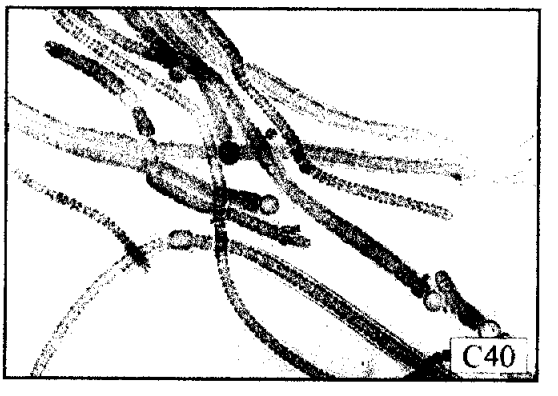
C35 *C. bharadwajae* (x400)

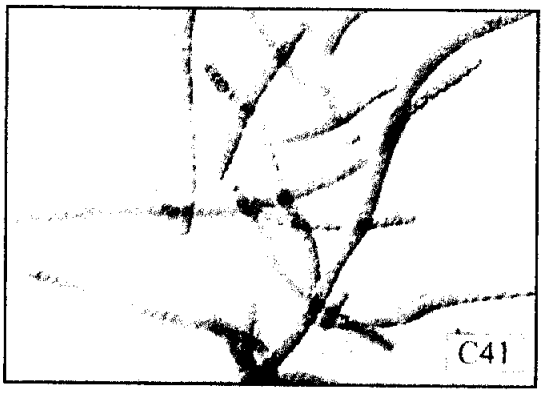
C36 *C. javanica* (x400)

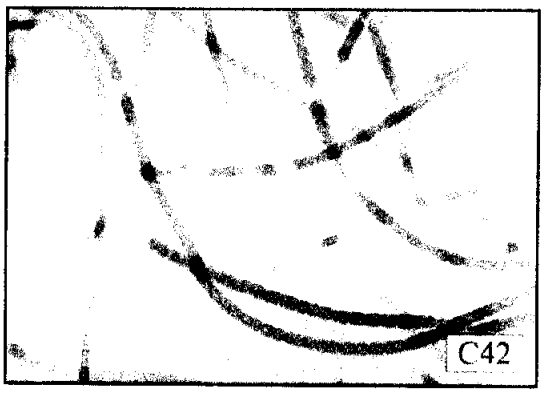












C37 *Tolypothrix ceylonica* (x400)

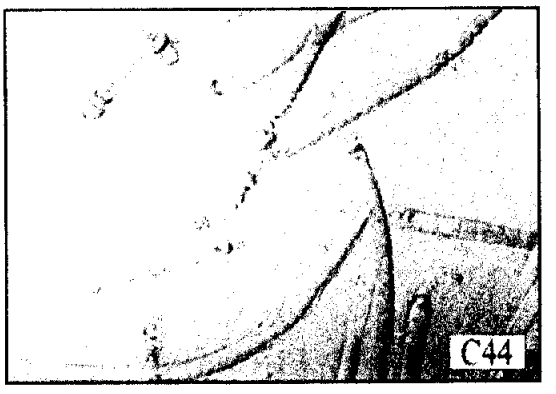
C38 *T. nodosa* (x400)

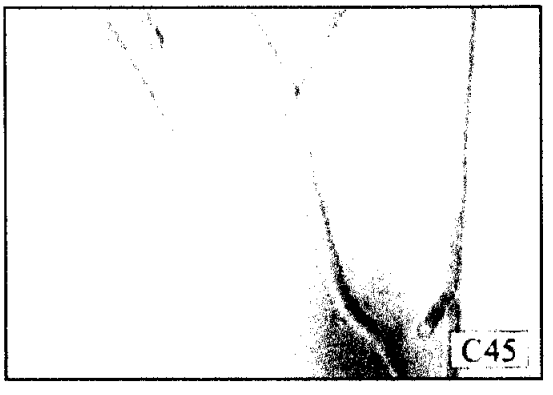
C39 *T. bouteillei* (x400)

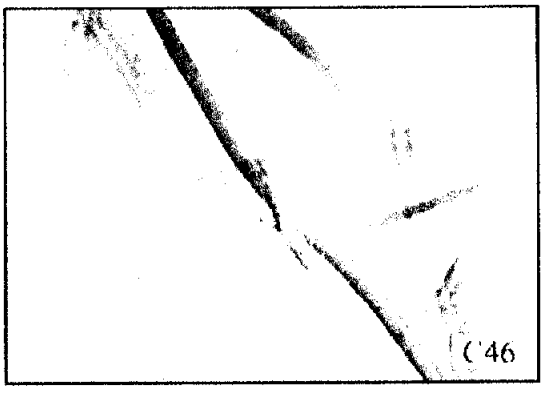
C40 *T. bouteillei* (x400)

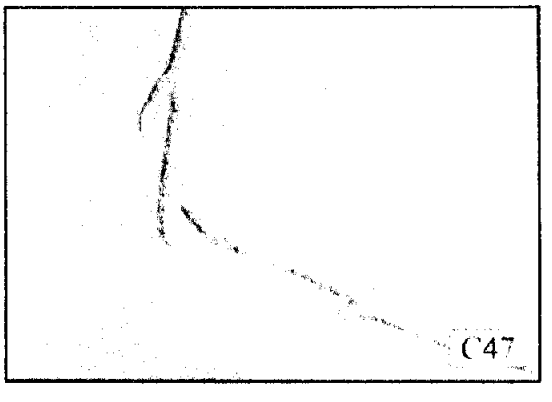
C41 *T. nodosa* (x400)

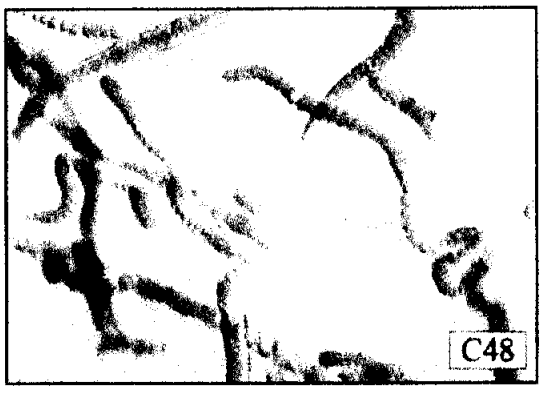
C42 *T. bouteillei* (x400)











C43 *Tolypothrix* sp. (x400)

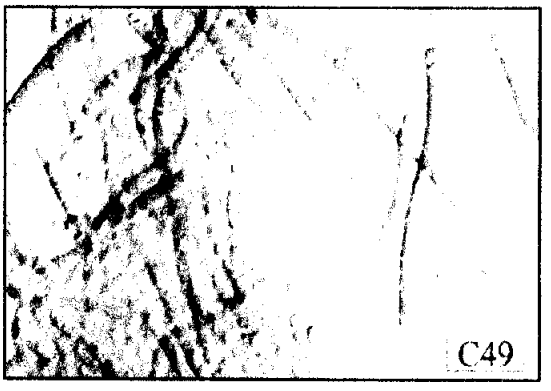
C44 *Tolypothrix* sp. (x400)

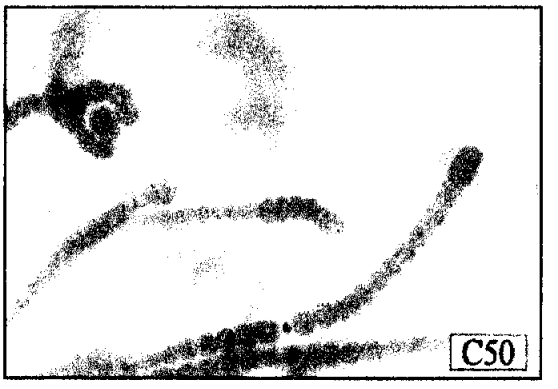
C45 *Tolypothrix* sp. (x400)

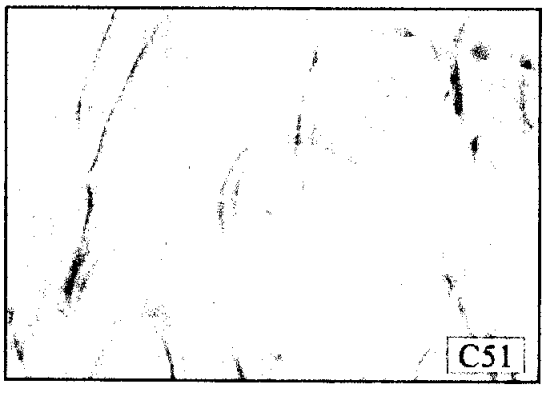
C46 *Tolypothrix* sp. (x400)

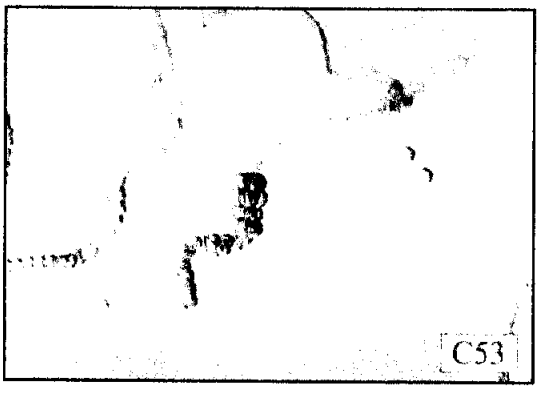
C47 *T. bouteillei* (x400)

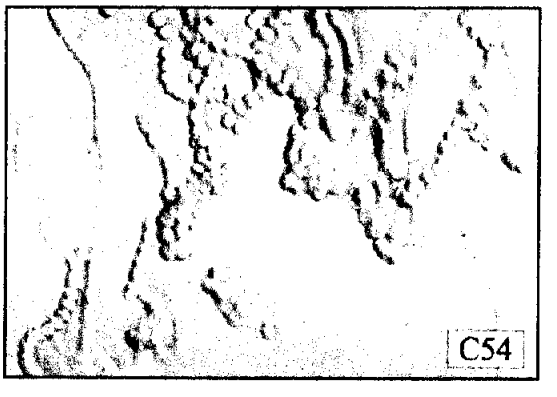
C48 *T. tennuis* (x400)











C49 *Tolypothrix* sp. (x400)

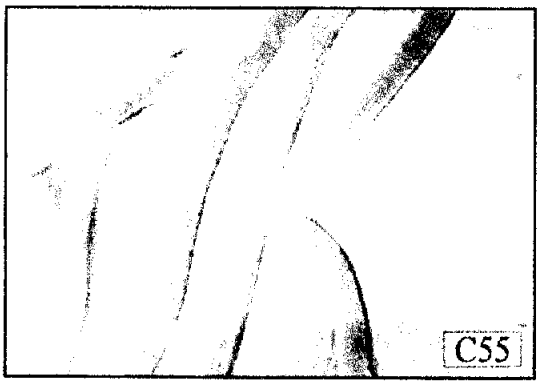
C50 *T. ceylonica* (x400)

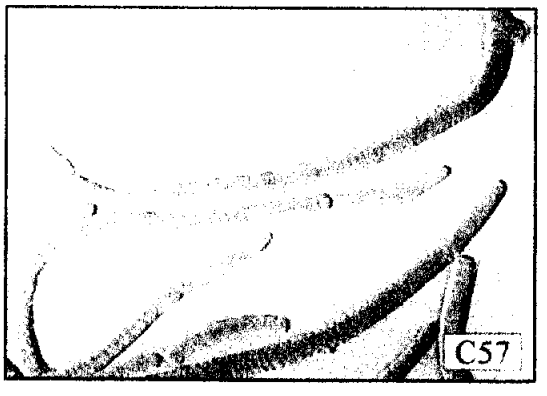
C51 *Tolypothrix* sp. (x400)

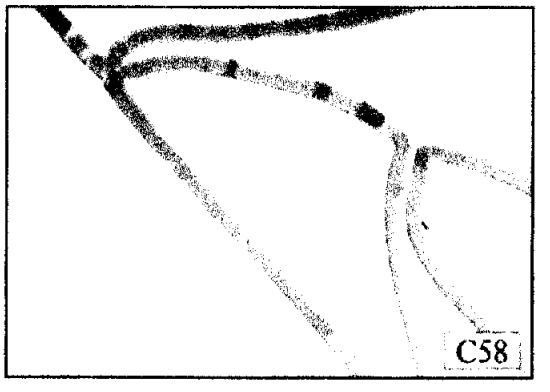
C52 *Tolypothrix* sp. (x400)

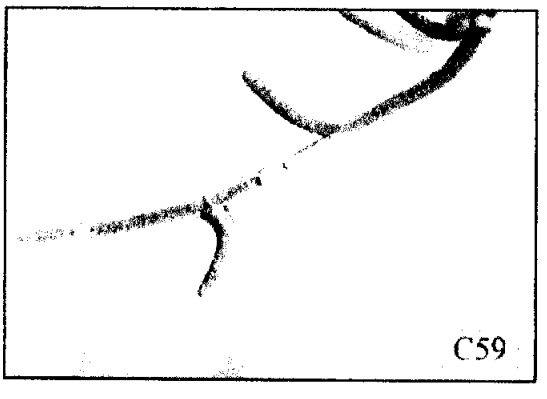
C53 *Fischerella ambiqua* (x400)

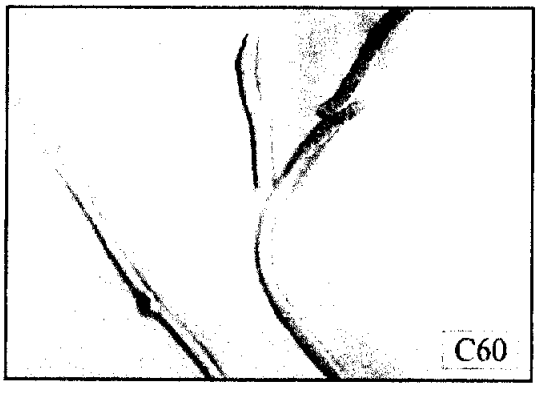
C54 *F. muscicola* (x400)











C55 *Scytonema millei* (x400)

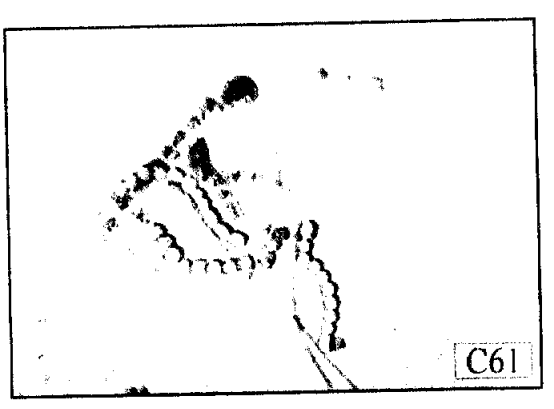
C56 *S. javanicum* (x400)

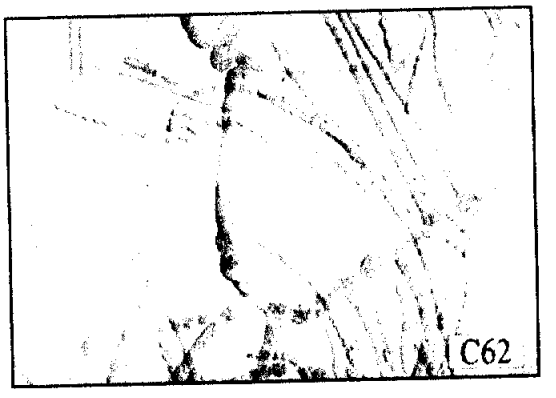
C57 *S. ocellatum* (x400)

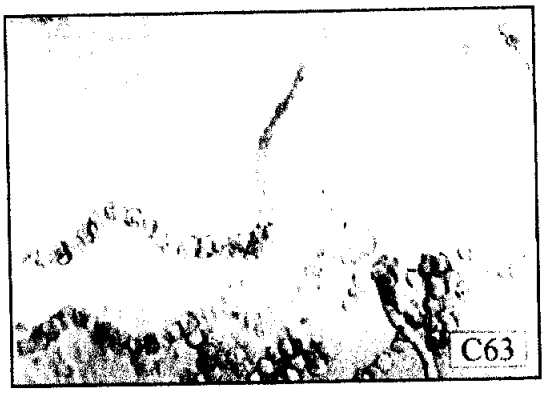
C58 *S. javanicum* (x400)

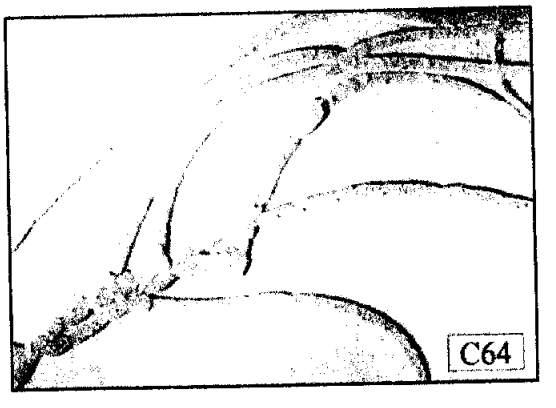
C59 *S. javanicum* (x400)

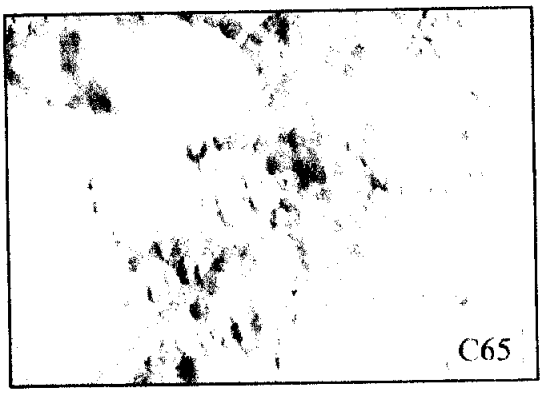
C60 *S. pseudopunctatum* (x400)

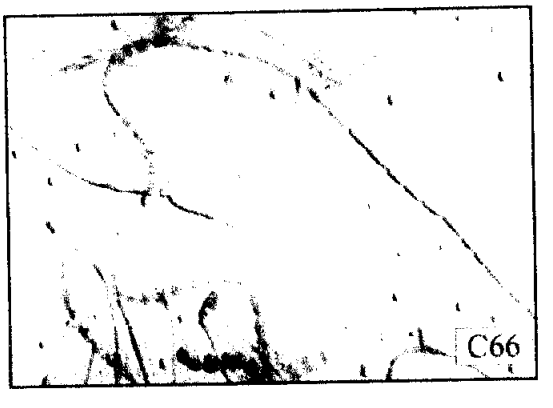












C61 *Hapalosiphon intricatus* (x400)

C62 *H. welwitschii* (x400)

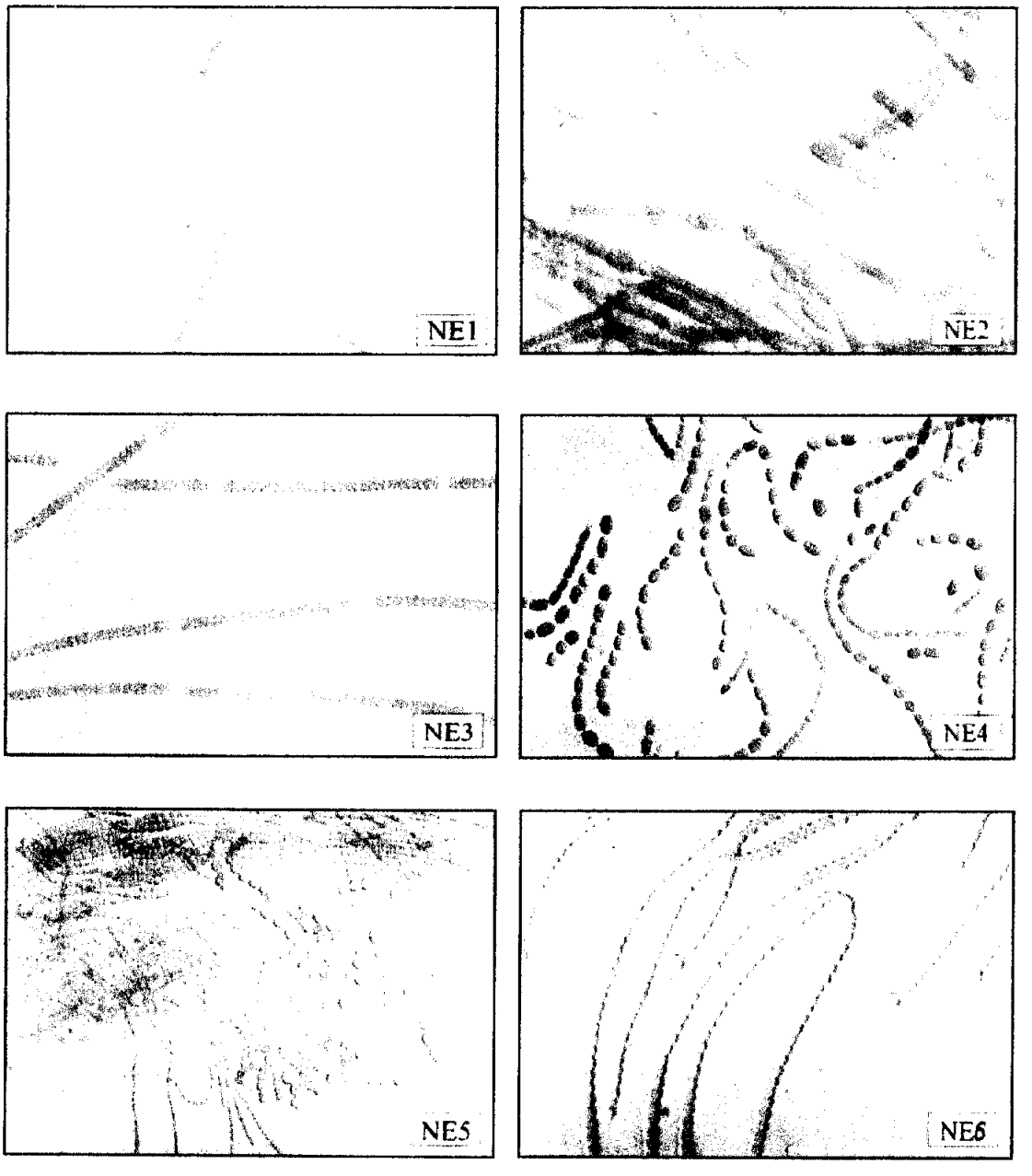
C63 *H. wewitschii* (x400)

C64 *Hapalosiphon* sp. (x400)

C65 *Hapalosiphon* sp. (x400)

C66 *Hapalosiphon* sp. (x400)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



NE1 *Anabaena laxa* (x400)

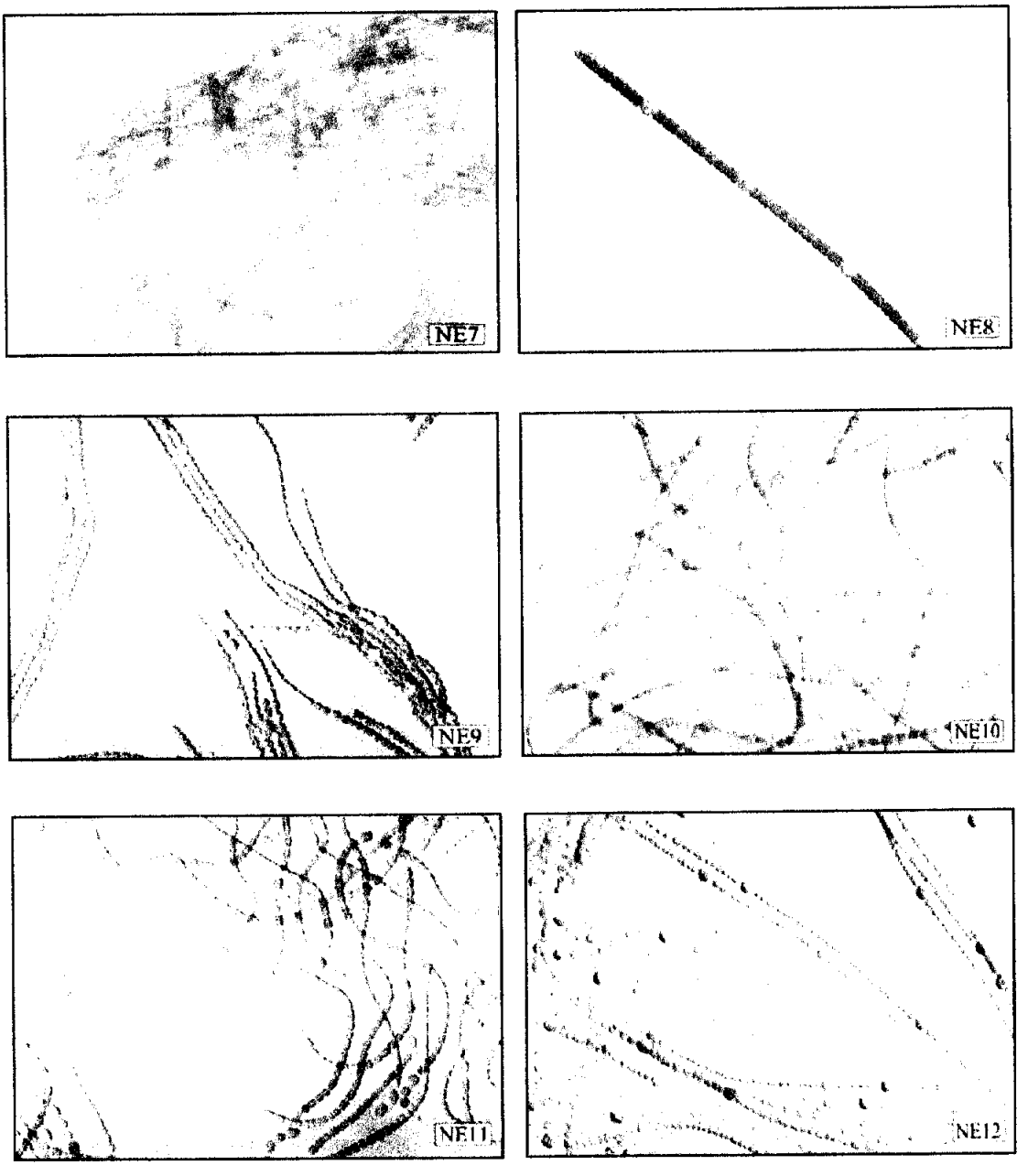
NE2 *A. iyengarii* (x400)

NE3 *A. ambiqua* (x400)

NE4 *A. variabilis* (x400)

NE5 *A. khannae* (x400)

NE6 *Anabaena* sp. (x400)



NE7 *Anabaena* sp. (x400)

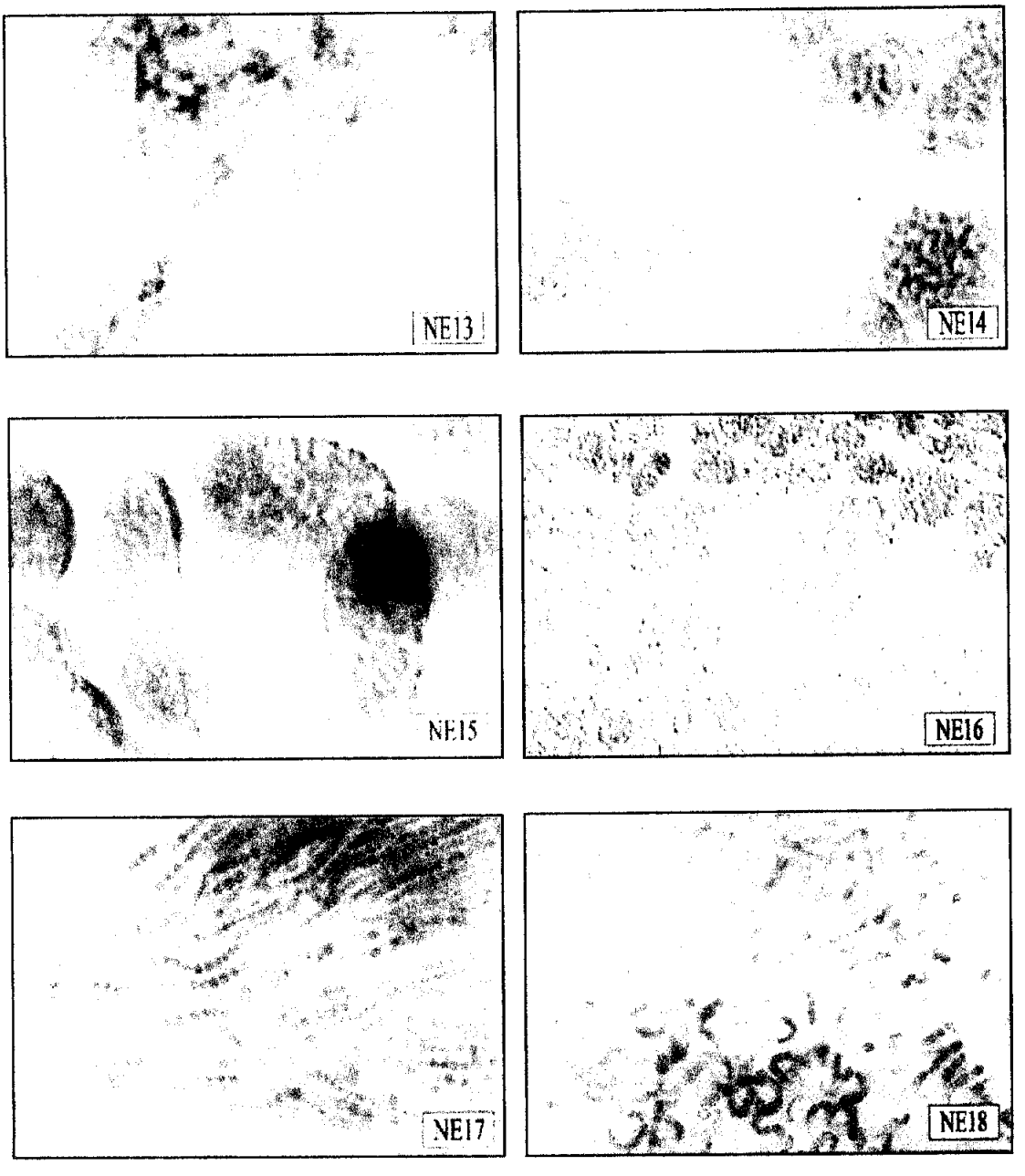
NE8 *A. ambiqua* (x400)

NE9 *A. anomala* (x400)

NE10 *A. vaginicola* (x400)

NE11 *A. variabilis* (x400)

NE12 *A. iyengarii* (x400)



NE13 *Nostoc microscopicum* (x400)

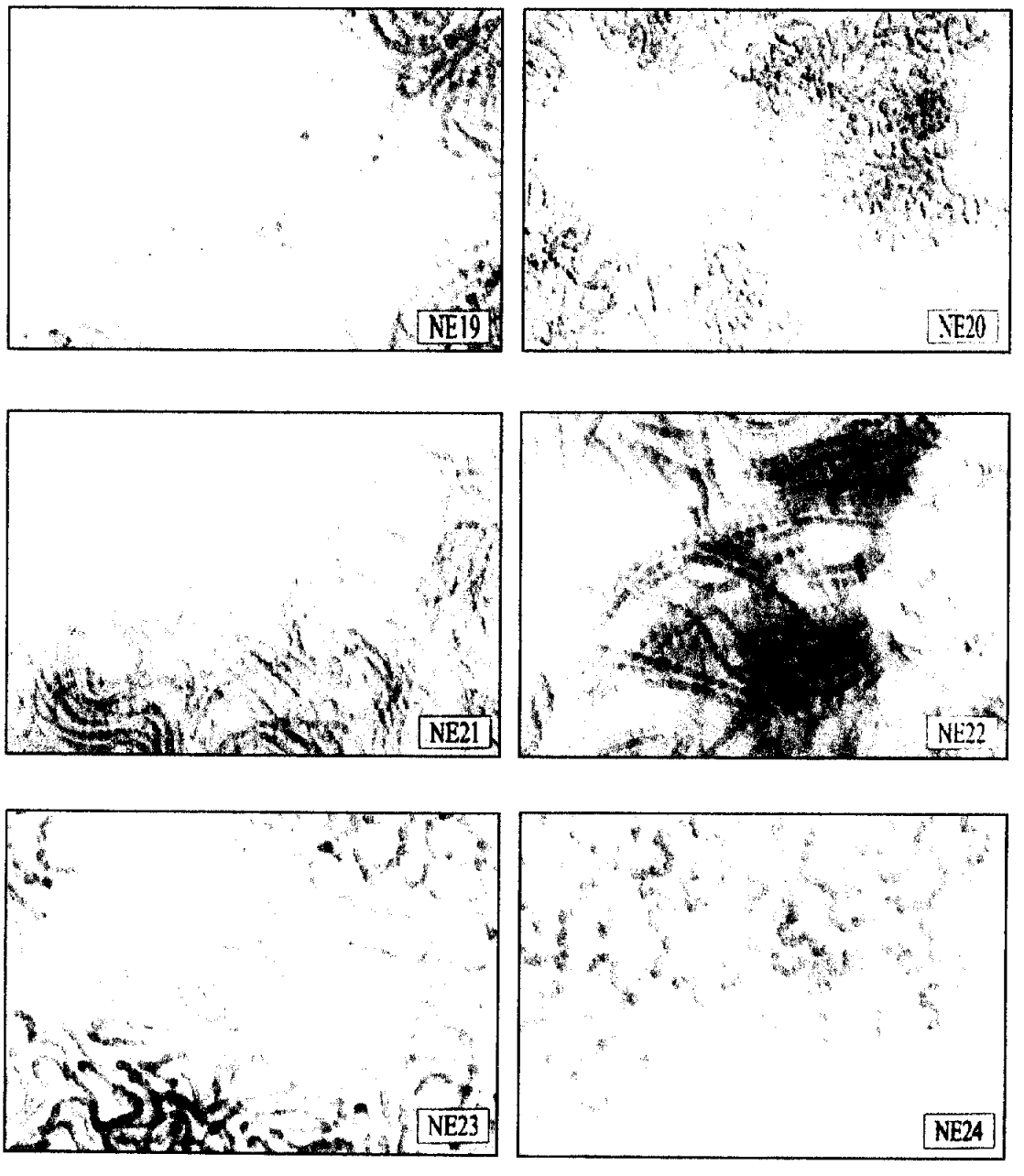
NE14 *N. maculiforme* (x400)

NE15 *N. punctiforme* (x400)

NE16 *N. punctiforme* (x400)

NE17 *N. calcicola* (x400)

NE18 *N. microscopicum* (x400)



NE19 *N. entophytum* (x400)

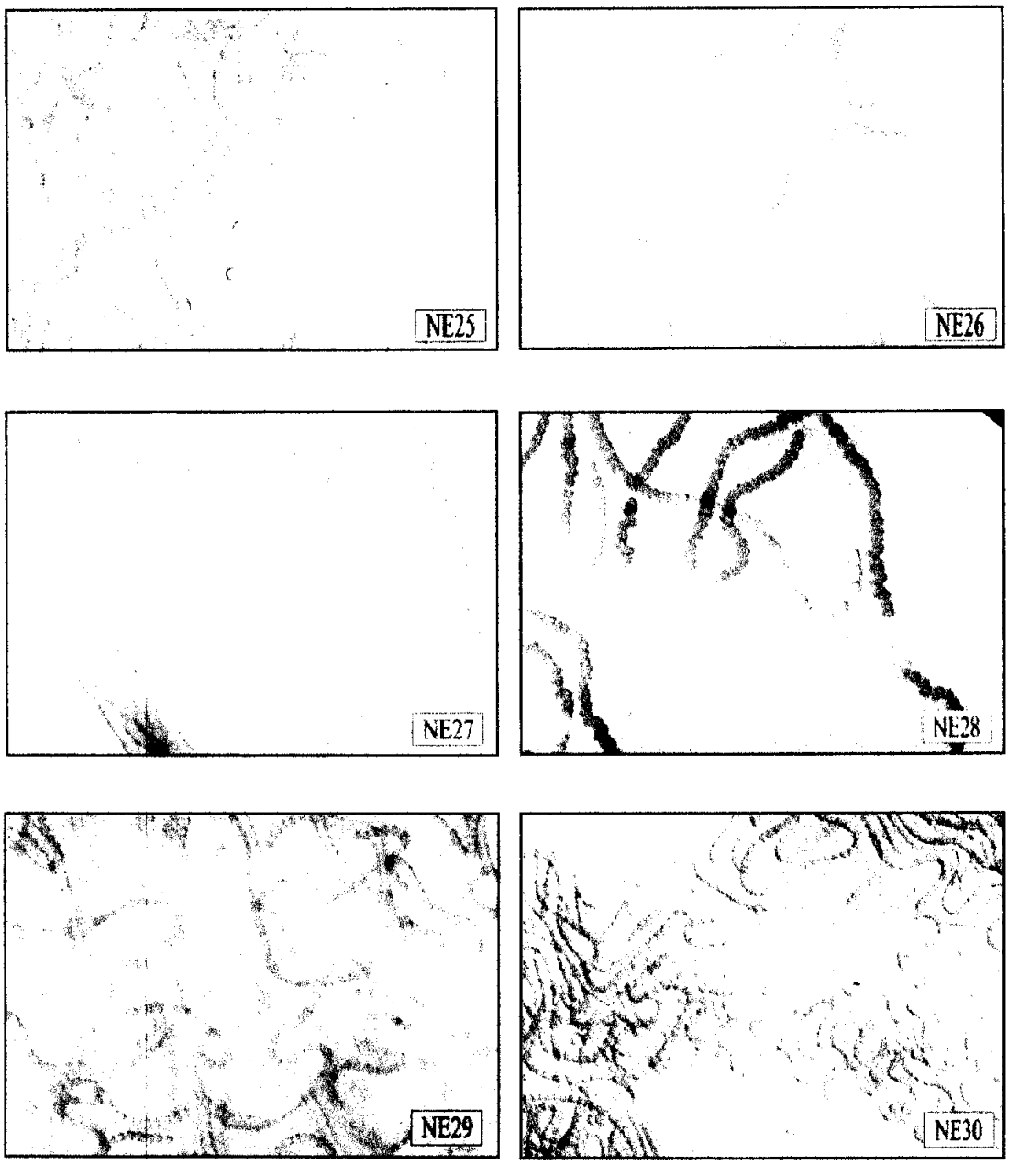
NE20 *N. muscorum* (x400)

NE21 *N. verrucosum* (x400)

NE22 *N. hatei* (x400)

NE23 *N. piscinale* (x400)

NE24 *N. linckia* (x400)



NE25 *N. piscinale* (x400)

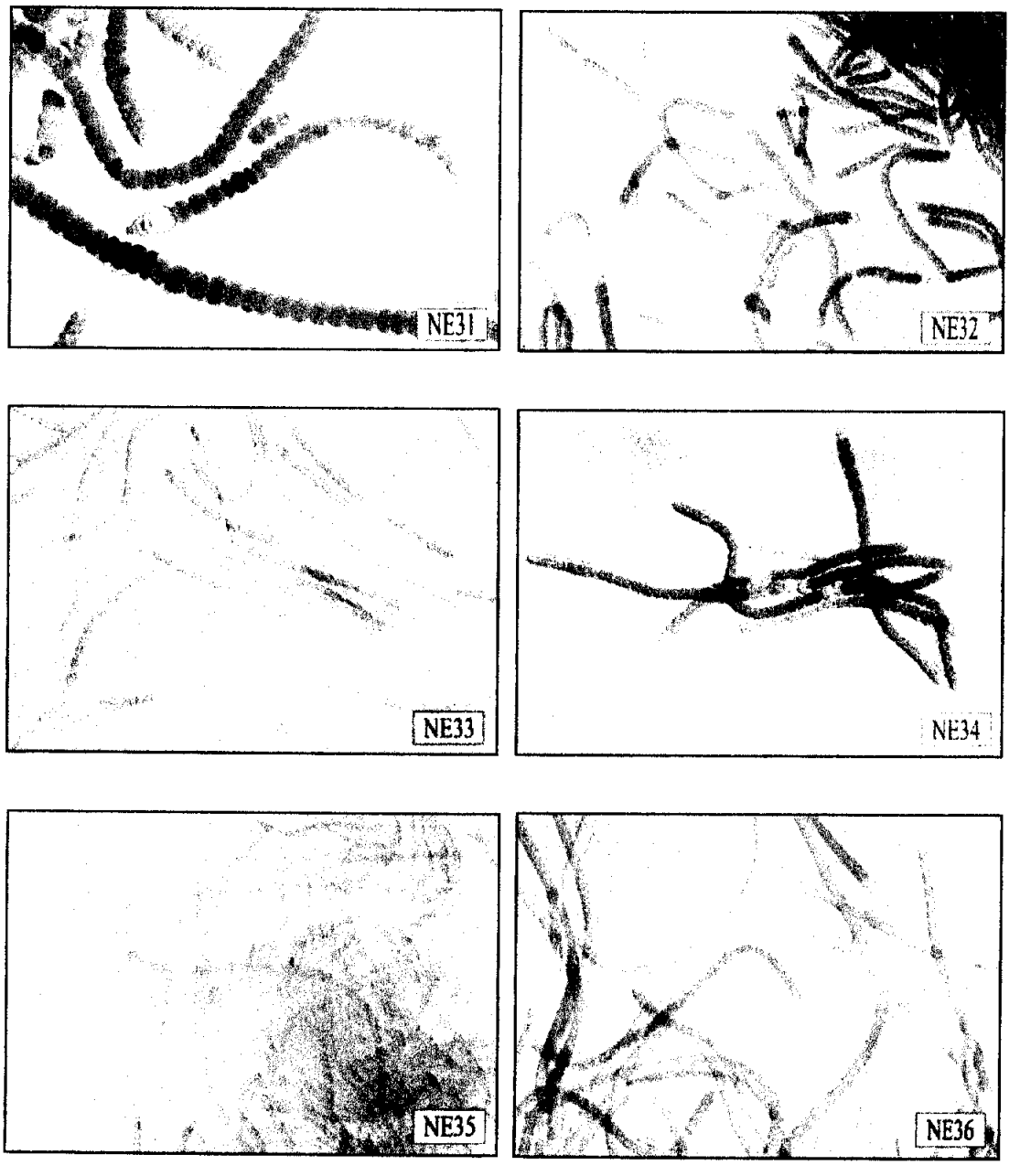
NE26 *N. calcicola* (x400)

NE27 *N. carneum* (x400)

NE28 *N. paludosum* (x400)

NE29 *N. sphaericum* (x400)

NE30 *N. entophytum*(x400)



NE31 *Calothrix ghosei* (x400)

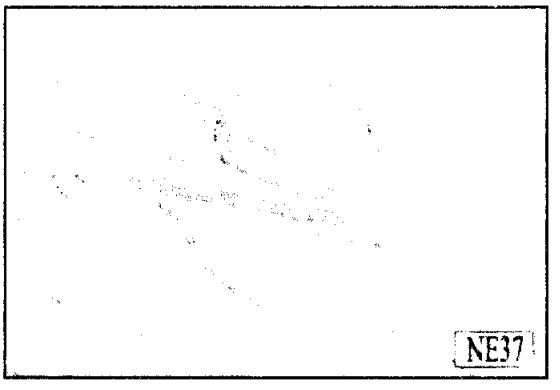
NE32 *C. javanica* (x400)

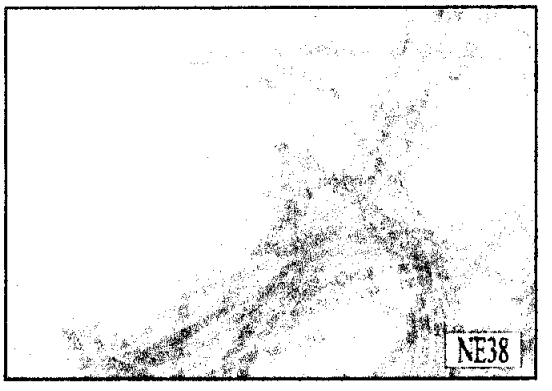
NE33 *C. weberi* (x400)

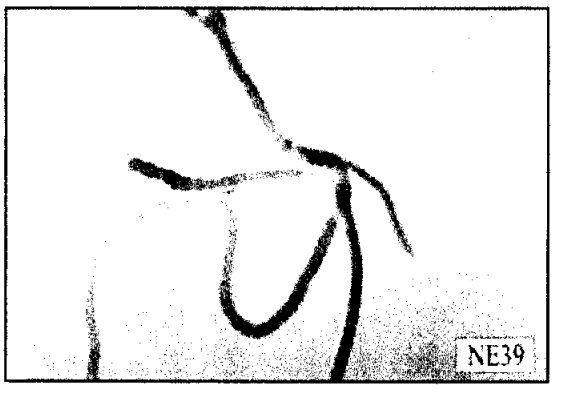
NE34 *C. marchica* (x400)

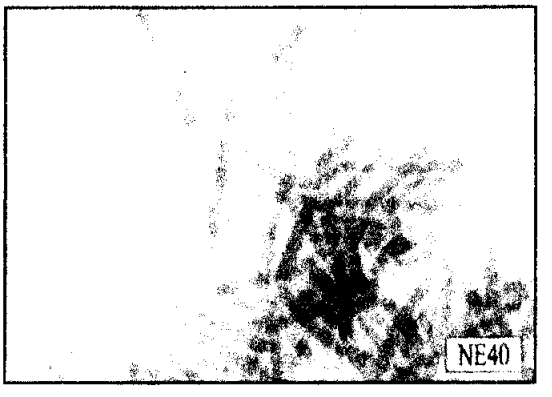
NE35 *C. bharadwajae* (x400)

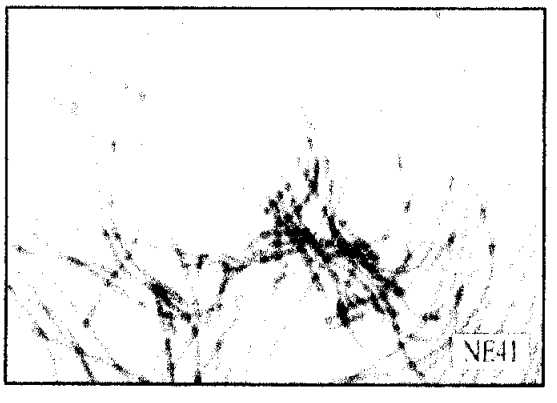
NE36 *C. epiphytica* (x400)

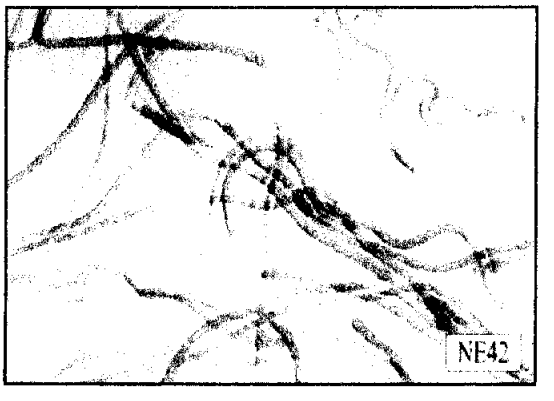












NE37 *Calothrix* sp. (x400)

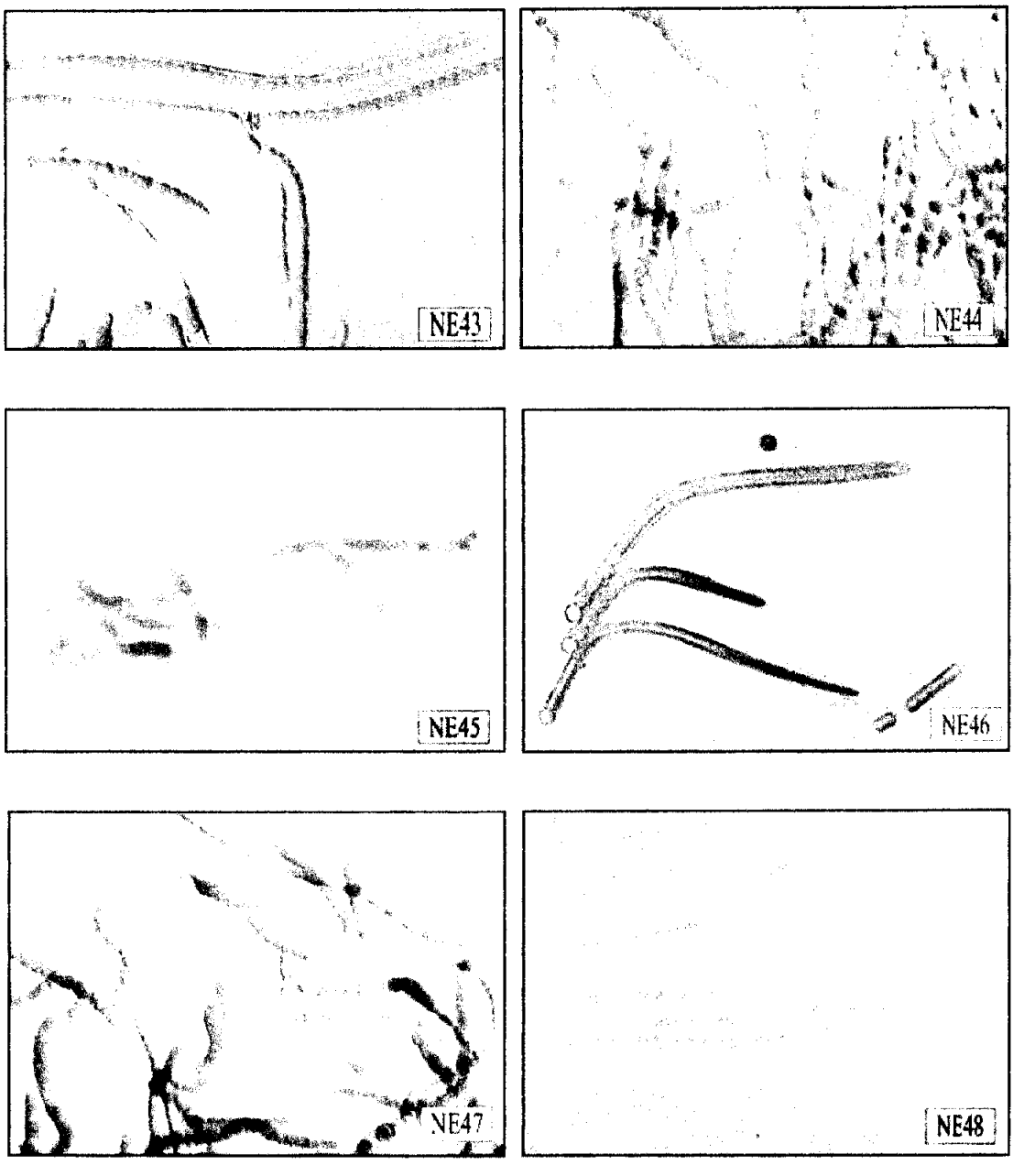
NE38 *Calothrix* sp. (x400)

NE39 *Calothrix* sp. (x400)

NE40 *Calothrix* sp. (x400)

NE41 *Calothrix* sp. (x400)

NE42 *Calothrix* sp. (x400)



NE43 *Tolypothrix bouteillei* (x400)

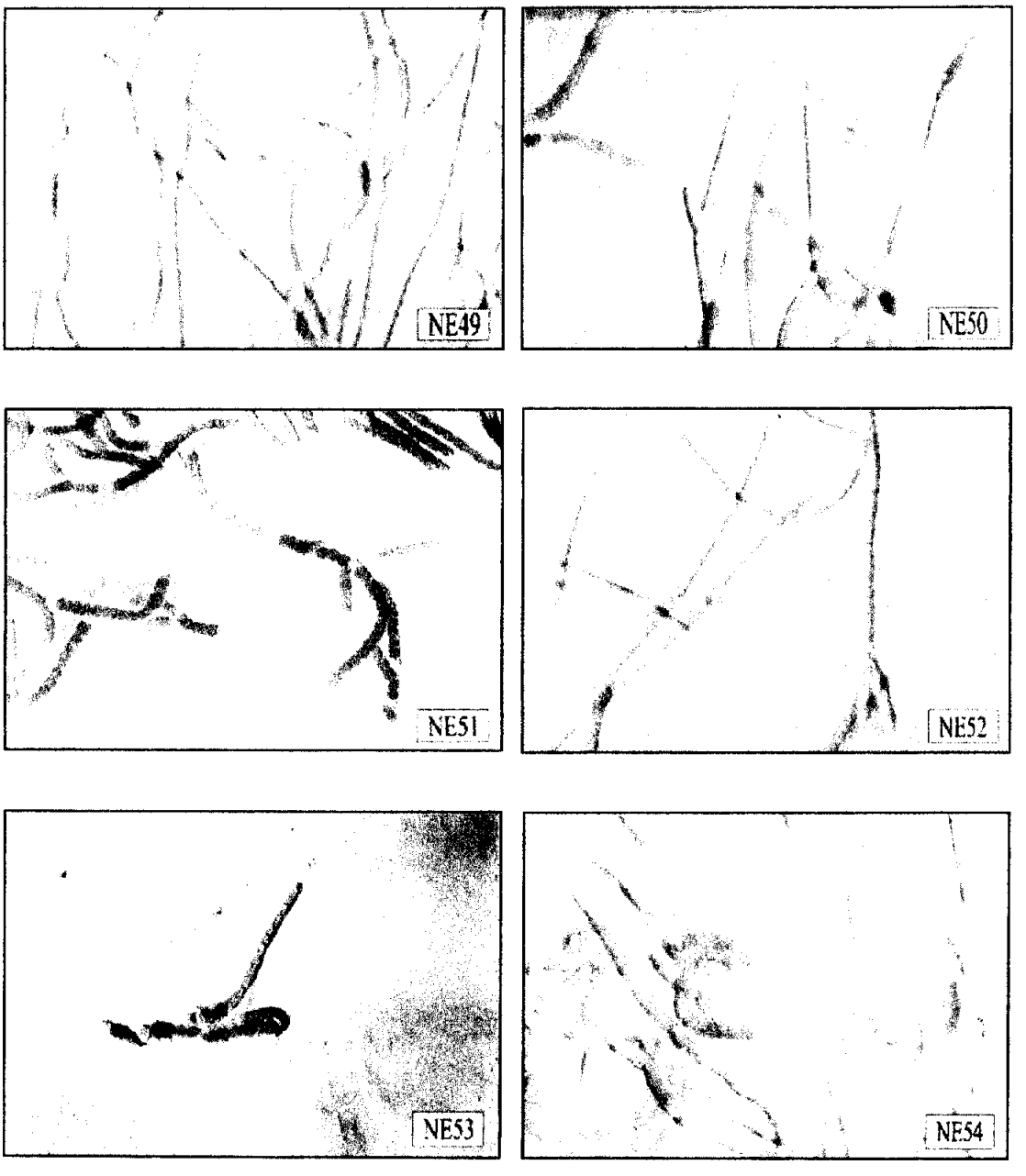
NE44 *Tolypothrix* sp. (x400)

NE45 *Tolypothrix* sp. (x400)

NE46 *T. limbata* (x400)

NE47 *Tolypothrix* sp. (x400)

NE48 *Tolypothrix* sp. (x400)



NE49 *T. fragilis* (x400)

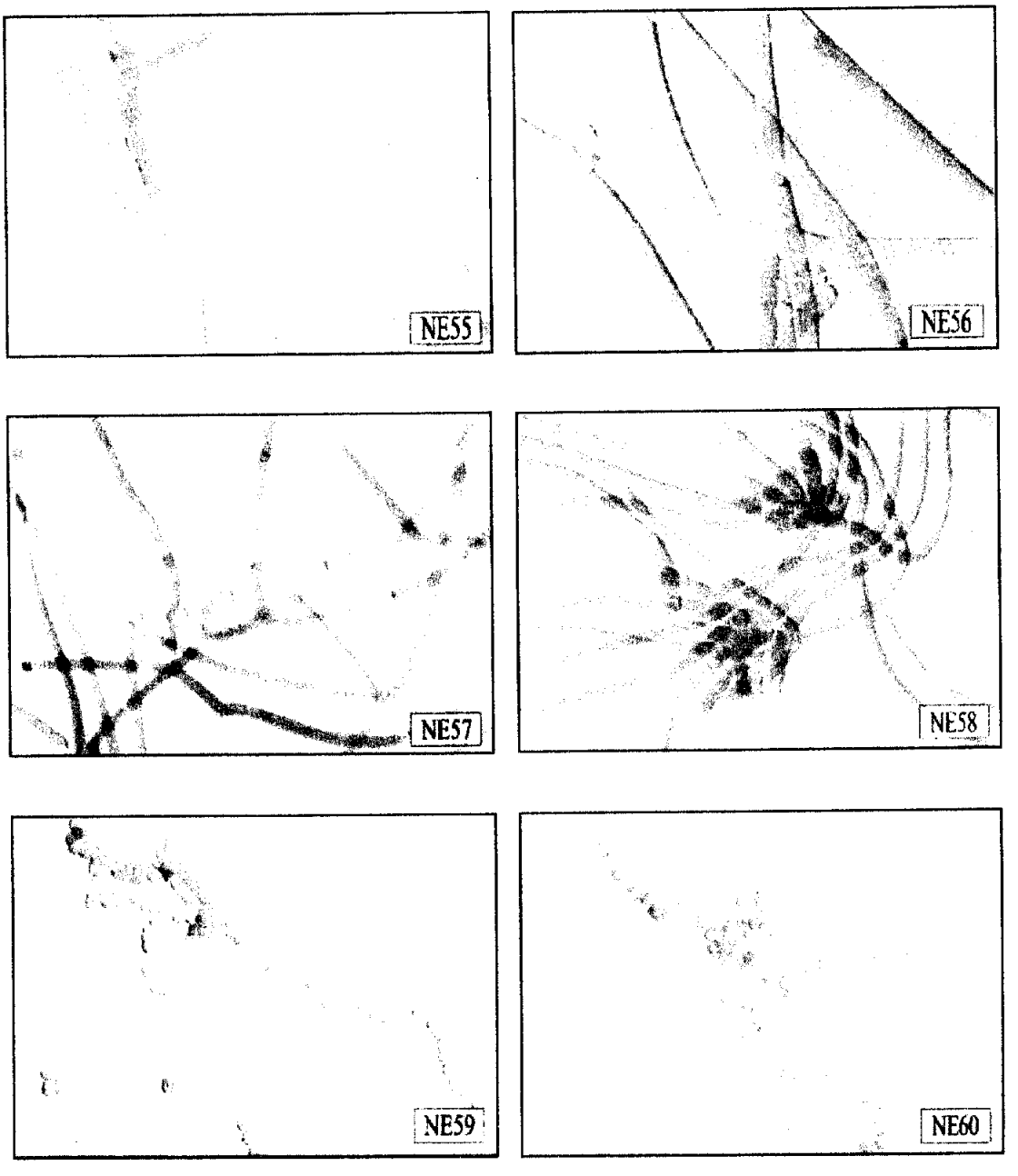
NE50 *Tolypothrix* sp. (x400)

NE51 *T. bouteillei* (x400)

NE52 *Tolypothrix* sp. (x400)

NE53 *Tolypothrix* sp. (x400)

NE54 *T. fragilis* (x400)



NE55 *Scytonema javanicum* (x400)

NE56 *S. burmanicum* (x400)

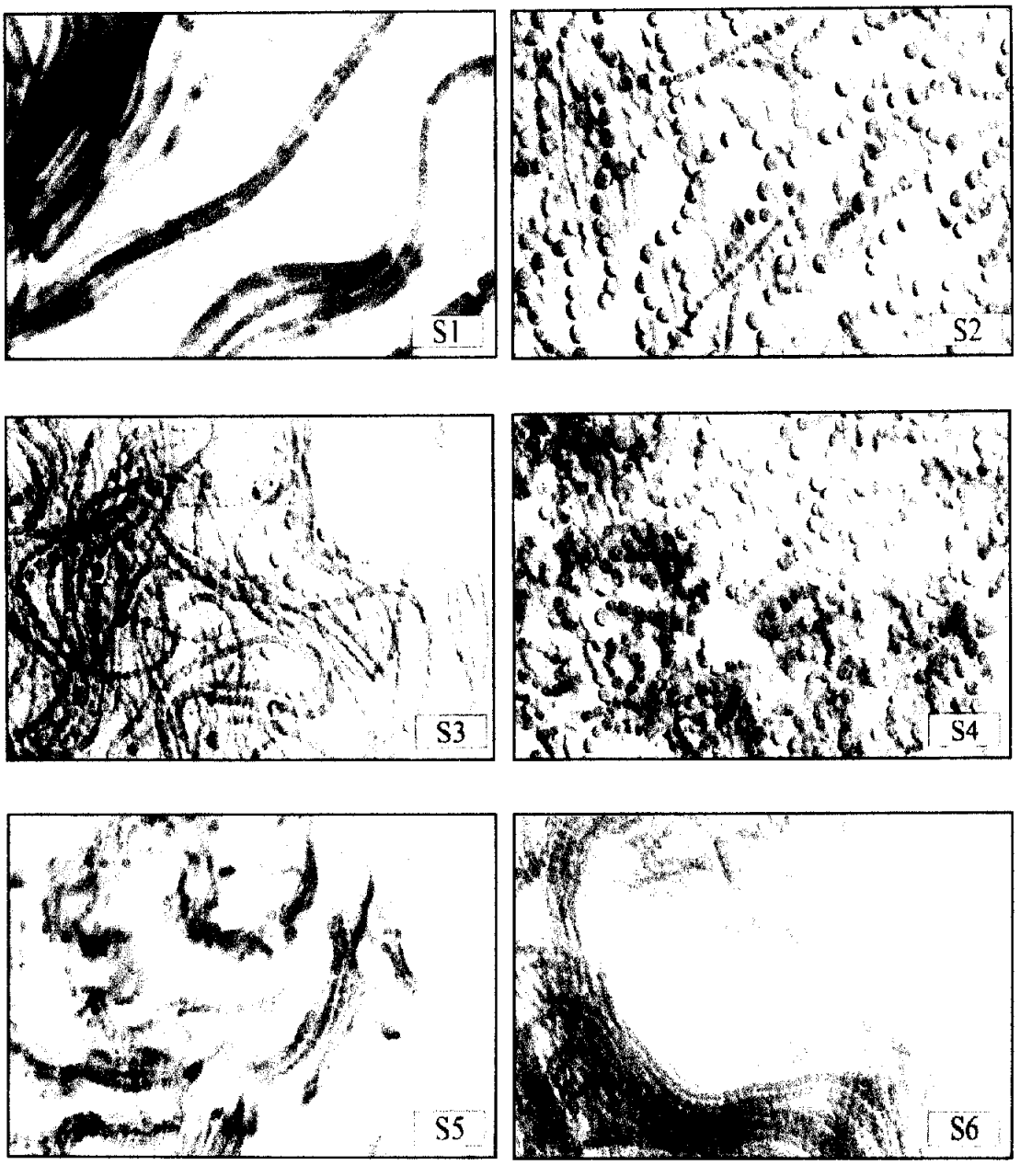
NE57 *S. javanicum* (x400)

NE58 *Gleotrichia* sp. (x400)

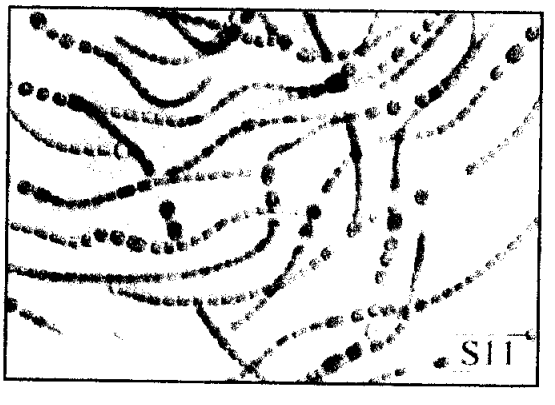
NE59 *Hapalosiphon welwitschii* (x400)

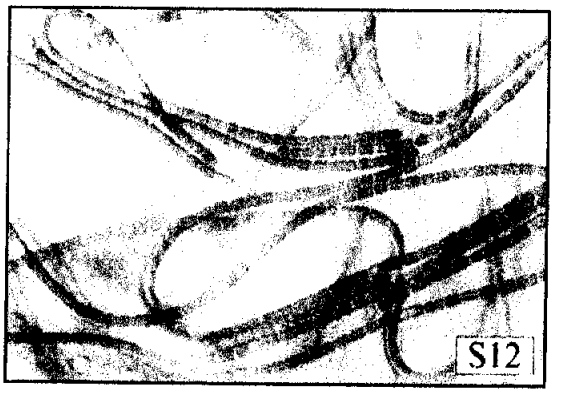
NE60 *Fischerella* sp. (x400)

ภาคใต้



S1	*Anabaena ambiqua* (x400)	S2	*A. variabilis* (x400)
S3	*A. doliolum*(x400)	S4	*A. variavilis* (x400)
S5	*A. anomala* (x400)	S6	*A. fertillissima* (x400)





S7 *A. ambiqua* (x400)

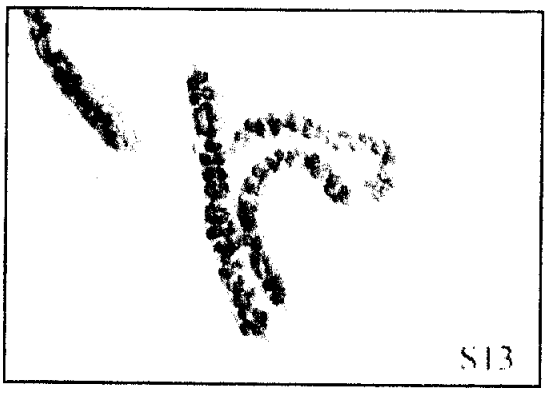
S8 *A. oryzae* (x400)

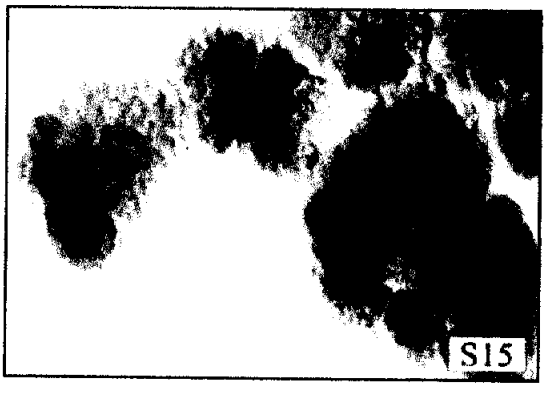
S9 *A. anomala* (x400)

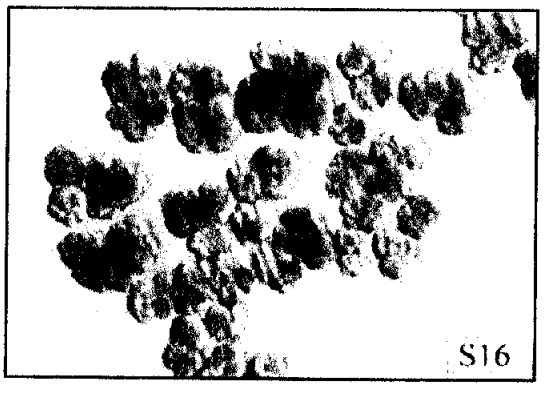
S10 *Anabaena* sp. (x400)

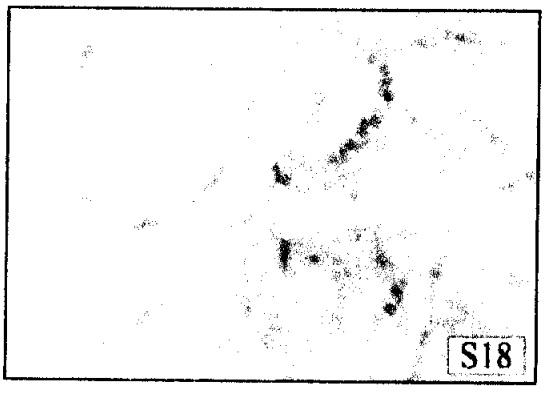
S11 *A. variabilis* (x400)

S12 *A. orientalis* (x400)









S13 *Nostoc commune* (x400)

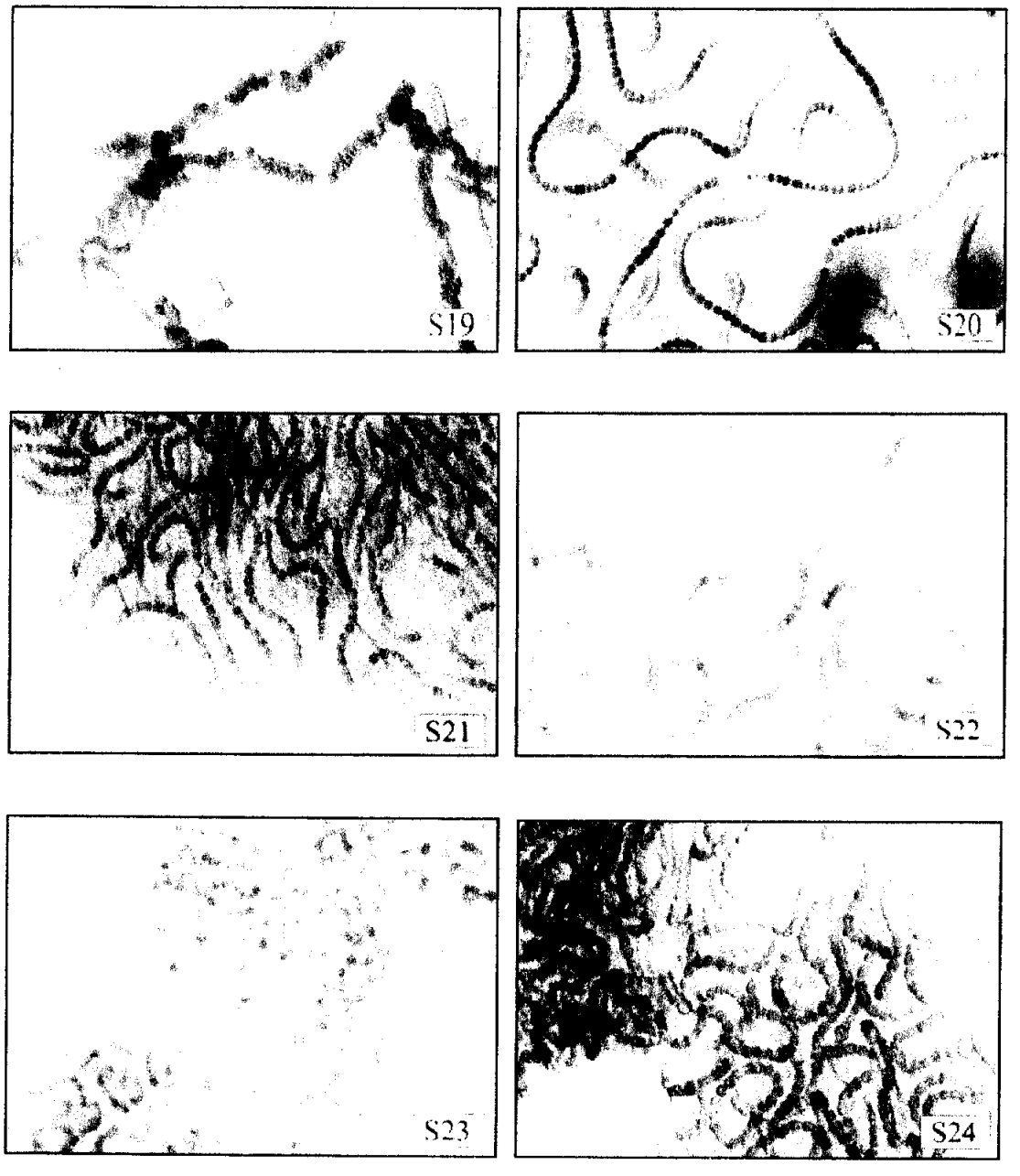
S14 *N. paludosum* (x400)

S15 *N. microscopicum* (x400)

S16 *N. punctiforme* (x400)

S17 *N. entophytum* (x400)

S18 *N. paludosum* (x400)



S19 *N. spongiaforme* (x400)

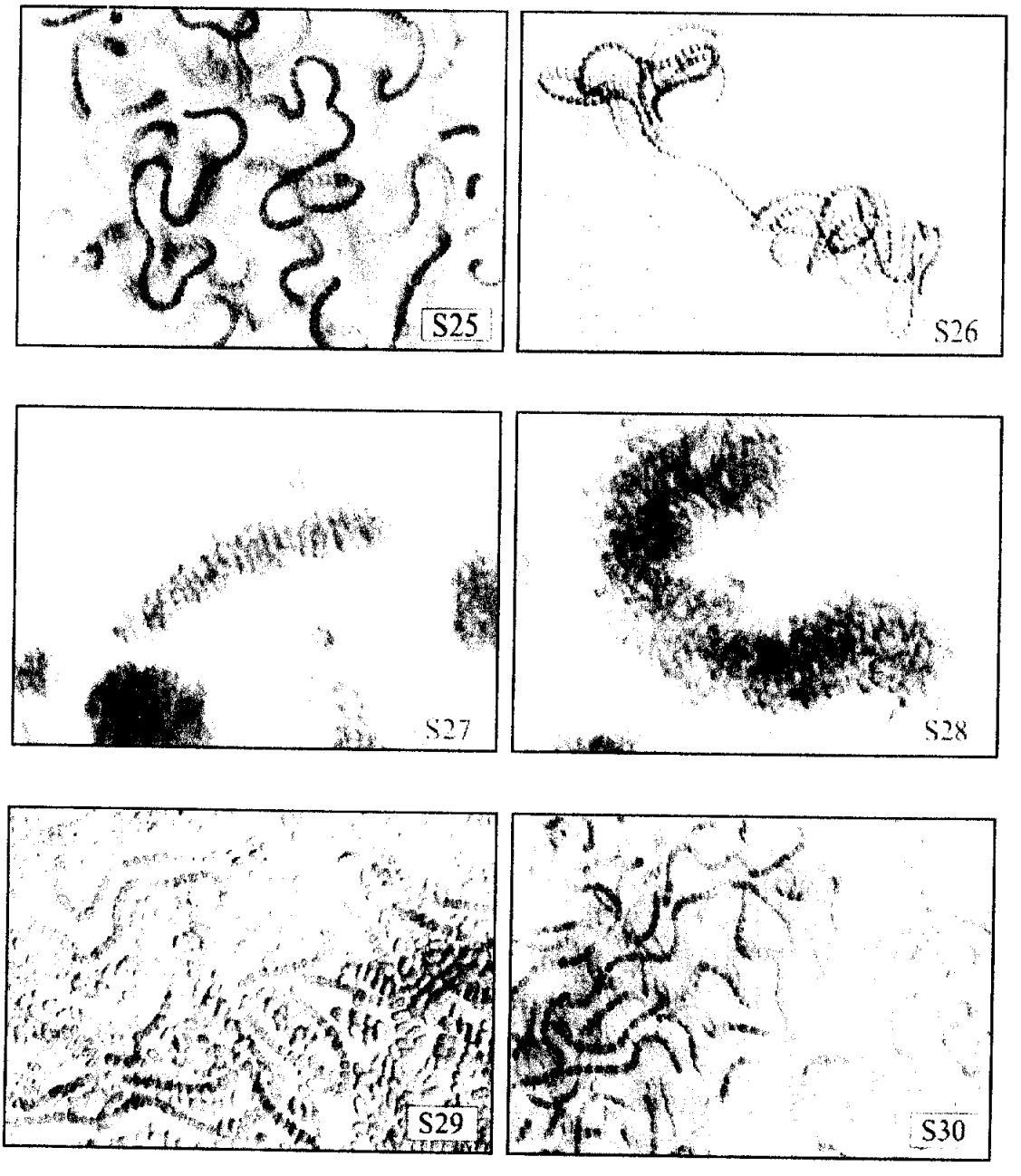
S20 *N. muscorum* (x400)

S21 *N. entophytum* (x400)

S22 *N. piscinale* (x400)

S23 *N. entophytum* (x400)

S24 *N. coeruleum* (x400)



S25 *N. maculiforme* (x400)

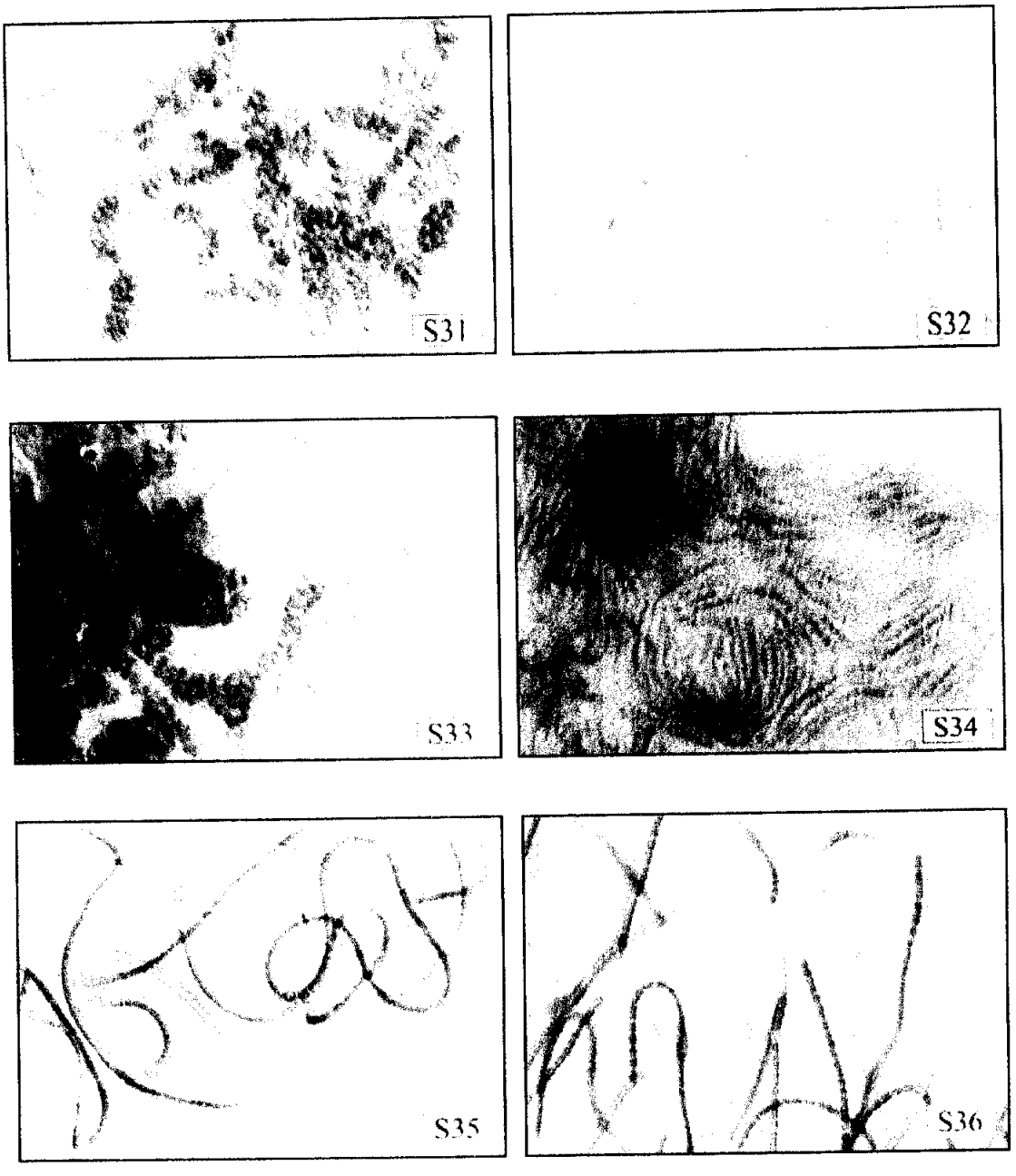
S26 *N. calcicola* (x400)

S27 *N. punctiforme* (x400)

S28 *N. entophytum* (x400)

S29 *N. paludosum* (x400)

S30 *N. linckia* (x400)



S31 *N. punctiforme* (x400)

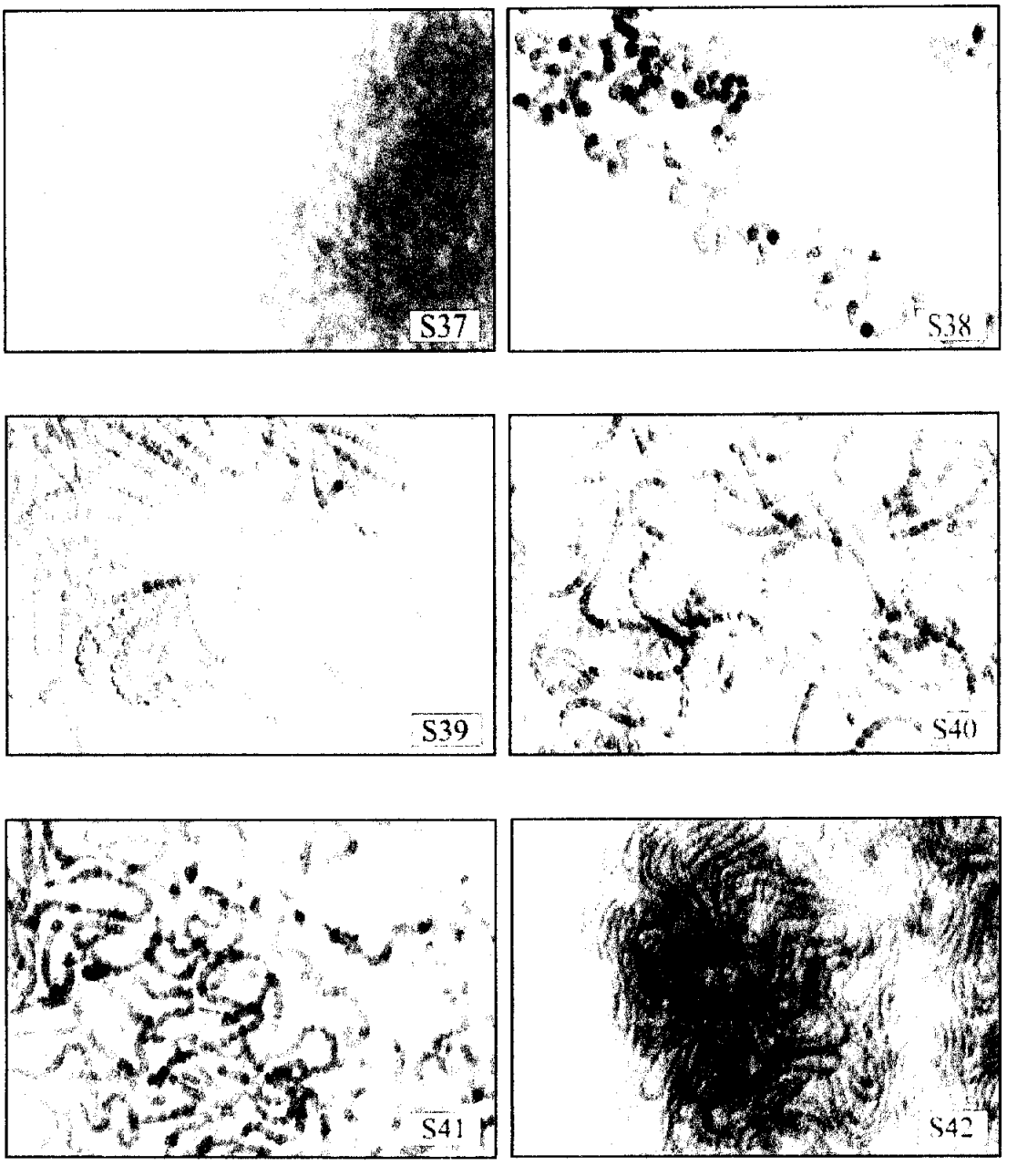
S32 *N. calcicola* (x400)

S33 *N. commune* (x400)

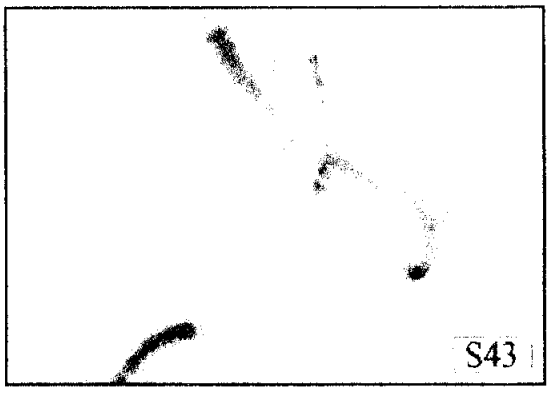
S34 *N. hatei* (x400)

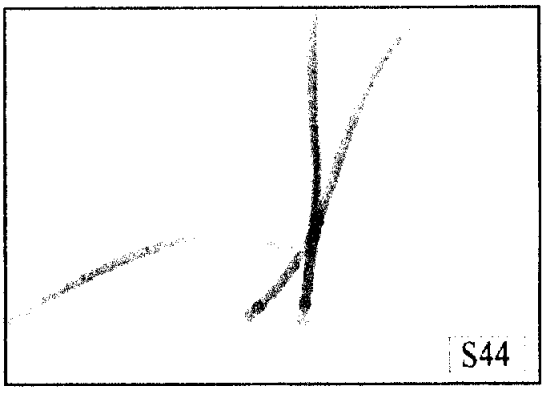
S35 *N. carneum* (x400)

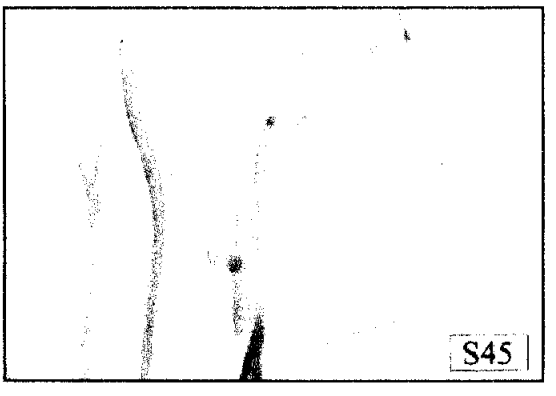
S36 *N. maculiforme* (x400)

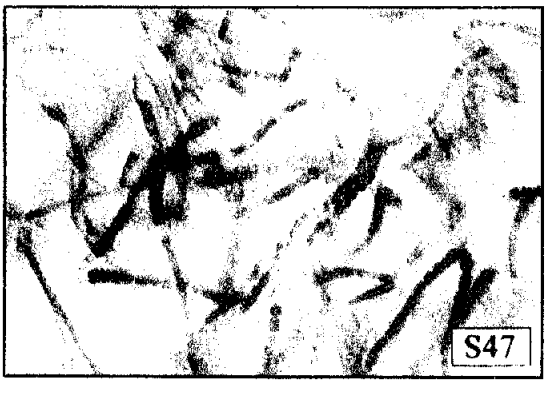


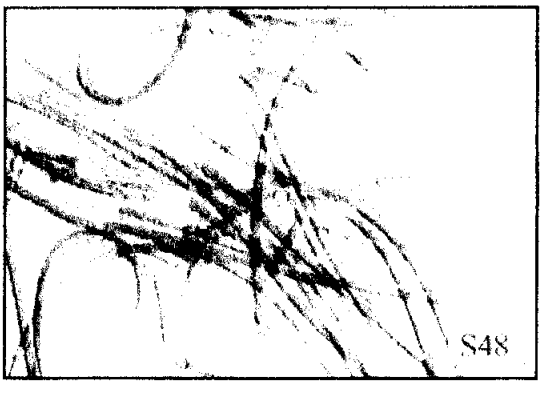
S37	*N. linkia* (x400)	S38	*N. piscinale* (x400)
S39	*N. muscorum* (x400)	S40	*N. paludosum* (x400)
S41	*Nostoc* sp. (x400)	S42	*N. entophytum* (x400)











S43 *Calothrix elenkinii* (x400)

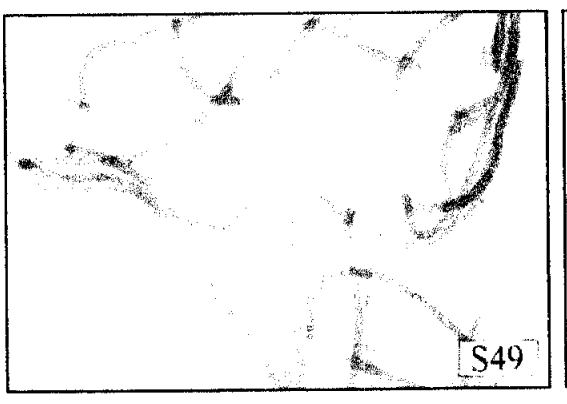
S44 *C. marchica* (x400)

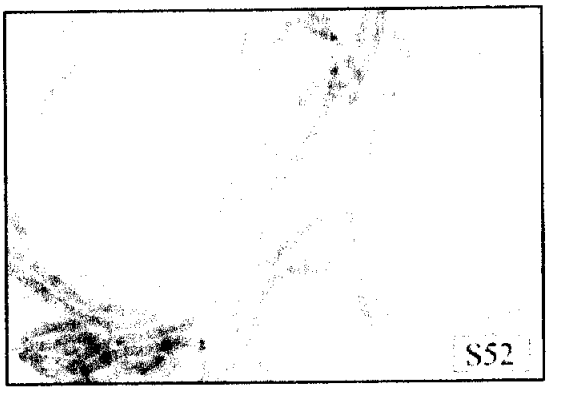
S45 *C. elenkinii* (x400)

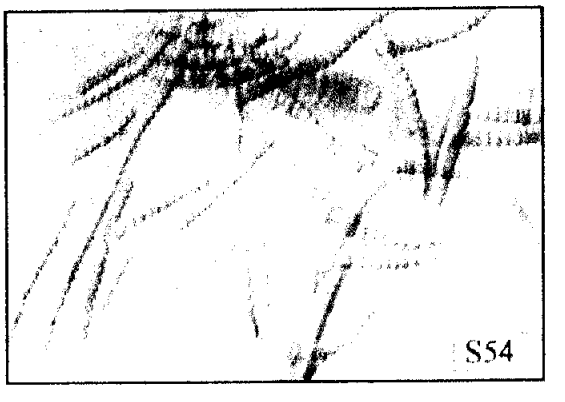
S46 *Calothrix* sp. (x400)

S47 *C. wembarensis* (x400)

S48 *C. bharadwajae* (x400)







S49 *Calothrix* sp. (x400)

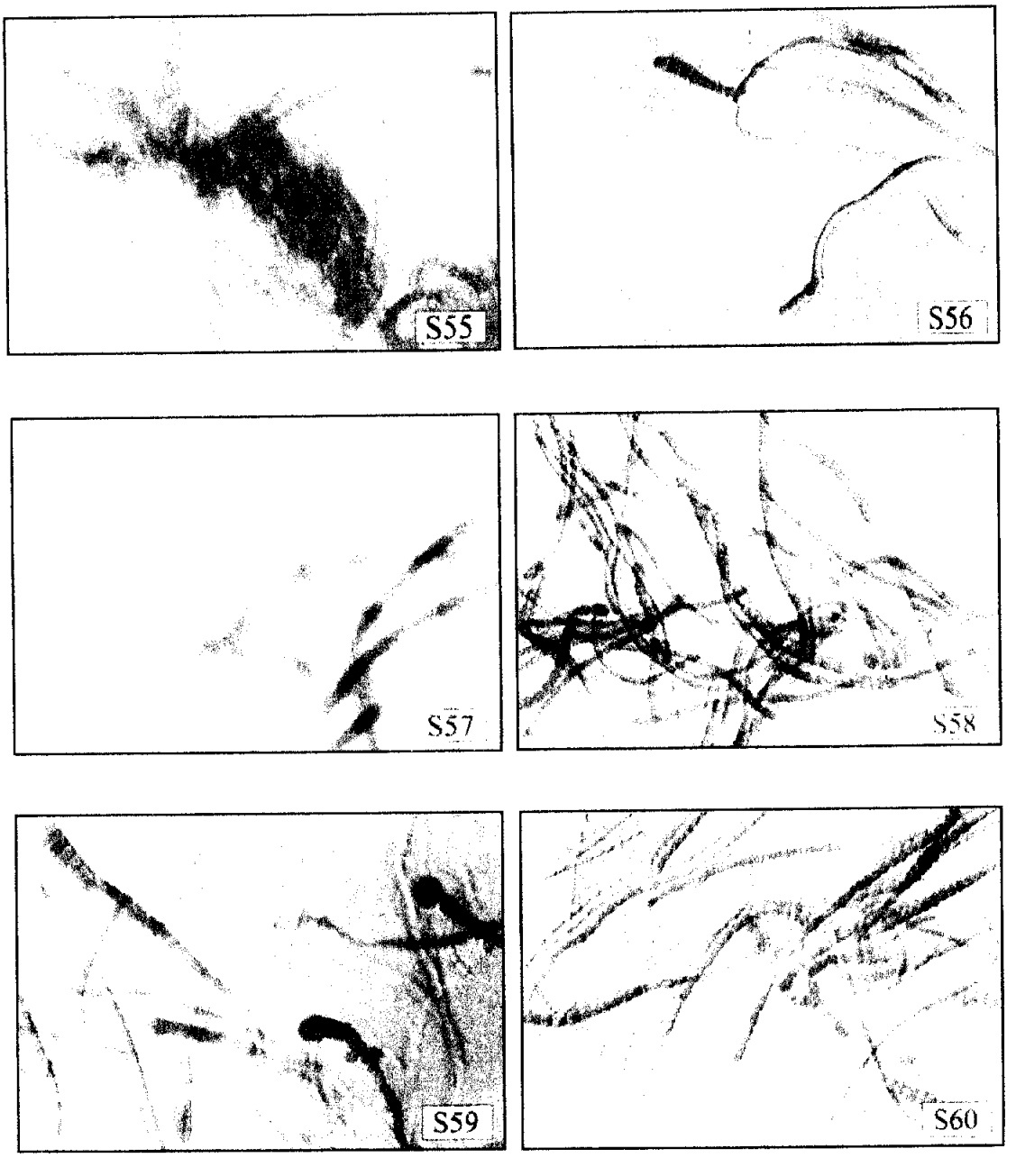
S50 *Calothrix* sp. (x400)

S51 *Calothrix* sp. (x400)

S52 *Calothrix* sp. (x400)

S53 *Calothrix* sp. (x400)

S54 *C. dolichomeres* (x400)



S55 *Hapalosiphon* sp. (x400)

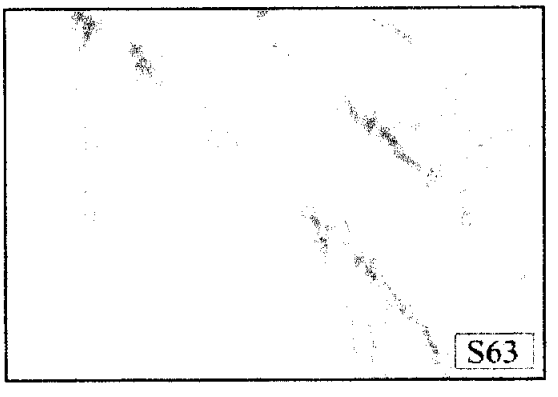
S56 *H. intricatus* (x400)

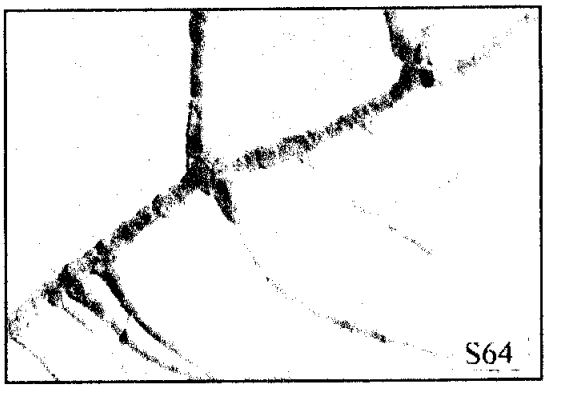
S57 *H. luteolus* (x400)

S58 *H. welwitschii* (x400)

S59 *H. welwitschii* (x400)

S60 *H. intricatus* (x400)





S61 *H. welwitschii* (x400)

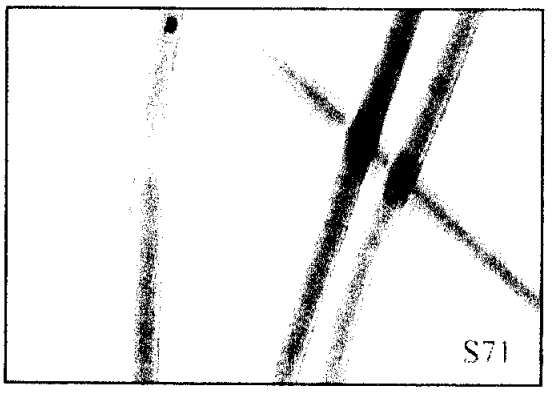
S62 *H. intricatus* (x400)

S63 *H. intricatus* (x400)

S64 *H. welwitschii* (x400)

S65 *H. welwitschii* (x400)

S66 *H. intricatus* (x400)



S67 *H. intricatus* (x400)

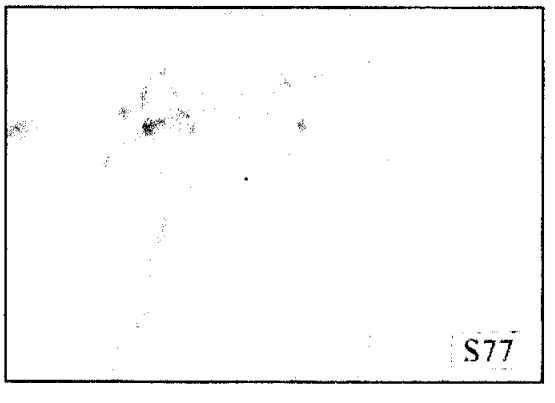
S68 *H. hangrii* (x400)

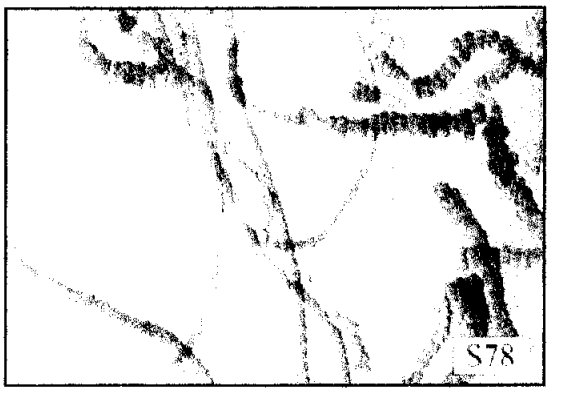
S69 *H. welwitschii* (x400)

S70 *H. intricatus* (x400)

S71 *Scytonema burmanicum* (x400)

S72 *S. javanicum* (x400)





S73 *Fiscerella muscicola* (x400)

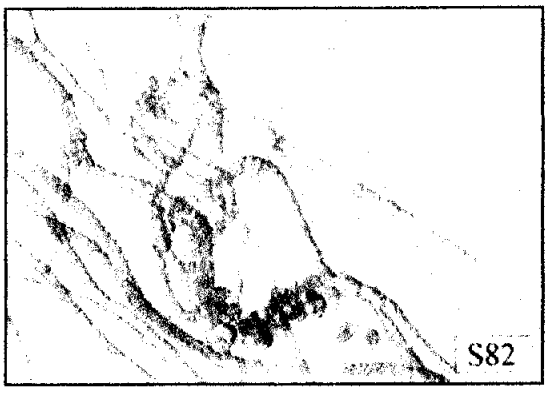
S74 *F. muscicola* (x400)

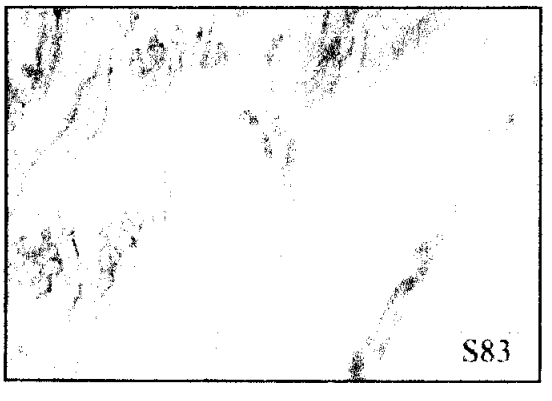
S75 *F. muscicola* (x400)

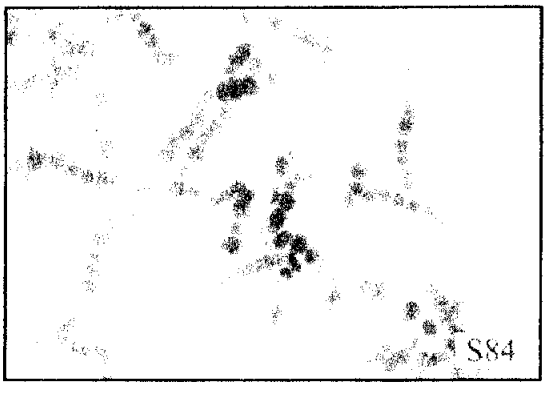
S76 *F. muscicola* (x400)

S77 *F. muscicola* (x400)

S78 *F. muscicola* (x400)







S79 *F. muscicola* (x400)

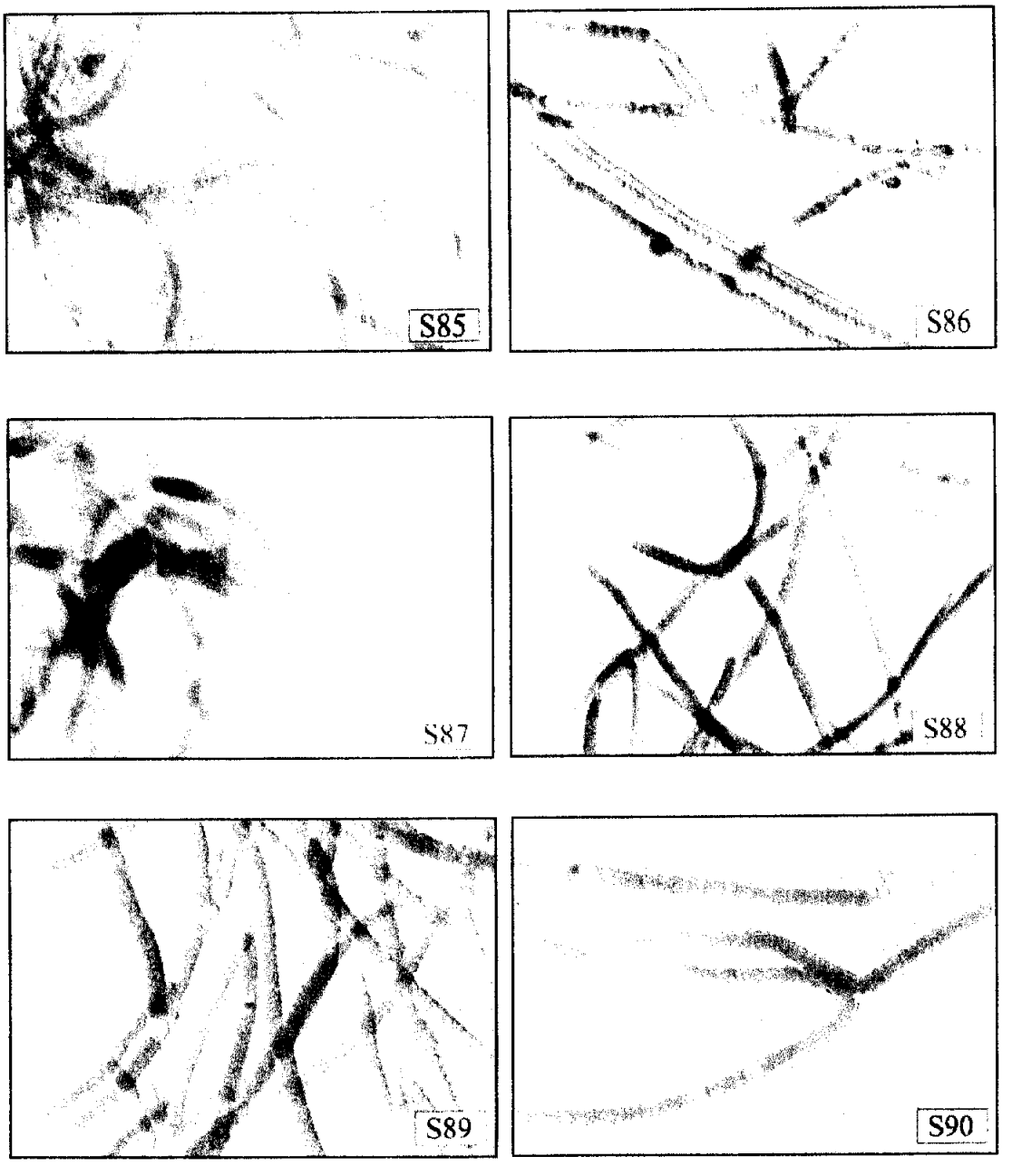
S80 *F. muscicola* (x400)

S81 *F. muscicola* (x400)

S82 *F. muscicola* (x400)

S83 *F. muscicola* (x400)

S84 *F. muscicola* (x400)



S85 *Tolypothrix fragilis* (x400)

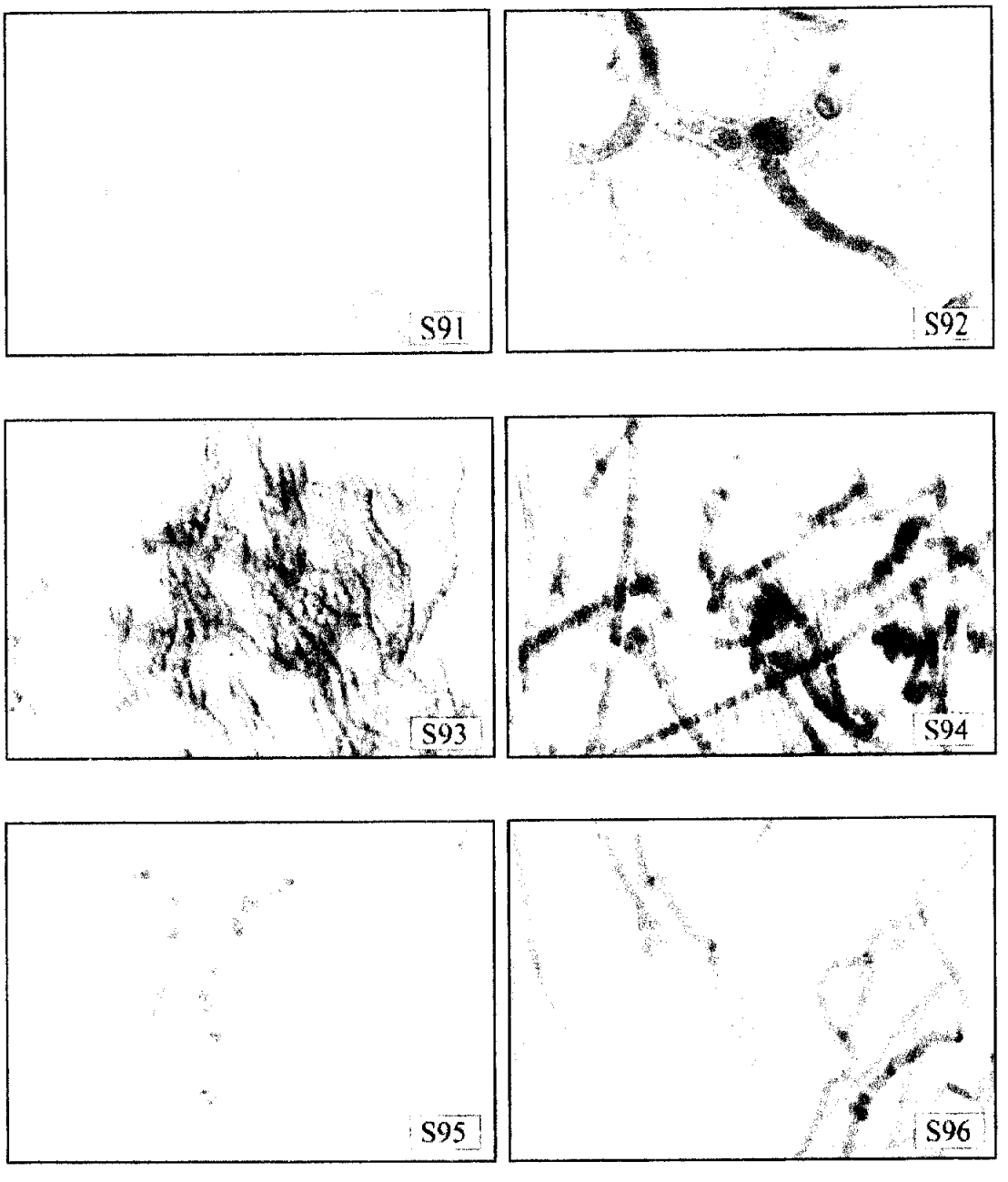
S86 *T. limbata* (x400)

S87 *T. boutellei* (x400)

S88 *T. nodosa* (x400)

S89 *T. distorta* (x400)

S90 *T. distorta* (x400)



S91 *Mastigocladus laminosus* (x400)

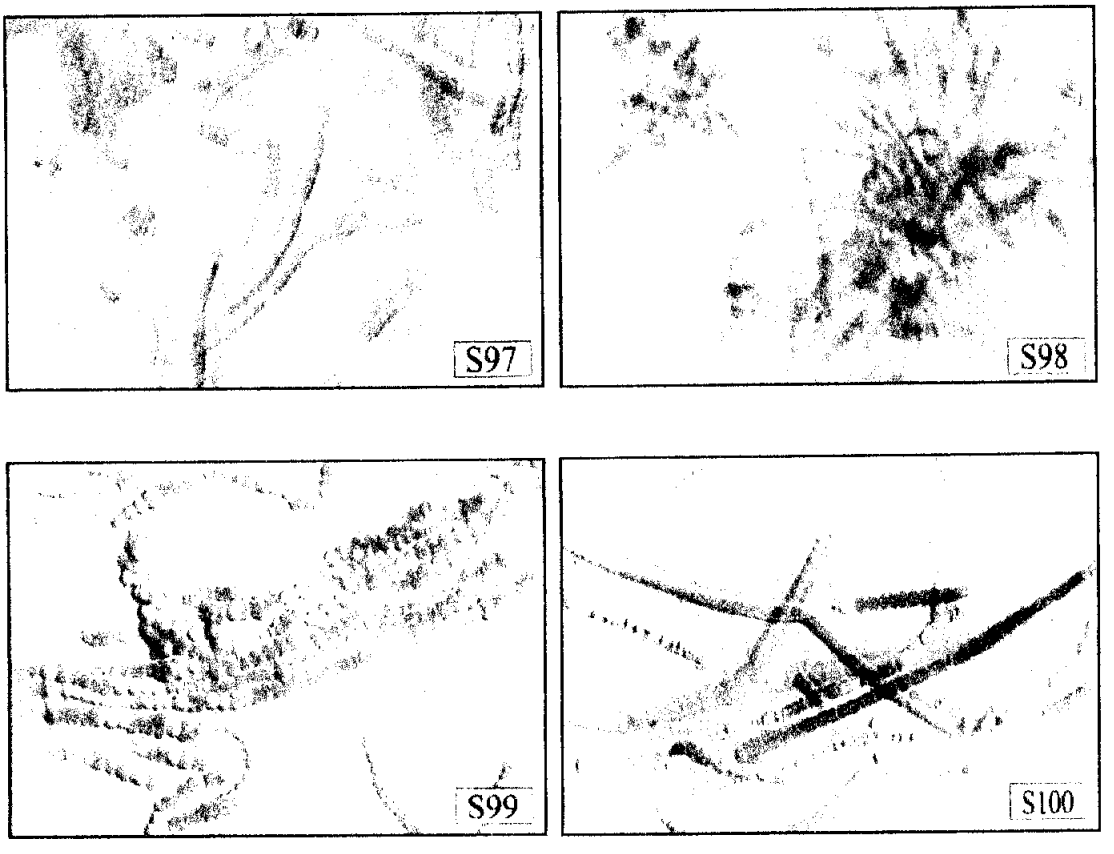
S92 *M. laminosus* (x400)

S93 *M. laminosus* (x400)

S94 *M. laminosus* (x400)

S95 *M. laminosus* (x400)

S96 *M. laminosus* (x400)

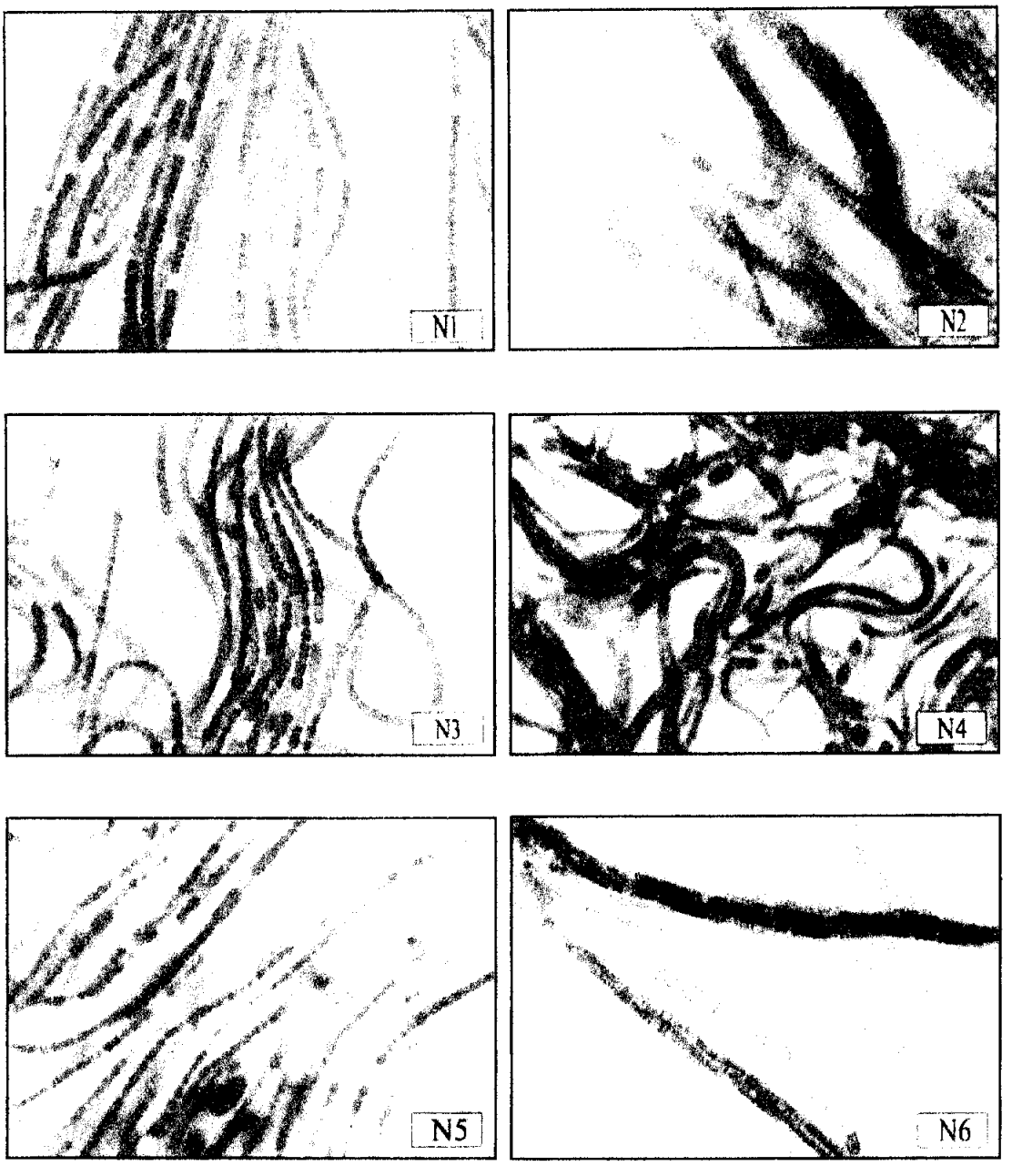


S97 *Diclothrix* sp. (x400)

S98 *Gloeotrichia* sp. (x400)

S99 *Nodularia* sp. (x400)

S100 *Aulosila prolifica* (x400)



N1 *Anabaena ambiqua* (x400)

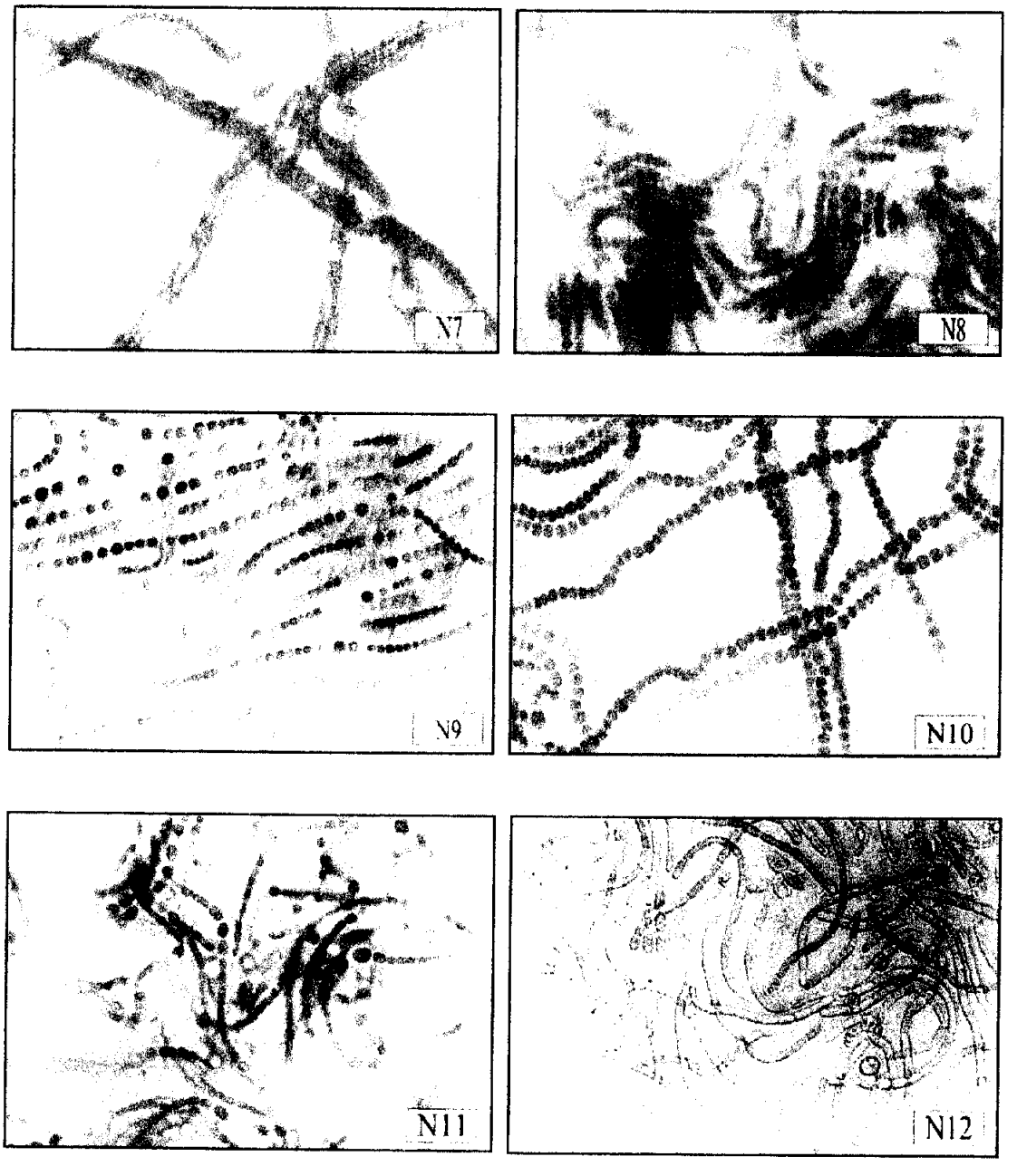
N2 *A. iyengarii* (x400)

N3 *A. ambiqua* (x400)

N4 *A. iyengarii* (x400)

N5 *A. orientalis* (x400)

N6 *A. iyengarii* (x400)



N7 *A. ambiqua* (x400)

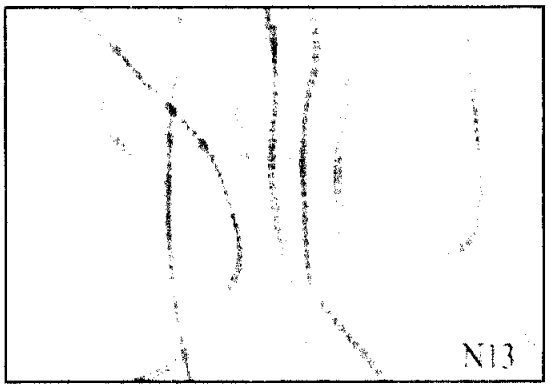
N8 *A. circinalis* (x400)

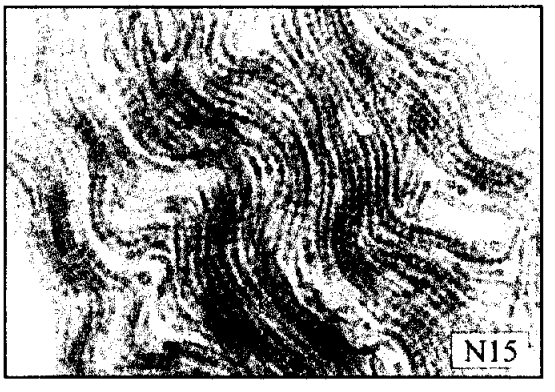
N9 *A. oryzae* (x400)

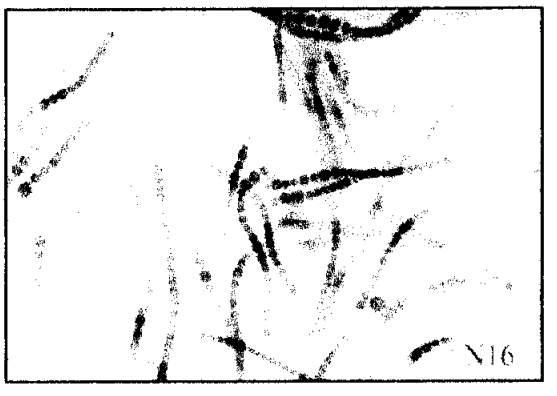
N10 *A. ballyganglii* (x400)

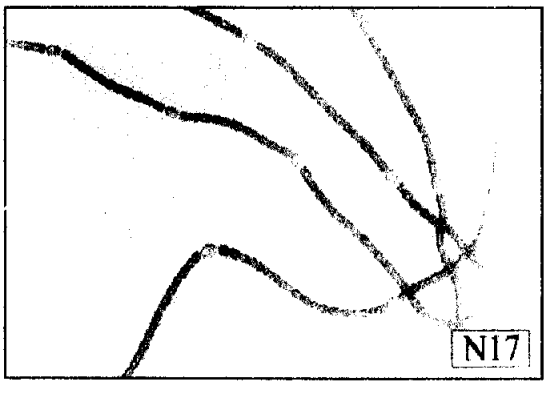
N11 *A. variabilis* (x400)

N12 *A. laxa* (x400)









N13 *Anabaena* sp. (x400)

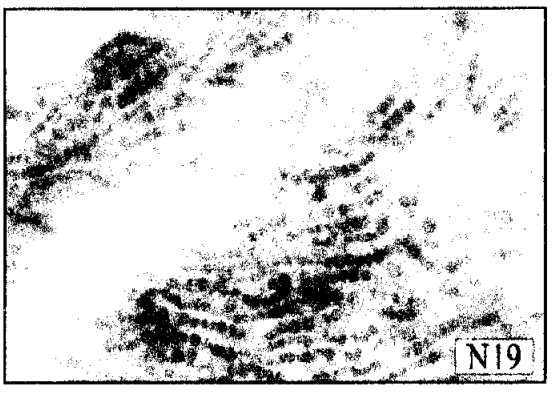
N14 *A. variabilis* (x400)

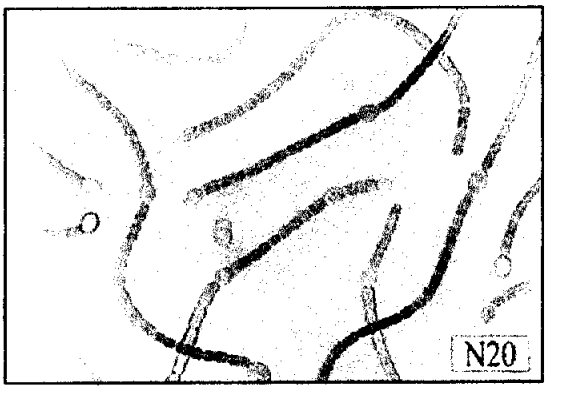
N15 *A. laxa* (x400)

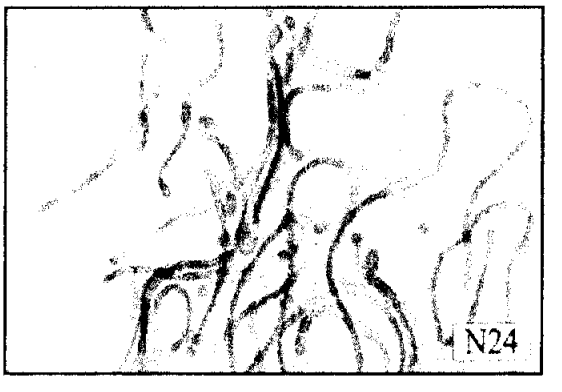
N16 *A. khannae* (x400)

N17 *A. laxa* (x400)

N18 *A. variabilis* (x400)







N19 *A. oryzae* (x400)

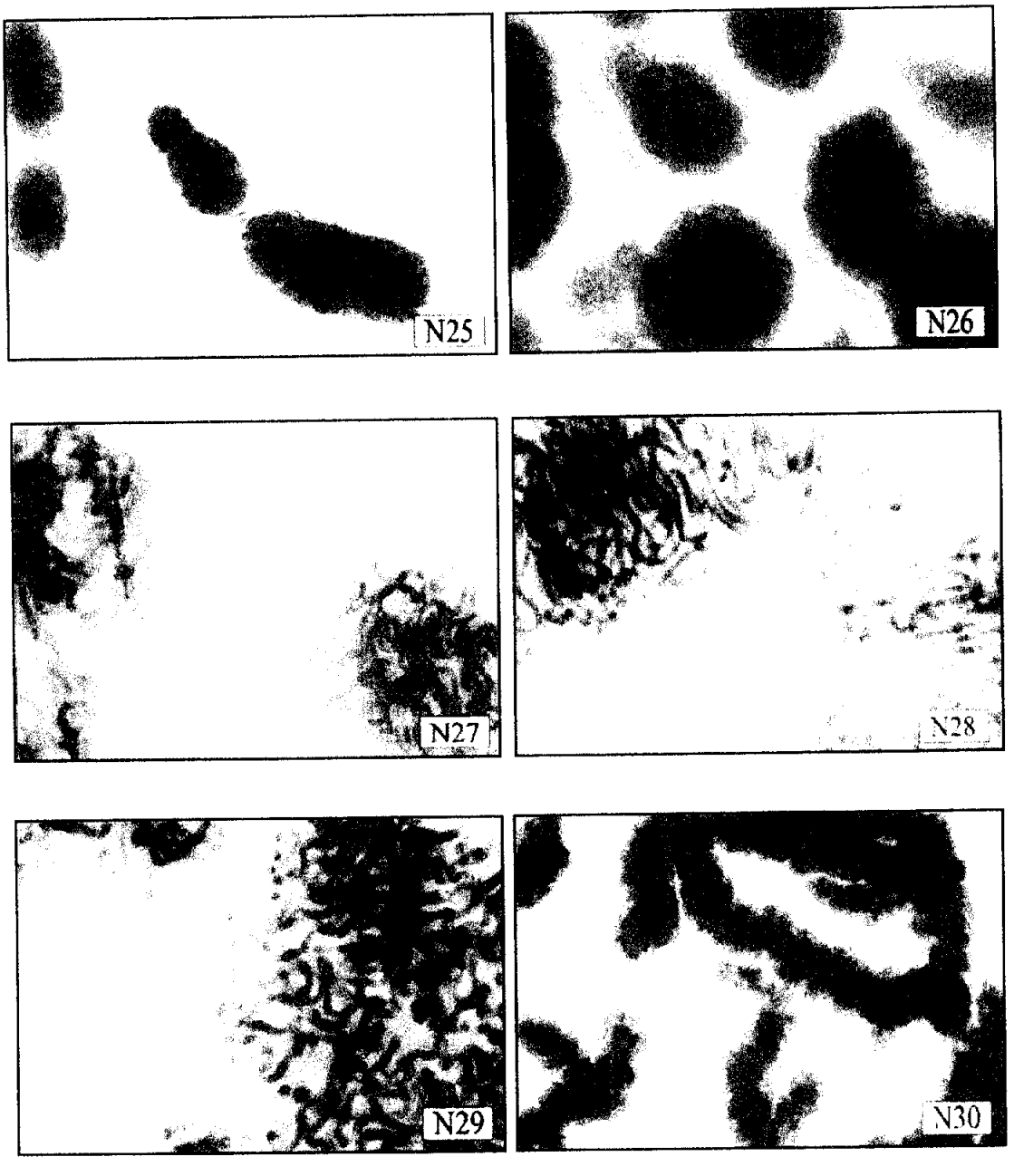
N20 *A. variabilis* (x400)

N21 *A. spiroides* (x400)

N22 *A. gelatinicola* (x400)

N23 *A. anomala* (x400)

N24 *A. utermohii* (x400)



N25 *Nostoc commune* (x400)

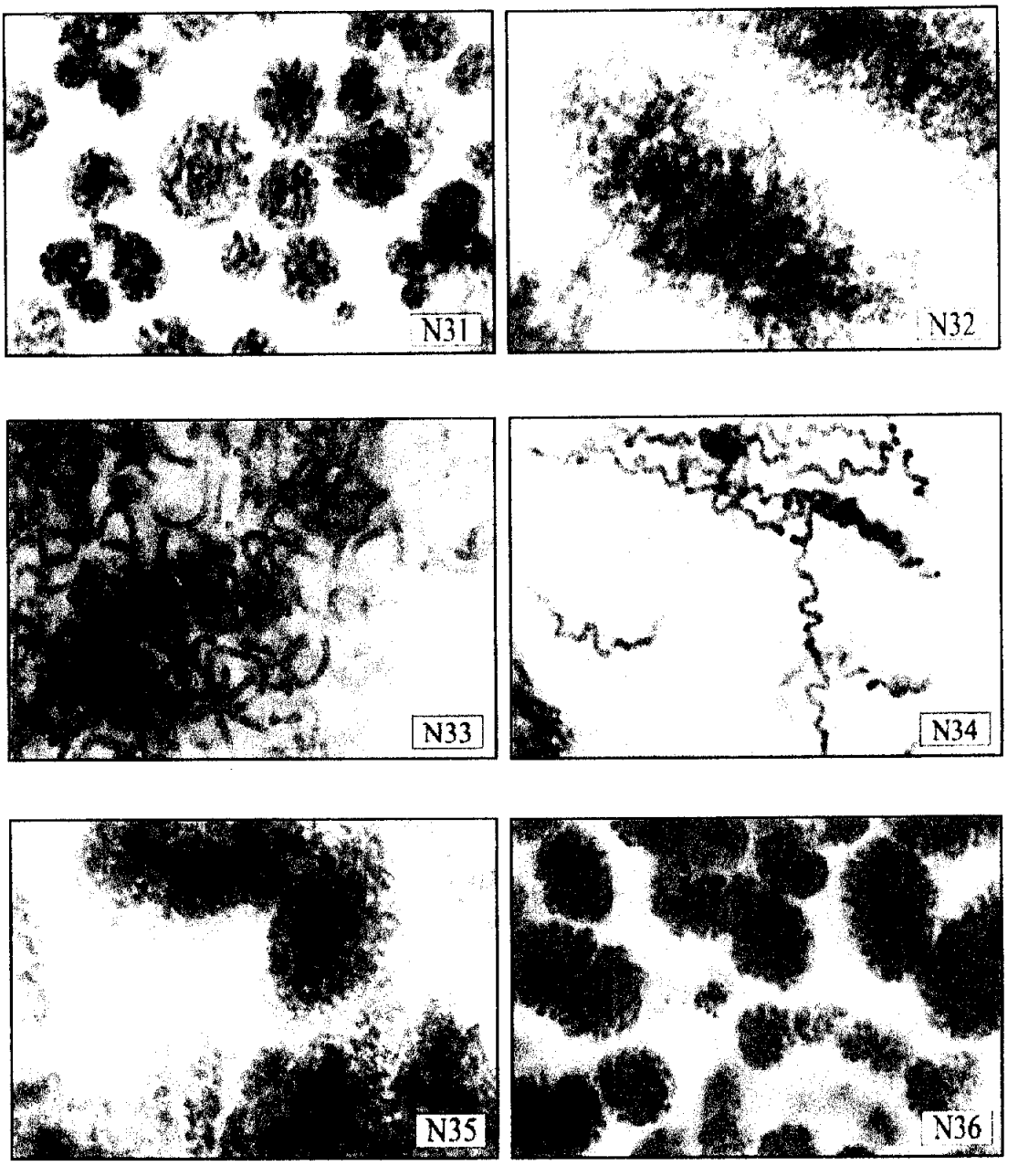
N26 *N. commune* (x400)

N27 *Nostoc* sp. (x400)

N28 *Nostoc* sp. (x400)

N29 *N. entophytum* (x400)

N30 *N. punctiforme* (x400)



N31 *N. commune* (x400)

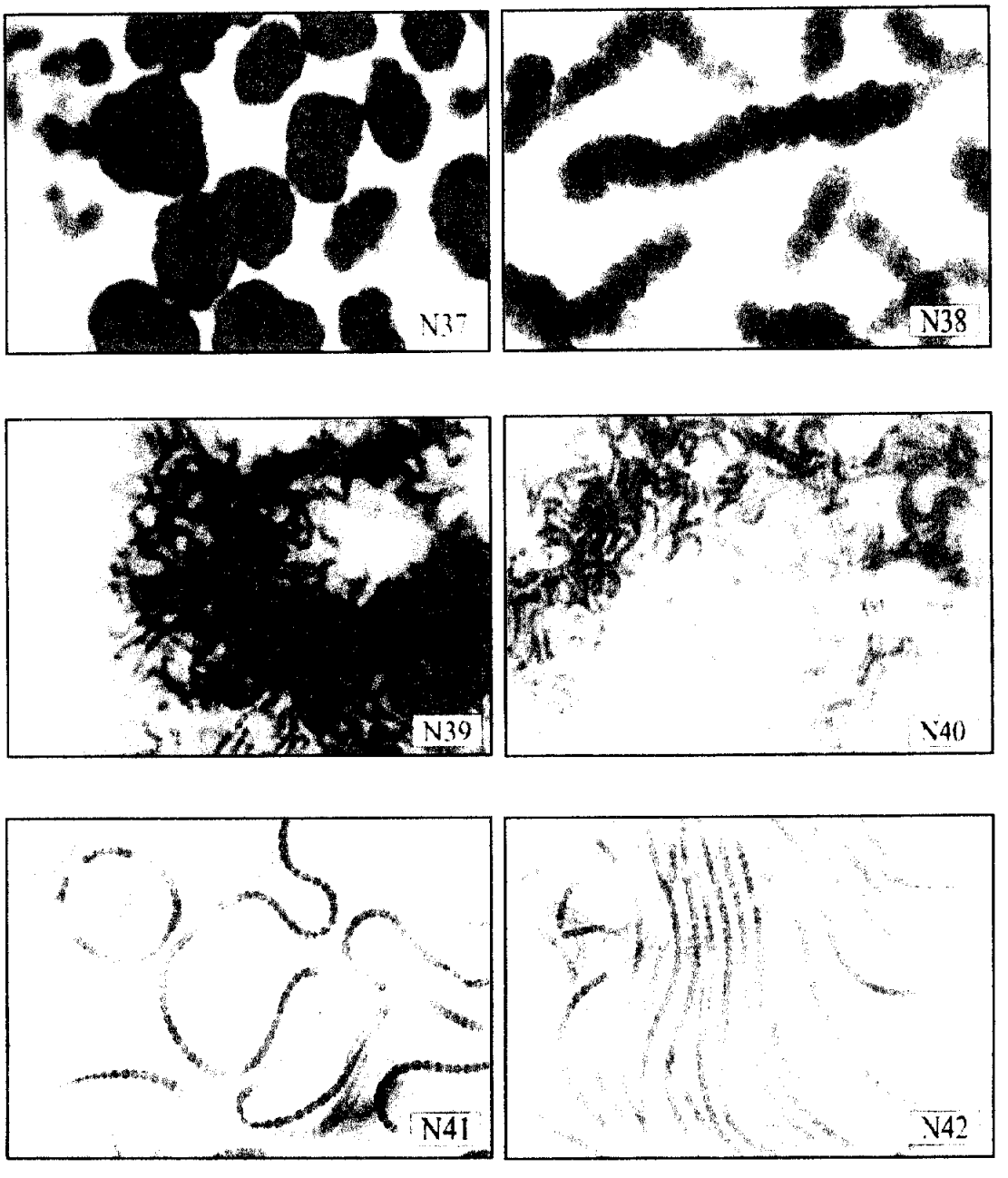
N32 *N. entophytum* (x400)

N33 *Nostoc* sp. (x400)

N34 *N. linckia* (x400)

N35 *N. commune* (x400)

N36 *N. commune* (x400)



N37 *N. punctiforme* (x400)

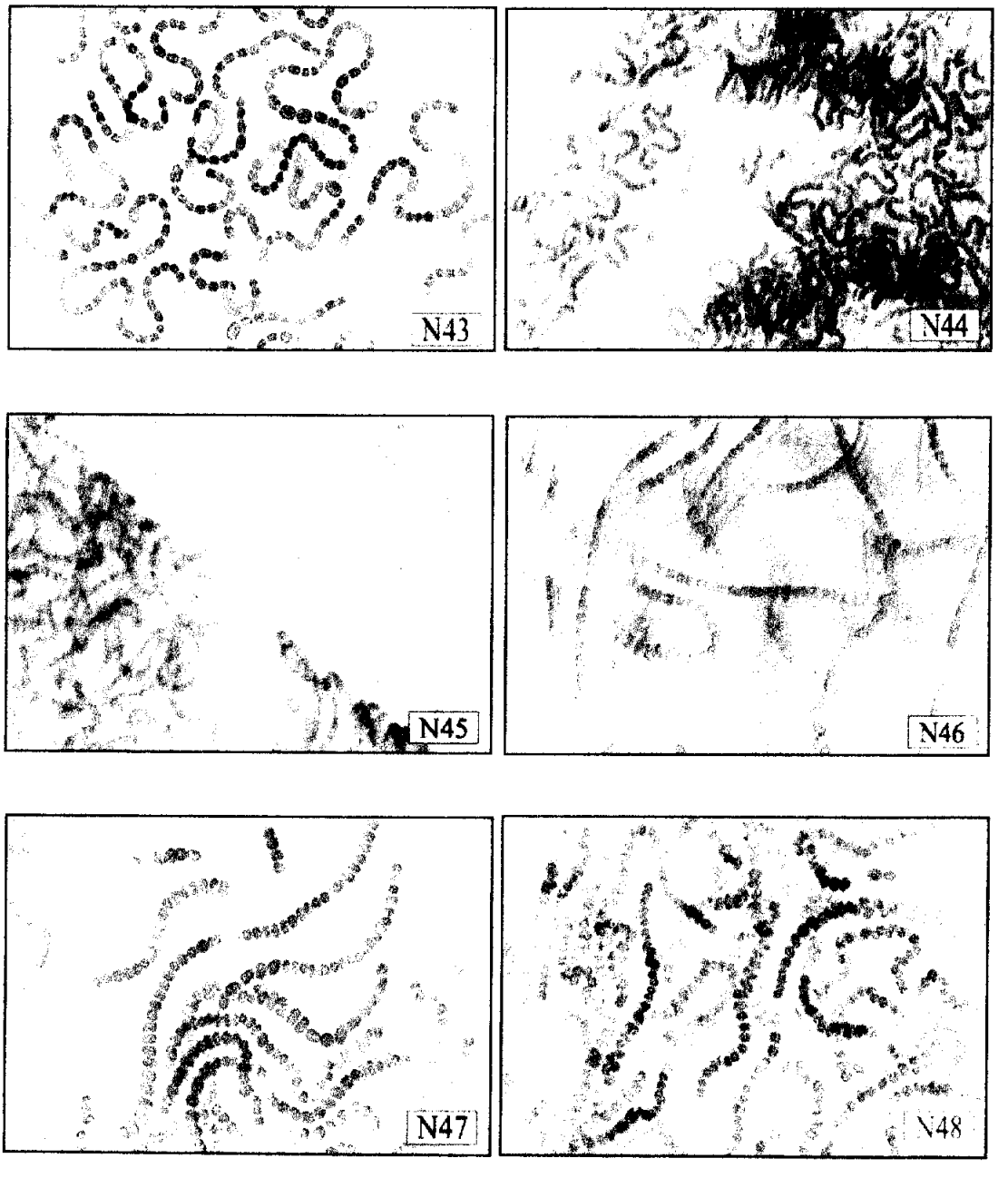
N38 *N. punctiforme* (x400)

N39 *N. entophytum* (x400)

N40 *N. entophytum* (x400)

N41 *N. maculiforme* (x400)

N42 *Nostoc* sp. (x400)



N43 *N. piscinale* (x400)

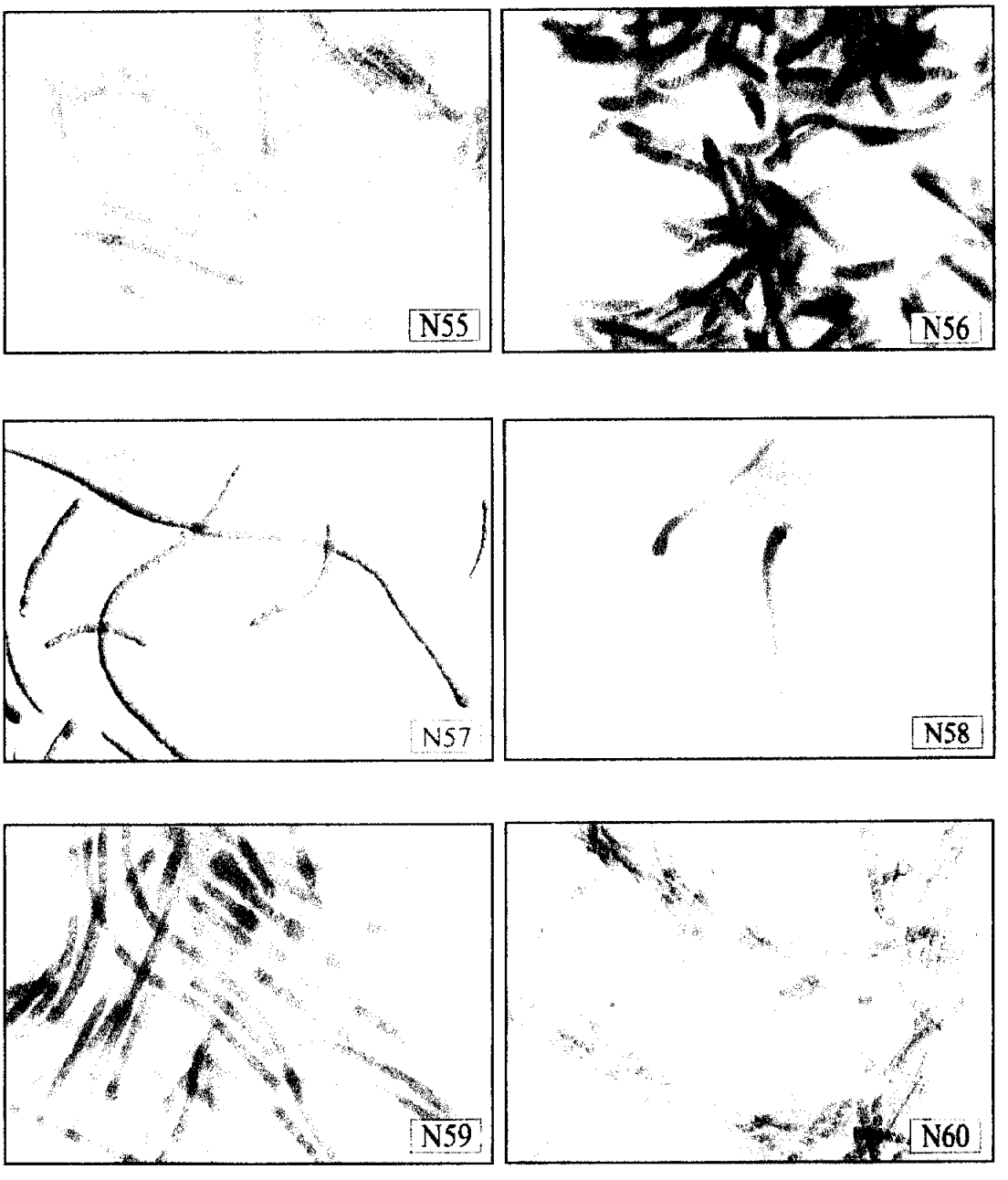
N44 *N. entophytum* (x400)

N45 *Nostoc* sp. (x400)

N46 *N. paludosum* (x400)

N47 *N. paludosum* (x400)

N48 *N. paludosum* (x400)



N55 *Calothrix wembarensis* (x400)

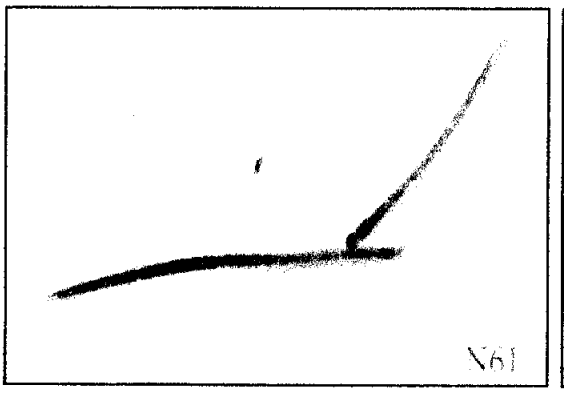
N56 *C. membranacea* (x400)

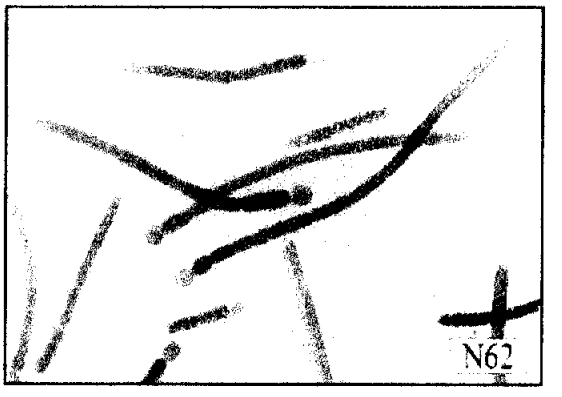
N57 *C. bharadwajae* (x400)

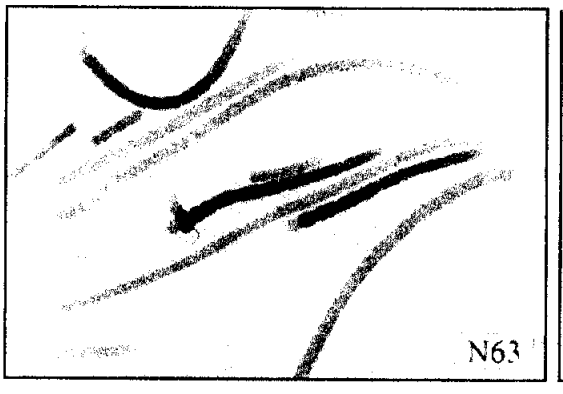
N58 *C. bharadwajae* (x400)

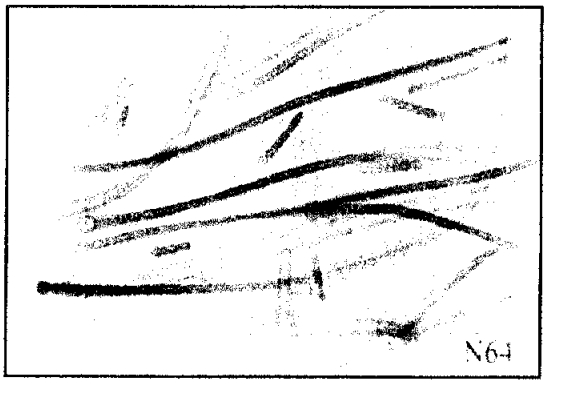
N59 *C. javanica* (x400)

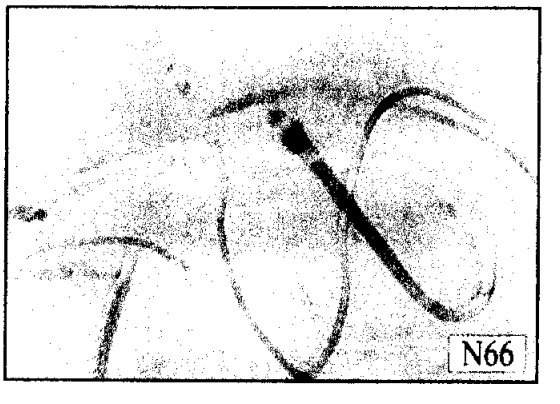
N60 *C. javanica* (x400)



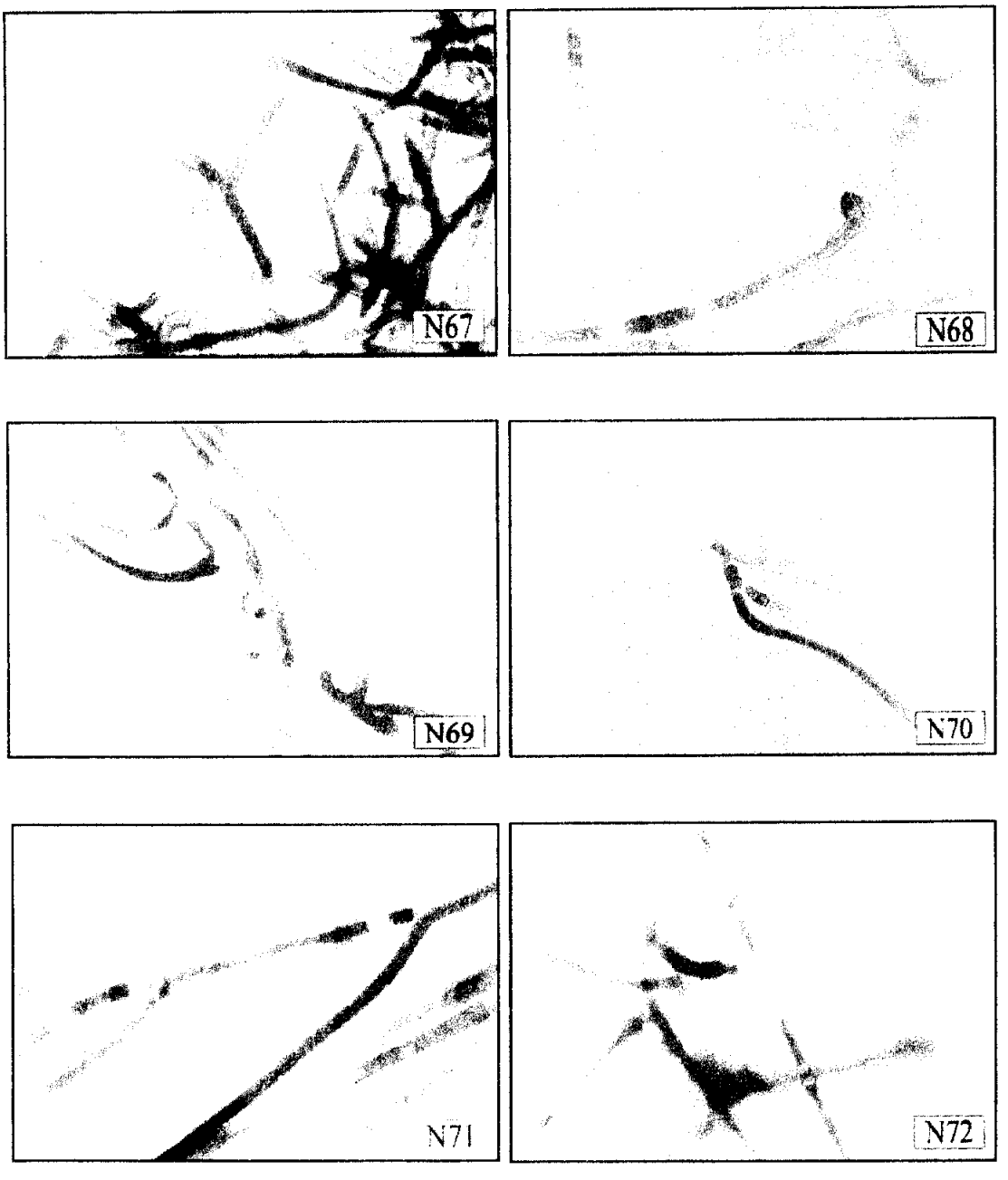








N61	*C. javanica* (x400)	N26	*C. bharadwajae* (x400)
N63	*C. bharadwajae* (x400)	N64	*C. bharadwajae* (x400)
N65	*C. javanica* (x400)	N66	*C. wembarensis* (x400)



N67 *Tolypothrix* sp. (x400)

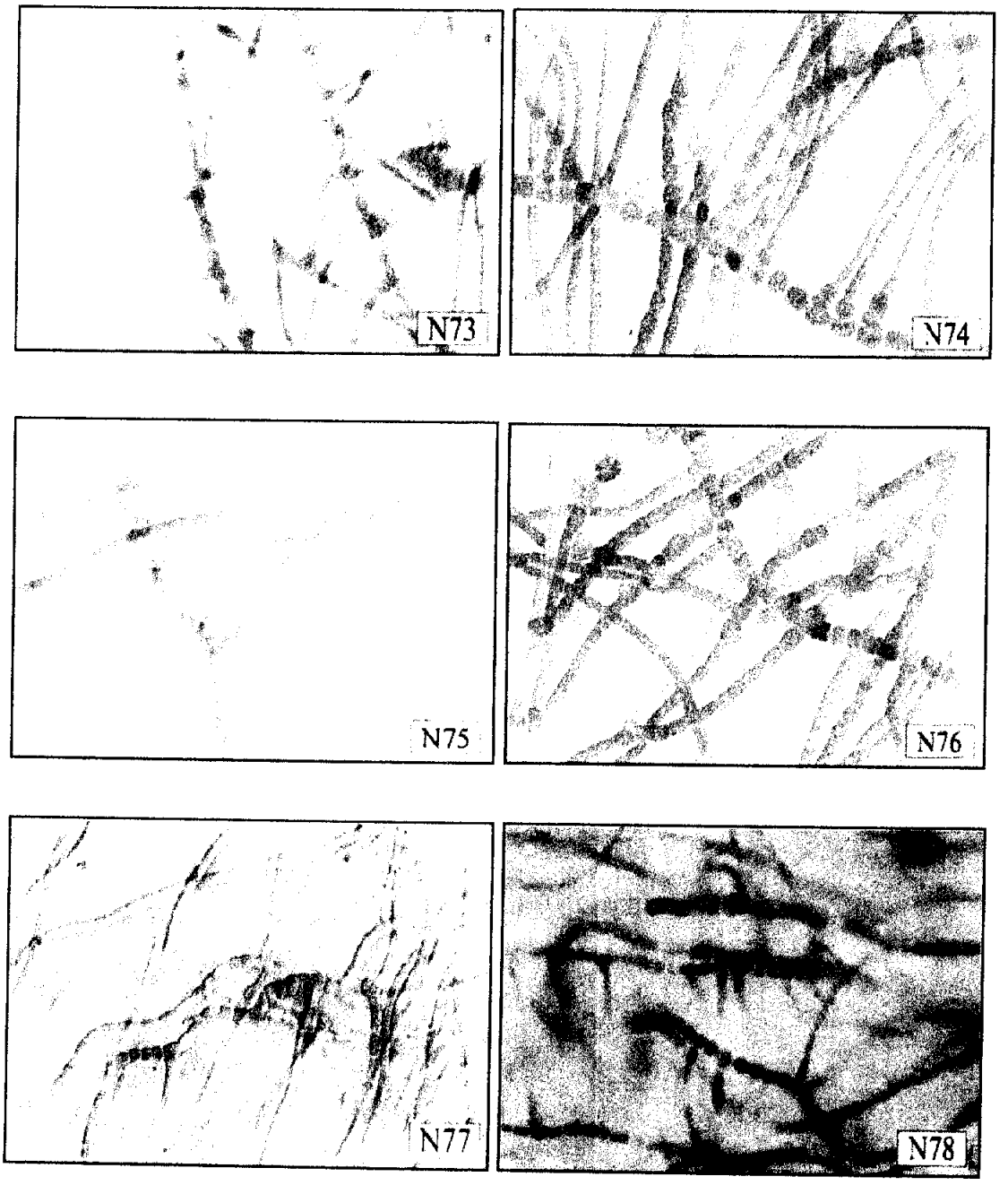
N68 *Tolypothrix* sp. (x400)

N69 *Tolypothrix* sp. (x400)

N70 *Tolypothrix* sp. (x400)

N71 *Tolypothrix* sp. (x400)

N72 *Tolypothrix* sp. (x400)



N73 *Hapalosiphon intricatus* (x400)

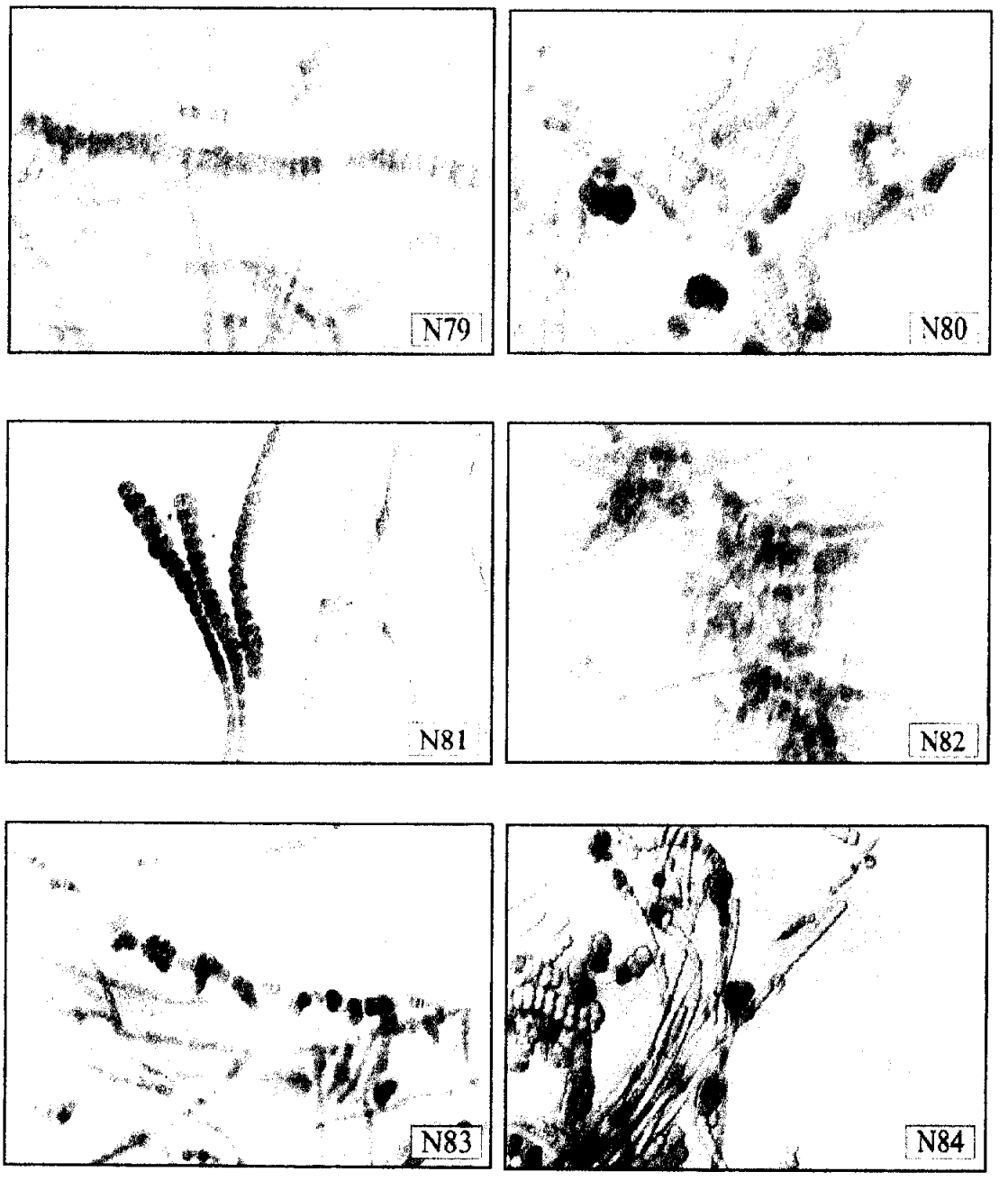
N74 *H. hansgrii* (x400)

N75 *H. hibernicus* (x400)

N76 *H. hansgrii* (x400)

N77 *H. delicatus* (x400)

N78 *H. delicatus* (x400)



N79 *Fischerella ambiqua* (x400)

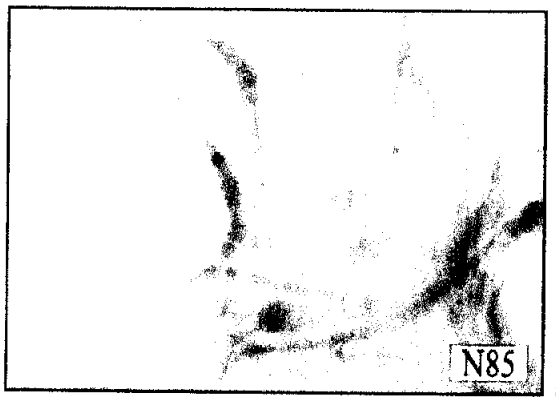
N80 *F. ambiqua* (x400)

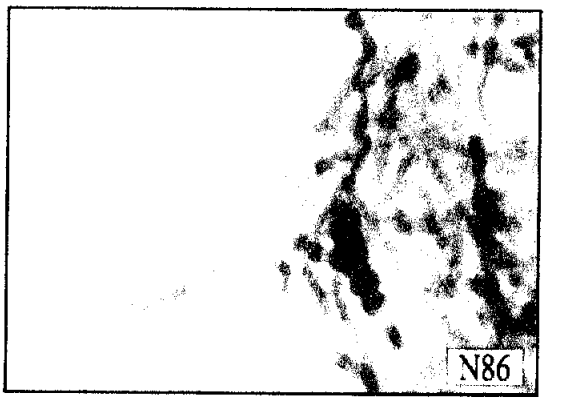
N81 *F. ambiqua* (x400)

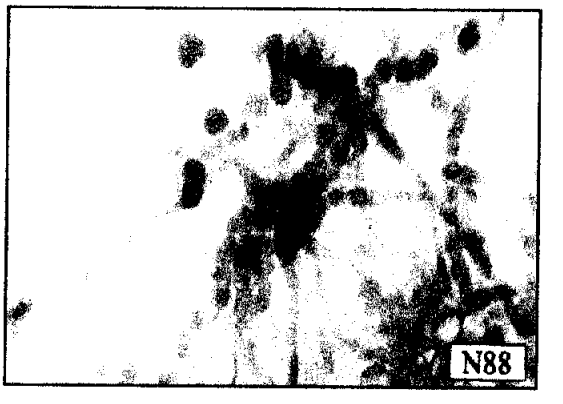
N82 *F. ambiqua* (x400)

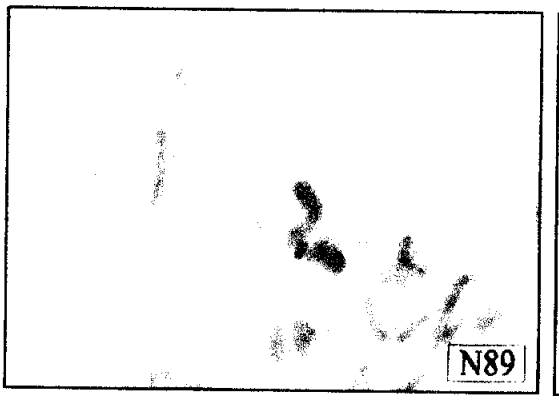
N83 *F. epiphytica* (x400)

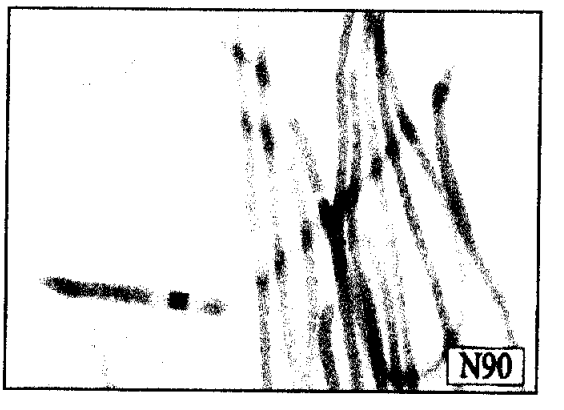
N84 *Fischerella* sp. (x400)











N85 *Westella intricum* (x400)

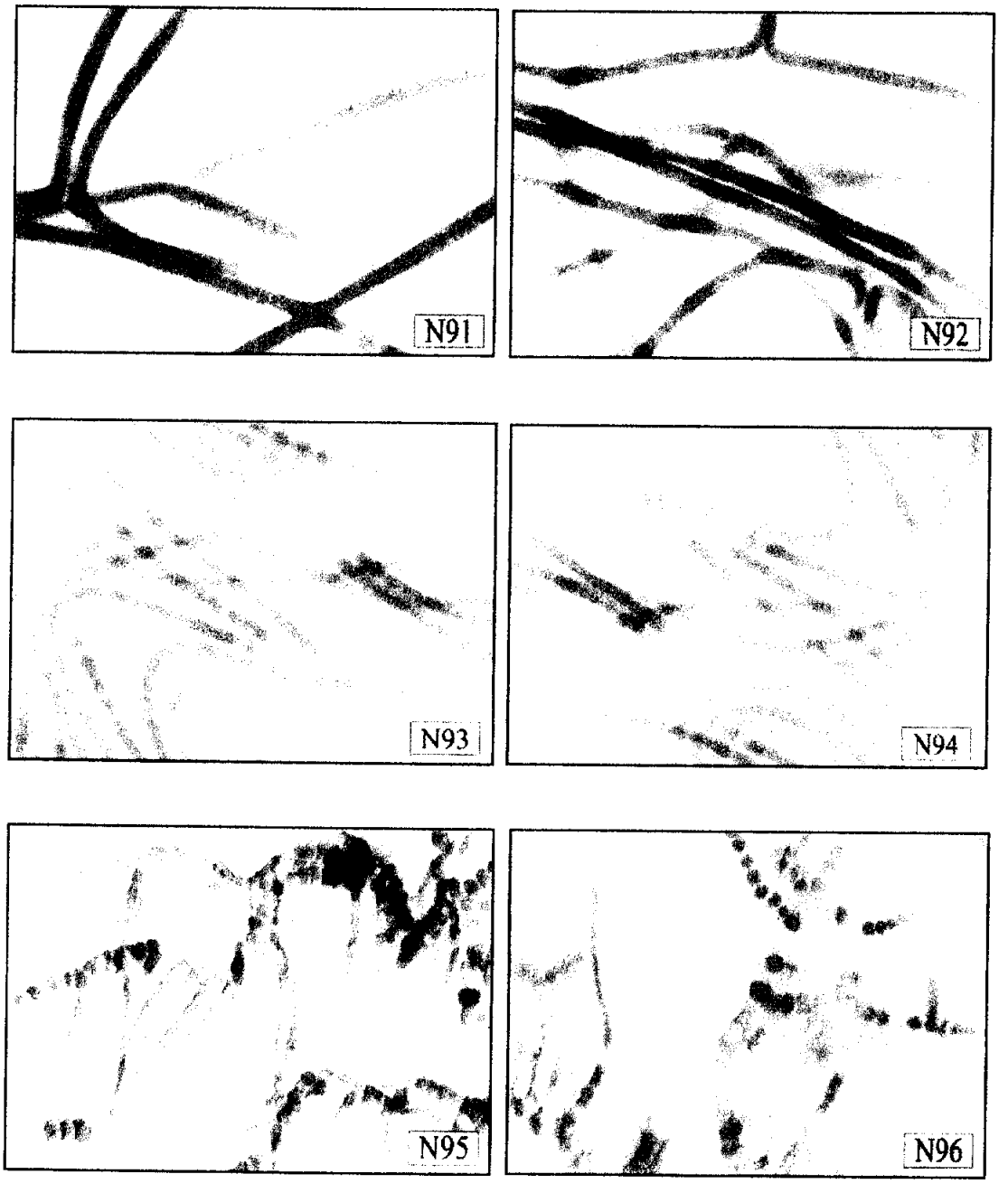
N86 *W. intricum* (x400)

N87 *W. intricum* (x400)

N88 *W. intricum* (x400)

N89 *W. intricum* (x400)

N90 *Scytonema* sp. (x400)



N91 *S. javanicum* (x400)

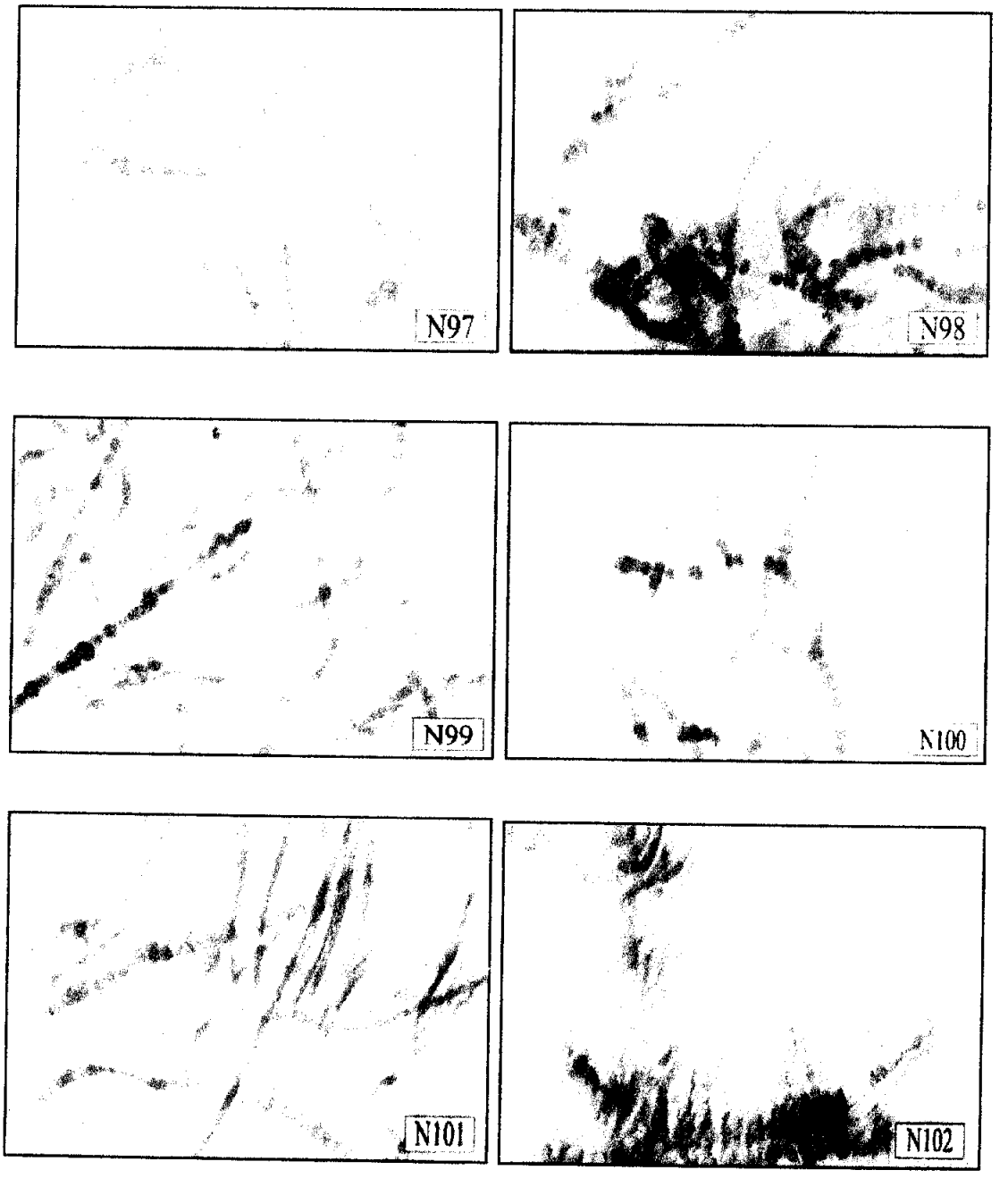
N92 *S. javanicum* (x400)

N93 *Gloeotrichia echinulata* (x400)

N94 *G. echinulata* (x400)

N95 *Stigonema hormoides* (x400)

N96 *S. hormoides* (x400)



N97 *Mastigocladus laminosus* (x400)

N98 *Stigonema dendroidium* (x400)

N99 *Stigonema* sp. (x400)

N100 *S. hormoides* (x400)

N101 *S. hormoides* (x400)

N102 *S. dendroidium*(x400)