BRT 543029

เอกนิเวศวิทยาของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.): พืชที่ใกล้สูญพันธุ์ของประเทศไทย

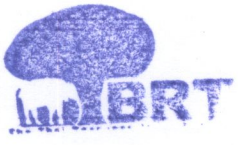
นายสนอง ยอมเกาะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยาสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-533-279-8

P 39

19 มิ.ย. 2547



โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

เอกนิเวศวิทยาของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.) : พืชที่ใกล้สูญพันธุ์ของประเทศไทย

นายสนอง จอมเกาะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยาสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974 - 533 - 279 - 8

AUTECOLOGY OF *ISOETES COROMANDELINA* L.F.: ENDANGERED SPECIES OF THAILAND

Mr. Sanong Chomko

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Doctor of Philosophy in Environmental Biology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2003

ISBN 974 - 533 - 279 - 8

เอกนิเวศวิทยาของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.): พืชที่ใกล้สูญพันธุ์ของประเทศไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ วราอัศวปติ)
ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ธรรมถาวร)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉรา ธรรมถาวร)
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุมนทิพย์ บุญนาค)
กรรมการ

อาจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ ธานี
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวิช จิตรสมบูรณ์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท สืบค้า)
คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์

BRT 543029

สนอง จอมเกาะ : เอกนิเวศวิทยาของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.): พืชที่ใกล้สูญพันธุ์ของประเทศไทย (AUTECOLOGY OF *ISOETES COROMANDELINA* L.f.: ENDANGERED SPECIES OF THAILAND) อาจารย์ที่ปรึกษา: รศ. ดร. สมพงษ์ ธรรมถาวร, 198 หน้า, ISBN 974 - 533 - 279 - 8

ในระหว่าง ต.ค. 2542 – ก.ย. 2544 ได้ออกสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม โดยการสุ่ม 39 จังหวัด พบต้นกระเทียมนาใน 15 จังหวัด คือ ตาก สุโขทัย อุดรธานี หนองคาย กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ขอนแก่น บุรีรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ปราจีนบุรี สระแก้ว และสงขลา พบว่าแหล่งที่พบต้นกระเทียมนาเป็นทุ่งนาที่มีน้ำจืดนิ่งใส น้ำลึก 5 - 50 เซนติเมตร มีการกระจายเป็นกลุ่มในพื้นที่ 0.08 – 2.5 ไร่ ได้วิเคราะห์ตัวอย่างดินจากแหล่งที่พบต้นกระเทียมนา 15 จังหวัดดังกล่าวพบว่าเป็นดินชนิด ดินร่วนทราย ดินร่วนปนทรายแป้ง ดินทรายร่วน ดินร่วน และดินทราย จำนวน 7, 3, 3, 1 และ 1 ตัวอย่างตามลำดับ นอกจากนี้ได้วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (4.02 - 6.08) การนำไฟฟ้า (0.11 - 0.54 dS/m) ปริมาณโพแทสเซียม (7.73 - 129.87 ppm) ปริมาณไนโตรเจนรวม (0.009 - 0.058 %) ปริมาณฟอสเฟต (30.62 - 697.89 ppm) และ ปริมาณซัลเฟต (6.57 - 17.09 ppm) ของดินตัวอย่างด้วย การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นกระเทียมนา ประสบผลสำเร็จในการเพาะเลี้ยงลำต้นส่วนยอด สามารถเจริญเติบโตได้ในสูตรอาหารของ Moore การศึกษากายวิภาคศาสตร์โดยกระบวนการกรรมวิธีพาราฟินของราก ลำต้น ใบ และอับสปอร์ พบว่าลำต้นมีโพรโทสตีล (protostele) มีการสร้างเนื้อเยื่อทุติยภูมิ และโครงสร้างของใบมีลักษณะเป็นแบบพืชน้ำ จำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่ไม่เกี่ยวกับเพศมีจำนวน 3 ชุด (2n = 33) ศึกษาสัณฐานวิทยาของสปอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและถ่ายภาพประกอบ พบว่าสัณฐานของเมกะสปอร์เป็นแบบ pustulate มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 - 550 ไมโครเมตร และ ไมโครสปอร์เป็นแบบ papillate มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 - 42.5 ไมโครเมตร

สาขาวิชาชีววิทยา
ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนักศึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

SANONG CHOMKO: AUTECOLOGY OF *ISOETES COROMANDELINA* L.F.: ENDANGERED SPECIES OF THAILAND. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SOMPONG THAMMATHAWORN. Ph.D. 198 PP. ISBN 974 - 533 - 279 - 8

AUTECOLOGY/ ENDANGERED SPECIES OF THAILAND/

***Isoetes coromandelina* L.f.**

The surveying and collecting environmental data of *Isoetes coromandelina* L.f. have been studied by random sampling in 39 provinces around Thailand during Oct. 1999 - Sep. 2001. *I. coromandelina* was discovered in 15 provinces: Tak, Sukhothai, Udon Thani, Nong Khai, Kalasin, Maha Sarakham, Khon Kaen, Buriram, Surin, Roi Et, Srisaket, Ubon Ratchathani, Prachinburi, Sa Kaeo, and Songkhla. It occurred in paddy fields, lentic, clear fresh water in 5 - 50 cm depth and it was dispersed in clumped pattern on 0.1 - 1 acre. The soils are sandy loam, silty loam, loamy sand, loam and sand with 7, 3, 3, 1, and 1 sample, respectively. The values of analyzed soil samples from the provinces; pH (4.02 - 6.08), EC (0.11 - 0.54 dS/m), K (7.73 - 129.87 ppm), total N (0.009 - 0.058 %), PO_4^{3-} (30.62 - 697.89 ppm), and SO_4^{2-} (6.57 - 17.09 ppm) were found. The shoot apex culture was successful in Moore's medium. The anatomical study of root, stem, leaf and sporangium was performed by paraffin method. The stem produced protostele and secondary vascular tissues. The leaf structure presented aquatic plant characters. The somatic chromosome number was 2n = 33. The pustulate megaspore with 300 - 550 micrometers and the papillate microspore with 22 - 42.5 micrometers in diameter were studied by SEM photograph.

School of Biology
Academic Year 2003

Student's Signature Sanong Chomko
Advisor's Signature Sompong Th
Co-advisor's Signature Sathra Thammath
Co-advisor's Signature S. Bunnag

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับความกรุณาช่วยเหลือตลอดเวลาการทำวิทยานิพนธ์ จาก รองศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ธรรมถาวร ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉรา ธรรมถาวร และรองศาสตราจารย์ ดร. สุมนทิพย์ บุญนาค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา จนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จไปด้วยดี ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์ทุกท่าน และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้โอกาสศึกษาต่อและให้ทุนจากกองทุนพัฒนาอาจารย์ ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์จีระพรรณ สุขศรีงาม หัวหน้าภาควิชาชีววิทยา ที่สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในปฏิบัติการทางพฤกษศาสตร์ อาจารย์วันชัย สังข์สุขและคุณชฎาพร เสนาคุณ ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาโครโมโซมและถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาที่ให้ความช่วยเหลือในปฏิบัติการต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ของพืช ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์การถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและห้องปฏิบัติการชีววิทยา ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ วราอัศวปติ อาจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ ธานี และ Dr. Paul J. Grote สาขาวิชาชีววิทยา ที่ได้ให้ข้อแนะนำและให้เอกสารอ้างอิงในวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ นักศึกษาปริญญาเอกที่ช่วยเหลือแนะนำการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณพนักงานสาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความสะดวกในการติดต่อประสานงาน

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ บุญเกิด ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ข้อมูลแหล่งที่พบกระเทียมนา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สำราญ ขวัญเกื้อ สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี และอาจารย์ปริญญา สุกแก้วมณี สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความช่วยเหลือในการสำรวจภาคตะวันตกเฉียงใต้และภาคใต้ อาจารย์สมโภชน์ ปรุงเกียรติ์ ให้ความช่วย

เหลือในการสำรวจภาคตะวันออก นายมนัส จันทรคำและนายอำนวย อ่อนทอง ให้ความช่วยเหลือในการสำรวจภาคเหนือ และขอขอบคุณคณาจารย์ ผู้ตอบแบบสอบถามข้อมูลเบื้องต้นทุกท่าน

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา บูรพาจารย์และผู้มีอุปการะคุณทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน รวมทั้งให้ความช่วยเหลือทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนประสบความสำเร็จในชีวิต การศึกษาและหน้าที่การงาน

ขอขอบคุณ อาจารย์เกสินี จอมเกาะ นางสาวสุธาสินี จอมเกาะและนายภาสกร จอมเกาะ ที่สนับสนุนส่งเสริม พร้อมทั้งเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ท้ายที่สุดนี้ ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย รหัสโครงการ BRT 543029

สนอง จอมเกาะ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) .....ง

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) .....จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

1.5 คำนิยามศัพท์..... 4

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 สถานภาพทรัพยากรชีวภาพ 6

2.1.1 การประเมินสถานภาพและความยั่งยืนความหลากหลายทางชีวภาพ 6

2.1.2 ความหมายของคำหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน 12

2.1.3 ลำดับชั้นสถานภาพของสิ่งมีชีวิต 16

2.1.4 เกณฑ์สำหรับการพิจารณาชนิดพันธุ์ที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ใกล้สูญพันธุ์ และการมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์.....17

2.1.5 ภาวะปัจจุบันของสถานภาพสิ่งมีชีวิตโดย IUCN 22

2.2 ลักษณะของพืชสกุล *Isoetes* 30

2.2.1 ลักษณะทั่วไป 30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุล *Isoetes* 33

2.2.3 การสืบพันธุ์ 34

2.2.4 สถานภาพทางทรัพยากรชีวภาพของ *Isoetes* 37

2.3 ลักษณะทั่วไปของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.)..... 47

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 49

3 วิธีดำเนินการวิจัย 62

3.1 วิธีการวิจัย 62

3.2 กลุ่มตัวอย่างและสถานที่ทำการวิจัย 62

3.2.1 กลุ่มตัวอย่าง 62

3.2.2 สถานที่ทำการวิจัย 62

3.2.3 ระยะเวลาในการวิจัย 63

3.3 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 63

3.3.1 การศึกษานิเวศวิทยา 63

3.3.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาของพืช 63

3.3.3 การศึกษาสัณฐานวิทยาของสปอร์.....64

3.3.4 การศึกษากายวิภาคศาสตร์ของพืช 64

3.3.5 การเพาะเลี้ยงสปอร์และเนื้อเยื่อพืช 64

3.3.6 การศึกษาโครโมโซม 64

3.4 วิธีการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 65

3.4.1 การศึกษาด้านนิเวศวิทยา 65

3.4.2 การศึกษาสัณฐานวิทยา 67

3.4.3 การศึกษาสัณฐานวิทยาของสปอร์ 67

3.4.4 การศึกษากายวิภาคศาสตร์ของพืช 67

3.4.5 การเพาะเลี้ยงสปอร์และเนื้อเยื่อพืช 68

3.4.6 การศึกษาโครโมโซม 69

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 70

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล 71

4.1 ผลการสำรวจกระเทียมนา 71

4.1.1 ภาคเหนือ (northern) 71

4.1.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (north-eastern) 71

4.1.3 ภาคตะวันออก (eastern) 72

4.1.4 ภาคตะวันตกเฉียงใต้ (south-western) 72

4.1.5 ภาคกลาง (central) 72

4.1.6 ภาคตะวันออกเฉียงใต้ (south-eastern) 72

4.1.7 ภาคใต้ (peninsular) 73

4.2 นิเวศวิทยาถิ่นที่อยู่ 79

4.2.1 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ 79

4.2.1.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป.....79

4.2.1.2 สภาพอุณหภูมิของอากาศ 83

4.2.1.3 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ..... 89

4.2.1.4 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตก..... 91

4.2.2 ลักษณะของดิน 97

4.2.2.1 ลักษณะทางกายภาพของดิน 97

4.2.2.2 ลักษณะทางเคมีของดิน 102

1 ความเป็นกรด-ด่าง 103

2 การนำไฟฟ้าของดิน 104

3 ปริมาณไนโตรเจนในดิน 105

4 ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน 106

5 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน 107

6 ปริมาณซัลเฟตในดิน 108

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.3 สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ 109
4.2.3.1 ชนิดพันธุ์พืชในถิ่นที่อยู่และบริเวณใกล้เคียง 110
4.2.3.2 การปรากฏของชนิดพันธุ์พืชในถิ่นที่อยู่.....116
4.3 การกระจายพันธุ์ 121
4.3.1 การกระจายพันธุ์ในพื้นที่ทั่วประเทศ 121
4.3.2 การกระจายพันธุ์ในแต่ละจังหวัด.....123
4.3.3 การกระจายพันธุ์ในแหล่งที่พบกระเทียมนา 126
4.3.4 ปัจจัยในการกระจายพันธุ์ 130
4.3.4.1 ปัจจัยทางกายภาพ 130
4.3.4.2 ปัจจัยทางชีวภาพ 131
4.4 สัณฐานวิทยา 134
4.4.1 ลักษณะทั่วไปของพืช 134
4.4.2 ลักษณะลำต้น 135
4.4.3 ลักษณะราก..... 136
4.4.4 ลักษณะใบ 137
4.4.5 ลักษณะของสปอร์ 139
4.4.5.1 เมกะสปอร์ 139
4.4.5.2 ไมโครสปอร์.....141
4.5 กายวิภาคศาสตร์ 143
4.5.1 กายวิภาคของลำต้น 143
4.5.2 กายวิภาคของใบ 145
4.5.3 กายวิภาคของราก 149
4.5.4 กายวิภาคของอับสปอร์ 149

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.6 การศึกษาโครโมโซม 151
4.7 การเพาะเลี้ยงสปอร์และเนื้อเยื่อพืช 153
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 158
5.1 สรุปผลการวิจัย 158
5.2 ข้อจำกัดในการวิจัย 163
5.3 การประยุกต์ใช้จากผลการวิจัย 164
5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 164
รายการอ้างอิง 166
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก ชนิดพันธุ์พืชที่ปรากฏในจังหวัดที่พบกระเทียมนา 182
ภาคผนวก ข ภาพจากการศึกษากระเทียมนา 196
ประวัติผู้วิจัย 198

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ชนิดพันธุ์พืชมีท่อลำเลียงที่ถูกคุกคาม (threatened) แจกแจงตามประเทศในกลุ่มอาเซียนและค่าร้อยละที่สูงสุด 3 อันดับแรกของโลก 24

2.2 ชนิดพันธุ์พืชมีท่อลำเลียงที่ถูกคุกคาม แจกแจงตามวงศ์หรือกลุ่มพืช 38

2.3 ลักษณะสถานภาพและประเทศที่เป็นถิ่นที่อยู่ของ *Isoetes* ชนิดต่างๆ ในโลกเรียงลำดับตามอักษรชื่อชนิด 39

4.1 พิกัดตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของหมู่บ้านในจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนา 75

4.2 ลักษณะอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 84

4.3 อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 86

4.4 อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 88

4.5 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์เป็นรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 90

4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนในปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา..... 92

4.7 จำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 95

4.8 ลักษณะทางกายภาพบางประการของดินจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนา 97

4.9 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนา ...102

4.10 รายชื่อพืชที่พบในแหล่งน้ำและบริเวณใกล้เคียงแหล่งที่พบกระเทียมนา 111

4.11 พืชที่พบในแหล่งน้ำและบริเวณเนินคันนาใกล้เคียงของถิ่นที่อยู่ในจังหวัดที่พบกระเทียมนา 117

4.12 ระยะห่างระหว่างแหล่งที่พบกระเทียมนาแต่ละจังหวัด 124

4.13 ระยะห่างรวมจากจังหวัดที่พบกระเทียมนาอื่นๆ ของแต่ละจังหวัด 125

4.14 พื้นที่ของการแพร่กระจาย จำนวนประชากรและความหนาแน่นสัมพัทธ์ของกระเทียมนา 126

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 โครงสร้างของเกณฑ์ในการจำแนกทรัพยากรชีวภาพของสิ่งมีชีวิต..... 8
2.2 ความแตกต่างระหว่างขอบเขตของการแพร่กระจายและพื้นที่ของการแพร่กระจาย 15
2.3 จำนวนชนิดของ *Isoetes* จำแนกตามสถานภาพทรัพยากรชีวภาพ 46
2.4 จำนวนชนิดของ *Isoetes* ที่พบในทวีปต่างๆ ทั่วโลก 46
2.5 ค่าร้อยละของจำนวนชนิดของ *Isoetes* ที่พบในทวีปต่างๆ ทั่วโลก 47
4.1 จังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนาในแต่ละภาคตามเขตภูมิศาสตร์ของพืช 74
4.2 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคเหนือจังหวัดตากและจังหวัดสุโขทัย 76
4.3 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุดรธานี หนองคาย กาฬสินธุ์ มหาสารคาม และจังหวัดขอนแก่น.....76
4.4 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคตะวันออก จังหวัดบุรีรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ และจังหวัดอุบลราชธานี 77
4.5 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคตะวันออกเฉียงใต้ จังหวัดสระแก้วและจังหวัดปราจีนบุรี 77
4.6 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคใต้ จังหวัดสงขลา 78
4.7 จุดที่เคยพบกระเทียมนาในภาคตะวันตกเฉียงใต้ จังหวัดกาญจนบุรี 78
4.8 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 85
4.9 อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 86
4.10 อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 88
4.11 ความชื้นสัมพัทธ์เป็นรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา.....90
4.12 ปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา..... 93
4.13 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 93
4.14 จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา.....95
4.15 จำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละเดือน ปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 96
4.16 จำนวนวันที่ฝนตกรวมตลอดปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา 96

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.17 ค่าร้อยละของอนุภาคทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ในเนื้อดินของ
ดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา 99
4.18 ค่าร้อยละของจำนวนดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนาจำแนกตามประเภท
ของเนื้อดิน 99
4.19 ประเภทของเนื้อดินจากแหล่งที่พบกระเทียมนา จัดตำแหน่งในสามเหลี่ยมดิน
ตามค่าร้อยละของอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว 100
4.20 ค่าร้อยละของจำนวนดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา
จำแนกตามประเภทของชุดดิน 101
4.21 จำนวนดินตัวอย่างจำแนกตามสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน 104
4.22 ค่าการนำไฟฟ้าของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา 105
4.23 ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา 106
4.24 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา 107
4.25 ปริมาณโพแทสเซียมในดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา 108
4.26 ปริมาณซัลเฟตในดินของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา 109
4.27 วงศ์พืชที่พบมากที่สุดและรองลงมาตามลำดับ 115
4.28 จำนวนชนิดจำแนกตามลักษณะวิสัย (habit) ของพืช 115
4.29 จำนวนชนิดพันธุ์พืชที่ปรากฏในจังหวัดที่พบกระเทียมนา 116
4.30 การปรากฏของชนิดพันธุ์พืชในจังหวัดที่พบกระเทียมนา 120
4.31 ร้อยละของการปรากฏชนิดพันธุ์พืชตามลักษณะวิสัยรวมทุกจังหวัด
ที่พบกระเทียมนา 120
4.32 แหล่งที่พบและการกระจายพันธุ์ของกระเทียมนาทั่วประเทศ 122
4.33 ลักษณะการกระจายภายใน plot ในแหล่งที่พบจังหวัดมหาสารคาม 127
4.34 ลักษณะการกระจายภายใน plot ในแหล่งที่พบจังหวัดกาฬสินธุ์ 128
4.35 ลักษณะการกระจายภายใน plot ในแหล่งที่พบจังหวัดร้อยเอ็ด.....128
4.36 จำนวนต้นกระเทียมนาในพื้นที่ 1 plot จำนวนต้นกระเทียมนาที่พบทั้งหมด
และพื้นที่การแพร่กระจายในถิ่นที่อยู่แต่ละจังหวัด 129

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.37 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของต้นกระเทียมนาในถิ่นที่อยู่แต่ละจังหวัด 129
4.38 สัตว์กีบควายและวัวช่วยในการกระจายเม็ดสปอร์แบบ Epizoochore 131
4.39 มดคันแดงช่วยในการกระจายเม็ดสปอร์แบบ Synzoochore 132
4.40 มดคันแดง คาบเม็ดสปอร์ขึ้นมาจากใต้ดิน 133
4.41 ไส้เดือนดินช่วยในการกระจายแม็ดสปอร์แบบ Endochore 133
4.42 ก. กระเทียมนาในน้ำตื้นประมาณ 10 เซนติเมตร ข. ในน้ำลึก 30 เซนติเมตร 134
4.43 ลักษณะกระเทียมนาในธรรมชาติ การเจริญปะปนกับหญ้า กก และวัชพืชน้ำ 134
4.44 กระเทียมนาที่เจริญอยู่ได้บนบก ก. ที่จังหวัดสงขลา ข. ที่จังหวัดสระแก้ว.....135
4.45 ลักษณะต้นกระเทียมนา ก. ทุกส่วนของต้นพืช ข. ลำต้นผ่าตามยาว.....135
4.46 ลักษณะต้นกระเทียมนา ก. ลำต้นผ่าตามยาว ข. ลำต้นผ่าตามขวางเห็นเป็น 3 พู.....136
4.47 ก. ลักษณะระบบรากฝอยของกระเทียมนา ข. รากแตกแขนงแบบสองแฉก 136
4.48 ก. โคนใบประกอบกันคล้ายหัวหอม ข. การเรียงตัวของใบบนลำต้น.....137
4.49 ก. ใบตัดขวางแสดงช่องอากาศ ข. ปีกที่ขอบใบและเยื่อกั้นช่องอากาศ 138
4.50 ก. โคนใบตัดขวางผ่านอับสปอร์ ข. โคนใบด้านไกลแกน (abaxial) 138
4.51 ก. อับสปอร์ ฝังในโคนใบ ด้านใกล้แกน (adaxial) ข. อับสปอร์ 138
4.52 สัณฐานของเมกะสปอร์ ก ด้าน proximal view ข ด้าน distal view 140
4.53 เมกะสปอร์ ด้าน equatorial view 140
4.54 เส้นใย siliceous gel-fiber ซึ่งปกคลุมผนังเมกะสปอร์ชั้นนอก 140
4.55 สัณฐานของไมโครสปอร์ ก. ด้าน polar view ข. ด้าน proximal view 142
4.56 ไมโครสปอร์ด้าน distal view 142
4.57 ไมโครสปอร์ ลักษณะของ papillae 142
4.58 เม็ดไมโครสปอร์ในอับไมโครสปอร์ 143
4.59 ก. แกนกลางลำต้นตัดตามยาว ข. แขนงท่อลำเลียงสู่ใบตัดขวาง
ค. พาเรงคิมาเซลล์ในคอร์เทกซ์ 144
4.60 ก. เนื้อเยื่อใจกลางลำต้น ข. ภาพขยายบริเวณกรอบภาพ ก 145

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.61 ก. เทรคีดแบบขั้นบันไดในแขนงท่อลำเลียงสู่ใบ ข. เนื้อเยื่อชั้นผิวซ้อน (multiple epidermis) เนื้อเยื่อชั้นนอกของลำต้น.....145
4.62 กายวิภาคของใบกระเทียมนา ก. ภาพใบตัดตามขวาง ข. ภาพส่องกราดด้วย SEM ...147
4.63 ก. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบ ข. ภาพตัดขวางใบแสดงเนื้อเยื่อชั้นผิวตำแหน่งปากใบ 147
4.64 ก. เนื้อเยื่อชั้นผิว ข. ปากใบ 148
4.65 ก. ภาพตัดขวางบริเวณมุมใบ ข. ภาพตัดตามยาวผ่านเส้นกลางใบ 148
4.66 ก. มัดท่อลำเลียง ข. เนื้อเยื่ออาร์มพาเรงคิมา 148
4.67 กายวิภาคของราก ก. ภาพตัดตามขวางของราก ข. มัดท่อลำเลียง 149
4.68 ภาพตัดตามยาวลำต้นส่วนยอดแสดงจุดกำเนิดใบและอับสปอร์ที่โคนใบอ่อน 150
4.69 อับสปอร์ระยะใบอ่อนใกล้ส่วนยอดของลำต้นตัดตามขวาง 150
4.70 เซลล์ปลายรากกระเทียมนาแบ่งเซลล์ในระยะเมตาเฟส 152
4.71 เซลล์จากภาพที่ 4.70 ตรวจนับโครโมโซมได้ 33 แท่ง 152
4.72 การเพาะเลี้ยงใบอ่อน ก. เมื่อเริ่มเพาะเลี้ยง ข. ใบอ่อนซีดตายหลังจากเพาะเลี้ยงได้ 4 เดือน.....154
4.73 การเพาะเลี้ยงอับเมกะสปอร์อ่อน.....154
4.74 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอดในอาหารสูตร Moore 155

ก 1 ผักแว่น ผักเป็ดน้ำ สาหร่ายฉัตร สาหร่ายหางกระรอก สันตะวา และสาหร่ายข้าวเหนียว 182
ก 2 สร้อยสุวรรณา บัวบา บัวเผื่อน แพงพวยน้ำ ผักตบไทย และผักอีนั้น 183
ก 3 ตาลปัตรฤาษี ผักบุ้งนา หญ้าแพรก หญ้าปากควาย หญ้าตีนกา และหญ้าหวาย 184
ก 4 หญ้าไทร ข้าว หญ้าดอกขาว กะเม็ง พญามุตติ และตีนตุ๊กแก 185
ก 5 หญ้าละออง หญ้างวงช้าง ผักปลาบนา น้ำค้างกลางเที่ยง กินกุ้งน้อย และก์กสามเหลี่ยม 186

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ก 6 กกรังกาป่า กกนา กกทรงกระเทียม หญ้าหัวขอ กกกอแบน และหนวดปลาดุก 187
ก 7 หญ้าหัวโม่ง หญ้าตุ้มหู กกเสื่อ กระดุมเงิน หญ้าใต้ใบ และไมยราบ 188
ก 8 ผักขวง เทียนน้ำ หญ้าลิ้นงู โหมแจ่วนา ผักแขยง และผักเงี่ยงปลา..... 189
ก 9 หญ้าเกล็ดหอย กรดน้ำ หญ้าบัว เปราะป่า บานไม่รู้โรยป่า และหญ้าสไตโล 190
ก 10 หยาดน้ำค้าง หญ้าขัดใบป้อม เส้ง โสนขน และถั่วลิสงนา 191
ก 11 ขันทองพยาบาท กระทุ่มน้ำ ตะโกนา ยอป่า และราชพฤกษ์ 192
ก 12 แสมสาร ขี้เหล็ก มะค่าแต้ สมอไทย ยางกราด และพลวง 193
ก 13 เต็ง พะยอม รัง กะบก และตะแบก 194
ก 14 สะเดา คาง ข่อย หว้านก พลับพลา และตาลโตนด.....195

ข 1 พืชอัดแห้งของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.) ในหอพรรณไม้ กรมป่าไม้ ...196
ข 2 ข้อมูลบางประการโดยย่อที่บันทึกไว้กับพืชอัดแห้ง จากป่าเต็งรังที่รินติน
อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2522 196
ข 3 การนำเสนอผลการวิจัยกระเทียมนาภาคโปสเตอร์ ในการประชุมทางวิชาการ
ประจำปี พ.ศ. 2544 โครงการ BRT ระหว่างวันที่ 9 - 12 ตุลาคม พ.ศ. 2544
ณ จังหวัดอุดรธานี 197

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

Isoetes หรือ quillwort เป็นพืชมีท่อลำเลียงไร้เมล็ด (seedless vascular plants) จัดอยู่ใน Division Lycopodophyta (Moore, Clark and Stern, 1995) หรือ Division Lycophyta (Northington and Schneider, 1996) Class Isoetinae (Lawrence, 1963) หรือ Class Isoetopsida (Walters and Keil, 1996) ซึ่งในคลาสนี้มีพืชอยู่ 2 สกุล (genus) คือ สกุล *Stylites* มี 2 ชนิด (species) พบในอเมริกาใต้ และสกุล *Isoetes* ซึ่งมีประมาณ 70 - 150 ชนิด พบกระจายทั่วไปในเขตอบอุ่น ในเขตร้อนพบน้อยชนิด (Tagawa and Iwatsuki, 1979; Walters and Keil, 1996) *Isoetes* ที่พบในประเทศต่างๆ ปัจจุบัน มีจำนวนลดน้อยลง หลายชนิดถูกจัดให้เป็นพืชที่ใกล้สูญพันธุ์ (endangered species) เช่น louisiana quillwort (*I. louisianensis*), black-spored quillwort (*I. melanospora*), และ mat-forming quillwort (*I. tegetiformans*) ในประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Fish and Wildlife Service Division of Endangered Species, 1999; Texas A & M University Department of Biology Herbarium, 1999) หรือ engelmann's quillwort (*I. engelmannii*) ในประเทศคานาดา เป็นต้น (Canadian Botanical Conservation Network, 1999)

พืชในสกุล *Isoetes* เป็นพืชล้มลุกหลายฤดูกาล ลักษณะคล้ายหญ้า เจริญอาศัยในแหล่งน้ำจืดนิ่ง ใส มีทั้งเจริญใต้น้ำและโผล่พ้นผิวน้ำ ลำต้นใต้ดินแบบหัว (corm) ลักษณะสั้น มี 2 - 3 พู (lobe) เป็นพืชที่มีการเติบโตทุติยภูมิ (secondary growth) ผลิตเนื้อเยื่อไซเล็มทุติยภูมิ (secondary xylem) และโฟลเอ็มทุติยภูมิ (secondary phloem)ได้ ใบเป็นใบเดี่ยวลักษณะคล้ายใบหอม ยาวเรียว เรียงตัวเป็นกระจุกที่โคน (Pearson, 1995; Northington and Schneider, 1996) สืบพันธุ์ด้วยการสร้างสปอร์ (spore) ซึ่งเป็นสปอร์ต่างแบบ (heterosporous) คือสร้างสปอร์ 2 ชนิด ได้แก่ สปอร์ขนาดเล็กหรือไมโครสปอร์ (microspore) และสปอร์ขนาดใหญ่หรือเมกะสปอร์ (megaspore) สปอร์ทั้งสองจะต้องเจริญไปเป็นต้นแกมีโทไฟต์ (gametophyte) อยู่ใกล้ๆ กัน จึงจะเกิดการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์และทำให้เกิดไซโกต (zygote) ที่จะเจริญเป็นต้นสปอโรไฟต์ (sporophyte) (Moore, Clark and Stern, 1995) ดังนั้นโอกาสในการกระจายพันธุ์ไปในพื้นที่ห่างไกลจะเกิดได้

น้อยลง เพราะเมกะสปอร์มีขนาดใหญ่ ประมาณ 150 - 900 ไมโครเมตร ส่วนไมโครสปอร์มีขนาดเล็กประมาณ 20 - 60 ไมโครเมตร การกระจายสปอร์ด้วยกระแสน้ำ กระแสลม นก และไส้เดือนดิน ที่จะช่วยให้สปอร์ทั้งสองชนิดตกอยู่ใกล้ๆ กัน ตลอดจนพัฒนาเป็นแกมีโทไฟต์พร้อมๆ กันจึงเป็นไปได้ยาก การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ พบว่าส่วนใหญ่ไม่แตกหน่อ บางชนิดแตกหน่อเพียงเล็กน้อย จึงมักพบ *Isoetes* ในพื้นที่แคบๆ ไม่กระจายทั่วไป (Jermy, 1990; Cook, 1996; Walters and Keil, 1996; Foster and Gifford, 1974)

กระเทียมนาหรือกระติมตึ๊ก (*Isoetes coromandelina* L.f.) พบในประเทศไทย โดย Kai Larsen สำรวจพบครั้งแรกที่บ้านเก่า จังหวัดกาญจนบุรี ได้รายงานไว้ใน Dansk Bot. Ark 23:59, 1963 (Larsen, 1963) และตีพิมพ์ใน Flora of Thailand vol. 3 part 1 หน้า 33 *I. coromandelina* ชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์ในเอเชียตั้งแต่ประเทศอินเดีย ศรีลังกา จนถึงอินโดนีเซีย และเวียดนาม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบพืชชนิดนี้ที่จังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดมหาสารคาม (รัชนี ฉวีราช, 2535; Tagawa and Iwatsuki, 1979) ปัจจุบันพื้นที่ที่เคยพบกระเทียมนา ถูกเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นที่อยู่อาศัยหรือทำประโยชน์จากพื้นที่ดิน ทำให้ปริมาณของต้นกระเทียมนาลดน้อยลงและมีโอกาสจะสูญพันธุ์จากประเทศไทยได้ (ก่องกานดา ชยามฤต, 2532)

กระเทียมนา เป็นพืชจำพวก aquatic crassulacean acid metabolism (aquatic CAM plant) กล่าวคือมีการตรึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลากลางคืน (Keeley, 1983; Keeley, 1998) เป็นพืชที่หายากด้วยเหตุผลด้านการกระจายพันธุ์และสภาพที่อยู่อาศัยเปลี่ยนแปลงไป เป็นพืชที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพที่อยู่อาศัยมาก โดยเฉพาะสารประกอบพวกแอมโมเนียม ฟอสเฟตและซัลเฟต ถ้าแหล่งน้ำมีความเข้มข้นของสารเหล่านี้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Isoetes* (Romero and Amigo, 1995) น้ำทิ้งจากชุมชนมนุษย์จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ถิ่นที่อยู่ของกระเทียมนาเปลี่ยนไป ประชากรของกระเทียมนาที่มีอยู่น้อยจึงลดลงอีก

กระเทียมนาใช้กินเป็นผักพื้นเมืองได้ เป็นอาหารของสัตว์กินพืช ใช้ปลูกเป็นไม้ประดับในน้ำและตู้เลี้ยงปลาและสัตว์น้ำจืด (Mabberley, 1993) มีรายงานว่าในต้นกระเทียมนามีโปรตีนโกลบูลิน (globulin) สะสมอยู่ภายในลำต้นใต้ดิน (corm) เช่นเดียวกับที่พบในเมล็ดพืชทั่วไป (Decamp, Stetler and Demaggio, 1994) มีสารฟลาโวน (flavones) และสารอื่นๆ อีกหลายชนิด สารบางชนิดสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ (Jermy, 1990) กระเทียมนาเป็นตัวแทนของพืชใน Class Isoetopsida, Division Lycophyta สำหรับการศึกษาทางสัณฐานวิทยาเปรียบเทียบ การศึกษาพืชกลุ่มนี้ในประเทศไทยเป็นไปได้ยาก เนื่องจากขาดแคลนตัวอย่างพืช ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการกระจายพันธุ์ นิเวศวิทยาของถิ่นอาศัย ลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์และชีววิทยา

ของสปอร์ ตลอดทั้งศึกษาหาวิธีการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อให้พืชที่ใกล้จะสูญพันธุ์ชนิดนี้ได้เพิ่มจำนวน สำหรับใช้ประโยชน์ ด้านต่างๆ และใช้ในการศึกษาวิจัยด้านอื่นๆ ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการกระจายพันธุ์ และนิเวศวิทยาแหล่งที่อยู่อาศัยของกระเทียมนา

1.2.2 เพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาของ ราก ลำต้น ใบ อับสปอร์และสปอร์ของกระเทียมนา

1.2.3 เพื่อศึกษากายวิภาคศาสตร์ของราก ลำต้น ใบและอับสปอร์กระเทียมนา

1.2.4 เพื่อศึกษาแนวทางการขยายพันธุ์กระเทียมนาด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

1.2.5 เพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ไม่เกี่ยวกับเพศของกระเทียมนา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ด้านนิเวศวิทยา สำรวจและศึกษาการกระจายพันธุ์ของกระเทียมนาโดยการสุ่มจังหวัดเพื่อดำเนินการสำรวจแบบเจาะจงให้ครอบคลุม 7 ภาค ตามเขตภูมิศาสตร์ของพืชในประเทศไทย (Floristic region of Thailand) บันทึกข้อมูล สภาพแวดล้อมทางกายภาพของแหล่งที่อยู่อาศัย ได้แก่ ลักษณะของแหล่งน้ำ ดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ลักษณะของน้ำ ความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิของพื้นที่ซึ่งสำรวจพบกระเทียมนา สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ ชนิดของพืชพรรณที่อยู่อาศัยใกล้เคียงในแหล่งน้ำเดียวกัน รวมทั้งเก็บตัวอย่างดินแหล่งที่อยู่อาศัยจากจังหวัดที่สำรวจพบต้นกระเทียมนา เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการคือ ชนิดของเนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและปริมาณซัลเฟตในดิน

1.3.2 ด้านสัณฐานวิทยา ศึกษาลักษณะภายนอกของ ราก ลำต้น ใบและอับสปอร์ บรรยายลักษณะของต้นพืช ถ่ายรูปประกอบ

1.3.3 ด้านสัณฐานวิทยาของสปอร์ ศึกษาลักษณะของสปอร์จากพืชตัวอย่างที่มีอับสปอร์สมบูรณ์ในระยะสปอร์แก่จัด แยกเอาสปอร์จากอับสปอร์ศึกษารูปร่างสัณฐานด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

1.3.4 ด้านกายวิภาคศาสตร์ เก็บตัวอย่างพืชสด ศึกษาเนื้อเยื่อผิวใบโดยวิธีการลอกผิวใบ

ศึกษาลักษณะของเนื้อเยื่อพืชจากการตัดขวางและตัดตามยาวของราก ลำต้น ใบและอับสปอร์ โดยกรรมวิธีพาราฟิน

1.3.5 ด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ศึกษาและทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสดของลำต้นและใบในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อศึกษาการตอบสนองของเนื้อเยื่อต่อชนิดของสูตรอาหาร การตอบสนองต่อชนิดและระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนพืช

1.3.6 ด้านโครโมโซม เก็บตัวอย่างรากที่กำลังเจริญเติบโตจากลำต้นใต้ดิน คัดเลือกรากที่สมบูรณ์ สีขาวใส ตัดเอาเฉพาะส่วนปลายรากไปศึกษาโครโมโซม โดยเตรียมเซลล์แบบ Feulgen technique

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จะได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับต้นกระเทียมนา ในด้านนิเวศวิทยา ลักษณะแหล่งที่อยู่อาศัย การกระจายพันธุ์ สัณฐานวิทยาของต้นกระเทียมนาและอวัยวะต่างๆ ได้แก่ ราก ลำต้น ใบและอับสปอร์ สัณฐานวิทยาของสปอร์ กายวิภาคศาสตร์ของราก ลำต้น ใบและอับสปอร์ ลักษณะและจำนวนโครโมโซม แนวทางในการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอนุรักษ์พืชชนิดนี้ และเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยทางพฤกษศาสตร์ด้านอื่นๆ ต่อไป

1.5 คำนิยามศัพท์

1.5.1 เอกนิเวศวิทยา (autecology) หมายถึง วิชาการสาขาหนึ่งของนิเวศวิทยา ซึ่งศึกษาเรื่องราวของสิ่งมีชีวิต 1 ตัวหรือ 1 ชนิด เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตและพฤติกรรมซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม (Odum, 1971)

1.5.2 สูญพันธุ์ (extinct : Ex) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ โดยที่ประชากรตัวสุดท้ายของชนิดพันธุ์นั้นได้ตายไปอย่างไม่มีข้อสงสัย

1.5.3 สูญพันธุ์หรือใกล้สูญพันธุ์ (extinct/endangered : Ex/E) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่เป็นไปได้ว่าชนิดพันธุ์นี้สูญพันธุ์แล้วในสภาพธรรมชาติ แต่มีการเพาะเลี้ยงไว้ที่ใดที่หนึ่ง

1.5.4 ใกล้สูญพันธุ์ (endangered : E) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์และการดำรงชีวิตถูกคุกคามอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีจำนวนประชากรลดลงถึงระดับวิกฤตหรือสภาพที่อยู่อาศัยลดลงอย่างรุนแรงเป็นอันตรายถึงทำให้ชนิดพันธุ์นี้สูญพันธุ์ได้

1.5.5 มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable : V) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่เป็นที่เชื่อได้ว่าจะเข้าสู่ลำดับใกล้สูญพันธุ์ในเวลาอันใกล้ ถ้าปัจจัยต่างๆ ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้สูญพันธุ์ยังคงดำเนินอยู่ รวมถึงชนิดพันธุ์ที่จำนวนประชากรลดลง เนื่องจากเหตุต่างๆ คือการนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายมหาศาล การทำลายที่อยู่ของมันอย่างรุนแรงหรือสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติถูกรบกวนด้วยเหตุอื่นๆ

1.5.6 หายาก (rare: R) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ชนิดพันธุ์มีจำนวนประชากรขนาดเล็กซึ่งยังมิได้อยู่ในชั้น endangered หรือ vulnerable ในขณะนี้ แต่มีความเสี่ยงที่จะเป็น endangered หรือ vulnerable ได้ ชนิดพันธุ์พวกนี้มักจะอยู่ในท้องที่ที่มีลักษณะจำกัดทางภูมิศาสตร์ แพร่กระจายเบาบางหรือเป็นชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่น (endemic)

1.5.7 ข้อมูลไม่เพียงพอ (indeterminate: I) หมายถึง ลำดับชั้นที่ชนิดพันธุ์อาจจะจัดได้ว่าเป็นลำดับที่สูญพันธุ์ ใกล้สูญพันธุ์ มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์หรือหายาก แต่ข้อมูลที่สนับสนุน ยังไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ชัดเจน

(สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539ค; Walter and Gillett, 1998)

บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถานภาพทรัพยากรชีวภาพ

การจัดสถานภาพทรัพยากรชีวภาพเป็นการจัดลำดับชั้นของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดโดยการศึกษาสำรวจแหล่งที่อยู่และปริมาณที่พบในปัจจุบัน แล้วจำแนกชั้นของสิ่งมีชีวิตนั้นตามเกณฑ์ของ IUCN Red List 1997 (IUCN: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) ว่ามีสถานะเป็นอย่างไร เพื่อนำไปใช้ในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรชีวภาพของโลกในปัจจุบันและอนาคต (ก่องกานดา ชยามฤต, 2532 ; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539 ค)

การประเมินสถานภาพสิ่งมีชีวิตตามเกณฑ์ของ IUCN Red List 1997 สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2539 ค) ได้จัดแปลและเรียบเรียงจากเอกสารที่ทำขึ้นโดย IUCN Species Survival Commission (SSC) สำหรับเป็นเอกสารเสนอในการประชุมเพื่อจัดสถานภาพทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย ระหว่างวันที่ 29 – 30 พฤษภาคม 2539 ณ โรงแรมเซ็นทรัลวงศ์อมาตย์ จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีสาระที่สำคัญต่างๆ ดังนี้

2.1.1 การประเมินสถานภาพและความยั่งยืนความหลากหลายทางชีวภาพ

เกณฑ์จำแนกชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม (threatened species categories) ที่ใช้ใน Red Data Books และ Red Lists เป็นเกณฑ์ที่ใช้มาเป็นเวลาเกือบ 30 ปีแล้ว ถึงแม้ว่ามีการปรับเปลี่ยนบางประการ เกณฑ์ดังกล่าวนี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับนานาชาติ และในปัจจุบันได้ถูกนำมาใช้อ้างอิงในเอกสารและบัญชีรายชื่อหลายฉบับ ทั้งที่จัดทำโดย IUCN เอง และเอกสารที่จัดทำโดยองค์กรของรัฐและเอกชนต่าง ๆ เกณฑ์ในการจำแนกชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม ประกอบด้วยวิธีการในการระบุชนิดพันธุ์ที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ที่สามารถเข้าใจได้ง่าย เพื่อช่วยในการกำหนดมาตรการด้านการอนุรักษ์และคุ้มครองชนิดพันธุ์ดังกล่าว

มีความตระหนักว่าจำเป็นที่จะต้องพิจารณาทบทวนเกณฑ์ในการจำแนกชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม ในปี ค.ศ. 1984 SSC ได้จัดการประชุม The Road to Extinction เพื่อพิจารณาเรื่องดังกล่าวนี้อย่างละเอียด ตลอดจนทางเลือกต่าง ๆ ของระบบการพิจารณาทบทวนเกณฑ์ดังกล่าว แต่จาก

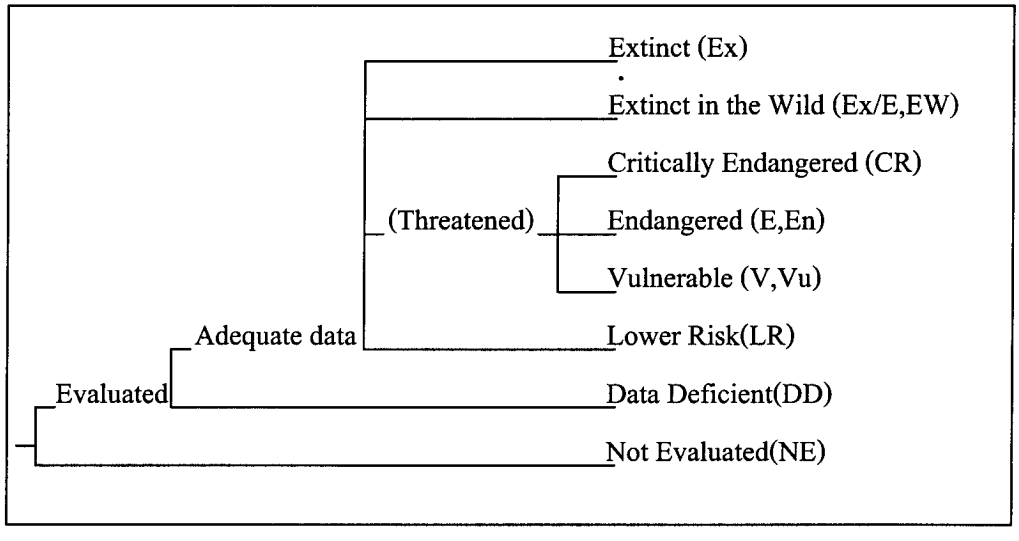
การประชุมไม่ได้สรุปให้มีการพิจารณาทบทวนเกณฑ์ที่ว่านี้แต่อย่างใด การพัฒนาเกณฑ์นี้เริ่มขึ้นอีกครั้งในปี ค.ศ. 1989 โดยคณะกรรมมาธิการบริหาร (Steering Committee) ของ SSC ได้เรียกร้องให้มีการพัฒนาแนวทางใหม่ ๆ ที่จะให้ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการวางแผนการดำเนินงานแก่ผู้ที่ดำเนินการด้านอนุรักษ์ต่าง ๆ การกำหนดเกณฑ์ใหม่ ในการจำแนกชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม มีวัตถุประสงค์โดยทั่วไปเพื่อเป็นการเตรียมโครงสร้างที่ถูกต้องและชัดเจนในการจำแนกชนิดพันธุ์สิ่งมีชีวิตตามความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ เกณฑ์ที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงตามคำแนะนำจากสมาชิก IUCN ได้รับการยอมรับโดยคณะมนตรีบริหารของ IUCN ในเดือนธันวาคม ค.ศ. 1994 วัตถุประสงค์หลักของการจัดเกณฑ์ใหม่นี้จะเป็นในเชิงปริมาณมากขึ้น โดยใช้หลักการทางสถิติมีการสุ่มตัวอย่างมีตัวเลขที่เห็นได้ชัดเจน เพื่อให้ทราบถึงโอกาสที่ชนิดพันธุ์เหล่านั้นว่าจะสูญพันธุ์หรือไม่ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้จะใช้ในระดับชนิดพันธุ์หรือต่ำกว่าก็ได้ และช่วยในกรณีที่ไม่สามารถตัดสินได้ว่าอยู่ในสถานภาพใดจะสามารถใช้ได้ สำหรับชนิดพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในป่า หรือชนิดพันธุ์ที่นำเข้าไปในป่าเท่านั้น ไม่รวมถึงชนิดพันธุ์ที่อยู่ในกรงเลี้ยง หรือมีมาตรการอนุรักษ์อย่างอื่น เช่น ที่อยู่ในสวนสัตว์ ข้อมูลที่มีความสำคัญในการใช้และการแปลความหมายของสถานภาพที่จำแนก (เช่น ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ใกล้สูญพันธุ์ เป็นต้น) ตลอดจนเกณฑ์หลักและเกณฑ์ย่อยที่ใช้ในการจำแนกมีดังนี้

2.1.1.1 ระดับและขอบเขตด้านอนุกรมวิธาน

เกณฑ์ของ IUCN นี้สามารถใช้ได้กับสิ่งมีชีวิตทุกระดับอนุกรมวิธานแม้แต่ระดับต่ำกว่าชนิดพันธุ์ คำว่า "taxon" ได้ถูกใช้เพื่อความสะดวก เพื่อใช้แทนชนิดพันธุ์หรือชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ต่ำกว่าระดับชนิดพันธุ์ รวมถึงชนิดพันธุ์ที่ยังไม่ได้มีการกำหนดชนิด (described) เกณฑ์ต่าง ๆ ทั้งหมดมีขอบเขตกว้างเพียงพอในการจัดทำบัญชีรายชื่อชนิดพันธุ์ที่เหมาะสมจากโครงสร้างทางอนุกรมวิธานทั้งหมดยกเว้นจุลินทรีย์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจนำไปใช้ในพื้นที่ภูมิศาสตร์หรือเขตปกครองใด ๆ ก็ได้ ถึงแม้ว่าในกรณีดังกล่าวนี้ การประกาศเป็นพิเศษ (special notice) ควรต่ำกว่า 11 คะแนน (points) ลงไป ในการนำเสนอผลจากการใช้เกณฑ์ดังกล่าว พื้นที่และการจำแนกชนิดพันธุ์ทางอนุกรมวิธาน ที่ถูกพิจารณาควรมีความชัดเจน ขั้นตอนการจำแนกควรนำมาใช้เฉพาะกับประชากรสิ่งมีชีวิตในถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ และประชากรของสิ่งมีชีวิตที่ถูกนำไปปล่อยในพื้นที่ (ในร่างแนวทาง IUCN re-introduction หมายความว่า "ความพยายามในการสร้างประชากรของชนิดพันธุ์ เพื่อวัตถุประสงค์ด้านการอนุรักษ์ภายนอกพื้นที่ชนิดพันธุ์เคยอยู่ แต่ภายในถิ่นที่อยู่อาศัยและพื้นที่นิเวศวิทยาที่เหมาะสม")

2.1.1.2 ลักษณะของสถานภาพสิ่งมีชีวิต

ชนิดพันธุ์ทุกชนิดที่ผนวกอยู่ในบัญชีรายชื่อใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (critically endangered) มีคุณสมบัติอยู่ในจำพวกใกล้สูญพันธุ์ (endangered) และมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable) ได้ และทุกชนิดที่อยู่ในจำพวกใกล้สูญพันธุ์ (endangered) ก็มีคุณสมบัติอยู่ในจำพวกมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable) ได้ สิ่งมีชีวิตจำพวกดังกล่าวนี้ทั้งหมดรวมเรียกว่า "ชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม (threatened)" กลุ่มชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างการแบ่งกลุ่มสิ่งมีชีวิตทั้งหมด ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่จะนำเอาชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามทั้งหมดไปรวมในจำพวกเดียวกัน (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของเกณฑ์ในการจำแนกทรัพยากรชีวภาพของสิ่งมีชีวิต

2.1.1.3 บทบาทของเกณฑ์แต่ละชนิด

การจัดว่าสิ่งมีชีวิตใด ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ใกล้สูญพันธุ์ หรือมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์นั้น มีเกณฑ์ในการจำแนกอยู่ชุดหนึ่ง หากสิ่งมีชีวิตใดมีคุณสมบัติภายใต้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งก็ถือว่าชนิดพันธุ์นั้น จัดอยู่ในกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ถูกคุกคามแล้ว อย่างไรก็ตามแต่ละชนิดพันธุ์ควรได้รับการประเมินกับทุกเกณฑ์ที่มีอยู่ เกณฑ์ต่าง ๆ เหล่านี้ ได้มาจากการพิจารณาที่เน้นในการค้นหาปัจจัยกำหนดความเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดตลอดจนวงจรชีวิตที่หลากหลายของสิ่งมีชีวิต ถึงแม้ว่าเกณฑ์บางเกณฑ์ไม่เหมาะสมสำหรับชนิดพันธุ์บางประเภท (ชนิดพันธุ์บางชนิดจะไม่มีคุณสมบัติพอที่จะเข้าเกณฑ์ ถึงแม้ว่าชนิดพันธุ์นั้นใกล้จะสูญพันธุ์ก็ตาม) แต่ก็ควรมีเกณฑ์ที่เหมาะสมในการประเมินระดับการถูกคุกคามสำหรับทุกชนิดพันธุ์ (อื่น ๆ ที่ไม่ใช่จุลินทรีย์) สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งคือการที่เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งนั้นใช้ได้ ก็ไม่ใช่ว่าทุกเกณฑ์มีความเหมาะสมและใช้ได้กับชนิดพันธุ์

นั้นทั้งหมด เนื่องจากไม่มีทางที่จะทราบว่าเกณฑ์ใดเหมาะสมกับชนิดพันธุ์ใดล่วงหน้าได้อย่างแน่ชัด ดังนั้นทุกชนิดพันธุ์ควรได้รับการประเมินโดยใช้เกณฑ์ทุกประเภท และควรได้รับการผนวกในบัญชีรายชื่อ ต่อเมื่อพบว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมในทุกเกณฑ์

2.1.1.4 สมมุติฐานของเกณฑ์ในเชิงปริมาณ

จำนวนค่าที่นำเสนอในเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามได้ถูกพัฒนามาจากการปรึกษาหารืออย่างกว้าง ๆ และถูกกำหนดขึ้นในระดับที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่าเหมาะสม ถึงแม้ว่าจะยังไม่มีการพิสูจน์อย่างเป็นทางการว่าค่าดังกล่าวมีจริง ระดับของเกณฑ์ต่าง ๆ ในการจำแนกสถานภาพได้ถูกกำหนดขึ้นโดยอิสระ แต่ใช้มาตรฐานเดียวกันในการกำหนด ได้มีการหาความสม่ำเสมอระหว่างเกณฑ์ต่าง ๆ อย่างกว้าง ๆ แต่ทว่าชนิดพันธุ์ไม่จำเป็นต้องมีคุณสมบัติเพียงพอสำหรับทุกเกณฑ์ ในกลุ่มสถานภาพหนึ่ง การมีคุณสมบัติเพียงพอสำหรับเกณฑ์ใด ๆ ก็เหมาะสมแก่การผนวกเข้าบัญชีรายชื่อกลุ่มนั้นแล้ว

2.1.1.5 นัยสำคัญในการจัดทำบัญชีรายชื่อ

ชนิดพันธุ์ที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มไม่ได้รับการประเมิน (not evaluated) และข้อมูลไม่เพียงพอ (data deficient) หมายความว่าชนิดพันธุ์นั้นยังไม่ได้รับการประเมินความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ และหากว่าชนิดพันธุ์ดังกล่าวได้รับการประเมินแล้ว ชนิดพันธุ์นั้นก็ไม่ควรที่จะได้รับการพิจารณาว่าเป็นชนิดพันธุ์ที่ไม่ถูกคุกคาม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มข้อมูลไม่เพียงพอ ควรที่จะให้การคุ้มครองในระดับเดียวกับชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามอย่างน้อยก็จนกว่าสถานภาพของชนิดพันธุ์นั้นจะได้รับการประเมิน การสูญพันธุ์ได้ถูกสมมติในที่นี้ว่าเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นตามโอกาส ดังนั้นชนิดพันธุ์ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์สูง หมายถึงการคาดหมายว่าชนิดพันธุ์นั้นมีโอกาสสูญพันธุ์สูงมากขึ้นตามไปด้วย และในช่วงเวลาหนึ่งชนิดพันธุ์ที่อยู่ในบัญชีรายชื่อกลุ่มที่มีความเสี่ยงมากกว่าก็จะมีโอกาสที่จะสูญพันธุ์ได้มากกว่าชนิดพันธุ์ที่อยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ (เมื่อไม่ได้มีการอนุรักษ์ที่มีประสิทธิภาพ) แต่ทว่าการที่ชนิดพันธุ์บางชนิดที่อยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงแต่ไม่สูญพันธุ์ก็ไม่ได้หมายความว่าการประเมินสถานภาพของชนิดพันธุ์ในขั้นต้นนั้นผิดพลาด

2.1.1.6 คุณภาพของข้อมูลและความสำคัญของการวินิจฉัยและการคาดการณ์

ถึงแม้ว่าจะกำหนดเกณฑ์โดยใช้จำนวนหรือปริมาณของชนิดพันธุ์เป็นหลัก การขาดข้อมูลที่มีคุณภาพสูง ก็ไม่ควรที่จะเป็นอุปสรรคต่อความพยายามในการใช้เกณฑ์ เนื่องจากวิธีการในเกณฑ์ดังกล่าวนี้ ประกอบไปด้วยการประมาณ การวินิจฉัย และการคาดการณ์ ซึ่งได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง การวินิจฉัย และการคาดการณ์อาจอยู่บนพื้นฐานของการคาดคะเนความเสี่ยงในปัจจุบัน หรือศักยภาพของความเสี่ยงในอนาคต (รวมถึงอัตราการเปลี่ยนแปลง) หรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายและจำนวนประชากร (รวมถึงความสัมพันธ์กับชนิดพันธุ์อื่น) หาก

ความเสี่ยงและตัวแปรเหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล รูปแบบ (pattern) ที่ได้จากการคาดคะเนหรือวินิจฉัยไม่ว่าจะในอดีตที่ผ่านมา ปัจจุบัน หรืออนาคตอันใกล้ควรอยู่บนพื้นฐานของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และตัวแปรเหล่านี้อาจได้รับการอธิบายโดยละเอียด

ในกรณีที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์น้อย แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรง ควรที่จะมีการระบุถึงความเสี่ยงโดยใช้เกณฑ์บางประการ เช่น มีการกระจายต่ำ อาศัยอยู่น้อยแห่ง ภัยคุกคามบางประเภทควรที่จะได้รับการระบุเสียแต่เนิ่น ๆ และกำหนดกิจกรรมที่เหมาะสมในการป้องกันการคุกคามนี้ เนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากภัยคุกคามนั้น เกือบจะไม่มีทางแก้ไขได้ (irreversible) อาทิเช่น โรค การบุกรุกของสิ่งมีชีวิตอื่น การผสมข้ามพันธุ์

2.1.1.7 ความไม่แน่นอน

พิจารณา จำนวน แนวโน้ม และการกระจายของชนิดพันธุ์ โดยคำนึงถึงความไม่แน่นอน (uncertainty) ทางสถิติและความไม่แน่นอนอื่น ๆ ด้วย น้อยครั้งที่ข้อมูลจะครอบคลุมประชากรทั้งหมดของชนิดพันธุ์ จึงเป็นการเหมาะสมที่จะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการวินิจฉัยสถานภาพโดยรวมของชนิดพันธุ์อย่างรอบคอบ ในกรณีที่มีความผันแปรในการประมาณสูง ควรนำหลักการ "ปลอดภัยไว้ก่อน" (pre-cautionary principle) มาใช้และใช้การประมาณ (อย่างเชื่อถือได้) ที่กำหนดให้สิ่งมีชีวิตเป็นชนิดพันธุ์ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

เมื่อมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะกำหนดกลุ่มของชนิดพันธุ์ (รวมถึงกลุ่มชนิดพันธุ์ที่มีความเสี่ยงต่ำ) อาจรวมเข้าไว้ในกลุ่ม "ข้อมูลไม่เพียงพอ" (data deficient) แต่ทว่าสิ่งสำคัญที่จะต้องตระหนักก็คือกลุ่ม "ข้อมูลไม่เพียงพอ" นี้ หมายความว่ามีข้อมูลไม่เพียงพอในการกำหนดระดับของภัยคุกคามต่อสถานภาพของชนิดพันธุ์และไม่จำเป็นว่าชนิดพันธุ์นั้น ไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลาย ในกรณีที่มีหลักฐานของภัยคุกคามต่อชนิดพันธุ์หนึ่ง เช่น ความเสื่อมโทรมของถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีอยู่แห่งเดียว ถือเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะต้องพยายามผนวกชนิดพันธุ์นั้นเข้าในบัญชีชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามในระดับใดระดับหนึ่ง ถึงแม้ว่าจะมีข้อมูลสถานภาพทางชีวภาพของชนิดพันธุ์อยู่เพียงเล็กน้อยก็ตาม กลุ่ม "ข้อมูลไม่เพียงพอ" ไม่ใช่กลุ่มชนิดพันธุ์ที่มีความเสี่ยง แต่เป็นกลุ่มที่ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการเสาะหาข้อมูล เพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดพันธุ์เพื่อให้สามารถกำหนดกลุ่มที่เหมาะสมได้ต่อไป

2.1.1.8 การดำเนินการด้านอนุรักษ์ในการจัดกลุ่มสถานภาพ

เกณฑ์ในการจำแนกชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม จะใช้กับชนิดพันธุ์ที่ได้รับการคุ้มครองจากกิจกรรมด้านอนุรักษ์ในทุกระดับ ในกรณีที่การดำเนินงานด้านการอนุรักษ์เป็นสิ่งเดียวที่ทำให้ชนิดพันธุ์ไม่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม ก็ควรผนวกชนิดพันธุ์ดังกล่าวไว้ในกลุ่ม "ขึ้นอยู่กับการอนุรักษ์" (conservation dependent) ทั้งนี้เพื่อแสดงว่าชนิดพันธุ์นั้น ต้องการกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ถึงแม้ว่าจะไม่ได้อยู่ในกลุ่มชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามก็ตาม

2.1.1.9 การจัดทำเอกสาร

บัญชีรายการชนิดพันธุ์ทั้งหมดรวมถึงการจัดแบ่งกลุ่มจากเกณฑ์ดังกล่าว ควรระบุถึงเกณฑ์หลักและเกณฑ์ย่อยทั้งหมดที่ใช้ บัญชีรายการจะไม่ได้รับการยอมรับ หากไม่มีการระบุเกณฑ์ที่ใช้อย่างน้อย 1 เกณฑ์ หากมีการใช้เกณฑ์หลักและเกณฑ์ย่อยมากกว่า 1 เกณฑ์ ทุกเกณฑ์ควรที่จะระบุในเอกสาร แต่ทว่าการไม่ระบุเกณฑ์ไม่จำเป็นจะต้องหมายความว่าไม่ได้มีการใช้เกณฑ์ใดเลย ดังนั้นหากการประเมินซ้ำแสดงให้เห็นว่าเอกสารบัญชีรายชื่อไม่ได้เป็นไปตามเกณฑ์แล้ว ไม่ควรที่จะส่งผลให้เกิดการ down-listing ทันที ชนิดพันธุ์ควรที่จะได้รับการประเมินซ้ำโดยใช้เกณฑ์ทุกเกณฑ์ เพื่อชี้ให้เห็นถึงสถานภาพของชนิดพันธุ์นั้น ๆ ตัวแปรที่ใช้ประกอบการวินิจฉัย และการคาดการณ์ ควรที่จะได้รับการบันทึกโดยผู้ทำการประเมิน แม้ว่าจะไม่สามารถระบุในบัญชีรายชื่อที่จัดพิมพ์ขึ้นก็ตาม

2.1.1.10 ภัยคุกคามและความสำคัญก่อนหลัง

ประเภทของภัยคุกคามไม่ได้เป็นสิ่งกำหนดความสำคัญก่อนหลังของกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ ประเภทของภัยคุกคามเป็นเพียงการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการสูญพันธุ์ภายใต้สถานการณ์ปัจจุบันในขณะที่ระบบในการประเมินกิจกรรมที่มีความสำคัญก่อนหลังจะรวมถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ เช่น ค่าใช้จ่าย โครงสร้างการทำงาน โอกาสในการประสบความสำเร็จ และอาจรวมถึงความพิเศษทางอนุกรมวิธานของชนิดพันธุ์ต่าง ๆ ด้วย

2.1.1.11 การใช้ในระดับภูมิภาค

เกณฑ์นี้มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชนิดพันธุ์ทั้งหมดในระดับโลกมากกว่าชนิดพันธุ์ในระดับชาติหรือภูมิภาค การจัดกลุ่มชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามในระดับภูมิภาค และระดับประเทศควรใช้กับข้อมูลหลัก 2 ประเภท คือ ข้อมูลสถานภาพในระดับโลกของชนิดพันธุ์ และข้อมูลสัดส่วนของจำนวนประชากรของชนิดพันธุ์ที่อยู่ในพื้นที่ของภูมิภาคหรือประเทศ เทียบกับจำนวนประชากรชนิดพันธุ์ในระดับโลก แต่ทว่าหากใช้เกณฑ์ในระดับภูมิภาคหรือระดับประเทศแล้ว จำเป็นต้องคำนึงว่า สำหรับชนิดพันธุ์ชนิดเดียวกันแล้ว ภัยคุกคามระดับโลกอาจต่างจากในระดับภูมิภาคหรือระดับชาติ ตัวอย่างเช่น ชนิดพันธุ์ที่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ ตามการลดลงของจำนวนประชากร หรือถิ่นที่อยู่อาศัยของชนิดพันธุ์ในระดับโลก แต่อาจจะมีความเสี่ยงต่ำในบางภูมิภาคที่มีประชากรคงที่ ในทางกลับกันชนิดพันธุ์ที่อยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำในระดับโลกอาจอยู่ในกลุ่มใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ในบางภูมิภาคที่มีจำนวนประชากรต่ำหรือลดลง ขณะนี้ IUCN กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาแนวทางสำหรับ Red List ในระดับประเทศ

2.1.1.12 การประเมินซ้ำ

การประเมินชนิดพันธุ์ตามเกณฑ์ ควรกระทำต่อเนื่องเป็นระยะ ๆ อย่างเหมาะสม

การประเมินนี้เป็นสิ่งที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับชนิดพันธุ์ในจำพวกใกล้ถูกคุกคาม (near threatened) หรือ ขึ้นอยู่กับการอนุรักษ์ (conservation dependent) และสำหรับชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม ซึ่งเห็นได้ชัดและคาดว่าสถานภาพเริ่มเสื่อมโทรมลง

2.1.1.13 การโยกย้ายระหว่างกลุ่ม

มีกฎที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายชนิดพันธุ์ระหว่างกลุ่ม กฎดังกล่าวได้แก่ (1) ชนิดพันธุ์สามารถที่จะเคลื่อนย้ายจากกลุ่มชนิดพันธุ์ที่มีความเสี่ยงสูงไปยังกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ หากชนิดพันธุ์ไม่สามารถเข้าหลักเกณฑ์ของกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงได้ในระยะเวลา 5 ปี (2) หากการจำแนกเดิมนั้นผิดพลาด ชนิดพันธุ์สามารถย้ายไปยังกลุ่มที่เหมาะสมหรืออาจยกเลิกจากการเป็นชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามได้ทันที (3) โยกย้ายจากกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำไปยังกลุ่มความเสี่ยงสูงสามารถกระทำได้โดยทันที

2.1.1.14 ปัญหาของขนาด

การจำแนกตามขนาดทางภูมิศาสตร์หรือรูปแบบของการอาศัยในถิ่นที่อยู่อาศัยเป็นสิ่งที่มีความยุ่งยาก เนื่องจากเมื่อพื้นที่มีขนาดใหญ่มีความละเอียดมากและการกระจายของชนิดพันธุ์ที่มีมากเท่าใด พื้นที่ที่จะพบชนิดพันธุ์อาศัยอยู่ก็จะน้อยลงเท่านั้น แต่การกำหนดขนาดและความละเอียดในระดับสูงนั้น จะแสดงให้เห็นถึงพื้นที่ที่ชนิดพันธุ์ยังไม่ได้รับการบันทึกเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะกำหนดกฎที่เข้มงวดที่ใช้ได้ทั่วไป ในการกำหนดพื้นที่ของชนิดพันธุ์หรือถิ่นที่อยู่อาศัยขนาดที่เหมาะสมที่สุดจะขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์และความสมบูรณ์ของข้อมูลการแพร่กระจายของชนิดพันธุ์ แต่ทว่าขอบเขตของเกณฑ์บางประเภท เช่น ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (critically endangered) จำเป็นต้องอาศัยการกำหนดพื้นที่ที่ละเอียด

2.1.2 ความหมายของคำหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน

2.1.2.1 ประชากร (population)

ประชากร หมายถึง จำนวนทั้งหมดที่มีอยู่ของชนิดพันธุ์ (the total number of individuals of taxon) ซึ่งในเบื้องต้น จะมีความแตกต่างระหว่างรูปแบบแต่ละชีวิต (life-form) จำนวนประชากรของชนิดพันธุ์นั้น จึงได้ถูกกำหนดว่าเป็นจำนวนที่เป็นวัยเจริญพันธุ์ (mature individual) เท่านั้น ในกรณีที่ชนิดพันธุ์ต้องพึ่งชนิดพันธุ์อื่นในบางส่วนหรือทั้งหมดของวงจรชีวิต ควรใช้ค่าทางชีวภาพที่เหมาะสมของชนิดพันธุ์ที่ถูกพึ่งพา

2.1.2.2 กลุ่มย่อยของประชากร (sub-populations)

กลุ่มย่อยของประชากร หมายถึง ประชากรในแต่ละเขตภูมิศาสตร์หรือกลุ่มที่แตกต่างกันในประชากรซึ่งมีการแลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่มเพียงเล็กน้อย

2.1.2.3 วัยเจริญพันธุ์ (mature individuals)

จำนวนของวัยเจริญพันธุ์ หมายถึง จำนวนตัวที่ทราบ ที่คาดว่า หรือที่ลงความเห็นได้ว่ามีความพร้อมในการสืบพันธุ์ ในการประมาณควรคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้ คือ

1 ประชากรของชนิดพันธุ์ที่ขึ้นอยู่กับการแปรเปลี่ยนทางธรรมชาติ ควรใช้จำนวนวัยเจริญพันธุ์จำนวนต่ำที่สุด

2 วิธีการนี้ใช้ในการนับจำนวนประชากรที่มีความพร้อมในการสืบพันธุ์และควรยกเว้นตัว (individual) ที่ไม่สามารถสืบพันธุ์ตามธรรมชาติได้

3 ในกรณีที่มีสัดส่วนของประชากรที่สามารถสืบพันธุ์ โดยอาศัยเพศ (breeding) หรือ ตัวเต็มวัย (adult) ผิดไป เป็นสิ่งที่เหมาะสมที่จะใช้การประมาณขั้นต่ำ โดยคำนึงถึงสัดส่วนดังกล่าว เช่น ประมาณจำนวนประชากรที่มีประสิทธิภาพในการสืบพันธุ์

4 สำหรับการสืบพันธุ์ใน clone ควรนับแยกเป็นแต่ละตัว ยกเว้นว่าส่วนดังกล่าวไม่สามารถอยู่ได้โดยลำพัง (เช่น ปะการัง)

5 ในกรณีที่ชนิดพันธุ์ซึ่งสูญเสียจำนวนตัวที่จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์บางส่วนหรือทั้งหมดในบางช่วงของวงจรชีวิต การประมาณควรกระทำในเวลาที่เหมาะสม เพื่อที่จะสามารถบอกถึงจำนวนตัวที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์และพร้อมสำหรับการขยายพันธุ์ได้

2.1.2.4 รุ่น (generation)

รุ่นอาจจะวัดได้จากอายุโดยเฉลี่ยของพ่อ/แม่พันธุ์ (parent) ในประชากร ซึ่งจะมีค่าสูงกว่าอายุในการขยายพันธุ์ครั้งแรก ยกเว้นว่าชนิดพันธุ์นั้นจะขยายพันธุ์เพียงครั้งเดียว

2.1.2.5 การลดลงอย่างต่อเนื่อง (continuing decline)

การลดลงอย่างต่อเนื่อง คือ การลดลงที่เริ่มเกิดขึ้น กำลังเกิดขึ้น หรือ คาดว่าจะเกิดขึ้นโดยไม่ทราบสาเหตุหรือไม่สามารถควบคุมสาเหตุได้เพียงพอ ดังนั้น จึงจะเกิดขึ้นต่อไปเว้นแต่จะมีการดำเนินมาตรการแก้ไข แต่การเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ (natural fluctuation) โดยปกติจะไม่นับเป็นการลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่การลดลงที่เห็นได้ (observed decline) ไม่ควรที่จะพิจารณาว่าเป็นส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ เว้นแต่จะมีหลักฐานยืนยัน

2.1.2.6 การลดจำนวน (reduction)

การลดจำนวน คือ การลดจำนวนตัวซึ่งอยู่ในวัยเจริญพันธุ์อย่างน้อยในปริมาณ (ร้อยละ) ที่กำหนดในช่วงเวลาหนึ่ง ถึงแม้ว่าการลดจำนวนจะไม่ต่อเนื่องก็ตาม การลดจำนวนไม่ควรถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติเว้นแต่จะมีหลักฐานยืนยันที่ดี แนวโน้มของการลดลงที่เป็นส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติโดยปกติ จะไม่นับว่าเป็นการลดจำนวน

2.1.2.7 การเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง (extreme fluctuations)

การเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงเกิดขึ้นเมื่อขนาดของประชากร หรือ พื้นที่การแพร่กระจายของประชากรแตกต่างกันมาก ซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและบ่อยครั้ง โดยทั่วไป จะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า 1 เท่า (เช่น ลดลง/เพิ่มขึ้น 10 เท่า)

2.1.2.8 การแตกกระจัดกระจายอย่างมาก (severely fragmented)

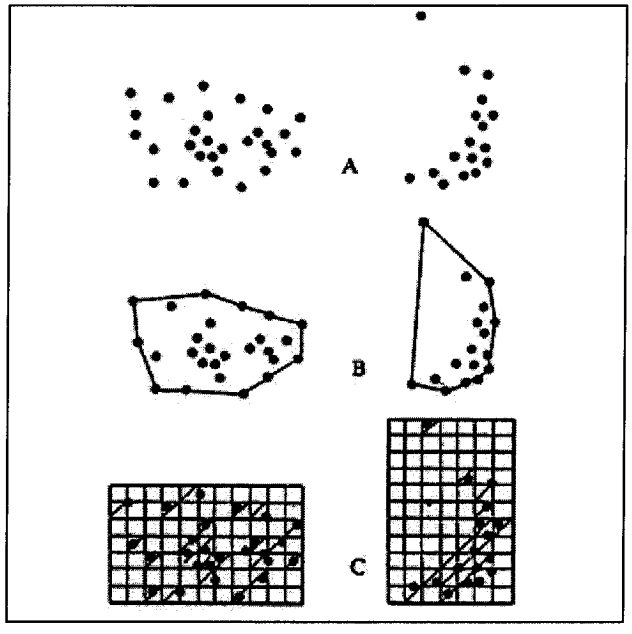
การแตกกระจัดกระจายอย่างมาก หมายถึง สภาพที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ประชากรส่วนใหญ่ของชนิดพันธุ์อยู่ในกลุ่มย่อยของประชากร (sub-population) ที่เล็กและแยกจากกัน ซึ่งกลุ่มย่อยของประชากรเหล่านี้อาจสูญพันธุ์และมีโอกาสน้อยที่จะกลับมารวมตัวกัน (recolonisation)

2.1.2.9 ขอบเขตของการแพร่กระจาย (extent of occurrence)

ขอบเขตของการแพร่กระจาย คือ พื้นที่ที่อยู่ภายในเส้นที่ลากรอบตำแหน่งที่อยู่ทั้งหมดของชนิดพันธุ์หนึ่งๆ ที่ปรากฏในปัจจุบัน (ไม่รวมกรณีที่พลัดถิ่นเข้ามา) การวัดนี้ไม่รวมความไม่ต่อเนื่อง หรือไม่เชื่อมต่อกันในการกระจายของชนิดพันธุ์ทั้งหมด (เช่น พื้นที่ขนาดใหญ่ของถิ่นที่อยู่อาศัยที่ไม่เหมาะสมอย่างเห็นได้ชัด) สามารถวัดขอบเขตการกระจายจากขนาดพื้นที่ต่ำสุด (minimum convex polygon) หรือ polygon ที่เล็กที่สุดซึ่งมีมุมต่ำกว่า 180 องศา และประกอบด้วยตำแหน่งที่ปรากฏอยู่ของชนิดพันธุ์ทั้งหมด

2.1.2.10 พื้นที่ของการแพร่กระจาย (area of occupancy)

พื้นที่ของการแพร่กระจาย หมายถึง พื้นที่ภายในขอบเขตของการแพร่กระจาย ซึ่งมีชนิดพันธุ์อยู่ ยกเว้นชนิดพันธุ์จำพวกที่มีถิ่นที่อยู่อาศัยไม่แน่นอน พื้นที่ของการแพร่กระจายนี้ เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าชนิดพันธุ์โดยปกติจะไม่อาศัยอยู่ในทุกส่วนของพื้นที่ของขอบเขตการแพร่กระจาย เพราะพื้นที่บางส่วนอาจจะเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยที่ไม่เหมาะสม พื้นที่ของการแพร่กระจาย คือ พื้นที่ที่เล็กที่สุดที่มีปัจจัยเพียงพอต่อการอยู่รอดในทุกระยะของวงจรชีวิตของชนิดพันธุ์ (เช่น พื้นที่ทำรัง โยกย้ายถิ่นฐาน) ขนาดพื้นที่ของการแพร่กระจาย ขึ้นอยู่กับมาตราส่วนที่ใช้วัด ซึ่งควรกำหนดให้เหมาะสมกับลักษณะทางชีวภาพของชนิดพันธุ์ โดยใช้หน่วยเป็นตารางกิโลเมตร ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในการจำแนกพื้นที่ดังกล่าว ควรกำหนดพื้นที่วัดเป็นตารางสี่เหลี่ยม (grid squares) ขนาดเล็กพอสมควร (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 ความแตกต่างระหว่าง ขอบเขตของการแพร่กระจายและพื้นที่ของการแพร่กระจาย ของ 2 ตัวอย่าง (a) แสดงการกระจายที่ทราบข้อมูลแล้ว ที่กล่าวถึงหรือในขอบเขตการศึกษา (b) แสดงให้เห็นถึงขอบเขตของการแพร่กระจาย ซึ่งคือพื้นที่ที่วัดได้ภายในขอบเขตดังกล่าว (c) แสดงให้เห็นถึงพื้นที่ของการแพร่กระจายซึ่งวัดได้จากผลรวมของช่องที่มีสิ่งมีชีวิต (จุด) อยู่ทั้งหมด

2.1.2.11 ตำแหน่ง (location)

ตำแหน่ง หมายถึง พื้นที่ทางภูมิศาสตร์หรือนิเวศวิทยาที่เด่นชัด ซึ่งเหตุการณ์ (event) ใดเหตุการณ์หนึ่ง (เช่น มลภาวะ) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประชากรชนิดพันธุ์ทั้งหมดที่มีอยู่ ตำแหน่งโดยทั่วไปเป็นส่วนเล็ก ๆ ของขอบเขตของการแพร่กระจายทั้งหมดของชนิดพันธุ์และประกอบด้วยบางส่วนหรือทั้งหมด (แต่ไม่เสมอไป) ณ กลุ่มย่อยของประชากรชนิดพันธุ์

2.1.2.12 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis)

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ ในที่นี้หมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์ประชากรที่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ต่อไป (population viability analysis - PVA) หรือการวิเคราะห์เชิงปริมาณประเภทอื่นๆ ที่ใช้ในการประมาณโอกาสที่จะเกิดการสูญพันธุ์ของชนิดพันธุ์ หรือประชากรบนพื้นฐานของวงจรชีวิตที่ทราบ และทางเลือกของการจัดการโดยเฉพาะ/ไม่มีการจัดการ การนำเสนอผลจากการวิเคราะห์ซึ่งสมการและข้อมูลควรมีความชัดเจน

2.1.3 ลำดับชั้นสถานภาพของสิ่งมีชีวิต

2.1.3.1 สูญพันธุ์ (extinct -Ex)

ชนิดพันธุ์ใดจะสูญพันธุ์ ก็ต่อเมื่อประชากรตัวสุดท้ายของชนิดพันธุ์นั้นได้ตายไปอย่างไม่มีข้อสงสัย (no reasonable doubt)

2.1.3.2 สูญพันธุ์ในธรรมชาติ (extinct in the wild - Ew)

บางชนิดสูญพันธุ์ในธรรมชาติแต่ยังมีประชากรมีชีวิตอยู่รอด ในพื้นที่เพาะปลูกหรือเพาะเลี้ยง สถานที่รักษาพันธุ์สัตว์ เช่น สวนสัตว์หรือในพื้นที่นอกถิ่นที่อยู่อาศัยเดิมอย่างสิ้นเชิง ชนิดพันธุ์ใดได้รับการพิจารณาว่าสูญพันธุ์ในธรรมชาติ ต่อเมื่อได้มีการสำรวจถิ่นที่อยู่อาศัยของชนิดพันธุ์ทั่วทั้งพื้นที่ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เคยพบทั้งหมดในระยะเวลาที่เหมาะสมทุกฤดูกาล ทุกปี แต่ไม่พบชนิดพันธุ์นั้นแม้แต่ตัวเดียว การสำรวจควรจะมีขึ้นในระยะเวลาที่เหมาะสมกับวงจรชีวิตและลักษณะของชนิดพันธุ์นั้น

2.1.3.3 ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (critically endangered -CE)

ชนิดพันธุ์ใดจะอยู่ในกลุ่ม**ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง** ต่อเมื่อประสบกับความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในธรรมชาติที่สูงมากในอนาคตอันใกล้ดังกำหนดในเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง

2.1.3.4 ใกล้สูญพันธุ์ (endangered -EN)

ชนิดพันธุ์ใดจะอยู่ในกลุ่ม**ใกล้สูญพันธุ์** ต่อเมื่อชนิดพันธุ์ไม่ได้อยู่ในกลุ่มใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง แต่ประสบความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในธรรมชาติในอนาคตในระยะอันใกล้ ดังกำหนดในเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง

2.1.3.5 มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable -VU)

ชนิดพันธุ์ใดจะอยู่ในกลุ่ม**มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์** ต่อเมื่อไม่เข้าพวกใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง และใกล้สูญพันธุ์ แต่ประสบความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในธรรมชาติในอนาคตในระยะกลาง ดังกำหนดในเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง

2.1.3.6 มีความเสี่ยงน้อย (lower risk -LR)

ชนิดพันธุ์ใดจะอยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงน้อย ต่อเมื่อได้รับการประเมินสถานภาพแล้วไม่สามารถตอบสนองเกณฑ์ใดๆ ของจำพวกใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ใกล้สูญพันธุ์ หรือมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ได้ชนิดพันธุ์ที่อยู่ในกลุ่มนี้ สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยได้ 3 กลุ่ม คือ

1 กลุ่มที่ขึ้นอยู่กับการอนุรักษ์ (conservation dependent -CD) หมายถึง กลุ่มของชนิดพันธุ์ ที่เป็นเป้าหมายของโครงการอนุรักษ์ชนิดพันธุ์ หรือถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีความเป็นพิเศษ ชนิดพันธุ์นี้จะไม่มีคุณสมบัติเป็นชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามภายในระยะเวลา 5 ปี

2 กลุ่มที่ใกล้ถูกคุกคาม (near threatened -NT) หมายถึง ชนิดพันธุ์ที่ไม่มีคุณสมบัติเข้าอยู่ในกลุ่ม "ขึ้นอยู่กับการอนุรักษ์" แต่ใกล้ที่จะมีคุณสมบัติอยู่ในกลุ่มเข้าอยู่ในจำพวกมีแนวโน้มที่จะสูญพันธุ์

3 กลุ่มที่เป็นที่กังวลน้อยที่สุด (least concern -LC) หมายถึง ชนิดพันธุ์ที่ไม่มีคุณสมบัติอยู่ในกลุ่ม "ขึ้นอยู่กับการอนุรักษ์" และ "ใกล้ถูกคุกคาม"

2.1.3.7 ข้อมูลไม่เพียงพอ (data deficient -DD)

ชนิดพันธุ์ที่จะจัดอยู่ในกลุ่มข้อมูลไม่เพียงพอ เป็นชนิดพันธุ์ที่มีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะวิเคราะห์ถึงความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์โดยตรง หรือโดยอ้อม แม้จะมีพื้นฐานความรู้ในสถานภาพของประชากรและการกระจายของชนิดพันธุ์อยู่บ้าง และชนิดพันธุ์ในกลุ่มนี้อาจจะได้รับการศึกษาและเป็นที่รู้จักทางชีววิทยาเป็นอย่างดี แต่ไม่มีข้อมูลที่เหมาะสมเกี่ยวกับปริมาณและการกระจายเพียงพอ กลุ่ม "ข้อมูลไม่เพียงพอ" จึงไม่ใช่กลุ่มชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม หรือมีความเสี่ยงน้อย การจัดชนิดพันธุ์เข้าในกลุ่มนี้ แสดงให้เห็นว่ามีความจำเป็นในการจัดหาข้อมูลความรู้เพิ่มเติมจากการวิจัยในอนาคต ซึ่งทำให้สามารถจำแนกชนิดพันธุ์ในกลุ่มที่ถูกคุกคามที่เหมาะสม การใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในทางบวกเป็นสิ่งสำคัญ โดยในหลายกรณีควรมีความระมัดระวังในการเลือกระหว่างกลุ่มข้อมูลไม่เพียงพอ กับกลุ่มที่อยู่ในสถานภาพถูกคุกคาม หากชนิดพันธุ์มีการกำหนดขอบเขตความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม (relatively cercumscribed) ความน่าจะเป็นไปได้และระยะเวลาที่พิจารณาซ้อนทับกับการบันทึกประชากรครั้งสุดท้ายพอสมควร จะทำให้ชนิดพันธุ์นั้นๆ จัดอยู่ในสถานภาพถูกคุกคามได้

2.1.3.8 ไม่ได้รับการประเมิน (not evaluated -NE)

ชนิดพันธุ์ใดจะอยู่ในกลุ่มไม่ได้รับการประเมิน ต่อเมื่อชนิดพันธุ์นั้นไม่ได้รับการวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์ต่างๆ

2.1.4 เกณฑ์สำหรับการพิจารณาชนิดพันธุ์ที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ใกล้สูญพันธุ์ และการมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์

2.1.4.1 ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (critically endangered -CR)

ชนิดพันธุ์ใดจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (critically endangered) ต่อเมื่อประสบกับความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในธรรมชาติในอนาคตอันสั้น ดังกำหนดในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1 มีการลดลงของประชากรในรูปแบบดังต่อไปนี้

1.1 การลดจำนวนที่ได้จากการสังเกต การประมาณ หรือวินิจฉัยหรือเป็นที่

สงสัยว่าลดจำนวนลงในช่วงเวลาอย่างน้อย 80 % ของช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมาหรือ 3 รุ่น (generations) แล้วแต่ว่าช่วงระยะเวลาใดจะยาวกว่ากัน โดยใช้วิธี

(1) การสังเกตการณ์โดยตรง

(2) ดัชนีความชุกชุม (index of abundance) ที่เหมาะสมสำหรับชนิดพันธุ์

(3) การลดลงของพื้นที่ที่อยู่อาศัย ขอบเขตการแพร่กระจาย และคุณภาพของถิ่นที่อยู่อาศัย

(4) ศักยภาพการใช้ประโยชน์หรือการใช้ประโยชน์ที่แท้จริง

(5) ผลกระทบของชนิดพันธุ์ที่นำเข้ามาผสมข้ามพันธุ์ (hybridization) โรค มลพิษ คู่แข่งขัน (competitor) หรือ ปรสิต

1.2 การถูกคาดการณ์ว่าจะลดลงอย่างน้อย 80 % ในระยะเวลา 10 ปีหรือ 3 รุ่น แล้วแต่ว่าช่วงระยะเวลาใดยาวกว่ากัน ตามวิธีการ (2) ถึง (5) ดังกล่าวข้างต้น

2 ขอบเขตการแพร่กระจาย (extent of occurrence) โดยประมาณน้อยกว่า 100 ตารางกิโลเมตรหรือพื้นที่ของการแพร่กระจาย (area of occupancy) โดยประมาณน้อยกว่า 10 ตารางกิโลเมตร และมีลักษณะอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.1 ประชากรกระจัดกระจายอย่างมากในที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ หรืออาศัยอยู่ในตำแหน่งที่อยู่อาศัยเดียว

2.2 มีการลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งที่สังเกต, วินิจฉัย, คาดการณ์ได้ในสิ่งต่อไปนี้

(1) ขอบเขตการแพร่กระจาย (extent of occurrence)

(2) พื้นที่การแพร่กระจาย (area of occupancy)

(3) พื้นที่ ขอบเขต และ/หรือคุณภาพของถิ่นที่อยู่อาศัย

(4) จำนวนของตำแหน่งที่อยู่อาศัย หรือกลุ่มย่อยของประชากร

(5) จำนวนประชากรของวัยเจริญพันธุ์

2.3 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง (extreme fluctuation) ในสิ่งต่อไปนี้

(1) ขอบเขตการแพร่กระจาย

(2) พื้นที่การแพร่กระจาย

(3) จำนวนของตำแหน่งที่อยู่อาศัยหรือกลุ่มย่อยของประชากร

(4) จำนวนประชากรที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์

3 จำนวนประชากรในวัยเจริญพันธุ์โดยประมาณน้อยกว่า 250 ตัวและข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

3.1 มีการลดลงอย่างต่อเนื่องโดยประมาณอย่างน้อย 25 % ในระยะเวลา 3 ปี หรือ 1 รุ่น แล้วแต่ว่าช่วงระยะเวลาใดจะยาวกว่ากัน หรือ

3.2 การลดลงอย่างต่อเนื่องของจำนวนประชากรที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ ที่สังเกตเห็น คาดเหตุการณ์ หรือวินิจฉัย และการทดลองของโครงสร้างประชากรที่มีลักษณะข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) ประชากรกระจัดกระจายอย่างมาก ตัวอย่างเช่น ไม่มีกลุ่มย่อยของประชากรที่มีประชากรวัยเจริญพันธุ์มากกว่า 50 ตัวหรือ

(2) ทุกตัวอยู่ในกลุ่มย่อยของกลุ่มประชากรเดียว

4 จำนวนประชากรในวัยเจริญพันธุ์โดยประมาณมีน้อยกว่า 50

5 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ แสดงให้เห็นถึงโอกาสในการสูญพันธุ์ในธรรมชาติอย่างน้อยร้อยละ 50 ภายในระยะเวลา 10 ปี หรือ 3 รุ่น แล้วแต่ว่าช่วงเวลาใดจะยาวกว่ากัน

2.1.4.2 ใกล้สูญพันธุ์ (endangered -EN)

ชนิดพันธุ์ใดจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มใกล้สูญพันธุ์ ต่อเมื่อไม่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง แต่ประสบกับความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในธรรมชาติสูงมากในอนาคตอันใกล้ ดังกำหนดในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1 มีการลดลงของประชากรในรูปแบบข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

1.1 การลดจำนวนลงโดยสามารถสังเกต ประมาณ วินิจฉัยได้หรือถูกสงสัยว่าลดจำนวนลงอย่างน้อยร้อยละ 50 ในช่วงระยะเวลา 10 ปี หรือ 3 รุ่น แล้วแต่ว่าช่วงระยะเวลาใดจะยาวกว่ากัน โดยใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(1) สังเกตการณ์โดยตรง

(2) ดัชนีความชุกชุม (index of abundance) ที่เหมาะสมสำหรับชนิดพันธุ์

(3) การลดลงของพื้นที่การแพร่กระจาย ขอบเขตการแพร่กระจาย และ/หรือคุณภาพของถิ่นที่อยู่อาศัย

(4) ศักยภาพการใช้ประโยชน์หรือการใช้ประโยชน์ที่แท้จริง

(5) ผลกระทบของชนิดพันธุ์นำเข้า (introduced species) ผลการผสมข้ามพันธุ์ โรค มลพิษ การแข่งขัน ปรสิต

1.2 ถูกคาดการณ์ว่าจะลดลงอย่างน้อยร้อยละ 50 ในระยะเวลา 10 ปี หรือ 3 รุ่น แล้วแต่ว่าระยะเวลาใดจะยาวกว่ากันตามวิธีการ (2) (3) (4) หรือ (5) ดังกล่าวข้างต้น

2 ขอบเขตของการแพร่กระจายโดยประมาณน้อยกว่า 5,000 ตารางกิโลเมตร

หรือพื้นที่การแพร่กระจายโดยประมาณน้อยกว่า 500 ตารางกิโลเมตร และมี 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 ประชากรกระจัดกระจายอย่างมาก หรืออาศัยอยู่ในตำแหน่งที่อยู่อาศัยไม่มากกว่า 5 แห่ง

2.2 มีการลดลงอย่างต่อเนื่องอย่างสังเกต วินิจฉัย คาดการณ์ได้ในสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) ขอบเขตการแพร่กระจาย

(2) พื้นที่การแพร่กระจาย

(3) พื้นที่ ขอบเขต และ/หรือ คุณภาพของถิ่นที่อยู่อาศัย

(4) จำนวนของตำแหน่งที่อยู่อาศัยหรือกลุ่มย่อยของประชากร

(5) จำนวนของประชากรที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์

2.3 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงในสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) ขอบเขตการแพร่กระจาย

(2) พื้นที่การแพร่กระจาย

(3) จำนวนของตำแหน่งที่อยู่อาศัยหรือกลุ่มย่อยของประชากร

(4) จำนวนของประชากรที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์

3 จำนวนประชากรในวัยเจริญพันธุ์โดยประมาณน้อยกว่า 2,500 ตัวและข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

3.1 การลดลงอย่างต่อเนื่องโดยประมาณอย่างน้อยร้อยละ 20 ในระยะเวลา 5 ปี หรือ 2 รุ่น แล้วแต่ว่าระยะเวลาใดยาวกว่ากัน

3.2 การลดลงอย่างต่อเนื่องของประชากรที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์ที่สังเกตเห็น คาดการณ์ หรือวินิจฉัยได้และการลดลงของโครงสร้างประชากรที่มีลักษณะข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

(1) ประชากรกระจัดกระจายอย่างมาก (ตัวอย่าง เช่น ไม่มีกลุ่มย่อยของประชากรที่มีประชาการวัยเจริญพันธุ์มากกว่า 250 ตัว)

(2) ทุกตัวอยู่ในกลุ่มย่อยของกลุ่มประชากรเดียว

4 จำนวนประชากรวัยเจริญพันธุ์โดยประมาณมีน้อยกว่า 250 ตัว

5 การวิเคราะห์เชิงปริมาณแสดงให้เห็นโอกาสในการสูญพันธุ์ ในธรรมชาติอย่างน้อยร้อยละ 20 ภายในระยะเวลา 20 ปี หรือ 5 รุ่นแล้วแต่ช่วงระยะเวลาใดยาวกว่ากัน

2.1.4.3 มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable – VU)

ชนิดพันธุ์จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ ต่อเมื่อไม่มีคุณสมบัติเข้ากลุ่มใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง หรือใกล้สูญพันธุ์ แต่กำลังประสบกับความเสี่ยงสูงต่อการสูญพันธุ์ในธรรมชาติในอนาคตระยะกลาง

(medium-term) ดังกำหนดในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1 มีการลดลงของประชากรในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้

1.1 การลดจำนวนลงอย่างสังเกต ประมาณ วินิจฉัยได้ หรือถูกสงสัยว่าลดลงอย่างน้อย 20 % ในช่วงระยะเวลา 10 ปี หรือ 3 รุ่น แล้วแต่ว่าช่วงระยะเวลาใดจะยาวกว่ากัน โดยใช้วิธีการดังต่อไปนี้

(1) สังเกตการณ์โดยตรง

(2) ดัชนีความชุกชุม (index of abundance) ที่เหมาะสมสำหรับชนิดพันธุ์

(3) การลดลงของพื้นที่การแพร่กระจาย , ขอบเขตการแพร่กระจาย และ/หรือคุณภาพของถิ่นที่อยู่อาศัย

(4) ศักยภาพการใช้ประโยชน์หรือการใช้ประโยชน์ที่แท้จริง

(5) ผลกระทบของชนิดพันธุ์ที่ถูกนำเข้า การผสมข้ามพันธุ์ โรค มลพิษ การแข่งขัน หรือ ปรสิต

1.2 ถูกคาดการณ์ว่าลดลงอย่างน้อยร้อยละ 20 ในระยะเวลา 10 ปี หรือ 3 รุ่น แล้วแต่ว่าระยะเวลาใดยาวกว่ากัน ตามวิธีการ (2) (3) (4) และ (5) ดังกล่าวข้างต้น

2 ขอบเขตการแพร่กระจาย โดยประมาณน้อยกว่า 20,000 ตารางกิโลเมตรหรือพื้นที่การแพร่กระจายโดยประมาณน้อยกว่า 2,000 ตารางกิโลเมตร และการประมาณได้ชี้ให้เห็นลักษณะ 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 ประชากรกระจัดกระจายอย่างมาก หรืออาศัยอยู่ในตำแหน่งที่อยู่อาศัยไม่มากกว่า 10 แห่ง

2.2 มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยที่สามารถสังเกต วินิจฉัย คาดการณ์ได้ ในสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ขอบเขตการแพร่กระจาย

(2) พื้นที่การแพร่กระจาย

(3) พื้นที่ขนาดและ/หรือ คุณภาพของถิ่นที่อยู่อาศัย

(4) จำนวนของตำแหน่งที่อยู่อาศัย หรือกลุ่มย่อยของประชากร

(5) จำนวนของประชากรที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์

2.3 มีการเปลี่ยนอย่างรุนแรงในลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ขอบเขตการแพร่กระจาย

(2) พื้นที่การแพร่กระจาย

(3) จำนวนของตำแหน่งที่อาศัยหรือกลุ่มย่อยของประชากร

(4) จำนวนของประชากรที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์

3 จำนวนประชากรวัยเจริญพันธุ์ โดยประมาณน้อยกว่า 10,000 ตัว และข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

3.1 การลดลงอย่างต่อเนื่องโดยประมาณอย่างน้อยร้อยละ 10 ในระยะเวลา 10 ปี หรือ 3 รุ่น แล้วแต่ว่าแต่ละช่วงระยะเวลาใด จะยาวกว่ากัน

3.2 มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ของประชากรวัยเจริญพันธุ์ที่ สังเกตเห็น คาดการณ์หรือวินิจฉัยได้ และโครงสร้างประชากรที่มีลักษณะดังข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

(1) ประชากรกระจัดกระจายอย่างมาก ตัวอย่างเช่น ไม่มีกลุ่มย่อยของประชากรใดที่มีประชากรวัยเจริญพันธุ์มากกว่า 1,000 ตัว .

(2) ทุกตัวอยู่ในกลุ่มย่อยของกลุ่มประชากรเดียว

4 ประชากรมีจำนวนน้อย หรือจำกัดอยู่ในลักษณะข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

4.1 ประชากรวัยเจริญพันธุ์โดยประมาณน้อยกว่า 1,000 ตัว

4.2 ประชากรจำกัดอยู่ในเฉพาะพื้นที่การแพร่กระจาย (area of occupancy) (โดยทั่วไปน้อยกว่า 100 ตารางกิโลเมตร) หรือจำกัดอยู่ในตำแหน่งที่อยู่อาศัย (โดยทั่วไปน้อยกว่า 5 แห่ง) ชนิดพันธุ์ดังกล่าว จึงมีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ในช่วงเวลาสั้น ๆ แต่ในอนาคตที่ยังไม่สามารถคาดการณ์ได้ (Unforeseeable) ดังนั้นจึงอาจกลายเป็นกลุ่มใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง หรือแม้กระทั่งสูญพันธุ์ได้ภายในระยะเวลาอันสั้น

5 การวิเคราะห์เชิงปริมาณแสดงให้เห็นถึงโอกาสในการสูญพันธุ์ในธรรมชาติอย่างน้อยร้อยละ 10 ในระยะเวลา 100 ปี

2.1.5 ภาวะปัจจุบันของสถานภาพสิ่งมีชีวิตโดย IUCN

IUCN ได้จัดสถานภาพของสิ่งมีชีวิตครั้งล่าสุดในปี ค.ศ. 1997 World Conservation Monitoring Centre (2003b) สถานภาพของสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นหลักในการจัดลำดับชั้น 6 ลำดับดังนี้

2.1.5.1 สูญพันธุ์ (extinct :Ex) หมายถึง ลำดับชั้นที่ไม่พบชนิดพันธุ์นั้นในธรรมชาติเป็นเวลานานหลายปี หรือสูญพันธุ์ไปแล้ว ในทางปฏิบัติ สิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในลำดับนี้เป็นสิ่งมีชีวิตที่ค้นหาไม่พบแล้วในพื้นที่ที่เคยมีรายงานว่าพบสิ่งมีชีวิตนี้ ภายหลังจากที่ได้ทำการสำรวจหลายครั้งหลายครา (Taxa that are no longer known to exist in the wild after repeated searches of the type localities and other known or likely places.)

2.1.5.2 สูญพันธุ์หรือใกล้สูญพันธุ์ (extinct/endangered :Ex/E) หมายถึง ลำดับชั้นที่เป็นไปได้ว่าชนิดพันธุ์นี้สูญพันธุ์แล้วในสภาพธรรมชาติ แต่มีการเพาะเลี้ยงไว้ที่ใดที่หนึ่ง (Taxa possibly considered to be extinct in the wild.)

2.1.5.3 ใกล้สูญพันธุ์ (endangered : E) หมายถึง ลำดับชั้นที่ชนิดพันธุ์นี้เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์และการดำรงชีวิตถูกคุกคามอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีจำนวนประชากรลดลงถึงระดับวิกฤตหรือสภาพที่อยู่อาศัยลดลงอย่างรุนแรงเป็นอันตรายถึงทำให้ชนิดพันธุ์นี้สูญพันธุ์ได้ (Taxa in danger of extinction and whose survival is unlikely if the causal factors continue operating. Included are taxa whose numbers have been reduced to a critical level or whose habitats have been so drastically reduced that they are deemed to be in immediate danger of extinction.)

2.1.5.4 มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable:V) หมายถึง ลำดับชั้นที่ชนิดพันธุ์เป็นที่เชื่อได้ว่าจะเข้าสู่ลำดับใกล้สูญพันธุ์ในเวลาอันใกล้ ถ้าปัจจัยต่างๆที่เป็นสาเหตุที่ทำให้สูญพันธุ์ยังคงดำเนินอยู่ รวมถึงชนิดพันธุ์ที่จำนวนประชากรลดลง เนื่องจากเหตุต่างๆคือการนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายมหาศาล การทำลายที่อยู่ของมันอย่างรุนแรงหรือสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติถูกรบกวนด้วยเหตุอื่นๆ (Taxa believed likely to move into the Endangered category in the near future if the causal factors continue operating. Included are taxa of which most or all the populations are decreasing because of over-exploitation, extensive destruction of habitat or other environmental disturbance; taxa with populations that have been seriously depleted and whose ultimate security is not yet assured; and taxa with populations that are still abundant but are under threat from serious adverse factors throughout their range.)

2.1.5.5 หายาก (rare : R) หมายถึง ลำดับชั้นที่ชนิดพันธุ์มีจำนวนประชากรขนาดเล็กซึ่งยังมิได้อยู่ในชั้น endangered หรือ vulnerable ในขณะนี้ แต่มีความเสี่ยงที่จะเป็น endangered หรือ vulnerable ได้ ชนิดพันธุ์พวกนี้มักจะอยู่ในท้องที่ที่มีลักษณะจำกัดทางภูมิศาสตร์ แพร่กระจายเบาบางหรือเป็นชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่น (endemic) (Taxa with small world populations that are not at present Endangered or Vulnerable but are at risk. These taxa are usually localised within restricted geographic areas or habitats or are thinly scattered over a more extensive range.)

2.1.5.6 ข้อมูลไม่เพียงพอ (indeterminate :I) หมายถึงลำดับชั้นที่ชนิดพันธุ์อาจจะจัดได้ว่าเป็นลำดับที่สูญพันธุ์ ใกล้สูญพันธุ์ มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์หรือหายาก แต่ข้อมูลที่สนับสนุนยังไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ชัดเจน (Taxa known to be Extinct, Endangered, Vulnerable, or Rare but where there is not enough information to say which of the four categories is appropriate.)

IUCN ได้รวบรวมและจัดสถานภาพสิ่งมีชีวิตต่างๆทั่วโลก โดยความร่วมมือของประเทศภาคีสมาชิก ได้แจกแจงสิ่งมีชีวิตในแต่ละประเทศรวมทั้งสิ้น 200 ประเทศ ว่ามีสถานภาพโดยรวมและจำแนกตามหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตว่าเป็นอย่างไร โดยจัดรวบรวมพิมพ์ไว้ในหนังสือ **1997 IUCN Red List of Threatened Plants.** (Walter and Gillett, 1998) เฉพาะส่วนที่เป็นพืชมีท่อลำเลียงที่ถูกคุกคาม (threatened) คิดเป็นร้อยละของพืชที่มีอยู่ในประเทศนั้นๆ ค่าร้อยละที่สูงสุด 3 ลำดับแรกของโลกและประเทศในกลุ่มอาเซียน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ชนิดพันธุ์พืชมีท่อลำเลียงที่ถูกคุกคาม (threatened) แจกแจงตามประเทศในกลุ่มอาเซียนและค่าร้อยละที่สูงสุด 3 อันดับแรกของโลก

ประเทศ	Ex	Ex/E	E	V	R	I	จำนวนชนิดที่ถูกคุกคาม(รวม)	จำนวนชนิดพืชรวม	ร้อยละที่ถูกคุกคาม
St. Helena	11	3	22	2	27	14	68	165	41.2
Mauritius	47	6	118	72	96	2	294	750	39.2
USA	22	181	1,178	1,783	1,495	32	4,669	19,473	24.0
Thailand	**0**	**0**	**27**	**21**	**33**	**304**	**385**	**11,625**	**3.3**
Viet Nam	0	2	6	25	301	7	341	10,500	3.2
Singapore	1	0	4	7	8	10	29	2,168	1.3
Philippines	0	4	5	60	47	244	360	8,931	4
Myanmar	0	0	3	7	14	8	32	7,000	0.5
Malaysia	3	3	84	146	144	113	490	15,500	3.2
Laos	0	0	0	0	2	0	2	0	0
Indonesia	1	4	24	73	102	61	264	29,375	0.9
Cambodia	0	0	1	4	0	0	5	0	0
Brunei	0	0	0	11	6	8	25	6,000	0.4

<u>หมายเหตุ</u> 1 จำนวนชนิดพืชที่ถูกคุกคามรวม EX/E, E, V, R และ I ยกเว้น EX

Ex = สูญพันธุ์ (Extinct), E = ใกล้สูญพันธุ์ (Endangered), V = มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์

(Vulnerable), R = หายาก (Rare), I = ข้อมูลไม่เพียงพอ (Indeterminate)

2 ข้อมูลจาก World Conservation Monitoring Centre (2003c and 2003e)

จารุพันธ์ ทองแถม, ม.ล. (2532) ได้เสนอจำนวนชนิดและการสำรวจทางพฤกษศาสตร์ การกระจายพันธุ์และนิเวศวิทยาของเฟิร์นบางชนิดที่พบในแหล่งต่างๆ ของประเทศไทย สาเหตุของการสูญพันธุ์หรือลดปริมาณลงอย่างรวดเร็วในธรรมชาติ พร้อมแนวทางอนุรักษ์โดยย่นย่อเวลา ข้อมูลนำเสนอประกอบได้แก่ พื้นที่สมควรอนุรักษ์ จำนวนและรายชื่อเฟิร์นหายาก พบเฉพาะถิ่น และแนวทางในการขยายพันธุ์เพิ่มโดยการเพาะสปอร์ ทั้งนี้สาเหตุของการสูญพันธุ์หรือลดปริมาณลงอย่างรวดเร็วในธรรมชาตินั้น มีสาเหตุสำคัญ 4 ประการคือ สภาพแวดล้อมเสียสมดุลย์จากการตัดโค่นเผาทำลายป่า การแพร่พันธุ์ได้ยากหรือสปอร์หาได้ยากในธรรมชาติ การเก็บเพื่อการค้าส่งออกหรือขายในประเทศ และความสูญเสียในระหว่างการเก็บ การขนส่ง และการจำหน่าย เฟิร์นของไทยจำนวนประมาณ 620 ชนิด มีประมาณร้อยละ 2 หรือมี 13 ชนิดเป็นพืชเฉพาะถิ่น (endemic species) และมีจำนวนกว่า 50 ชนิดเป็นพืชหายาก บางชนิดมีโอกาสสูญพันธุ์ได้ง่าย เช่น ฟิล์มมีเฟิร์น (filmy fern) ในสกุล *Hymenophyllum* และ *Trichomanes* บัวแฉก (*Dipteris conjugata*) เป็นต้น

ก่องกานดา ชยามฤต (2532) ได้อธิบายแนวทางการศึกษาพืชหายากและใกล้จะสูญพันธุ์ โดยข้อพิจารณาเกี่ยวกับพืชหายากและใกล้จะสูญพันธุ์ตามเกณฑ์ของ IUCN Plant Red Data Books (1978) จัดพืชไว้ตามลำดับชั้นดังนี้

Extinct หมายถึง พืชที่สูญพันธุ์ไปแล้ว ในทางปฏิบัติ พืชที่จัดอยู่ในลำดับนี้เป็นพืชค้นหาไม่พบแล้วในพื้นที่ที่เคยมีรายงานว่าพบพืชนี้ ภายหลังจากที่ได้ทำการสำรวจหลายครั้งหลายครา

Endangered หมายถึง พืชที่กำลังอยู่ในภาวะอันตรายใกล้จะสูญพันธุ์ไปจากโลก หรือสูญพันธุ์ไปจากแหล่งที่มีการกระจายพันธุ์อยู่ หรือพืชที่ไม่น่าจะมีชีวิตอยู่ได้ถ้าอิทธิพลต่างๆที่เป็นสาเหตุให้พืชสูญพันธุ์ยังคงดำเนินต่อไป นอกจากนี้ยังรวมถึงพืชที่ลดจำนวนลงจนถึงขั้นวิกฤต หรือพืชที่แหล่งที่อยู่ (habitat) ถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิง ซึ่งจะเป็นเหตุทำให้พืชล้มหายตายจากสูญพันธุ์ไปได้ พืชที่จัดว่าเป็น endangered นี้จะต้องเป็นพืชที่พิสูจน์ได้แล้วว่า พืชนี้กำลังมีอิทธิพลคุกคามไปอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งทำให้พืชลดจำนวนลง ถูกทำลายไปหรือสภาพแหล่งที่อยู่ถูกเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจากการกระทำของมนุษย์

Vulnerable หมายถึง พืชที่จะเข้าสู่สภาวะ endangered ในอนาคตอันใกล้ถ้าอิทธิพลต่างๆ ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้พืชสูญพันธุ์ยังคงดำเนินอยู่ พืชนี้จะสูญพันธุ์ไปจากโลกหรือสูญพันธุ์ไปจากแหล่งการกระจายพันธุ์ รวมถึงพืชที่จำนวนประชากรลดลง เนื่องจากเหตุต่างๆ คือการนำมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายมหาศาล การทำลายที่อยู่ของมันอย่างรุนแรงหรือจากอิทธิพลทางธรรมชาติอื่นๆ โดยพืชพวกนี้ยังมิได้ดำเนินการอนุรักษ์อย่างจริงจัง

ปัจจัยที่ทำให้พืชจัดเป็น endangered หรือ vulnerable มีดังนี้

1. แหล่งที่อยู่ของพืชตลอดจนแนวการกระจายพันธุ์ถูกคุกคามหรือทำลายเปลี่ยนแปลงไป เช่น การระเบิดเขาหินปูนเพื่อใช้ในการก่อสร้าง การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อการเกษตรกรรม เป็นต้น
2. การนำพืชมาใช้ประโยชน์มากเกินไปทั้งในด้านการค้า กีฬา การทดลองตลอดจนกิจกรรมทางการศึกษา เช่น การเก็บหากล้วยไม้ป่าหรือไม้ประดับชนิดต่างๆ โดยไม่คำนึงถึงการสืบพันธุ์ทดแทนตามธรรมชาติ
3. มีโรคเบียดเบียนหรือพืชนั้นเป็นอาหารของสัตว์อื่น
4. มีกระบวนการต่างๆ ในการดำรงชีวิตอยู่ไม่สมดุลกัน
5. ปัจจัยอื่นๆ ที่นอกเหนือจากนี้ทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและโดยมนุษย์

Rare หมายถึง พืชที่มีจำนวนประชากรขนาดเล็กซึ่งยังมิได้อยู่ในชั้น endangered หรือ vulnerable ในขณะนี้ แต่มีความเสี่ยงที่จะเป็น endangered หรือ vulnerable ได้ พืชพวกนี้มักจะขึ้นอยู่ในท้องที่ที่มีลักษณะจำกัดทางภูมิศาสตร์ เช่น เป็นพืชเฉพาะถิ่น (endemic) อยู่บนเกาะเล็กๆ หรืออยู่บนยอดเขาใดยอดเขาหนึ่ง ไม่หนาแน่นในแนวการกระจายพันธุ์

พืชที่หายากนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ชนิดแรกเป็นพืชหายากโดยธรรมชาติ คือเป็นพืชที่เมื่อก่อนเคยเป็นพืชหายาก ปัจจุบันก็ยังหายากอยู่ โดยสาเหตุมาจากตัวการทางด้านชีววิทยาหรือทางกายภาพที่ทำให้พืชนั้นหายาก อีกชนิดหนึ่งเป็นพืชหายากที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแหล่งที่อยู่ เช่น การทำลายป่า การปล่อยสัตว์เลี้ยงให้เข้าแทะเล็มพืชนั้นเป็นอาหาร

ปัญหาในการพิจารณา แม้ว่าจะมีคำจำกัดความของพืชตามลำดับชั้นต่างๆ ตาม IUCN แล้วก็ตามเราก็พบว่าเป็นการค่อนข้างยากที่จะนำมาปฏิบัติ การจะกำหนดลงไปว่าพืชชนิดใดเป็น endangered vulnerable หรือ rare นั้น จะทำได้โดยการศึกษาข้อมูลในสนามเบื้องต้น ในชั้นแรกเราจะศึกษาข้อมูลเหล่านี้ได้จาก ตัวอย่างพันธุ์ไม้ ที่เก็บไว้ในหอพรรณไม้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกสำรวจพันธุ์พืชในปัจจุบัน ซึ่งผู้เก็บได้บันทึกข้อมูลในสนามไว้ เช่น เก็บที่ใด เมื่อไร สภาพป่าเป็นแบบใด ความสูงและลักษณะแหล่งที่อยู่ของพืช นอกจากนี้ยังต้องค้นคว้าข้อมูลจาก

เอกสารที่เกี่ยวกับพืช เช่น หนังสือพรรณพฤกษาชาติของท้องถิ่นต่างๆ (Flora) พวกหนังสือคู่มือเกี่ยวกับพืชอันได้แก่ revision monograph manual เป็นต้น เพื่อนำมาพิจารณาประกอบการศึกษาท้องที่ในปัจจุบัน ในการพิจารณานี้ต้องอาศัยนักพฤกษศาสตร์ผู้มีประสบการณ์ทางด้านสนามเป็นอย่างดี แนวทางการพิจารณาต้องขึ้นอยู่กับการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน ต้องมีการเปรียบเทียบจำนวนประชากร ว่ามีเพิ่มขึ้นหรือลดลงในแต่ละปี หรือแต่ละครั้งที่ทำการสำรวจ ดังนั้นการบันทึกข้อมูลของผู้เก็บตัวอย่าง จึงเป็นสิ่งสำคัญพอๆ กับการออกสำรวจท้องที่ในปัจจุบัน ส่วนมากผู้เก็บมักจะบันทึกเพียงว่า พืชนั้นอุดมสมบูรณ์หรือหายากเท่านั้น ไม่ได้บันทึกจำนวนที่แน่นอนหรือโดยประมาณลงไป ซึ่งข้อมูลเพียงแค่นี้ ไม่สามารถจะเปรียบเทียบจำนวนประชากร ว่ามีเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ เวลาบันทึกจึงควรบันทึกจำนวนที่แน่นอนหรือโดยประมาณ (จำนวนประมาณนี้ต้องมีวิธีคำนวณที่ตายตัว) พร้อมทั้งบันทึกว่าพืชนั้นขึ้นครอบคลุมพื้นที่เท่าใด นอกจากนี้ยังต้องสังเกตทางด้านชีววิทยาของพืช เพื่อเป็นข้อมูลในการอนุรักษ์พืชที่เป็น endangered หรือ vulnerable ให้ฟื้นฟูขึ้นมาได้ในภายหน้า

การออกสำรวจพืชบางครั้ง เราจะพบพืชบางชนิดมีอยู่ในหอพรรณไม้เพียง 2 – 3 ชิ้น แต่ในธรรมชาติแล้ว พืชชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เนื่องจากความอุดมสมบูรณ์และความหาง่ายของมัน นักเก็บทั้งหลายคุ้นตามากจึงละเลยที่จะเก็บ เช่น สาบเสือ (*Eupatorium odoratum*) ในกรณีเช่นนี้อาจจะทำให้เกิดความเข้าใจผิดว่า พืชนี้เป็นพืชที่หายากไป พืชบางชนิดพบว่ามีตัวอย่างอยู่ในหอพรรณไม้หลายชิ้น ทั้งที่ความจริงแล้วพืชนั้นเป็นพืชหายาก ทั้งนี้เนื่องจากว่า พืชพวกนี้มักมีความสวยงามสะดุดตา มีลักษณะเฉพาะตัว ใครเห็นก็อดไม่ได้ที่จะเก็บ และเพราะความหายากของมันนั่นเองที่นักเก็บทั้งหลายไม่ค่อยพบ เมื่อพบก็อยากเก็บ เช่น กระโถนพระฤาษี (*Sapria himalayana*; Rafflesiaceae) พืชนี้จะมีดอกขนาดใหญ่ไม่สมบูรณ์เพศ ส่งกลิ่นเหม็นล่อแมลง แมลงมาดมก็จะตกลงไปในท่อเกสรเพศเมีย เป็นผลให้เกิดการผสมเกสรขึ้น พืชนี้สืบพันธุ์โดยเมล็ดมีขนาดเล็ก มีเมือกเหนียว ในประเทศไทยพบที่ดอยสุเทพและดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ และเขาพ่อตา จังหวัดระนอง ในธรรมชาติแล้วพบน้อย เนื่องจากเป็นพืชที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ และเป็นพืชเบียนของเถาวัลย์ชนิดหนึ่งคือเครือเขาน้ำ (*Tetrastigma cruciatum*; Vitidaceae) พืชนี้พบเฉพาะในป่าดิบเขาที่อุดมไปด้วยธาตุอาหารและซากกิ่งไม้และใบไม้ที่เน่าเปื่อย เนื่องจากมันเป็นพืชเบียนที่ต้องอาศัยตัวถูกเบียน (host) จำกัดชนิด คือเฉพาะต้นเครือเขาน้ำเท่านั้น และเหตุการณ์ในปัจจุบันพื้นที่ป่าเหล่านี้ถูกบุกรุกเปลี่ยนเป็นไร่เลื่อนลอยและจุดประสงค์อื่นๆ ซึ่งทำให้ตัวถูกเบียนของพืชนี้ถูกจัดไว้เป็น endangered species ด้วย ยิ่งกว่านั้นพืชชนิดนี้ยังให้ดอกสีส้มสวยสะดุดตา เป็นที่ต้องตาต้องใจแก่นักเก็บพันธุ์ไม้ทั้งหลาย ซึ่งเป็นการเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ในอนาคต ดังนั้นถ้าอาศัยข้อมูลจากหอพรรณไม้อย่างเดียวจะไม่สามารถสรุปสถาน

ภาพของพืชได้ ต้องอาศัยการออกสำรวจในสนามโดยนักพฤกษศาสตร์ที่เชี่ยวชาญที่มีประสบกาณ์มากพอที่จะตัดสินได้

นอกจากนี้เรายังพบว่าพืชบางชนิดที่เราพบว่ามีตัวอย่าง (collection) เดียวในหอพรรณไม้ ทั้งยังเป็นพันธุ์ไม้ต้นแบบ (type collection) ด้วย เมื่อเราตามออกไปถึงท้องที่นั้น อาจพบพืชนั้นขึ้นอยู่อีก 2 – 3 แห่งใกล้เคียงกัน ทำนองเดียวกันพืชบางชนิดพบครั้งสุดท้ายเมื่อ 70 – 80 ปีแล้ว เมื่อตามไปที่เดิมไม่พบเลยแต่กลับไปพบเมื่อสำรวจพื้นที่ไกลออกไปจากที่เดิม ในทางตรงข้ามพืชที่ดูจากหอพรรณไม้ พบว่ามีขึ้นอยู่ถึง 9 ท้องที่แต่เมื่อตามออกไปไม่พบเลยทั้ง 9 พื้นที่นั้น สาเหตุที่เกิดเหตุการณ์เหล่านี้ขึ้น ก็เนื่องจากบางครั้งพื้นที่ที่เราตามไปนั้น ในปัจจุบันได้ถูกเปลี่ยนแปลงไป บางครั้งทำให้พืชที่เป็นพืชที่ค่อนข้างมีการกระจายพันธุ์จำกัดอยู่ในบริเวณท้องที่นี้ในอดีต กลับกลายเป็นวัชพืชในปัจจุบัน โดยพืชมีการเปลี่ยนรูปแบบของถารกระจายพันธุ์ โดยมีการกระจายพันธุ์ได้อย่างกว้างขวางขึ้นและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ขึ้นอย่างน่าตกใจ พืชบางชนิดจากตัวอย่างพันธุ์ไม้พบว่า มีการกระจายพันธุ์อยู่อย่างทั่วไป แต่เนื่องจากความเป็นพิษของมัน ทำให้ผู้อพยบเข้าไปตั้งถิ่นฐานในบริเวณนั้นได้พยายามกำจัดมันทิ้งจนกระทั่งไม่พบอีกเลย หรือพบก็เป็นหย่อมๆ ซึ่งเป็นการทำลายแหล่งที่อยู่เดิมของพืช ทำให้แนวการกระจายพันธุ์ลดลง นอกจากนี้บริเวณดินดีย่อมมีพืชหลากหลายชนิดขึ้นอยู่ด้วย เมื่อผู้อพยพเข้าไปตั้งถิ่นฐาน ก็ย่อมจะต้องเลือกเอาบริเวณนั้นแล้วขุดรากถางพง เปลี่ยนสภาพแหล่งที่อยู่นั้นกลายเป็นที่ทำกิน จึงทำให้พืชหลากหลายชนิดซึ่งบางชนิดก็เป็นพืชหายากในบริเวณนั้นถูกทำลายสูญหายไป หรือไม่ก็ลดปริมาณลง ดังนั้นการออกสำรวจข้อมูลภาคสนามปัจจุบัน จึงจะเป็นเครื่องยืนยันได้ว่าควรจะจัดพืชชนิดนั้นไว้ในสถานภาพใด

แนวทางการอนุรักษ์พันธุ์พืช แนวทางการอนุรักษ์พันธุ์พืชเพื่อการใช้ประโยชน์ในทุกๆ ด้านมีแนวทาง 2 ประการดังนี้

1. การเก็บรักษาไว้ในสภาพป่า (in situ) เป็นการอนุรักษ์แหล่งที่อยู่อาศัยของพืช (habitat conservation) โดยพิจารณาพื้นที่ที่เป็นแหล่งที่อยู่ของที่ใกล้จะสูญพันธุ์หรือเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ให้พ้นจากการกระทำของมนุษย์ โดยการหยุดทำลายแหล่งที่อยู่ของพืชหรือฟื้นฟูแหล่งที่อยู่ให้กลับสู่สภาพเดิม

2. เก็บรักษาไว้ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (ex situ) วิธีการนี้ได้แก่การเก็บรักษาพืชหายากหรือใกล้จะสูญพันธุ์ มาปลูกไว้ในแปลงขยายพันธุ์ในสวนพฤกษศาสตร์หรือสวนรุกขชาติและพยายามทำสภาพนิเวศให้เหมือนกับธรรมชาติเดิมที่พืชนั้นขึ้นอยู่

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2539 ข) ได้กล่าวถึงอนุสัญญาที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ได้มีขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2476 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออนุรักษ์พรรณพืชและพันธุ์สัตว์ในสภาพธรรมชาติ นับแต่นั้นมาจนถึงการถือกำเนิดของอนุสัญญาว่าด้วย

ความหลากหลายทางชีวภาพในปี พ.ศ. 2535 มีอนุสัญญาสิ่งแวดล้อมทั้งหมด 152 ฉบับ ซึ่งเป็นอนุสัญญาที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพถึง 62 ฉบับ อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ จึงเป็นเพียงผลรวมของอนุสัญญาทั้งหมดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการรณรงค์ต่อต้านการสูญเสียชนิดพันธุ์ สายพันธุ์ และระบบนิเวศ ซึ่งเกิดขึ้นทุกวันด้วยอัตราเร่งอย่างที่สุดในระยะ 30 ปีที่ผ่านมานี้

ความหวั่นวิตกของนานาชาติเกี่ยวกับการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพได้นำไปสู่ "สัญญาร่วม" ที่จะดำเนินการอย่างพร้อมเพียงกันทั่วโลก เพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน นับตั้งแต่การลงนามในอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพในการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (United Nations Conference on Environment and Development : UNCED) ณ กรุงริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล ในระหว่างวันที่ 5 – 12 มิถุนายน 2535 จนถึง วันที่ 8 มีนาคม 2539 145 ประเทศทั่วโลกและสหภาพยุโรป (European Union) ได้เข้าเป็นภาคีอนุสัญญาฯ และต่างเร่งดำเนินการในประเทศของตนเพื่อคุ้มครองความหลากหลายทางชีวภาพ

อนุสัญญาที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญๆ ได้แก่

อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (Convention on Biological Diversity, 1992 – **CBD**) อนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ (Convention on International Trade in Endangered Speciesof Wild Fauna and Flora, 1973 – **CITES**) อนุสัญญาว่าด้วยการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ (Ramsar Convention on Wetlands of International Importance as Waterfowl Habitat, 1971 – **Ramsar Convention**)

ในประเทศกลุ่มอาเซียน ได้จัดทำความตกลงอาเซียนว่าด้วยการอนุรักษ์ธรรมชาติและทรัพยากรธรรมชาติ (ASEAN Agreement on the Conservation of Nature and Natural Resources, 1985)

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2539 ก) ได้กำหนดแผนงานที่สำคัญๆ สำหรับประเทศไทย เพื่อให้การเข้าเป็นภาคีอนุสัญญาต่างๆ เป็นไปโดยก่อประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติและนานาชาติทั่วโลก แผนงานที่จำเป็นเร่งด่วนได้แก่ การจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้าร่วมเป็นภาคีอนุสัญญาไซเตส์ (CITES) จำเป็นต้องมีบัญชีรายการสิ่งมีชีวิตที่ใกล้จะสูญพันธุ์ ชนิดพันธุ์หายากและชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่น รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพในแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติเพื่อใช้เป็นคู่มือในการดำเนินการต่างๆ ต่อไป

2.2 ลักษณะของพืชสกุล *Isoetes*

2.2.1 ลักษณะทั่วไป

Isoetes เป็นพืชที่มีระบบท่อลำเลียง (vascular plant) กำเนิดขึ้นในยุคครีเตเชียสตอนต้น (Lower Cretaceous) ประมาณ 135 ล้านปีมาแล้ว (Pearson, 1995) Retallack (1997) ได้ศึกษาวิวัฒนาการของ *Isoetes* พบว่า *Isoetes* ได้เริ่มกำเนิดขึ้นบนโลกในยุคไทรแอสสิกตอนต้น (Earliest Triassic) ประมาณ 230 ล้านปี ทั้งนี้เขาพบ *Isoetes beestonii* ซึ่งเป็นชนิดใหม่ของ *Isoetes* จากซิดนีย์ เบซิน (Sydney basin) และโบเวน เบซิน (Bowen basin) ในประเทศออสเตรเลีย จากการศึกษาลักษณะ สัณฐานของใบ อับสปอร์ เมกะสปอร์และไมโครสปอร์ พบว่ามีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับพืชในกลุ่มไลคอปซิด (lycopsids) หลายชนิด เช่น *Cyclostrobus sydneyensis* Helby and Martin จากซิดนีย์ เบซิน, *Pleuromeia dubia* (Seward) Retallack จากซิดนีย์ เบซินและแคนนิง เบซิน (Canning basin) ความหลากหลายของพืชในกลุ่ม Isoetes (Isoetaleans) ในยุคไทรแอสสิกตอนต้นและความอ่อนแอของระบบท่อลำเลียงทั้ง *Tomiostrobus* และ *Pleuromeia* ทำให้เป็นที่เชื่อได้ว่า *Isoetes* วิวัฒนาการมาจากการลดขนาดลงของ *Pleuromeia* พืชจำพวก *Isoetes* ซึ่งมีเป็นจำนวนมากคล้ายเป็นวัชพืชในยุค เพอร์เมียน-ไทรแอสสิก (Permian-Triassic) ได้เริ่มลดจำนวนลงในยุคไทรแอสสิกตอนปลาย มีลักษณะสอดคล้องกับการลดจำนวนลงของสัตว์เลื้อยคลานจำพวก เทอแรปซิด (terapsid reptiles) ซึ่งกินพืชเหล่านี้เป็นอาหารหลักที่สำคัญด้วย

Isoetes ทั้งหลายในปัจจุบันสามารถจัดหมวดหมู่ตามหลักอนุกรมวิธานวิทยาได้ดังนี้ (Walters and Keil, 1996 ; Moore, Clark and Stern, 1995 ; Northington and Schneider, 1996 ; Kramer and Green, 1990 and Bold, Alexopoulos and Delevoryas, 1980)

Kingdom Plantae
Division Lycopodophyta (Lycophyta, Microphyllophyta)
Class Isoetopsida (Isoetinae, Lycopodiatae)
Order Isoetales
Family Isoetaceae
Genus *Isoetes*

Woodland (2000) อธิบายว่า *Isoetes* มีจำนวนสมาชิกประมาณ 150 ชนิด ลำต้นใต้ดินคล้ายหัวคอร์ม (corm-like) มีเนื้อเยื่อแคมเบียม (cambium) เป็นเยื่อเจริญด้านข้าง รากแตกแขนงใน

แต่ละครั้งเป็นสองแฉก (dichotomously branched) ใบแบบใบจิ๋ว (microphylls) ลักษณะยาวเรียว คล้ายขนเม่นหรือคล้ายใบหญ้า (quill or grass-like) มีเส้นใบเส้นเดียว อับสปอร์มีขนาดใหญ่ 1 อัน ฝังตัวด้านหลังโคนใบรูปช้อน (spoon-shaped base) สร้างสปอร์ต่างแบบ (heterosporous) เจริญในแหล่งน้ำตื้นบางช่วงเวลาของปี น้ำใส มีออกซิเจนสูง พื้นทรายในทะเลสาบ สระ ชายฝั่งแม่น้ำ ปกติมักจะถูกมองข้ามค้นหาไม่ค่อยพบ เพราะว่ามีลักษณะคล้ายหญ้าที่เจริญในสภาพแวดล้อมเดียวกัน

Koch (1975) อธิบายลักษณะของ *Isoetes* ว่าเป็นพืชที่สร้างสปอร์ต่างแบบ (heterosporous) ใบทั้งหมดสามารถสร้างสปอร์ได้ ใบทุกใบมีรูปร่างคล้ายคลึงกันและทั้งหมดดูคล้ายกับใบที่สร้างอาหารของพืช (vegetative leaf) โดยทั่วไปด้วย อับสปอร์เป็นไมโอสปอแรงเกีย (meiosporangia) สร้างขึ้นด้านใกล้แกน (adaxial) บนฐานใบที่แผ่กว้างออก ใบแรกที่สร้างขึ้นในฤดูเจริญอาจจะเป็นใบที่เป็นหมัน ใบที่สร้างสปอร์ได้ใบแรกจะเป็นใบที่สร้างเมกะสปอร์ แต่ละใบสามารถสร้างเมกะสปอร์ได้จำนวนมากในอับเมกะสปอร์เดี่ยว (single megasporangium) ใบชั้นในหรือใบใกล้ยอดจะสร้างไมโครสปอร์จากอับไมโครสปอร์เดี่ยวเช่นกัน ใบสุดท้ายที่สร้างขึ้นในฤดูกาลหรือใบซึ่งอยู่วงในสุด ตามปกติมักจะเป็นหมันหรือมีอับสปอร์ที่ฝ่อไม่สามารถสร้างสปอร์ได้ กลุ่มใบชั้นนอกเป็นใบที่สร้างเมกะสปอร์และล้อมรอบใบชั้นในที่สร้างไมโครสปอร์ ลักษณะของอับสปอร์มีขนาดใหญ่และนับได้ว่าใหญ่ที่สุดในบรรดาพืชที่สร้างสปอร์ทั้งหลาย อาจจะยาวได้ถึง 7 มิลลิเมตร โคนใบเหนือตำแหน่งที่สร้างอับสปอร์จะมีลิ้นใบ (ligule) และมีวัยวะคล้ายเยื่อคลุมกลุ่มอับสปอร์ (indusium like) เรียกว่าเยื่อหุ้มอับสปอร์ (velum) เจริญจากฐานลิ้นใบลงมาปกคลุมอับสปอร์ทั้งหมด อับไมโครสปอร์ สร้างสปอร์จำนวนมากมายและเป็นสปอร์จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซีสของเซลล์แม่ในอับสปอร์ สปอร์ที่ได้จึงเป็นไมโอสปอร์ (meiospore) และมีจำนวนโครโมโซม 1 ชุด จำนวนสปอร์ประมาณ 150,000 – 1,000,000 เม็ดต่ออับสปอร์ ส่วนอับเมกะสปอร์จะสร้างสปอร์ได้ประมาณ 50 – 300 เม็ดต่ออับสปอร์ *Isoetes* แตกต่างจาก *Selaginella* ตรงที่เม็ดเมกะสปอร์และไมโครสปอร์จะยังไม่เจริญพัฒนา เป็นแกมีโทไฟต์ จนกว่าจะถูกปลดปล่อยออกไปจากอับสปอร์ ส่วน *Selaginella* สร้างสเปิร์มได้ตั้งแต่อยู่ในสตรอบิลัสและ สเปิร์มมี 2 แฟลเจลลัม (biflagellate sperm) สำหรับ *Isoetes* แกมีโทไฟต์เพศผู้ สร้างสเปิร์มที่มีแฟลเจลลัมจำนวนมาก (multiflagellate sperm) คล้ายกับสเปิร์มของเฟิร์นและหญ้าถอดปล้อง แกมีโทไฟต์เพศเมีย · พัฒนาการคล้ายคลึงกับ *Selaginella* แต่เอ็มบริโอไม่มี ซัสเปนเซอร์ (suspensor)

Eames (1974) อธิบายลักษณะทางนิเวศวิทยา สัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์และการสืบพันธุ์ของ *Isoetes* ไว้ดังนี้

Isoetes เป็นพืชล้มลุกหลายฤดูกาล (perennial herbaceous plants) ส่วนใหญ่เป็นพืชใต้น้ำ ส่วนน้อยที่เป็นพืชโผล่พ้นน้ำ หรือสะเทินน้ำสะเทินบก (amphibious) จนถึงพืชบกในดินที่ค่อนข้างแห้ง ลำต้นใต้ดินแบบหัวคอร์ม (corm) ลักษณะสดและเป็นโครงสร้างสะสมอาหาร หัวอาจจะแบ่งเป็นพูๆ ตามแนวความยาวด้วยร่องบนลำต้น 2 – 3 ร่อง ในพืชที่มีอายุหลายปีขนาดร่องจะลึกเพิ่มขึ้น รากเกิดระหว่างร่อง ลักษณะสัณฐานวิทยาของ *Isoetes* มีดังนี้

คอร์ม มีลักษณะเป็นหัวสะสมอาหาร มีส่วนกว้างมากกว่าส่วนยาว เส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.5 – 2.5 เซนติเมตร อาจจะกว้างถึง 4 เซนติเมตร ค่อนข้างจะหายากที่กว้างถึง 8 เซนติเมตร ด้านบนมีขอบรอบนอกเป็นสันนูนแล้วลาดลงเป็นแอ่งเว้าลงสู่ใจกลางเป็นที่เกิดของใบ ด้านข้างแบ่งเป็นพูด้วยร่อง 2 – 3 ร่อง ผิวด้านนอกตอนบนของคอร์มประกอบด้วยสะเก็ด (sloughing tissue) หรือเนื้อเยื่อเดิมของลำต้นซึ่งเคยเป็นที่ที่ใบและรากของฤดูกาลก่อนๆ ยึดเกาะและจะถูกย่อยสลายต่อไป ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและอายุ จุดเจริญของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ฝังอยู่ใจกลางแอ่ง เยื่อเจริญปลายยอดเมื่อสร้างจุดกำเนิดใบอ่อนแล้วจะเจริญพัฒนายกเนื้อเยื่อลำต้นส่วนนี้ให้สูงกว่าเยื่อเจริญปลายยอดเสมอ ลำต้นใต้ส่วนยอดหรือใต้ส่วนที่รองรับใบลงมาจะมีลักษณะตรงและสั้นๆ ตอนล่างสุดเป็นส่วนที่เกิดรากแขนง (lateral roots) เรียกลำต้นส่วนล่างที่มีรากนี้ว่า ไรโซมอร์ฟ (rhizomorph) Cook (1996b) รายงานว่าลำต้นสะสมอาหารนี้ เป็นอาหารของหนูและนกน้ำบางชนิด โดยปกติลำต้นหรือหัวคอร์มจะไม่แตกแขนงด้วยตนเอง แต่ก็มีโอกาสพบต้นที่แตกแขนงแบบแยกสองแฉก ซึ่งจะพบว่าใบแยกเป็นสองกลุ่ม และยากมากที่จะพบการแตกแขนงเป็นครั้งที่ 2 หรือมี 4 กลุ่มใบ จาก 4 ยอดบนต้นเดียวกัน

ใบ เล็กเรียว (linear) เรียงตัวแบบเกลียวปิด (close spiral) ใบยาวตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ถึงหลายเซนติเมตร มีรายงานว่าใบของ *Isoetes japonica* มีความยาวถึง 1 เมตรและเจริญอยู่ใต้น้ำ บางชนิดใบส่วนที่โผล่พ้นผิวน้ำจะลอยปริ่มบนผิวน้ำ ใบยาวตรงหรือโค้งงอเป็นคลื่นเล็กน้อย ปลายใบแหลมตรงหรือโค้งเข้าหาแกนกลางลำต้นเล็กน้อย ตอนกลางใบค่อนข้างกลม มีสันหรือมุม 3 – 4 มุม ใบสีเขียวอ่อน โคนใบแผ่แบนออกเป็นรูปช้อน เรียงซ้อนกันเวียนเป็นเกลียว ประกบปิดโคนใบชั้นในตามลำดับ โคนใบทั้งหมดอยู่ใต้ดินประกอบกันขึ้นคล้ายหัวหอม (bulb-like) โคนใบไม่มีคลอโรฟิลล์ มีสีขาวจนถึงสีน้ำตาล จำนวนใบต่อต้นมีตั้งแต่ 2 – 3 ใบจนถึงจำนวนมาก (อาจจะมีจำนวนมากถึง 200 ใบ) สำหรับพืชสะเทินน้ำสะเทินบกหรือพืชบก ใบที่อยู่ตรงกลางสุดหรือปลายยอดมักจะเจริญไม่เต็มที่และแห้งตายก่อนใบรอบนอก ส่วนพืชน้ำจะมีใบอยู่ตลอดเวลาและบางชนิดอาจจะเรียกว่าเป็นพืชไม่ผลัดใบ (evergreen plant)

ใบทุกๆ ใบสามารถสร้างสปอร์ได้ แต่ละโคนใบด้านใน จะสร้างอัปสปอร์ซึ่งเจริญเป็นปกติหรือฝ่อและฝังตัวตามความยาวของโคนใบรูปช้อน ที่โคนใบเหนืออับสปอร์เล็กน้อย

จะมีเยื่อลิ้นใบ (ligule) รูปร่างค่อนข้างเป็นสามเหลี่ยม ความยาว 2 – 15 มิลลิเมตร ลิ้นใบโตเต็มวัย (mature) ก่อนตัวใบ ไม่มีคลอโรฟิลล์และผิวเคลือบคิวติน หน้าที่ของลิ้นใบไม่เป็นที่แน่ชัด อาจจะช่วยในการดูดซึมหรือช่วยในการสังเคราะห์สารบางอย่าง แต่อย่างไรก็ตามขนาดของลิ้นใบก็ค่อยๆ หดหายไปเช่นเดียวกับ *Selaginella*

ราก ในบริเวณ rhizomorph ซึ่งเป็นส่วนล่างสุดของลำต้นสด มีลักษณะสั้นๆ และหนา ความยาวเพิ่มขึ้นช้ามาก เนื้อเยื่อเจริญมีลักษณะแบนอยู่ตรงศูนย์กลาง มีรอยแยกเป็นส่วนๆ ตามจำนวนพูของลำต้น เนื้อเยื่อเจริญจะแบ่งเซลล์และเซลล์ที่สร้างขึ้นได้จะเจริญพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อของแต่ละพู ทำให้แต่ละพูขยายขนาดเพิ่มขึ้นทางด้านข้าง การเพิ่มขนาดนี้จะรวดเร็วกว่าบริเวณเนื้อเยื่อเจริญซึ่งทำให้ความยาวของส่วนล่างสุดของลำต้นเกิดขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อได้เนื้อเยื่อชุดแรกของแต่ละพูจะมีการสร้างจุดกำเนิดรากจำนวนมากโดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้ร่องรอยแยกของแต่ละพู รากที่เกิดขึ้นจะมีการแตกแขนงแยกเป็นสองแฉก (dichotomous) 2 – 3 ครั้ง ขนาดรากจะเล็กลงเมื่อมีการแยกตัวแต่ละครั้ง รากที่เกิดขึ้นใหม่จากเยื่อเจริญจะอยู่ใกล้ส่วนฐานของร่องระหว่างพูมากที่สุด ส่วนรากแก่จะไกลและอยู่รอบนอกในลักษณะคล้ายคลึงกับการเกิดใบที่ส่วนยอด

2.2.2 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุล *Isoetes*

Eames (1974) อธิบายว่า ลำต้นซึ่งมีเยื่อเจริญที่ส่วนยอดและส่วนฐานแบบฝังตัว (sunken) หรืออยู่ต่ำกว่าเนื้อเยื่อรอบข้างในหัวคอร์ม ลำต้นจะมีการขยายขนาดทางความกว้างด้วยการเติบโตทุติยภูมิ (secondary growth) จากใจกลางลำต้นซึ่งทำให้เนื้อเยื่อเดิมที่อยู่รอบนอกสลายตัวหลุดหายไปอย่างต่อเนื่อง ลำต้นหรือหัวเป็นแหล่งที่เก็บสะสมอาหารมีลักษณะเนื้อเยื่อเช่นเดียวกับพืชน้ำหรือพืชสะเทินน้ำสะเทินบกทั่วไป เนื้อเยื่อของลำต้นค่อนข้างซับซ้อนแต่จากการศึกษาทำให้รู้ลักษณะโครงสร้างเป็นอย่างดี

ลำต้น โครงสร้างใจกลางลำต้น มีสตีล (stele) แบบโพรโทสตีล (protostele) โดยมีแกนกลางเป็นเทรคีด (tracheid) เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ และมีพาเรงคิมาปะปนอยู่ ถัดออกมาด้านนอกเป็นแคมเบียม (cambium) และกลุ่มของโฟลเอ็มปฐมภูมิ (primary phloem) ซึ่งมีจำนวนเซลล์เล็กน้อยเรียงตัวโดยรอบใจกลาง โฟลเอ็มเซลล์ทางด้านในที่ติดกับเทรคีดเป็นเนื้อเยื่อลำเลียงดัดแปลง (modified vascular tissue) ทางด้านนอกเป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมาล้วนๆ ถัดจากเนื้อเยื่อลำเลียงออกมาเป็นพาเรงคิมาที่สะสมอาหารซึ่งมีการสร้างขึ้นมาทดแทนเนื้อเยื่อเดิมทุกๆ ปี ในบางชนิดพืชกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาจจะประกอบด้วยเทรคีดและพาเรงคิมา บางชนิดอาจจะประกอบด้วยโฟลเอ็มล้วนๆหรือโฟลเอ็มปะปนกับไซเล็ม เซลล์ของเนื้อเยื่อลำเลียงมีการพัฒนาและมีขนาดเล็กลงคล้ายคลึงกับพืชน้ำอื่นๆ การเจริญทุติยภูมิมีการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ขึ้นทุกๆ ปีแต่การเพิ่มขนาด

ของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เพราะเนื้อเยื่อที่สร้างขึ้นในปีนี้จะสลายตัวในปีถัดไปทุกปีเช่นเดียวกัน การสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงทุติยภูมิจะมีการสร้างขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่จะสร้างเนื้อเยื่อสะสมอาหาร เพื่อการเจริญเติบโตในช่วงต้นฤดูเจริญของปีถัดไป เมื่อมีการสร้างเนื้อเยื่อสะสมอาหารชุดใหม่ เยื่อสะสมอาหารเดิมและเนื้อเยื่อลำเลียงบางส่วนก็จะสลายตัว และเมื่อมีการสร้างใบใหม่ ใบเก่าจะถูกดันให้สูงขึ้นและออกไปสู่ด้านนอกบนผิวด้านบนของลำต้น เช่นเดียวกับรากใหม่ที่เกิดขึ้นทางส่วนฐานของลำต้นก็จะดันรากเก่าให้เลื่อนไกลออกไปจากใจกลาง เมื่อใบเก่าและรากเก่าถูกดันออกไปนั้นแขนงท่อลำเลียงสู่ใบ (leaf trace) และแขนงท่อลำเลียงสู่ราก (root trace) จะฉีกแยกตัวออก ใบและรากเก่าจะสลายตัวไปในที่สุด คงมีร่องรอยของแขนงท่อลำเลียงเหลืออยู่ใกล้เยื่อแคมเบียม ก่อนเกิดการแยกตัวสลายไปของเนื้อเยื่อชุดเก่า เนื้อเยื่อชุดใหม่ที่อยู่ชิดกับรอยแยกตัวหรือรอยเชื่อมต่อระหว่างเนื้อเยื่อของแต่ละปี จะสร้างสารซูเบอรินให้ผนังเซลล์แข็งแรง ทั้งนี้พืชพวก *Isoetes* ไม่มีการสร้างเพอริเดิร์ม (periderm)

ใบ ใบมีเส้นใบ (vein) เชื่อมต่อกับลำต้นด้วยแขนงท่อลำเลียงสู่ใบ เส้นใบอยู่ตรงกลางใบ 1 เส้นไม่แตกแขนง เนื้อเยื่อมีโซฟีลล์ (mesophyll) มีลักษณะเป็นช่องอากาศ (air chamber) ยาวตามแนวความยาวของตัวใบจำนวน 4 ช่อง แต่ละช่องอากาศมีเยื่อขวางกั้นเป็นระยะ ใบมีปากใบยกเว้นชนิดที่อยู่ใต้น้ำจะไม่มีปากใบ

ราก รากมีลักษณะโครงสร้างแบบง่ายๆ และมีระบบท่อลำเลียงแบบโมนอาร์ก (monarch) ท่อลำเลียงอยู่ใจกลางรากและล้อมรอบด้วยช่องอากาศขนาดใหญ่ โดยปกติไม่มีขนราก (root hair) แต่มีบางชนิดมีขนราก

2.2.3 การสืบพันธุ์

Eames (1974) กล่าวถึงการสืบพันธุ์ของ *Isoetes* การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศค่อนข้างจะพบได้ยากมีรายงานว่าบางชนิดมีการแตกหน่อ (budding) จากลำต้น ในพืชน้ำโดยเฉพาะชนิดที่อยู่ใต้น้ำระดับลึกๆ บางครั้งมีการเกิดแอโพสปอรัส (aposporous) โดยมีการสร้างต้นพืชขนาดเล็ก (young plant) ตรงตำแหน่งโคนใบซึ่งตามปกติจะเป็นที่สร้างอับสปอร์หรือสร้างตอนล่างของอับสปอร์

การสืบพันธุ์ของ *Isoetes* ตามปกติใบของ *Isoetes* อาจจะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ ใบที่อยู่รอบนอกจะเป็นใบที่สร้างเมกะสปอร์ (megasporophyll) ซึ่งจะล้อมรอบใบที่สร้างไมโครสปอร์ (microsporophyll) ซึ่งอยู่ใกล้ใจกลางลำต้น และใบที่อยู่ตรงใจกลางหรือส่วนปลายยอดจะไม่เจริญพัฒนาเต็มวัยหรือพัฒนาเพียงเล็กน้อยโคนใบจะมีอับสปอร์ฝ่อ ใบที่อยู่ชั้นในสุดนี้จะดำรงชีวิตอยู่ได้ในช่วงระยะการพักตัว (resting period) และจะกลายเป็นใบชั้นนอกสุดของพืชในฤดูการเจริญถัดไป

แต่อย่างไรก็ตามใบชั้นในสุดเหล่านี้จะสลายตัวไปก่อนที่ใบชุดใหม่จะเจริญเต็มวัย ในพืชที่เจริญบนบกใบที่เป็นหมันเหล่านี้อาจจะลดรูปลงเป็นเกล็ดหรือคล้ายหนาม (spine-like)

อับสปอร์ อับสปอร์มีขนาดใหญ่ 4 – 7 มิลลิเมตร นับว่าเป็นอับสปอร์ขนาดใหญ่ที่สุดในพืชสร้างสปอร์ที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันด้วยกัน ลักษณะอับสปอร์ค่อนข้างกลม หรือยาวรี ฝังตัวลึกอยู่ในโคนใบ มีเยื่อหุ้มอับสปอร์ (velum) เจริญจากฐานลิ้นใบลงมาปกคลุมอับสปอร์ทั้งหมดหรือบางส่วน *Isoetes* ส่วนน้อยที่ไม่มีเยื่อหุ้มอับสปอร์ ผนังอับสปอร์มีลักษณะบาง ประกอบด้วยเซลล์เพียง 3 – 4 ชั้นซึ่งในจำนวนนี้มีทาพีตัม (tapetum) รวมอยู่ด้วย ถ้าเป็นอับเมกะสปอร์สามารถมองเห็นเม็ดเมกะสปอร์ได้จากภายนอก มีรายงานว่าพบอับสปอร์ที่สร้างทั้งเมกะสปอร์และไมโครสปอร์ในอับสปอร์อันเดียวกันซึ่งหาได้ยากมาก ภายในอับสปอร์จะถูกแบ่งเป็นส่วนๆ ตามขวางด้วยเยื่อทราเบคิวลี (trabeculae) ซึ่งเยื่อนี้จะพบได้จำนวนมากในอับเมกะสปอร์ การแบ่งเป็นส่วนคล้ายห้องสามารถทะลุติดต่อถึงกันได้และแต่ละส่วนมีขนาดไม่เท่ากัน อับสปอร์เกิดขึ้นจากเซลล์เริ่มต้น (initial cell) หลายเซลล์เรียงตัวเป็นแถวตามขวางโคนใบ แล้วจึงแบ่งเซลล์พัฒนาเป็นอับสปอร์ *Isoetes* จึงมีอับสปอร์เป็นแบบยูสปอแรงจิเอต (eusporangiate)

สปอร์ ภายในอับไมโครสปอร์ เมื่อสร้างผนังอับสปอร์แล้ว เซลล์ชั้นในสุดของอับสปอร์ ซึ่งเป็นเซลล์กำเนิดสปอร์ (sporocyte) จะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) อย่างรวดเร็วได้เซลล์จำนวนมากมาย เซลล์เหล่านี้พัฒนาต่อไปเป็นเม็ดไมโครสปอร์ มีขนาดประมาณ 20 – 45 ไมโครเมตร จำนวนสปอร์ต่ออับสปอร์นับว่ามีจำนวนมากที่สุด ในบรรดาพืชที่สร้างสปอร์ที่มีชีวิตอยู่ คือมีจำนวนประมาณ 150,000 – 1,000,000 สปอร์ รูปร่างรีปลายค่อนข้างแหลมหรือมนลักษณะสองซีกเหมือนกัน (bilateral) หรือบางรายงานเป็นรูปพีรามิด (tetrahedral) สีเทาหรือสีน้ำตาล มีสันตามแนวความยาว 1 สัน (longitudinal ridge) สำหรับอับเมกะสปอร์ เซลล์กำเนิดสปอร์จะมีขนาดใหญ่และแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เซลล์ที่ได้จากการแบ่งจะพัฒนาเป็นเม็ดเมกะสปอร์ ซึ่งมีขนาดใหญ่ประมาณ 250 – 900 ไมโครเมตร รูปร่างแบบรูปพีรามิด มีสัน 3 แฉก (triradiate ridge) สีขาว สีน้ำตาล สีเทา หรือสีดำ จำนวนเม็ดเมกะสปอร์ประมาณ 50 – 300 เม็ดต่ออับสปอร์

เม็ดสปอร์จะไม่หลุดออกจากอับสปอร์ แต่จะเป็นเม็ดสปอร์อิสระเมื่อสปอโรฟีลล์และอับสปอร์สลายตัว ชนิดที่อยู่ในแถบอเมริกาเหนือ เม็ดสปอร์เจริญเต็มวัยในฤดูร้อนหรือฤดูใบไม้ร่วงและจะเป็นอิสระในฤดูใบไม้ร่วงหรือฤดูหนาว การกระจายสปอร์ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและโอกาสได้แก่การถูกรบกวนของดินโคลนจากการกระทำของคลื่นหรือการกัดเซาะ มีรายงานว่าไส้เดือนดินเป็นตัวช่วยกระจายสปอร์ได้และบางชนิดมีการสร้างเมือกช่วยพาเม็ดสปอร์ขึ้นสู่ผิวดินพร้อมๆ กับการงอกของใบใหม่

แกมีโทไฟต์ *Isoetes* เป็นพืชที่แกมีโทไฟต์พัฒนาอยู่ภายในผนังของอับสปอร์ (endosporic gametophyte) ซึ่งจะเจริญพัฒนาเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) ได้ทันทีเมื่อเป็นอิสระจากอับสปอร์หรืออาจจะพักตัวต่อไปจนถึงฤดูเจริญที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม

แกมีโทไฟต์เพศผู้ (male gametophyte) เจริญพัฒนาภายในผนังไมโครสปอร์ เริ่มด้วยการแบ่งเซลล์ครั้งแรกได้ 2 เซลล์ คือ เซลล์โปรแทลเลียล (prothallial cell) มีขนาดเล็กอยู่ที่ปลายผนังสปอร์ด้านหนึ่ง และเซลล์แอนเทอริเดียล (antheridial cell) เป็นเซลล์ขนาดใหญ่เกือบเต็มพื้นที่ภายในผนังสปอร์ ต่อมาแอนเทอริเดียลเซลล์แบ่งตัวได้เซลล์ซึ่งถูกดันให้ชิดผนังสปอร์รวม 4 เซลล์ และอีก 1 เซลล์อยู่ตรงกลางเรียกว่าเซนทรัลเซลล์ (central cell) และต่อมาเซนทรัลเซลล์จะแบ่งตัวได้ 4 เซลล์ ทำหน้าที่เป็นเซลล์กำเนิดสเปิร์ม (sperm mother cell) แล้วพัฒนาเป็นสเปิร์ม 4 ตัวในเวลาต่อมา สเปิร์มมีรูปร่างยาวมีแฟลเจลลาหลายเส้น ระยะเวลาตั้งแต่ไมโครสปอร์เริ่มแบ่งเซลล์จนได้สเปิร์มที่สมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ สเปิร์มจะยังไม่ออกมาภายนอก จนกว่าผนังสปอร์แตกออก สเปิร์มจึงจะว่ายน้ำออกมาสู่ภายนอก

แกมีโทไฟต์เพศเมีย (female gametophyte) เจริญพัฒนาภายในผนังเมกะสปอร์ โดยเซลล์ของเมกะสปอร์มีไซโทพลาซึมข้นและมีนิวเคลียสขนาดใหญ่ที่ขั้วเซลล์ด้านหนึ่ง เมื่อเริ่มเจริญเป็นเมกะแกมีโทไฟต์ นิวเคลียสจะแบ่งตัวให้ได้นิวเคลียสอิสระจำนวน 30 – 50 นิวเคลียส ต่อมานิวเคลียส เหล่านี้จะกระจายตัวไปบริเวณใกล้ตำแหน่งสันสามแฉกของผนังสปอร์มากที่สุด แต่ละนิวเคลียสเริ่มสร้างผนังเซลล์ล้อมรอบ และเซลล์เหล่านี้จะประกอบกันเป็นอาร์คิโกเนียม (archegonium) 1 – 3 อัน ในแต่ละอันของอาร์คิโกเนียมจะมี 1 เซลล์ พัฒนาเป็นเซลล์ไข่ ซึ่งจะเจริญเต็มวัยอย่างรวดเร็ว อาจจะพร้อมที่จะรับการผสมจากสเปิร์มก่อนที่เซลล์อื่นๆ สร้างผนังเซลล์แล้วเสร็จ เซลล์อื่นที่นอกเหนือจากเซลล์ของอาร์คิโกเนียมจะสะสมอาหาร โดยดูดซึมเอาไซโทพลาซึมส่วนล่างภายในผนังสปอร์มาสู่เซลล์ แต่ละเซลล์จะขยายขนาดใหญ่ขึ้น กิจกรรมภายในแกมีโทไฟต์เพศเมียระยะนี้ทำให้ผนังสปอร์บริเวณสันสามแฉกแยกตัวออกและไข่ก็พร้อมจะผสมกับสเปิร์ม หากอาร์คิโกเนียมใดเจริญและไข่ได้รับการผสมก่อน อาร์คิโกเนียมอื่นๆ ก็มักจะสลายตัวไป อาร์คิโกเนียมในบางชนิดอาจจะมีมากถึง 20 – 30 อัน การเกิดไรซอยด์ (rhizoid) อาจจะมีเล็กน้อยจนถึงจำนวนมากแต่ไม่เป็นกระจุก บางชนิดไม่มีไรซอยด์ ระยะเวลาในการพัฒนาของแกมีโทไฟต์เพศเมียนี้ใช้เวลา 3 – 4 สัปดาห์

ไข่ที่ได้รับการผสมจากสเปิร์มแล้วหรือไซโกต จะเจริญพัฒนาเป็นเอ็มบริโอ และเป็นต้นอ่อนของสปอโรไฟต์ (young sporophyte) ต่อไป โดยมีการสร้างรากอันแรกหยั่งลงสู่ดินในขณะเดียวกับเกิดใบแรก 1 ใบ คล้ายกับเป็นใบเลี้ยงเดี่ยวของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว การสร้างรากอันแรกและใบแรกนี้ได้รับอาหารมาจากโครงสร้างที่เรียกว่าฟุต (foot) ของเอ็มบริโอ ซึ่งทำหน้าที่ดูดซึมเอาสาร

อาหารจากเซลล์ของแกมีโทไฟต์เพศเมียที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิสนธิไปเก็บไว้ แล้วส่งสารอาหารนี้ให้กับส่วนของเอ็มบริโอที่พัฒนาไปเป็นราก ใบและส่วนที่พัฒนาเป็นลำต้นเริ่มแรกด้วย

2.2.4 สถานภาพทางทรัพยากรชีวภาพของ *Isoetes*

Isoetes จัดเป็นพืชสกุลหนึ่งในอาณาจักรพืช ที่มีสถานภาพทางทรัพยากรชีวภาพซึ่งถูกคุกคาม (threatened) คิดเป็นค่าร้อยละนับว่าอยู่ในเกณฑ์สูงสกุลหนึ่ง IUCN ได้จัดสถานภาพของพืชที่มีท่อลำเลียงในอาณาจักรพืชโดยสรุปดังตารางที่ 2.2 ซึ่งปรากฏว่า *Isoetes* ได้สูญพันธุ์ (extinct) ไปแล้ว 2 ชนิด ใกล้สูญพันธุ์ (endangered) 11 ชนิด มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable) 4 ชนิด เป็นพืชหายาก (rare) 22 ชนิด และข้อมูลไม่เพียงพอ (indeterminate) 2 ชนิด ในจำนวนพืช 79 ชนิด รวมเป็นพืชที่ถูกคุกคาม 39 ชนิด หรือคิดเป็นร้อยละ 49.7 เมื่อจำแนกสถานภาพของ *Isoetes* ตามชนิดที่มีการศึกษาในปัจจุบัน มีสถานภาพและพบในประเทศที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ชนิดพันธุ์พืชมีท่อลำเลียงที่ถูกคุกคาม แจกแจงตามวงศ์หรือกลุ่มพืช

กลุ่มหรือวงศ์	Ex	Ex/E	E	V	R	I	จำนวนชนิดที่ถูกคุกคาม(รวม)	จำนวนชนิดพืชรวม	ร้อยละที่ถูกคุกคาม
Lycophens									
Isoetaceae	**2**	**0**	**11**	**4**	**22**	**2**	**39**	**79**	**49.7**
Lycopodiaceae	1	0	3	6	11	3	23	519	4.4
Psilotaceae	0	0	1	0	1	0	2	7	30.8
Selaginellaceae	1	0	3	5	9	6	23	713	3.2
รวม	4	0	18	15	43	11	87	1,316	6.6
Ferns									
รวม	5	13	85	97	355	133	683	9,053	7.5
Seed Plants									
Ephedras	0	0	0	0	1	0	1	40	2.5
Conifers	1	1	51	122	136	17	327	586	55.8
Gingko	0	0	0	0	1	0	1	1	100
Cycads	3	0	44	61	41	3	149	180	82.8
Dicots	272	284	4,925	6,000	11,335	2,980	25,524	167,221	15.3
Monocots	95	73	1,399	1,656	2,592	926	6,646	63,610	10.4
รวม	371	358	6,419	7,839	14,106	3,926	32,648	231,638	14.1
รวมทั้งหมด	**380**	**371**	**6,522**	**7,951**	**14,504**	**4,070**	**33,418**	**242,007**	**13.8**

หมายเหตุ 1. จำนวนชนิดพืชที่ถูกคุกคามรวม EX/E, E, V, R และ I ยกเว้น EX

Ex = สูญพันธุ์ (Extinct), E = ใกล้สูญพันธุ์ (Endangered),

V = มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable), R = หายาก (Rare),

I = ข้อมูลไม่เพียงพอ (Indeterminate)

2. ข้อมูลจาก World Conservation Monitoring Centre (2003 a, b and d)

ตารางที่ 2.3 ลักษณะสถานภาพและประเทศที่เป็นถิ่นที่อยู่ของ *Isoetes* ชนิดต่างๆ ในโลกเรียงลำดับตามอักษรชื่อชนิด

ลำดับที่	ชนิด	สถานภาพ	ประเทศ	ที่มา
1	*I. acadiensis* Kott	N	USA	1
2	*I. alcalophila* Halloy	**E**	Argentina	2, 6
3	*I. alpina*	N	New Zealand	21
4	*I.* X *altonharvillii* L.J. Musselman & R.D. Bray (*I. valida* X *I. engelmannii*)	N	USA	1
5	*I. andicola* (Pfeiffer) L.D. Gomez	R	Peru	2
6	*I. appalachiana* D.F. Brunton & D.M. Britton.	N	USA	1
7	*I. asiatica* (Makino) Makino	R	Japan, China Russia	2
8	*I. azorica* Durieu ex Milde	**E**	Portugal	2
9	*I. beringensis* Komarov	I	Russia	2
10	*I. bilaspurensis* G.Panigrahi	R	India	2, 3
11	*I. bolanderi* Engelm. (*I. pygmaea* Engelm.)	R	USA Mexico	1
12	*I. boomii* N.Luebke & W.C.Taylor	**E**	USA, Mexico	1, 2
13	*I. boryana* Durieu	V	France	2
14	*I.* X *brittonii* Brunton & W.C. Taylor (*I. engelmannii* X *I. riparia*)	N	USA	1
15	*Isoetes brochonii* Moteley	R	France	2
16	*I.* X *bruntonii* D.A. Knepper & L.J. Musselman (*I. engelmannii* X *I. hyemalis*)	N	USA	1
17	*I. butleri* Engelm. Schelpe & N.C.Anthony	N	USA	1
18	*I. capensis* A.V.Duthie var. *capensis*	I	South Africa	2
19	*I. capensis* A.V.Duthie var. *stephanseniae* (A.V.Duthie) Schelpe & N.C.Anthony	I	South Africa	2
20	*I.* X *carltaylorii* (*I. acadiensis* X *I. engelmannii*)	N	USA	18
21	*I. castillonii* H.P.Fuchs	**E**	Argentina	2

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิด	สถานภาพ	ประเทศ	ที่มา
22	*I. cleefii* H.P. Fuchs	N	Columbia	10
23	*I. coromandelina* L.f.	N	Thailand, India	3
24	*I. dixitii* Shende	**Ex**	India	2, 3
25	*I.* X *dodgei* A.A. Eat.	N	USA	1
	(*I. riparia* X *I. tenella*)			
26	*I. duriei* Bory	N	Italy	2
27	*I.* X *eatonii* Dodge	N	USA	1
	(*I. engelmannii* X *I. tenella*)			
28	*I.* X *echtuckerii*	N	USA,Canada	7
	(*I. echinospora* X *I. tuckermanii*)			
29	*I. elatior* F.Muell. ex A.Braun	R	Australia	2
30	*I. engelmannii* A. Braun	N	USA	1
			Canada	
31	*I. escondidensis* Halloy	**E**	Argentina	6
32	*I.* X *fairbrothersii* J.D. Montgomery & W.C. Taylor	N	USA	1
	(*I. engelmannii* X *I. lacustris*)			
33	*I. flaccida* var. *flaccida* Shuttlw. ex A.Braun	R	USA	1
34	var. *alata* N.E. Pfeiffer	N	USA	1
35	var. *chapmanii* Engelm.	N	USA	1
36	*I.* X *foveolata* A.A. Eat. ex Dodge	N	USA	1
	(*I. engelmannii* X *I. tuckermannii*)			
37	*I. georgiana* N. Luebke	N	USA	1
38	*I. habbemensis* Alston	R	Irian Jaya	2
			New Guinea	
39	*I.* X *harveyi* A.A. Eat.	N	USA	1
	(*I.lacustris* X *I. truncata*)		Canada	
40	*I. hawaiiensis* W.C. Taylor & W.H. Wagner.	N	USA	1
41	*I. heldreichii* Wettst.	V	Greece	2

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิด	สถานภาพ	ประเทศ	ที่มา
42	*I.* X *herb-wagneri* (*I. bolanderi* X *I. tenella*)	N	USA	13
43	*I.* X *heterospora* A.A. Eat. (*I. lacustris* X *I. tuckermannii*)	N	USA	1
44	*I.* X *hickeyi* W.C. Taylor & N. Luebke (*I. lacustris* X *I. tenella*)	N	USA	1
45	*I. howellii* Engelm.	N	USA	1
46	*I. humilior* F.Muell. ex A.Braun	R	Australia	2
47	*I. hyemalis* D.F. Brunton.	N	USA	1
48	*I. indica* L.	N	India	17
49	*I. jamaicensis*	N	Jamaica	12
50	*I. japonica*	N	Japan	20
51	*I.* X *jeffreyi* D. M. Britton and D. F. Brunton (*I. lacustris* X *I. riparia*)	N	Canada	5
52	*I. karstenii*	N	South America	16
53	*I. kirkii* A. Braun	N	USA New Zealand	22
54	*I. lacustris* L. (*I. hieroglyphica* A.A. Eat., *I. macrospora* Durieu)	N	USA,Canada Spain, Norway Scandinavia	1
55	*I. lithophila* N.E.Pfeiffer	V	USA	1
56	*I. longissimum*	R	Spain	19
57	*I. louisianensis* Thieret	E	USA	1
58	*I. mahadevensis* Srivastava, Pant & Shukla	N	India	3
59	*I. malinverniana* Ces.& De Not.	E	Italy	2
60	*I.* X *marensis* D.M. Britton and D.F Brunton (*I. maritima* X *I. howellii*)	N	Columbia	4

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิด	สถานภาพ	ประเทศ	ที่มา
61	*I. maritima* Underwood (*I.* X *pseudotruncata* D.M.Britton & D.F. Brunton)	N	USA	1
62	*I. mattaponica*	N	USA	17
63	*I. melanopoda* Gay & Durieu ex Durieu	N	USA	1
64	*I. melanospora* Engelm.	N	USA	1
65	*I. melanotheca* Alston	R	Guinea	2
66	*I. microvela* D.F. Brunton & D.M. Britton.	N	USA	8
67	*I. neoguineensis* Baker	R	New Guinea	2
68	*I. nigritiana*	N	Ghana	11
69	*I. nuttallii* A. Braun ex Engelm.	N	USA	1
70	*I. occidentalis* L.F. Hend. [*I. flettii* (A.A. Eat.) N.E. Pfeiffer, *I. paupercula* (Engelm.) A.A. Eat., *I. piperi* A.A. Eat.]	N	USA	1
71	*I. orcuttii* A.A. Eat.	N	USA	1
72	*I. pallida* Hickey	R	Mexico	2
73	*I. palmeri* H.P. Fuchs,	N	S America	9
74	*I. panchananii* Pant & Srivastava	N	India	3
75	*I. panchganiensis* Srivastava, Pant & Shukla	N	India	3
76	*I. pantii* Goswami & Arya	N	India	14, 3
77	*I. piedmontana* (N.E.Pfeiffer) C.F.Reed	R	USA	1
78	*I. pringlei* Underw.	R	Mexico	2
79	*I. prototypus* D.M.Britt.	V	Canada USA	1, 2
80	*I. rajasthanensis* Gena & Bhardwaja	N	India	3
81	*I. reticulata* Gena & Bhardwaja	N	India	3
82	*I. rhodesiana* Alston	R	Zimbabwe	2

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิด	สถานภาพ	ประเทศ	ที่มา
83	*I. riparia* Engelm. var. *riparia* [*I. canadensis* (Engelm.) A.A. Eat.]	N	USA	1
84	*I. riparia* Engelm. ex A. Braun var. *amesii* (A.A. Eat.) Proctor	N	USA	1
85	*I. saccharata* Engelm.	N	USA	1
86	*I. sahyadrii* Mahabale (*I. shyadriensis* Panigr.)	N	India	3
87	*I. sampathkumarnii* L.N.Rao	**Ex**	India	2, 3
88	*I. savannarum,*	N	Costa Rica.	15
89	*I. savatieri* Franchet	R	Chile, Argentina	2
90	*I. sinensis* Palmer	R	China Japan	2
91	*I. spinulospora* Jermy & Schelpe	R	New Guinea	2
92	*I. stevensii* Croft	R	New Guinea	2
93	*I. storkii* Palmer	R	Panama Costa Rica	2
94	*I. taiwanensis* DeVol	**E**	Taiwan	2
95	*I. tegetiformans* Rury	**E**	USA	1
96	*I. tenella* Leman. (*I. braunii* Durieu, *I. echinospora* Durieu, *I. muricata* Durieu, *I. setacea* Lam.)	N	USA, Canada England	1
97	*I. tenuifolia* Jermy	R	Kenya Ghana	2
98	*I. triquetra* A. Braun.	N	USA	23
99	*I.* X *truncata* (Eaton) Clute (*I. maritima* X *I. tenella*)	N	USA	1
100	*I. tuberculata* Gena & Bhardwaja	N	India Australia	3,17

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

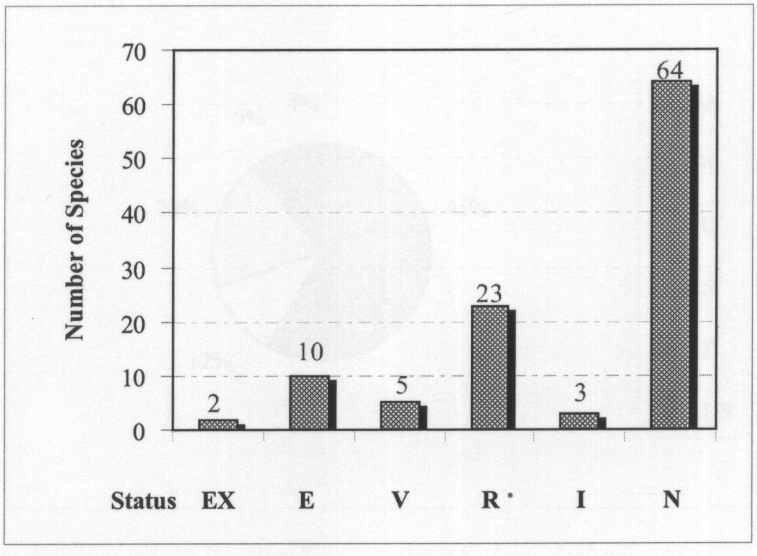
ลำดับที่	ชนิด	สถานภาพ	ประเทศ	ที่มา
101	*I. tuckermanii* A. Braun	N	USA Canada	1
102	*I. unilocularis* J.E.Smith	N	India	3
103	*I. valida* (Engelm.) Clute. (*I. caroliniana*)	N	USA	1
104	*I. velata* A. Braun ssp. *asturicense* (M.Lanz) Rivas Mart. & Prada	R	Spain	2
105	*I. velata* A. Braun ssp. *tenuissima* (Boreau) O.Bolus & Vigo	V	France	2
106	*I. virginica* N.E. Pfeiffer.	N	USA	1
107	*I. wormaldii* Sim	E	S Africa	2

หมายเหตุ Ex = สูญพันธุ์ (Extinct), E = ใกล้สูญพันธุ์ (Endangered), R = หายาก (Rare), V = มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable), I = ข้อมูลไม่เพียงพอ (Indeterminate), N = ไม่มีข้อมูลทางสถานภาพ (Non status data)

ที่มา 1. BONAP (2003a), (2003b), and (2003c)
2. WCMC (2003c), and (2003e)
3. Cook (1996 a)
4. Britton and Brunton (1995)
5. Britton and Brunton (1992)
6. Halloy (1980)
7. Brunton and Britton (1999)
8. Brunton and Britton (1998)
9. Fuchs-Eckert (1981a)
10. Fuchs-Eckert (1981b)

11. Hall (1971)
12. Hickey (1981)
13. Taylor (2002)
14. Goswami (1975)
15. Gomez (1981)
16. Small and Hickey (2001)
17. Musselman, Taylor and Bray (2002)
18. Musselman, Bray and Knepper (1997)
19. Romero and Amigo (1995)
20. Uehara, Kurita, Sahashi and Ohmoto (1991)
21. Dewinton, Clayton, Wells, Tanner and Miller (1991)
22. Rattray, Webb and Brown (1992)
23. Hickey (1986)

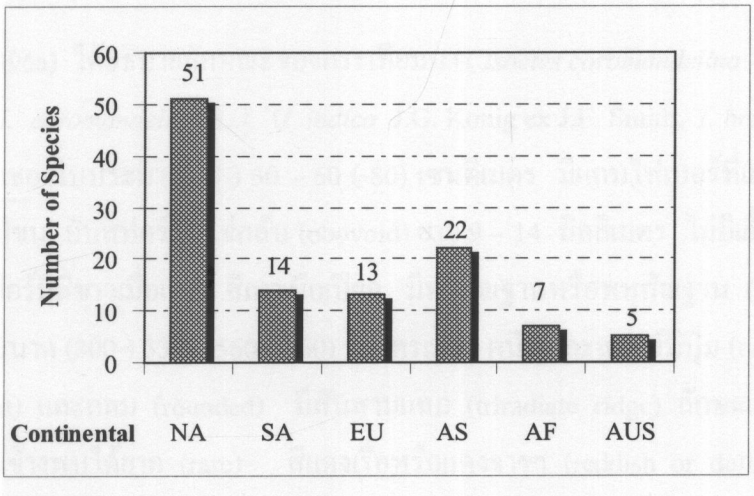
จากตารางจะเห็นว่าจำนวนชนิดของ *Isoetes* ที่มีการจำแนกสถานภาพ พบว่ามีชนิดที่ไม่มีข้อมูลทางสถานภาพว่าเป็นพืชที่ถูกคุกคามประเภทใดจำนวนมากที่สุด 64 ชนิด รองลงมาเป็นพืชหายาก 23 ชนิดและใกล้สูญพันธุ์มีจำนวน 10 ชนิด (ภาพที่ 2.3) จำนวนชนิดมีมากที่สุดในประเทศสหรัฐอเมริกาและคานาดา เมื่อจำแนกเป็นรายทวีปมีจำนวนชนิดของ *Isoetes* ในแต่ละทวีปปรากฏว่าทวีปอเมริกาเหนือมีจำนวนชนิดมากที่สุด 51 ชนิด รองลงมาเป็นทวีปเอเชีย 22 ชนิดและทวีปออสเตรเลียมีจำนวนชนิดน้อยที่สุดคือ 5 ชนิด (ภาพที่ 2.4 และภาพที่ 2.5)



ภาพที่ 2.3 จำนวนชนิดของ *Isoetes* จำแนกตามสถานภาพทรัพยากรชีวภาพ

หมายเหตุ Ex = Extinct, E = Endangered, V = Vulnerable,

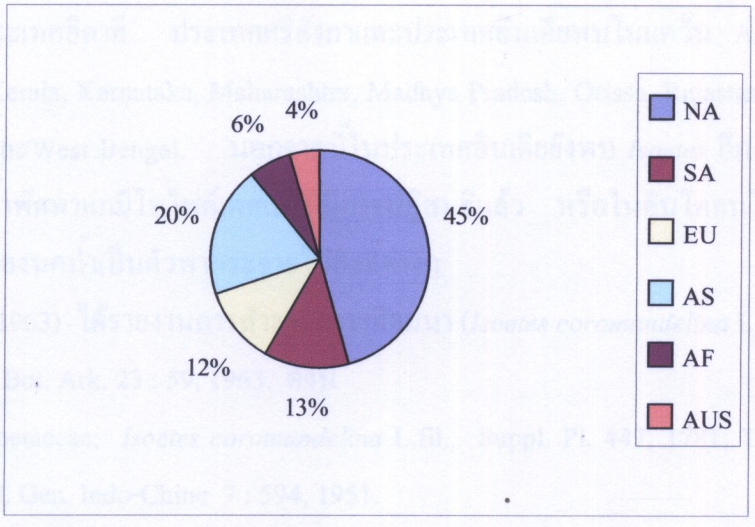
R = Rare, I = Indeterminate, N = Non status data



ภาพที่ 2.4 จำนวนชนิดของ *Isoetes* ที่พบในทวีปต่างๆ ทั่วโลก

หมายเหตุ NA = North America, SA = South America, EU = Europe

AS = Asia, AF = Africa, and AUS = Australia



ภาพที่ 2.5 ค่าร้อยละของจำนวนชนิดของ *Isoetes* ที่พบในทวีปต่างๆ ทั่วโลก

2.3 ลักษณะทั่วไปของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.)

Cook (1996a) ได้อธิบายลักษณะของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.) ไว้ดังนี้

I. coromandelina L.f. (*I. indica* J.G. Konig ex J.E. Smith, *I. brachyglossa* A. Braun) ความยาวของใบประมาณ (5-) 30 – 60 (-80) เซนติเมตร มีแถบไฟเบอร์ที่แข็งแรง 4 แถบภายในท่ออากาศมีขน อับสปอร์รูปไข่กลับ (obovoid) ยาว 9 – 14 มิลลิเมตร ไม่มีเยื่อหุ้มอับสปอร์ (velum) เมกะสปอร์มีสีขาวเมื่อแห้ง สีเทาเมื่อเปียก มีทวิสัณฐานหรือพหุสัณฐาน (dimorphic or polymorphic) มีขนาด (300-) 330 – 560 (-660) ไมโครเมตร ผนังเมกะสปอร์มีปุ่ม (tuberculate) ปุ่มทู่ (tubercle blunt) และกลม (rounded) มีสันสามแฉก (triradiate ridge) ลักษณะเรียบและตรง ไมโครสปอร์ค่อนข้างพบได้ยาก (rare) สีแดงเรื่อหรือแดงจางๆ (reddish or dull) ผิวเรียบหรือขรุขระด้วยขนเล็กๆ หรือหนาม (papillae or spines)

พืชมีอายุหลายปี (perennial) ตามปกติมักจะพบตามขอบสระหรือขอบทะเลสาบ ใบจะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเมื่อมีน้ำท่วมต้นและจะเหี่ยวแห้งเมื่อขาดน้ำและดินแห้ง อาจจะมีสีเขียวอยู่ได้ 2 - 3 สัปดาห์ก่อนที่หัวคอร์มจะพักตัวในฤดูแล้ง อาจจะเกิดเดี่ยวๆ หรือเป็นกลุ่มหนาแน่นในพื้นที่เปิดโล่งหรือมีพืชอื่นปกคลุมพื้นที่

การกระจาย กระจายกว้างขวางในเขตร้อนทั้งในทวีปเอเชีย ภาคเหนือของทวีปออสเตรเลีย ตอนเหนือของประเทศอิตาลี ประเทศศรีลังกาและประเทศอินเดียพบในแคว้น Andra Pradesh, Bihar, Gujarat, Kerala, Karnataka, Maharashtra, Madhya Pradesh, Orissa, Rajastan, Tamil Nadu, Uttar Pradesh, และWest Bengal. นอกจากนี้ในประเทศอินเดียยังพบ *Isoetes* อีก 13 ชนิด การกระจายเกิดจากน้ำพัดพาแกมีโทไฟต์เพศเมียที่มีการปฏิสนธิแล้ว หรือในดินโคลนโดยสัตว์ เช่น ไส้เดือนดิน เท้าของนกน้ำเป็นตัวพากระจายไปยังที่ต่างๆ

Larsen (1963) ได้รายงานการสำรวจกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.) ในประเทศไทยไว้ใน Dansk Bot. Ark. 23 : 59, 1963. ดังนี้

Isoetaceae; *Isoetes coromandelina* L.fil., Suppl. Pl. 447, 1781; Tardieu-Blot & Christensen in Fl. Gen. Indo-Chine 7 : 594, 1951.

Ratchaburi: 8398, between Ban Kao and Ban Ta Kien on moist sandy soil, alt. 60 m, 27.11.1961; 8424, Ban Kao in abandoned paddy field, humid loamy soil, 28.11.1961.

Distribution: India, Ceylon, Vietnam.

"The species is here for the first time recorded from Thailand. It was to be expected considering the general distribution. It is obviously a rare plant, but in the locality at Ban Kao it does not seem to be uncommon in old rice fields and along sandy paths. It resemblance to a sterile grass may explain that it is easily overlooked by collectors."

Tagawa and Iwatsuki (1979) ได้อธิบายลักษณะของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.) ไว้ใน Flora of Thailand. Volume 3, Part 1. ดังนี้

Isoetes coromandelina Linn. f., Suppl. Pl. : 447, 1781; Tard. & C. Chr. In Fl. Gen. I.-C. 7(2): 595.f.64. 1-3. 1951; Larsen, Dansk Bot. Ark. 23 : 59, 1963.

Stems with three small lobes (cells), Dark in colour; leaves many, linear with broaderbasal portion, 10-20 cm long, pale green, membranous, glabrous; ligule usually about 1/3 of sporangia in length, very thin, transparent, subtriangular, narrow; velum absent.

Thailand – South-Western: Kanchanaburi (Ban Kao).

Distribution – Ceylon, India (type) to Indochina (Vietnam).

Ecology – In paddy fields at about 70 m alt.

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ *Isoetes* มีการศึกษาอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ สำหรับในประเทศไทย มีการศึกษาน้อยมาก ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะในประเทศไทยมีพืชสกุล *Isoetes* เพียงชนิดเดียวคือ *I. coromandelina* L.f. ซึ่งมีชื่อเรียกตามท้องถิ่นที่พบว่า กระติมติ๊กหรือกระเทียมนา โดย Kai Larsen สำรวจพบครั้งแรกที่ บ้านเก่า จังหวัดกาญจนบุรี ได้รายงานไว้ใน Dansk Bot Ark 23:59, 1963 (Larsen, 1963) และตีพิมพ์ใน Flora of Thailand vol. 3 part 1 หน้า 33 ซึ่งเป็นชนิด *I. coromandelina* L.f. *Isoetes* ชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์ในเอเชียตั้งแต่ประเทศอินเดีย ศรีลังกา จนถึงอินโดนีเซียและเวียดนาม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบพืชชนิดนี้ที่จังหวัดสุรินทร์ และมหาสารคาม ปริมาณที่พบค่อนข้างน้อยและพบเฉพาะบางแหล่งน้ำเท่านั้น (รัชนี ฉวีราช, 2535; Tagawa and Iwatsuki, 1979)

งานวิจัยเกี่ยวกับ *Isoetes* ในต่างประเทศมีตัวอย่างดังนี้

Brunton and Britton (1998) ได้ศึกษาพบ *Isoetes* ชนิดใหม่คือ *I. microvela* ซึ่งเป็นชนิดที่มีโครโมโซม 6 ชุด คาดว่าอาจจะเป็นการเกิด allopolyploidy ของ *I.* X *bruntonii* ซึ่งมีโครโมโซม 3 ชุด พบในที่ราบชายฝั่งรัฐ North Carolina จัดเป็นพืชหายาก (rare species) ชนิดหนึ่ง ปัจจุบันพบเพียง 2 กลุ่มประชากรเท่านั้น

Musselman, Bray, and Knepper (1997) ได้ศึกษาพบ *I.* X *carltaylorii* (2n = 33) ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่าง *I. acadiensis* Kott (2n = 44) กับ *I. engelmannii* A. Braun (2n = 22) *I.* X *carltaylorii* จัดเป็นพืชหายากชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในบึงน้ำจืด แถบชายฝั่งอ่าวเชซาปีเก (Chesapeake bay) ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอเมริกาจนถึงตะวันออกของประเทศคานาดา *I. acadiensis* Kott แต่เดิมนักพฤกษศาสตร์ได้วินิจฉัยเป็น *I. riparia* Engelm., *I. saccharata* Engelm. หรือ *I. saccharata* var. *reticulata* A.A. Eaten การศึกษานี้นับเป็นรายงานการค้นพบลูกผสมครั้งแรกของ *I. acadiensis* Kott

Brunton and Britton (1996a) ได้ศึกษาพบ *Isoetes valida* ซึ่งเป็นพืชโผล่พ้นน้ำ (emergent aquatic) มีโครโมโซม 2 ชุด พบใน 9 รัฐแถบเทือกเขาแอปพาเลเชียน (Appalachian Mountains) ของอเมริกา อยู่อาศัยในลำธารที่มีน้ำเย็น สระน้ำในป่า และบ่อน้ำซับที่มีสารอินทรีย์สูง พบได้ตั้งแต่ตอนกลางของรัฐเพนซิลวาเนีย จนถึงตะวันออกเฉียงเหนือของรัฐอลาบามา ลักษณะของ *I. valida* คล้ายคลึงกับ *I. engelmannii* แตกต่างกันที่ลวดลายบนผนังเมกะสปอร์ ไมโครสปอร์มีปลายแหลมและมี velum ปกคลุมอับสปอร์ 50 % หรือมากกว่า

Watanabe, Takamiya, Matsusaka, and Ono (1996) ได้ทำการศึกษาชีวานุกรมวิธาน (Biosystematic) ของ *Isoetes* ในญี่ปุ่นเกี่ยวกับลักษณะทางสัณฐานของสปอร์ พบว่า *I. japonica* ในสภาพ cytotypes ถ้ามีโครโมโซม 6 ชุด จะมีผนังเมกะสปอร์เป็นแบบ reticulate และผนังไมโครสปอร์เป็นแบบ levigate microspores ถ้ามีโครโมโซม 7 ชุดหรือ 8 ชุด จะมีผนังไมโครสปอร์เป็นแบบ echinate ถ้ามีโครโมโซม 6 ชุดหรือ 8 ชุด จะมีไมโครสปอร์และเมกะสปอร์เป็นแบบธรรมดา แต่ถ้าเป็น 7 ชุด จะเป็นแบบ polymorphism ใน *I. sinensis* ทั้ง ชนิดที่มีโครโมโซม 4 ชุดและ 6 ชุด จะมี cristate megaspores และ echinate microspores ใน *I .asiatica* ซึ่งมีโครโมโซมเป็น 2 ชุดตามปกตินั้น จะมี echinate megaspores และ levigate microspores สำหรับขนาดของเม็ดสปอร์พบว่า มีความผันแปรสูงมาก โดยเฉพาะขนาดของเมกะสปอร์จะมีขนาดหลากหลายมากกว่าไมโครสปอร์ รวมทั้งขนาดของเม็ดสปอร์มีความสัมพันธ์กับจำนวนชุดโครโมโซมโดยตรงด้วย เช่น *I. sinensis* ที่มีโครโมโซม 4 ชุด มีค่าเฉลี่ยความยาวของไมโครสปอร์เท่ากับ 27.6 ไมโครเมตร ในขณะที่โครโมโซม 6 ชุดมีค่าเท่ากับ 31.9 ไมโครเมตร

Takamiya, Watanabe, and Ono (1996) ได้ทำการศึกษาชีวานุกรมวิธาน (Biosystematics) ของ *Isoetes* ในประเทศญี่ปุ่น เกี่ยวกับลักษณะการแบ่งนิวเคลียสและวิธีการสืบพันธุ์ พบว่า *I. japonica* ที่มีโครโมโซม 6 ชุด (hexaploid : 2n = 66) และ 8 ชุด (octaploid : 2n = 88) มีการ จำลอง 33 และ 44 bivalents ตามลำดับ ในระยะ diakinesis และหรือ metaphase I ทั้งใน microspore mother cells และ megaspore mother cells ใน *I. sinensis* ซึ่งมีโครโมโซม 4 ชุด (tetraploid : 2n = 44) จะสร้าง 22 bivalents และ โครโมโซม 6 ชุด ก็สร้าง 33 bivalents ในระยะ diakinesis และหรือ metaphase I เช่นเดียวกับ *I. asiatica* ซึ่งมีโครโมโซมปกติ (diploid : 2n = 22) ก็สร้าง 11 bivalents ในระยะเดียวกัน

Leon and Young (1996) ได้ศึกษาความหลากชนิด การกระจายพันธุ์และแนวทางในการอนุรักษ์พืชน้ำของประเทศเปรู พบพืชน้ำมีท่อลำเลียง 177 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นสกุล *Isoetes* รวม 8 ชนิด ทั้งนี้บางชนิดเป็นชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม (threatened) เพราะเป็นพืชใกล้สูญพันธุ์ด้วย

Britton and Brunton (1996) ได้ศึกษาพบ *Isoetes* ชนิดใหม่คือ *I.* X *pseudotruncata* เป็นพืชที่มีโครโมโซม 3 ชุด (triploid) จากการตรวจสอบทางเซลล์วิทยาและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าเป็นลูกผสมของ *I. echinospora* Dur. X *I. maritima* Underw. สปอร์ของ *I.* X *pseudotruncata* ที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นหมันทั้งหมด และลักษณะ ของลวดลายบนผนังสปอร์เป็นแบบผสมผสานของสปอร์ต้นพ่อแม่ แหล่งที่อยู่อาศัยพบว่าเจริญอยู่ในน้ำจืดตื้นๆ แถบชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิคทางตะวันตกเฉียงเหนือของอเมริกาเหนือ

Voge (1997) ได้ศึกษาขนาดของต้น *Isoetes lacustris* L. และภาวะเจริญพันธุ์ (fertility) ในทะเลสาป 20 แห่ง ของประเทศสแกนดิเนเวีย จากการศึกษาในภาคสนาม พบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างขนาดของต้นพืชกับภาวะเจริญพันธุ์ ในสภาพที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน โดยขนาดเฉลี่ยของกอ (rosette) ใหญ่ที่สุดคือ 202.2 ตารางเซนติเมตรและค่าเฉลี่ยสูงสุดของจำนวนเมกะสปอร์ต่อ 1 อับสปอร์ คือ 113.4 ขนาดเฉลี่ยต่ำสุดของกอคือ 13.8 ตารางเซนติเมตร และค่าเฉลี่ยต่ำสุดของจำนวนเมกะสปอร์ต่อ 1 อับสปอร์ คือ 30.6 สปอร์ ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลดังกล่าวได้แก่ สภาพภูมิอากาศ (climate) ช่วงเวลาของฤดูเจริญและลักษณะของแหล่งน้ำ ซึ่งส่งผลต่อขนาดกอและปริมาณสปอร์ ปริมาณสปอร์ต่ออับสปอร์ พบว่ามีน้อยในสภาพอากาศแบบเขตหนาว (boreal climate) มีช่วงฤดูร้อนสั้น แหล่งน้ำมีสภาพค่อนข้างเป็นกรด (humic lakes) ปริมาณสปอร์ต่ออับสปอร์ มีมากในแหล่งน้ำค่อนข้างใส มีสภาพอากาศแบบเขตอบอุ่น (temperate climate) มีช่วงฤดูร้อนยาวนาน และพบว่าขนาดต้นพืชใหญ่มากขึ้นตามสภาพความลึกที่เพิ่มขึ้นด้วย

Retallack (1997) ได้ศึกษาวิวัฒนาการของ *Isoetes* พบว่า *Isoetes* ได้เริ่มกำเนิดขึ้นบนโลกในยุค ไทรแอสสิกตอนต้น (Earliest Triassic) ทั้งนี้เขาพบ *Isoetes beestonii* ซึ่งเป็นชนิดใหม่ของ *Isoetes* จากซิดนีย์ เบซิน (Sydney basin) และโบเวน เบซิน (Bowen basin) ในออสเตรเลีย จากการศึกษาลักษณะ สัณฐานของใบ อับสปอร์ เมกะสปอร์และไมโครสปอร์ พบว่ามีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับพืชในกลุ่มไลคอปซิด (lycopsids) หลายชนิด เช่น *Cyclostrobus sydneyensis* Helby and Martin จากซิดนีย์ เบซิน, *Pleuromeia dubia* (Seward) Retallack จากซิดนีย์ เบซินและแคนนิง เบซิน (Canning basin) และ *Cyclostrobus indicus* (Lele) และ *Pleuromeia sternbergii* (Munster) Corda for Germa ซึ่งเป็นชนิดใหม่ที่ค้นพบจากแคนนิง เบซิน พืชเหล่านี้ มีลักษณะของ compact conelike นอกจากนี้ในพืช *Tomiostrobus australis* (Ash) Sadovnikov ซึ่งมีการสร้างโคน (cone) เป็นพืชขนาดเล็กชอบเจริญเติบโตเป็นสังคมพืชรุ่นแรกๆ (pioneering plant) ในทะเลสาบแบบโอลิโกโทรฟิก (oligotrophic lake) และสระน้ำ (pond) เช่นเดียวกับ *Isoetes* ในพืชอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกันยังพบว่า *Tomiostrobus polaris* Lundblad เป็นพืชในยุคไทรแอสสิกตอนต้นจากกรีนแลนด์, *Tomiostrobus mirabilis* Snigirevskaya พืชในยุคไทรแอสสิกตอนต้นจากตังกุสกา เบซิน (Tunguska basin) ของไซบีเรีย, *Tomiostrobus taimyrica* Sadovnikov พืชในยุคไทรแอสสิกตอนต้นจากไตเมอ (Taimyr) ของไซบีเรีย, *Lepacyclotes ermayinensis* (Wang) พืชในยุคไทรแอสสิกตอนกลางจากจีน, *Lepacyclotes convexus* (Brik) พืชในยุคไทรแอสสิกตอนกลางจากคาซักสถานและ *Lepacyclotes zeilleri* (Fliche) พืชในยุคไทรแอสสิกตอนกลางจากประเทศฝรั่งเศสและเยอรมัน ความหลากหลายของพืชในกลุ่ม *Isoetes* (Isoetaleans) ในยุคไทรแอสสิกตอนต้นและความอ่อนแอของระบบท่อลำเลียงทั้ง *Tomiostrobus* และ *Pleuromeia* ทำให้เป็นที่เชื่อได้ว่า

Isoetes วิวัฒนาการมาจากการลดขนาดลงของ *Pleuromeia* พืชจำพวก *Isoetes* ซึ่งมีเป็นจำนวนมากคล้ายเป็นวัชพืชในยุค เพอร์เมียน-ไทรแอสสิก (Permian-Triassic) ได้เริ่มลดจำนวนลงในยุคไทรแอสสิกตอนปลาย มีลักษณะสอดคล้องกับการลดจำนวนลงของสัตว์เลื้อยคลานจำพวก เทอแรปซิด (terapsid reptiles) ซึ่งกินพืชเหล่านี้เป็นอาหารหลักที่สำคัญด้วย

Brunton and Britton (1996b) ได้ศึกษาสถานภาพ การกระจายพันธุ์และอนุกรมวิธานวิทยาของ จอร์เจีย ควิลล์เวิร์ต (Georgia Quillwort) หรือ *Isoetes georgiana* พบว่าพืชนี้มีประชากรกระจายพันธุ์อยู่ในที่ราบชายฝั่งรัฐจอร์เจีย เพียง 12 แห่ง การศึกษาภาคสนามและการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ซึ่งได้ข้อมูลอย่างละเอียดของลักษณะทางสัณฐานวิทยาและนิเวศวิทยา การที่คงเหลือการกระจายพันธุ์เฉพาะท้องถิ่นและจัดเป็นพืชหายาก (rare species) จึงสมควรอย่างยิ่งที่จะได้รับการขึ้นบัญชีเป็นพืชใกล้สูญพันธุ์ . ตามกฎหมายสิ่งมีชีวิตใกล้สูญพันธุ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Endangered Species Act)

Brunton and Britton (1997) ได้ศึกษาพบ *Isoetes* ชนิดใหม่ในแถบเทือกเขา แอปพาเลเชียน (Appalachian Mountains) *I. appalachiana* หรือ Appalachian Quillwort นี้พบในแถบตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือ โดยเฉพาะแถบเทือกเขา แอปพาเลเชียน *Isoetes* ชนิดนี้มีโครโมโซม 4 ชุด (tetraploid) และสันนิษฐานว่าอาจจะเป็นการทวีจำนวนโครโมโซมจาก *I.* X *altonharvillii* ซึ่งเป็นลูกผสมที่เป็นหมันระหว่าง *I. engelmannii* และ *I. valida*

Britton, Brunton, and Talbot (1999) ศึกษาโครโมโซมของ *Isoetes* 3 ชนิดในอลาสกาและในอลิวเทียน (Alaska and the Aleutians) พบว่า *I. echinospora* Durieu มีโครโมโซม 2 ชุด (diploid, 2n = 22) *I. maritima* Underw. มีโครโมโซม 4 ชุด (tetraploid, 2n = 44) และ *I. occidentalis* L.F.Hend. มีโครโมโซม 6 ชุด (hexaploid, 2n = 66) นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาโครโมโซมของ *Isoetes* ซึ่งเป็นลูกผสม 2 ชนิดคือ *I.* X pseudotruncata D.M. Britton and B.F. Brunton มีโครโมโซม 3 ชุด (triploid, 2n = 33) และ *I.* X *truncata* (Eaton) Clute มีโครโมโซม 5 ชุด (pentaploid, 2n = 55) ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้เกิดจากการผิดพลาดในการผสมพันธุ์ของ *I. echinospora* (diploid, 2n = 22) กับ *I. occidentalis* (hexaploid, 2n = 66) นั่นเอง

Romero and Amigo (1995) ได้ศึกษาเอกนิเวศวิทยา (Autecology) และการกระจายพันธุ์ของ *I. longissimum* ในยุโรปซึ่งจัดเป็นพืชน้ำหายากชนิดหนึ่ง พบในภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศสเปน ในแถบกาลิเซีย (region of Galicia) และพบในแอลจีเรีย การศึกษาครั้งนี้ได้ทำแผนที่การกระจายพันธุ์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏและการหายไปของต้นพืชกับคุณภาพของแหล่งน้ำที่อยู่อาศัย *Isoetes longissimum* พบใน 16 แปลง ของพื้นที่ขนาด 10 x 10 ตารางกิโลเมตรหรือ 1 ตารางกริด (grid square) โดยส่วนใหญ่พบทางตะวันตกของกาลิเซีย และ

พบว่าการพบพืชชนิดนี้ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความเข้มข้นของซัลเฟต แอมโมเนียม และฟอสฟอรัส โดยพบพืชในที่ที่มีความเข้มข้นของสารดังกล่าวในระดับต่ำ

Rorslett and Johansen (1995) ได้ศึกษาการตอบสนองต่อระดับความเข้มของแสงสว่างของ *I. lacustris* L. โดยปลูกพืชดังกล่าวในกระถางแล้วนำไปไว้ในน้ำทะเลสาบ ที่ระดับความลึก 1, 2 , 3, 4, 5 และ 6 เมตรจากผิวน้ำ เขาพบว่า ที่ระดับความลึก 3 เมตรลงไป พืชเกิดอาการ ส่วนยอดและใบอ่อนเน่าตายในเวลาเพียง 2 เดือน แต่หลังจากทดลอง 1 เดือนแล้วนำพืชที่อยู่ระดับความลึก 3 เมตรลงไปนี้กลับขึ้นมาสู่ระดับความลึกปกติของพืช ต้นพืชสามารถสร้างยอดและใบใหม่ได้

Musselman, Bray, and Knepper (1996) ได้ศึกษาพบ *Isoetes* ชนิดใหม่จากรัฐเวอร์จิเนีย คือ *I.* X *bruntonii* ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่าง *I. engelmannii* (2n=22) กับ *I. hyemalis* (2n=44) ดังนั้นจึงทำให้มันเป็นหมันมีโครโมโซม 3 ชุด (2n=33) มีลักษณะของเมกะสปอร์ก่ำกึ่งระหว่างพ่อและแม่ *I.* X *bruntonii* พบได้บ่อยๆ ในแหล่งน้ำบริเวณที่ราบชายฝั่งเวอร์จิเนีย (coastal plain of Virginia)

Britton and Brunton (1995) ได้ศึกษาพบ *Isoetes* ชนิดใหม่จากคานาดา คือ *I.* X *marensis* จากการตรวจสอบทางเซลล์วิทยาและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าเป็นลูกผสมของ *I. maritima* Underw. กับ *I.* howellii Engelm. ลักษณะของพืชมีโครโมโซม 3 ชุด (2n=33) และเชื่อว่ามันจะสร้างเฉพาะสปอร์ที่เป็นหมัน ลักษณะเม็ดสปอร์มีหลายรูปร่าง ทั้งขนาดและลวดลายบนผนังสปอร์มีลักษณะผสมผสานจากของพ่อและแม่ พืชนี้พบในแถบชุสวาป (Shuswap) ซึ่งเป็นที่ราบสูงของบริติชโคลัมเบีย โดยประชากรที่พบ 3 กลุ่มเจริญอยู่บนบกแทรกอยู่กับต้นพืชที่เป็นพ่อแม่ บนดินทรายปนซิลต์ (silt) ระหว่างแนวก้อนหินแกรนิตตามแนวชายฝั่งทะเลสาบ การศึกษา *I.* X *marensis* นี้นับว่าเป็นรายงานครั้งแรกสำหรับ *Isoetes* ที่เป็นพืชสะเทินน้ำสะเทินบก (amphibious Isoetes)

Sharma (1998) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของเชื้อรากับ *Isoetes* พบว่า ในรากและหัวของ *Isoetes* 4 ชนิด ที่พบในแคว้นราชาสถาน ประเทศอินเดีย มีไมคอร์ไรซา (mycorrhiza) สกุล *Glomus* ซึ่งสร้าง fruiting bodies และ chlamydospores และพบว่ามีเชื้อราจำพวกดิวเทอโรไมโคตินา (deuteromycotina) สกุล *Rhizoctonia* ซึ่งเส้นใยมีผนังกั้นและแตกแขนงได้

Decamp, Stetler, and Demaggio (1994) ได้ศึกษาโปรตีนในลำต้น *I. echinospora* Dur. พบว่าในเซลล์พาเรงคิมาของหัวใต้ดิน (corm) มีโปรตีนไขมันและแอมิโลพลาสต์ โดยโปรตีนมีลักษณะสัณฐานคล้ายคลึงกับโปรตีนที่พบในเมล็ด และในเนื้อเยื่อที่ไม่เกี่ยวกับเพศ (vegetative tissues) ของพืชชั้นสูง จากการวิเคราะห์พบว่าเป็นโปรตีนโกลบูลิน (globulin) 2 ชนิด

ชนิดแรกมีค่าความเร็วในการตกตะกอนเท่ากับ 2S เรียกว่าโปรตีน VSP-IsA ประกอบด้วยพอลิเปปไทด์ 15.7-kD โปรตีนชนิดที่สองมีค่าความเร็วในการตกตะกอนเท่ากับ 11S เรียกว่าโปรตีน VSP-IsB มีมวลโมเลกุล (molecular mass) เท่ากับ 215 kD ประกอบด้วยพอลิเปปไทด์ระหว่าง 39- ถึง 42-kD โปรตีนทั้งสองชนิดใช้เป็นตัวชี้บอกการตรวจสอบในระบบภูมิคุ้มกัน (immunoblots crossreact) ร่วมกับแอนติเจนที่เฉพาะเจาะจง (specific antigens)

Takamiya, Watanabe, and Ono (1994) ได้ศึกษาจำนวนโครโมโซมในเซลล์ที่ไม่เกี่ยวกับเพศของ *Isoetes* ในญี่ปุ่น 3 ชนิด คือ *I. asiatica*, *I. japonica* และ *I. sinensis* จากการศึกษาต้นพืช 199 ต้น จาก 49 กลุ่มประชากร พบว่า *I. asiatica* มีโครโมโซม 2 ชุด (2n = 22) ซึ่งตรงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ แต่ใน *I. japonica* และ *I. sinensis* มีความหลากหลายในจำนวนโครโมโซม โดยที่ *I. japonica* พบว่ามีจำนวนโครโมโซมถึง 6 แบบ (six cytotypes) คือจำนวนโครโมโซม 2 ชุด เท่ากับ 66, 67, 77, 87, 88, และ 89 ทั้งนี้โครโมโซม จำนวน 67, 87, 88, และ 89 เป็นจำนวนโครโมโซมที่รายงานเป็นครั้งแรกของ *Isoetes* ที่มีโครโมโซม 2 ชุด (2n = 66) ซึ่งพบจากพืชร้อยละ 72 ของกลุ่มตัวอย่าง *I. japonica* พบว่ามีการกระจายทั่วไปบนเกาะฮอนชู (Honshu) และชิโกกุ (Shikoku) พืชที่มีโครโมโซม 2 ชุด (2n = 88) พบได้ในเขตตะวันตกของเกาะฮอนชู ส่วนพืชที่มีโครโมโซม 2 ชุด (2n = 77) พบเฉพาะในเขตตะวันออกเฉียงเหนือของเกาะฮอนชู สำหรับ *I. sinensis* พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 4 แบบ (four cytotypes) คือจำนวนโครโมโซม 2 ชุด เท่ากับ 44, 65, 66, และ 68 การรายงานจำนวนโครโมโซมนี้นับเป็นครั้งแรกของ *I. sinensis* โดยที่พืชที่มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด (2n = 44) พบเฉพาะในกิวชู (Kyushu) ในขณะที่พืชที่มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด (2n = 66) พบได้เป็นบริเวณกว้างทางด้านตะวันตกของญี่ปุ่น

Szmeja (1994a) ได้ศึกษาขนาดของพืชและการสร้างเมกะสปอร์ของ *I. lacustris* L. ในกลุ่มประชากรที่อยู่ร่วมกับ *Lobelia dortmanna* L. และ *Littorella uniflora* (L.) Aschers. พบว่า *I. lacustris* L. ชอบที่จะเจริญอยู่อาศัยในเขตน้ำตื้นหรือริมฝั่งทะเลสาบ ส่วน *Lobelia dortmanna* L. ชอบเจริญในเขตน้ำลึกกว่า และ *Littorella uniflora* (L.) Aschers. ชอบเจริญในเขตน้ำตื้นและมีคลื่นรบกวน พบว่า *Isoetes* ที่อยู่ท่ามกลางพืชชนิดอื่นๆ มีขนาดของกอเท่ากับ 87.1 ± 37.8 ตารางเซนติเมตร ความยาวรากเท่ากับ 10.9 ± 3.6 เมตร และจำนวนเม็ดเมกะสปอร์เท่ากับ 839 ± 422.6 ส่วนในเขตน้ำตื้นและไม่มีคลื่นรบกวนพบว่ามีขนาดกอเท่ากับ 116.8 ± 47.1 ตารางเซนติเมตร ความยาวรากเท่ากับ 17.5 ± 6.6 เมตร และจำนวนเม็ดเมกะสปอร์เท่ากับ 2289.3 ± 1167 สำหรับ *Lobelia* ที่เจริญอยู่กลางกลุ่มประชากรพืชมีขนาดกอพืชแต่ละต้นเท่ากับ 10.6 ± 4.1 ตารางเซนติเมตร ความยาวรากเท่ากับ 5 ± 1.9 เมตร และจำนวนเมล็ดเท่ากับ 1065.3 ± 24.6 ส่วนต้นพืชใน

เขตน้ำลึกมีขนาดกอเท่ากับ 17.2 ± 6.8 ตารางเซนติเมตร ความยาวรากเท่ากับ 5 ± 2.1 เมตร และจำนวนเมล็ดเท่ากับ 1213.5 ± 245.6 จะเห็นว่าพืชที่อยู่คละกับประชากรพืชอื่นๆ มีขนาดและภาวะเจริญพันธุ์ลดลงอันเนื่องมาจากการแข่งขันซึ่งกันและกัน

Szmeja (1994b) ได้ศึกษาผลของสภาพแวดล้อมริมฝั่งที่มีคลื่นรบกวนและการแข่งขันระหว่างพืชต่างชนิดในประชากรพืชกลุ่ม Isoetid คือ *I. lacustris* L. และ *Lobelia dortmanna* L. ผลการศึกษาพบว่า สภาพแวดล้อมริมฝั่งที่มีการรบกวนด้วยคลื่นทำให้ขนาดกอของ *Isoetes* มีขนาดเล็กลงร้อยละ 86.6 ความยาวรากลดลงร้อยละ 76 แต่ละต้นผอมบางลงร้อยละ 92.5 และมีจำนวนเมกะสปอร์ลดลงร้อยละ 94.2 ลักษณะวัฏจักรชีวิตพบว่า มีวัฏจักรชีวิตยาวขึ้นกว่าเดิม 1 - 2 ปี ประชากรส่วนใหญ่ตายก่อนถึงระยะ late-juvenile ในขณะที่ *Lobelia* มีขนาดกอเล็กลงร้อยละ 65.2 แต่ละต้นผอมบางลงร้อยละ 50 ส่วนความยาวรากและจำนวนเมล็ดในแต่ละผลไม่เปลี่ยนแปลง การเจริญตั้งแต่ระยะต้นกล้าถึงระยะสืบพันธุ์ได้เป็นปกติประมาณ 4 – 5 ปี แต่อัตราการตายค่อนข้างสูงกว่าปกติ สำหรับบริเวณที่พืชทั้งสองชนิดแทรกในกลุ่มประชากรที่หนาแน่นของพืชอื่น คือ *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. และ *Sphagnum auriculatum* Schimp. พบว่า *Isoetes* มีขนาดของแต่ละกอเล็กลงร้อยละ 13 ความยาวรากสั้นลงร้อยละ 18 แต่ละต้นน้ำหนักลดลงร้อยละ 20 ส่วน *Lobelia* มีลักษณะต่างๆ ใกล้เคียงกับภาวะปกติ

Gacia, et al. (1994) ได้ศึกษาพืชจำพวกแมโครไฟต์ (macrophytes) จากทะเลสาบระหว่างภูเขา 116 แห่ง ในเขตตะวันออกของไพรีนีส (eastern pyrenees) ของสเปน ผลการศึกษาพบ พืชจำพวกแมโครไฟต์ จำนวน 36 ชนิด ประกอบด้วย พืชมีดอก 14 ชนิด *Isoetes* 2 ชนิด มอสและลิเวอร์เวิร์ท 16 ชนิด และสาหร่าย 2 ชนิด ในทะเลสาบทั้งหมดพบว่าร้อยละ 70 เป็นทะเลสาบที่มีการเจริญของแมโครไฟต์ในปริมาณมาก พืชที่พบจำพวก Isoetids (*I. lacustris, I. setacea* และ *Subularia aquatica*) นับเป็นพืชเด่น (dominant growth form) นอกจากนี้มีพืชจำพวก natopotamid (*Sparganium angusifolium*) เป็นพืชที่มีการกระจายกว้างขวาง (widespread species) พืชจำพวก potamids (*Potamogeton* spp., *Ranunculus* spp.) สาหร่ายไนเทลลา (*Nitella* spp.) และมอส (*Warnstorfia exannulata*, *Sphagnum denticulatum*) เป็นพืชที่พบได้บ่อยๆ การศึกษาในด้านความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมพบว่า ชนิดพืชที่พบสัมพันธ์กับสภาพทางเคมีของน้ำ ความสูงจากระดับน้ำทะเล และปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำ พืชจำพวก Isoetids ชอบที่จะเจริญในน้ำอ่อน (softwater) ทะเลสาบแบบโอลิโกโทรฟิก (oligotrophic lakes) พืชจำพวก potamids ชอบที่จะเจริญในน้ำกระด้าง (hardwater) ทะเลสาบแบบโอลิโกโทรฟิกเช่นเดียวกันส่วนพืช *Potamogeton natans* และ *Callitriche palustris* ชอบเจริญในแหล่งน้ำขนาดเล็กและมีสารอาหารในปริมาณสูง (eutrophic water) โดยเฉพาะสารอาหารจากมูลของปศุสัตว์ (cattle)

Gacia and Ballesteros (1994) ได้ศึกษาการผลิตปฐมภูมิ (primary production) ของ *I. lacustris* L. ด้วยวิธี leaf marking method โดยสังเกตจากรูปแบบการเจริญพัฒนาของใบพืช การศึกษาทำในทะเลสาบบาซิเวอร์ (Baciver) ในสเปนพบว่าการผลิตมีอัตราสูงสุดในเดือนกรกฎาคม มีค่าประมาณ 0.36 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน ที่ระดับความลึก 0.8 เมตร และ 0.93 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน ที่ระดับความลึก 2.3 เมตร ทั้งนี้ไม่พบการผลิตในช่วงฤดูหนาว ปริมาณการผลิตรวมตลอดทั้งปี มีค่าประมาณ 75 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี ในกลุ่มประชากรแถบน้ำตื้นที่ความลึก 0.8 เมตร และมีค่าประมาณ 226 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี ในกลุ่มประชากรแถบน้ำลึกที่ความลึก 2.3 เมตร การเพิ่มขึ้นของการผลิตที่ระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นนี้ พบว่าเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณต้นพืช (biomass) ในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนพฤษภาคม ไม่มีการผลิตเนื่องจากภาวะอุณหภูมิต่ำและความเข้มแสงที่ลดลง ในเดือนมิถุนายนการผลิตเมื่อเทียบกับความเข้มแสง พบว่ามีปริมาณน้อยทั้งนี้เพราะภาวะอุณหภูมิยังคงต่ำกว่าจุดที่เหมาะสม การตรวจสอบชั้นตะกอนของซากและการลดความเข้มข้นของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส แสดงว่าการเจริญของพืชในทะเลสาบถูกจำกัดโดยปริมาณสารอาหาร อัตราส่วนเฉลี่ยรายปีของ C : N : P เท่ากับ 525 : 26 : 1 ซึ่งสังเกตได้ว่าความเข้มข้นสูงของฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดของ *I. lacustris* L. ในทะเลสาบบาซิเวอร์นี้

Gacia and Ballesteros (1993) ได้ศึกษาลักษณะต้นพืชของ *I. lacustris* L. และลักษณะของกลุ่มประชากรที่ผันแปรตามสภาพความลึกของทะเลสาบบนภูเขาสูงในเขตไพรีนีส (pyrenees) ของสเปน พบว่าความหนาแน่นของพืช มวลชีวภาพ ลักษณะสัณฐานของต้นพืชและกลุ่มประชากร มีลักษณะผันแปรไปตามความลึก จากการแบ่งเขตชายฝั่งแหล่งน้ำเพื่อศึกษาเป็น 2 เขต คือ เขตน้ำตื้น ความลึก 0.3 – 1.3 เมตร และเขตน้ำลึก ความลึก 1.8 – 2.3 เมตร ความหนาแน่นของประชากรมีลักษณะลดลงตามความลึกที่เพิ่มขึ้น แต่มวลชีวภาพ ขนาดต้นพืชและภาวะการเจริญพันธุ์มีลักษณะเพิ่มขึ้นตามความลึก ทั้งนี้เป็นผลมาจากในฤดูหนาวเขตน้ำตื้นถูกก้อนน้ำแข็งครูดกระทบกระเทือนต่อต้นพืช และเขตน้ำตื้นริมฝั่งยังมีธาตุอาหารน้อยกว่าเขตน้ำลึกด้วย เมื่อเปรียบเทียบการศึกษานี้กับเขตตอนเหนือของยุโรป พบว่าลักษณะกลุ่มประชากรของ *I. lacustris* L. มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มของแสงสว่างด้วย

Taylor (1993) ได้ศึกษาโครงสร้างอย่างละเอียด (ultrastructure) ของผนังเมกะสปอร์ของ *Isoetes* ทั้งนี้จากการศึกษาโครงสร้างอย่างละเอียดของผนังเมกะสปอร์ในพืชพวก *Selaginella* มีความสำคัญต่อการจัดอนุกรมวิธาน หรือการศึกษาในพืชจำพวกไลโคพอด จากเพนซิลวาเนีย (Pennsylvanian lycopods) โครงสร้างของผนังเมกะสปอร์มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายของเม็ดสปอร์ การศึกษานี้เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของผนังเมกะสปอร์

และสภาพที่อยู่อาศัย โดยพบว่าโครงสร้างของผนังเมกะสปอร์ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับสภาพที่อยู่อาศัยทั้งที่อยู่บนบก (terrestrial) สะเทินน้ำสะเทินบก (amphibious) และอยู่ในน้ำ (aquatic) ขนาดของเมกะสปอร์และการเคลือบผิวด้วยซิลิกา (siliceous coatings) พบเป็น 3 กลุ่มคือ เม็ดสปอร์ขนาดใหญ่มีการเคลือบผิวด้วยซิลิกา เม็ดสปอร์ขนาดเล็กมีการเคลือบผิวด้วยซิลิกา และเม็ดสปอร์ขนาดใหญ่ไม่มีการเคลือบผิวด้วยซิลิกา

Britton and Brunton (1992) ได้ศึกษาพบ *I.* X *jeffreyi* hyb nov ซึ่งเป็น *Isoetes* ลูกผสมชนิดใหม่จากจังหวัดพาพีนัว (Papineau County) แคว้นควีเบก (Quebec) ประเทศคานาดา *Isoetes* ชนิดนี้เป็นลูกผสมระหว่าง *I. macrospora* Dur. กับ *I. riparia* Engelm. ได้รับการเสนอชื่อเป็น *Isoetes* X *jeffreyi* D.M. Britton and D.F. Brunton, hyb.nov. จากการตรวจสอบทางเซลล์วิทยาและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าพืชนี้มีจำนวนโครโมโซม 7 ชุด (heptaploid; 7x ; 2n = 77) และเป็นหมัน ลักษณะของเม็ดสปอร์พืชมีหลายรูปร่าง (polymorphic) โดยทั่วไปมักจะพบสปอร์ที่เป็นเม็ดฝ่อ (aborted spores) ขนาดและลวดลายบนผิวสปอร์ มีลักษณะผสมผสานจากพ่อและแม่ จำนวนประชากรที่พบ 5 กลุ่ม พบว่ามีทั้งเจริญอยู่เฉพาะชนิด หรืออยู่ร่วมกับชนิดที่เป็นต้นพ่อ ต้นแม่ หรืออยู่ร่วมกันทั้ง 3 ชนิดบนพื้นทรายของทะเลสาบ สันนิษฐานว่าการถูกกัดเซาะของซิลต์และทรายจากคลื่นและกระแสน้ำ มีส่วนทำให้พืชเกิดลูกผสมขึ้น

Pietsch (1991) ได้ศึกษาสังคมพืชและนิเวศวิทยาของ *I. asiatica* (Makino) Makino ในทะเลสาบโอลิโกโทรฟิก ทางตอนใต้ของเกาะซาคาลิน (Sakhalin Island) ในปี ค.ศ. 1989 นับเป็นครั้งแรกในการศึกษา *I. asiatica* (Makino) Makino และ *I. beringensis* Kom. บนเกาะซาคาลินโดยได้เก็บข้อมูลจากทะเลสาบ 24 แห่ง พบว่า สังคมพืชรุ่นแรก (pioneer vegetation) เป็นพืชจำพวก *Isoetetum asiaticae* ass. nov. ซึ่งมีความหนาแน่นมากในเขตน้ำตื้นชายฝั่ง ระยะนี้ *Isoetes* ทั้งสองชนิดเริ่มเจริญเติบโตแทรกผ่านพืชรุ่นแรก ต่อมา *Isoetes* มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น พร้อมกับมีพืชอื่นๆ ได้แก่ *Comarum palustre, Eleocharis acicularis* และ *Potamogeton* spp. ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของแหล่งน้ำ จากน้ำตัวอย่าง 7 แห่ง พบว่าปริมาณของโซเดียมและคลอไรด์ มีมากกว่าแคลเซียม แมกนีเซียม และปริมาณของไฮโดรเจนคาร์บอเนตและซัลเฟตมีปริมาณน้อยที่สุด

Sharp and Britton (1991) ได้สำรวจพบ *Isoetes* ชนิดใหม่ คือ *I. tuckermanii* ซึ่งได้ผนวกเข้าไว้เป็นพืชชนิดหนึ่งใน Flora of Ontario และเป็นการรายงานครั้งแรกที่พบ *Isoetes* ชนิดนี้บนแผ่นดินใหญ่ พืชชนิดนี้พบได้บริเวณที่ลุ่มปากแม่น้ำเซนต์ลอเรนซ์ (St. Lawrence River) แคว้นควีเบก (Quebec) ประเทศคานาดา

Dewinton, Clayton, Wells, Tanner, and Miller (1991) ได้ศึกษาพืชใต้น้ำ (submerged vegetation) ของทะลเสาบในนิวซีแลนด์ 5 แห่งคือ ทะเลสาบซัมเนอร์ (Sumner Lake) ทะเลสาบมาเรียน (Marion Lake) ทะเลสาบแคทรีน (Katrine Lake) ทะเลสาบเทย์เลอร์ (Taylor Lake) และทะเลสาบเชปพาร์ด (Sheppard Lake) ทะเลสาบเหล่านี้มีระดับความสูงเฉลี่ยจากระดับน้ำทะเลประมาณ 600 เมตร ลักษณะพื้นที่เป็นสภาพป่าดั้งเดิม เป็นแหล่งต้นน้ำขนาดใหญ่ ของลุ่มน้ำฮูรูนูอาย (Hurunui catchment) จากการสำรวจเมื่อเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 1987 พบว่าพืชใต้น้ำที่มีประชากรหนาแน่นในบริเวณเขตน้ำตื้นของทะเลสาบ คือ *Isoetes alpinus* และระดับลึกลงไปเป็นพืชท้องถิ่น จำพวกแคโรไฟต์ (charophyte) ซึ่งสามารถเจริญอยู่อาศัยจนถึงระดับความลึกประมาณ 15 เมตร พืชที่อยู่อาศัยในระดับลึกมากเป็นพวกไบรโอไฟต์ (bryophyte) ในทะเลสาบซัมเนอร์พืชจำพวกไบรโอไฟต์ สามารถเจริญอยู่อาศัยได้ตั้งแต่ความลึก.11 ถึง 32 เมตร สำหรับวัชพืชน้ำที่เป็นผู้ผลิตออกซิเจน ที่สำคัญของแหล่งน้ำ คือสาหร่ายหางกระรอก (*Elodea canadensis*) อยู่อาศัยในระดับความลึกปานกลางประมาณ 3 – 6 เมตร พบในทุกทะเลสาบยกเว้นทะเลสาบมาเรียน

Uehara, Kurita, Sahashi, and Ohmoto (1991) ได้ศึกษาการเกิดสัณฐานของผนังสปอร์ (spore wall morphogenesis) ของไมโครสปอร์ของ *I. japonica* การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscope) พบว่าผนังของไมโครสปอร์ประกอบด้วยสารต่างๆ 4 ชั้น คือ เยื่อหุ้มสปอร์ (perispore) เอกโซสปอร์ชั้นนอก (outer exospore) เอกโซสปอร์ชั้นใน (inner exospore) และ เอนโดสปอร์ (endospore) เยื่อหุ้มสปอร์ประกอบด้วยสารประเภท electron-dense materials เอกโซสปอร์แยกเป็น 2 ชั้นโดยมีช่องว่าง (gap) ขนาดใหญ่ระหว่างกันและกัน เอกโซสปอร์ชั้นนอกมีแผ่นสารลักษณะเป็นคลื่น (undulating plate) ประกอบด้วยชั้นของสารสปอโรพอลเลนิน (sporopollenin) เรียงตัวกันเป็น 3 ชั้น (tripartite lamellae) เอกโซสปอร์ชั้นในประกอบด้วยสารซึ่งเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous material) พอกสะสมเป็นชั้นๆ บนเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ของไมโครสปอร์ และเอนโดสปอร์ ประกอบด้วยสารซึ่งมีอิเล็กตรอนหนาแน่น (electron-dense) อยู่ชั้นในสุดหลังจากเกิดเอกโซสปอร์ชั้นในแล้ว การศึกษาครั้งนี้เชื่อว่าสารสปอโรพอลเลนิน ที่ประกอบกันขึ้นเป็น เอกโซสปอร์ชั้นนอกและเยื่อหุ้มสปอร์นั้นเปลี่ยนแปลงมาจากไซโทพลาซึมของเซลล์ทาพีตัมของต้นสปอโรไฟต์ (sporophytic tapetal cytoplasm) นั่นเอง

Britton, Catling, Norris, and Varga (1991) ได้รายงานถึงการสำรวจและการจัดให้ *I. engelmannii* เป็นพืชน้ำชนิดหนึ่งใน aquatic flora of Canada *I. engelmannii* นับเป็นพืชหายากชนิดหนึ่งซึ่งพบใน นิว อิงแลนด์ (New England) และที่ราบชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก ของ

อเมริกา ในแถบออนตาริโอ (Ontario) พบ *I. engelmannii* อยู่ร่วมกับพืชหลายชนิดได้แก่ *I.* X *eatonii*, *I. echinospora*, *Najas flexilis*, *Potamogeton richardsonii* และ *Vallisneria americana* การสำรวจพบ *I. engelmannii* ในอ่าวจอร์เจียของออนตาริโอและโดยเฉพาะการพบใน บิก ชูเต (Big Chute) สนับสนุนแนวความคิดของการเกิดลูกผสมของ *I.* X *eatonii* ซึ่งมักจะพบ *I.* X *eatonii* ในถิ่นที่อยู่อาศัยที่คาบเกี่ยวหรือทับซ้อนกันของ *I. echinospora* และ *I. engelmannii* เสมอ

Britton (1991) ได้รายงานการศึกษา *Isoetes* ลูกผสมระหว่าง *I. macrospora* กับ *I. tuckermanii* คือ *I.* X *harveyi* A. A. Eaton พบว่าพืชลูกผสมนี้มีโครโมโซมเป็นแบบเดียวกันทั้งหมดจากพืชตัวอย่าง 55 ต้นซึ่งเก็บจากถิ่นที่อยู่ 11 แห่ง จำนวนโครโมโซมมี 7 ชุด (2n = 77) การศึกษาเม็ดสปอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าเม็ดสปอร์มีหลาย รูปร่าง (polymorphic) และมีลักษณะผิวสปอร์ผสมผสานระหว่างต้นพ่อและต้นแม่

Britton and Goltz (1991) ได้รายงานการศึกษาพบพืชชนิดใหม่ของ *Isoetes* คือ *I. prototypus* พืชชนิดนี้พบทางด้านตะวันออกของประเทศคานาดา มีลักษณะสัณฐานของเมกะสปอร์คล้ายคลึงกับ *I. acadiensis* และ *I. hieroglyphica* แต่ลักษณะของไมโครสปอร์ มีหนามแบบ สไปนูโลส (spinulose) ปกคลุมผนังสปอร์ ต้นพืชมีลักษณะใบตรงและเรียบคล้ายคลึงกับ *I. macrospora* แต่มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด (2n = 22) และพบบริเวณน้ำลึก (+/- 2 m) ของทะเลสาบที่มีน้ำเย็นในนิว บรุนสวิก (New Brunswick) และ โนวา สกอตเทีย (Nova Scotia)

Taylor and Hickey (1992) ได้ศึกษาวิวัฒนาการ การเกิดชนิดใหม่และถิ่นที่อยู่ของ *Isoetes* เขาทั้งสองอธิบายว่า เป็นที่รู้กันทั่วไปถึงความยากลำบากในการวินิจฉัยเกี่ยวกับการจำแนกชนิดของ *Isoetes* ความยากลำบากนี้เนื่องมาจากการปรับตัวของ *Isoetes* ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของถิ่นที่อยู่ทำให้พืชมีความคล้ายคลึงกันและมีวิวัฒนาการเป็นข่ายใยซับซ้อน ลักษณะท่ออากาศภายในใบ ชี้ให้เห็นถึง *Isoetes* โบราณเป็นพืชน้ำที่แท้จริง ต่อมาแนวทางวิวัฒนาการจึงปรับตัวขึ้นมาอยู่บนบกด้วยการปรับตัวทางสัณฐานโดยเฉพาะการสร้าง sclerotic phyllopodia การปรับตัวนี้ปรากฏขึ้นภายหลังจากมีการแยกอนุภูมิภาคอินเดีย (Indian subcontinent) การเกิด subgenus ของ *Isoetes* ใหม่ได้เริ่มขึ้นในอินเดีย โดยมีการสร้างเนื้อเยื่อที่แข็งแรง (sclerified) บริเวณโคนใบทำให้พืชสามารถปรับตัวอยู่บนบกได้ ซึ่งหลักฐานนี้ยืนยันเพิ่มเติมเมื่อพบว่า terrestrial Isoetes มีลักษณะดังกล่าวในประเทศอิตาลี ปัจจุบัน *Isoetes* มีถิ่นที่อยู่มากมาย ตั้งแต่มีทุกส่วนของพืชอยู่ในน้ำ (wholly aquatic) จนถึงมีทุกส่วนของพืชอยู่บนบก (wholly terrestrial) เกือบทั้งหมดของชนิดที่อยู่บนบกเป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ของพืชที่มีโครโมโซม 2 ชุด (diploid chromosome) ในขณะที่พืชชนิดที่อยู่ในน้ำมีความหลากหลายของจำนวนโครโมโซม และมักปะปนกันอยู่เป็นกลุ่มประชากร

แบบผสม ซึ่งพืชมีการผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) และมีการเพิ่มจำนวนโครโมโซม (chromosome doubling) หลักฐานจากการแพร่กระจายพันธุ์ ลักษณะความหลากหลายของเมกะ สปอร์ที่มีสัณฐานแตกต่างกัน จำนวนของโครโมโซม และการวิเคราะห์สารประกอบภายในใบพืชที่แตกต่างกัน เป็นสิ่งสนับสนุนสมมุติฐานการเกิดชนิดใหม่ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงหรือการเพิ่มจำนวนโครโมโซม (allopolyploid speciation)

Pigg (1992) ได้อธิบายการมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันระหว่าง *Isoetes* และ Lycopsid ที่สูญพันธุ์ไปแล้วในสมัย Arborescent นำไปสู่ส่วนหนึ่งในสายวิวัฒนาการของพืชมีท่อลำเลียง การลดลงของ Lycopsid มีความสัมพันธ์กับการมีอยู่ของ *Isoetes* นับแต่ Lepidodendrids ในยุค Carboniferous จนถึงการลดลงของโครงสร้างระบบรากและลำต้น จากข้อมูลใหม่ๆในทศวรรษที่ผ่านมาเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นว่า วิวัฒนาการของพืชกลุ่มนี้ค่อนข้างซับซ้อนมากกว่าข้อสังเกตที่ได้จากการปรับลดโครงสร้าง การรู้จักพืชในกลุ่ม *Isoetes* (Isoetalean plants) ชนิดใหม่ๆเช่น *Protostigmaria* Jennings, *Chaloneria* Pigg & Rothwell และ *Cormophyton* Pigg & Taylor ทำให้เชื่อว่าพืชจำพวก *Isoetes* หรือ Isoetalean Lycopsids ได้กำเนิดขึ้นมาในมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic) ต่อมาในมหายุคเมโซโซอิก (Mesozoic) พืชเหล่านี้ได้แพร่กระจายอย่างแพร่หลายทั่วไป รวมทั้งพืชที่เป็นไม้ยืนต้น (woody plants) เช่น *Pleuromeia corda* เช่นเดียวกับในยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) ซึ่งมีพืชพวก Lycopsid คือ *Chaloneria* และพืชขนาดเล็กๆ (*Isoetites* Munster) พืชเหล่านี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับ *Isoetes* ในยุค ครีเตเชียส (Cretaceous) และยุคเทอเชียรี (Tertiary) พืชที่มีลักษณะสัณฐานคล้ายคลึงกับ *Isoetes* ในปัจจุบัน มีการแพร่กระจายทั่วไป ข้อแตกต่างระหว่างพืชจำพวกไอซีตาเลียน ไลคอพซิด ที่เป็นไม้ยืนต้น เช่น *Chaloneria*, *takhta-janodoxa* Snigirevskaya และ *Pleuromeia* มีความแตกต่างกันที่ขนาดและแตกต่างจาก Isoetes ในระดับมีนัยสำคัญเพียงเล็กน้อย แนวโน้มที่เป็นหลักฐานสนับสนุนพืชในกลุ่มไอซีตาเลียนประกอบไปด้วย การลดลงของการขยายขนาดด้านความยาวของส่วนแกนลำต้น การเปลี่ยนแปลงลักษณะของไมโครสปอร์จากแบบ trilete ไปเป็น monolete การพัฒนาของอับสปอร์แบบฝังตัวด้วยการมีเยื่อคลุมอับสปอร์ (velum) และพัฒนาการของลิ้นใบด้วย glossopodia ข้อมูลใหม่ๆทั้งหลายนี้ล้วนสนับสนุนว่าพืชในกลุ่ม *Isoetes* และ Lycopsid ที่มี rhizomorph มีความหลากหลายและซับซ้อนในลักษณะที่เป็นวิวัฒนาการเคียงคู่กัน

Musselman, Taylor, and Bray (2002) ได้รายงานการพบ *Isoetes* ชนิดใหม่ในแถบตะวันออกของรัฐเวอร์จิเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา คือ *I. mattaponica* ซึ่งเป็นพืชหายากชนิดหนึ่งที่พบบริเวณน้ำจืดริมฝั่งแม่น้ำ พืชนี้มีโครโมโซม 2 ชุด $2n = 22$ เมกะสปอร์มีปุ่มหนามแบบ

rugulate muri กระจายห่างๆ ทั้งด้านโคน (proximal surface) และด้านปลาย (distal surface) ส่วนไมโครสปอร์ มีปุ่มหนามแบบ echinate-spinose ที่หนามมีลวดลาย *I. mattaponica* อาจจะเป็นพืชหนึ่งที่ให้กำเนิด *Isoetes* พวกที่มีโครโมโซมหลายชุด (polyploids) ทางตะวันออกเฉียงใต้ของอเมริกา

Shukla, Srivastava, and Shukla (2002) ได้ศึกษาการกระจายพันธุ์ของ quillworts (*Isoetes*) ในประเทศอินเดีย พบว่ามี *Isoetes* ทั่วประเทศอินเดียจำนวน 14 ชนิด เมื่อจำแนกประเภทด้วยลักษณะการกระจายพันธุ์โดยได้รับการรับรองจาก phyto-geographical division (PGD) ปรากฏว่ามี *Isoetes* 8 ชนิดเป็นพวก local endemic species ได้แก่ *I. dixitii* Shende, *I. panchganiensis* Srivastava, Pant & Shukla และ *I. sahyadrii* Mahabale ในเขต Western Ghats *I. pantii* Goswami & Arya, *I. bilaspurensis* G.Panigrahi, *I. reticulata* Gena & Bhardwaja และ *I. tuberculata* Gena & Bhardwaja ในเขตที่ราบสูง Chotanagpur Malwa Vindhya และ *I. debii* ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย อีก 6 ชนิดเป็นพวก wider endemic species ประกอบด้วย *I. panchananii* Pant & Srivastava, *I. sampathkumaranii* L.N.Rao, *I. rajasthanensis* Gena & Bhardwaja, *I. mahadevensis* Srivastava, Pant & Shukla, *I. indica* L. และ *I. coromandelina* L.f. จากการศึกษารูปแบบการกระจายพันธุ์ของ *Isoetes* พบว่าเริ่มมีการเจริญเริ่มแรกตั้งแต่เขตแห้งแล้งของที่ราบต่ำไปจนถึงเขตฝนของที่ราบสูงและบนภูเขา โดยเฉพาะ *I. coromandelina* L.f. นับว่าเป็น *Isoetes* ชนิดแรกของประเทศอินเดีย (first Indian quillwort) ที่ชุมชนรุ่นแรกๆ เจริญในที่ราบต่ำแถบชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศอินเดีย (Coromandel Coast) จากการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Isoetes* ชนิดแรกนี้ได้ก่อให้เกิดชนิดใหม่ๆ ขึ้นและกระจายไปทั่วประเทศอินเดีย จึงอาจจะกล่าวได้ว่า *I. coromandelina* L.f. เป็น key Indian species ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระจายพันธุ์และการเกิดชนิดใหม่ในปัจจุบัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจและการวิจัยเชิงทดลอง ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาอย่างง่าย (simple random sampling) การวิจัยเชิงทดลองใช้แผนการวิจัยแบบสุ่มตลอด (CRD) การนำเสนอผลการวิจัยใช้สถิติแบบพรรณนาด้วยค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ การเปรียบเทียบใช้สถิติแบบวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน เมื่อพบว่ามีความแตกต่าง กันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยวิธีของดันแคน (Duncan's method)

3.2 กลุ่มตัวอย่าง และสถานที่ทำการวิจัย

3.2.1 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเป็นต้นกระเทียมนาจากพื้นที่ที่สำรวจพบในประเทศไทย

3.2.2 สถานที่ทำการวิจัย ภาคสนามใช้พื้นที่ที่พบกระเทียมนาแต่ละจังหวัดในประเทศไทย การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ใช้ห้องปฏิบัติการดังนี้

3.2.2.1 ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ห้องปฏิบัติการกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.2.2 ห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ของพืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3.2.2.3 ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.2.2.4 ห้องปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.2.3 ระยะเวลาในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2542 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2544 รวมเวลาทำการวิจัย 24 เดือน

3.3 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 การศึกษานิเวศวิทยา

3.3.1.1 เครื่องมือตรวจวัดสภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัย

1 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) แบบพกพา Hanna instruments รุ่น pHep-pH electronic paper

2 เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer) แบบพกพา Hanna instruments

3 เครื่องวัดความสูงจากระดับน้ำทะเล (altimeter)

3.3.1.2 แผนที่ประเทศไทย แผนที่จังหวัดต่างๆ

1 แผนที่ทางหลวงในประเทศไทย ฉบับปี 2543 มาตราส่วน 1 : 1,000,000

2 แผนที่ประเทศไทย กรมแผนที่ทหาร ปี 2536 มาตราส่วน 1 : 50,000

3.3.1.3 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างพืชและตัวอย่างดิน

1 พลั่วมือ

2 เสียม

3 เทปวัดระยะทาง 50 เมตร

4 เชือก

5 กระป๋องพลาสติก

6 ถุงพลาสติก

7 คันธงขนาด 0.5 เมตร

3.3.1.4 กล้องถ่ายรูป โกดัก เอฟอี มาโครเลนส์และฟิล์มสีโกดัก โกลด์ 200

3.3.1.5 เครื่องมือการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีบางประการของดินตัวอย่าง จากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, คณะเกษตรศาสตร์, 2544)

3.3.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาของพืช

3.3.2.1 กล้องถ่ายรูปและฟิล์มสีโกดัก โกลด์ 200

3.3.2.2 ไม้บรรทัดซึ่งมีสเกลมิลลิเมตร

3.3.2.3 แว่นขยาย (hand lens)

3.3.2.4 มีดโกนและมีดผ่าตัดเนื้อเยื่อพืช

3.3.2.5 แท่นวางตัวอย่างพืช

3.3.2.6 กระดาษร่างสัณฐานของพืช

3.3.2.7 กล่องพลาสติกเก็บรักษาตัวอย่างพืช

3.3.3 การศึกษาสัณฐานวิทยาของสปอร์

3.3.3.1 เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือในการเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาสัณฐานวิทยาของสปอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

3.3.3.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด model : JSM 6400 และฟิล์มขาวดำ ฟูจิ FP-3000B

3.3.3.3 กล้องถ่ายรูปติดกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และฟิล์มสีโกดัก โกลด์ 200

3.3.4 การศึกษากายวิภาคศาสตร์ของพืช

3.3.4.1 เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือการทำสไลด์ถาวรตามกรรมวิธีพาราฟิน (อัจรา ธรรมถาวร, 2538; Johansen, 1968 และ Sass, 1964)

3.3.4.2 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

3.3.4.3 กล้องถ่ายรูปติดกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

3.3.4.4 ฟิล์มสีโกดัก โกลด์ 200

3.3.4.5 กล้องถ่ายรูปติดกล้องจุลทรรศน์แบบดิจิตอล

3.3.4.6 กระจกสไลด์และกระจกปิด

3.3.4.7 กล่องเก็บกระจกสไลด์

3.3.5 การเพาะเลี้ยงสปอร์และเนื้อเยื่อพืช

3.3.5.1 เครื่องแก้ว สารเคมี วัสดุและเครื่องมือในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Bhojwani and Razdan, 1983)

3.3.5.2 ตู้ย้ายเนื้อเยื่อ (larminar air-flow cabinet)

3.3.5.3 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

3.3.5.4 กล้องถ่ายรูปและฟิล์มสีโกดัก โกลด์ 200

3.3.6 การศึกษาโครโมโซม

3.3.6.1 เครื่องแก้ว สารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาโครโมโซม (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2540)

3.3.6.2 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

3.3.6.3 กล้องถ่ายรูปและฟิล์มสีโกดัก โกลด์ 200

3.4 วิธีการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การศึกษาด้านนิเวศวิทยา

ศึกษาการกระจายพันธุ์กระเทียมนาในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย โดยศึกษาจากรายงานและตัวอย่างพืชอัดแห้ง ณ หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ สอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากผู้รู้และอาจารย์ผู้สอนวิชาพฤกษานุกรมวิธานหรืออนุกรมวิธานของพืชในสถานศึกษาของรัฐ ข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการสอบถามและลักษณะถิ่นที่อยู่อาศัยที่เคยสำรวจพบต้นกระเทียมนา ทั้งที่บ้านเก่า ตำบลบ้านเก่า อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี โดย Kai Larsen สำรวจพบครั้งแรกในประเทศไทย ได้รายงานไว้ใน Dansk Bot. Ark 23:59,1963 (Tagawa and Iwatsuki, 1979) รวมทั้งทุ่งนาบ้านจะแกโกน ตำบลสลักได อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ และทุ่งนาบ้านค้อ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม (รัชนี ฉวีราช, 2535; สมโภชน์ ปรุงเกียรติ, 2518 และ สนอง จอมเกาะ, 2519) ข้อมูลเบื้องต้นนี้ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจุดสำรวจ โดยสภาพพื้นที่ที่เคยพบต้นกระเทียมนาทั้งหมดมีลักษณะเป็นที่ราบและเป็นหรือเคยเป็นที่ทำนาข้าวมาก่อน ดินทรายถึงดินร่วน มีน้ำขังในฤดูฝนลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร น้ำใสและค่อนข้างนิ่ง สภาพพื้นที่ก่อนมีการทำนาเคยเป็นป่าเต็งรังมาก่อน จากสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงทำการสุ่มพื้นที่เพื่อสำรวจการกระจายพันธุ์กระเทียมนาของประเทศไทย 76 จังหวัด ใน 7 ภูมิภาคตามการแบ่งเขตภูมิศาสตร์ของพืชในประเทศไทย (Thailand Floristic Regions) (Santisuk and Larsen, 1999) ดังนี้

3.4.1.1 ภาคเหนือ จำนวน 15 จังหวัด เรียงตามลำดับจังหวัดที่ 1 – 15 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา น่าน ลำพูน ลำปาง แพร่ อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร และนครสวรรค์ สุ่มสำรวจในพื้นที่ 5 จังหวัด คือ อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย พิษณุโลก และจังหวัดกำแพงเพชร

3.4.1.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 11 จังหวัดตามลำดับจังหวัดที่ 16 – 26 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ เพชรบูรณ์ เลย หนองบัวลำภู อุดรธานี หนองคาย สกลนคร นครพนม มุกดาหาร กาฬสินธุ์ มหาสารคาม และขอนแก่น สำรวจในพื้นที่ทุกจังหวัด เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่ที่เคยพบซึ่งมีโอกาสพบต้นกระเทียมนาได้

3.4.1.3 ภาคตะวันออก จำนวน 9 จังหวัดเรียงตามลำดับจังหวัดที่ 27 – 35 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ

ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี สำรวจในพื้นที่ทุกจังหวัด เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่ที่เคยพบซึ่งมีโอกาสพบต้นกระเทียมนาได้

3.4.1.4 ภาคตะวันตกเฉียงใต้ จำนวน 5 จังหวัด เรียงตามลำดับจังหวัดที่ 36 – 40 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ อุทัยธานี กาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ สุ่มสำรวจในพื้นที่ 3 จังหวัด คือ กาญจนบุรี ราชบุรี และเพชรบุรี

3.4.1.5 ภาคกลาง จำนวน 15 จังหวัด เรียงตามลำดับจังหวัดที่ 41 – 55 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี สุพรรณบุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา สระบุรี นครปฐม ปทุมธานี นครนายก นนทบุรี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร สุ่มสำรวจในพื้นที่ 5 จังหวัด คือ สุพรรณบุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา สระบุรี และนครนายก

3.4.1.6 ภาคตะวันออกเฉียงใต้ จำนวน 7 จังหวัด เรียงตามลำดับจังหวัดที่ 56 – 62 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ สระแก้ว ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด สุ่มสำรวจในพื้นที่ 4 จังหวัด คือ สระแก้ว ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา และชลบุรี

3.4.1.7 ภาคใต้ จำนวน 14 จังหวัด ตามลำดับจังหวัดที่ 63 – 76 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี พังงา ภูเก็ต กระบี่ นครศรีธรรมราช พัทลุง ตรัง สตูล สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส สุ่มสำรวจในพื้นที่ 2 จังหวัด คือ พัทลุง และสงขลา

รวมสุ่มสำรวจในพื้นที่ 39 จังหวัด ในแต่ละจังหวัดศึกษาสภาพทางภูมิศาสตร์ ลักษณะพื้นที่ ชนิดของป่าที่มีในจังหวัด รวมทั้งสอบถามจากบุคคลในพื้นที่ แล้วสุ่มเดินทางสำรวจไปยังพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับพื้นที่ที่เคยพบต้นกระเทียมนา การสำรวจกระทำเฉพาะในช่วงฤดูฝนต่อกับต้นฤดูหนาว ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคม บันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมทางกายภาพของแหล่งที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่พบต้นกระเทียมนา ได้แก่ ลักษณะของดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ลักษณะของน้ำ ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ สภาพของแสงสว่าง และอุณหภูมิของน้ำ สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ ชนิดของพืชพรรณที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงในแหล่งน้ำเดียวกันกับกระเทียมนาและพืชพรรณที่อยู่บนบกในบริเวณใกล้เคียง

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกประมาณ 5 – 10 เซนติเมตร ปริมาณ 1.5 – 2 ลิตร บรรจุลงในถุงพลาสติก ตากดินให้แห้ง บดละเอียด ส่งไปวิเคราะห์ชนิดของเนื้อดิน การนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและปริมาณซัลเฟตในดิน ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3.4.2 การศึกษาสัณฐานวิทยา

เก็บพืชตัวอย่างที่มีสภาพสมบูรณ์ จากแหล่งที่อยู่อาศัยซึ่งสำรวจพบ แหล่งละ 3 ต้น ในสภาพต้นพืชสด ตรวจสอบรูปร่างลักษณะสัณฐาน บรรยายลักษณะของพืช ลักษณะของราก ต้นใบและอับสปอร์ พร้อมทั้งถ่ายรูปส่วนต่างๆของพืช พืชตัวอย่างที่ได้ศึกษาแล้วเก็บไว้อ้างอิงในสภาพพืชอัดแห้ง และดองไว้ด้วยน้ำยา เอฟ เอ เอ ความเข้มข้นร้อยละ 50 (FAA 50 %) (Koch, 1973) ซึ่งเตรียมได้ดังนี้

3.4.2.1 เตรียมสต็อคโซลูชัน (stock solution) ของน้ำยา FAA

เอธิลแอลกอฮอล์ (C_2H_5OH) 50 %	90 มิลลิลิตร
กรดน้ำส้มเข้มข้น (glacial acetic acid)	5 มิลลิลิตร
ฟอร์มาลิน (formalin) 40 %	5 มิลลิลิตร

3.4.2.2 การนำน้ำยาไปใช้

นำสต็อคโซลูชัน FAA 1 ส่วน เติมน้ำกลั่น 1 ส่วน (1 : 1) จะได้น้ำยา FAA 50 % ใช้น้ำยาดองตัวอย่างพืชสดในขวดแก้ว ให้น้ำยาท่วมทุกส่วนของพืช

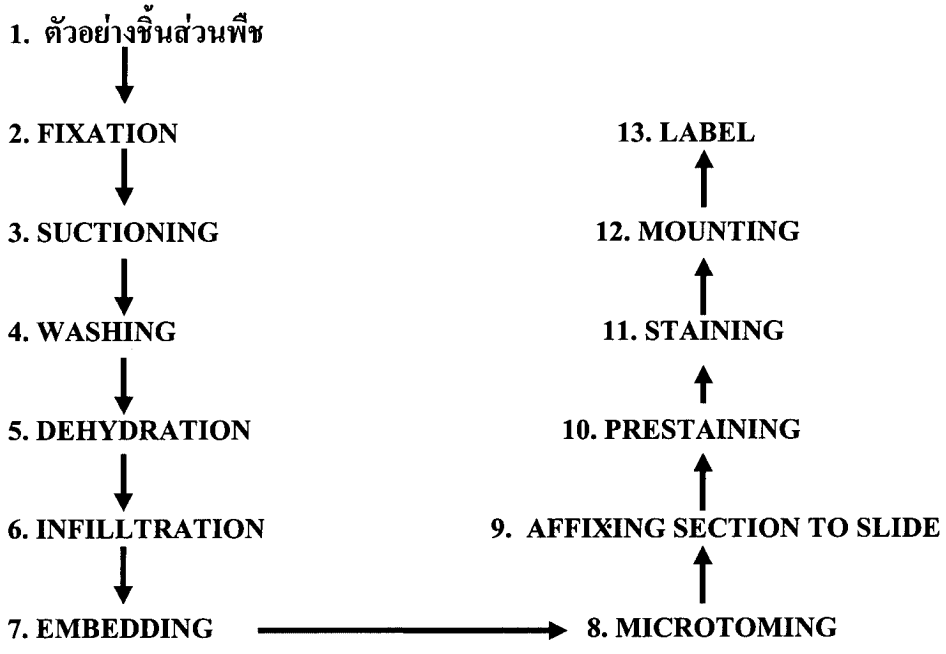
ตัวอย่างพืชดังกล่าวเก็บรักษาไว้ ณ ห้องปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.4.3 การศึกษาสัณฐานวิทยาของสปอร์

การศึกษาสัณฐานวิทยาของสปอร์ เก็บตัวอย่างอับสปอร์ที่เจริญเต็มวัยจากโคนใบที่แก่จัดใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ทั้งอับไมโครสปอร์และอับเมกะสปอร์ของพืช ศึกษาในห้องปฏิบัติการ บันทึกลักษณะของอับสปอร์ แล้วใช้มีดผ่าตัดผ่าอับสปอร์และนำเม็ดสปอร์ผึ่งในจานแก้วชั่งน้ำหนักสดเม็ดสปอร์พร้อมจานแก้ว เก็บไว้ภายในห้องปฏิบัติการ ชั่งน้ำหนักเม็ดสปอร์จนเม็ดสปอร์แห้งสนิทน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง นำเม็ดสปอร์ที่แห้งแล้วติดบนสตัฟ (stuff) แล้วผ่านกรรมวิธีหุ้มเม็ด สปอร์ด้วยทองคำ นำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ณ ห้องปฏิบัติการกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เม็ดสปอร์ส่วนที่เหลือนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงพร้อมทั้งถ่ายรูปประกอบ

3.4.4 การศึกษากายวิภาคศาสตร์ของพืช

เก็บตัวอย่างราก ต้น ใบและอับสปอร์ของต้นกระเทียมนา ในสภาพพืชสดแล้วดำเนินการตามขั้นตอนกรรมวิธีพาราฟินโดยสรุป ดังนี้ (อัจฉรา ธรรมถาวร, 2538)



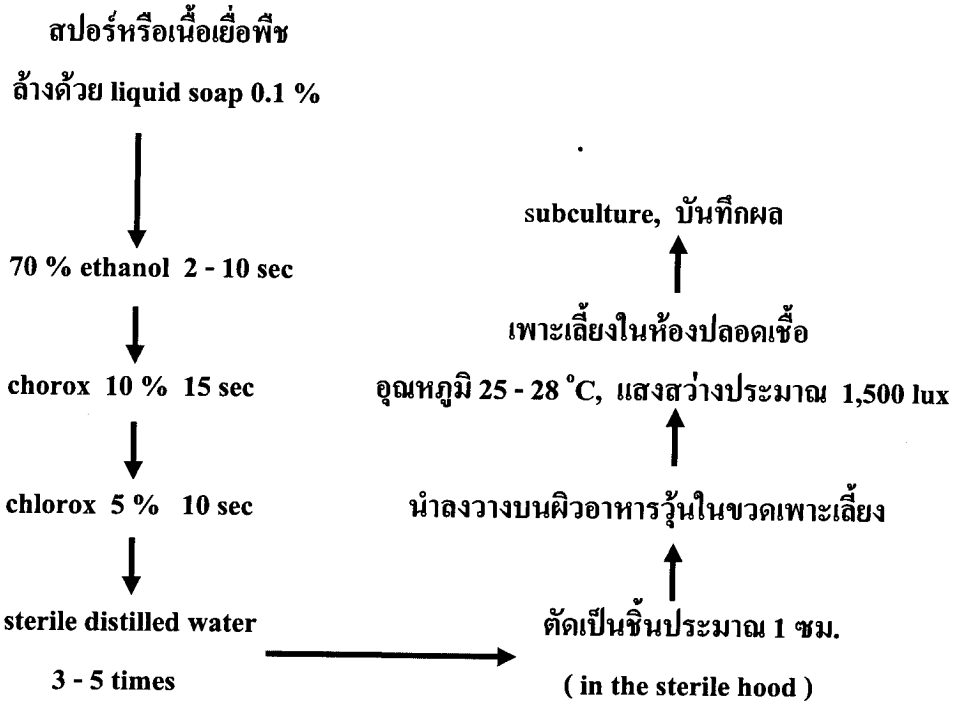
เมื่อจัดทำสไลด์สำเร็จแล้วนำไปศึกษาโครงสร้างทางกายวิภาคของพืช รวมทั้งศึกษาจากการทำสไลด์สด ตัดเนื้อเยื่อด้วยวิธี free hand section และลอกผิวใบ ใช้สีย้อม toluidine blue 0.1 % บันทึกผลและถ่ายรูปจากกล้องจุลทรรศน์

3.4.5 การเพาะเลี้ยงสปอร์และเนื้อเยื่อพืช

3.4.5.1 การเพาะสปอร์ เพื่อศึกษาการงอกของสปอร์และการเจริญของแกมีโทไฟต์ ได้ทำการเพาะเม็ดเมกะสปอร์ ที่พัฒนาเต็มที่จากต้นกระเทียมนาที่พักตัวตามฤดูกาล โดยเก็บสปอร์เมื่อใบกระเทียมนาแห้งหมดทุกใบ เก็บเม็ดสปอร์ไว้ในขวดแก้ว (vial) ปิดฝาเกลียว เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง ให้มีการพักตัวตามระยะเวลาปกติในธรรมชาติ แล้วนำเม็ดสปอร์มาเพาะในเดือนพฤษภาคม (เมื่อเริ่มเข้าสู่ฤดูฝน) การเพาะสปอร์เพาะในอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) และสูตรอาหาร Bristol's solution (Koch, 1973) รวมทั้งเพาะเม็ดเมกะสปอร์และไมโครสปอร์ในจานแก้วด้วยวัสดุเพาะดินนาและผงอิฐป่นที่อบฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน 180 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง

3.4.5.2 การเพาะเนื้อเยื่อสดจากลำต้นและใบ เพื่อศึกษาการตอบสนองของเนื้อเยื่อต่อฮอร์โมนพืช การเจริญของเนื้อเยื่อเป็นต้นพืชสมบูรณ์ โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดและเนื้อเยื่อใบสด ในสูตรอาหาร MS (1962) สูตรอาหาร B5 (1968) (Gamborg, Miller and Ojima, 1968) และสูตรอาหาร Moore's solution (Koch, 1973) ทำการทดสอบการตอบสนองต่อฮอร์โมน

ออกซิน (auxin) ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนิน (cytokinin) ในความเข้มข้นระดับต่างๆ ทั้งนี้ทำการทดลองเบื้องต้นด้วยการใช้ฮอร์โมนออกซินคือ NAA (naphthalene acetic acid) และ 2,4 - D (2,4 - dichlorophenoxy acetic acid) ฮอร์โมนไซโตไคนิน คือ Kinetin และBA (6 - benzyladenine) เติมในอาหารเพาะเลี้ยงให้มีความเข้มข้นระดับ 0.1 – 2.0 ไมโครโมล และอาหารที่ไม่เติมฮอร์โมน (Bhojwani and Razdan, 1983) ดำเนินการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลำต้น ใบและอับสปอร์อ่อนของกระเทียมนา มีขั้นตอนสรุปดังนี้ (อรดี สหวัชรินทร์, 2538)



3.4.6 การศึกษาโครโมโซม

การศึกษาโครโมโซม ได้ศึกษาจากรากอ่อนของกระเทียมนา โดยวิธี Feulgen technique มีขั้นตอนดังนี้ (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2540)

3.4.6.1 **pretreatment** ตัดปลายรากอ่อนของกระเทียมนา ยาวประมาณ 0.5 - 1 เซนติเมตร ใส่ลงในสารละลายอิ่มตัว alpha-bromonaphthalene ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง (หรือระหว่าง 6 - 18 ชั่วโมง)

3.4.6.2 **fixation** ย้ายรากจากข้อ 1 แช่ในสารละลาย acetic alcohol (acetic acid : ethanol = 1 : 3) ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง เพื่อหยุดกิจกรรมของเซลล์

3.4.6.3 **washing** ล้างรากด้วย ethanol 70 % 2 – 3 ครั้ง แล้วนำไปทำ hydrolysis ทันทีหรือบางครั้งเก็บรักษาไว้ใน ethanol 70 % ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 – 7 วัน

3.4.6.4 **hydrolysis** นำราก 2 – 3 ราก วางบนกระจกนาฬิกา หยด 1 N HCl ให้ท่วมราก นำรากใส่หลอดแก้ว incubate ใน water bath ที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 10 นาที (Feulgen technique) เพื่อสลายผนังเซลล์ แล้วล้างกรดออกด้วยน้ำกลั่น 2 – 3 ครั้ง

3.4.6.5 **staining** นำรากแช่ในน้ำยา Schiff's reagent ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาทีแล้วตัดปลายรากส่วนที่ติดสีชมพูเข้มวางบนสไลด์ หยดสี propiono carmine 1 หยด ขยี้รากด้วยปากคีบให้เซลล์แยกหลุดจากกัน ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ เคาะเบาๆบนแผ่นกระจกปิดด้วยยางลบปลายดินสอ (Feulgen technique) แล้ววางกระดาษซับบนแผ่นกระจกปิด ใช้นิ้วหัวแม่มือกดลงบนกระดาษซับเพื่อดูดซับสีส่วนเกินและให้โครโมโซมอยู่บนระนาบเดียวกัน

3.4.6.6 นำสไลด์ที่เตรียมได้ ไปตรวจศึกษาลักษณะและจำนวนโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยายเลนส์วัตถุ 40 เท่า และ 100 เท่า

3.4.6.7 บันทึกผลและถ่ายภาพประกอบจากกล้องจุลทรรศน์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for Windows แล้วนำเสนอผลการวิเคราะห์ด้วยตารางและกราฟ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

4.1 ผลการสำรวจกระเทียมนา

การสำรวจกระเทียมนาในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย 76 จังหวัด ใน 7 ภูมิภาคตามการแบ่งเขตภูมิศาสตร์ของพืชในประเทศไทย (Thailand Floristic Regions) (Santisuk and Larsen, 1999) ปรากฏผลดังนี้

4.1.1 ภาคเหนือ (northern) จำนวน 15 จังหวัด เรียงตามลำดับจังหวัดที่ 1 - 15 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา น่าน ลำพูน ลำปาง แพร่ อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร และนครสวรรค์ สุ่มสำรวจในพื้นที่ 5 จังหวัด คือ อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย พิษณุโลก และจังหวัดกำแพงเพชร ผลการสำรวจพบกระเทียมนาในพื้นที่จังหวัดตาก และจังหวัดสุโขทัยดังนี้

4.1.1.1 จังหวัดตาก (ตก) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านหนองมะเกลือตำบลน้ำรึม อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก

4.1.1.2 จังหวัดสุโขทัย (สท) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านหนองหญ้าปล้อง ตำบลหนองหญ้าปล้อง อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย

4.1.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (north-eastern) จำนวน 11 จังหวัด เรียงตามลำดับจังหวัดที่ 16 - 26 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ เพชรบูรณ์ เลย หนองบัวลำภู อุดรธานี หนองคาย สกลนคร นครพนม มุกดาหาร กาฬสินธุ์ มหาสารคาม และขอนแก่น สำรวจในพื้นที่ทุกจังหวัด ผลการสำรวจพบกระเทียมนาในพื้นที่ 5 จังหวัด ดังนี้

4.1.2.1 จังหวัดอุดรธานี (อด) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านทุ่งอุทุมพร ตำบลดอนสาย กิ่งอำเภอกู่แก้ว จังหวัดอุดรธานี

4.1.2.2 จังหวัดหนองคาย (นค) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านกุดบง ตำบลบ้านเดื่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย

4.1.2.3 จังหวัดกาฬสินธุ์ (กส) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านทุ่งศรีเมือง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์

4.1.2.4 จังหวัดมหาสารคาม (มค) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านโนนสำราญ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

4.1.2.5 จังหวัดขอนแก่น (ขก) สำรวจพบที่ทุ่งนาหนองอีเก้ง บ้านเป็ด ตำบลบ้านเป็ด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

4.1.3 ภาคตะวันออก (eastern) จำนวน 9 จังหวัด เรียงตามลำดับจังหวัดที่ 27 - 35 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืชคือ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี สำรวจในพื้นที่ทุกจังหวัด ผลการสำรวจ**พบ**กระเทียมนาในพื้นที่ 5 จังหวัด ดังนี้

4.1.3.1 จังหวัดบุรีรัมย์ (บร) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านหนองสองห้อง ตำบลหนองสองห้อง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

4.1.3.2 จังหวัดสุรินทร์ (สร) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านเอือด ตำบลท่าตูม อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์

4.1.3.3 จังหวัดร้อยเอ็ด (รอ) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านนิคม ตำบลนิเวศน์ อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด

4.1.3.4 จังหวัดศรีสะเกษ (ศก) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านหนองถ่ม ตำบลดู่ อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ

4.1.3.5 จังหวัดอุบลราชธานี (อบ) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านทางสาย ตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

4.1.4 ภาคตะวันตกเฉียงใต้ (south-western) จำนวน 5 จังหวัด เรียงลำดับจังหวัดที่ 36 - 40 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ อุทัยธานี กาญจนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ สุ่มสำรวจในพื้นที่ 3 จังหวัด คือ กาญจนบุรี ราชบุรี และเพชรบุรี ผลการสำรวจ**ไม่**พบกระเทียมนาในทุกพื้นที่

4.1.5 ภาคกลาง (central) จำนวน 15 จังหวัด เรียงตามลำดับจังหวัดที่ 41 - 55 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี สุพรรณบุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา สระบุรี นครปฐม ปทุมธานี นครนายก นนทบุรี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร สุ่มสำรวจในพื้นที่ 5 จังหวัด คือ สุพรรณบุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา สระบุรี และนครนายก ผลการสำรวจ **ไม่**พบกระเทียมนาในทุกพื้นที่

4.1.6 ภาคตะวันออกเฉียงใต้ (south-eastern) จำนวน 7 จังหวัด เรียงลำดับจังหวัดที่ 56 - 62 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ สระแก้ว ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรีและตราด สุ่มสำรวจในพื้นที่ 4 จังหวัด คือ สระแก้ว ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา และชลบุรี ผลการสำรวจ **พบ** กระเทียมนาในพื้นที่ 2 จังหวัด ดังนี้

4.1.6.1 จังหวัดสระแก้ว (สก) สำรวจพบที่ทุ่งนาร้าง ภายในเขตที่ตั้งที่ว่าการกิ่งอำเภอโคกสูง ตำบลโคกสูง กิ่งอำเภอโคกสูง จังหวัดสระแก้ว

4.1.6.2 จังหวัดปราจีนบุรี (ปจ) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านหน้าแขวงฯ ตำบลหนองกี่ อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี

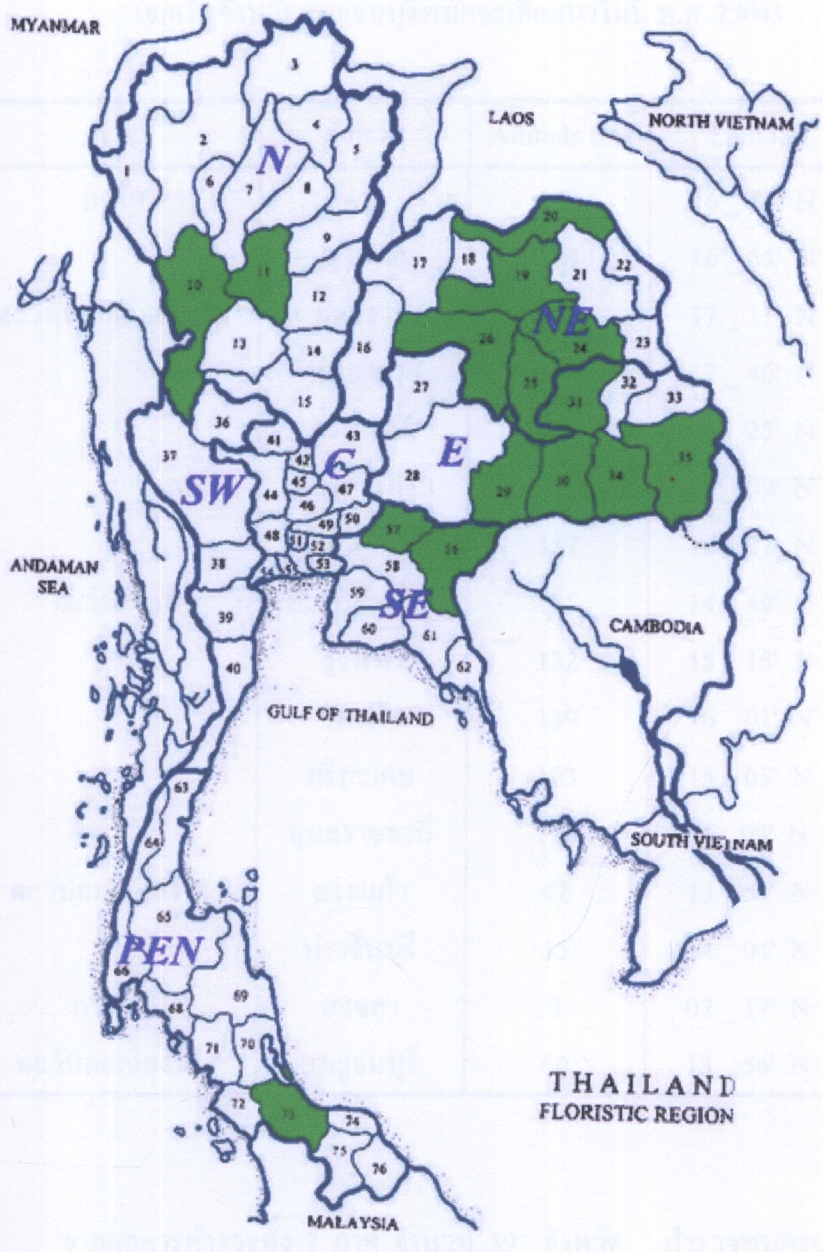
4.1.7 ภาคใต้ (peninsular) จำนวน 14 จังหวัด เรียงตามลำดับจังหวัดที่ 63 - 76 ในเขตภูมิศาสตร์ของพืช คือ ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี พังงา ภูเก็ต กระบี่ นครศรีธรรมราช พัทลุง ตรัง สตูล สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส สุ่มสำรวจในพื้นที่ 2 จังหวัด คือ พัทลุง และสงขลา ผลการสำรวจพบกระเทียมนาในพื้นที่จังหวัดสงขลา ดังนี้

4.1.7.1 จังหวัดสงขลา (สข) สำรวจพบที่ทุ่งนาบ้านชิงโค หมู่ที่ 1 ตำบลชิงโค อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

ผลการสำรวจทั้ง 7 ภาค โดยการสุ่มสำรวจ 39 จังหวัด สำรวจพบกระเทียมนาทั้งสิ้นรวม 15 จังหวัด ดังแสดงในภาพที่ 4.1

พิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของหมู่บ้าน ในจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนาทั่วประเทศ มีพิกัดตำแหน่งเส้นรุ้ง (latitude) มีค่าระหว่าง 7 องศา 17 ลิปดา เหนือ ที่บ้านชิงโค หมู่ที่ 1 ตำบลชิงโค อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา และ 17 องศา 46 ลิปดา เหนือ ที่บ้านกุดบง ตำบลบ้านเดื่อ อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ซึ่งมีพิกัดเส้นรุ้งต่างกัน 10 องศา 29 ลิปดา ส่วนพิกัดตำแหน่งเส้นแวง (longitude) มีค่าระหว่าง 99 องศา 15 ลิปดา ตะวันออก ที่บ้านหนองมะเกลือ ตำบลน้ำรึม อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก และ 104 องศา 48 ลิปดา ตะวันออก ที่บ้านทางสาย ตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งมีพิกัดเส้นแวงต่างกัน 5 องศา 23 ลิปดา พิกัดตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของหมู่บ้านในจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนาแสดงในตารางที่ 4.1

สำหรับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (MSL) ของพื้นที่ที่พบกระเทียมนา ณ หมู่บ้านในจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนาทั่วประเทศ มีค่าระหว่าง 3 – 185 เมตร (ตารางที่ 4.1) โดยความสูงจากระดับน้ำทะเลที่มีค่าต่ำสุด 3 เมตร อยู่ที่บ้านชิงโค หมู่ที่ 1 ตำบลชิงโค อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา และความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางที่มีค่าสูงสุด 185 เมตร อยู่ที่บ้านหนองสองห้อง ตำบลหนองสองห้อง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางทั้งสองพื้นที่มีความต่างกัน 182 เมตร Larsen (1963), Tagawa and Iwatsuki (1979) และ Shimizu, et al. (1979) ได้รายงานถึงความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของพื้นที่ที่พบกระเทียมนา ณ บ้านเก่า บ้านตะเคียน อำเภอเมือง และป่ารินติน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เอาไว้ที่ 60 70 และ 210 เมตร ตามลำดับ

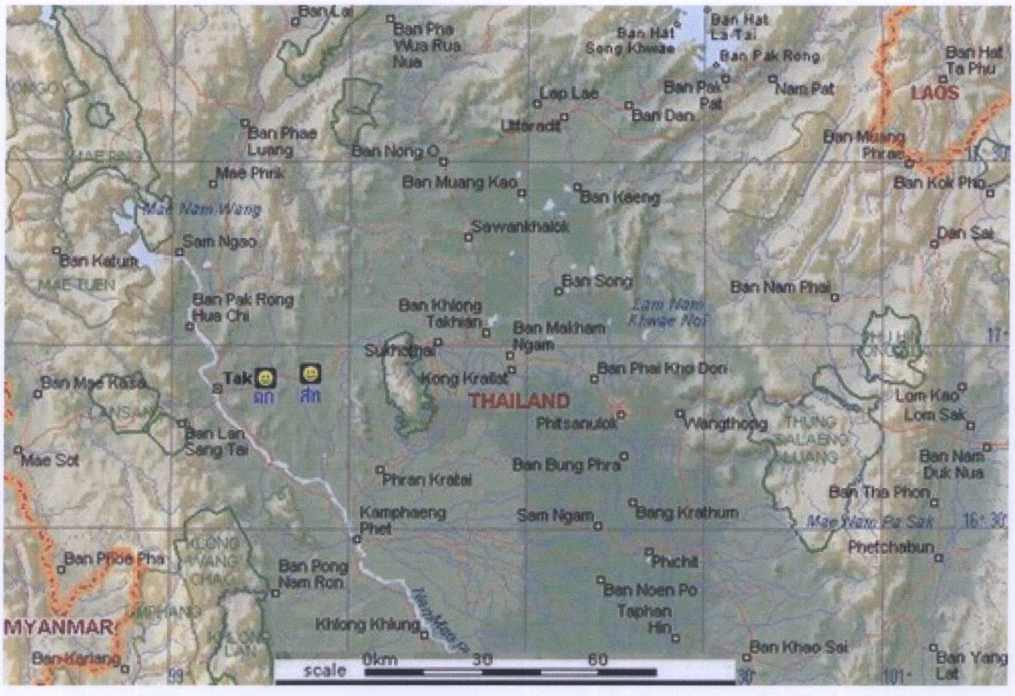


ภาพที่ 4.1 จังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนาในแต่ละภาคตามเขตภูมิศาสตร์ของพืช

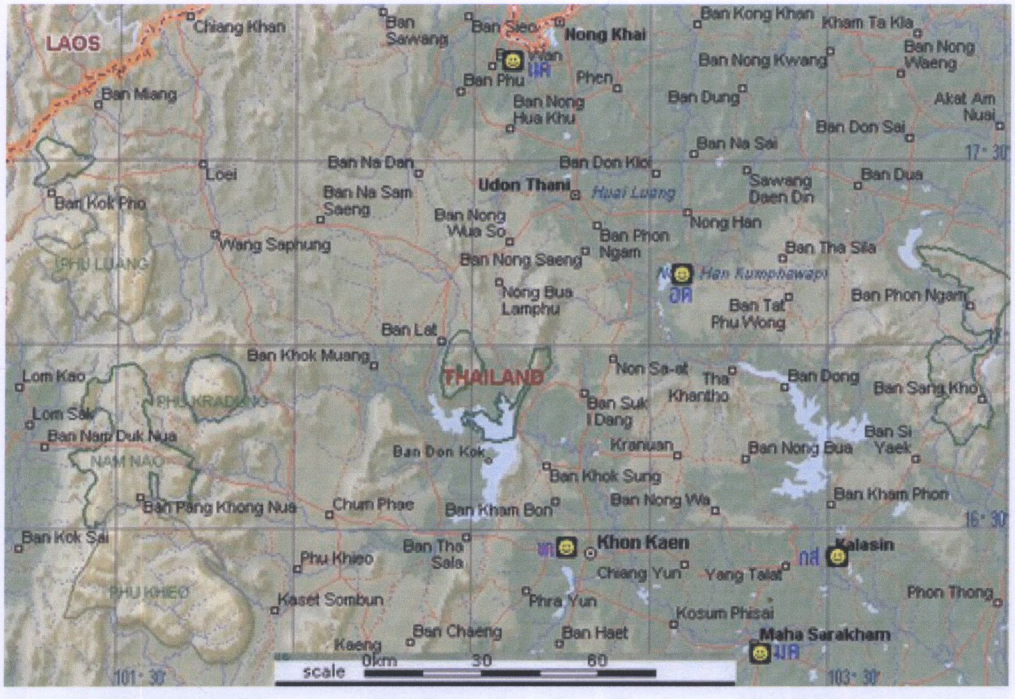
ตารางที่ 4.1 พิกัดตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของหมู่บ้านในจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนา (ยกเว้นจังหวัดกาญจนบุรีพบกระเทียมนาในปี พ.ศ. 2504)

ภาค	จังหวัด	Altitude (m)	Latitude	Longitude
เหนือ	ตาก	130	16 _ 54' N	99 _ 15' E
	สุโขทัย	104	16 _ 55' N	99 _ 23' E
ตะวันออกเฉียงเหนือ	อุดรธานี	175	17 _ 11' N	103 _ 05' E
	หนองคาย	174	17 _ 46' N	102 _ 36' E
	กาฬสินธุ์	143	16 _ 25' N	103 _ 31' E
	มหาสารคาม	147	16 _ 09' N	103 _ 18' E
	ขอนแก่น	157	16 _ 27' N	102 _ 45' E
ตะวันออก	บุรีรัมย์	185	14 _ 49' N	102 _ 59' E
	สุรินทร์	132	15 _ 18' N	103 _ 43' E
	ร้อยเอ็ด	139	16 _ 01' N	103 _ 44' E
	ศรีสะเกษ	123	15 _ 05' N	104 _ 24' E
	อุบลราชธานี	126	15_ 09' N	104 _ 48' E
ตะวันออกเฉียงใต้	สระแก้ว	42	13 _ 51' N	102 _ 40' E
	ปราจีนบุรี	15	14 _ 01' N	101 _ 46' E
ภาคใต้	สงขลา	3	07 _ 17' N	100 _ 29' E
ตะวันตกเฉียงใต้	กาญจนบุรี	60	13 _ 56' N	99 _ 17' E

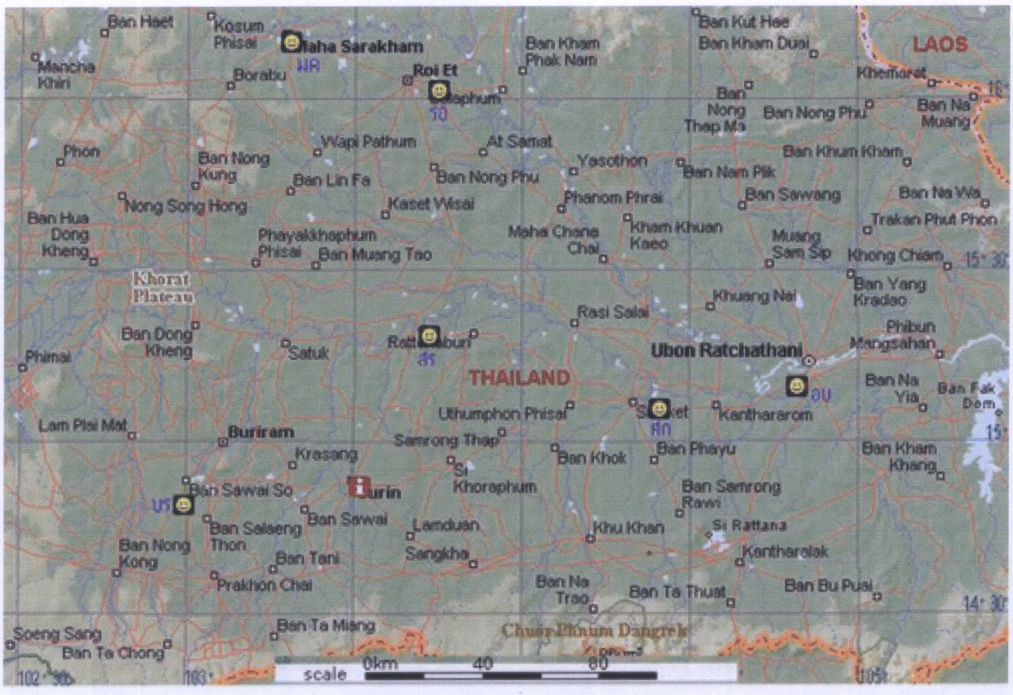
จากผลการสำรวจทั้ง 7 ภาค จำนวน 39 จังหวัด สำรวจพบกระเทียมนาทั้งสิ้นรวม 15 จังหวัด จังหวัดที่พบกระเทียมนาดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 42.85 ของจังหวัดที่ดำเนินการสุ่มสำรวจ หรือร้อยละ 19.73 ของจังหวัดทั่วประเทศ พื้นที่ที่สำรวจพบกระเทียมนาแสดงด้วยแผนที่เป็นรายภาค แสดงลักษณะสภาพภูมิศาสตร์ทั่วไป ดังภาพที่ 4.2 ถึงภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบกับแผนที่ภาคตะวันตกเฉียงใต้ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นสถานที่พบกระเทียมนาครั้งแรกในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2504 โดย Kai Larsen ดังแผนที่ในภาพที่ 4.7 ดังนี้



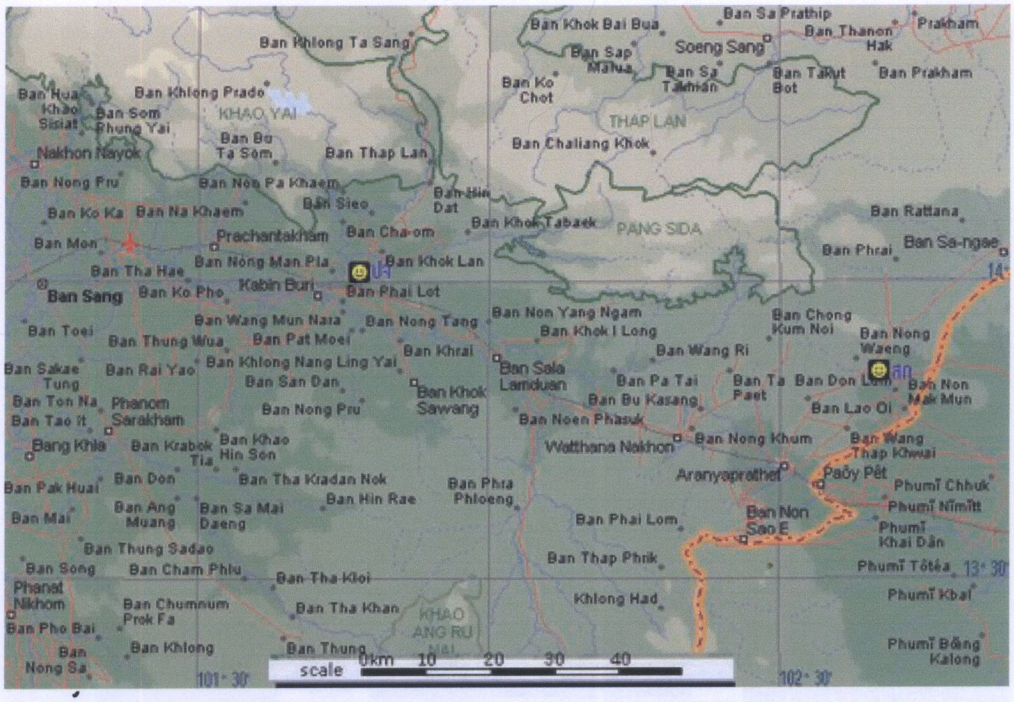
ภาพที่ 4.2 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคเหนือ จังหวัดตากและจังหวัดสุโขทัย



ภาพที่ 4.3 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุดรธานี หนองคาย กาฬสินธุ์ มหาสารคามและจังหวัดขอนแก่น

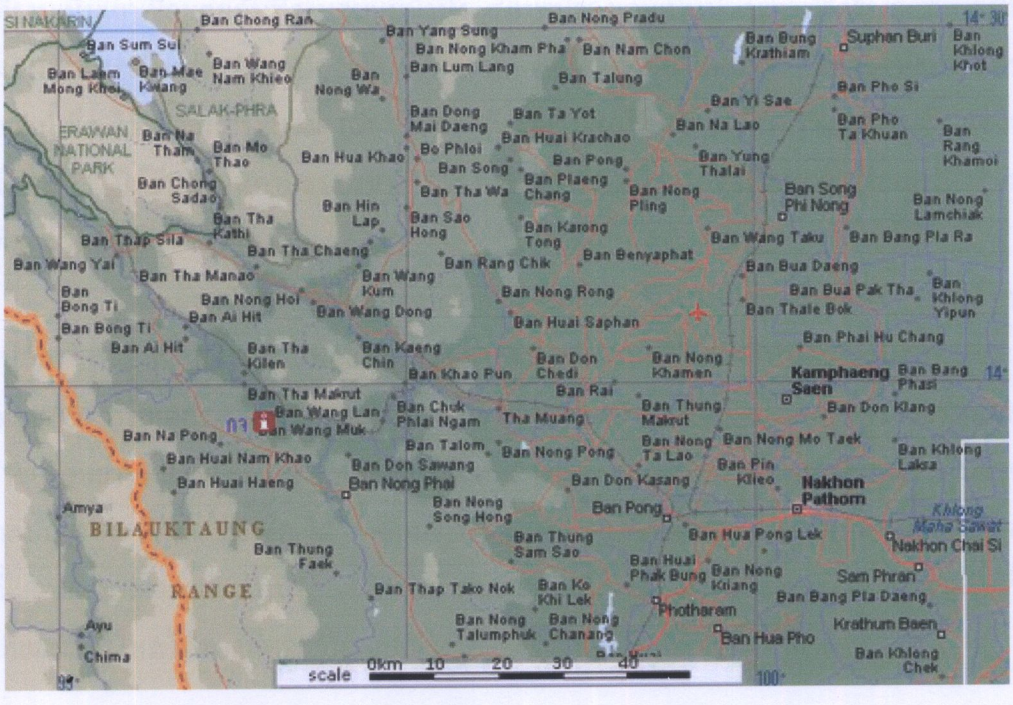


ภาพที่ 4.4 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคตะวันออก จังหวัดบุรีรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ และจังหวัดอุบลราชธานี



ภาพที่ 4.5 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคตะวันออกเฉียงใต้ จังหวัดสระแก้วและจังหวัดปราจีนบุรี

ภาพที่ 4.6 จุดที่พบกระเทียมนาในภาคใต้ จังหวัดสงขลา



ภาพที่ 4.7 จุดที่เคยพบกระเทียมนาในภาคตะวันตกเฉียงใต้ จังหวัดกาญจนบุรี

4.2 นิเวศวิทยาถิ่นที่อยู่

การศึกษานิเวศวิทยาถิ่นที่อยู่ของพื้นที่ที่พบกระเทียมนาใน 15 จังหวัด ทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ ปรากฏผลการศึกษาดังนี้

4.2.1 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ

การศึกษาสภาพแวดล้อมทางกายภาพของถิ่นที่อยู่ ในบริเวณที่สำรวจพบกระเทียมนาเป็นการสังเกต ตรวจสอบลักษณะของพื้นที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (ตารางที่ 4.1) ความลาดชัน ทิศทางการไหลของน้ำ สภาพของน้ำ สภาพแสงสว่าง สภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และลักษณะกายภาพของดิน การศึกษาสภาพตามธรรมชาติในถิ่นที่อยู่และในห้องปฏิบัติการ ปรากฏผลดังนี้

4.2.1.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป

ลักษณะทางกายภาพทั่วไปของแต่ละแหล่งที่พบกระเทียมนามีผลการศึกษาดังนี้

1 จังหวัดตาก แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านหนองมะเกลือ ตำบลน้ำรึม อำเภอเมืองตาก อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันออก ระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบเนินเขาเชื่อมต่อกับที่ราบลุ่มแม่น้ำปิง สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเบญจพรรณ จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินร่วนทราย สีน้ำตาลอ่อนปนเทาดำ มีกรวดปะปนเล็กน้อย ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

2 จังหวัดสุโขทัย แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านหนองหญ้าปล้อง ตำบลหนองหญ้าปล้อง อำเภอบ้านด่านลานหอย อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันตก ระยะทางประมาณ 60 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบเชิงเขาสภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเบญจพรรณเชื่อมต่อกับผืนป่าของอุทยานแห่งชาติรามคำแหง จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินร่วน สีน้ำตาลปนเทาดำ ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 30 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

3 จังหวัดอุดรธานี แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านทุ่งอุทุมพร ตำบลดอนสาย กิ่งอำเภอกู่แก้ว อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันออกเฉียงใต้ ระยะทางประมาณ 70 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบลูกเนินเตี้ยๆ สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง มีลำห้วยไพจานไหลลงสู่หนองหาน จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินร่วนทราย สีน้ำตาลอ่อนปนเทา ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือสู่ลำห้วยไพจาน ซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 1 กิโลเมตร

4 จังหวัดหนองคาย แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านกุดบง ตำบลบ้านเดื่อ อำเภอท่าบ่อ อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันตกเฉียงใต้ ระยะทางประมาณ 40 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบลูกเนินเตี้ยๆ สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง มีลำห้วยไหลลงสู่แม่น้ำโขง จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินร่วนทราย สีน้ำตาลอ่อนปนเทา มีกรวดลูกรังเล็กๆ ปะปน ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้สู่ลำห้วยซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 1 กิโลเมตร

5 จังหวัดกาฬสินธุ์ แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านทุ่งศรีเมือง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันออก ระยะทางประมาณ 3 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบลูกเนินเตี้ยๆ สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง มีลำห้วยไหลลงสู่ลำปาว จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินร่วนปนทรายแป้ง สีน้ำตาลแดงปนเทาขาว มีกรวดเล็กๆ ปะปน ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้สู่ลำปาวซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 2 กิโลเมตร

6 จังหวัดมหาสารคาม แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านโนนสำราญ ตำบลตลาด อำเภอเมือง อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางทิศใต้ ระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มน้ำชี สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง มีคลองชลประทานผ่านพื้นที่ จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งว่างเว้นการทำนามาแล้ว 3 ปี ดินทราย สีน้ำตาลอ่อนปนเทาขาว มีกรวดเล็กๆ ปะปน ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติและน้ำจากคลองชลประทานแก่งเลิงจาน การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือสู่ลำห้วยคะคาง ซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 2 กิโลเมตร

7 จังหวัดขอนแก่น แหล่งที่พบกระเทียมนา หนองอีเก้ง บ้านเป็ด ตำบลบ้านเป็ด อำเภอเมือง อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางทิศตะวันตก ระยะทางประมาณ 10 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบสลับเนินเตี้ยๆ สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งว่างเว้นการทำนามาแล้ว 5 ปี ดินร่วนทราย สีน้ำตาลอ่อนปนเทาขาว มีกรวดลูกรังเล็กๆ ปะปน ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 5 – 15 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนา น้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ สู่ลำห้วยและลงแม่น้ำชี

8 จังหวัดบุรีรัมย์ แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านหนองสองห้อง ตำบลหนองสองห้อง อำเภอเมือง อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันตกเฉียงใต้ ระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบลูกเนินเตี้ยๆ สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง มีลำห้วยไหลลงสู่ลำปลายมาศ จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินร่วนปนทรายแป้ง สีน้ำตาลอ่อนปนเหลือง มีกรวดเล็กๆ ปะปน ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบ น้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้สู่ลำห้วยซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 1.5 กิโลเมตร

9 จังหวัดสุรินทร์ แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านเอือด ตำบลท่าตูม อำเภอท่าตูม อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางทิศเหนือ ระยะทางประมาณ 60 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มน้ำมูล สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าโคกผสมป่าทาม จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินร่วนทราย สีน้ำตาลปนเทา ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 20 – 50 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบ น้ำไหลไปทางทิศตะวันตก สู่แม่น้ำมูลซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 4 กิโลเมตร

10 จังหวัดร้อยเอ็ด แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านนิคม ตำบลนิเวศน์ อำเภอธวัชบุรี อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันออก ระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มน้ำชี สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง มีลำห้วยไหลลงสู่แม่น้ำชี จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินทรายร่วน สีน้ำตาลอ่อนปนเทา มีกรวดลูกรังเล็กๆ ปะปน ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 20 – 50 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้ง แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันออก

11 จังหวัดศรีสะเกษ แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านหนองถ่ม ตำบลดู่ อำเภอกันทรารมย์ อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางทิศตะวันออก ประมาณ 15 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบสลับเนินเตี้ยๆ สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินร่วนทรายสีน้ำตาลแดงปนเทา ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร มีสภาพกลาง

แจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันตก สู่ลำห้วยกระเดินและไหลลงสู่แม่น้ำมูลซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 10 กิโลเมตร

12 จังหวัดอุบลราชธานี แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านทางสาย ตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันตกเฉียงใต้ ระยะทางประมาณ 12 กิโลเมตร ลักษณะเป็นที่ราบลุ่มน้ำมูล สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง มีลำห้วยไหลลงสู่แม่น้ำมูล จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินทรายร่วน สีน้ำตาลอ่อนปนเทา มีกรวดแม่น้ำเล็กๆ ปะปน ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 30 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกสู่ลำห้วยและแม่น้ำมูล

13 จังหวัดสระแก้ว แหล่งที่พบกระเทียมนา ทุ่งนาร้างภายในเขตที่ตั้งที่ว่าการกิ่งอำเภอโคกสูง ตำบลโคกสูง กิ่งอำเภอโคกสูง อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ ระยะทางประมาณ 65 กิโลเมตร ลักษณะเป็นที่ราบสลับกับลูกเนินป่าโคก สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง จุดที่พบเป็นนาดอนร้างซึ่งว่างเว้นการทำนามาแล้ว 4 ปี ดินทรายร่วนสีน้ำตาลแกมแดงอ่อน มีกรวดลูกรังเล็กๆ ปะปน ลักษณะน้ำจืด ค่อนข้างใส น้ำลึกประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

14 จังหวัดปราจีนบุรี แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านหน้าแขวงฯ ตำบลหนองกี่ อำเภอกบินทร์บุรี อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางตะวันออก ระยะทางประมาณ 60 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบลูกเนินเตี้ยๆ สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง จุดที่พบเป็นทุ่งนาซึ่งมีการทำนาเป็นประจำทุกปี ดินร่วนปนทรายแป้ง สีน้ำตาลอ่อนปนเทา มีกรวดลูกรังเล็กๆ ปะปน ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงเต็มที่ แสงส่องผ่านถึง ก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทาง ทิศเหนือสู่ลำแควโขมง ซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 2 กิโลเมตร

15 จังหวัดสงขลา แหล่งที่พบกระเทียมนา บ้านชิงโค หมู่ที่ 1 ตำบลชิงโค อำเภอสิงหนคร อยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเล สภาพป่าดั้งเดิมเป็นป่าชายหาด จุดที่พบเป็นทุ่งนาร้างซึ่งซึ่งว่างเว้นการทำนามาแล้ว 5 ปี ดินร่วนทราย สีน้ำตาลอ่อนปนเทาขาว ลักษณะน้ำจืด ใส น้ำลึกประมาณ 10 – 30 เซนติเมตร มีสภาพกลางแจ้งแสงส่องผ่านถึงก้นน้ำ ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำผิวดินจากจุดที่พบกระเทียมนาน้ำไหลไปทางทิศตะวันออก

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพทั่วไปของแหล่งที่พบกระเทียมนาดังได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่า ลักษณะของพื้นที่ที่พบส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มน้ำหรือที่ราบสลับลูกเนินเตี้ยๆ พื้นที่ทุกแห่งที่พบกระเทียมนาเป็นทุ่งนาที่ใช้ทำนาข้าวเป็นประจำทุกปี หรือว่างเว้นการทำนามาระยะเวลาหนึ่งที่จะไม่ทำให้พื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ไปเป็นทุ่งหญ้า หรือมีวัชพืชขนาดไม้พุ่มเตี้ยขึ้นไปขึ้นปกคลุมซึ่งสอดคล้องกับ Cook (1996a) ซึ่งพบว่ากระเทียมนาเจริญเติบโตในพื้นที่เปิดโล่ง ซึ่งแหล่งที่พบกระเทียมนาจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ทุกแหล่งมีสภาพกลางแจ้งได้รับแสงสว่างเต็มที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Kai Larsen (Larsen, 1963) ซึ่งพบกระเทียมนาครั้งแรกในประเทศไทยก็พบในพื้นที่ทุ่งนาร้าง บ้านเก่า อำเภอเมืองจังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2504 การพบในพื้นที่ดังกล่าวเพราะกระเทียมนามีลักษณะเป็นพืชโบราณกว่าพืชมีดอก (Lawrence, 1963; Stace, 1993 and Pearson, 1995) โครงสร้างต้นพืชที่บอบบางและมีตายอด (apical shoot) อยู่ใต้ดินของกระเทียมนา ทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับพืชมีดอกที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าและสามารถเจริญเบียดบังแย่งปัจจัยกายภาพต่างๆ โดยเฉพาะแสงสว่าง ทำให้ไม่พบกระเทียมนาในทุ่งนาที่ว่างเว้นการทำนามายาวนานจนมีพืชมีดอกขนาดใหญ่กว่า เช่น กกธูป กกเสื่อ หรือวัชพืชอื่นๆ ปกคลุมหนาแน่น พื้นที่ที่พบกระเทียมนาส่วนใหญ่มีสภาพป่าดั้งเดิมเป็นโคกหรือป่าเต็งรัง (dipterocarp forest) พื้นที่ใกล้เคียงกับจุดที่พบยังคงปรากฏพืชท้องถิ่นของป่าเต็งรังเจริญบนคันนาหรือเนินดินใกล้เคียงกัน ดังรายละเอียดในหัวข้อ 2.2 สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ สอดคล้องกับรายงานสถานที่เก็บกระเทียมนาพืชอัดแห้ง (herbarium) ในหอพรรณไม้ กรมป่าไม้ หมายเลขทะเบียน BKF 074602 ซึ่งเป็นพืชอัดแห้งที่ T. Shimizu, H. Toyokuni, H. Koyama, T. Yahara และ C. Niyomdham เก็บตัวอย่างจากป่าริมติน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2522 (Nov. 6, 1979) ตัวอย่างพืชหมายเลข T. 21922 บันทึกลักษณะถิ่นที่อยู่เป็นป่าเต็งรัง (Light dry dipterocarp forest, alt. 210 m.)

4.2.1.2 สภาพอุณหภูมิของอากาศ

สภาพอุณหภูมิของอากาศ ในบริเวณแหล่งที่พบกระเทียมนา เป็นการนำข้อมูลด้านอุณหภูมิของอากาศจากสถานีตรวจอากาศผิวพื้นหรือสถานีอุตุนิยมวิทยา ที่อยู่ใกล้กับตำบลที่ตั้งของแหล่งที่พบกระเทียมนามากที่สุดมาวิเคราะห์สภาพอุณหภูมิในปี พ.ศ. 2542 ถึงปี พ.ศ. 2543 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ออกสำรวจและบันทึกสภาพแวดล้อมข้อมูลด้านต่างๆ ข้อมูลได้รับความอนุเคราะห์จากกองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา (Climatology Division, Meteorological Department, 2003)

ผลการศึกษาอุณหภูมิของอากาศปรากฏผลดังนี้

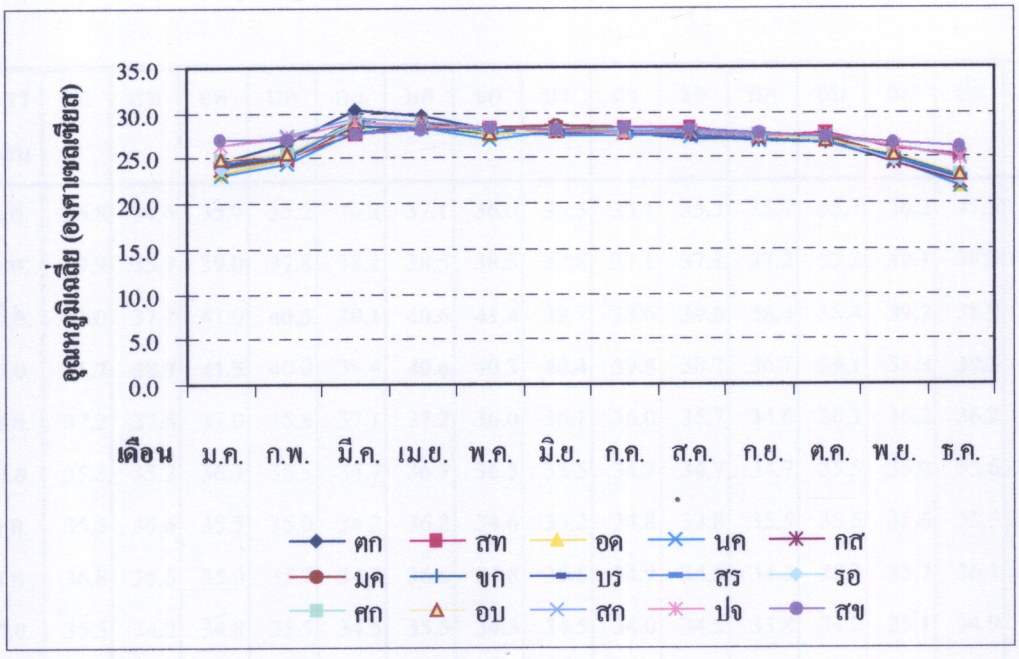
1 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน

อุณหภูมิเฉลี่ยเป็นรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา มีลักษณะอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน เดือนที่ต่างกันมากที่สุดคือเดือนธันวาคมต่างกัน 4.4 องศาเซลเซียส ซึ่งจังหวัดสงขลามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนมากที่สุด 26.3 องศาเซลเซียส และจังหวัดอุดรธานีมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนน้อยที่สุด 21.9 องศาเซลเซียส เดือนที่อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนต่างกันน้อยที่สุดคือ เดือนเมษายน มิถุนายน กรกฎาคม กันยายนและเดือนตุลาคม ซึ่งต่างกันเพียง 1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละจังหวัดที่พบกระเทียมนา มีค่าสูงสุดในรอบปีคือเดือนมีนาคม จำนวน 11 จังหวัด เดือนเมษายน 3 จังหวัด และเดือนพฤษภาคม 1 จังหวัด ส่วนค่าต่ำสุดในรอบปีคือเดือนธันวาคม จำนวน 14 จังหวัด และเดือนมกราคม 1 จังหวัดคือสุโขทัย อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนาแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.8

ตารางที่ 4.2 ลักษณะอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

จว เดือน	ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
ม.ค.	24.7	**24.9**	23.4	23.1	23.7	24.0	24.2	24.4	24.4	23.8	24.9	24.9	26.5	26.4	27.1
ก.พ.	26.6	25.2	24.8	24.5	24.9	25.1	25.4	25.4	25.3	24.9	25.5	25.5	27.6	27.2	27.1
มี.ค.	**30.3**	27.7	28.5	27.9	**28.6**	**28.9**	**29.2**	**28.6**	**28.9**	**28.8**	**29.1**	**29.1**	**29.6**	**29.0**	27.8
เม.ย.	29.8	**29.1**	**28.6**	**28.4**	**28.6**	28.8	28.4	28.4	28.5	28.7	28.8	28.8	29.0	28.7	28.1
พ.ค.	28.1	28.3	27.6	27.1	27.8	28.3	27.7	27.9	27.9	28.1	27.7	27.7	28.3	28.3	**28.5**
มิ.ย.	28.1	28.4	28.2	28.0	28.0	28.6	28.0	27.8	27.6	28.3	27.9	27.9	28.0	27.9	28.1
ก.ค.	28.2	28.4	28.2	28.0	28.0	28.3	27.7	27.8	27.5	28.1	27.8	27.8	28.0	27.8	**28.5**
ส.ค.	27.8	28.3	27.9	27.4	27.9	28.2	27.5	27.0	27.5	28.1	27.9	27.9	28.0	27.8	28.1
ก.ย.	27.4	27.4	27.2	26.9	27.1	27.4	26.8	27.0	27.0	27.3	27.3	27.3	27.6	27.4	27.8
ต.ค.	26.8	27.7	27.0	27.0	26.9	27.4	26.7	26.7	26.7	27.0	26.9	26.9	27.4	27.5	27.4
พ.ย.	25.1	26.0	24.7	24.6	24.4	25.2	25.0	24.7	24.8	24.6	25.3	25.3	26.3	26.3	26.7
ธ.ค.	**23.0**	25.4	**21.9**	**21.7**	**22.2**	**22.8**	**22.8**	**22.7**	**22.8**	**22.5**	**23.2**	**23.2**	**25.0**	**24.9**	**26.3**
เฉลี่ย	**27.2**	**27.2**	**26.5**	**26.2**	**26.5**	**26.9**	**26.6**	**26.6**	**26.6**	**26.7**	**26.9**	**26.9**	**27.6**	**27.4**	**27.6**

หมายเหตุ ที่มา Meteorological Department. (2003)



ภาพที่ 4.8 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

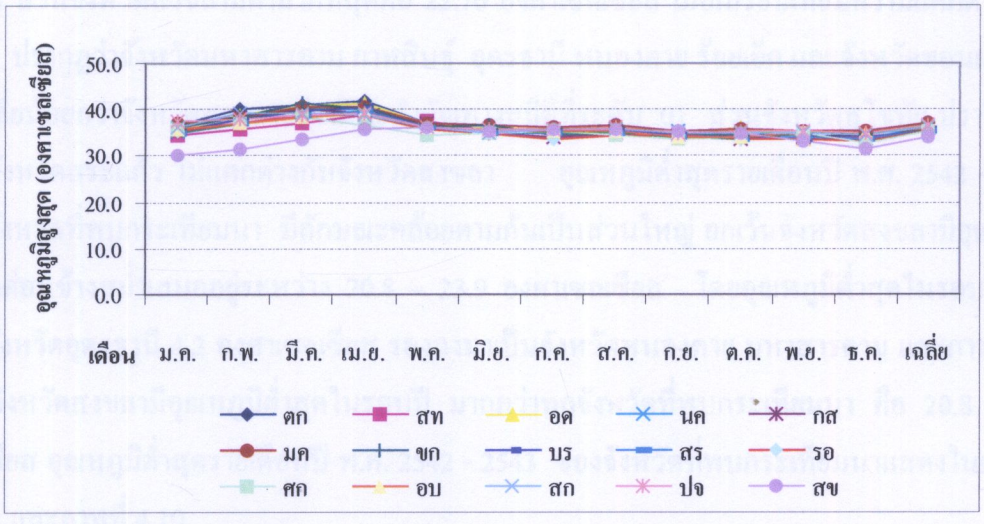
2 อุณหภูมิสูงสุดรายเดือน

อุณหภูมิสูงสุดเป็นรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา มีลักษณะอุณหภูมิสูงสุดรายเดือนเฉลี่ยตลอดปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนเฉลี่ยตลอดปี มีค่ามากที่สุดในจังหวัดมหาสารคาม 37.14 องศาเซลเซียส รองลงมาคือจังหวัดตาก อุดรธานี และปราจีนบุรีซึ่งมีค่า 36.90 36.56 และ 36.50 ตามลำดับ ส่วนจังหวัดสงขลามีค่าน้อยที่สุดคือ 34.08 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ปรากฏว่าจังหวัดมหาสารคาม ตาก อุดรธานี ปราจีนบุรี และจังหวัดขอนแก่น มีค่าเฉลี่ยมากกว่าจังหวัดสงขลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนจังหวัดศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด สุรินทร์ และจังหวัดสุโขทัยไม่แตกต่างกับจังหวัดสงขลา อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา แสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

จว เดือน	ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
ม.ค.	36.8	34.6	35.7	35.2	36.2	37.1	36.0	35.5	35.1	35.3	35.7	35.7	36.2	37.5	30.3
ก.พ.	39.9	35.7	39.0	37.8	38.2	38.5	38.5	37.8	37.1	37.1	37.2	37.2	39.1	38.0	31.5
มี.ค.	41.0	37.1	41.0	**40.3**	**40.1**	**40.6**	**41.4**	39.7	38.6	**39.0**	**38.4**	38.4	**39.2**	38.9	33.5
เม.ย.	**41.7**	**38.7**	**41.5**	40.0	39.4	**40.6**	40.3	**40.4**	**39.5**	38.7	36.7	**39.1**	38.8	**39.3**	35.6
พ.ค.	37.2	37.6	37.0	35.8	37.1	37.2	36.0	36.1	36.0	35.7	34.6	36.3	36.2	36.2	**36.3**
มิ.ย.	35.3	35.2	36.3	35.5	34.7	36.7	36.5	35.5	34.7	34.7	34.7	35.5	35.0	35.6	35.3
ก.ค.	35.5	35.6	35.5	35.0	34.2	36.2	34.6	35.2	34.8	33.8	35.5	35.5	35.6	35.9	35.8
ส.ค.	36.8	35.6	35.0	35.7	34.7	36.5	34.8	35.8	34.9	34.5	34.3	35.3	35.7	36.1	35.7
ก.ย.	35.5	34.2	34.8	35.5	34.5	35.5	34.3	34.5	34.0	34.5	33.8	34.2	35.1	34.9	35.4
ต.ค.	34.5	34.2	36.2	34.7	33.5	35.8	34.4	33.5	33.5	33.6	33.9	33.9	35.0	35.2	34.7
พ.ย.	34.0	33.7	33.8	33.9	34.0	35.5	34.7	33.8	34.1	33.7	35.1	35.1	34.8	35.5	33.4
ธ.ค.	34.6	34.2	33.0	33.7	33.0	35.5	34.5	33.6	33.5	33.0	32.7	34.7	34.5	34.9	31.5
เฉลี่ย	36.9	35.5	36.6	36.1	35.8	37.1	36.3	36.0	35.5	35.3	35.2	35.9	36.3	36.5	34.1

หมายเหตุ ที่มา Meteorological Department. (2003)



ภาพที่ 4.9 อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

จากตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.9 จะพบว่าอุณหภูมิสูงสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา มีลักษณะคล้อยตามกันเป็นส่วนใหญ่ โดยอุณหภูมิสูงสุดในรอบปีเป็นของจังหวัดตาก 41.7 องศาเซลเซียส รองลงมาเป็นจังหวัดอุดรธานี และขอนแก่น ส่วนจังหวัดสงขลามีอุณหภูมิสูงสุดในรอบปี ต่ำกว่าทุกจังหวัดที่พบกระเทียมนา คือ 36.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดในรอบปีพบในเดือนเมษายนมากที่สุด 8 จังหวัด คือจังหวัดตาก สุโขทัย อุดรธานี มหาสารคาม บุรีรัมย์ สุรินทร์ อุบลราชธานี และปราจีนบุรี พบในเดือนมีนาคม 7 จังหวัด คือจังหวัดหนองคาย กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ขอนแก่น ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ และสระแก้ว ส่วนจังหวัดสงขลาอุณหภูมิสูงสุดในรอบปีพบในเดือนพฤษภาคม ทั้งนี้จังหวัดมหาสารคามมีอุณหภูมิสูงสุดในรอบปีเท่ากันใน 2 เดือน คือเดือนมีนาคมและเมษายน เป็นที่น่าสังเกตว่าจังหวัดมหาสารคาม มีลักษณะอุณหภูมิสูงสุดรายเดือนเฉลี่ยตลอดปี มีค่าสูงกว่าจังหวัดตากซึ่งมีอุณหภูมิรายเดือนสูงกว่าทุกจังหวัด แต่จะพบว่าจังหวัดมหาสารคามมีอุณหภูมิสูงสุดรายเดือน มากกว่า 35 องศาเซลเซียสในทุกเดือน ซึ่งมีเพียงจังหวัดเดียวในจังหวัดที่พบกระเทียมนาทั้งหมด

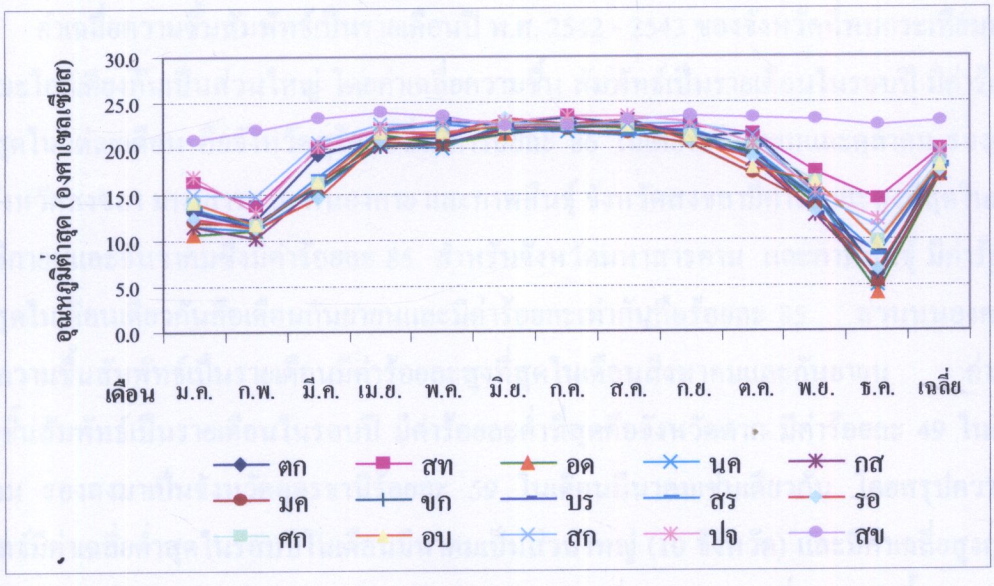
3 อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือน

อุณหภูมิต่ำสุดเป็นรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา มีลักษณะอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนเฉลี่ยตลอดปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนเฉลี่ยตลอดปี มีค่าน้อยที่สุดในจังหวัดมหาสารคาม 16.94 องศาเซลเซียส รองลงมาคือจังหวัดกาฬสินธุ์ อุดรธานี และหนองคายซึ่งมีค่า 16.99 17.00 และ17.13 ตามลำดับ ส่วนจังหวัดสงขลามีค่ามากที่สุดคือ 22.76 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ปรากฏว่าจังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ อุดรธานี หนองคาย ร้อยเอ็ด และจังหวัดขอนแก่น มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าจังหวัดสงขลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนจังหวัดสุโขทัย ปราจีนบุรี และจังหวัดสระแก้ว ไม่แตกต่างกับจังหวัดสงขลา อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา มีลักษณะคล้อยตามกันเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นจังหวัดสงขลามีอุณหภูมิต่ำสุดค่อนข้างสม่ำเสมออยู่ระหว่าง 20.8 – 23.9 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำสุดในรอบปีเป็นของจังหวัดอุดรธานี 4.2 องศาเซลเซียส รองลงมาเป็นจังหวัดหนองคาย มหาสารคาม และกาฬสินธุ์ ส่วนจังหวัดสงขลามีอุณหภูมิต่ำสุดในรอบปี มากกว่าทุกจังหวัดที่พบกระเทียมนา คือ 20.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนาแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.10

ตารางที่ 4.4 อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

จว. / เดือน	ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
ม.ค.	13.1	16.4	10.7	11.5	11.5	12.0	13.2	13.1	13.4	12.5	14.1	14.1	14.9	17.0	**20.8**
ก.พ.	12.2	**13.8**	11.1	11.0	10.2	11.8	11.9	11.5	11.6	11.3	11.7	11.7	14.7	13.0	21.9
มี.ค.	19.4	20.0	15.5	15.4	15.8	16.3	15.8	16.2	17.0	14.5	16.2	16.2	20.6	20.3	23.3
เม.ย.	21.0	22.0	21.5	20.5	20.2	20.7	20.3	21.9	22.0	20.8	21.7	21.7	22.6	22.1	23.9
พ.ค.	21.1	21.3	20.5	20.0	20.5	20.5	20.6	23.0	22.6	21.5	21.7	21.7	22.6	23.0	23.5
มิ.ย.	22.9	22.9	21.6	22.6	22.2	22.0	21.5	22.5	22.0	23.2	22.6	22.4	22.8	22.9	22.4
ก.ค.	23.3	23.4	22.4	21.8	22.3	22.0	22.2	22.7	21.7	22.6	22.7	22.7	22.7	23.5	22.3
ส.ค.	22.6	22.0	22.2	21.8	23.1	21.5	22.5	22.3	21.4	23.0	22.4	22.4	22.7	23.4	23.1
ก.ย.	21.1	22.4	21.0	21.9	21.3	20.5	21.0	21.8	21.8	20.7	21.2	21.2	22.7	22.8	23.4
ต.ค.	21.5	21.5	19.5	19.7	18.6	17.2	19.3	20.0	18.9	19.0	20.2	17.9	21.2	20.4	23.2
พ.ย.	15.5	17.5	13.8	14.5	12.7	13.5	14.5	12.6	14.3	13.0	16.2	16.2	14.8	15.3	23.0
ธ.ค.	**6.0**	14.4	**4.2**	**4.9**	**5.5**	**5.3**	**6.4**	**8.5**	**8.3**	**6.7**	**9.8**	**9.6**	**11.2**	**12.2**	22.4
เฉลี่ย	18.30	19.80	17.00	17.13	16.99	**16.94**	17.43	18.00	17.91	17.40	18.37	18.15	19.45	19.65	**22.76**

หมายเหตุ ที่มา Meteorological Department. (2003)



ภาพที่ 4.10 อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

4.2.1.3 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

สภาพความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในบริเวณแหล่งที่พบกระเทียมนา เป็นการนำข้อมูลด้านความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจากสถานีตรวจอากาศผิวพื้นหรือสถานีอุตุนิยมวิทยา ที่อยู่ใกล้กับตำบลที่ตั้งของแหล่งที่พบกระเทียมนามากที่สุดมาวิเคราะห์สภาพความชื้นสัมพัทธ์ในปี พ.ศ. 2542 - 2543 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ออกสำรวจและบันทึกสภาพแวดล้อมข้อมูลด้านต่างๆ ข้อมูลได้รับความอนุเคราะห์จาก กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา (Climatology Division, Meteorological Department)

ผลการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศปรากฏผลดังนี้

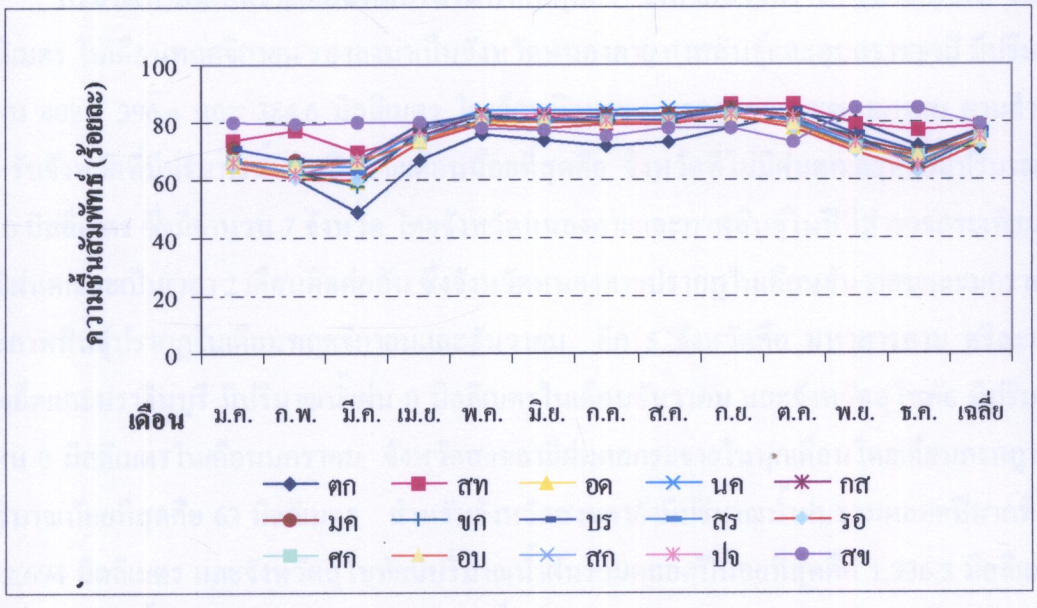
สภาพความชื้นสัมพัทธ์ในปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของอากาศในบริเวณแหล่งที่พบกระเทียมนา มีลักษณะความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนเฉลี่ยตลอดปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 กล่าวคือ ความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนเฉลี่ยตลอดปี มีค่าสูงที่สุดในจังหวัดสงขลาซึ่งมีค่าร้อยละของความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 79.0 รองลงมาคือจังหวัดสุโขทัย บุรีรัมย์ และมหาสารคามซึ่งมีค่าร้อยละ 78.8 77.0 และ 76.8 ตามลำดับ จังหวัดตากมีค่าต่ำที่สุดคือร้อยละ 70.8 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ปรากฏว่าจังหวัดสงขลามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าจังหวัดตาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าจังหวัดร้อยเอ็ดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนจังหวัดสุโขทัยและบุรีรัมย์มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าจังหวัดตาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนจังหวัดอื่นๆไม่แตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์เป็นรายเดือนในปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา แสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.11

ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์เป็นรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา มีลักษณะใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่ โดยค่าเฉลี่ยความชื้น สัมพัทธ์เป็นรายเดือนในรอบปี มีค่าร้อยละสูงที่สุดในแต่ละเดือน คือจังหวัดสุโขทัยซึ่งมีค่าร้อยละ 86 ในเดือนกันยายนและตุลาคม รองลงมาเป็นจังหวัดสงขลา มหาสารคาม หนองคาย และกาฬสินธุ์ จังหวัดสงขลามีค่าร้อยละสูงที่สุดในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมซึ่งมีค่าร้อยละ 85 สำหรับจังหวัดมหาสารคาม และกาฬสินธุ์ มีค่าร้อยละสูงที่สุดในเดือนเดียวกันคือเดือนกันยายนและมีค่าร้อยละเท่ากันคือร้อยละ 85 ส่วนหนองคายค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์เป็นรายเดือนมีค่าร้อยละสูงที่สุดในเดือนสิงหาคมและกันยายน ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์เป็นรายเดือนในรอบปี มีค่าร้อยละต่ำที่สุดคือจังหวัดตาก มีค่าร้อยละ 49 ในเดือนมีนาคม รองลงมาเป็นจังหวัดอุดรธานีร้อยละ 59 ในเดือนมีนาคมเช่นเดียวกัน โดยสรุปความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในรอบปีในเดือนมีนาคมเป็นส่วนใหญ่ (10 จังหวัด) และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายนเป็นส่วนใหญ่ (13 จังหวัด) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.11 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

จว. / เดือน	ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
ม.ค.	65	74	65	67	66	71	66	71	67	65	67	67	66	66	80
ก.พ.	61	77	62	65	**62**	67	63	**67**	**63**	61	**65**	**65**	**62**	**62**	79
มี.ค.	**49**	**70**	**59**	**65**	**62**	**66**	**58**	**67**	**63**	**60**	66	66	67	67	80
เม.ย.	67	75	73	77	75	79	77	79	75	73	74	74	77	77	80
พ.ค.	76	81	80	84	83	83	82	83	81	79	81	81	**83**	**83**	78
มิ.ย.	74	82	80	84	83	81	80	81	81	78	80	80	**83**	**83**	77
ก.ค.	72	79	80	84	83	82	82	81	82	79	80	80	81	81	75
ส.ค.	73	80	80	**85**	83	83	82	81	82	79	80	80	80	80	78
ก.ย.	78	**86**	**82**	**85**	**85**	**85**	**84**	**84**	**84**	**82**	**82**	**82**	**83**	**83**	78
ต.ค.	**83**	**86**	78	80	81	82	81	**84**	81	78	79	79	82	82	**73**
พ.ย.	80	79	71	72	74	74	75	76	73	70	71	71	73	73	**85**
ธ.ค.	72	77	66	68	66	69	64	70	66	63	68	68	65	65	**85**
เฉลี่ย	70.8	78.8	73.0	76.3	75.3	76.8	74.5	77.0	74.8	72.3	74.4	74.4	75.2	75.2	79.0

หมายเหตุ ที่มา Meteorological Department. (2003)



ภาพที่ 4.11 ความชื้นสัมพัทธ์เป็นรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

4.2.1.4 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตก

ลักษณะปริมาณน้ำฝนรวมทั้งจำนวนวันที่ฝนตกในรอบปีในบริเวณที่พบกระเทียมนา เป็นการนำข้อมูลด้านปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตก จากสถานีตรวจอากาศผิวพื้นหรือสถานีอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ใกล้กับตำบลที่ตั้งของแหล่งที่พบกระเทียมนามากที่สุด มาวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกในรอบปีในปี พ.ศ. 2542 - 2543 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ออกสำรวจและบันทึกสภาพแวดล้อมข้อมูลด้านต่างๆ ข้อมูลได้รับความอนุเคราะห์จาก กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา (Climatology Division, Meteorological Department)

ผลการศึกษาปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกในรอบปีปรากฏผลดังนี้

1 ปริมาณน้ำฝน

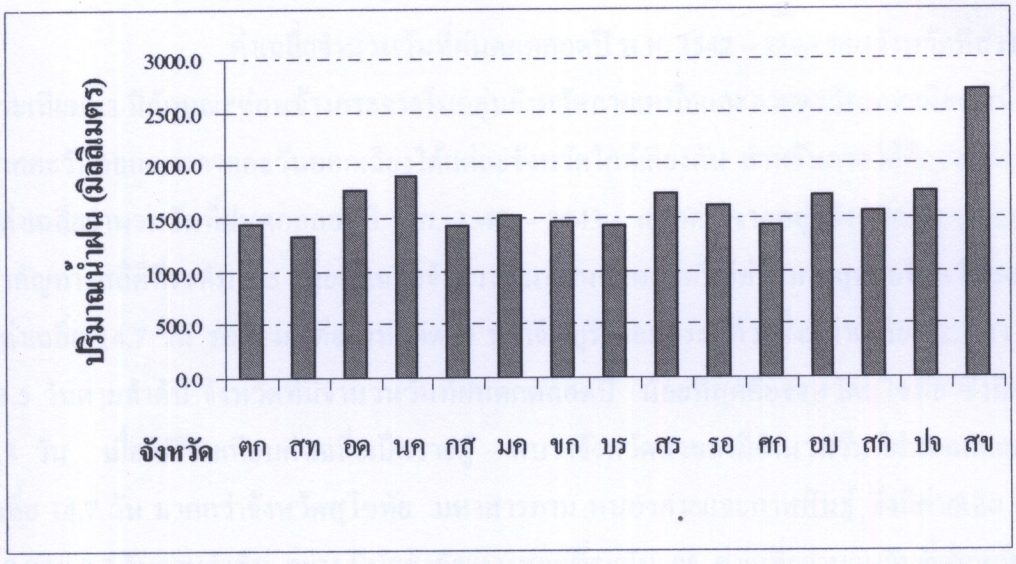
ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา มีลักษณะใกล้เคียงกันในกลุ่มจังหวัดภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงใต้ ยกเว้นภาคใต้คือจังหวัดสงขลามีปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนและปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปีแตกต่างจากกลุ่มจังหวัดที่พบกระเทียมนาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนในรอบปี มีค่ามากที่สุดคือจังหวัดสงขลาซึ่งมีค่าเฉลี่ย 224.5 มิลลิเมตรต่อเดือน รองลงมาคือจังหวัดหนองคาย อุดรธานี และปราจีนบุรี ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 157.8 146.7 และ 144.8 มิลลิเมตรตามลำดับ จังหวัดที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในรอบปีน้อยที่สุดคือจังหวัดสุโขทัย ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 111.4 มิลลิเมตร

ปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนที่มีปริมาณมากที่สุดคือ จังหวัดสงขลา มีปริมาณน้ำฝน 689.3 มิลลิเมตร ในเดือนพฤศจิกายน รองลงมาเป็นจังหวัดหนองคาย กาฬสินธุ์และอุบลราชธานี มีปริมาณน้ำฝน 402.0 396.4 และ 384.6 มิลลิเมตร ในเดือนมิถุนายน กรกฎาคมและพฤษภาคม ตามลำดับ สำหรับจังหวัดที่มีปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนน้อยที่สุดคือ จังหวัดที่ไม่มีฝนตกเลยหรือมีปริมาณน้ำฝน 0 มิลลิเมตร ซึ่งมีจำนวน 7 จังหวัด โดยจังหวัดหนองคายและกาฬสินธุ์ในปีที่สำรวจกระเทียมนาไม่มีฝนตกเลยเป็นเวลา 2 เดือนติดต่อกัน ซึ่งจังหวัดหนองคายปรากฏในเดือนธันวาคมและมกราคม และกาฬสินธุ์ปรากฏในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม อีก 5 จังหวัดคือ มหาสารคาม ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ดและปราจีนบุรี มีปริมาณน้ำฝน 0 มิลลิเมตรในเดือนธันวาคม และจังหวัดสุโขทัย มีปริมาณน้ำฝน 0 มิลลิเมตรในเดือนมกราคม จังหวัดสงขลามีฝนตกกระจายในทุกเดือนโดยเดือนกรกฎาคมมีปริมาณน้อยที่สุดคือ 62 มิลลิเมตร สำหรับจังหวัดสงขลายังมีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปีมากที่สุดคือ 2,694 มิลลิเมตร และจังหวัดสุโขทัยมีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปีน้อยที่สุดคือ 1,336.3 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนและปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2542 - 2543ของจังหวัดพบกระเทียมนา ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ภาพที่ 4.12 และภาพที่ 4.13 ดังนี้

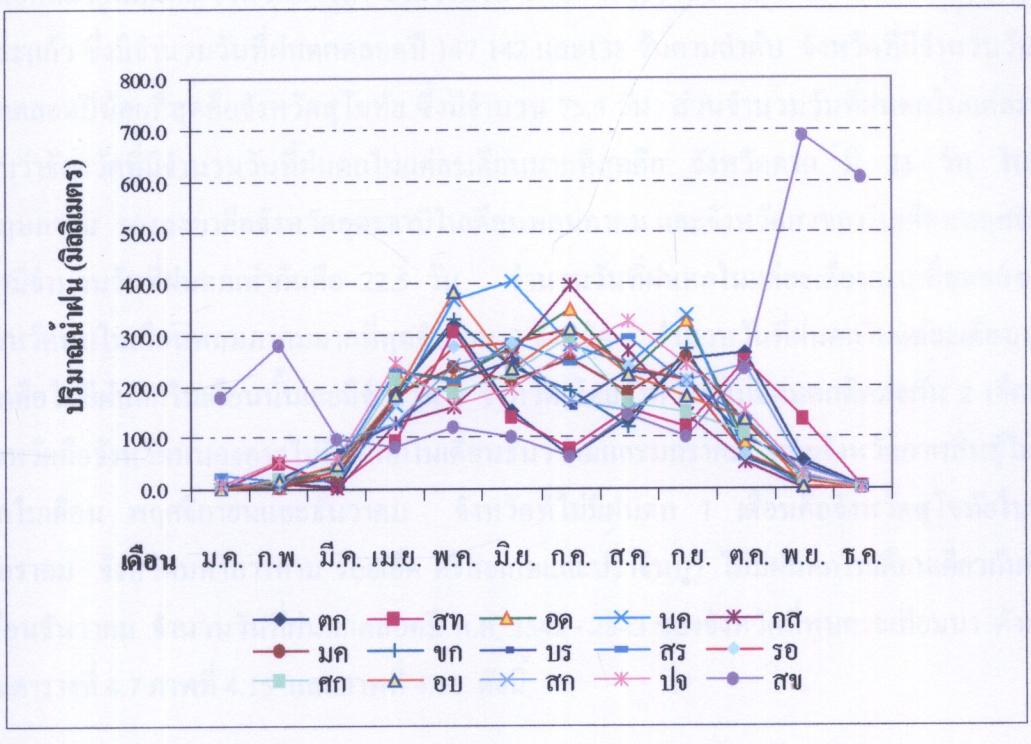
ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) เป็นรายเดือนในปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

จว. / เดือน	ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
ม.ค.	0.5	0.0	1.0	0.0	0.4	5.7	1.4	2.9	27.6	1.4	0.5	0.1	16.7	6.4	178.8
ก.พ.	12.4	50.1	3.2	11.6	13.2	5.0	13.0	17.6	16.4	7.3	18.0	13.7	3.0	54.8	278.5
มี.ค.	4.5	7.8	48.1	20.7	0.8	27.8	42.3	74.3	47.3	34.0	37.8	48.3	95.1	60.1	97.9
เม.ย.	185.9	92.1	227.9	161.4	129.3	183.5	180.8	128.2	227.3	170.4	212.2	183.9	127.0	245.5	80.1
พ.ค.	**320.0**	**308.5**	214.3	368.6	157.3	237.1	**331.1**	210.2	211.6	274.1	184.8	**384.6**	242.2	163.4	119.4
มิ.ย.	152.4	139.2	274.3	**402.0**	259.4	210.4	235.8	**249.6**	287.6	283.2	225.9	234.3	**266.2**	195.8	101.2
ก.ค.	62.2	77.1	**349.7**	279.8	**396.4**	254.3	191.9	157.9	243.9	**311.8**	**295.7**	310.0	172.2	267.1	62.0
ส.ค.	136.6	154.9	222.0	240.0	266.5	184.7	121.4	228.6	**296.7**	238.1	167.4	220.8	152.0	**326.2**	145.1
ก.ย.	251.4	120.7	326.7	339.6	142.4	**256.6**	271.6	214.5	202.0	210.7	149.2	179.5	208.9	241.5	99.6
ต.ค.	263.0	247.4	88.5	66.6	50.8	129.9	58.4	95.9	136.6	65.5	108.2	134.6	241.3	149.6	234.8
พ.ย.	55.6	134.7	3.5	3.5	0.0	17.4	16.4	46.3	23.9	17.4	18.3	3.3	38.3	27.0	**689.3**
ธ.ค.	2.2	3.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.8	1.1	3.0	0.0	0.0	0.7	2.1	0.0	607.3
รวม	1446.7	1336.3	**1759.8**	**1893.8**	1416.5	1512.4	1464.9	1427.1	1723.9	1613.9	1418.0	1713.8	1565.0	**1737.4**	**2694.0**
เฉลี่ย	**120.6**	**111.4**	**146.7**	**157.8**	**118.0**	**126.0**	**122.1**	**118.9**	**143.7**	**134.5**	**118.2**	**142.8**	**130.4**	**144.8**	**224.5**

หมายเหตุ ที่มา Meteorological Department. (2003)



ภาพที่ 4.12 ปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา



ภาพที่ 4.13 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

2 จำนวนวันที่ฝนตก

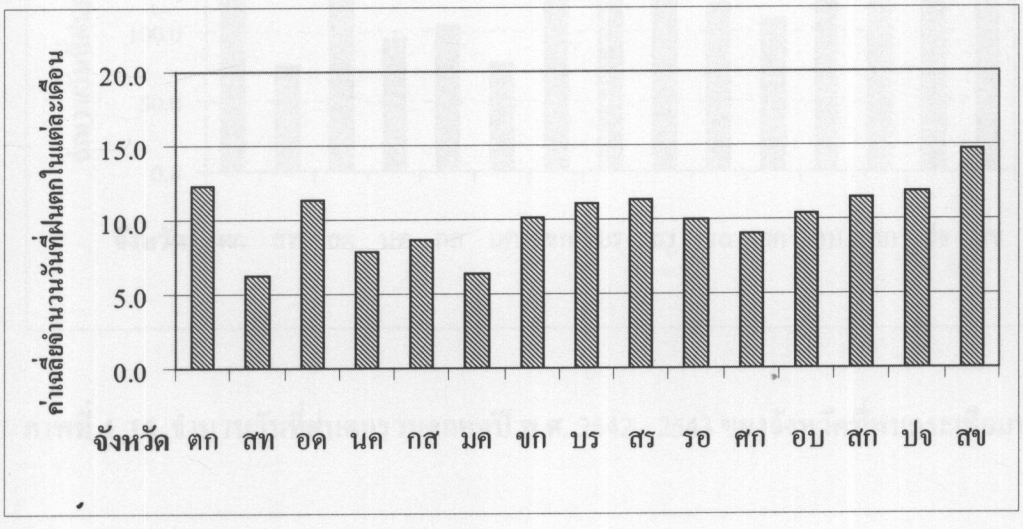
ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี พ.ศ. 2542 – 2543 ของจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนา มีลักษณะค่อนข้างกระจายในกลุ่มจังหวัดภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงใต้แต่ละจังหวัดใกล้เคียงกัน สำหรับภาคใต้คือจังหวัดสงขลามีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี พ.ศ. 2542 – 2543 แตกต่างจากกลุ่มจังหวัดอื่นๆ อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปีมีค่ามากที่สุดคือจังหวัดสงขลาซึ่งมีค่าเฉลี่ย 14.7 วัน รองลงมาคือจังหวัดตาก ปราจีนบุรี และสระแก้ว ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 12.3 11.8 และ 11.5 วันตามลำดับ จังหวัดที่มีจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี น้อยที่สุดคือจังหวัดสุโขทัย ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.3 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ พบว่าจังหวัดสงขลามีจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปีมีค่าเฉลี่ย 14.7 วัน มากกว่าจังหวัดสุโขทัย มหาสารคาม หนองคายและกาฬสินธุ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.3 6.4 7.8 และ 8.7 วันตามลำดับ อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี พ.ศ. 2542 – 2543 แสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.14

สำหรับจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี พ.ศ. 2542 - 2543 พบว่าจังหวัดที่มีจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปีมากที่สุดคือ จังหวัดสงขลา ซึ่งมีจำนวน 176.5 วัน รองลงมาเป็นจังหวัดตาก ปราจีนบุรีและสระแก้ว ซึ่งมีจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี 147 142 และ138 วันตามลำดับ จังหวัดที่มีจำนวนวันที่ฝนตกตลอดปีน้อยที่สุดคือจังหวัดสุโขทัย ซึ่งมีจำนวน 75.5 วัน ส่วนจำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละเดือน พบว่าจังหวัดที่มีจำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละเดือนมากที่สุดคือ จังหวัดตาก มี 23 วัน ในเดือนพฤษภาคม รองลงมาคือจังหวัดอุดรธานีในเดือนพฤษภาคม และจังหวัดสงขลาในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีจำนวนวันที่ฝนตกเท่ากันคือ 22.5 วัน จำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละเดือนมากที่สุดของแต่ละจังหวัดพบในเดือนพฤษภาคมมากที่สุดจำนวน 8 จังหวัด จำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละเดือนน้อยที่สุดคือไม่มีฝนตกในเดือนนั้นเลยมีจำนวน 7 จังหวัด โดยจังหวัดที่ไม่มีฝนตกติดต่อกัน 2 เดือนมี 2 จังหวัดคือจังหวัดหนองคายไม่มีฝนตกในเดือนธันวาคมและมกราคม และจังหวัดกาฬสินธุ์ไม่มีฝนตกในเดือน พฤศจิกายนและธันวาคม จังหวัดที่ไม่มีฝนตก 1 เดือนคือจังหวัดสุโขทัยในเดือนมกราคม จังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษและปราจีนบุรี ไม่มีฝนตกในเดือนเดียวกันคือในเดือนธันวาคม จำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ภาพที่ 4.15 และภาพที่ 4.16 ดังนี้

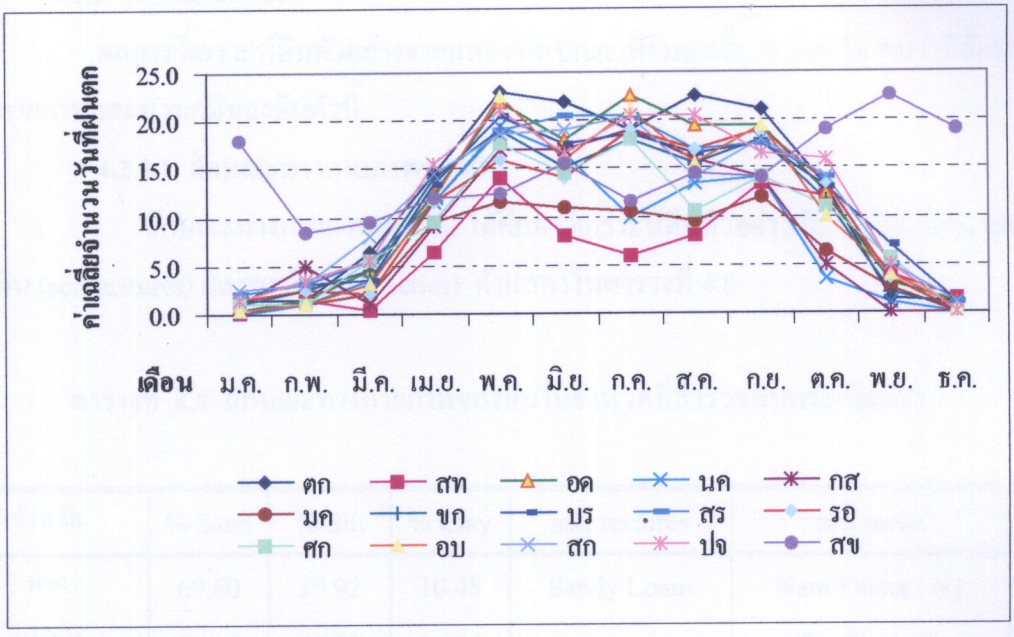
ตารางที่ 4.7 จำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี พ.ศ. 2542 – 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

จว. / เดือน	ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
ม.ค.	1.5	0.0	0.5	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	1.5	1.0	0.5	2.5	1.5	18.0
ก.พ.	1.5	1.5	1.5	1.0	5.0	1.0	2.5	3.0	3.0	2.5	1.0	1.0	3.0	3.5	8.5
มี.ค.	6.5	0.5	4.5	3.5	1.0	2.0	4.5	3.5	5.5	2.0	5.5	3.0	8.0	5.5	9.5
เม.ย.	14.5	6.5	12.5	11.5	9.0	9.5	14.0	13.5	11.5	11.5	9.5	12.0	14.5	15.5	12.0
พ.ค.	**23.0**	**14.0**	22.0	**19.5**	17.0	**11.5**	**19.0**	**20.5**	19.0	16.0	17.5	**22.5**	18.5	**21.0**	12.5
มิ.ย.	22.0	8.0	18.0	16.5	17.0	11.0	15.0	17.5	**20.5**	14.0	14.5	16.0	19.0	16.5	15.5
ก.ค.	19.0	6.0	**22.5**	10.0	**19.0**	10.5	18.0	18.5	**20.5**	**19.0**	**18.0**	21.0	**20.5**	20.5	11.5
ส.ค.	22.5	8.0	19.5	13.5	16.0	9.5	15.5	16.5	17.0	17.0	10.5	15.5	14.0	20.5	14.5
ก.ย.	21.0	13.5	19.5	14.0	14.0	12.0	18.0	17.5	17.5	**19.0**	14.0	19.5	18.0	16.5	14.0
ต.ค.	13.0	12.0	12.5	3.5	5.0	6.5	11.5	13.0	14.0	13.5	11.0	10.0	14.0	16.0	19.0
พ.ย.	1.5	4.0	3.0	1.0	0.0	2.5	2.0	7.0	5.0	3.5	5.5	4.0	5.0	5.0	**22.5**
ธ.ค.	1.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.0	19.0
รวม	**147.0**	**75.5**	137.0	94.0	104.0	77.0	121.5	133.5	136.5	119.5	108.0	125.5	**138.0**	**142.0**	**176.5**
เฉลี่ย	**12.3**	**6.3**	**11.4**	**7.8**	**8.7**	**6.4**	**10.1**	**11.1**	**11.4**	**10.0**	**9.0**	**10.5**	**11.5**	**11.8**	**14.7**

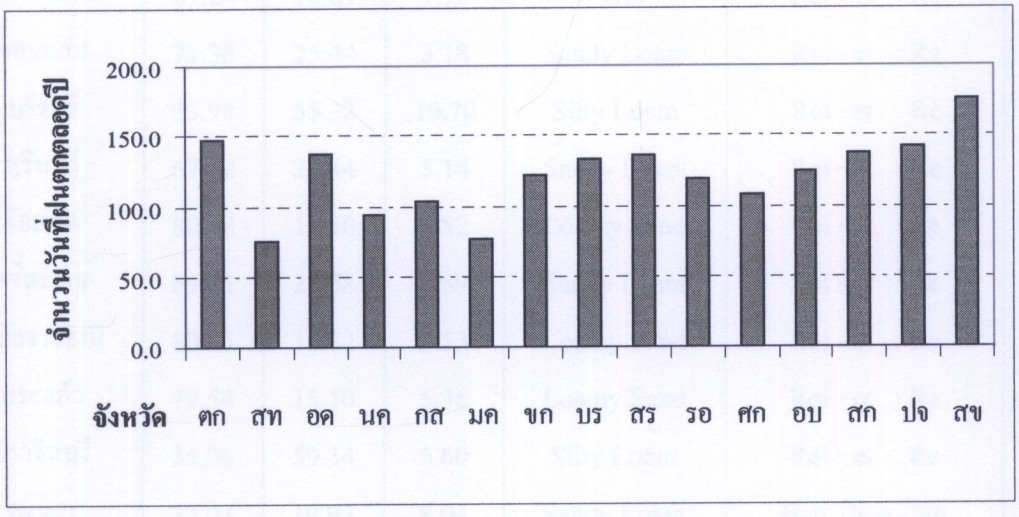
หมายเหตุ ที่มา Meteorological Department. (2003)



ภาพที่ 4.14 จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา



ภาพที่ 4.15 จำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละเดือน ปี พ.ศ. 2542 – 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา



ภาพที่ 4. 16 จำนวนวันที่ฝนตกรวมตลอดปี พ.ศ. 2542 - 2543 ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา

4.2.2 ลักษณะของดิน

ผลการวิเคราะห์ดินตัวอย่างจากแหล่งที่พบกระเทียมนาทั้ง 15 จังหวัด พบว่ามีลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดินดังนี้

4.2.2.1 ลักษณะทางกายภาพของดิน

ลักษณะทางกายภาพของดิน ได้ศึกษาวิเคราะห์ดินตัวอย่างเกี่ยวกับประเภท ของเนื้อดิน (soil textures) และชุดดิน (soil series) ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ลักษณะทางกายภาพของดินในจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนา

จังหวัด	% Sand	% Silt	% Clay	soil textures	soil series
ตาก	69.60	19.92	10.48	Sandy Loam	Nam Phong : Ng
สุโขทัย	32.15	43.79	24.06	Loam	Tha Tum : Tt
อุดรธานี	64.59	31.47	3.94	Sandy Loam	Roi - et : Re
หนองคาย	64.83	28.41	6.76	Sandy Loam	Roi - et : Re
กาฬสินธุ์	33.42	56.31	10.27	Silty Loam	Roi - et : Re
มหาสารคาม	87.24	10.81	1.95	Sand	Roi - et : Re
ขอนแก่น	71.38	25.44	3.18	Sandy Loam	Roi - et : Re
บุรีรัมย์	33.98	55.32	10.70	Silty Loam	Roi - et : Re
สุรินทร์	67.42	27.44	5.14	Sandy Loam	Roi - et : Re
ร้อยเอ็ด	80.68	14.50	4.82	Loamy Sand	Roi - et : Re
ศรีสะเกษ	69.43	26.68	3.89	Sandy Loam	Roi - et : Re
อุบลราชธานี	80.65	16.82	2.53	Loamy Sand	Roi - et : Re
สระแก้ว	79.54	15.10	5.36	Loamy Sand	Roi - et : Re
ปราจีนบุรี	34.06	59.34	6.60	Silty Loam	Roi - et : Re
สงขลา	72.03	19.93	8.04	Sandy Loam	Ban Thon : Bh
กาญจนบุรี	55.38	31.64	12.98	Sandy Loam	-

หมายเหตุ ที่มา รายงานผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Lab. No. 1/2544

วิธีการวิเคราะห์; Soil Texture : Mechanical Analysis – Pipette Method

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ดินตัวอย่าง ลักษณะทางกายภาพของดิน เกี่ยวกับประเภทของเนื้อดินและชุดดิน ปรากฏว่าดินตัวอย่างจากแหล่งที่พบกระเทียมนามีลักษณะดังนี้

1 เนื้อดิน (soil textures) ตัวอย่างดินทั้งหมดมีประเภทของเนื้อดินจำนวน 5 ประเภทคือ

1.1 ดินทราย (sand) พบในดินตัวอย่างจากจังหวัดมหาสารคามซึ่งมีค่าร้อยละของอนุภาคทราย (% sand) เท่ากับ 87.24 ซึ่งสูงมากกว่าดินตัวอย่างจากจังหวัดอื่นทั้งหมด และมีอนุภาคดินเหนียว (% clay) ร้อยละ 1.95 ซึ่งต่ำกว่าดินตัวอย่างจากจังหวัดอื่นทั้งหมดเช่นเดียวกัน

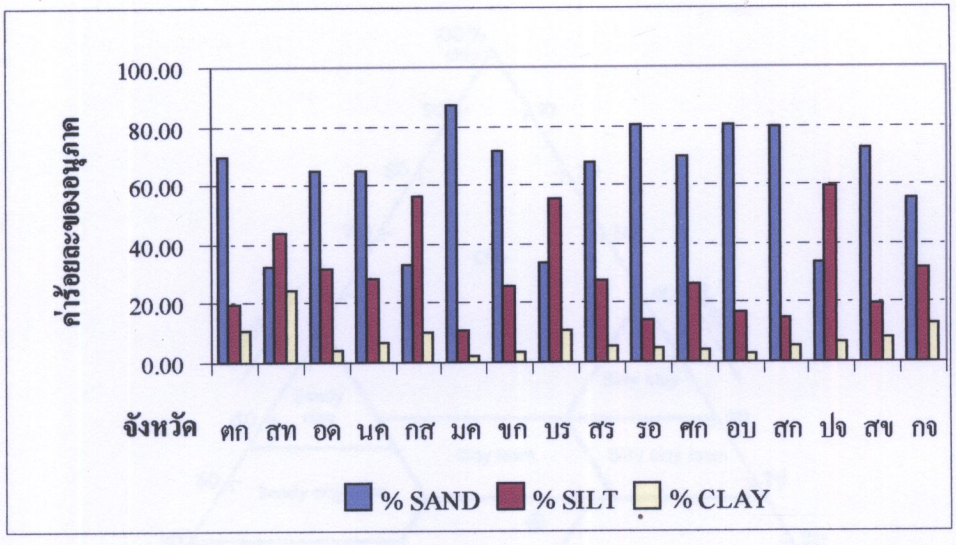
1.2 ดินทรายร่วน (loamy sand) พบในดินตัวอย่างจาก 3 จังหวัดคือ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี และสระแก้ว

1.3 ดินร่วนทราย (sandy loam) พบในดินตัวอย่างมากที่สุด 7 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดตาก อุดรธานี หนองคาย ขอนแก่น สุรินทร์ ศรีสะเกษ และสงขลา รวมทั้งพบในดินตัวอย่างจาก ทุ่งนาบ้านเก่า ตำบลบ้านเก่า อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

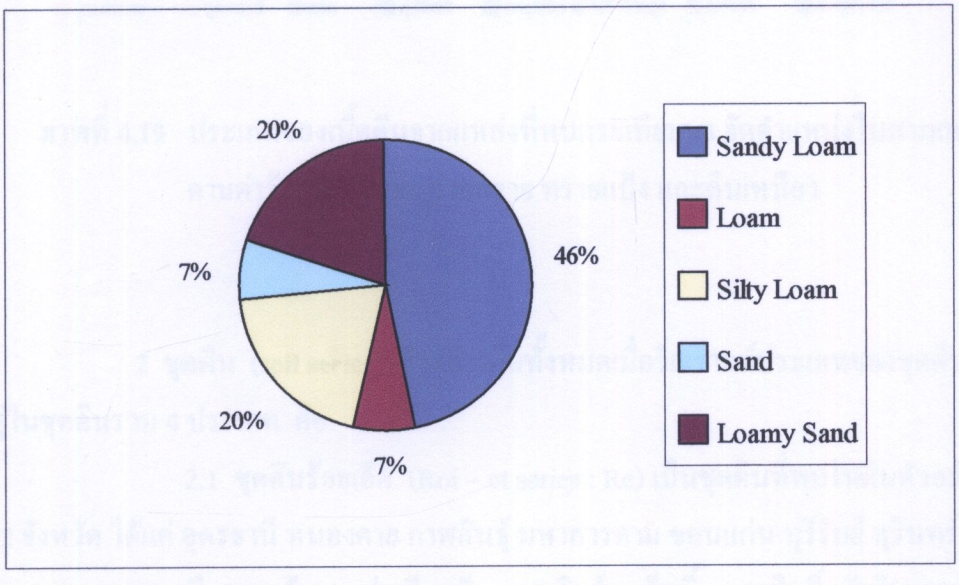
1.4 ดินร่วนปนทรายแป้ง (silty loam) พบในดินตัวอย่างจาก 3 จังหวัดคือ กาฬสินธุ์ บุรีรัมย์ และปราจีนบุรี

1.5 ดินร่วน (loam) พบในดินตัวอย่างจากจังหวัดสุโขทัย ซึ่งมีค่าร้อยละของอนุภาคดินเหนียว (% clay) เท่ากับ 20.06 ซึ่งสูงมากกว่าดินตัวอย่างจากจังหวัดอื่นทั้งหมด และมีอนุภาคทราย (% sand) ร้อยละ 32.15 ซึ่งต่ำกว่าดินตัวอย่างจากจังหวัดอื่นทั้งหมดเช่นเดียวกัน

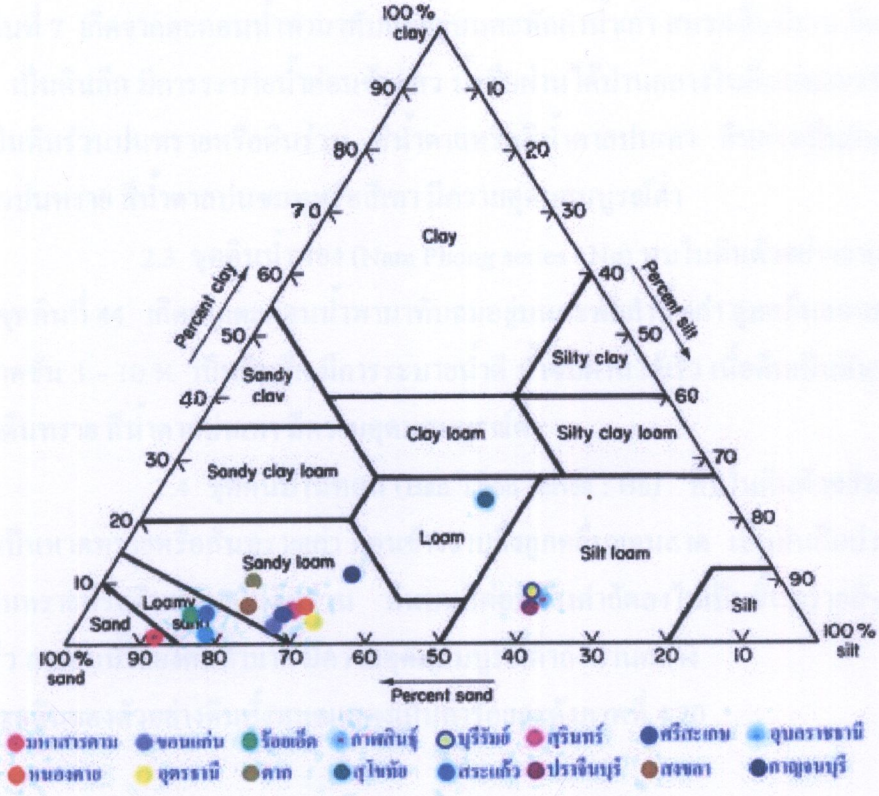
ลักษณะของเนื้อดินที่พบในแต่ละจังหวัดหรือแหล่งที่พบกระเทียมนาสรุปได้ว่าเป็นเนื้อดินในกลุ่มดินเนื้อปานกลาง (medium- textureed soils) คือ ดินร่วน และดินร่วนปนทรายแป้ง และกลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse- textureed soils) คือ ดินทราย ดินทรายร่วนและดินร่วนทราย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ลักษณะดินส่วนใหญ่สอดคล้องกับการพบกระเทียมนาของ Kai Larsen (Larsen, 1963) ซึ่งพบกระเทียมนาในดินทราย (moist sandy soil) ระหว่างบ้านเก่าและบ้านตะเคียน หมายเลขตัวอย่างพืช 8398 และพบในดินร่วน (humid loamy soil) ที่บ้านเก่า จังหวัดกาญจนบุรี หมายเลขตัวอย่างพืช 8424 ซึ่งทั้งสองตัวอย่างพืชเก็บตัวอย่างเมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2504 และวันที 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2504 ตามลำดับ ลักษณะเนื้อดินของดินตัวอย่างทุกจังหวัดที่พบกระเทียมนา เมื่อแสดงค่าร้อยละของอนุภาคทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ในเนื้อดินจะได้กราฟดังในภาพที่ 4.17 เมื่อพิจารณาค่าร้อยละของจำนวนดินตัวอย่างตามประเภทของเนื้อดินจากจังหวัดที่พบกระเทียมนาแสดงในภาพที่ 4.18 และประเภทของเนื้อดินจากแหล่งที่พบกระเทียมนา นำมาจัดตำแหน่งในสามเหลี่ยมดิน ด้วยค่าร้อยละของอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว พบว่าประเภทของเนื้อดินเกาะกลุ่มกันมากที่สุดในกลุ่มดินร่วนปนทราย ดังภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.17 ค่าร้อยละของอนุภาคทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ในเนื้อดินของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา



ภาพที่ 4.18 ค่าร้อยละของจำนวนดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา จำแนกตามประเภทของเนื้อดิน



ภาพที่ 4.19 ประเภทของเนื้อดินจากแหล่งที่พบกระเทียมนา จัดตำแหน่งในสามเหลี่ยมดินตามค่าร้อยละของอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว

2 ชุดดิน (soil series) ตัวอย่างดินทั้งหมดเมื่อวิเคราะห์ประเภทของชุดดิน พบว่าจัดอยู่ในชุดดินรวม 4 ประเภท คือ

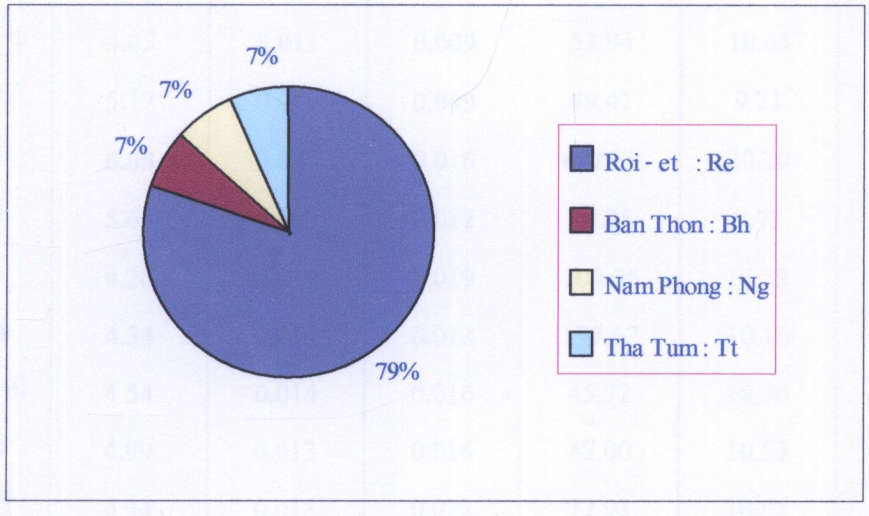
2.1 ชุดดินร้อยเอ็ด (Roi – et series : Re) เป็นชุดดินที่พบในดินตัวอย่างมากที่สุด 12 จังหวัด ได้แก่ อุดรธานี หนองคาย กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ขอนแก่น บุรีรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ อุบลราชธานี สระแก้วและปราจีนบุรี ชุดดินร้อยเอ็ดนี้ สรสิทธิ์ วัชโรทยาน (2535) ได้อธิบายว่า เป็นกลุ่มชุดดินที่ 17 เกิดจากตะกอนน้ำพามาทับถมอยู่บนตะพักลำน้ำเก่า สภาพพื้นที่ราบ มีความลาดชัน 0 – 2 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเลว น้ำซึมผ่านได้เร็วในดินบนและปานกลางถึงช้าในดินล่าง เนื้อดินเป็นดินทราย ดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลปนเทาหรือสีน้ำตาล มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

2.2 ชุดดินท่าตูม (Tha Tum : Tt) พบในดินตัวอย่างจากจังหวัดสุโขทัย เป็นกลุ่มชุดดินที่ 7 เกิดจากตะกอนน้ำพามาทับถมอยู่บนตะพักลำน้ำเก่า สภาพพื้นที่ราบ มีความลาดชัน 0 – 1 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว น้ำซึมผ่านได้ปานกลางในดินบนและช้าในดินล่าง เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย สีน้ำตาลปนชมพูหรือสีเทา มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

2.3 ชุดดินน้ำพอง (Nam Phong series : Ng) พบในดินตัวอย่างจากจังหวัดตาก เป็นกลุ่มชุดดินที่ 44 เกิดจากตะกอนน้ำพามาทับถมอยู่บนตะพักลำน้ำเก่า ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชัน 3 – 10 % เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี น้ำซึมผ่านได้เร็ว เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วนหรือดินทราย สีน้ำตาลปนเทา มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

2.4 ชุดดินบ้านทอน (Ban Thon series : Bh) พบในดินตัวอย่างจากจังหวัดสงขลา เป็นหาดทรายหรือสันทรายเก่า ค่อนข้างราบถึงลูกคลื่นลอนลาด เป็นดินลึกปานกลาง เนื้อดินเป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน ดินบนสีค่อนข้างดำถัดลงไปเป็นชั้นทรายสีขาว น้ำซึมผ่านได้เร็ว การอุ้มน้ำของดินต่ำมาก มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง

ชุดดินของตัวอย่างดินทั้งหมดแสดงเป็นค่าร้อยละดังภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 ค่าร้อยละของจำนวนดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา จำแนกตามประเภทของชุดดิน

4.2.2.2 ลักษณะทางเคมีของดิน

การศึกษาลักษณะทางเคมีของดินจากดินตัวอย่าง ซึ่งเก็บตัวอย่างดินมาจากบริเวณที่สำรวจพบกระเทียมนา นำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ทางเคมี ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมี ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการวิเคราะห์ปรากฏผลดังตารางที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.9 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินจังหวัดที่สำรวจพบกระเทียมนา (ยกเว้นจังหวัดกาญจนบุรี เป็นจังหวัดที่พบโดย Larsen เมื่อ ค.ศ.1961)

จังหวัด	pH 1:1	EC dS/m	total N %	phosphate ppm	K ppm	sulphate ppm
ตาก	4.58	0.023	0.033	51.39	29.26	10.52
สุโขทัย	5.27	0.032	**0.058**	54.48	**129.87**	13.17
อุดรธานี	**4.02**	0.026	0.033	85.59	9.41	**17.09**
หนองคาย	4.37	0.047	0.044	74.67	23.79	14.16
กาฬสินธุ์	5.03	0.020	0.023	64.44	16.55	11.39
มหาสารคาม	4.85	**0.011**	**0.009**	53.94	10.65	**6.57**
ขอนแก่น	5.17	0.049	**0.009**	49.41	9.21	10.58
บุรีรัมย์	**6.08**	0.027	0.016	**697.89**	20.20	10.83
สุรินทร์	5.63	0.020	0.012	71.25	**7.73**	7.30
ร้อยเอ็ด	4.20	0.019	0.019	103.05	15.32	12.30
ศรีสะเกษ	4.34	0.014	0.013	197.67	10.16	10.67
อุบลราชธานี	4.54	0.014	0.016	45.72	10.30	12.75
สระแก้ว	4.99	0.013	0.016	48.00	10.53	10.66
ปราจีนบุรี	4.34	0.018	0.022	72.93	10.81	10.08
สงขลา	4.77	**0.054**	0.050	**30.62**	41.56	11.60
กาญจนบุรี	5.19	0.021	0.023	15.47	42.97	10.46

หมายเหตุ 1. ที่มา ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น

2. วิธีการวิเคราะห์

pH : soil : water = 1:1, pH meter

EC : soil : water = 1:5, EC meter

Total N : Kjeldahl method

Available P : Bray No.2 extraction, Spectrophotometry

Exchangeable K : 1 N ammonium acetate extraction, atomic absorbtion spectrophotometry

Sulphate : $Ca(HPO4)_2$ extraction,.Tubidity

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินตัวอย่าง ดังผลจากตาราง 4.9 มีดังนี้

1 ความเป็นกรด-ด่าง

ลักษณะความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินตัวอย่าง จากแหล่งที่พบกระเทียมนาจังหวัดต่างๆ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ดินตัวอย่างทั้งหมดมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.02 – 6.08 โดยดินตัวอย่างจากจังหวัดอุดรธานี มีค่า pH ต่ำที่สุดคือ 4.02 และดินตัวอย่างจากจังหวัดบุรีรัมย์ มีค่า pH 6.08 มีค่าสูงที่สุด ค่า pH ของดินตัวอย่างทั้งหมดดังกล่าวแปรผลได้ว่า ความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ระหว่าง ดินเป็นกรดรุนแรงมาก (extremely acid) pH 3.5 - 4.5 กรดจัดมาก (very strongly acid) pH 4.6 - 5.0 กรดจัด (strongly acid) pH 5.1 - 5.5 และดินเป็นกรดปานกลาง (moderately acid) pH 5.6 - 6.0 (สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2535; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ซึ่งเมื่อจำแนกดินตามสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินดังกล่าว ดินตัวอย่างทั้งหมดจัดเป็นกลุ่มได้ดังนี้

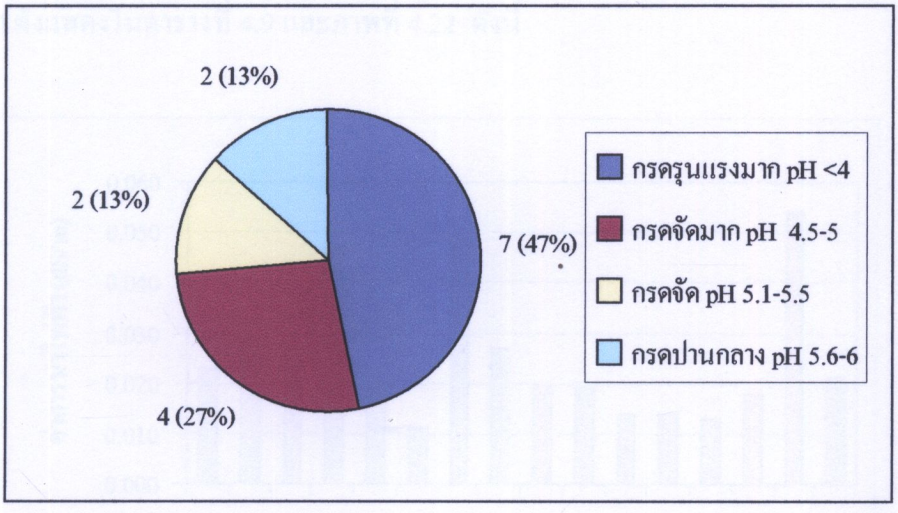
1.1 ดินเป็นกรดรุนแรงมาก (pH 3.5 - 4.5) พบมากที่สุดในดินตัวอย่างคือมีจำนวน 7 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุดรธานี (4.02) ร้อยเอ็ด (4.20) ปราจีนบุรี (4.34) ศรีสะเกษ (4.34) หนองคาย (4.37) อุบลราชธานี (4.54) และจังหวัดตาก (4.58)

1.2 ดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.6 - 5.0) พบในดินตัวอย่างจำนวน 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา (4.77) มหาสารคาม (4.85) สระแก้ว (4.99) และจังหวัดกาฬสินธุ์ (5.03)

1.3 ดินเป็นกรดจัด (pH 5.1 - 5.5) พบในดินตัวอย่างจำนวน 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น (5.17) และสุโขทัย (5.27) รวมทั้งพบในดินตัวอย่างจากทุ่งนาบ้านเก่า จังหวัดกาญจนบุรี (pH 5.19) ซึ่งเป็นแหล่งที่พบกระเทียมนาเป็นครั้งแรกในประเทศไทยด้วย

1.4 ดินเป็นกรดปานกลาง (pH 5.6 - 6.0) พบในดินตัวอย่างจำนวน 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสุรินทร์ (5.63) และจังหวัดบุรีรัมย์ (6.08)

ลักษณะความเป็นกรด-ด่างของดินดังกล่าว คิดเป็นร้อยละของจำนวนดินตัวอย่าง ดังภาพที่ 4.21 ดังนี้



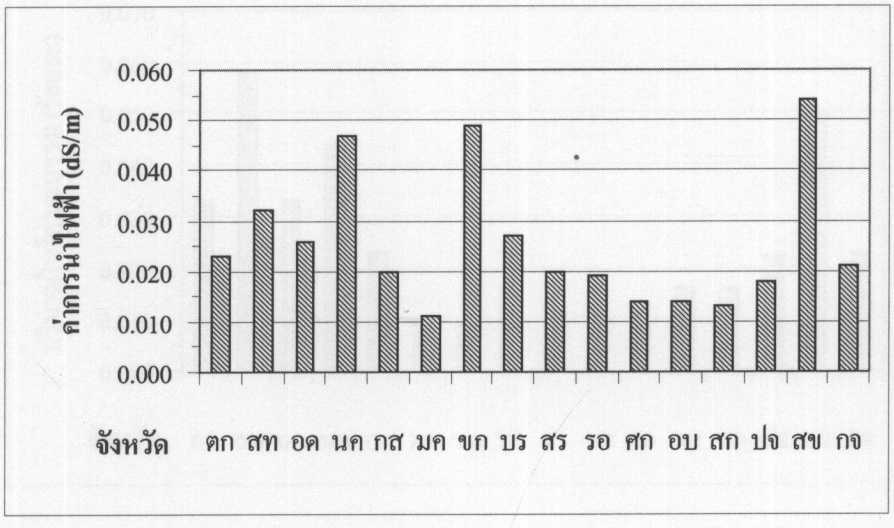
ภาพที่ 4.21 จำนวนดินตัวอย่าง (ร้อยละ) จำแนกตามสภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน

สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก เพราะมีผลต่อระดับธาตุอาหารในดินที่พืชจะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ ดินที่เป็นกรดมากๆ มักจะมีธาตุอาหารบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล่านั้นที่พืชจะนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ เช่น ดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรงจะมีแคลเซียม โพแทสเซียมและแมกนีเซียมค่อนข้างต่ำเนื่องจากจะถูกชะล้างไปจากดินได้ง่าย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ระดับความเป็นกรด-ด่างของดินจากดินตัวอย่างทั้งหมด ยังอยู่ในขอบเขตที่พืชจะสามารถดูดซึมธาตุอาหารต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ (Miller and Donahue, 1990) เพียงแต่ธาตุอาหารบางชนิดที่พืชอาจจะดูดซึมได้ในปริมาณที่น้อยลง ซึ่งพืชจะต้องปรับตัวเองให้อยู่รอดต่อไป (Brady and Weil, 2002)

2 การนำไฟฟ้าของดิน

ลักษณะการนำไฟฟ้า (electrical conductivity : EC) ของดินตัวอย่างจากแหล่งที่พบกระเทียมนาจังหวัดต่างๆ ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ดินตัวอย่างทั้งหมดมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ใน

ระหว่าง 0.011 – 0.054 dS/m โดยดินตัวอย่างจากจังหวัดมหาสารคาม มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดคือ 0.011 dS/m และดินตัวอย่างจากจังหวัดสงขลา มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 0.054 dS/m ค่าการนำไฟฟ้าของดินตัวอย่างทั้งหมดดังกล่าวแปรผลได้ว่า ดินของแหล่งที่พบกระเทียมนาทั้งหมดเป็นดินปกติ (normal soil) ไม่เป็นดินเค็ม (saline soil) ทั้งนี้เพราะค่าการนำไฟฟ้าของดินตัวอย่างทั้งหมดต่ำกว่า 4.0 dS/m (Miller and Donahue, 1990) ค่าการนำไฟฟ้าของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.22 ดังนี้

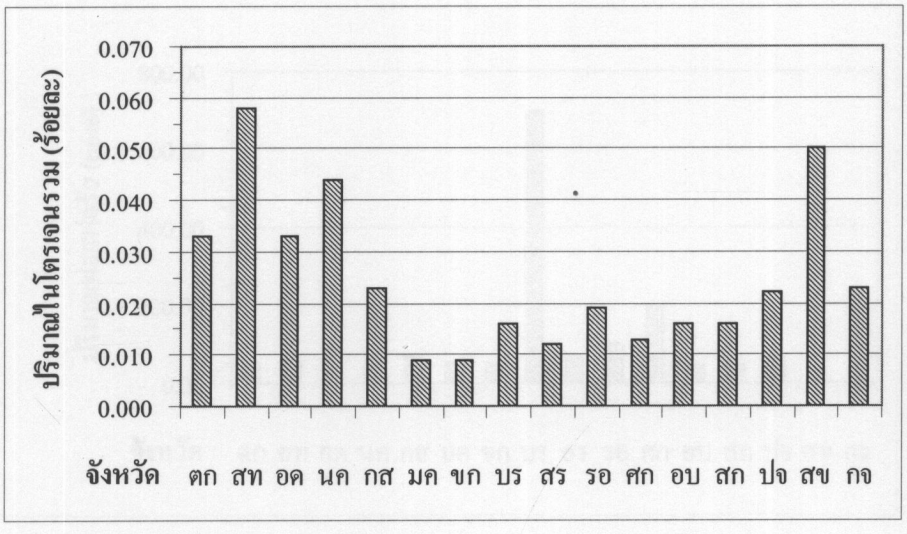


ภาพที่ 4.22 ค่าการนำไฟฟ้าของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา

3 ปริมาณไนโตรเจนในดิน

ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา ผลการวิเคราะห์ทางเคมีปรากฏว่า ดินตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen : toatal N) มีค่าร้อยละอยู่ระหว่าง 0.009 – 0.058 โดยดินตัวอย่างจากจังหวัดมหาสารคามและขอนแก่น มีปริมาณไนโตรเจนรวม ต่ำที่สุดคือร้อยละ 0.009 และดินตัวอย่างจากจังหวัดสุโขทัย มีปริมาณไนโตรเจนรวมสูงที่สุดคือร้อยละ 0.058 (ดังตาราง 4.9) ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินตัวอย่างแต่ละจังหวัดทั้งหมดแปรผลได้ว่า ปริมาณไนโตรเจนในดินอยู่ในเกณฑ์ ต่ำมากถึงต่ำ ซึ่งเกณฑ์การประเมินจากภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและจาก สรสิทธิ์ วัชโรทยาน (2535) กำหนดว่า ค่าร้อยละของปริมาณไนโตรเจนรวม น้อยกว่า 0.025 จัดว่ามีไนโตรเจนระดับต่ำมาก (very low) ค่าร้อยละของปริมาณไนโตรเจนรวม เท่ากับ 0.025 – 0.05 จัดว่ามีไนโตรเจนระดับต่ำ (low) ค่าร้อยละ 0.05 – 0.075 มีไนโตรเจนระดับค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้จังหวัดที่มีปริมาณไนโตรเจน

รวม น้อยกว่าร้อยละ 0.025 มีจำนวน 10 จังหวัด ได้แก่ มหาสารคาม ขอนแก่น สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี บุรีรัมย์ สระแก้ว ร้อยเอ็ด ปราจีนบุรี และ กาฬสินธุ์ จังหวัดที่มีปริมาณไนโตรเจนรวมอยู่ระหว่างร้อยละ 0.025 – 0.05 มีจำนวน 4 จังหวัด ได้แก่ ตาก อุดรธานี หนองคาย และสงขลา ส่วนจังหวัดสุโขทัยมีค่าร้อยละ 0.058 จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา ดังแสดงในภาพที่ 4.23 ดังนี้

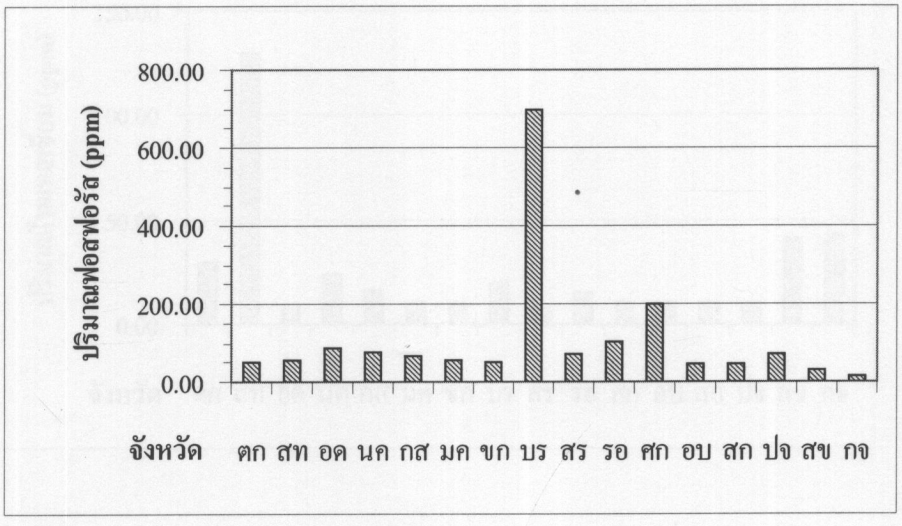


ภาพที่ 4.23 ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา

4 ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา ผลการวิเคราะห์ทางเคมีปรากฏว่า ดินตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชนำไปใช้ได้ (available P) มีค่าอยู่ระหว่าง 30.62 – 697.89 ppm โดยดินตัวอย่างจากจังหวัดสงขลา มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุดคือ 30.62 ppm และดินตัวอย่างจากจังหวัดบุรีรัมย์ มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุดคือ 697.89 ppm (ดังตาราง 4.9) ปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชนำไปใช้ได้ ของดินตัวอย่างแต่ละจังหวัดทั้งหมดแปรผลได้ว่า ปริมาณฟอสฟอรัสในดินอยู่ในเกณฑ์ สูงถึงสูงมาก ซึ่งเกณฑ์การประเมินจาก ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและจาก สรสิทธิ์ วัชโรทยาน (2535) กำหนดว่าปริมาณฟอสฟอรัสในดินระหว่าง 25 – 45 ppm จัดว่ามีฟอสฟอรัสในดินระดับสูง (high) และปริมาณฟอสฟอรัสในดินมากกว่า 45 ppm จัดว่ามีฟอสฟอรัสในดินระดับสูงมาก (very high) ซึ่งดินตัวอย่างทั้งหมดมีฟอสฟอรัสในดินระดับสูง เพียงจังหวัดเดียวคือจังหวัดสงขลามีฟอสฟอรัสใน

ดิน 30.62 ppm อีก 14 จังหวัด มีฟอสฟอรัสในดินระดับสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดบุรีรัมย์มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินระดับสูงที่สุดถึง 697.89 ppm แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าความเป็นกรดจัดของดินช่วยทำให้ฟอสฟอรัสถูกตรึงด้วยเหล็กและอะลูมิเนียมเป็นการลดการดูดซึมฟอสฟอรัสของพืชได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา ดังแสดงในภาพที่ 4.24 ดังนี้

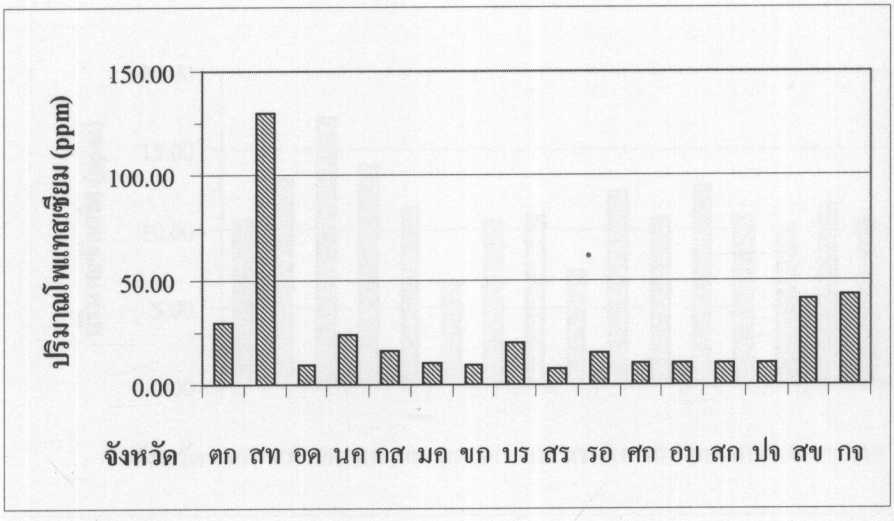


ภาพที่ 4.24 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา

5 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน

โพแทสเซียมในดินของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา ผลการวิเคราะห์ทางเคมีปรากฏว่า ดินตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณโพแทสเซียมในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 7.73 – 129.87 ppm โดยดินตัวอย่างจากจังหวัดสุรินทร์ มีปริมาณโพแทสเซียมในดินต่ำที่สุดคือ 7.73 ppm และจังหวัดสุโขทัย มีปริมาณโพแทสเซียมในดินสูงที่สุดคือ 129.87 ppm (ดังตาราง 4.9)ปริมาณโพแทสเซียมในดินของดินตัวอย่างแต่ละจังหวัดทั้งหมดแปรผลได้ว่า ปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ในเกณฑ์ ต่ำมากถึงปานกลาง ซึ่งเกณฑ์การประเมินจาก ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตร- ศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและจากสรสิทธิ์ วัชโรทยาน (2535) กำหนดว่า ปริมาณโพแทสเซียม ในดินน้อยกว่า 78 ppm จัดว่ามีโพแทสเซียมในดินระดับต่ำมาก (very low) ค่าระหว่าง 78 – 117 ppm มีโพแทสเซีย์มในดินระดับต่ำ (low) ค่าระหว่าง 117 – 234 ppm มีโพแทสเซียมในดินระดับปานกลาง (medium) ค่าระหว่าง 234 – 469 ppm มีโพแทสเซียมในดินระดับสูง (high) และปริมาณ

มากกว่า 469 ppm จัดว่ามีโพแทสเซียมในดินระดับสูงมาก (very high) ซึ่งดินตัวอย่างทั้งหมดมีโพแทสเซียมในดินระดับปานกลางเพียงจังหวัดเดียวคือจังหวัดสุโขทัย ส่วนจังหวัดอื่นๆ มีโพแทสเซียมในดินระดับต่ำมาก ปริมาณโพแทสเซียมในดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา ดังแสดงในภาพที่ 4.25 ดังนี้

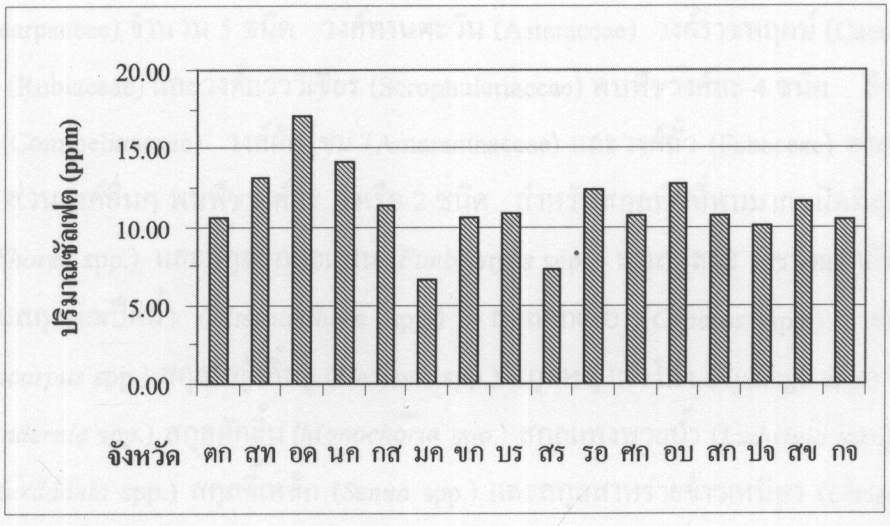


ภาพที่ 4.25 ปริมาณโพแทสเซียมในดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา

6 ปริมาณซัลเฟตในดิน

ปริมาณซัลเฟตในดินของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา ผลการวิเคราะห์ทางเคมีปรากฏว่า ดินตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณซัลเฟตในดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 6.57 – 17.09 ppm โดยดินตัวอย่างจากจังหวัดมหาสารคาม มีปริมาณซัลเฟตในดินต่ำที่สุดคือ 6.57 ppm และดินจาก จังหวัดอุดรธานี มีปริมาณซัลเฟตในดินสูงที่สุดคือ 17.09 ppm (ดังตาราง 4.9) ปริมาณซัลเฟตในดินของดินตัวอย่างแต่ละจังหวัดทั้งหมดแปรผลได้ว่า ปริมาณซัลเฟตอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่เปียกชื้นโดยทั่วไป ซึ่งคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) รายงานว่าดินที่เปียกชื้นโดยทั่วไปจะมีปริมาณกำมะถันประมาณร้อยละ 0.01 – 0.14 หรือเฉลี่ยร้อยละ 0.05 แต่ปริมาณซัลเฟตในดินตัวอย่างมีค่าประมาณร้อยละ 0.000657 – 0.001709 แต่อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบกับกำมะถันในดินเปียกชื้นดังกล่าวยังไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เพราะกำมะถันในดินยังมีอยู่ในรูปซัลไฟด์ และกำมะถันในแร่ต่างๆ เช่น ยิปซัม เมื่อพิจารณาตามสภาพของเนื้อดิน ดินเนื้อหยาบเป็นดินที่ขาดแคลนกำมะถันได้ง่าย เพราะถูกชะละลายลงไปในดินชั้นที่ลึกลงไป

(คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ดังนั้นตัวอย่างดินจากแหล่งที่พบกระเทียมนาซึ่งเป็นดินบนและเป็นดินในกลุ่มดินเนื้อหยาบหรือมีอนุภาคดินทรายประกอบขึ้นเป็นเนื้อดินในปริมาณสูง จึงมีปริมาณของซัลเฟตค่อนข้างต่ำ ปริมาณซัลเฟตในดินของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนาดังแสดงในภาพที่ 4.26 ดังนี้



ภาพที่ 4.26 ปริมาณซัลเฟตในดินของดินตัวอย่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนา

4.2.3 สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ

สภาพแวดล้อมทางชีวภาพของบริเวณพื้นที่ที่พบกระเทียมนาจังหวัดต่างๆ เป็นการศึกษาบันทึกชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะชนิดของพืชพรรณที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงในแหล่งน้ำเดียวกันกับกระเทียมนาและพืชพรรณที่อยู่บนบกในบริเวณใกล้เคียง ในรัศมีประมาณ 20 เมตร จดบันทึกชนิดพันธุ์ ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันทางด้านนิเวศวิทยาของถิ่นที่อยู่ ถ่ายภาพประกอบ ผลการศึกษาปรากฏผลดังนี้

4.2.3.1 ชนิดพันธุ์พืชในถิ่นที่อยู่และบริเวณใกล้เคียง

ชนิดพันธุ์พืชในถิ่นที่อยู่และบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งที่พบกระเทียมนาในจังหวัดต่างๆ ทั้ง 15 จังหวัด พบว่ามีจำนวนชนิดพันธุ์พืชรวม 81 ชนิด (species) ใน 66 สกุล (genera) และ 39 วงศ์ (families) ดังแสดงในตารางที่ 4.10 วงศ์ที่พบพืชจำนวนมากชนิดที่สุดคือ วงศ์กก (Cyperaceae) จำนวน 10 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์หญ้า (Poaceae) จำนวน 6 ชนิด วงศ์ยางนา (Dipterocarpaceae) จำนวน 5 ชนิด วงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) วงศ์ราชพฤกษ์ (Caesalpiniaceae) วงศ์เข็ม (Rubiaceae) และวงศ์แวววิเชียร (Scrophulariaceae) พบพืชวงศ์ละ 4 ชนิด สำหรับวงศ์ผักปราบ (Commelinaceae) วงศ์ผักโขม (Amaranthaceae) และวงศ์ถั่ว (Fabaceae) พบพืชวงศ์ละ 3 ชนิด ส่วนวงศ์อื่นๆ พบพืชวงศ์ละ 1 หรือ 2 ชนิด สำหรับสกุลพืชที่พบมากชนิดที่สุดคือสกุลไม้เต็งรัง (*Shorea* spp.) และสกุลกกกอแบน (*Fimbristylis* spp.) พบสกุลละ 3 ชนิดเท่ากัน รองลงมาคือพืชในสกุลผักเป็ดน้ำ (*Alternanthera* spp.) สกุลกกเสื่อ (*Cyperus* spp.) สกุลยางกราด (*Dipterocarpus* spp.) สกุลหญ้าลิ้นงู (*Hedyotis* spp.) สกุลหญ้าหัวโม่ง (*Kyllinga* spp.) สกุลผักเงี่ยงปลา (*Lindernia* spp.) สกุลผักฮิ้น (*Monochoria* spp.) สกุลแพงพวยน้ำ (*Ludwigia* spp.) สกุลกินกุ้งน้อย (*Murdannia* spp.) สกุลขี้เหล็ก (*Senna* spp.) และสกุลสาหร่ายข้าวเหนียว (*Utricularia* spp.) พบสกุลละ 2 ชนิดเท่ากัน ส่วนสกุลอื่นๆ พบสกุลละ 1 ชนิด ดังภาพที่ 4.27

เมื่อจำแนกพันธุ์พืชที่พบตามลักษณะวิสัยของพืช (habit) อ้างอิงตามการจำแนกในหนังสือชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม สมิตินันทน์, 2544) พบว่ามีพืชจำนวน 15 ลักษณะวิสัย พืชล้มลุก (herb) จำนวนมากชนิดที่สุดคือ 32 ชนิด รองลงมาเป็นไม้ยืนต้น (tree) จำนวน 17 ชนิด พืชน้ำล้มลุก (aquatic herb) จำนวน 11 ชนิด พืชจำพวกหญ้า (grass) จำนวน 6 ชนิด พืชล้มลุกต่างประเทศ (exotic herb) ไม้พุ่มขนาดเล็ก (undershrub) ไม้พุ่มกึ่งไม้ต้นขนาดเล็ก (shrub/ shrubby tree) และไม้ต้นขนาดเล็ก (shrubby tree) จำนวนอย่างละ 2 ชนิด พืชน้ำล้มลุกต่างประเทศ (exotic aquatic herb) พืชกินแมลง (insectivorous herb) เฟิร์นน้ำ (aquatic fern) พืชล้มลุกทอดคลาน (creeping herb) ไม้พุ่มขนาดเล็กต่างประเทศ (exotic undershrub) ไม้พุ่ม (shrub) และปาล์มต่างประเทศ (exotic palm) จำนวนอย่างละ 1 ชนิด ดังภาพที่ 4.28

ตารางที่ 4.10 รายชื่อพืชที่พบในแหล่งน้ำและบริเวณใกล้เคียงแหล่งที่พบกระเทียมนา (เรียงลำดับตามอักษรชื่อลักษณะวิสัยของพืชติดตามด้วยชื่อวงศ์)

ลำดับที่	ชื่อสามัญ/ชื่อท้องถิ่น	ชื่อพฤกษศาสตร์	วงศ์	ลักษณะวิสัย
1	ผักแว่น (water clover)	*Marsilea crenata* C.Presl.	Marsileaceae	Aquatic Fern
2	ผักเป็ดน้ำ (alligator weed)	*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.	Amaranthaceae	Aquatic Herb
3	สาหร่ายฉัตร	*Myriophyllum tetandrum* Roxb.	Haloragidaceae	Aquatic Herb
4	สาหร่ายหางกระรอก	*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle	Hydrocharitaceae	Aquatic Herb
5	สันตะวา, ผักโตวา	*Ottelia alismoides* (L.) Pers.	Hydrocharitaceae	Aquatic Herb
6	สาหร่ายข้าวเหนียว (bladderwort)	*Utricularia aurea* Lour.	Lentibulariaceae	Aquatic Herb
7	สร้อยสุวรรณา	*Utricularia bifida* L.	Lentibulariaceae	Aquatic Herb
8	บัวบา, บัวสายดิ่ง (water snowflake)	*Nymphoides indica* (L.) Kuntze	Menyanthaceae	Aquatic Herb
9	บัวเผื่อน, บัวขาบ (water lily)	*Nymphaea nouchali* Burm. f. (*Nymphaea stellata*)	Nymphaeaceae	Aquatic Herb
10	แพงพวยน้ำ (water primrose)	*Ludwigia adscendens* (L.) H.Hara (*Jussiaea repens*)	Onagraceae	Aquatic Herb
11	ผักตบไทย	*Monochoria hastata* (L.) Solms	Pontederiaceae	Aquatic Herb
12	ผักฮิ้น, ผักอีฮิ้น	*Monochoria vaginalis* (Burm.f.) Presl. var. *plantaginea* Solms	Pontederiaceae	Aquatic Herb
13	ตาลปัตรฤาษี, คันจอง (yellow bur-head)	*Limnocharis flava* (L.) Buchenau	Alismataceae	Exotic-Aquatic Herb
14	ผักบุ้งนา (water morninglory)	*Ipomoea aquatica* Forssk.	Convolvulaceae	Creeping Herb
15	หญ้าแพรก (bermuda grass)	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Poaceae	Grass
16	หญ้าปากควาย	*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	Poaceae	Grass
17	หญ้าตีนกา	*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv.	Poaceae	Grass

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสามัญ/ชื่อท้องถิ่น	ชื่อพฤกษศาสตร์	วงศ์	ลักษณะวิสัย
18	หญ้าหวาย	*Eragrostis tenella*(L.) P.Beauv. Ex Roem. & Schult. var. *tenella* (*Poa tenella* L.)	Poaceae	Grass
19	หญ้าไทร,หญ้าคมบาง (swamp rice grass)	*Leersia hexandra* Sw.	Poaceae	Grass
20	ข้าวจ้าว, ข้าวเหนียว	*Oryza sativa* L.	Poaceae	Grass
21	หญ้าดอกขาว	*Alternanthera sessilis* (L.) DC.	Amaranthaceae	Herb
22	กะเม็ง	*Eclipta prostrata* (L.) L.	Asteraceae	Herb
23	พญามุตติ (marcella)	*Grangea maderaspatana* (L.) Poir.	Asteraceae	Herb
24	ตีนตุ๊กแก	*Tridax procumbens* L.	Asteraceae	Herb
25	หญ้าละออง	*Vernonia cinerea* (L.) Less.	Asteraceae	Herb
26	หญ้างวงช้าง	*Heliotropium indicum* L.	Boraginaceae	Herb
27	ผักปลาบนา	*Cyanotis axillaris* Roem. & Schult.	Commelinaceae	Herb
28	น้ำค้างกลางเที่ยง	*Murdannia gigantea* (Vahl) Bruckn.	Commelinaceae	Herb
29	กินกุ้งน้อย	*Murdannia nudiflora* (L.) Brenan	Commelinaceae	Herb
30	กกสามเหลี่ยม, ผือ	*Actinoscirpus grossus* (L.f.) Goetgh.	Cyperaceae	Herb
31	กกรังกาป่า	*Cyperus cuspidatus* Kunth	Cyperaceae	Herb
32	กกนา	*Cyperus haspan* L.	Cyperaceae	Herb
33	กกทรงกระเทียม	*Eleocharis dulcis* (Burm. f..) Hensch. var. *dulcis*	Cyperaceae	Herb
34	หญ้าหัวขอ	*Fimbristylis aestivalis* (Retz.) Vahl	Cyperaceae	Herb
35	กกกอแบน	*Fimbristylis complanata* (Retz.) Link	Cyperaceae	Herb
36	หนวดปลาดุก	*Fimbristylis littoralis* Gaud.	Cyperaceae	Herb
37	หญ้าหัวโม่ง	*Kyllinga brevifolia* Rottb.	Cyperaceae	Herb
38	หญ้าตุ้มหู	*Kyllinga nemolaris*(J.R. & G.Forst.) Dandy ex Hutch. & Dalziel	Cyperaceae	Herb
39	กกเสื่อ, ไหล	*Schoenoplectus mucronatus*(L.) Palla	Cyperaceae	Herb
40	กระดุมเงิน, หญ้าตุ้มหู	*Eriocaulon henryanum* Ruhle	Eriocualaceae	Herb

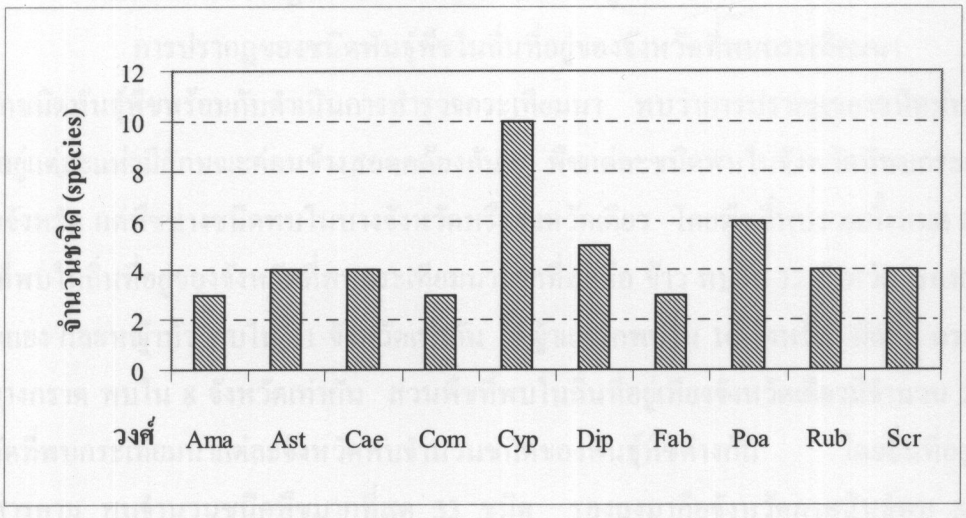
ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อสามัญ/ชื่อท้องถิ่น	ชื่อพฤกษศาสตร์	วงศ์	ลักษณะวิสัย
41	หญ้าใต้ใบ	*Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn.	Euphorbiaceae	Herb
42	ไมยราบ	*Mimosa pudica* L.	Mimosaceae	Herb
43	ผักขวง, สะเดาดิน	*Glinus oppositifolia*(L.) A.DC.	Molluginaceae	Herb
44	เทียนน้ำ, หญ้ารักนา (willow herb)	*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) Rav. (*Jussiaea suffruticosa*)	Onagraceae	Herb
45	หญ้าลิ้นงู	*Hedyotis corymbosa* (L.) Lam.	Rubiaceae	Herb
46	โหมแจ่วนา	*Hedyotis diffusa* Willd.	Rubiaceae	Herb
47	ผักแขยง, ผักกะแยง	*Limnophila aromatica* Merr.	Scrophulariaceae	Herb
48	ผักเงี่ยงปลา	*Lindernia ciliata* (Colsm.) Pennell	Scrophulariaceae	Herb
49	หญ้าเกล็ดหอย (hard slitwort)	*Lindernia nummularifolia* (D.Don) Wettst.	Scrophulariaceae	Herb
50	กรดน้ำ, กระต่ายจาม	*Scoparia dulcis* L.	Scrophulariaceae	Herb
51	หญ้าบัว, หญ้าขี้กราก	*Xyris indica* L.	Xyridaceae	Herb
52	เปราะป่า, เปราะ	*Kaempferia garanga* L.	Zingiberaceae	Herb
53	บานไม่รู้โรยป่า	*Gomphrena celosioides* Mart.	Amaranthaceae	Exotic Herb
54	หญ้าสไตโล (Brazilian lucern)	*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. var. *gracillis*(Kunth) Vogel	Fabaceae	Exotic Herb
55	หยาดน้ำค้าง	*Drosera peltata* Sm.	Droseraceae	Insectivorous herb
56	หญ้าขัดใบป้อม	*Sida cordifolia* L.	Malvaceae	Undershrub
57	เส้ง, เส้งใบมน	*Melochia corchorifolia* L.	Sterculiaceae	Undershrub
58	โสนขน, โสนบก (american jointvetch)	*Aeschynomene americana* L.	Fabaceae	Exotic-Undershrub
59	ถั่วลิสงนา	*Alysicarpus vaginalis* (L.) A.DC.	Fabaceae	Shurb
60	ขันทองพยาบาท	*Suregada multiflorum* (A. Juss.) Baill.	Euphorbiaceae	Shrub / Shrubby Tree
61	กระทุ่มน้ำ	*Mitragyna diversifolia* (Wall. ex G. Don) Havil.	Rubiaceae	Shrub / Shrubby Tree

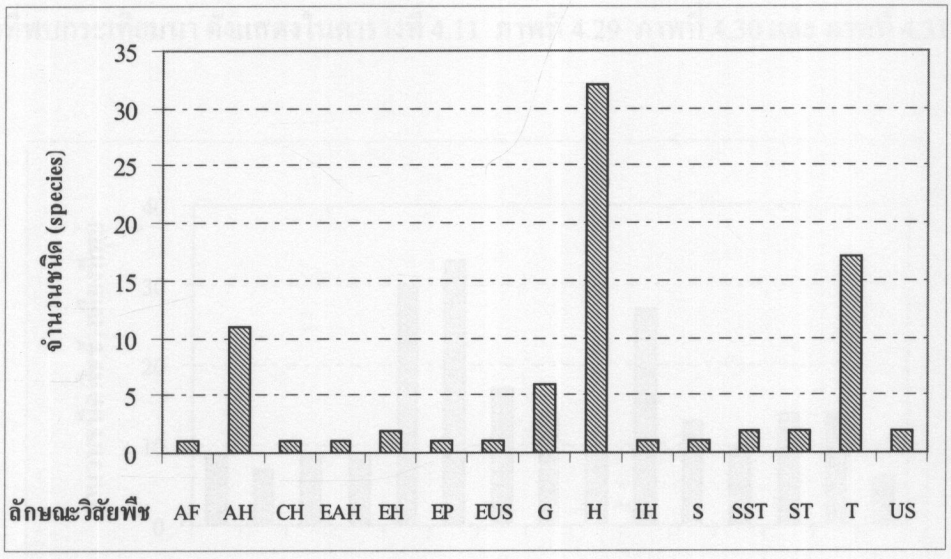
ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อสามัญ/ชื่อท้องถิ่น	ชื่อพฤกษศาสตร์	วงศ์	ลักษณะวิสัย
62	ตะโกนา, โก	*Diospyros rhodocalyx* Kurz.	Ebenaceae	Shrubby Tree
63	ยอป่า, สลักป่า	*Morinda coreia* Ham.	Rubiaceae	Shrubby Tree
64	ราชพฤกษ์, คูน	*Cassia fistula* L.	Caesalpiniaceae	Tree
65	แสมสาร,ขี้เหล็กสาร	*Senna garrettiana* (Craib) Irwin & Barneby	Caesalpiniaceae	Tree
66	ขี้เหล็ก (Thai copper pod)	*Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby	Caesalpiniaceae	Tree
67	มะค่าแต้	*Sindora siamensis* Teijsm. & Miq	Caesalpiniaceae	Tree
68	สมอไทย, สัมมอ	*Terminalia chebula* Retz. var. *chebula*	Combretaceae	Tree
69	ยางกราด, สะแบง	*Dipterocarpus intricatus* Dyer	Dipterocarpaceae	Tree
70	พลวง, กุง	*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.	Dipterocarpaceae	Tree
71	เต็ง, จิก	*Shorea obtusa* Wall. ex Blume	Dipterocarpaceae	Tree
72	พะยอม, กะยอม	*Shorea roxburghii* G.Don	Dipterocarpaceae	Tree
73	รัง, ฮัง	*Shorea siamensis* Miq.	Dipterocarpaceae	Tree
74	กะบก, หมากบก	*Irvingia malayana* Oliv.ex A.W. Benn.	Irvingiaceae	Tree
75	ตะแบก	*Lagerstroemia floribunda* Jack	Lythraceae	Tree
76	สะเดา (Siamese neem tree)	*Azadirachta indica* var. *siamensis* Valeton	Meliaceae	Tree
77	คาง, คันฮุ้ง	*Albizia lebbekoides* (DC.) Benth.	Mimosaceae	Tree
78	ข่อย	*Streblus asper* Lour.	Moraceae	Tree
79	หว้านก	*Syzygim ripicola* (Craib) Merr.& L.M. Perry	Myrtaceae	Tree
80	พลับพลา	*Microcos tomentosa* Smith	Tiliaceae	Tree
81	ตาลโตนด, ตาล	*Borassus flabellifer* L.	Arecaceae	Exotic palm

หมายเหตุ อ้างอิงจาก 1. คณิต แวงวาสิต (2544) 2. เต็ม สมิตินันทน์ (2544) 3. วิไลวรรณ มนูศิลป์ (2542) 4. อัจฉรา ธรรมถาวร (2530) 5. Radanachaless and Maxwell (1997) 6. Radanachaless (1994) 7. Sainty and Jacobs (1994)



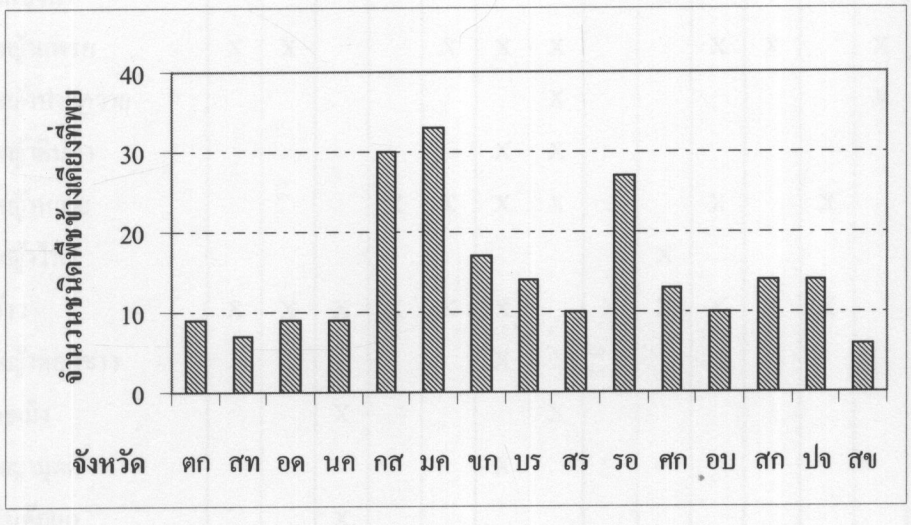
ภาพที่ 4.27 วงศ์พืชที่พบมากที่สุดและรองลงมาตามลำดับ Amaranthaceae (Ama), Asteraceae (Ast), Caesalpiniaceae (Cae), Commelinaceae (Com), Cyperceae (Cyp), Poaceae (Poa), Dipterocaparceae (Dip), Fabaceae (Fab), Rubiaceae (Rub), Scrophulariaceae (Scr).



ภาพที่ 4.28 จำนวนชนิดพืชจำแนกตามลักษณะวิสัย (habit) ของพืช aquatic fern (AF), aquatic herb (AH), creeping herb (CH), exotic aquatic herb (EAH), exotic herb (EH), exotic palm (EP), exotic undershrub (EUS), grass (G), herb (H), insectivorous herb (IH), shrub (S), shrub/shrubby tree (SST), shrubby tree (ST), tree (T), undershrub (US).

4.2.3.2 การปรากฏของชนิดพันธุ์พืชในถิ่นที่อยู่

การปรากฏของชนิดพันธุ์พืชในถิ่นที่อยู่ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา จากการบันทึกชนิดพันธุ์พืชพร้อมกับดำเนินการสำรวจกระเทียมนา พบว่าการปรากฏของชนิดพันธุ์พืชในถิ่นที่อยู่แต่ละแห่งมีลักษณะค่อนข้างสอดคล้องกัน พืชแต่ละชนิดพบในจังหวัดที่พบกระเทียมนาหลายจังหวัด แต่พืชบางชนิดพบในบางจังหวัดหรือจังหวัดเดียว โดยพืชที่พบรวมทั้งหมด 81 ชนิด ชนิดที่พบในถิ่นที่อยู่ของจังหวัดที่พบกระเทียมนามากที่สุดคือ ข้าว พบใน 12 จังหวัด รองลงมาคือ ผักกะแยง และหญ้าบัว พบใน 11 จังหวัดเท่ากัน หญ้าแพรกพบใน 10 จังหวัด ผักฮิ้น กระดุมเงิน และยางกราด พบใน 8 จังหวัดเท่ากัน ส่วนพืชที่พบในถิ่นที่อยู่เพียงจังหวัดเดียวมีจำนวน 29 ชนิด จังหวัดที่พบกระเทียมนาแต่ละจังหวัดพบจำนวนชนิดของพันธุ์พืชต่างกัน โดยถิ่นที่อยู่จังหวัดมหาสารคาม พบจำนวนชนิดพืชมากที่สุด 33 ชนิด รองลงมาคือจังหวัดกาฬสินธุ์พบ 30 ชนิด จังหวัดร้อยเอ็ดพบ 27 ชนิด จังหวัดขอนแก่นพบ 17 ชนิด และจังหวัดที่พบชนิดพันธุ์พืชน้อยชนิดที่สุดคือจังหวัดสงขลา พบ 6 ชนิด เมื่อพิจารณาทั้งชนิดพันธุ์พืชตามลักษณะวิสัยและการปรากฏในพื้นที่ที่พบกระเทียมนา พบว่าพืชล้มลุกปรากฏในถิ่นที่อยู่ของกระเทียมนามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48 รองลงมาเป็นไม้ยืนต้นร้อยละ 19 พืชจำพวกหญ้าร้อยละ 15 พืชน้ำล้มลุกร้อยละ 13 และไม้พุ่มปรากฏในถิ่นที่อยู่ของกระเทียมนาน้อยที่สุดร้อยละ 5 การปรากฏของชนิดพันธุ์พืชในถิ่นที่อยู่ของจังหวัดที่พบกระเทียมนา ดังแสดงในตารางที่ 4.11 ภาพที่ 4.29 ภาพที่ 4.30 และ ภาพที่ 4.31 ดังนี้



ภาพที่ 4.29 จำนวนชนิดพันธุ์พืชที่ปรากฏในจังหวัดที่พบกระเทียมนา

ตารางที่ 4.11 พืชที่พบในแหล่งน้ำและบริเวณเนินคันนาใกล้เคียงของถิ่นที่อยู่ในจังหวัดที่พบกระเทียมนา

ลำดับที่	ชนิดพืชที่พบในถิ่นที่อยู่	จังหวัดที่พบกระเทียมนา														
		ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
1	ผักแว่น					X	X					X				X
2	ผักเป็ดน้ำ					X					X					X
3	สาหร่ายฉัตร								X		X					
4	สาหร่ายหางกระรอก										X					
5	สันตะวา					X				X	X					
6	สาหร่ายข้าวเหนียว									X						
7	สร้อยสุวรรณา					X	X									
8	บัวบา										X					
9	บัวเผื่อน									X	X					
10	แพงพวยน้ำ	X					X				X					
11	ผักตบไทย										X					
12	ผักฮิ้น					X	X	X	X		X	X	X		X	
13	ตาลปัตรฤาษี									X						
14	ผักปุ้งนา									X			X			
15	หญ้าแพรก	X	X			X	X	X			X	X		X	X	X
16	หญ้าปากควาย							X						X		
17	หญ้าตีนกา						X	X								
18	หญ้าหวาย				X	X	X	X			X		X			
19	หญ้าไทร									X						
20	ข้าว	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	
21	หญ้าดอกขาว						X				X					
22	กะเม็ง			X				X								
23	พญามุตติ						X								X	
24	ตีนตุ๊กแก			X												
25	หญ้าละออง													X		
26	หญ้างวงช้าง					X		X				X				

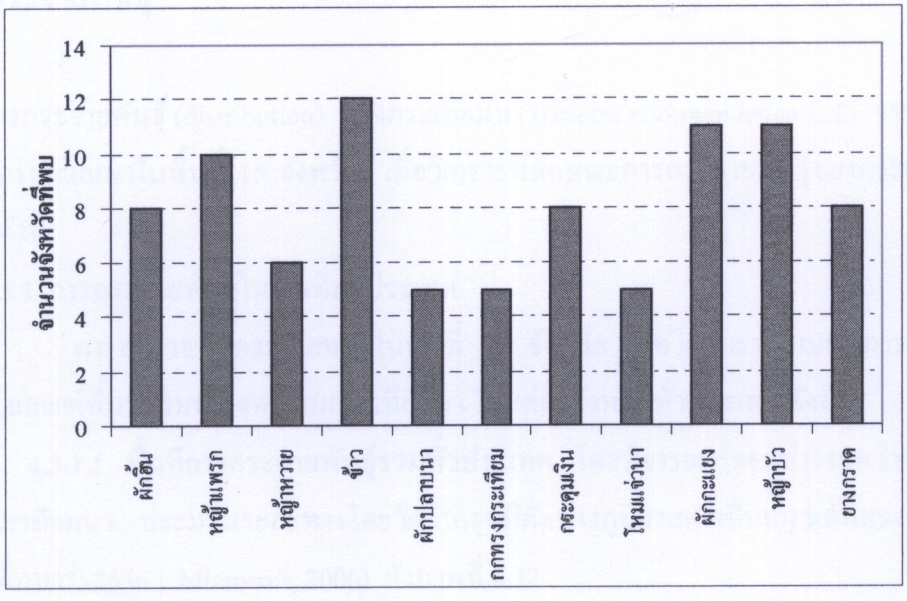
ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิดพืชที่พบในถิ่นที่อยู่	จังหวัดที่พบกระเทียมนา														
		ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
27	ผักปลาบนา					X	X	X	X							X
28	น้ำค้างกลางเที่ยง						X									
29	กินกุ้งน้อย						X					X				
30	กกสามเหลี่ยม		X			X	X						X			
31	กกรังกาป่า								X					X		
32	กกนา	X					X	X								
33	กกทรงกระเทียม					X	X				X	X	X			
34	หญ้าหัวขอ						X									
35	กกกอแบน					X	X	X						X		
36	หนวดปลาดุก	X				X					X					
37	หญ้าหัวโม่ง						X									
38	หญ้าตุ้มหู										X					
39	กกเสื่อ			X			X									
40	กระดุมเงิน	X	X		X	X			X		X			X	X	
41	หญ้าใต้ใบ						X							X		
42	ไมยราบ													X		
43	ผักขวง						X									
44	เทียนน้ำ	X				X					X					
45	หญ้าลิ้นงู								X							
46	โหมแจ่วนา					X	X	X			X				X	
47	ผักกะแยง	X	X	X	X	X	X		X		X	X		X	X	
48	ผักเงี่ยงปลา						X	X								
49	หญ้าเกล็ดหอย					X	X									
50	กรดน้ำ										X				X	
51	หญ้าบัว			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
52	เปราะป่า					X						X				
53	บานไม่รู้โรยป่า						X				X					
54	หญ้าสไตโล					X	X	X			X					
55	หยาดน้ำค้าง						X									

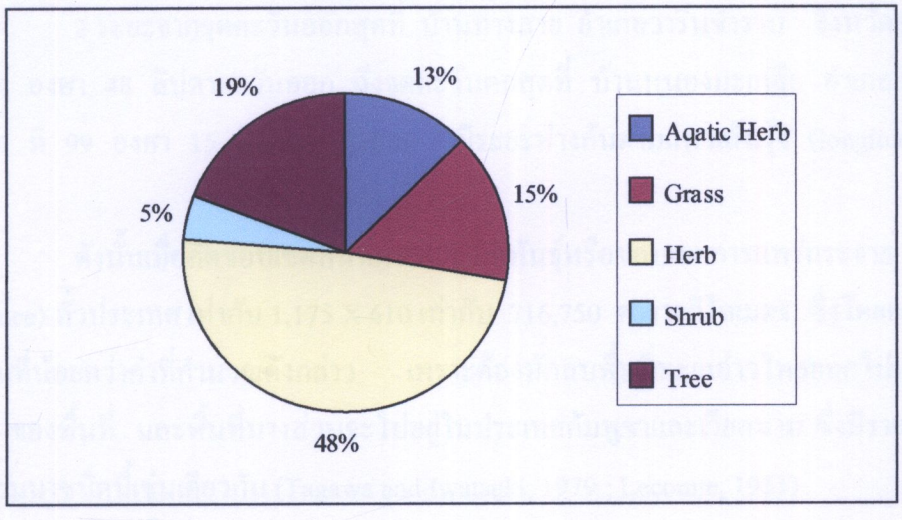
ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ลำดับที่	ชนิดพืชที่พบในถิ่นที่อยู่	จังหวัดที่พบกระเทียมนา														
		ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
56	หญ้าขัดใบป้อม					X										X
57	เส้ง,ขี้อ้น						X	X			X					
58	โสนขน	X														
59	ถั่วลิสงนา						X	X	X		X					
60	ขันทองพยาบาท														X	
61	กระทุ่มน้ำ					X										
62	ตะโกนา					X										
63	ยอป่า		X												X	
64	ราชพฤกษ์								X							
65	แสมสาร		X		X				X							
66	ขี้เหล็ก												X			
67	มะค่าแต้					X	X									
68	สมอไทย			X								X				
69	ยางกราด			X		X		X	X	X		X	X	X		
70	พลวง			X												
71	เต็ง					X					X			X		
72	พะยอม											X				
73	รัง												X			
74	กะบก				X											
75	ตะแบก														X	
76	สะเดา				X									X	X	
77	คาง														X	
78	ข่อย					X								X		
79	หว้านก					X			X	X						
80	พลับพลา														X	
81	ตาลโตนด				X											X

หมายเหตุ X หมายถึงพบพืชชนิดนี้ในถิ่นที่อยู่



ภาพที่ 4.30 การปรากฏของชนิดพันธุ์พืชในจังหวัดที่พบกระเทียมนา



ภาพที่ 4.31 ร้อยละของการปรากฏชนิดพันธุ์พืชตามลักษณะวิสัยรวมทุกจังหวัดที่พบกระเทียมนา

ชนิดพันธุ์พืชทั้งหมด 81 ชนิด แสดงในภาคผนวก ก ภาพที่ ก 1 ถึงภาพที่ ก 14

4.3 การกระจายพันธุ์

การกระจายพันธุ์ (distribution) ของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.) จากผลการสำรวจพบกระเทียมนาในพื้นที่ 15 จังหวัด เมื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายพันธุ์ของกระเทียมนาปรากฏผลดังนี้

4.3.1 การกระจายพันธุ์ในพื้นที่ทั่วประเทศ

การสำรวจพบกระเทียมนาในพื้นที่ 15 จังหวัด เมื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายพันธุ์โดยยึดเกณฑ์พื้นที่รวมจากจุดที่พบกระเทียมนา ในแต่ละจังหวัดทั่วประเทศ ดังนี้

4.3.1.1 พื้นที่การกระจายพันธุ์รวมทั่วประเทศ โดยพิจารณาระยะห่างระหว่างจุดไกลสุดที่พบกระเทียมนา ประมาณระยะทางโดยวัดจากจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์เป็นแนวเส้นตรง ได้ดังนี้ (กรมแผนที่ทหาร, 2536 ; Microsoft, 2000) ดังภาพที่ 4.32

1 ระยะจากจุดเหนือสุดที่ บ้านกุดบง อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ที่ 17 องศา 46 ลิปดาเหนือ ถึงจุดใต้สุดที่ บ้านชิงโค อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ 7 องศา 17 ลิปดาเหนือ มีระยะห่างกันตามแนวเส้นแวง (latitude) 1,175 กิโลเมตร

2 ระยะจากจุดตะวันออกสุดที่ บ้านทางสาย อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีที่ 104 องศา 48 ลิปดาตะวันออก ถึงจุดตะวันตกสุดที่ บ้านหนองมะเกลือ อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก ที่ 99 องศา 15 ลิปดาตะวันออก มีระยะห่างกันตามแนวเส้นรุ้ง (longitude) 610 กิโลเมตร

ดังนั้นเมื่อคิดขอบเขตพื้นที่การกระจายพันธุ์หรือขอบเขตการแพร่กระจาย (extent of occurrence) ทั่วประเทศ เท่ากับ 1,175 X 610 เท่ากับ 716,750 ตารางกิโลเมตร ซึ่งโดยความเป็นจริงจะมีพื้นที่น้อยกว่าค่าที่คำนวณดังกล่าว เพราะต้องหักลบพื้นที่ทะเลอ่าวไทยออกไปประมาณร้อยละ 50 ของพื้นที่ และพื้นที่บางส่วนจะไปอยู่ในประเทศกัมพูชาและเวียดนาม ซึ่งมีรายงานการพบกระเทียมนาชนิดนี้เช่นเดียวกัน (Tagawa and Iwatsuki, 1979 ; Lecomte, 1951)

4.3.1.2 พื้นที่การกระจายพันธุ์รายภาค พิจารณาจากระยะห่างระหว่างแต่ละจุดที่พบกระเทียมนา ประมาณระยะทางโดยวัดจากจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ระหว่างแต่ละจุดเป็นแนวเส้นตรง ได้ดังนี้ (กรมแผนที่ทหาร, 2536 ; Microsoft, 2000)

1 ภาคเหนือ จังหวัดที่สุ่มพื้นที่สำรวจ อุตรดิตถ์ ตาก สุโขทัย พิษณุโลก และจังหวัดกำแพงเพชร มีพื้นที่สำรวจตามแนวทิศเหนือ-ใต้ จากจังหวัดอุตรดิตถ์ลงมาสู่จังหวัดกำแพงเพชร มีระยะห่างตามแนวเส้นรุ้งประมาณ 125 กิโลเมตร ตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก จากจังหวัดพิษณุโลก ไปยังจังหวัดตาก มีระยะห่างตามแนวเส้นแวงประมาณ 140 กิโลเมตร รวมได้

ภาพที่ 4.32 แหล่งที่พบและการกระจายพันธุ์ของกระเทียมนาทั่วประเทศ

ขอบเขตพื้นที่สำรวจในภาคเหนือ 17,500 ตารางกิโลเมตร พบกระเทียมนาในจังหวัดตากและสุโขทัย ซึ่งมีระยะทางตามแนวเส้นตรงระหว่าง บ้านหนองมะเกลือ และบ้านหนองหญ้าปล้องห่างกันประมาณ 14 กิโลเมตร มีพื้นที่ 28 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.16 ของพื้นที่สำรวจ

2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดที่สุ่มพื้นที่สำรวจ 11 จังหวัด มีพื้นที่สำรวจตามแนวทิศเหนือ-ใต้ จากจังหวัดหนองคาย ลงมาสู่จังหวัดมหาสารคาม มีระยะห่างตามแนวเส้นรุ้งประมาณ 180 กิโลเมตร ตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก จากจังหวัดมุกดาหาร ไปยังจังหวัดเพชรบูรณ์ มีระยะห่างตามแนวเส้นแวงประมาณ 365 กิโลเมตร รวมได้ขอบเขตพื้นที่สำรวจในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 65,700 ตารางกิโลเมตร พบกระเทียมนาใน 5 จังหวัดคือ อุดรธานี หนองคาย กาฬสินธุ์ มหาสารคาม และขอนแก่น คิดเป็นพื้นที่ขอบเขตการกระจายพันธุ์ ประมาณ 180 X 80 เท่ากับ 14,400 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 21.91 ของพื้นที่สำรวจ

3 ภาคตะวันออก จังหวัดที่สุ่มพื้นที่สำรวจทั้งหมด 9 จังหวัด มีพื้นที่สำรวจตามแนวทิศเหนือ-ใต้ จากจังหวัดร้อยเอ็ดลงมาสู่จังหวัดบุรีรัมย์ มีระยะตามแนวเส้นรุ้งประมาณ 135 กิโลเมตร ตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก จากจังหวัดอุบลราชธานี ไปยังจังหวัดนครราชสีมา มีระยะห่างตามแนวเส้นแวงประมาณ 300 กิโลเมตร รวมได้ขอบเขตพื้นที่สำรวจในภาคตะวันออก 40,500 ตารางกิโลเมตร พบกระเทียมนาใน 5 จังหวัดคือ บุรีรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี คิดเป็นพื้นที่ขอบเขตการกระจายพันธุ์ ประมาณ 195 X 135 เท่ากับ 26,325 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 65.0 ของพื้นที่สำรวจ

4 ภาคตะวันตกเฉียงใต้ สุ่มสำรวจในพื้นที่ 3 จังหวัด คือ กาญจนบุรี ราชบุรี และเพชรบุรี ผลการสำรวจ **ไม่**พบกระเทียมนาในทุกจังหวัด ซึ่งมีพื้นที่สำรวจประมาณ 125 X 85 เท่ากับ 10,625 ตารางกิโลเมตร

5 ภาคภาคกลาง สุ่มสำรวจในพื้นที่ 5 จังหวัด คือ สุพรรณบุรี อ่างทอง สระบุรี พระนครศรีอยุธยา และนครนายก ผลการสำรวจ **ไม่**พบกระเทียมนาในทุกจังหวัด ซึ่งมีพื้นที่สำรวจประมาณ 178 X 55 เท่ากับ 7,040 ตารางกิโลเมตร

6 ภาคตะวันออกเฉียงใต้ จังหวัดที่สุ่มพื้นที่สำรวจทั้งหมด 4 จังหวัด มีพื้นที่สำรวจตามแนวทิศเหนือ-ใต้ จากจังหวัดปราจีนบุรี ลงมาสู่จังหวัดระยอง มีระยะตามแนวเส้นรุ้งประมาณ 140 กิโลเมตร ตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก จากจังหวัดสระแก้ว ไปยังจังหวัดชลบุรี มีระยะห่างตามแนวเส้นแวงประมาณ 175 กิโลเมตร รวมได้ขอบเขตพื้นที่สำรวจในภาคตะวันออกเฉียงใต้ 24,500 ตารางกิโลเมตร พบกระเทียมนา 2 จังหวัดคือปราจีนบุรี และสระแก้ว คิดเป็นพื้นที่ขอบเขตการกระจายพันธุ์ ประมาณ 15 X 98 หรือ 1,470 ตารางกิโลเมตร ร้อยละ 6.0 ของพื้นที่สำรวจ

7 ภาคใต้ จังหวัดที่สุ่มพื้นที่สำรวจทั้งหมด 2 จังหวัด มีพื้นที่สำรวจตามแนวทิศเหนือ-ใต้ จากจังหวัดพัทลุงลงมาสู่จังหวัดสงขลา มีระยะตามแนวเส้นรุ้งประมาณ 50 กิโลเมตร ตามแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก มีระยะห่างตามแนวเส้นแวงประมาณ 45 กิโลเมตร รวมได้ขอบเขตพื้นที่สำรวจในภาคใต้ 2,250 ตารางกิโลเมตร พบกระเทียมนาในพื้นที่จังหวัดสงขลาจังหวัดเดียว ไม่สามารถคิดเป็นพื้นที่ขอบเขตการกระจายพันธุ์โดยอาศัยจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์คำนวณพื้นที่การกระจายพันธุ์เฉพาะภาคใต้ได้

4.3.2 การกระจายพันธุ์ในแต่ละจังหวัด

การกระจายพันธุ์ในแต่ละจังหวัด เป็นการพิจารณาแหล่งที่สำรวจพบกระเทียมนาในแต่ละจังหวัดว่ามีลักษณะการกระจายอย่างไร โดยดูจากระยะห่างระหว่างแหล่งที่พบกระเทียมนาของจังหวัดหนึ่งไปยังจังหวัดอื่นๆ ทั้งหมดมีการกระจายอยู่ห่างจากแหล่งนั้นๆ เท่าใด ดังแสดงในตารางที่ 4.12 ดังนี้

ตารางที่ 4.12 ระยะห่างระหว่างแหล่งที่พบกระเทียมนาแต่ละจังหวัด (กิโลเมตร)

จว.	ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข
ตก	_														
สท	14	_													
อด	405	395	_												
นค	369	353	80	_											
กส	458	446	96	178	_										
มค	439	429	116	197	38	_									
ขก	337	364	92	150	80	67	_								
บร	462	452	263	329	188	154	180	_							
สร	506	496	217	297	124	106	78	95	_						
รอ	487	477	147	230	49	48	112	159	80	_					
ศก	585	573	271	355	175	164	229	154	75	124	_				
อบ	610	602	293	375	198	197	263	197	118	147	43	_			
สก	497	489	374	436	299	266	289	112	198	269	233	274	_		
ปจ	416	409	381	429	328	290	292	160	255	312	309	355	95	_	
สข	1179	1182	1139	1191	1069	1036	1051	881	959	1032	970	995	768	762	_
จว.	ตก	สท	อด	นค	กส	มค	ขก	บร	สร	รอ	ศก	อบ	สก	ปจ	สข

จากตารางที่ 4.12 การกระจายพันธุ์ของกระเทียมนา เมื่อพิจารณาจากระยะห่างระหว่างแหล่งที่พบกระเทียมนาแต่ละจังหวัด พบว่าแหล่งที่พบกระเทียมนาที่อยู่ใกล้กันที่สุดคือจังหวัดตากและจังหวัดสุโขทัย ซึ่งมีระยะห่างกัน 14 กิโลเมตร และแหล่งที่พบกระเทียมนาที่อยู่ไกลกันที่สุดคือจังหวัดหนองคายและจังหวัดสงขลา ซึ่งมีระยะห่างกัน 1,191 กิโลเมตร แต่เมื่อรวมระยะห่างของแต่ละจังหวัดที่ห่างจากจังหวัดอื่นๆ ปรากฏว่าจังหวัดมหาสารคามมีระยะห่างจากจังหวัดอื่นๆ รวมสั้นที่สุด 2,511 กิโลเมตร และระยะห่างรวมที่มากกว่าจังหวัดมหาสารคามของจังหวัดอื่นๆ คือ จังหวัดขอนแก่น สุรินทร์ ร้อยเอ็ด และกาฬสินธุ์ มีระยะห่างจากจังหวัดอื่นๆ รวมเท่ากับ 3,584 3,604 3,673 และ 3,726 กิโลเมตรตามลำดับ ส่วนจังหวัดที่มีระยะห่างจากจังหวัดอื่นๆ รวมมากที่สุดคือ จังหวัดสงขลา คือ 14,214 กิโลเมตร รองลงมาคือ จังหวัดตาก สุโขทัย และหนองคาย มีระยะห่างจากจังหวัดอื่นๆ รวมเท่ากับ 6,764 6,681 และ 4,969 กิโลเมตรตามลำดับ ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ระยะห่างรวมจากจังหวัดที่พบกระเทียมนาอื่นๆ ของแต่ละจังหวัด

จังหวัด	ผลรวมระยะห่างจากจังหวัดที่พบกระเทียมนาอื่นๆ (กิโลเมตร)	เฉลี่ย (กิโลเมตร)
ตาก	6,764	483.142
สุโขทัย	6,681	477.214
อุดรธานี	4,269	304.928
หนองคาย	4,969	354.928
กาฬสินธุ์	3,726	266.142
มหาสารคาม	2,511	179.357
ขอนแก่น	3,584	256.000
บุรีรัมย์	3,786	270.428
สุรินทร์	3,604	257.428
ร้อยเอ็ด	3,673	262.357
ศรีสะเกษ	4,260	304.285
อุบลราชธานี	4,667	333.357
สระแก้ว	4,599	328.500
ปราจีนบุรี	4,793	342.357
สงขลา	14,214	1,015.29

จากลักษณะการกระจายพันธุ์ในแต่ละจังหวัด จะเห็นได้ว่าจังหวัดมหาสารคามห่างจากจังหวัดอื่นๆ ที่พบกระเทียมนาด้วยกัน โดยรวมระยะห่างทั้งหมดแล้วมีค่าน้อยที่สุด คือ 2,511 กิโลเมตร หรือมีค่าเฉลี่ยห่างจากแต่ละจังหวัดที่พบกระเทียมนาประมาณ 179.357 กิโลเมตร เป็นข้อสังเกตว่าการกระจายพันธุ์ของกระเทียมนา มีศูนย์กลางอยู่ที่จังหวัดมหาสารคาม

4.3.3 การกระจายพันธุ์ในแหล่งที่พบกระเทียมนา

การกระจายพันธุ์ของกระเทียมนาในแหล่งที่พบแต่ละจังหวัด มีการกระจายแบบเป็นกลุ่ม (clumped pattern) กล่าวคือในต่ละแหล่งที่พบ กระเทียมนาจะมีประชากรเจริญหนาแน่น ณ จุดหนึ่ง เมื่อห่างจุดนี้ออกไปประชากรจะลดลงจนในที่สุดไม่พบสมาชิกของประชากรกลุ่มนี้ (Smith, 1992) สำหรับพื้นที่ของการแพร่กระจาย (area of occupancy) พบว่าจังหวัดร้อยเอ็ดมีพื้นที่ของการแพร่กระจายน้อยที่สุดประมาณ 125 ตารางเมตรหรือ 0.08 ไร่ จังหวัดกาฬสินธุ์มีพื้นที่ของการแพร่กระจายมากที่สุดประมาณ 2.50 ไร่ ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 พื้นที่ของการแพร่กระจาย ประชากรและความหนาแน่นสัมพัทธ์ของกระเทียมนา

จังหวัด	พื้นที่แพร่กระจาย (ตารางเมตร)	จำนวนประชากร ใน 1 plot (ต้น)	จำนวนประชากร ที่ตรวจนับทั้งหมด (ต้น)	ความหนาแน่น สัมพัทธ์ (ร้อยละ)
ตก	150	4	7	4.66
สท	400	18	32	8.00
อด	200	11	15	7.50
นค	500	10	24	4.80
กส	**4000**	**175**	**258**	6.45
มค	1600	105	185	11.56
ขก	130	6	8	6.15
บร	450	35	64	14.22
สร	500	7	12	**2.40**
รอ	**125**	**3**	**5**	4.00
ศก	750	78	135	**18.00**
อบ	300	14	27	9.00
สก	225	5	8	3.55
ปจ	500	22	55	11.00
สข	625	64	102	16.32
รวม	**10455**	557	**937**	127.61
เฉลี่ย	697	37.13	62.46	**8.50**

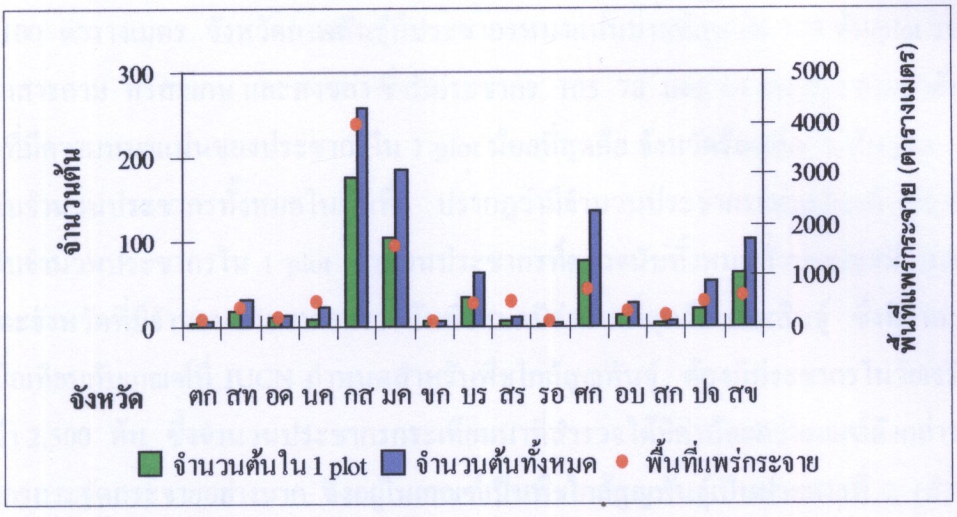
จากตารางที่ 4.14 พบว่าพื้นที่ของการแพร่กระจาย (area of occupancy) รวม ของแหล่งที่พบกระเทียมนาทั่วประเทศมีพื้นที่เท่ากับ 10,455 ตารางเมตร หรือ 0.01045 ตารางกิโลเมตร มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่ IUCN กำหนดสำหรับพืชใกล้สูญพันธุ์ (endangered species) คือ น้อยกว่า 500 ตารางกิโลเมตร (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539 ค; Carlton, 2001; Walter and Gillett, 1998) ดังนั้นในเกณฑ์ด้านพื้นที่ของการแพร่กระจายของกระเทียมนา จึงอยู่ในเกณฑ์เป็นพืชใกล้สูญพันธุ์

การศึกษาความถี่ (frequency) ของกระเทียมนา พบกระเทียมนาใน 15 จังหวัด จากจำนวนจังหวัดที่สุ่มสำรวจทั้งหมด 39 จังหวัด ดังนั้นคิดเป็นค่าความถี่สัมพัทธ์ได้ร้อยละ 38.46 สำหรับค่าความหนาแน่น (density) ของประชากรในแต่ละจังหวัดที่พบกระเทียมนา โดยการวาง plot ขนาด 100 ตารางเมตร (10 X 10 ตารางเมตร) ในตำแหน่งที่มีความหนาแน่นมากที่สุดแล้วนับประชากรใน plot และตรวจนับประชากรนอก plot ที่เหลือทั้งหมด ผลการตรวจนับประชากรดังแสดงในตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.33 ถึงภาพที่ 4.37 ดังนี้

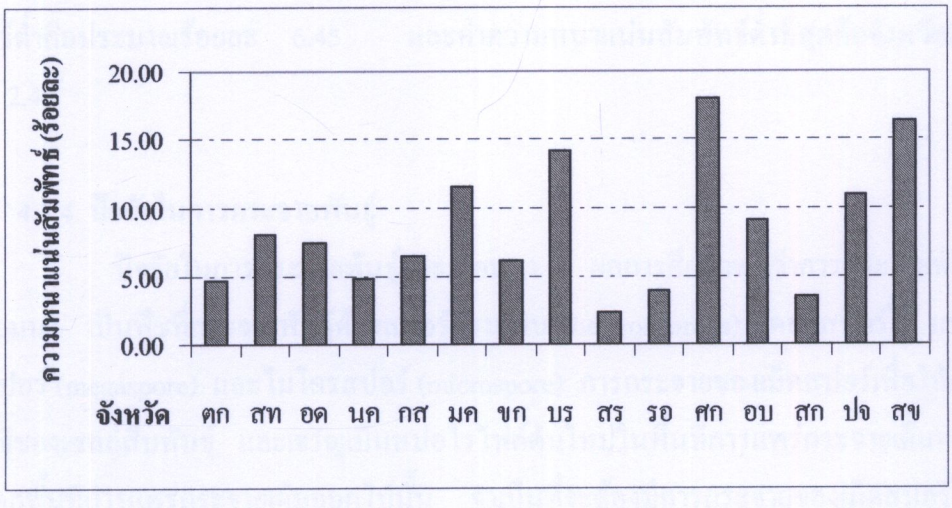
ภาพที่ 4.33 ลักษณะการกระจายภายใน plot จากแหล่งที่พบจังหวัดมหาสารคาม

ภาพที่ 4.34 ลักษณะการกระจายภายใน plot จากแหล่งที่พบจังหวัดกาฬสินธุ์

ภาพที่ 4.35 ลักษณะการกระจายภายใน plot จากแหล่งที่พบจังหวัดร้อยเอ็ด



ภาพที่ 4.36 จำนวนต้นกระเทียมนาในพื้นที่ 1 plot จำนวนต้นทั้งหมด และพื้นที่ของการแพร่กระจายในถิ่นที่อยู่แต่ละจังหวัด



ภาพที่ 4.37 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของต้นกระเทียมนาในถิ่นที่อยู่แต่ละจังหวัด

สำหรับจำนวนประชากรของกระเทียมนา พบว่า จำนวนประชากรที่พบใน 1 plot ขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตร จังหวัดกาฬสินธุ์มีประชากรหนาแน่นมากที่สุด คือ 175 ต้น/plot รองลงมาคือ มหาสารคาม ศรีสะเกษ และสงขลา ซึ่งมีประชากร 105 78 และ 64 ต้น/plot ตามลำดับ ส่วนจังหวัดที่มีความหนาแน่นของประชากรใน 1 plot น้อยที่สุดคือ จังหวัดร้อยเอ็ด 3 ต้น/plot เมื่อได้ตรวจนับจำนวนประชากรทั้งหมดในพื้นที่ ปรากฏว่ามีจำนวนประชากรแต่ละจังหวัดเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับจำนวนประชากรใน 1 plot จำนวนประชากรที่ตรวจนับทั้งหมดทั่วประเทศมีจำนวน 937 ต้น และจังหวัดที่มีจำนวนประชากรตรวจนับทั้งหมดมีค่ามากที่สุดคือ กาฬสินธุ์ ซึ่งมีจำนวน 258 ต้น เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ IUCN กำหนดสำหรับพืชใกล้สูญพันธุ์ ต้องมีประชากรในวัยเจริญพันธุ์น้อยกว่า 2,500 ต้น ซึ่งจำนวนประชากรกระเทียมนาที่สำรวจได้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ดังกล่าว และมีประชากรกระจัดกระจายอย่างมาก **จึงอยู่ในเกณฑ์เป็นพืชใกล้สูญพันธุ์เป็นประการที่ 2** (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539 ค; Carlton, 2001; Walter and Gillett, 1998)

สำหรับค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) ซึ่งเป็นค่าร้อยละของจำนวนประชากรทั้งหมดเปรียบเทียบกับจำนวนพื้นที่ของการแพร่กระจาย ผลการศึกษาพบว่าจังหวัดศรีสะเกษ มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์สูงที่สุด ร้อยละ 18.00 รองลงมาคือจังหวัดสงขลา บุรีรัมย์ และมหาสารคาม มีค่าร้อยละ 16.32 14.22 และ 11.56 ตามลำดับ เป็นข้อสังเกตว่าจังหวัดกาฬสินธุ์ซึ่งมีจำนวนประชากรมากที่สุด แต่กระจายอยู่ในพื้นที่กว้างกว่าทุกแหล่งที่พบกระเทียมนา จึงมีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ต่ำคือประมาณร้อยละ 6.45 และค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดคือจังหวัดสุรินทร์ ร้อยละ 2.40

4.3.4 ปัจจัยในการกระจายพันธุ์

ปัจจัยในการกระจายพันธุ์กระเทียมนา ผลการศึกษาพบว่าการกระจายพันธุ์ของกระเทียมนา เป็นพืชที่กระจายพันธุ์ด้วยสปอร์ต่างแบบ (heterosporous) โดยมีสปอร์ 2 แบบ คือ เมกะสปอร์ (megaspore) และไมโครสปอร์ (microspore) การกระจายของเม็ดสปอร์เพื่อให้เกิดการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ และเจริญเป็นสปอโรไฟต์ต้นใหม่ในพื้นที่การแพร่กระจายเดิมหรือไกลออกนอกพื้นที่การแพร่กระจายเดิมออกไปนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการกระจายของเม็ดสปอร์ทั้งสองชนิดให้ไปตกในที่เดียวกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด (Bold, Alexopoulos and Delevoryas, 1980) จากการสำรวจและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมพบว่าปัจจัยในการกระจายพันธุ์กระเทียมนา มีปัจจัยในการกระจายพันธุ์หรือกระจายเม็ดสปอร์ (diaspore) ดังนี้

4.3.4.1 ปัจจัยทางกายภาพ (physical factor) พบว่าการกระจายเม็ดสปอร์เกิดจากปัจจัยทางกายภาพ ซึ่งจำแนกเป็นการกระจายสปอร์แบบต่างๆได้ดังนี้ (สมพงษ์ ธรรมถาวร, 2541)

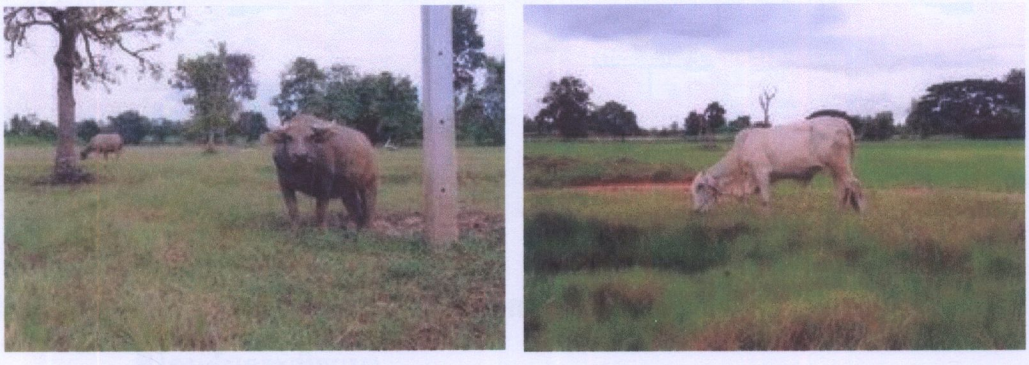
1 Sporochore (Spo) เป็นการกระจายเม็ดสปอร์ด้วยกระแสลม โดยเฉพาะอย่างยิ่งไมโครสปอร์ซึ่งมีขนาดเล็ก 20 – 45 ไมโครเมตร และเมกะสปอร์มีขนาด 300 – 500 ไมโครเมตร ซึ่งเทียบขนาดได้เท่ากับอนุภาคทรายแป้ง (silt) ถึงอนุภาคทรายปานกลาง (medium sand) อนุภาคดังกล่าวนี้ ลมสามารถพัดพาไปตกในที่ต่างๆได้โดยง่าย (Miller and Donahue, 1990)

2 Hydrochore (Hyd) เป็นการกระจายเม็ดสปอร์ด้วยกระแสน้ำ ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับกระแสลม แต่น้ำสามารถพัดพาเม็ดสปอร์ไปในบริเวณใกล้เคียงในพื้นที่เดียวกันได้โดยตรง และมีโอกาสที่สปอร์ทั้งสองชนิดจะเจริญเป็นแกมีโตไฟต์ ได้ใกล้กันมากขึ้น

3 Barochore (Bar) เป็นการกระจายเม็ดสปอร์ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก จากการพบกระเทียมนาในดินทรายถึงดินร่วนปนทรายเป็นส่วนใหญ่ หรือในกลุ่มดินเนื้อหยาบถึงดินเนื้อปานกลางหรือค่อนข้างหยาบ (ตามหัวข้อ 2.1.2 ลักษณะของดิน) ดินลักษณะดังกล่าวไม่ยึดเกาะเอาอนุภาคอื่นๆ ติดกับอนุภาคตนเองไว้เช่นอนุภาคของดินเนื้อละเอียดทำให้เม็ดสปอร์สามารถกระจายตามแรงโน้มถ่วงในภาวะดินแห้งเป็นทรายได้

4.3.4.2 ปัจจัยทางชีวภาพ (biological factor) พบว่าการกระจายเม็ดสปอร์เกิดจากปัจจัยทางชีวภาพหรือเป็นการกระทำของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจำแนกเป็นการกระจายสปอร์แบบต่างๆ ได้ดังนี้ (สมพงษ์ ธรรมถาวร, 2541)

1 Epizoochore (Epz) เป็นการกระจายเม็ดสปอร์ด้วยการยึดติดไปกับตัวสัตว์ ในการศึกษาพบว่า ควายและวัวซึ่งเป็นสัตว์สี่เท้าประเภทสัตว์กีบ (hoofed animal) เกษตรกรที่ทำนายังคงเลี้ยงไว้ใช้งานอยู่ทั่วไป การกระจายเม็ดสปอร์เกิดจากการเดินทางหรือแทะเล็มหญ้าของสัตว์กีบเหล่านี้ เมื่อย่ำเท้าลงในดินที่มีสปอร์กระเทียมนา กีบเท้าของสัตว์จะอุ้มดินส่วนหนึ่งติดเท้าไปด้วยทำให้เม็ดสปอร์แพร่กระจายไปยังที่ข้างเคียงหรือไกลออกไปได้ ดังภาพที่ 4.38

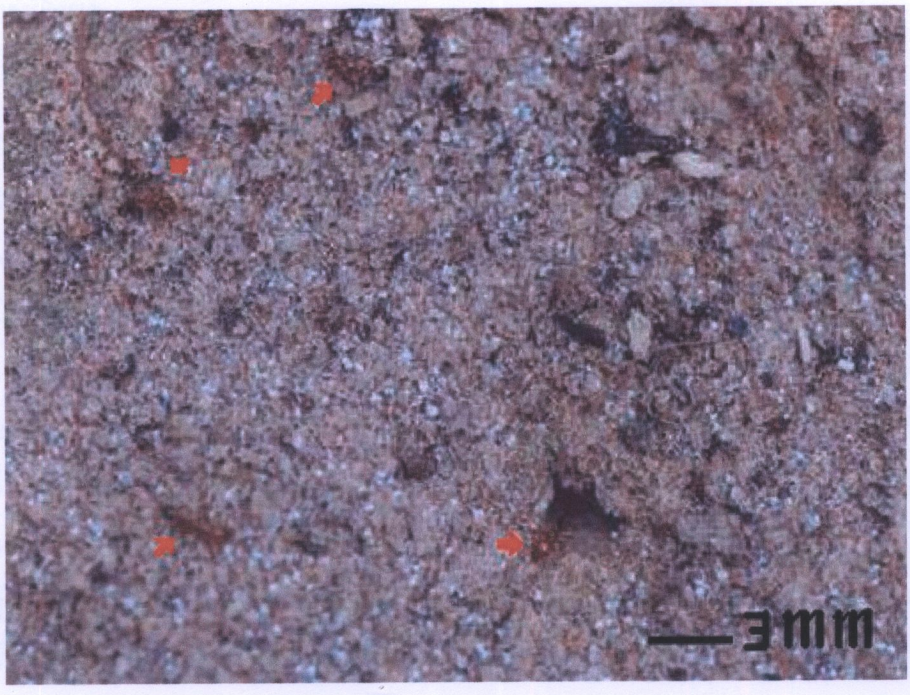


ภาพที่ 4.38 สัตว์กีบ ควายและวัวช่วยในการกระจายเม็ดสปอร์แบบ Epizoochore

2 Synzoochore (Syz) เป็นการกระจายเม็ดสปอร์โดยเจตนาของสัตว์ ในการศึกษาพบว่ามดคันแดง ซึ่งทำรังอยู่อาศัยใต้ดิน ชอบทำรังในโพรงใบแห้งของกระเทียมนา ด้วยการคาบเอาเม็ดสปอร์กระเทียมนาจากอับสปอร์ที่สลายตัว ขึ้นมากองหรือวางกระจายอยู่บนผิวดินห่างจากต้นกระเทียมนาเดิมที่มดเข้าไปอยู่อาศัยประมาณ 5 – 20 เซนติเมตร เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นในฤดูหนาวถึงฤดูร้อน สภาพดินแห้ง ใบกระเทียมนาเริ่มแห้งตายและเป็นช่วงฤดูกาลที่กระเทียมนาพักตัว พบเหตุการณ์นี้ในจังหวัดสงขลา มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ด ดังภาพที่ 4.39 - 4.40

3 Endochore (Enz) เป็นการกระจายเม็ดสปอร์ โดยสัตว์กินเม็ดสปอร์ผ่านเข้าสู่ร่างกายและขับถ่ายเม็ดสปอร์ออกในเวลาต่อมา ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าในถิ่นที่อยู่ของกระเทียมนามีไส้เดือนดินอาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆไส้เดือนดินกินอาหารซึ่งมีเม็ดสปอร์อยู่ด้วยเม็ดสปอร์ผ่าน เข้าสู่ระบบทางเดินอาหารของไส้เดือนและถูกขับถ่ายออกมาโดยเม็ดสปอร์ไม่ถูกย่อยสลาย เช่นเดียวกับที่ Cook (1996 a) รายงานไว้ ดังภาพที่ 4.41

ภาพที่ 4.39 มดคันแดงช่วยในการกระจายเม็ดสปอร์แบบ Synzoochore ลักษณะรูมดที่โคนต้นกระเทียมนา



ภาพที่ 4.40 มดคันแดงคาบเม็ดสปอร์สีเทาขึ้นมาจากใต้ดิน

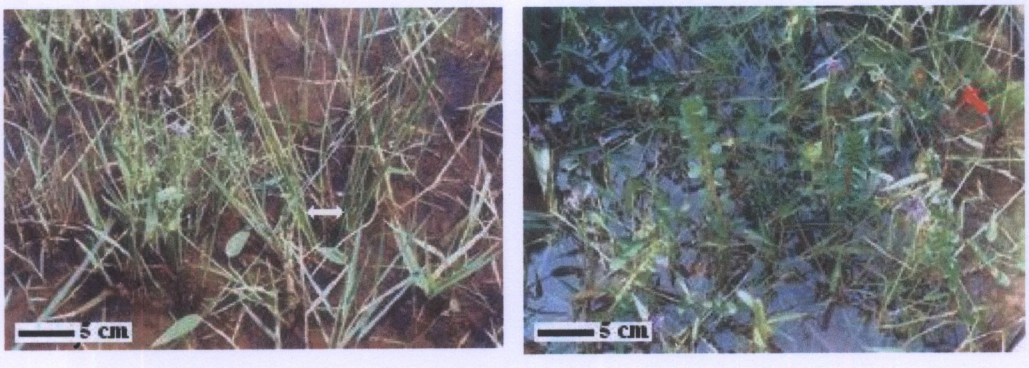
ภาพที่ 4.41 ไส้เดือนดินช่วยในการกระจายเม็ดสปอร์แบบ Endochore ในภาพแสดงรังไส้เดือนในถิ่นที่อยู่กระเทียมนาจังหวัดกาฬสินธุ์

4.4 สัณฐานวิทยา

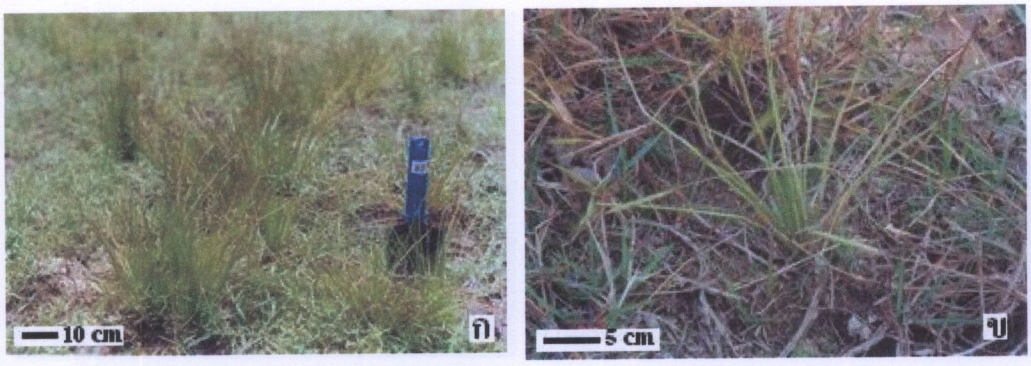
ผลการศึกษาพบลักษณะสัณฐานวิทยาของกระเทียมนาดังนี้

4.4.1 ลักษณะทั่วไปของพืช กระเทียมนาเป็นพืชที่มีท่อลำเลียง (vascular plant) เป็นพืชน้ำที่มีใบโผล่พ้นผิวน้ำ (emergent aquatic plant) จนถึงพืชกึ่งน้ำกึ่งบก (amphibious plant) ซึ่งอย่างน้อยต้องมีน้ำท่วมลำต้นในฤดูการเจริญเติบโต เป็นพืชล้มลุกหลายฤดูกาลหรือหลายปี (perennial herbaceous plant) มีลักษณะคล้ายพืชพวกกกหรือหญ้า เจริญปะปนไปกับหญ้าและวัชพืชน้ำอื่นๆ ในแหล่งน้ำจืดนิ่ง หรือไหลเล็กน้อยในนาข้าว นาร้าง ริมคันนาหรือหนองน้ำที่มีดินทรายถึงดินร่วนทราย ดินไม่เค็ม เริ่มเจริญสร้างใบโผล่พ้นผิวดินเมื่อดินมีความชื้นอิ่มตัวด้วยน้ำ และหยุดพักการเจริญเมื่อดินเริ่มแห้ง ข้อสังเกตในการมองหากระเทียมนา สถานที่ควรเป็นที่โล่งกลางแจ้ง ไม่มีวัชพืชหรือหญ้ารกทึบและสูงเกินกว่า 50 เซนติเมตร ฤดูที่พบเห็นพืชได้ง่ายเพราะต้นพืชมีขนาดใหญ่เติบโตเต็มที่คือปลายฤดูฝนจนถึงช่วงต้นฤดูหนาว ดังภาพที่ 4.42 - 4.44

ภาพที่ 4.42 ก. กระเทียมนาในน้ำตื้นประมาณ 10 เซนติเมตร ข. ในน้ำลึก 30 เซนติเมตร

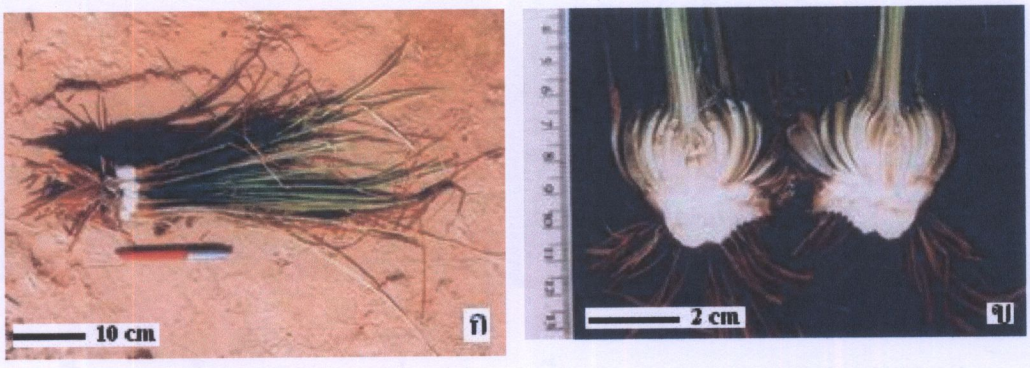


ภาพที่ 4.43 ลักษณะกระเทียมนาในธรรมชาติ การเจริญปะปนกับหญ้า กก และวัชพืชน้ำ

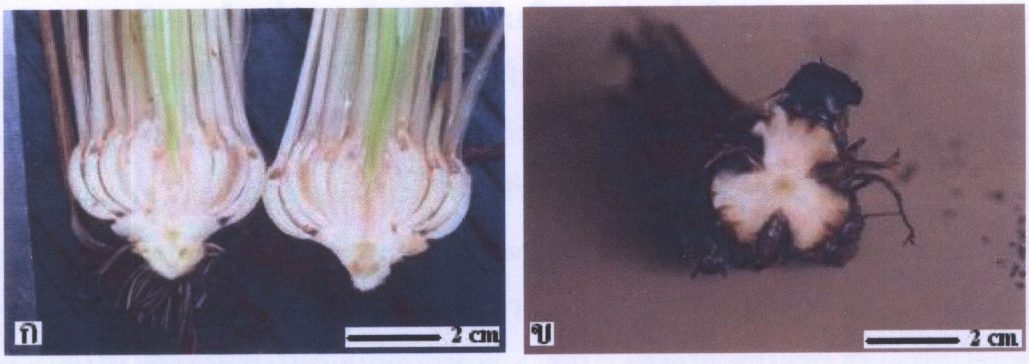


ภาพที่ 4.44 กระเทียมนาที่เจริญอยู่ได้บนบก ก. ที่จังหวัดสงขลา ข. ที่จังหวัดสระแก้ว

4.4.2 ลักษณะลำต้น ลำต้นกระเทียมนาเป็นลำต้นใต้ดินคล้ายหัวคอร์ม (corm like stem) สะสมอาหาร ลักษณะหัวคล้ายหัวแห้ว รูปทรงกระบอกแกมรูปกรวยสั้นๆ ตอนบนกว้างและตอนฐานเรียวลงเล็กน้อย มีส่วนกว้าง (0.5) 1 – 3.5 (4) เซนติเมตร ส่วนยาว (0.3) 0.5 – 2.5 (3) เซนติเมตร ด้านบนลำต้นมีลักษณะเป็นแอ่ง ขอบรอบนอกเป็นสันนูนและลาดเทเล็กน้อยสู่แกนกลางซึ่งเป็นที่เกิดใบใหม่ ด้านบนของลำต้นเป็นที่ติดของใบที่เรียงตัวเป็นกระจุกหรือเป็นกอ (rosette) ลำต้นแบ่งเป็นพู 3 พู (lobe) ด้วยร่องเว้าลึกตามแนวความยาวสู่แกนกลางลำต้น ด้านข้างของร่องลงไปถึงตอนล่างของลำต้นเป็นที่เกิดของราก ผิวด้านนอกของลำต้นสีน้ำตาลถึงสีดำ ผิวลำต้นตอนบนมีเนื้อเยื่อของลำต้นปีก่อนๆ ลักษณะเป็นเยื่อคล้ายสะเก็ด (sloughing tissue) เกาะติดที่ขอบพูลำต้นและหลุดออกได้ง่าย โดยปกติลำต้นจะมีเนื้อเยื่อสดซึ่งวัดเป็นเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความกว้างมีขนาดแคบหรือหัวเล็กในช่วงต้นฤดูการเจริญ (growing season) และมีขนาดกว้างหรือหัวใหญ่ที่สุดเมื่อหยุดการสร้างใบใหม่ในช่วงปลายฤดูการเจริญ ดังภาพที่ 4.45 - 4.46

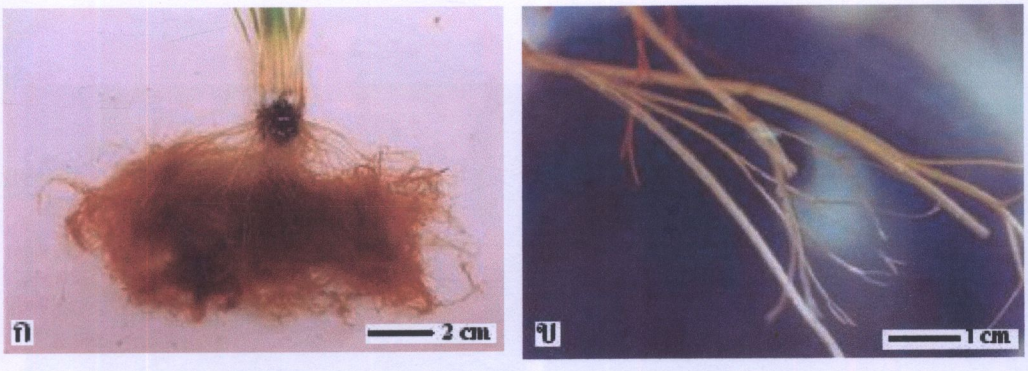


ภาพที่ 4.45 ลักษณะต้นกระเทียมนา ก. ทุกส่วนของต้นพืช ข. ลำต้นผ่าตามยาว



ภาพที่ 4.46 ลักษณะต้นกระเทียมนา ก. ลำต้นผ่าตามยาว ข. ลำต้นผ่าตามขวางเห็นเป็น 3 พู

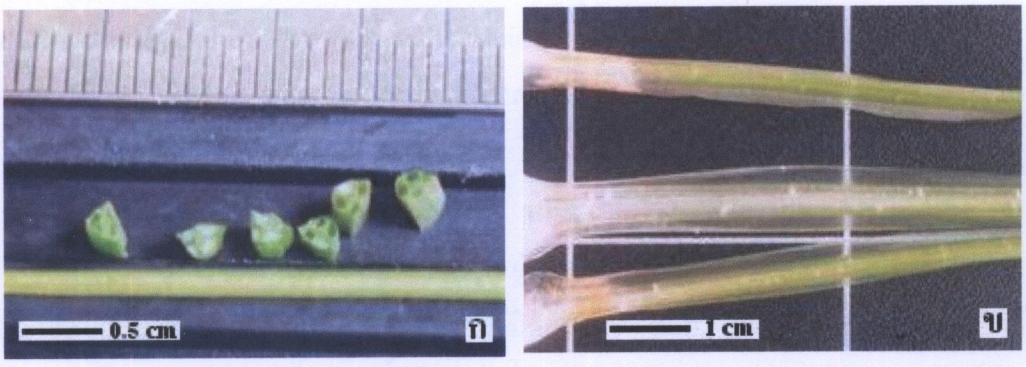
4.4.3 ลักษณะราก กระเทียมนามีระบบรากเป็นแบบระบบรากฝอย (fibrous root system) เกิดในบริเวณร่องของลำต้นตอนกลางจนถึงส่วนล่างสุด รากที่เกิดใหม่จะอยู่ใกล้แกนกลางลำต้น มีสีขาว –ใส เมื่อตัดขวางจะพบรูเป็นช่องอากาศ (air chamber) 1 รู อยู่ใจกลางราก รากที่แก่หรือรากที่เกิดขึ้นมาก่อนอยู่ไกลจากแกนกลางลำต้น มีสีน้ำตาลอ่อน – น้ำตาลดำ รากแตกแขนงแบบแยกเป็นสองแฉก (dichotomous) หลายครั้ง ทุกครั้งที่แยกแขนงรากออกไป ขนาดของรากจะเล็กลง รากตรงส่วนโคนก่อนที่จะแตกแขนงมีความยาวประมาณ (1-) 3 – 8 (-10) เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางรากประมาณ 0.2 – 2 มิลลิเมตร ส่วนตอนปลายรากมีขนาดเล็ก คล้ายรากฝอยของพืชจำพวกหญ้า มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.2 มิลลิเมตร ไม่พบขนราก (root hair) และหมวกราก (root cap) ดังภาพที่ 4.47



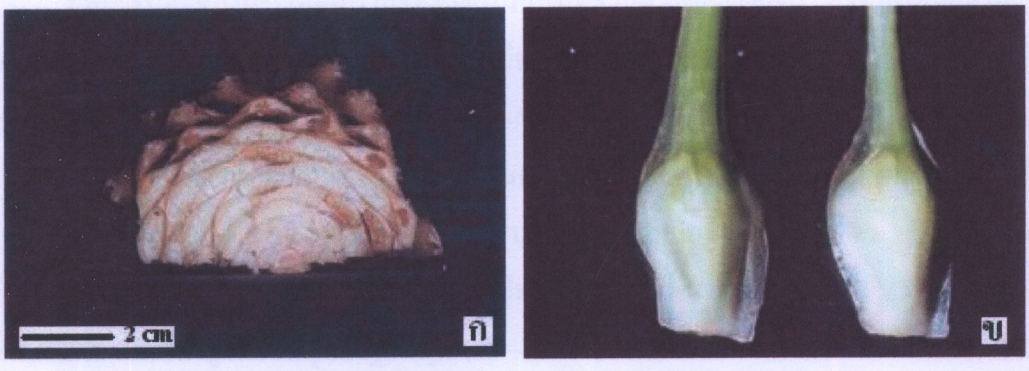
ภาพที่ 4.47 ก. ลักษณะระบบรากฝอยของกระเทียมนา ข. รากแตกแขนงแบบสองแฉก

4.4.4 ลักษณะใบ ใบกระเทียมนาเป็นใบเดี่ยว รูปร่างเล็กเรียว (linear) ยาวคล้ายใบหอม ใบอ่อนสีเขียวอ่อนแกมเหลือง ใบแก่สีเขียว ปลายใบมีหน้าตัดค่อนข้างกลมเล็กเรียว ค่อนข้างแหลมที่ปลายสุด ตอนกลางใบหน้าตัดเป็นรูปคล้ายครึ่งวงกลม โดยหันด้านโค้งออกนอกแกนกลาง ซึ่งเรียกด้านนี้ว่าเป็นด้านไกลแกน (abaxial) ส่วนด้านเส้นผ่าศูนย์กลางมีลักษณะโค้งป่องเข้าหาแกนกลางที่จุดศูนย์กลาง เรียกด้านนี้ว่าเป็นด้านใกล้แกน (adaxial) มุมของครึ่งวงกลมจะเริ่มแผ่ออกเป็นปีกบางๆ ที่ระยะประมาณ 1 ใน 3 ถึง 1 ใน 4 ของความยาวใบด้านโคนใบ (leaf base) ปีกจะแผ่กว้างที่สุดที่โคนใบ เมื่อตัดขวางใบจะพบช่องอากาศ 4 ช่อง ช่องอากาศสามารถสังเกตเห็นได้จากภายนอก โดยจะเห็นผนังกั้นช่องอากาศทุกๆ ระยะ 1 – 2 มิลลิเมตร เกิดเป็นลายตามขวางใบ ความกว้างที่ตำแหน่งกลางใบประมาณ 0.2 – 0.5 เซนติเมตร ความยาว (10-) 20 – 50 (-60) เซนติเมตร โคนใบแผ่กว้างออกเป็นรูปช้อน (spoon shape) ใบเรียงตัวแบบเกลียวปิด (closed spiral) บนลำต้น ในลักษณะใบชั้นนอกเรียงซ้อนประกบปิดใบชั้นในตามลำดับ โคนใบมีสีขาวหรือเขียวแกมขาวประกอบกันขึ้นคล้ายหัวหอม (bulb like) ฝังตัวอยู่ใต้ดินลึกประมาณ 1 – 5 เซนติเมตร มีจำนวนใบต่อต้น (12) 20 – 60 (80) ใบทุกใบเป็นสปอโรฟีลล์ (sporophyll) ด้านในโคนใบเป็นตำแหน่งที่เกิดของอับสปอร์ (sporangium) ซึ่งไม่มีเยื่อหุ้ม (velum) ใบที่อยู่รอบนอกหรือเกิดก่อนเป็นใบที่สร้างอับเมกะสปอร์ (megasporangium) และใบที่อยู่แกนกลางประมาณ 2 – 7 ใบเป็นใบที่สร้างอับไมโครสปอร์ (microsporangium) เหนือตำแหน่งที่เกิดอับสปอร์มีเยื่อลิ้นใบ (ligule) ลักษณะบางใส รูปสามเหลี่ยม ฐานกว้าง 0.3 – 0.5 เซนติเมตร สูง 0.3 – 0.4 เซนติเมตร ความกว้างของโคนใบ 0.5 – 1.5 เซนติเมตร ความยาวของโคนใบ 0.7 – 2.5 เซนติเมตร อับสปอร์รูปกลมรีถึงยาวรี ด้านบนกว้างกว่าด้านล่าง กว้าง 0.3 – 1.0 เซนติเมตร ยาว 0.5 – 2.0 เซนติเมตร หนา 0.1 – 0.3 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4.48 – 4.51

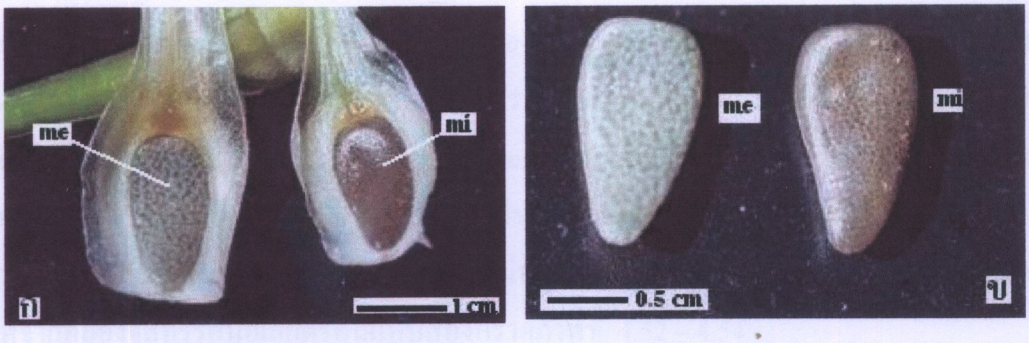
ภาพที่ 4.48 ก. โคนใบประกอบกันคล้ายหัวหอม ข. การเรียงตัวของใบบนลำต้น



ภาพที่ 4.49 ก. ใบตัดขวางแสดงช่องอากาศ ข. ปีกที่ขอบใบและเยื่อกั้นช่องอากาศ



ภาพที่ 4.50 ก. โคนใบตัดขวางผ่านอับสปอร์ ข. โคนใบด้านไกลแกน (abaxial)



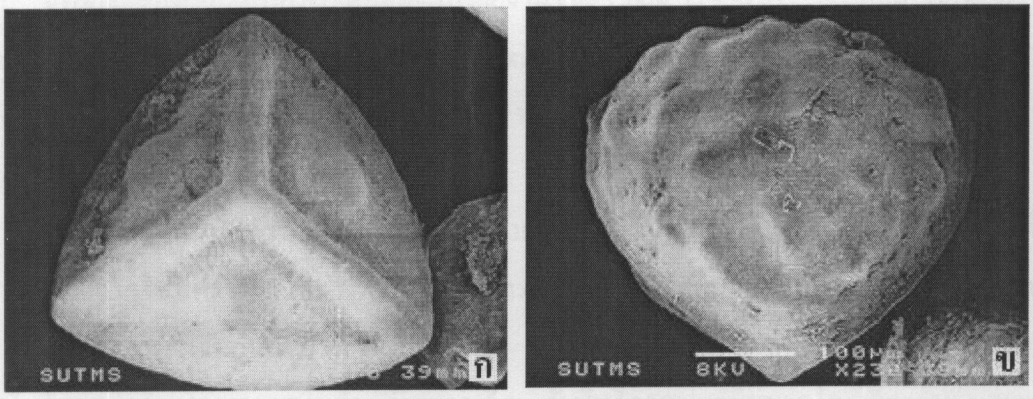
ภาพที่ 4.51 ก. อับสปอร์ฝังในโคนใบ ด้านใกล้แกน (adaxial) ข. อับสปอร์

<u>หมายเหตุ</u> อับไมโครสปอร์ (mi) อับเมกะสปอร์ (me)

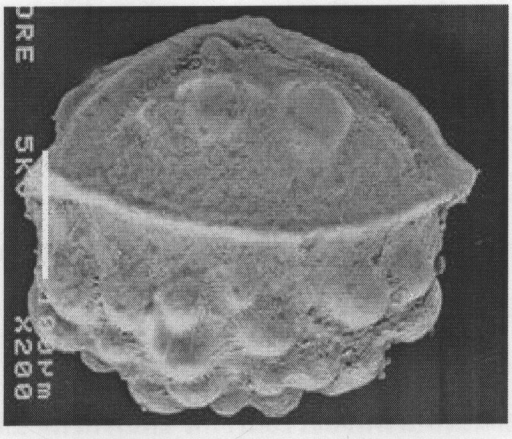
4.4.5 ลักษณะของสปอร์ กระเทียมนาเป็นพืชที่มีสปอร์ต่างแบบ (heterosporous) มีสปอร์เมกะสปอร์ (megaspore) และไมโครสปอร์ (microspore) จากการศึกษาลักษณะสัณฐานด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่าสปอร์ทั้งสองชนิดมีลักษณะดังนี้

4.4.5.1 เมกะสปอร์ (megaspore) เมกะสปอร์ สามารถพบเห็นได้ง่าย เมื่อพบต้นกระเทียมนา ทั้งนี้เพราะใบกระเทียมนาส่วนใหญ่หรือมากกว่าร้อยละ 90 เป็นใบที่สร้างเมกะสปอร์ เมื่อแกะอับเมกะสปอร์ออกจากแอ่งโคนใบและเปิดอับสปอร์ออก จะเห็นเม็ดเมกะสปอร์ได้ด้วยตาเปล่า เม็ดเมกะสปอร์สดหรือเปียกน้ำมีสีเทา เมื่อแห้งมีสีขาว ขนาดของเม็ดเมกะสปอร์ประมาณ (300 –) 350 – 450 (– 550) ไมโครเมตร ผลการศึกษาลักษณะสัณฐานของเมกะสปอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดปรากฏดังนี้

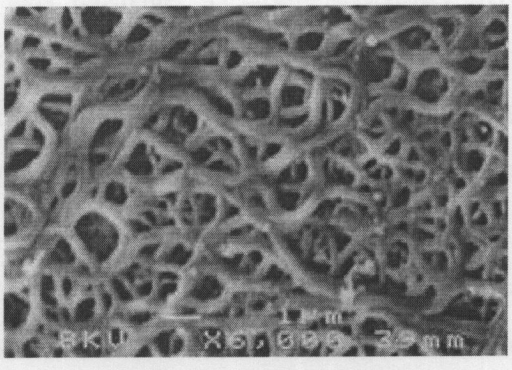
เมกะสปอร์ของกระเทียมนามีรูปร่างเป็นแบบพีรามิด (tetrahedral) หรือเป็นเม็ดสปอร์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบ tetrahedral tetrad เม็ดเมกะสปอร์มีความกว้างตามแนวสันของศูนย์สูตร (equatorial ridge) มากกว่าความกว้างตามแนวแกนกลาง (polar axis) เล็กน้อย เมื่อแบ่งชนิดของเม็ดสปอร์ตามรูปร่างลักษณะของผนังสปอร์ เมกะสปอร์เป็นแบบ pustulate โดยผนังสปอร์มีผิวขรุขระเป็นปุ่มเรียกว่า pustule กระจายบนผนังสปอร์ด้านล่างหรือด้าน distal view ซึ่งเป็นส่วนฐานโค้งของรูปพีรามิด ขนาดของ pustule แต่ละปุ่มมีความกว้างของฐาน (20 –) 35 – 50 (– 60) ไมโครเมตร มีความสูงที่ยอดปุ่มถึงฐานปุ่ม (15 –) 20 – 25 (– 30) ไมโครเมตร ผนังสปอร์ทางด้านบนหรือด้าน proximal view จะเห็นสัน 3 แฉก (triradiate ridge or trilete) ลักษณะสันเรียบตรง ความกว้างของสันประมาณ 25 – 35 ไมโครเมตร แต่ละสันยาวจากจุดปลายยอดถึงสันของศูนย์สูตรประมาณ (165 –) 200 – 250 (– 300) พื้นที่ผิวระหว่างแต่ละสัน มีปุ่ม pustule อันใหญ่ 1 อัน อาจจะมีหรือไม่มีปุ่มอันเล็กอีก 1 – 3 อัน สันของศูนย์สูตรมีลักษณะและขนาดเช่นเดียวกับสันสามแฉก และเชื่อมปิดปลายแฉกทั้ง 3 เอาไว้ เมื่อตรวจด้วย SEM ด้วยกำลังขยายสูง 6,000 เท่า พบว่าผนังสปอร์มีลักษณะเป็นเส้นใยร่างแห (fibrillar network) ซึ่งเป็น siliceous gel-fiber ขนาดของเส้นใยกว้าง 0.2 – 0.8 ไมโครเมตร เส้นใยสานกันมีขนาดของช่องร่างแหกว้างประมาณ 0.5 – 2.0 และยาว 0.8 – 3.2 ไมโครเมตร เส้นใยมีความหนาแน่นมากบริเวณผิวผนังสปอร์ระหว่างปุ่ม pustule ดังภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดภาพที่ 4.52 – 4.54 .



ภาพที่ 4.52 สัณฐานของเมกะสปอร์ ก ด้าน proximal view ข ด้าน distal view (กล้อง SEM)



ภาพที่ 4.53 เมกะสปอร์ ด้าน equatorial view (กล้อง SEM)

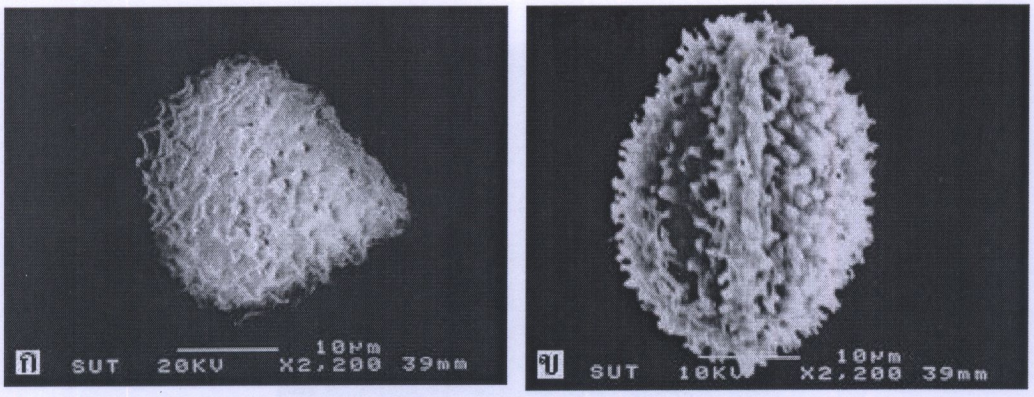


ภาพที่ 4.54 เส้นใย siliceous gel-fiber ซึ่งปกคลุมผนังเมกะสปอร์ชั้นนอก (กล้อง SEM)

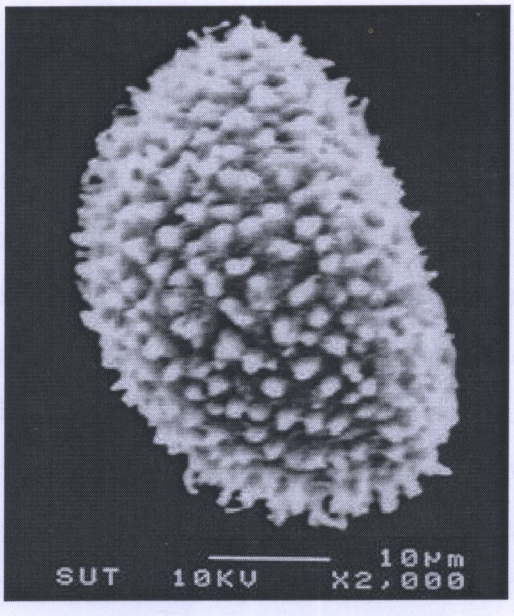
ลักษณะของเมกะสปอร์สอดคล้องกับรายงานของ Cook, (1996 a) และ Srivastrava, Shukla and Wagai (1995) ได้รายงานไว้ ซึ่ง Srivastrava, Shukla and Wagai (1995) รายงานเพิ่มเติมว่า เมื่อผ่านการ treat ผนังสปอร์ จะพบหนามเล็กยาว (long and pointed spine) บนยอดของปุ่ม pustule ด้วย

4.4.5.2 ไมโครสปอร์ (microspore) ไมโครสปอร์ของกระเทียมนา ค่อนข้างจะพบเห็นได้ยาก เนื่องจากใบที่สร้างไมโครสปอร์หรือไมโครสปอโรฟีลล์ เป็นใบที่เรียงตัวอยู่ตอนแกนกลางลำต้น และมีจำนวนใบเล็กน้อยประมาณ (0 –) 2 – 5 (–7) ใบ และกระเทียมนาบางต้นไม่พบใบที่สร้างไมโครสปอร์ โดยเฉพาะในต้นที่มีขนาดเล็ก อับไมโครสปอร์มีขนาดใกล้เคียงกับอับเมกะสปอร์ของใบที่อยู่ใกล้ชิดกันบนลำต้น ไมโครสปอร์มีสีน้ำตาลแกมแดง สีจางลงในเม็ดสปอร์แห้ง มีขนาดเล็กมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า โดยมีขนาดประมาณ (22 –) 25 – 40 (– 42.5) ไมโครเมตร ผลการศึกษาสัณฐานของไมโครสปอร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนปรากฏดังนี้

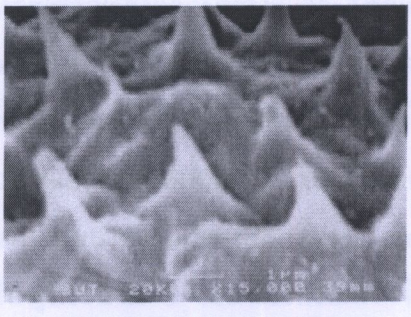
ไมโครสปอร์ของกระเทียมนามีรูปร่างเป็นแบบพีรามิด (tetrahedral) หรือเป็น tetrad spore เช่นเดียวกับเมกะสปอร์ แต่ระนาบการแบ่งเซลล์จากเซลล์แม่ต่างกัน ไมโครสปอร์มีรูปทรงคล้ายกับหนึ่งเสี้ยวของลูกรักบี้ฟุตบอลที่ผ่าตามยาวเป็นสี่เสี้ยว เมื่อแบ่งชนิดของเม็ดสปอร์ตามลักษณะของผนังสปอร์ ไมโครสปอร์จะเป็นแบบ papillate โดยผนังสปอร์มีผิวเป็นหนามเรียกว่า papillae กระจายบนผนังสปอร์โดยรอบทุกด้าน รวมทั้งตามแนวสันซึ่งมีหนามเบาบางไม่หนาแน่นเท่ากับด้านล่างหรือด้าน distal view ซึ่งเป็นส่วนฐานโค้งของรูปพีรามิด ขนาดของหนาม papilla แต่ละอันมีความกว้างของฐาน 1.5 – 3.2 ไมโครเมตร มีความยาวของหนามประมาณ 1.2 – 2.2 ไมโครเมตร ปลายหนามตรงหรือโค้งเล็กน้อย ผนังสปอร์ทางด้านบนหรือด้าน proximal view จะเห็นสัน 1 แฉก (monolete) ลักษณะสันยาวตรง มีหนามประปราย ความกว้างของสันประมาณ 3 – 4.5 ไมโครเมตร แต่ละสันยาวตามแนว polar axis ประมาณ 35 – 40 ไมโครเมตร สันของศูนย์สูตรปกคลุมด้วยหนามเห็นไม่ชัดเจน ความกว้างของเม็ดสปอร์ประมาณ 25 – 30 ไมโครเมตร และความสูงหรือความยาวจากสัน monolete ถึงฐานโค้งด้านล่างประมาณ 22 – 28 ไมโครเมตรลักษณะของไมโครสปอร์สอดคล้องกับรายงานของ Cook (1996 a) ได้รายงานไว้ซึ่งอธิบายลักษณะของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.) ไมโครสปอร์ค่อนข้างพบได้ยาก (rare) สีแดงเรื่อหรือแดงจางๆ (reddish or dull) ผิวเรียบหรือขรุขระด้วยขนเล็กๆ หรือหนาม (papillae or spines) ดังภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดภาพที่ 4.55 – 4.57 และภาพจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงภาพที่ 4.58



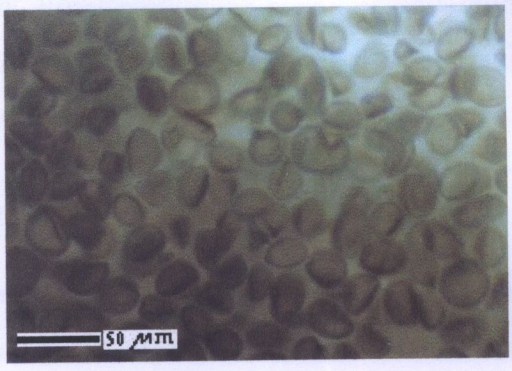
ภาพที่ 4.55 สัณฐานของไมโครสปอร์ ก. ด้าน polar view ข. ด้าน proximal view (กล้อง SEM)



ภาพที่ 4.56 ไมโครสปอร์ด้าน distal view (กล้อง SEM)



ภาพที่ 4.57 ไมโครสปอร์ ลักษณะของ papillae (กล้อง SEM)



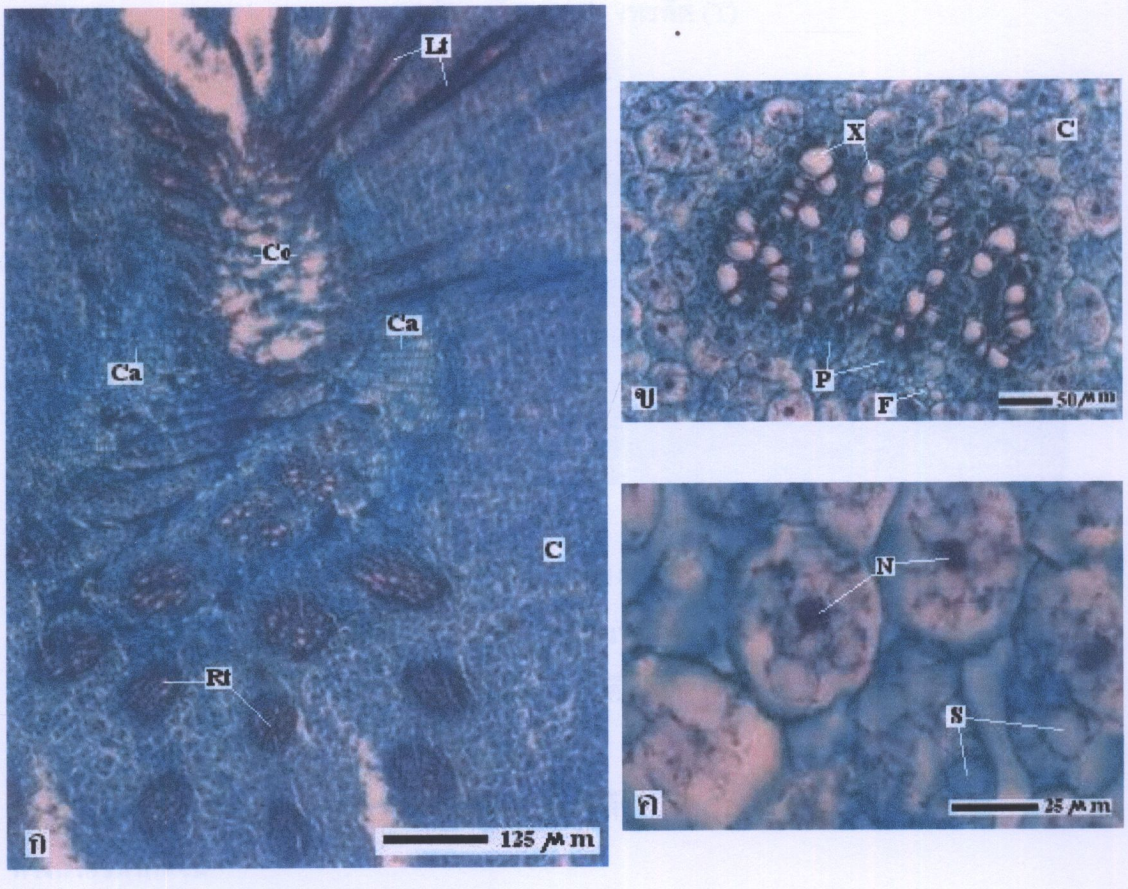
ภาพที่ 4.58 เม็ดไมโครสปอร์ในอับไมโครสปอร์ (กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง)

4.5 กายวิภาคศาสตร์

กายวิภาคศาสตร์ของกระเทียมนา ผลการศึกษาพบลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของโครงสร้างระดับเนื้อเยื่อกระเทียมนาดังนี้

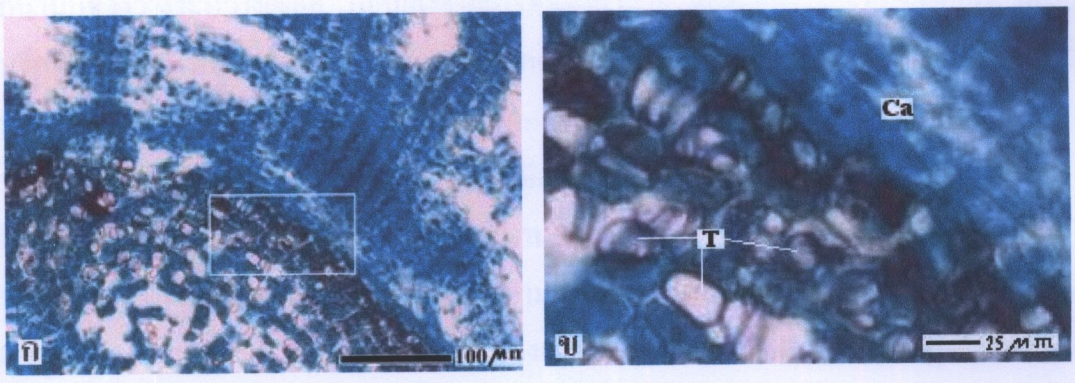
4.5.1 กายวิภาคของลำต้น ผลการตรวจลักษณะของเนื้อเยื่อลำต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบว่าลำต้นกระเทียมนา มีสตีล (stele) เป็นแบบ protostele กล่าวคือโครงสร้างตอนกลางลำต้น ไม่มีเนื้อเยื่อไส้ไม้ (pith) ลักษณะเนื้อเยื่อใจกลางลำต้น (core) มีลักษณะเซลล์ไม่เป็นระเบียบ ประกอบด้วยเซลล์ของเนื้อเยื่อท่อลำเลียง (vascular tissue) คือ เทรคีด (tracheid) ไซเล็มพาเรงคิมา (xylem parenchyma) แคมเบียม (cambium) โฟลเอ็ม (phloem) และโฟลเอ็ม พาเรงคิมา (phloem parenchyma) การเรียงตัวกันของเนื้อเยื่อชั้นในสุดเป็นไซเล็มพาเรงคิมาปะปนกับเทรคีดถัดออกมาเป็น แคมเบียม โฟลเอ็มและโฟลเอ็มพาเรงคิมา ตามลำดับ เทรคีดเป็นแบบเวียน (spiral tracheid) และแบบขั้นบันได (scalariform tracheid) เซลล์มีความหนาแน่นมากในตำแหน่งใกล้แคมเบียม แคมเบียมประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกันหลายแถว โฟลเอ็มและโฟลเอ็มพาเรงคิมาเชื่อมต่อกับเนื้อเยื่อพื้นฐานส่วนใหญ่ของลำต้น คือ พาเรงคิมาสะสมอาหาร (storage parenchyma) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่มีพื้นที่มากกว่าร้อยละ 90 ของลำต้น และเป็นคอร์เทกซ์ (cortex) ของลำต้นด้วย พาเรงคิมาสะสมอาหาร ประกอบด้วยเซลล์รูปหลายเหลี่ยม เรียงตัวอัดกันแน่นมีช่องว่างระหว่างเซลล์เล็กน้อย ภายในเซลล์พาเรงคิมาสะสมอาหารมีเม็ดแป้ง (starch grain) บรรจุอยู่เต็มหรือเกือบเต็มเซลล์ เม็ดแป้งมีขนาดค่อนข้างใหญ่ประมาณ 5 – 10 ไมโครเมตร ในเนื้อเยื่อชั้นคอร์เทกซ์ตอนบนของลำต้นมีแขนงท่อลำเลียงสู่ใบ (leaf trace) แทรกกระจายอยู่ทั่วไปและตอนล่างของลำต้นมีแขนงท่อลำเลียงสู่ราก (root trace) กระจายอยู่ในคอร์เทกซ์เช่นเดียวกัน ภายในแขนงท่อลำเลียงประกอบ

ด้วยเซลล์เทรคีดขนาดใหญ่ และเซลล์มีความยาวมากกว่าเทรคีดที่ใจกลางลำต้น เทรคีดที่แขนงท่อลำเลียงเป็นเทรคีดแบบขั้นบันไดเกือบทั้งหมด ที่แขนงท่อลำเลียงสู่ใบมีจำนวนเซลล์เทรคีดมากกว่าแขนงท่อลำเลียงสู่ราก ชั้นนอกสุดของคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ที่มีรูปร่างยาวเรียวตัวขนานและอัดกันแน่น 10 – 15 ชั้นของเซลล์ ทำหน้าที่เป็นเนื้อเยื่อชั้นผิวซ้อน (multiple epidermis) ลักษณะเนื้อเยื่อของลำต้นดังกล่าวทั้งหมด มีลักษณะรวมสอดคล้องกับการศึกษาใน *Isoetes* ชนิดอื่นๆ (Foster and Gifford, 1974; Eames, 1974) โดยเฉพาะเนื้อเยื่อใจกลางลำต้นค่อนข้างคล้ายคลึงกับ *I. japonica* ซึ่ง. Ogura, (1972) ได้ศึกษาไว้และระบุว่าใจกลางลำต้นประกอบด้วยพาเรงคิมาเซลล์เป็นส่วนใหญ่ มีไซเล็มเรียงตัวอยู่รอบนอกซึ่งจัดว่ามี ไส้ไม้เทียม (pseudopith) ดังภาพที่ 4.59 – 4.60

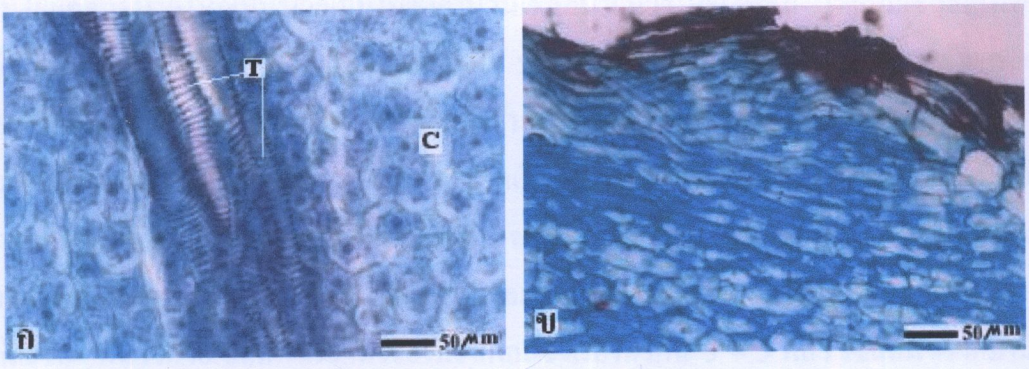


ภาพที่ 4.59 ก. แกนกลางลำต้นตัดตามยาว ข. แขนงท่อลำเลียงสู่ใบตัดขวาง ค. พาเรงคิมาเซลล์ในคอร์เทกซ์

<u>หมายเหตุ</u> คอร์เทกซ์ (C) แคมเบียม (Ca) ใจกลาง (Co) เซลล์เส้นใย (F) แขนงท่อลำ เลียงสู่ใบ (Lt) นิวเคลียส (N) โฟลเอ็ม (P) แขนงท่อลำเลียงสู่ราก (Rt) เม็ดแป้ง (S) ไซเล็ม (X)



ภาพที่ 4.60 ก. เนื้อเยื่อใจกลางลำต้น ข. ภาพขยายบริเวณกรอบภาพ ก
หมายเหตุ แคมเบียม (Ca) เทรคีด (T)



ภาพที่ 4.61 ก. เทรคีดแบบขั้นบันไดในแขนงท่อลำเลียงสู่ใบ ข. เนื้อเยื่อชั้นผิวซ้อน (multiple epidermis) เนื้อเยื่อชั้นนอกของลำต้น
หมายเหตุ คอร์เทกซ์ (C) เทรคีด (T)

4.5.2 กายวิภาคของใบ การศึกษาผิวใบและตัวใบตัดตามขวางของกระเทียมนา มีลักษณะทางกายวิภาคดังนี้

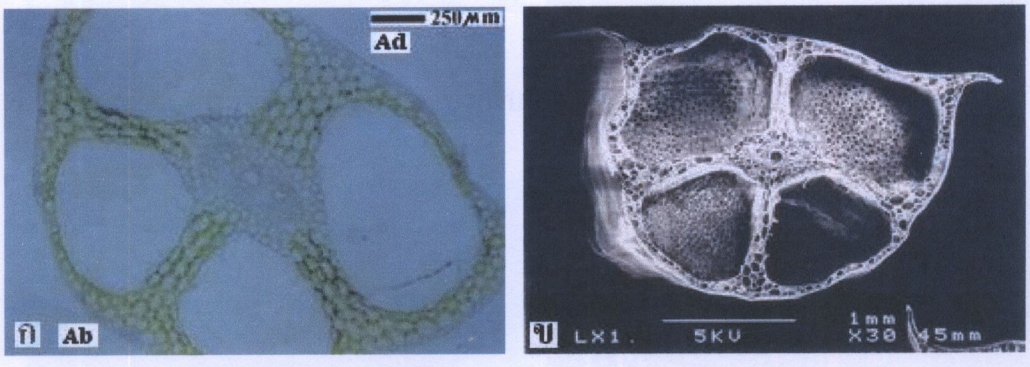
4.5.2.1 เนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) เนื้อเยื่อชั้นผิวใบของกระเทียมนาเป็นพาเรงคิมาเซลล์ที่เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenous) ชั้นคิวตินมองเห็นชัดเจน เมื่อมองจากการลอกผิวใบและการส่องกราดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน มีความกว้างประมาณ 10 – 25 ไมโครเมตร ยาวประมาณ 70 – 150 ไมโครเมตร ตอนปลายเซลล์แคบลงเล็กน้อยถึงค่อนข้างทู่ เซลล์เรียงตัวขนานกันตามแนวความยาวของใบ การเรียงตัวชิด

กันไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เมื่อมองจากการตัดตามขวาง เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม สี่เหลี่ยม หรือห้าเหลี่ยม ผนังเซลล์ด้านนอกหนากว่าทุกด้าน เซลล์บริเวณมุมใบมีขนาดเล็กกว่าเซลล์อื่นๆ บางเซลล์มีคลอโรพลาสต์เล็กน้อย ไม่มีขน (trichome) ปากใบ (stomata) เป็นแบบ direct type ประกอบด้วยเซลล์คุม (guard cell) 2 เซลล์ ไม่มีเซลล์ข้างเซลล์คุม (subsidiary cell) เซลล์คุมรูปร่างยาวคล้ายเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวอื่นๆ เรียงตัวขนานและอยู่ในระดับเดียวกับเนื้อเยื่อชั้นผิว ความกว้างของเซลล์คุมประมาณ 8 – 15 ไมโครเมตร ความยาวประมาณ 50 – 80 ไมโครเมตร ปากใบเรียงตัวเป็นแถวห่างๆ บนตำแหน่งใบด้านที่ตรงกับช่องอากาศ (air chamber) ไม่ปรากฏปากใบที่มุมใบและตำแหน่งที่มีโซฟีลล์เชื่อมต่อกับเนื้อเยื่อลำเลียงที่แกนกลางใบ

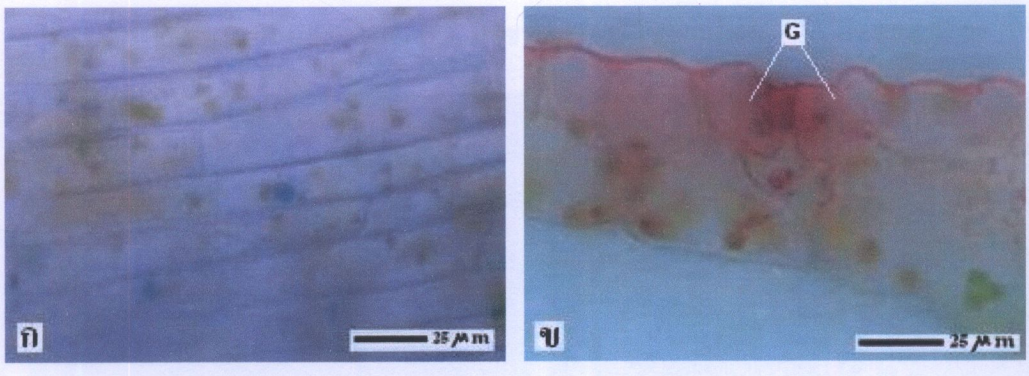
4.5.2.2 มีโซฟิลล์ (mesophyll) เนื้อเยื่อในชั้นมีโซฟิลล์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อค้ำจุนเป็นเซลล์เส้นใย (fiber) เซลล์ขนาดเล็กกว้างประมาณ 3 – 8 ไมโครเมตร ผนังเซลล์หนาเท่ากันทุกด้าน เซลล์เส้นใยปรากฏเป็นกลุ่มๆ อยู่ติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวและแต่ละกลุ่มกระจายตัวโดยรอบตัวใบ เซลล์เส้นใยมีกลุ่มขนาดใหญ่ที่บริเวณมุมใบซึ่งจำนวนเซลล์มากกว่า 100 เซลล์ ใต้กลุ่มเซลล์เส้นใยหรือใต้เนื้อเยื่อชั้นผิวตรงตำแหน่งที่ไม่มีเซลล์เส้นใย ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมารูปร่างหลายเหลี่ยมถึงค่อนข้างกลมหรือรี เซลล์ขนาดค่อนข้างใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 30 – 80 ไมโครเมตร เรียงตัวโดยมีช่องว่างระหว่างเซลล์ 1 – 3 ชั้น การจัดเรียงเซลล์พาเรงคิมาของมีโซฟีลล์ในระยะใบอ่อนมีเซลล์เต็มหน้าตัดของใบ แต่เมื่อใบเจริญเพิ่มขึ้น จะพบช่องอากาศขนาดใหญ่จำนวน 4 ช่อง ทางด้านใกล้แกน (adaxial) จำนวน 2 ช่อง และด้านไกลแกน (abaxial) จำนวน 2ช่อง ระหว่างช่องอากาศแต่ละช่อง กั้นไว้ด้วยเซลล์พาเรงคิมาของมีโซฟีลล์ซึ่งเรียงตัวกัน 3 – 5 แถว เซลล์พาเรงคิมามีคลอโรพลาสต์รูปไข่ เรียงตัวใกล้ผนังเซลล์เป็นส่วนใหญ่ ช่องอากาศทั้ง 4 ช่อง มีเนื้อเยื่ออาร์มพาเรงคิมา (arm parenchyma) ลักษณะคล้ายตาข่ายขวางกั้นช่องอากาศเป็นระยะๆ และไม่ตรงกันในแต่ละช่อง ลักษณะเซลล์อาร์มพาเรงคิมา เป็นเซลล์รูปดาว 5 – 7 แฉก ปลายแฉกตัดตรงและชื่อมต่อกับเซลล์ข้างเคียง ภายในเซลล์ไม่มีคลอโรพลาสต์ โคนใบเหนือตำแหน่งอับสปอร์มีลิ้นใบ (ligule) 1 อันประกอบด้วยพาเรงคิมาเซลล์ล้วนๆ เจริญจากมีโซฟีลล์ผ่านเนื้อเยื่อชั้นผิวยื่นออกเป็นแผ่นเยื่อบางๆ ทางด้านใกล้แกนลักษณะลิ้นใบสีใส ไม่มีคลอโรพลาสต์

4.5.2.3 เนื้อเยื่อลำเลียง (vascular tissue) ใบกระเทียมนา เส้นใบไม่สามารถเห็นจากภายนอกเช่นใบพืชทั่วไป ทั้งนี้เพราะเนื้อเยื่อลำเลียงอยู่ในตำแหน่งแกนกลางของใบ มีลักษณะเป็นมัดท่อลำเลียง (vascular bundle) 1 มัด ยาวตามแนวตัวใบเชื่อมต่อกับแขนงท่อลำเลียงสู่ใบของลำต้นที่โคนใบ มัดท่อลำเลียงเป็นแบบเคียงข้าง (collateral bundle) มีไซเล็มอยู่ทางด้านใกล้แกนโฟลเอ็มอยู่ทางด้านไกลแกน มัดท่อลำเลียงมีพาเรงคิมาล้อมรอบด้านไซเล็มและมีเซลล์เส้นใยล้อมรอบทางด้านโฟลเอ็ม ไซเล็มประกอบด้วย protoxylem cavity ขนาดใหญ่ ปกติมี 3 อัน อันใหญ่อยู่ตรงกลาง

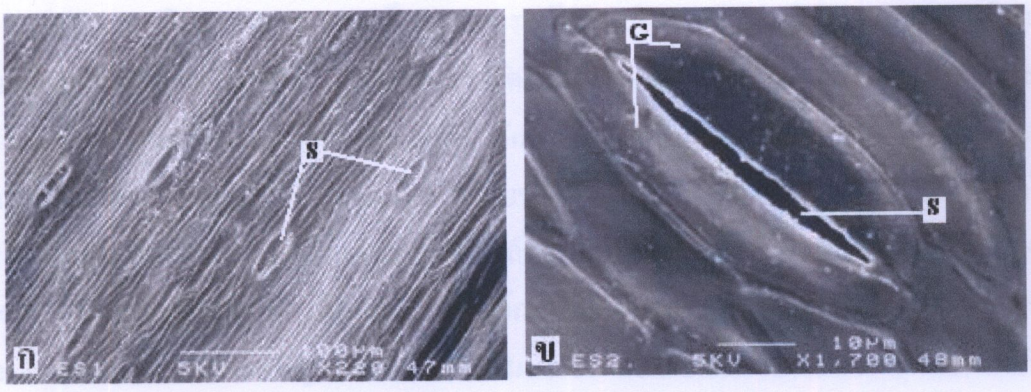
อันเล็ก 2 อันอยู่ด้านข้างอันใหญ่ตามแนวมุมใบ แต่ละอันมีพาเรงคิมาเซลล์ล้อมรอบ โดยผนังเซลล์ด้านที่ชิดกับ protoxylem cavity หนากว่าทุกด้าน ลักษณะคล้ายแถบคาสพาเรียน (casparian strip) เรียกเซลล์พาเรงคิมาที่ล้อมรอบนี้ว่าเป็น pseudoendodermis (Ogura, 1972) นอกจากนี้ไซเล็มยังมีเทรคีดแบบวงแหวน (annular tracheid) และแบบเวียน (spiral tracheid) กระจายใกล้กับ protoxylem cavity สำหรับโฟลเอ็มส่วนใหญ่เป็นเซลล์เส้นใยและพาเรงคิมา ดังภาพที่ 4.62 - 4.66



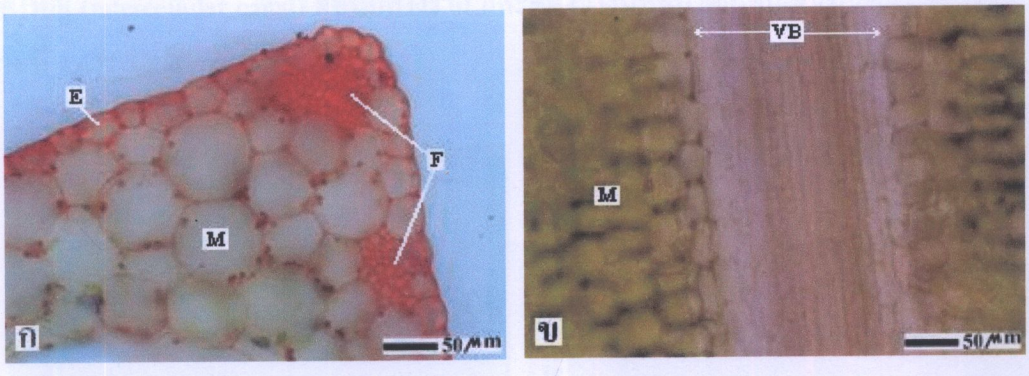
ภาพที่ 4.62 กายวิภาคของใบกระเทียมนา ก. ภาพใบตัดตามขวาง ข. ภาพส่องกราดด้วย SEM
หมายเหตุ ด้านไกลแกน (Ab) ด้านใกล้แกน (Ad)



ภาพที่ 4.63 ก. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบ ข. ภาพตัดขวางใบแสดงเนื้อเยื่อชั้นผิวตำแหน่งปากใบ
หมายเหตุ เซลล์คุม (G)

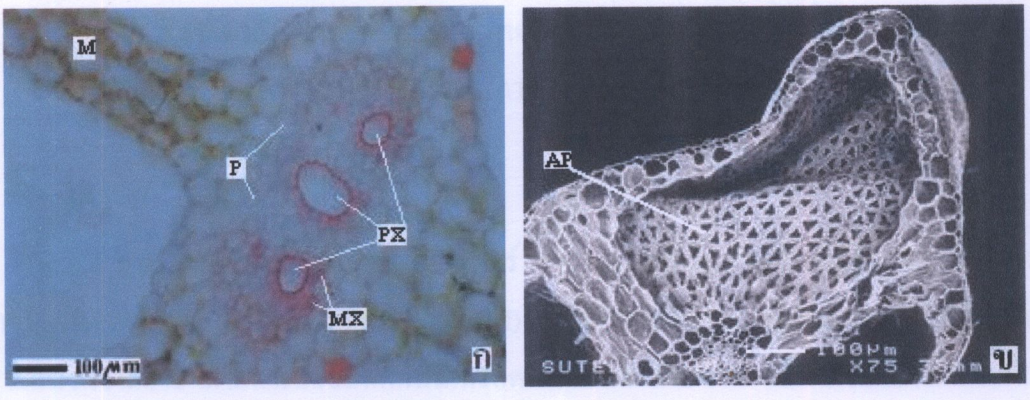


ภาพที่ 4.64 ก. เนื้อเยื่อชั้นผิว ข. ปากใบ [กล้อง SEM ปากใบ (S) เซลล์คุม (G)]



ภาพที่ 4.65 ก. ภาพตัดขวางบริเวณมุมใบ ข. ภาพตัดตามยาวผ่านเส้นกลางใบ

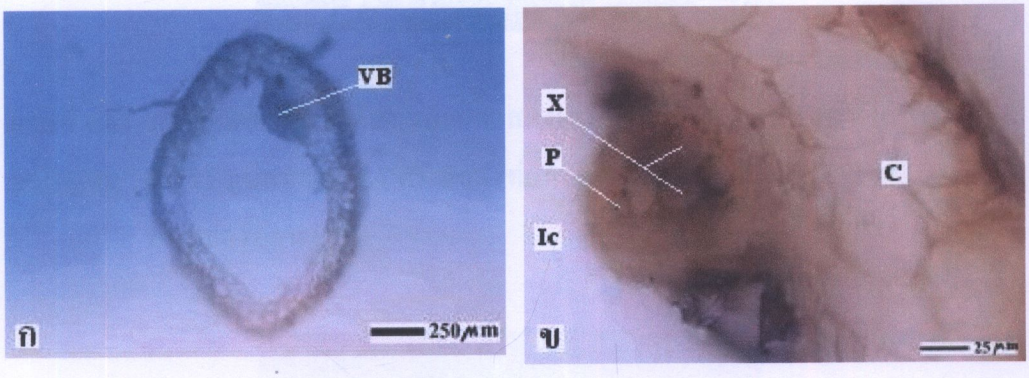
<u>หมายเหตุ</u> เนื้อเยื่อชั้นผิว (E) มีโซฟิลล์ (M) เซลล์เส้นใย (F) มัดท่อลำเลียง (VB)



ภาพที่ 4.66 ก. มัดท่อลำเลียง ข. เนื้อเยื่ออาร์มพาเรงคิมา (กล้อง SEM)

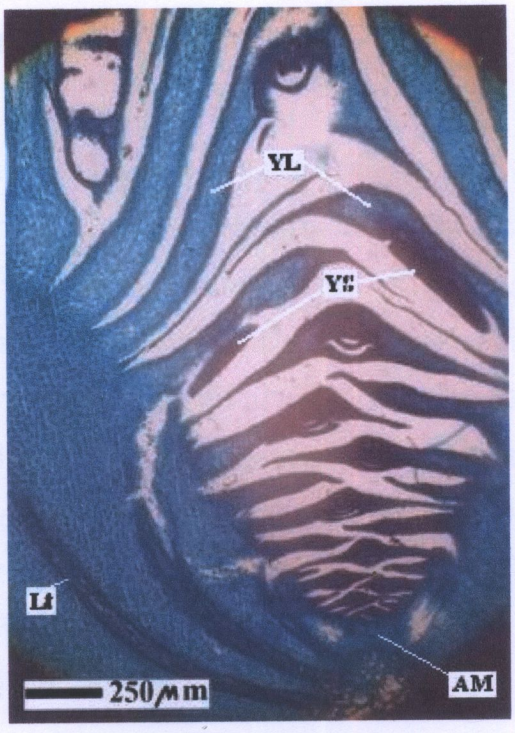
<u>หมายเหตุ</u> เยื่ออาร์มพาเรงคิมา (AP) มีโซฟิลล์ (M) เมตาไซเล็ม (MX)
โฟลเอ็ม (P) โพรโทไซเล็ม (PX)

4.5.3 กายวิภาคของราก การศึกษารากกระเทียมนาตัดตามขวาง มีลักษณะทางกายวิภาคแบบไม่ซับซ้อนดังเช่นในลำต้น ภาพจากการตัดขวางโดยรวมคล้ายวงแหวน รากกระเทียมนาประกอบขึ้นด้วยเนื้อเยื่อชั้นผิวซึ่งมีเซลล์ 1 ชั้น ลักษณะเซลล์เป็นพาเรงคิมา เซลล์รูปไข่ เมื่อดูภาพตัดตามยาวคล้ายรูปถังเบียร์ (barrel shape) ไม่พบขนราก (root hair) ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้าไปด้านในเป็นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยพาเรงคิมาเซลล์ล้วนๆ เซลล์ค่อนข้างกลมผนังบาง เรียงตัวกัน 2 – 4 ชั้น มัดท่อลำเลียงมี 1 มัด เป็นแบบเยื้องศูนย์กลาง (excentric) อยู่ชิดกับคอร์เทกซ์ทางด้านใกล้แกน (adaxial) และมีการเจริญของไซเล็มแบบโมนอาร์ก (monarch) มัดท่อลำเลียงประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาขนาดเล็กและเซลล์เส้นใยล้อมรอบไซเล็มและโฟลเอ็ม ไซเล็มเป็นเทรคีด 4 – 5 เซลล์ เกาะกลุ่มชิดกับคอร์เทกซ์ ส่วนโฟลเอ็มเป็นพาเรงคิมาเซลล์อยู่ติดกับช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่ (intercellular canal) ตอนกลางราก และช่องว่างนี้มีขนาดเกือบเต็มพื้นที่หน้าตัดของราก ดังภาพที่ 4.67



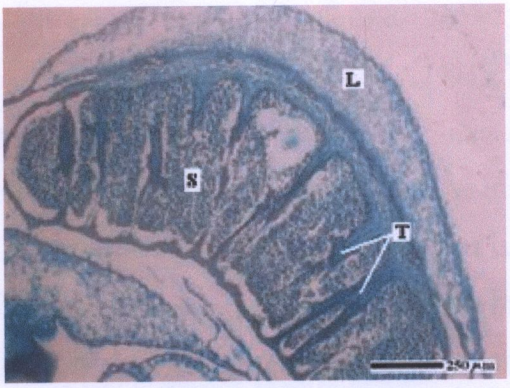
ภาพที่ 4.67 กายวิภาคของราก ก. ภาพตัดตามขวางของราก ข. มัดท่อลำเลียง
หมายเหตุ คอร์เทกซ์ (C) ช่องว่างกลางราก (Ic) โฟลเอ็ม (P) ไซเล็ม (X) มัดท่อลำเลียง (VB)

4.5.4 กายวิภาคของอับสปอร์ อับสปอร์มีตำแหน่งอยู่ที่โคนใบด้านใกล้แกนรูปร่างกลมรีถึงยาวรี ผนังของอับสปอร์ด้านไกลแกน (abaxial) หนากว่าผนังด้านใกล้แกนและเชื่อมติดกับโคนใบตามแนวความยาว ตำแหน่งเชื่อมติดกันมีเทรคีดไซเล็มเรียงกระจายตามยาว อับสปอร์ไม่มีเยื่อหุ้ม (velum) ผนังอับสปอร์มีแผ่นกั้น (trabecula) ยื่นจากผนังเข้าไปในอับสปอร์ตามแนวรัศมีของแกนลำต้น ทำให้อับสปอร์มีลักษณะเป็นห้องเล็กๆ จำนวนมาก ภายในแต่ละห้องมีเซลล์กำเนิดสปอร์ (sporocyte) ดังภาพที่ 4.68 - 4.69



ภาพที่ 4.68 ภาพตัดตามยาวลำต้นส่วนยอดแสดงจุดกำเนิดใบและอับสปอร์ที่โคนใบอ่อน

<u>หมายเหตุ</u> เยื่อเจริญปลายยอด (AM) แขนงท่อลำเลียงสู่ใบ (Lt) ใบอ่อน (YL) อับสปอร์อ่อน (YS)



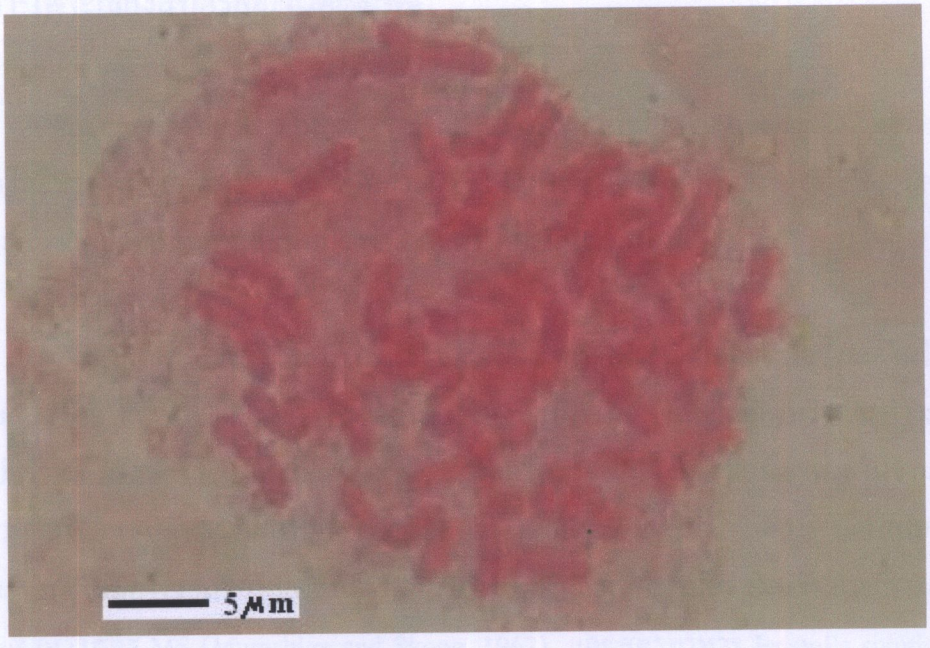
ภาพที่ 4.69 อับสปอร์ระยะใบอ่อนใกล้ส่วนยอดของลำต้นตัดตามขวาง

<u>หมายเหตุ</u> โคนใบ (L) เซลล์กำเนิดสปอร์ (S) แผ่นกั้นผนังอับสปอร์ (T)

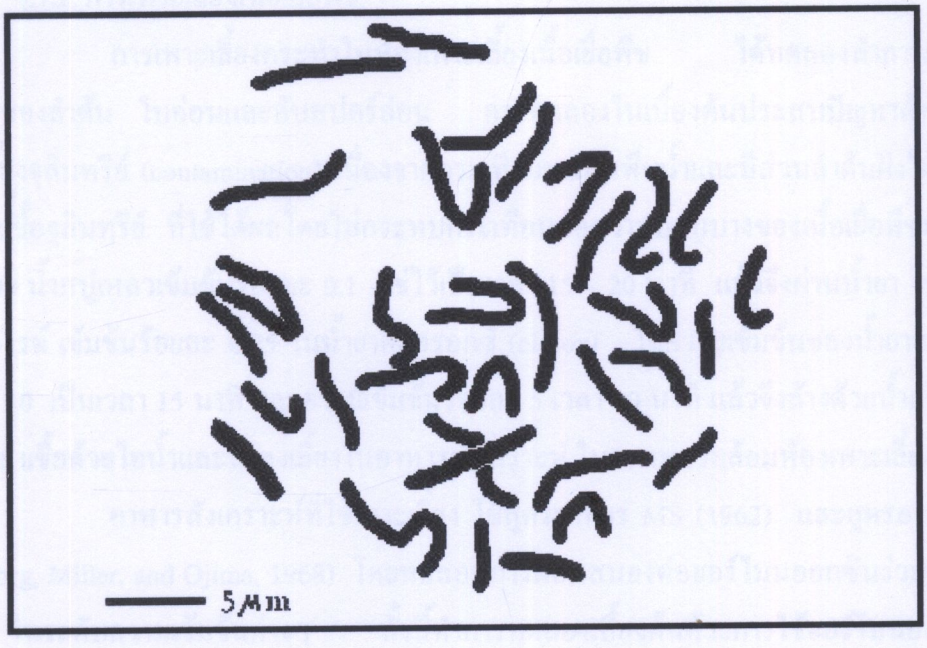
ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของลำต้น ใบ รากและอับสปอร์ของกระเทียมนา มีลักษณะทั่วไปสอดคล้องกับการศึกษา *Isoetes* ชนิดอื่นๆ เช่น *I. hystrix* ในประเทศอเมริกา และ *I. asiatica* ในประเทศญี่ปุ่นเป็นต้น (Ogura, 1972)

4.6 การศึกษาโครโมโซม

จากการศึกษาจำนวนโครโมโซม จากเซลล์เนื้อเยื่อเจริญปลายราก โดยเตรียมเซลล์แบบ Feulgen technique ย้อมด้วยสี propiono carmine นำสไลด์ที่เตรียมได้ไปศึกษาลักษณะและจำนวนโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายเลนส์วัตถุ 100 เท่า และ 40 เท่า ถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ จากการตรวจลักษณะและนับจำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่มีการแบ่งเซลล์อยู่ในระยะเมตาเฟส (metaphase) พบว่า กระเทียมนามีจำนวนโครโมโซม 2n = 33 จากการนับโครโมโซมในเซลล์อื่นๆ ที่ศึกษาได้ จำนวนโครโมโซมในแต่ละเซลล์เท่ากับ 33 แท่ง กระเทียมนาจึงมีลักษณะโครโมโซมเป็น 3 ชุด (triploid) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Abraham and Ninan ซึ่งได้ศึกษาโครโมโซมของ *I. coromandelina* L. ในปี ค.ศ. 1958 พบว่ามีโครโมโซม 3 ชุด เช่นเดียวกัน (Jermy, 1990) ทั้งนี้จากการศึกษาโครโมโซมใน *Isoetes* ชนิดอื่นๆ เช่น Musselman, Bray and Knepper (1997) ได้ศึกษาพบ *Isoetes* x *carltaylorii* (2n = 33) ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่าง *I. acadiensis* Kott (2n = 44) กับ *I. engelmannii* A. Braun (2n = 22) Takamiya, Watanabe and Ono (1996) ได้ พบว่า *I. japonica* มีโครโมโซม 6 ชุด (hexaploid : 2n = 66) และ 8 ชุด (octaploid :2n = 88) Britton, Brunton and Talbot (1999) ศึกษาโครโมโซมของ *Isoetes* ซึ่งเป็นลูกผสม 2 ชนิดคือ *I.* X *pseudotruncata* D.M. Britton and B.F. Brunton มีโครโมโซม 3 ชุด (triploid, 2n = 33) และ *I.* X *truncata* (Eaton) มีโครโมโซม 5 ชุด (pentaploid, 2n = 55) ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้เกิดจากการผิดพลาดในการผสมพันธุ์ของ *I. echinospora* (diploid, 2n = 22) กับ *I. occidentalis* (hexaploid, 2n = 66) นั่นเอง Takamiya, Watanabe, and Ono (1994) ได้ศึกษาจำนวนโครโมโซมในเซลล์ที่ไม่เกี่ยวกับเพศของ *Isoetes* ในญี่ปุ่น 3 ชนิด คือ *I. asiatica*, *I. japonica* และ *I. sinensis* พบว่า *I. asiatica* มีโครโมโซม 2 ชุด (2n = 22) ซึ่งตรงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ แต่ใน *I. japonica* และ *I. sinensis* มีความหลากหลายในจำนวนโครโมโซม โดยที่ *I. japonica* พบว่ามีจำนวนโครโมโซมถึง 6 แบบ (six cytotypes) คือจำนวนโครโมโซม 2 ชุด เท่ากับ 66, 67, 77, 87, 88, และ 89 สำหรับ *I. sinensis* พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 4 แบบ (four cytotypes) คือจำนวนโครโมโซม 2 ชุด เท่ากับ 44, 65, 66, และ 68 เป็นต้น ทั้งนี้ไม่พบรายงานการศึกษาโครโมโซมของกระเทียมนาในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่ออ้างอิงในการศึกษาต่อๆ ไป สรุปเบื้องต้นได้ว่า กระเทียมนา (*I. coromandelina* L.f.) มีจำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่ไม่เกี่ยวกับเพศเท่ากับ 2n = 33 ดังภาพที่ 4.70 – 4.71



ภาพที่ 4.70 เซลล์ปลายรากกระเทียมนาแบ่งเซลล์ในระยะเมตาเฟส แสดงลักษณะโครโมโซม



ภาพที่ 4.71 เซลล์จากภาพที่ 4.70 ตรวจนับจำนวนโครโมโซมได้ 33 แท่ง

4.7 การเพาะเลี้ยงสปอร์และเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงสปอร์และเนื้อเยื่อพืช มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางในการขยายพันธุ์ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อประโยชน์ในการนำไปปลูกในถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งประชากรของกระเทียมนาลดน้อยและหายากเพิ่มมากขึ้น ผลการศึกษาปรากฏดังนี้

4.7.1 การเพาะเลี้ยงสปอร์

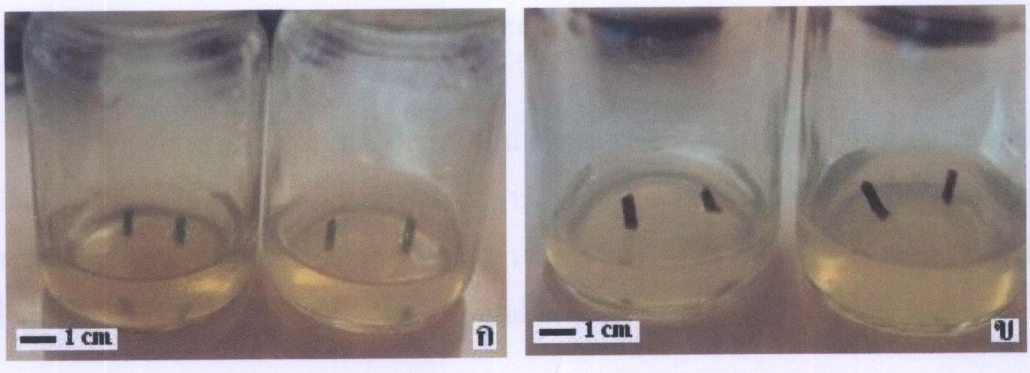
การเพาะเลี้ยงกระทำในห้องทดลอง ทำการเพาะเม็ดเมกะสปอร์ และไมโครสปอร์ในจานแก้วด้วยวัสดุเพาะ 2 ชนิด คือ ดินนาและผงอิฐปน ที่อบฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน ใช้เม็ดสปอร์ซึ่งเก็บรักษาไว้ในห้องทดลองตลอดช่วงฤดูร้อน นำเม็ดสปอร์มาเพาะในจานแก้วแบบเพาะรวมและแยกชนิดของเม็ดสปอร์ ผลปรากฏว่า เมื่อเพาะเลี้ยงได้ 3 เดือน เม็ดสปอร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ไม่มีการงอกของเม็ดสปอร์ทั้งไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ สำหรับการเพาะเม็ดสปอร์เพาะในอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) และสูตรอาหาร Bristol's solution (Koch, 1973) เม็ดสปอร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ภายหลังการเพาะเลี้ยงได้ 6 เดือน จึงควรมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการงอกและเจริญพัฒนาของสปอร์ต่อไปในอนาคต

4.7.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงกระทำในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ได้ทดลองทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของลำต้น ใบอ่อนและอับสปอร์อ่อน การทดลองในเบื้องต้นประสบปัญหาด้านการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (contamination) เนื่องจากกระเทียมนาเป็นพืชน้ำและมีส่วนลำต้นฝังใต้ดิน การฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ที่ใช้ได้ผลโดยไม่กระทบกระเทือนต่อความบอบบางของเนื้อเยื่อพืชน้ำคือการฟอกด้วย น้ำสบู่เหลวเข้มข้นร้อยละ 0.1 แช่ไว้เป็นเวลา 15 – 20 นาที แล้วจึงผ่านน้ำยา โซเดียมไฮโปคลอไรด์ เข้มข้นร้อยละ 6.25 ในน้ำยาคลอรอกซ์ (clorox) ใช้ความเข้มข้นของน้ำยาคลอรอกซ์ร้อยละ 10 เป็นเวลา 15 นาที และความเข้มข้นร้อยละ 5 เวลา 10 นาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำและนำลงเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ ในสภาพแวดล้อมห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

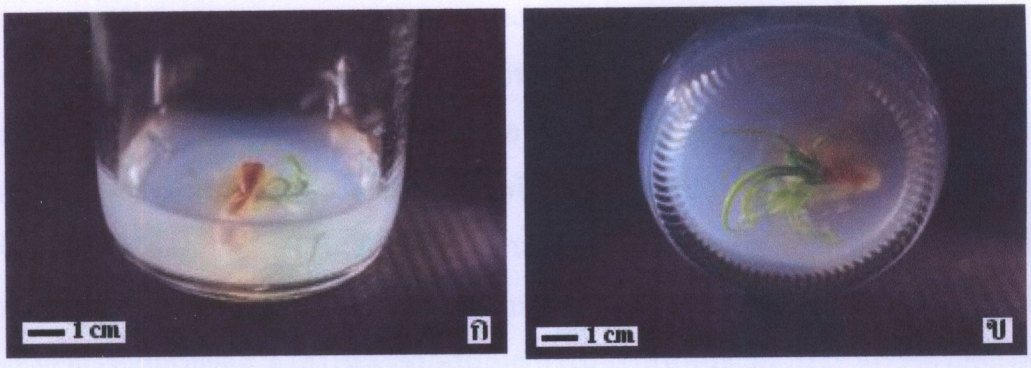
อาหารสังเคราะห์ที่ใช้เพาะเลี้ยง ใช้สูตรอาหาร MS (1962) และสูตรอาหาร B5 (Gamborg, Miller, and Ojima, 1968) โดยทดสอบการตอบสนองต่อฮอร์โมนออกซินร่วมกับไซโตไคนิน ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ทั้งนี้ทำการทดลองเบื้องต้นด้วยการใช้ฮอร์โมนออกซินคือ NAA และ 2,4-D ฮอร์โมนไซโตไคนิน ใช้ Kinetin และ BA เติมในอาหารเพาะเลี้ยงให้มีความเข้มข้นระดับ 0.1 - 2.0 ไมโครโมล (Bhojwani and Razdan, 1983) และใช้อาหารเพาะเลี้ยงพืชกลุ่มเฟิร์นด้วยสูตรของ Moore' s solution และสูตรของ Bristol' s solution (Koch, 1973) ผลการเพาะเลี้ยง

ปรากฏว่าเนื้อเยื่อของอับสปอร์ และเนื้อเยื่อใบอ่อนของกระเทียมนา ไม่ตอบสนองต่ออาหารและฮอร์โมนทุกระดับความเข้มข้น ไม่มีการสร้างแคลลัส เนื้อเยื่อมีสภาพสดในอาหารสูตร B5 ซึ่งมีฮอร์โมน NAA 0.2 ไมโครโมล เป็นระยะเวลายาวนานที่สุด 4 เดือน และแห้งตายทั้งหมดในเวลาต่อมา สำหรับเนื้อเยื่อของลำต้น พบว่าลำต้นส่วนปลายยอด (shoot tip) 2 ชิ้นพืช สามารถเจริญพัฒนาได้ในสูตรอาหารของ Moore โดยชิ้นแรกสร้างยอดอ่อน 1 ยอด และสร้างใบใหม่ได้ 3 ใบ ชิ้นที่ 2 สร้างยอดอ่อน 3 ยอด และสร้างใบใหม่ได้ 8 ใบ แต่ทั้งสองชิ้นไม่มีการสร้างรากใหม่ ชิ้นพืชทั้งสองได้แห้งตายในระยะเวลา 8 เดือน ผลจากการทดลองเพาะเลี้ยงดังกล่าวเป็นข้อสนเทศเบื้องต้นในการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกระเทียมนาในอนาคต ดังภาพที่ 4.72 – 4.74



ภาพที่ 4.72 การเพาะเลี้ยงใบอ่อน ก. เมื่อเริ่มเพาะเลี้ยง ข. ใบอ่อนซีดตายหลังจากเพาะเลี้ยงได้ 4 เดือน

ภาพที่ 4.73 การเพาะเลี้ยงอับเมกะสปอร์อ่อน



ภาพที่ 4.74 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอดในอาหารสูตร Moore
ก. เกิดยอดใหม่ 1 ยอด ข. เกิดยอดใหม่ 3 ยอด

การเพาะเลี้ยงสปอร์และเนื้อเยื่อกระเทียมนาทั้งหมด มีแนวโน้มว่าสามารถทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกระเทียมนาได้ด้วยการทดลองหาสูตรอาหาร ระดับความเข้มข้นและชนิดของฮอร์โมนที่เหมาะสม ปัจจัยสำคัญคือการขาดแคลนพืชตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการศึกษา ซึ่งจะต้องเร่งอนุรักษ์ถิ่นที่อยู่อาศัยและสำรวจหากลุ่มประชากรใหม่เพิ่มเติมต่อไป

จากการศึกษาและทดลองเกี่ยวกับกระเทียมนาทั้งหมด พบว่ากระเทียมนาในบางพื้นที่มีโอกาสจะสูญหายไปจากพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระเทียมนาในจังหวัดร้อยเอ็ด ตาก สระแก้วและจังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีสมาชิกในกลุ่มประชากรของตนน้อยกว่า 10 ต้น กระเทียมนามีการกระจายพันธุ์ค่อนข้างกระจัดกระจายดังได้รายงานผลไว้ในหัวข้อที่ 4.3 การลดจำนวนลงของประชากรในแต่ละกลุ่มยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า กระเทียมนาในประเทศไทยจัดว่าเป็นพืชใกล้สูญพันธุ์ (endangered species) ด้วยเหตุผลสนับสนุนหลายประการดังนี้

1. ปัจจัยภายใน (Internal factor)

1.1 กระเทียมนา (*I. coromandelina* L.f.) เป็นพืชที่มีลักษณะโบราณหลายอย่าง ได้แก่ การสร้างสปอร์ในอับสปอร์ที่โคนใบซึ่งฝังตัวอยู่ใต้ดิน ทำให้การกระจายเม็ดสปอร์เกิดขึ้นได้น้อยกว่าพืชที่สร้างสปอร์ในอับสปอร์ที่ใบซึ่งอยู่ในอากาศหรือในน้ำ การสืบพันธุ์ด้วยสปอร์ 2 แบบ โอกาสในการปฏิสนธิลดน้อยลง ซึ่งแตกต่างจากพืชจำพวกเฟิร์นสมัยใหม่ที่สืบพันธุ์ด้วยสปอร์ชนิดเดียว จากการศึกษาพบว่ากระเทียมนามีโครโมโซม 3 ชุดคือ 2n = 33 ดังนั้นสปอร์ของกระเทียมนาจึงเป็นหมัน ดังเช่นที่พบใน *Isoetes* ชนิดอื่นๆ เช่น *I.* X *bruntonii* (Brunton and Britton, 1998),

I. X *carltaylorii* (Musselman, Bray and Knepper, 1997), *I.* X *pseudotruncata* (Britton and Brunton, 1996), *I.* X *marensis* (Britton and Brunton, 1995) *Isoetes* ดังกล่าวนี้มีโครโมโซม 3 ชุด (triploid, 2n = 33) และเป็นหมัน การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของกระเทียมนาเป็นไปได้น้อย มากแม้จะมีรายงานว่า *Isoetes* มีการสร้างแอโพสปอร์ (apospore) บริเวณโคนใบตำแหน่งที่สร้างอับสปอร์และต่อมาแอโพสปอร์สามารถเจริญพัฒนาเป็นต้นสปอโรไฟต์ต้นใหม่ได้ (Eames, 1974) ซึ่งพบใน *Isoetes* ที่อยู่อาศัยในน้ำลึก ประกอบกับการไม่ตอบสนองต่อสูตรอาหารและฮอร์โมนพืช ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหรือการเพาะเม็ดสปอร์ หรือตอบสนองเล็กน้อย ของเยื่อเจริญปลายยอด จึงทำให้พืชชนิดนี้มีปัญหาในการสืบพันธุ์และประชากรยังคงลดลงต่อไป

1.2 การอดทนต่อสภาพแวดล้อมได้น้อยโดยเฉพาะสารประกอบฟอสเฟต ซัลเฟต และแอมโมเนียม (Romero and Amigo, 1995) การเลือกถิ่นที่อยู่ที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง ทำให้มีลักษณะเป็น Endemic species การเลือกชนิดดินซึ่งต้องการดินเนื้อหยาบ ดินไม่เค็ม คุณสมบัติของน้ำที่เป็นน้ำจืด นิ่ง ใส ไม่มีสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์สูงเกินไป จึงจะอยู่รอด

1.3 ลักษณะโครงสร้างบอบบางและมีลักษณะโบราณหลายประการ โดยเฉพาะลักษณะเนื้อเยื่อลำเลียงของลำต้นที่เป็นแบบโพรโทสตีล เนื้อเยื่อลำเลียงของรากเป็นแบบเยื่องศูนย์กลางและเป็นโมนอาร์ก รากแตกแขนงแบบสองแฉก ลักษณะของใบซึ่งมีโครงสร้างเป็นแบบเดียวกับพืชน้ำทั่วไป เช่น การมีท่ออากาศขนาดใหญ่ การมีเยื่ออาร์มพาเรงคิมากั้นช่องอากาศ ลักษณะดังกล่าวนี้มีสภาพไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของถิ่นที่อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีสภาพแห้งแล้งขาดแคลนน้ำเป็นระยะเวลายาวนานขึ้น ใบมีโอกาสถูกสัตว์กินพืชกินได้ง่ายเนื่องจากไม่มีโครงสร้างป้องกันตนเอง แม้แต่หัวหรือลำต้นสะสมอาหารใต้ดินก็ถูกสัตว์จำพวกหนูกินเป็นอาหาร (Cook, 1996b) จึงทำให้ประชากรของกระเทียมนาลดน้อยลง

2. ปัจจัยภายนอก (External factor)

2.1 ถิ่นที่อยู่อาศัยถูกรบกวนโดยมนุษย์ การพัฒนาใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม ที่อยู่อาศัย และอุตสาหกรรม เป็นต้น

2.2 มีการใช้สารเคมีเพิ่มผลผลิตการเกษตรและกำจัดศัตรูพืช การกำจัดวัชพืช ปูนา หนูนา หอยเชอรี่ แมลง ฯลฯ ตลอดจนการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเพิ่มผลผลิตอื่นๆ

2.3 การปล่อยน้ำเสียและขยะจากชุมชนลงสู่แหล่งที่อยู่ มีผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของกระเทียมนาและมีผลทางอ้อมในการไปส่งเสริมวัชพืชขนาดใหญ่เจริญอย่างรวดเร็วเพิ่มประชากรมากขึ้นเบียดเบียนที่อยู่อาศัยของกระเทียมนา

2.4 สิ่งมีชีวิตที่ช่วยกระจายพันธุ์ลดลง โดยเฉพาะวัว ควาย ซึ่งช่วยกระจายพันธุ์

แบบ epizoochore เกษตรกรใช้วิธีการเกษตรแบบใหม่ใช้เครื่องมือเครื่องจักรในการทำนา ลดการใช้แรงงานสัตว์ที่ช่วยกระจายพันธุ์

2.5 ศัตรูธรรมชาติของกระเทียมนาเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากพืชอาหารตามธรรมชาติลดลงหรือถูกควบคุมด้วยสารกำจัดวัชพืช ทำให้หนอนแมลงหรือหอยเชอรี่ กัดกินใบกระเทียมนา และ หนูนากัดกินหัวใต้ดินเป็นต้น

จากเหตุผลดังได้กล่าวมาสอดคล้องกับผลการศึกษา *Isoetes* ชนิดอื่นๆ ในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกาและคานาดา ที่ได้จัดให้ *Isoetes* หลายชนิดเป็นพืชใกล้สูญพันธุ์ (U.S. Fish and Wildlife Service Division of Endangered Species, 1999; Texas A&M University Department of Biology Herbarium, 1999) ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 และบทที่ 2 ตลอดจนผลการศึกษาที่พบว่าการแพร่กระจายพันธุ์มีพื้นที่ น้อยกว่า 500 ตารางกิโลเมตร กลุ่มประชากรมีลักษณะกระจัดกระจาย จำนวนสมาชิกในกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มที่มีจำนวนน้อยกว่า 2,500 ต้น และมีแนวโน้มว่าสมาชิกในแต่ละกลุ่มประชากรลดลงอย่างต่อเนื่อง จึงสรุปได้ว่ากระเทียมนา (*I. coromandelina* L.f.) **เป็นพืชใกล้สูญพันธุ์** ของประเทศไทย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปผลได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

5.1.1 การสำรวจกระเทียมนาในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย 76 จังหวัด ทำการสุ่มสำรวจใน 7 ภูมิภาคตามการแบ่งเขตภูมิศาสตร์ของพืชในประเทศไทย จำนวน 39 จังหวัด สำรวจพบกระเทียมนาทั้งสิ้นรวม 15 จังหวัด คือ ภาคเหนือ พบในจังหวัดตากและสุโขทัย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบในจังหวัดอุดรธานี หนองคาย กาฬสินธุ์ มหาสารคาม และขอนแก่น ภาคตะวันออก พบในจังหวัดบุรีรัมย์ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี ภาคตะวันออกเฉียงใต้พบในจังหวัดสระแก้วและปราจีนบุรี และภาคใต้ พบในจังหวัดสงขลา

5.1.2 นิเวศวิทยาถิ่นที่อยู่ของพื้นที่ที่พบกระเทียมนา มีลักษณะดังนี้

5.1.2.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป พื้นที่พบกระเทียมนา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระหว่าง 3 – 185 เมตร ลักษณะของพื้นที่ที่พบส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มน้ำหรือที่ราบสลับลูกเนินเตี้ยๆ พื้นที่ทุกแห่งที่พบกระเทียมนาเป็นทุ่งนาที่ใช้ทำนาข้าวเป็นประจำทุกปี หรือว่างเว้นการทำนามาระยะเวลาหนึ่ง ทุกแหล่งมีสภาพ กลางแจ้ง น้ำจืดนิ่งหรือไหลเล็กน้อย

5.1.2.2 ลักษณะทางกายภาพของดิน ลักษณะของเนื้อดินที่พบในแต่ละจังหวัด พบว่าเป็นดินทรายและดินร่วน พบชนิดละ 1 จังหวัด ดินทรายร่วน พบ 3 จังหวัด ดินร่วนทราย พบมากที่สุด 7 จังหวัด ดินร่วนปนทรายแป้ง พบ3 จังหวัด ลักษณะชุดดินที่พบปรากฏว่า ชุดดินร้อยเอ็ด พบมากที่สุด 12 จังหวัด ชุดดินท่าตูม ชุดดินน้ำพอง และชุดดินบ้านทอน พบในดินตัวอย่างชนิดละ 1 จังหวัด

5.1.2.3 สภาพแวดล้อมทางเคมีของดินในแหล่งที่พบกระเทียมนา มีลักษณะดังนี้

1 ลักษณะความเป็นกรด-ด่างของดินตัวอย่าง ดินตัวอย่างทั้งหมดมีค่า pH ระหว่าง 4.02 – 6.08 โดยดินตัวอย่างจากจังหวัดอุดรธานี มีค่า pH ต่ำที่สุดคือ 4.02 และดินตัวอย่างจากจังหวัดบุรีรัมย์ มีค่า pH 6.08 สูงที่สุด อยู่ในเกณฑ์ดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดรุนแรงมาก

2 ลักษณะการนำไฟฟ้าของดินตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ดินตัวอย่างทั้งหมดมีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ระหว่าง 0.011 – 0.054 dS/m ค่าการนำไฟฟ้าของดินตัวอย่างทั้งหมดสรุปว่าเป็นดินปกติไม่มีแหล่งใดเป็นดินเค็ม

3 ปริมาณไนโตรเจนรวม ผลการวิเคราะห์ทางเคมีปรากฏว่า ดินตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณไนโตรเจนรวม มีค่าร้อยละระหว่าง 0.009 – 0.058 ปริมาณไนโตรเจนในดินจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำมากถึงต่ำ

4 ปริมาณฟอสฟอรัส ดินตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชนำไปใช้ได้ มีค่าอยู่ระหว่าง 30.62 – 697.89 ppm ปริมาณฟอสฟอรัสในดินอยู่ในเกณฑ์สูงถึงสูงมาก

5 โพแทสเซียมในดิน ปรากฏว่า ดินตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณโพแทสเซียมในดินมีค่าอยู่ระหว่าง 7.73 – 129.87 ppm แปรผลได้ว่า ปริมาณโพแทสเซียมในดินอยู่ในเกณฑ์ต่ำมากถึงปานกลาง

6 ปริมาณซัลเฟตในดิน ดินตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณซัลเฟตในดิน มีค่าระหว่าง 6.57 – 17.09 ppm โดยดินตัวอย่างจากจังหวัดมหาสารคาม มีปริมาณซัลเฟตในดินต่ำที่สุดคือ 6.57 ppm และดินจาก จังหวัดอุดรธานี มีปริมาณซัลเฟตในดินสูงที่สุดคือ 17.09 ppm

5.1.2.4 สภาพอุณหภูมิของอากาศ ปี พ.ศ. 2542 – 2543 ในแหล่งที่พบกระเทียมนา มีลักษณะดังนี้

1 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน มีลักษณะอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนใกล้เคียงกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน เดือนที่ต่างกันมากที่สุดคือเดือนธันวาคม ต่างกัน 4.4 องศาเซลเซียส ซึ่งจังหวัดสงขลามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนตลอดปีมากที่สุด 26.3 องศาเซลเซียส และจังหวัดอุดรธานีมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนน้อยที่สุด 21.9 องศาเซลเซียส

2 อุณหภูมิสูงสุดรายเดือน มีลักษณะอุณหภูมิสูงสุดรายเดือนเฉลี่ยตลอดปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนเฉลี่ยตลอดปี มีค่ามากที่สุดในจังหวัดมหาสารคาม 37.14 องศาเซลเซียส จังหวัดสงขลามีค่าน้อยที่สุดคือ 34.08 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดในรอบปีเป็นจังหวัดตาก 41.7 องศาเซลเซียส

3 อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือน มีลักษณะอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนเฉลี่ยตลอดปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนเฉลี่ยตลอดปี มีค่าน้อยที่สุดในจังหวัดมหาสารคาม 16.94 องศาเซลเซียส จังหวัดสงขลามีค่ามากที่สุดคือ 22.76องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำสุดในรอบปีเป็นจังหวัดอุดรธานี 4.2 องศาเซลเซียส

5.1.2.5 สภาพความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ มีลักษณะความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนเฉลี่ยตลอดปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 กล่าวคือ ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงที่สุดในจังหวัดสงขลาซึ่งมีค่าร้อยละ 79.00 จังหวัดตากมีค่าต่ำที่สุดคือร้อยละ 70.83

5.1.2.6 ปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือน มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันในจังหวัดภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงใต้ ยกเว้นภาคใต้คือจังหวัดสงขลามีปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนและปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปี แตกต่างจากกลุ่มจังหวัดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่ามากที่สุดในจังหวัดสงขลา เฉลี่ย 224.5 มิลลิเมตร น้อยที่สุดคือจังหวัดสุโขทัย มีค่าเฉลี่ย 111.4 มิลลิเมตร จังหวัดสงขลามีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปีมากที่สุดคือ 2,694 มิลลิเมตร และจังหวัดสุโขทัยมีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปีน้อยที่สุดคือ 1,336.3 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกตลอดปีมากที่สุดคือ สงขลา 176.5 วัน น้อยที่สุดคือสุโขทัย 75.5 วัน

5.1.2.7 สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ พบชนิดพันธุ์พืชในถิ่นที่อยู่และบริเวณใกล้เคียงมีจำนวนรวม 81 ชนิด ใน 66 สกุล และ 39 วงศ์ วงศ์ที่พบจำนวนมากชนิดที่สุดคือ วงศ์กก (Cyperaceae) จำนวน 10 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์หญ้า (Poaceae) วงศ์ยางนา (Dipterocarpaceae) วงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) วงศ์ราชพฤกษ์ (Caesalpiniaceae) วงศ์เข็ม (Rubiaceae) และวงศ์แวววิเชียร (Scrophulariaceae) ซึ่งพบวงศ์ละ 4 ชนิดขึ้นไป มีพืชจำนวน 15 ลักษณะวิสัย พืชล้มลุกมีจำนวนมากชนิดที่สุดคือ 32 ชนิด รองลงมาเป็นไม้ยืนต้น จำนวน 17 ชนิด พืชน้ำล้มลุก จำนวน 11 ชนิด โดยพืชที่พบรวมทั้งหมด 81 ชนิด ชนิดที่พบในถิ่นที่อยู่ของจังหวัดที่พบกระเทียมนามากที่สุดคือ ข้าว พบใน 12 จังหวัด รองลงมาคือผักกะแยง และหญ้าบัว พบใน 11 จังหวัดเท่ากัน หญ้าแพรกพบใน 10 จังหวัด ผักฮิ้น กระดุมเงินและยางกราด พบใน 8 จังหวัดเท่ากัน ส่วนพืชที่พบในถิ่นที่อยู่เพียงจังหวัดเดียวมีจำนวน 29 ชนิด พืชล้มลุกปรากฏในถิ่นที่อยู่ของกระเทียมนามากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 48 รองลงมาเป็นไม้ยืนต้นร้อยละ 19 พืชจำพวกหญ้าร้อยละ 15 พืชน้ำล้มลุกร้อยละ 13 และไม้พุ่มปรากฏในถิ่นที่อยู่ของกระเทียมนาน้อยที่สุดร้อยละ 5

5.1.3 การกระจายพันธุ์ ผลการสำรวจ พบว่าการกระจายพันธุ์มีลักษณะดังนี้

5.1.3.1 การกระจายพันธุ์ของกระเทียมนา โดยพิจารณาจากระยะห่างระหว่างแหล่งที่พบซึ่งอยู่ใกล้กันที่สุดคือจังหวัดตากและจังหวัดสุโขทัยมีระยะห่างกัน 14 กิโลเมตร ที่อยู่ไกลกันที่สุดคือจังหวัดหนองคายและจังหวัดสงขลามีระยะห่างกัน 1,191 กิโลเมตร จังหวัดมหาสารคาม มีระยะห่างจากจังหวัดอื่นๆ รวมสั้นที่สุด 2,511 กิโลเมตร และระยะห่างจากจังหวัดอื่นๆ รวมยาวที่สุดคือจังหวัดสงขลา 14,214 กิโลเมตร

5.1.3.2 การกระจายพันธุ์ของกระเทียมนาในแหล่งที่พบทุกจังหวัด มีการกระจายแบบ

เป็นกลุ่ม พื้นที่ของการกระจายพันธุ์แต่ละกลุ่มประชากร พบว่าจังหวัด ร้อยเอ็ด มีพื้นที่กระจายพันธุ์น้อยที่สุดประมาณ 125 ตารางเมตรหรือ 0.08 ไร่ จังหวัดกาฬสินธุ์มีพื้นที่การกระจายพันธุ์มากที่สุดประมาณ 2.50 ไร่

5.1.3.3 การศึกษาความถี่ของกระเทียมนา พบว่าพบกระเทียมนาใน 15 จังหวัด จากจำนวนจังหวัดที่สุ่มสำรวจทั้งหมด 39 จังหวัด ดังนั้นคิดเป็นค่าความถี่สัมพัทธ์ได้ร้อยละ 38.461

5.1.3.4 พื้นที่ของการแพร่กระจายของกระเทียมนารวม จากแหล่งที่พบทั่วประเทศมีพื้นที่เท่ากับ 10,455 ตารางเมตร หรือ 0.01045 ตารางกิโลเมตร มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่ IUCN กำหนดสำหรับพืชใกล้สูญพันธุ์ คือ น้อยกว่า 500 ตารางกิโลเมตร จึงอยู่ในเกณฑ์เป็นพืชใกล้สูญพันธุ์ เป็นประการที่ 1

5.1.3.5 จำนวนประชากรที่ตรวจนับทั้งหมด ในแหล่งที่พบกระเทียมนาทั่วประเทศมีจำนวน 937 ต้น และจังหวัดที่มีจำนวนประชากรจากตรวจนับทั้งหมดมีค่ามากที่สุดคือ กาฬสินธุ์ ซึ่งมีจำนวน 258 ต้น เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ IUCN กำหนดสำหรับพืชใกล้สูญพันธุ์ ต้องมีประชากรในวัยเจริญพันธุ์ น้อยกว่า 2,500 ต้น ซึ่งจำนวนประชากรกระเทียมนาที่สำรวจได้มีจำนวนเป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าว และมีประชากรกระจัดกระจายอย่างมาก จึงอยู่ในเกณฑ์เป็นพืชใกล้สูญพันธุ์เป็นประการที่ 2 การตรวจนับจำนวนประชากรใน 1 plot ขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตร จังหวัดกาฬสินธุ์มีประชากรหนาแน่นมากที่สุด คือ 175 ต้น/plot รองลงมาคือจังหวัดมหาสารคาม ศรีสะเกษ และสงขลา ซึ่งมีประชากร 105 78 และ 64 ต้น/plot ตามลำดับ ส่วนจังหวัดที่มีความหนาแน่นของประชากรใน 1 plot น้อยที่สุดคือ จังหวัดร้อยเอ็ดมี 3 ต้น/plot

5.1.3.6 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ผลการศึกษาพบว่าจังหวัดศรีสะเกษ มีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์สูงที่สุด ร้อยละ 18.00 รองลงมาคือสงขลา บุรีรัมย์ และมหาสารคาม มีค่าร้อยละ 16.32 14.22 และ 11.56 ตามลำดับ

5.1.3.7 ปัจจัยในการกระจายพันธุ์กระเทียมนา พบว่ามีการกระจายพันธุ์ด้วยสปอร์ชนิดสปอร์ต่างแบบ คือมี เมกะสปอร์ และไมโครสปอร์ การกระจายของเม็ดสปอร์เพื่อให้เกิดการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ จำเป็นต้องมีการกระจายของเม็ดสปอร์ทั้งสองชนิดให้ไปตกในที่เดียวกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด การศึกษาพบว่าปัจจัยที่ช่วยในการกระจายพันธุ์ มีดังนี้

1 ปัจจัยทางกายภาพ พบว่าการกระจายเม็ดสปอร์ที่เกิดโดยปัจจัยทางกายภาพมี 3 แบบคือ Sporochore เป็นการกระจายเม็ดสปอร์ด้วยกระแสลม Hydrochore เป็นการกระจายเม็ดสปอร์ด้วยกระแสน้ำ และ Barochore เป็นการกระจายเม็ดสปอร์ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก

2 ปัจจัยทางชีวภาพ พบว่าการกระจายเม็ดสปอร์ที่เกิดจากการกระทำของสิ่งมี

ชีวิต 3 แบบ คือ Epizoochore เป็นการกระจายเม็ดสปอร์ด้วยการเกาะติดไปกับตัวสัตว์ ได้แก่ ควาย และวัวซึ่งเป็นสัตว์กีบพาเม็ดสปอร์ไปโดยกีบเท้า Synzoochore เป็นการกระจายเม็ดสปอร์โดยเจตนาของสัตว์ ซึ่งพบว่ามดคันแดงทำรังอยู่อาศัยใต้ดินโคนต้นกระเทียมนาและคาบเอาเม็ดสปอร์ขึ้นมาบนผิวดิน Endochore เป็นการกระจายเม็ดสปอร์โดยสัตว์กินเม็ดสปอร์ผ่านเข้าสู่ร่างกายและขับถ่ายเม็ดสปอร์ออกในเวลาต่อมา ได้แก่ ไส้เดือนดิน

5.1.4 สัณฐานวิทยาของกระเทียมนา

กระเทียมนาเป็นพืชที่มีท่อลำเลียง เป็นพืชน้ำที่มีใบโผล่พ้นผิวน้ำ จนถึงพืชสะเทินน้ำสะเทินบก เป็นพืชล้มลุกหลายฤดูกาลหรือหลายปี ต้นพืชที่พบเห็นเป็นต้นสปอโรไฟต์มีสัณฐานวิทยา ดังนี้

5.1.4.1 ลักษณะลำต้น ลำต้นกระเทียมนาเป็นลำต้นใต้ดินคล้ายหัวคอร์มสะสมอาหาร ลักษณะหัวคล้ายหัวแห้ว รูปทรงกระบอกแกมรูปกรวยสั้นๆ ตอนบนกว้างและตอนฐานเรียวลงเล็กน้อย มีส่วนกว้าง (0.5) 1 – 3.5 (4) เซนติเมตร ส่วนยาว (0.3) 0.5 – 2.5 (3) เซนติเมตร ด้านบนลำต้นมีลักษณะเป็นแอ่งเป็นที่ติดของใบ ลำต้นแบ่งเป็นพู 3 พู ด้วยร่องเว้าลึกตามแนวความยาวลำต้น ผิวด้านนอกของลำต้นสีน้ำตาลถึงสีดำ ผิวลำต้นด้านข้างมีเนื้อเยื่อของลำต้นปีก่อนๆ ลักษณะเป็นเยื่อคล้ายสะเก็ด

5.1.4.2 ลักษณะราก มีระบบรากเป็นแบบระบบรากฝอย เกิดในบริเวณร่องของลำต้นตอนกลางจนถึงส่วนล่างสุด รากที่เกิดใหม่จะอยู่ใกล้แกนกลางลำต้น รากแตกแขนงแบบแยกเป็นสองแฉกหลายครั้ง เส้นผ่าศูนย์กลางรากประมาณ 0.2 – 2 มิลลิเมตร ไม่พบขนรากและหมวกราก

5.1.4.3 ใบกระเทียมนาเป็นใบเดี่ยว รูปร่างเล็กเรียวยาวคล้ายใบหอม ใบอ่อนสีเขียวอ่อนแกมเหลือง ใบแก่สีเขียว ปลายใบแหลม เมื่อตัดขวางใบพบช่องอากาศ 4 ช่อง ความกว้างที่ตำแหน่งกลางใบประมาณ 0.2 – 0.5 เซนติเมตร ความยาว (10 –) 20 – 50 (– 60) เซนติเมตร โคนใบแผ่กว้างออกเป็นรูปช้อน ใบเรียงตัวบนลำต้นแบบเกลียวปิด โคนใบมีสีขาวหรือเขียวแกมขาว ฝังตัวอยู่ใต้ดินลึกประมาณ 1 – 5 เซนติเมตร ประกอบกันขึ้นคล้ายหัวหอม มีจำนวนใบต่อต้น (12) 20 – 60 (80) ใบทุกใบเป็นสปอโรฟิลล์ มีเยื่อลิ้นใบ ด้านในโคนใบเป็นตำแหน่งที่เกิดของอับสปอร์ซึ่งไม่มีเยื่อหุ้ม ใบที่อยู่รอบนอกหรือเกิดก่อนเป็นใบที่สร้างอับเมกะสปอร์ และใบที่อยู่แกนกลางประมาณ 2 – 7 ใบสร้างอับไมโครสปอร์

5.1.4.4 เมกะสปอร์ เม็ดสดมีสีเทา เม็ดแห้งมีสีขาว ขนาด (300 –) 350 – 450 (– 550) ไมโครเมตร รูปร่างเป็นแบบพีรามิด ผนังสปอร์แบบ pustulate ผนังสปอร์ด้าน proximal view จะเห็นสัน 3 แฉก ผนังสปอร์ตรวจด้วย SEM มีลักษณะเป็นเส้นใยร่างแห ซึ่งเป็น siliceous gel-fiber

5.1.4.5 ไมโครสปอร์ สีน้ำตาลแกมแดง สีจางลงในเม็ดสปอร์แห้ง ขนาดประมาณ (22 –) 25 – 40 (– 42.5) ไมโครเมตร รูปร่างเป็นแบบพีรามิด ผนังสปอร์แบบ papillate มีผิวเป็นหนามกระจายโดยรอบทุกด้าน ผนังสปอร์ด้าน proximal view จะเห็นสัน 1 แฉก

5.1.5 กายวิภาคศาสตร์ของกระเทียมนา พบว่าลำต้นกระเทียมนามีสตีล แบบ โพรโทสตีล เนื้อเยื่อส่วนใหญ่ของลำต้นเป็นคอร์เท็กซ์สะสมอาหาร ระบบท่อลำเลียงเป็นเทรคีดแบบวงแหวนและแบบขั้นบันได และโฟลเอ็มส่วนใหญ่เป็นพาเรงคิมา มีแคมเบียม และเนื้อเยื่อชั้นผิวซ้อน ใบมีเยื่อชั้นผิว 1 ชั้น มีปากใบ ตัวใบมีท่ออากาศขนาดใหญ่ 4 ท่อ มีเยื่ออาร์มพาเรงคิมากั้นช่องอากาศเป็นระยะๆ มัดท่อลำเลียงมี 1 มัด แบบเคียงข้าง รากมีช่องอากาศขนาดใหญ่กลางราก 1 ช่อง มีมัดท่อลำเลียงแบบเยื้องศูนย์กลางและโมนอาร์ก ไม่พบขนราก

5.1.6 การศึกษาโครโมโซม พบว่ากระเทียมนามีโครโมโซม 3 ชุด 2n = 33

5.1.7 การเพาะเลี้ยงสปอร์และเนื้อเยื่อ พบว่าเนื้อเยื่อลำต้นปลายยอดตอบสนองต่ออาหารสูตรของ Moore สามารถเจริญพัฒนาสร้างยอดและใบอ่อนได้

5.2 ข้อจำกัดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจและทดลอง ซึ่งจะต้องมีปัจจัยสนับสนุนหลายประการ ปัจจัยที่สำคัญได้แก่

5.2.1 ชนิดพืชที่ศึกษาคือกระเทียมนา เป็นพืชที่หาตัวอย่างได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะเมื่อเริ่มดำเนินการสำรวจ จำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานเพื่อพิจารณาว่าควรจะสำรวจที่ใด และในช่วงเวลาใด การศึกษาครั้งนี้ได้ส่งแบบสอบถามให้กับผู้รู้จักกระเทียมนา อาจารย์ที่สอนทางด้านชีวานุกรมวิธานของพืช หรือสอนวิชาชีววิทยา ในสถาบันการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไป รวมทั้งผู้รู้ในสถาบันที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมป่าไม้ สวนพฤกษศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งได้รับความร่วมมือช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจากทุกท่านที่กล่าวมา แบบสอบถามกว่า 300 ชุด ปรากฏว่ามีผู้รู้จักกระเทียมนาน้อยกว่าร้อยละ 30 และรู้ว่ามีกระเทียมนาอยู่ที่ใดน้อยกว่าร้อยละ 10 จึงเป็นข้อจำกัดประการแรกที่ต้องเดินทางไปยังที่ที่ได้รับแจ้งว่าพบ และได้พบกระเทียมนาในที่ที่ได้รับแจ้งจริงเพียงไม่กี่ราย ยังมีความเข้าใจผิดว่ากกทรงกระเทียมหรือหญ้ากระเทียมคือกระเทียมนา ดังนั้นในการกำหนดสุ่มจังหวัดที่สำรวจ จึงได้พิจารณาสภาพภูมิประเทศเป็นแนวทางประกอบร่วมกับข้อมูลที่ได้รับแจ้งด้วย

5.2.2 ข้อจำกัดในด้านเวลาของการสำรวจ กระเทียมนาเป็นพืชน้ำล้มลุก เจริญเติบโตเฉพาะในฤดูฝน ในฤดูหนาวถึงฤดูร้อนจะมีโอกาสพบเห็นได้น้อยมาก เพราะพืชจะพักตัวในรูปของหัวคอร์มอยู่ใต้ดิน ไม่สามารถพบเห็นต้นพืชได้และในฤดูฝนที่ดำเนินการสำรวจมีปัญหาในด้าน

อุทกภัยเป็นบริเวณกว้างทั่วประเทศทำให้เป็นข้อจำกัดที่สำคัญอีกประการหนึ่ง เพราะแม้แต่แหล่งที่สามารถพบเห็นกระเทียมนาได้ เมื่อเกิดภาวะน้ำท่วมในพื้นที่และมีระดับน้ำสูงกว่าใบกระเทียมนา ระยะเวลาหนึ่งทำให้ใบเน่าและต้นพักตัวเช่นฤดูพักตัว หรือบางแหล่งน้ำท่วมนานเกินไปในที่สุดต้นหรือหัวคอร์มได้เน่าตายเช่นเดียวกัน

5.2.3 จากข้อจำกัดข้อ 5.2.1 และ 5.2.2 มีผลกระทบต่อการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ทำให้ขาดแคลนพืชตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในช่วงเวลานอกฤดูการเจริญของพืช แม้จะทำการปลูกเลี้ยงเอาไว้ ต้นพืชยังคงแสดงภาวะพักตัวกับสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมตามธรรมชาติด้วย

5.2.4 ข้อจำกัดตามธรรมชาติของต้นกระเทียมนา ซึ่งสร้างไมโครสปอร์ในต้นพืชที่เจริญเต็มวัย จึงมักจะไม่พบเห็นไมโครสปอร์ในพืชที่มีอายุน้อยปีหรือมีต้นขนาดเล็ก

5.2.5 ข้อจำกัดในด้านเอกสาร ข้อมูลและข้อสนเทศที่เกี่ยวกับกระเทียมนาในประเทศไทยมีเพียงเล็กน้อย การขาดแคลนพืชตัวอย่างทำให้การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกระเทียมนาในประเทศไทยมีน้อยมาก การศึกษาครั้งนี้จึงจำเป็นต้องอาศัยการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ *Isoetes* ชนิดอื่นๆ จากต่างประเทศเป็นแนวทางในการศึกษา

5.3 การประยุกต์ใช้จากผลการวิจัย

การประยุกต์ใช้ผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องและเป็นข้อมูลหรือข้อสนเทศในการเรียนการสอนทางด้านพฤกษศาสตร์ ชีวานุกรมวิธานของพืช สัณฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบของพืช นอกจากนี้ยังเป็นข้อสนเทศในการศึกษาและอนุรักษ์พืชใกล้สูญพันธุ์อื่นๆ ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาเภสัชพฤกษศาสตร์และเภสัชเคมีเพื่อศึกษาถึงประโยชน์ของกระเทียมนาทางด้านอาหารและยารักษาโรคในอนาคต

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.4.1 ควรมีการศึกษาชีววิทยาการเจริญของกระเทียมนา โดยติดตามศึกษาวัฏจักรชีวิต เพื่อจะได้ข้อมูลและข้อสนเทศเกี่ยวกับกระเทียมนาให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.4.2 ควรมีการศึกษาทดลองเพาะเลี้ยงต้นกระเทียมนา เพื่อค้นหาสาเหตุของการลดจำนวนประชากรในธรรมชาติ โดยเฉพาะภาวะการเกษตรกรรมแบบใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การใช้ปุ๋ยเคมี ผลกระทบจากน้ำทิ้งจากชุมชนต่อถิ่นที่อยู่ของกระเทียมนา เป็นต้น

5.4.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครโมโซม เพื่อประโยชน์ทางชีววิทยาและการเก็บรักษาพันธุกรรมของพืช

5.4.4 ควรศึกษาสำรวจแหล่งที่อยู่อาศัยของกระเทียมนาเพิ่มเติม เพื่อประเมินจำนวนประชากรที่มีอยู่เป็นปัจจุบันและทดลองหาแนวทางในการขยายพันธุ์ เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรรวมทั้งเก็บรักษาพันธุกรรมของกระเทียมนาไว้ในพิพิธภัณฑ์หรือแหล่งเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช

5.4.5 ควรศึกษาการนำเอากระเทียมนา ไปใช้ประโยชน์ทั้งในด้านอาหาร เภสัชเคมีและสมุนไพรควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติ เพื่อการใช้ประโยชน์จากกระเทียมนาอย่างยั่งยืนต่อไป

รายการอ้างอิง

รายการอ้างอิง

กมลหทัย พูลพงษ์. (2545). **กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบของ *Fimbristylis* Vahl (Cyperaceae) ในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กรมทางหลวง. (2540). **แผนที่ทางหลวงในประเทศไทย.** ฉบับปี 2540, มาตราส่วน 1 : 1,000,000 กรุงเทพฯ : สโมสรกรมทางหลวง กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม.

กรมป่าไม้. (2536). **พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมแผนที่ทหาร. (2536). **แผนที่ประเทศไทย.** ลำดับชุด (series) L7017, มาตราส่วน 1 : 50,000 พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : กองบัญชาการทหารสูงสุด – RTSD.

กันยารัตน์ ไชยสุต. (2532). **เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล Zephyranthes.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2540). **การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for Windows.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ก่องกานดา ชยามฤต. (2541). **คู่มือจำแนกพรรณไม้**. กรุงเทพมหานคร : หอพรรณไม้ กรมป่าไม้, โรงพิมพ์ไดมอนด์พริ้นติ้ง จำกัด.

_____. (2532). แนวทางการศึกษาพืชหายากและใกล้จะสูญพันธุ์, ใน สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และ ศุภชัย หล่อโลหการ (บรรณาธิการ) **ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย**. (หน้า 105 – 110). กรุงเทพฯ : ประชาชน.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณิต แวงวาสิต. (2544). **พืชสกุลหญ้าลิ้นงู(*Hediotis* L.) ในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จารุพันธ์ ทองแถม, ม.ล. (2532). เฟิร์นหายากใกล้สูญจากป่าไทย สาเหตุของการสูญพันธุ์และแนวอนุรักษ์, ใน สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และ ศุภชัย หล่อโลหการ (บรรณาธิการ) **ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย**. (หน้า 91 – 103). กรุงเทพฯ : ประชาชน.

จำลอง เพ็งคล้าย, จรัญ ฉ.เจริญผล, ธวัชชัย สันติสุข และลีนา ผู้พัฒนพงศ์. (2515). **ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจของไทย ตอนที่ 1.** กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้.

จำลอง เพ็งคล้าย และคณะ. (2526). **ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจของไทย ตอนที่ 3.** กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้.

ชฎาพร เสนาคุณ. (2545). **การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์และความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชเผ่า Crotoneae (Euphorbiaceae) ในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชวลิต นิยมธรรม. (2543). **สถานภาพการศึกษาพรรณไม้ในพื้นที่อนุรักษ์ในประเทศไทย.** ใน การประชุมวิชาการประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 4. พิษณุโลก : 9-12 ตุลาคม 2543

เต็ม สมิตินันทน์. (2544). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544, กรุงเทพฯ : ประชาชน.

_____. (2538). พรรณพืชไทยเฉพาะถิ่นที่หายากและใกล้สูญพันธุ์, ใน ธวัชชัย สันติสุข (บรรณาธิการ) **หนังสืออนุสรณ์งานพระราชทานเพลิงศพ ศาสตราจารย์ ดร. เต็ม สมิตินันท์.** (หน้า 16-21). กรุงเทพฯ : รำไทยเพลส.

_____. (บรรณาธิการ). (2518). **ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจของไทย ตอนที่ 2.** กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้.

นงค์นาถ อู่ประสิทธิ์วงศ์ และชลาลัย แจ่มผล. (2544). **การผันแปรของปริมาณฝนและอุณหภูมิในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา.

นิตยา แจ้งกระจ่าง. (2543). **กายวิภาคศาสตร์เพื่อการจำแนกประเภทพืชวงศ์กก 30 ชนิด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปัทมา วิตยากร. (2533). **ดิน : แหล่งธาตุอาหารของพืช.** ขอนแก่น : ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประนอม จันทรโณทัย และอัจฉรา ธรรมถาวร. (2540). **เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการการศึกษาทางพฤกษานุกรมวิธาน ภาคบรรยาย.** ขอนแก่น : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง. (2540). **คู่มือปฏิบัติการการศึกษาโครโมโซมพืช.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

พวงผกา อัมพันธ์จันทร์. (2533). **จำนวนโครโมโซมของพืชดอกบางชนิดในบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัชนี ฉวีราช. (2535). **เอกสารประกอบการสอน วิชา 311 320 พรรณไม้น้ำ.** ขอนแก่น : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2536). **ศัพท์วิทยาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สหธรรมิก.

_____. (2541). **ศัพท์พฤกษศาสตร์ อังกฤษ - ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน.** กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล และอำพน บุญเพลง. (2545). Krathiam nam (*Isoetes coromandelina* L. f.) Isoetaceae โรงงานยาใหม่และกินได้จากประเทศไทย. ใน **การประชุมเสนอผลงานวิจัยทางเภสัชศาสตร์ ครั้งที่ 19.** วันพุธที่ 4 ธันวาคม 2545, ณ ห้อง 502 คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วินิจ วนันดร, พระยา. (2503). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย : ชื่อพื้นเมือง-ชื่อพฤกษศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้.

วิไลวรรณ มนูศิลป์. (2542). **พรรณไม้วงศ์ผักปราบในอุทยานแห่งชาติภูพาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิสุทธิ์ ใบไม้. (2538). **พันธุศาสตร์.** กรุงเทพฯ : เอ็น พี ซับพลายพริ้นติ้ง.

ศรีสุมนตร์ สีตะธนี. (2525). **สัณฐานวิทยาของพืชที่มีระบบท่อลำเลียง (ไซลอพซิดา - ฟิลิคอพซิดา).** ขอนแก่น : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมพงษ์ ธรรมถาวร. (2541). **เอกสารประกอบการสอนวิชา Tropical Plant Ecology.** นครราชสีมา สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สมพงษ์ สิทธิพรหม และอัจฉรา ธรรมถาวร. (2540). **เทคนิคการเตรียมตัวอย่างทางชีววิทยา.** ขอนแก่น : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมศักดิ์ อภิสิทธิวาณิช และสุมน มาสุธน. (2543). การศึกษาโครโมโซมพืชด้วยการย่อยเซลล์ **วิทยาศาสตร์** พฤษภาคม – มิถุนายน หน้า 178 – 183.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. (2535). **คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนทร คำยอง. (2539). **เทคนิคการสำรวจและประเมินความหลากหลายทางชีวภาพป่าไม้.** เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง Science and Technology Education in Year 2000 วันที่ 22-23 กรกฎาคม พ.ศ. 2539 ณ โรงแรมดิอิมเพรส จังหวัดเชียงใหม่.

สุรพล แสนสุข. (2543). **การศึกษาสัณฐานวิทยา โครโมโซม และละอองเรณูของพรรณไม้วงศ์ขิง ในอุทยานแห่งชาติภูพาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2539 ก). **อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ : คิดในระดับโลกและทำในระดับประเทศ.** กรุงเทพมหานคร : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

_____. (2539 ข). **อนุสัญญาและกฎหมายระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ .** กรุงเทพมหานคร : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

_____. (2539 ค). แนวทางการพิจารณาจัดสถานภาพทรัพยากรชีวภาพ. ใน **รายงานการประชุมเพื่อจัดสถานภาพทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย.** (หน้า 16 – 27). กรุงเทพมหานคร : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2543). **แผนที่แสดงเขตอำเภอ ตำบล เทศบาล และข้อมูลพื้นฐานของจังหวัด พ.ศ. 2543.** กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.

อัจฉรา ธรรมถาวร. (2538). **คู่มือการทำสไลด์ถาวรเนื้อเยื่อพืชโดยกรรมวิธีพาราฟิน.** ขอนแก่น : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

_____. (2535). **ปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ของพืช.** ขอนแก่น : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

_____. (2530). ป่าเต็งรัง. **วารสารวิทยาศาสตร์มข.** 15(1) : 10-14.

อมรรัตน์ ประจักษ์สูตร์. (2543). **การศึกษาเบื้องต้นของพืชวงศ์กระดุมเงินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Airy Shaw, H.K. (1972). The Euphorbiaceae of Siam. **Kew Bulletin.** 26 (2) : 191-363.

Backer, C.A., and Bakhuizen van den Brink Jr, R.C. (1963). **Flora of Java.** (Vol. I). N.V.P. Noordhoff-Groningen The Netherlands.

_____. (1965). **Flora of Java.** (Vol. II). N.V.P. Noordhoff-Groningen The Netherlands.

_____. (1968). **Flora of Java.** (Vol. III). N.V.P. Noordhoff-Groningen The Netherlands.

Bailey, L.H. (1949). **Manual of cultivated plants.** New York : Macmillan.

Barnes, R.S.K., and Mann, K.H. (eds.). (1993). **Fundamentals of aquatic ecology.** (2nd ed.). London : Blackwell Scientific.

Bhojwani, S. S., and Razdan, M.K. (1983). **Plant tissue culture : Theory and practice.** New York : Elsevier Science.

Bierhorst, D.W. (1971). **Morphology of vascular plants.** New York : Macmillan

Bold, H.C., Alexopoulos, C.J. and Delevoryas, T. (1980). **Morphology of plants and fungi.** (4th ed.) New york : Harper & Row.

BONAP. (2003a). **BONAP Distribution data : US distribution map of Isoetes.** [On-line]. Available: http://www.csdl.tamu.edu/FLORA/cgi/b98_map?genus=Isoetes

_____. (2003b). **BONAP Distribution data taxa of genus *Isoetes* in the US. : Species list.** [On-line]. Available: http://www.csdl.tamu.edu/ FLORA/cgi/ruled_html_query? colldir=kartesz/mgdata&collname=bonap98&query =Isoetes

_____. (2003c). **BONAP Distribution data taxa of genus *Isoetes* in the US. : Species list.** [On-line]. Available: http://www.csdl.tamu.edu/FLORA/cgi/b98_list?genus=Isoetes

Bower, F.O. (1959). **The origin of land flora.** New York : Hafner.

Brady, N.C., and Weil, R.R. (2002). **The nature and properties of soils.** (13th ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Britton, D.M. (1991). A hybrid Isoetes, *Isoetes* X *harveyi* , in Northeastern North – America. **Canadian Journal of Botany -Revue Canadienne De Botanique.** 69 (3) : 634 - 640.

Britton, D. M., and Brunton, D. F. (1996). *Isoetes* X *pseudotruncata*, a new triploid hybrid from western Canada and Alaska. **Canadian Journal of Botany -Revue Canadienne De Botanique.** 74 (1) : 51-59.

_____. (1995). *Isoetes* X *marensis*, A new interspecific hybrid from western Canada. **Canadian Journal of Botany -Revue Canadienne De Botanique.** 73 (9) : 1345-1353.

_____. (1992). *Isoetes* X *jeffreyi,* hyb nov, A new Isoetes (*Isoetes macrospora* X *Isoetes riparia*) from Quebec, Canada. **Canadian Journal of Botany -Revue Canadienne De Botanique.** 70 (3) : 447-452.

Britton, D.M., Brunton, D.F., and Talbot, S.S. (1999). Isoetes in Alaska and the Aleutians **American Fern Journal.** 89(2) : 133-141.

Britton, D.M., Catling, P.M., Norris, J. and Varga, S. (1991). Engelmann Quillwort *Isoetes engelmannii*, an addition to the aquatic flora of Canada. **Canadian Field – Naturalist**. 105(1) : 67-70.

Britton, D.M., and Goltz, J.P. (1991). *Isoetes prototypus*, A new diploid species from Eastern Canada. **Canadian Journal of Botany – Revue Canadienne de Botanique.** 69 (2) : 277-281.

Brunton, D.F., and Britton, D. M. (1999). *Isoetes* X *echtuckerii*, hyb. nov., a new triploid quillwort from northeastern North America. **Canadian Journal of Botany.** 77(11) : 1662-1668.

_____. (1998). *Isoetes microvela* (Isoetaceae), a new quillwort from the coastal plain of the southeastern United States. **Rhodora.** 100 (903) : 261-275.

_____. (1997). Appalachian quillwort (*Isoetes appalachiana*, sp. nov.; Isoetaceae), a new pteridophyte from the eastern United States. **Rhodora.** 99(898) : 118-133.

_____. (1996a). Taxonomy and distribution of *Isoetes valida*. **American Fern Journal.** 86(1) : 16-25 .

_____. (1996b). The status, distribution, and identification of Georgia Quillwort (*Isoetes georgiana*; Isoetaceae). **American Fern Journal.** 86(4) : 105-113.

Canadian Botanical Conservation Network. (1999). **Canada's Plants At Risk.** [On-line]. Available : http://www.rbg.ca/cbcn/p_ont.html

Carlton, J.T. (2001). Endangered marine invertebrates. In S.A. Levin (ed.). **Encyclopedia of Biodiversity.** (vol.2) pp. 455-464, New York : Academic Press.

Collin, P.H. (1995). **Dictionary of ecology and the environment.** (3rd ed.) Finland : Peter Collin.

Cook, C.D.K. (1996 a). **Aquatic and wetland plants of India**. Oxford : Oxford University Press.

_____. (1996 b). **Aquatic plant book.** New York : SPB Academic.

Cronquist, A. (1988). **The evolution and classification of flowering plants**. (2nd ed.). New York : New York Botanical Garden.

_____. (1981). **An integrated system of classification of flowering plants**. New York : Columbia University Press.

Dahlgren, R.M.T., Clifford, H.T. and Yeo, P.F. (1985). **The families of the monocotyledons.** Berlin : Springer-Verlag.

Darlington, C.D. and Wylie A.P. (1945). **Chromosome atlas of flowering plants.** London : George Allen & Unwin.

Decamp, J.D., Stetler, D.A., and Demaggio, A.E. (1994). Expression of sporophytic storage proteins in the corm of the quillwort (*Isoetes echinospora* Dur). **Plant Physiology.** 106(4) : 1395-1402.

Dewinton, M.D., Clayton, J.S., Wells, R.D.S., Tanner, C.C., and Miller, S.T. (1991). Submerged vegetation of lakes Sumner, Marion, Katrine, Taylor, and Sheppard in Canterbury, New Zealand. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research.** 25(2) : 145-151

Dickison, W.C. (2000). **Integrative plant anatomy.** New York : Academic Press.

Eames, A.J. (1974). **Morphology of vascular plants ; Lower groups.** New Delhi : TATA McGraw-Hill.

Erdtman, G. (1966). **Pollen morphology and plant taxonomy : Angiosperms.** New York : Hafner.

Esau, K. (1977). **Anatomy of seed plants.** (2nd ed.). New Delhi : Wiley Eastern.

Fernald, M.L. (1950). **Gray's manual of botany.** (8th ed.). New York : American Book.

Finar, I.L. (1995). **Organic chemistry.** Vol. 2, Singapore : Longman.

Fitter, A.H., and Hay, R.K.M. (1987). **Environmental physiology of plants.** (2nd ed.). London : Academic Press.

Foster, A.S., and Gifford, Jr. E.M. (1974). **Comparative morphology of vascular plants.** (2nd ed.). San Francisco : W.H. Freeman and Company.

Fuchs-Eckert, H.P. (1981a). *Isoetes palmeri* H.P. Fuchs, a new Isoetes type from the uplands South America. **Proceedings. Series C. Biological and medical sciences - Nederlandse Akademie van Wetenschappen.** June 20, 84 (2) : 165-174.

_____. (1981b). *Isoetes cleefii* H.P. Fuchs, an additional new Isoetes type from the Columbian uplands. **Proceedings. Series C. Biological and medical sciences – Nederlandse Akademie van Wetenschappen.** June 20, 84 (2) : 175-182.

Gacia, E., Ballesteros, E., Camarero, L., Delgado, O., Palau, A., Riera, J.L., and Catalan, J. (1994). Macrophytes from lakes in the eastern pyrenees – Community composition and ordination in relation to environmental factors. **Freshwater Biology.** 32(1) : 73-81.

Gacia, E., and Ballesteros, E. (1994). Production of *Isoetes lacustris* in a pyrenean lake – seasonality and ecological involved in the growing period. **Aquatic Botany.** 48(1) : 77-89.

_____. (1993). Population and individual variability of *Isoetes lacustris* L. with depth in a pyrenean lake. **Aquatic Botany.** 46(1) : 35-47.

Gamborg, O.L. and Phillips, G.C. (eds.) (1995). **Plant cell, tissue and organ culture : Fundamental methods.** Berlin : Springer-Verlag.

Gamborg, O.L., Miller, R.A., and Ojima, K. (1968). Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. **Experimental Cell Research.** 50 : 151-158.

Gledhill, D. (1990). **The names of plants.** (2nd ed.) London : Cambridge University Press.

Gomez, P.L.D. (1981). A new mesoamerican quillwort *Isoetes savannarum*, Costa Rica. **Phytologia.** 49(4) : 339-340.

Goswami, H K. (1975). Chromosome studies in natural populations of *Isoetes pantii* , with heterosporous sporangia. **Cytologia.** 40(3/4) : 543-551.

Goswami, I., (1996). Three decades with *Isoetes.* **Indian Fern Journal.** 13 : 51 – 61.

Hall, J.B. (1971). Observations on Isoetes in Ghana. (*Isoetes abyssinica, Isoetes nigritiana, Isoetes tenuifolia*). **Bot J Linn Soc.** 64(2) : 117-139.

Halloy, S. (1980). Two new Isoetes (Lycopsida) with ecological data on Laguna Muerta and Laguna Escondida lakes (Cumbres Calchaquies, Tucuman, Argentina) *Isoetes escondidensis, Isoetes alcalophila.* **Lilloa.** 35 (2) : 65-95.

Harris, J.G., and Harris, M.W. (1994). **Plant identification terminology : An illustrated glossary.** Utah : Spring Lake.

Hendry, G.A.F., and Grime, J.P. (eds.). (1993). **Methods in comparative plant ecology.** London : Chapman and Hall.

Heusser, C.J. (1971). **Pollen and spores of Chile.** Arizona : The University of Arizona Press.

Heywood, V.H. (ed.). (1993). **Flowering plants of the world**. London : BT Batsford.

Hickey, M., and King, C. (2000). **The Cambridge illustrated glossary of botanical terms.** New york : Cambridge University Press.

Hickey, R.J. (1986). On the identity of *Isoetes triquetra* A. Braun. **Taxon.** 35 : 243-246.

_____. (1981). A new Isoetes from Jamaica *Isoetes jamaicensis*, Pteridophyta. **American Fern Journal.** 71 (3) : 69-74.

Jermy, A.C. (1990). Isoetaceae. In Kramer, K.U. and Green, P.S. (eds.). **The families and genera of vascular plants I : Pteridophytes and Gymnosperms**. pp. 26 – 31. New York : Springer-Verlag.

Johansen, D.A. (1968). **Plant microtechnique**. New York : McGraw-Hill Book.

Karrfalt, E.E. (1982). Secondary development in the cortex of *Isoetes.* **Botanical Gazette.** 143 (4) : 439-445.

Keeley, J.E. (1998). CAM photosynthesis in submerged aquatic plants. **The Botanical Review**. 64 (2) : 121 -175.

_____. (1983). Crassulacean acid metabolism in the seasonally submerged aquatic *Isoetes howellii*. **Oecologia**. 58 : 57-62.

Keng, H. (1969). **Orders and families of Malayan seed plants**. Singapore : Singapore University Press.

Knox, R.B. (1979). **Pollen and allergy**. London : Edward Arnold.

Koch, W.J. (1973). **Plants in the laboratory**. New York : Macmillan.

Kramer, K.U., and Green, P.S. (vol. eds.). (1990). I Pteridophytes and gymnosperms. In Kubitzki K. (ed.) **The Families and Genera of Vascular Plants.** Berlin : Springer – Verlag.

Kubitzki, K., Rhower, J.G. and Bittrich, V. (eds.). (1993). **The families and genera of vascular plants**. Berlin : Springer-Verlag.

Larcher, W. (1983). **Physiological plant ecology.** New York : Springer – Verlag.

Large, M.F., and Braggins, J.E. (1991). Spore atlas of New Zealand ferns and fern allies. **New Zealand Journal of Botany.** No.SS, pp.1-167.

Larsen, K. (1963). Studies in the Flora of Thailand 20 "Various Families". In **Dansk Botanisk Arkiv.** Bind 23, Nr 1 : Udgivet Af Dansk Botanisk Forening "Studies in the Flora of Thailand 15 – 25" Kobenhavn Ejnar Munkgard.

Lawrence, E. (2000). **Henderson's dictionary of biological terms.** (12th ed.) London : Prentice Hall.

Lawrence, G.H.M. (1963). **Taxonomy of vascular plants**. New York : Macmillan.

Lecomte, H. (1951). **Flore generale de L'Indo-Chine.** Paris : Ministere de L'Instruction. p. 545,595.

Leon, B., and Young, K. R. (1996). Aquatic plants of Peru: Diversity, distribution and conservation. **Biodiversity and Conservation.** 5(10) : 1169-1190.

Mabberley, D.J. (1993). **The plant - book : A portable dictionary of higher plants**. Cambridge : Cambridge University Press.

Meteorological department. (2003). **Monthly temperature, monthly rainfall and monthly relative humidity on year 1999-2000 in Thailand.** Bangkok : Data processing sub-division, Climatology division. 30-May-2003.

Meyer, F.G., and Walker, E.H. (eds.) (1965). **Flora of Japan.** (In English by Ohwi, J.). Washington, D.C. : Smithsonian Institution.

Mickel, J.T. (1979). **How to know the ferns and fern allies.** Dubuque : Wm. C. Brown.

Microsoft. (2000). Thailand, Asia. [CD-ROM] **Encarta Interactive World Atlas 2000.** Dynamic Map. Item : 1ewa 001-002.

Miller, R.W., and Donahue, R.L. (1990). **Soils : An introduction to soils and plant growth.** (6th ed.). New Jersey : Prentice Hall.

Missouri Botanical Garden. (2003a). ***Isoetes coromandelina* L. f. , Nomenclatural Data Base,** TROPICOS # 26619698, [On-line]. Available : http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast?onda=N26619698

_____. (2003b). ***Calamaria coromandelina* (L. f.) Kuntze. Nomenclatural Data Base,** TROPICOS # 26619700, [On-line]. Available : http://mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast?onda=N26619700

Moore, P.D., Webb, J.A. and Collinson, M.E. (1991). **Pollen analysis.** (2nd ed.). London : Blackwell Scientific.

Moore, R., Clark, W.D. and Stern, K.R. (1995). **Botany**. Dubuque : Wm. C. Brown.

Mueller-Dombois, D. (2001). Island biogeography. In S.A. Levin (ed.). **Encyclopedia of Biodiversity.** (vol. 3) pp.565-580, New York : Academic Press.

Murashige, T., and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobaco tissue cultures. **Physiology of Plant**. 15 : 473-497.

Musselman, L. J., Bray, R. D., and Knepper, D. A. (1997). *Isoetes* X *carltaylorii* (*Isoetes acadiensis* X *Isoetes engelmannii*) a new interspecific quillwort hybrid from the Chesapeake Bay. **Canadian Journal of Botany -Revue Canadienne De Botanique.** 75(2) : 301-309.

_____. (1996). *Isoetes* x *bruntonii* (*Isoetes engelmannii* X *Isoetes hyemalis*), a new hybrid quillwort from Virginia . **American Fern Journal**. 86(1) : 8-15.

Musselman, L.J., Taylor, W.C. and Bray, R.D. (2002). *Isoetes mattaponica* (Isoetaceae), a new diploid quillwort from freshwater tidal marshes of Virginia. **Novon.** 11 (2) : 200–204. [On-line]. Available: http://www.mobot.org/MOBOT/Research/publications.shtml

Ng, F.S.P. (1978). **Tree Flora of Malaya.** (Vol. III). Singapore : Longman Malaysia.

_____. (1989). **Tree Flora of Malaya.** (Vol. IV). Kuala Lumpur : Longman Malaysia.

Northington, D.K., and Schneider, E.L. (1996). **The botanical world**. (2nd ed.) Dubuque : Wm. C. Brown.

Odum, E.P. (1971). **Fundamentals of ecology.** (3rd ed.) London : W.B. Saunders.

Ogura, Y. (1972). **Comparative anatomy of vegetative organs of the pteridophytes.** (2nd rev. ed.) Berlin : Gebruder Borntraeger.

Pearson, L.C. (1995). **The diversity and evolution of plants**. Tokyo : CRC Press.

Phengklai, C. (ed.). (1983). **Thai Forest Bulletin (Botany)** No. 14. Bangkok : The Forest Herbarium, Royal Forest Department.

_____. (1985). **Thai Forest Bulletin (Botany)** No. 15. Bangkok : The Forest Herbarium, Royal Forest Department.

_____. (1986). **Thai Forest Bulletin (Botany)** No. 16. Bangkok : The Forest Herbarium, Royal Forest Department.

Pietsch, W. (1991). On the phytosociology and ecology of *Isoetes asiatica* (Makino) Makino in oligotrophic water bodies of South Sakhalin. **Vegetatio.** 97(2) : 99-115.

Pigg, K.B. (1992). Evolution of Isetalean Lycopsids. **Annuals of the Missouri Botanical Garden.** 79(3) : 589-612.

Radanachaless, T. and Maxwell, J.F. (1997). **List of weeds reported in Thailand.** (2nd ed.) Bangkok, Work Press.

_____. (1994). **Weeds of soybean fields in Thailand.** Chiang Mai : Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University.

Rattray, M.R., Webb, D.R. and Brown J.M.A. (1992). Light effects on crassulacean acid metabolism in the submerged aquatic plant *Isoetes kirkii* Braun, A. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research.** 26(3-4) : 465-470.

Retallack, G.J. (1997). Earliest triassic origin of Isoetes and quillwort evolutionary radiation **Journal of Paleontology** . 71(3) : 500-521.

Richards, P.W. (1996). **The tropical rain forest an ecological study.** (2nd ed.). Cambridge : Cambridge University Press.

Romero, M.I., and Amigo, J. (1995). Autecology and distribution of *Isoetes longissimum* in Europe. **Nordic Journal of Botany**, 15(6) : 563-566.

Rorslett, B., and Johansen, S.W. (1995). Dynamic response of the submerged macrophyte, *Isoetes lacustris*, to alternating light levels under field conditions. **Aquatic Botany.** 51(3-4) : 223-242.

Sainty, G.R., and Jacobs, S.W.L. (1994). **Waterplants in Australia : a field guide.** (3rd ed.). Darlinghurst : Sainty and Associates.

Santisuk, T. (ed.) (1991). **Thai Forest Bulletin (Botany)** No. 19. Bangkok : The Forest Herbarium, Royal Forest Department.

_____. (1993). **Thai Forest Bulletin (Botany)** No. 20. Bangkok : The Forest Herbarium, Royal Forest Department.

_____. (1994a). **Thai Forest Bulletin (Botany)** No. 21. Bangkok : The Forest Herbarium, Royal Forest Department.

_____. (1994b). **Thai Forest Bulletin (Botany)** No. 22. Bangkok : The Forest Herbarium, Royal Forest Department.

_____. (1995). **Thai Forest Bulletin (Botany)** No. 23. Bangkok : The Forest Herbarium, Royal Forest Department.

Santisuk, T. and Larsen, K. (eds.). (1997). **Flora of Thailand.** 6 (3), Bangkok : Diamond.

_____. (1998). **Flora of Thailand.** 6 (4), Bangkok : Diamond.

_____. (1999). **Flora of Thailand.** 7 (1), Bangkok : Diamond.

_____. (1999). **Flora of Thailand.** 7 (1), Bangkok :.Diamond.

Sass, J.E. (1964). **Botanical microtechnique.** (3rd ed.). Iowa : The Iowa State University Press.

Scagel, R.F., Bandoni, R.J., Rouse, G.E., Schofield, W.B., Stein, J.R., and Taylor, T.M.C. (1965). **An evolutionary survey of the plant kingdom.** California : Wadsworth, Belmont.

Sharma, B.D. (1998) Fungal associations with Isoetes species. **American Fern Journal.** 88(3) : 138-142 .

Sharp, M.J., and Britton, D.M. (1991). *Isoetes tuckermanii.* Tuckerman quillwort an addition to the flora of Ontario. **Canadian Field – Naturalist.** 105(2) : 283-285.

Shukla, P.K., Srivastava, G.K. and Shukla, S.K. (2002). The quillworts (Isoetes) of India distribution, endemism and species radiation. **Biodiversity and Conservation.** 11(6): 959-973.

Small, R.L., and Hickey, R.J. (2001). Systematics of the Northern Andean *Isoetes karstenii* Complex. **American Fern Journal.** 91(2) : 41-69.

Smith, R.L. (1992). **Elements of ecology.** (3rd ed.). New York : Harper Collins.

Smitinand, T., Santisuk, T. and Phengklai, C. (1980). **The Manual of Dipterocarpaceae of Mainland South-East Asia.** Bangkok : Royal Forest Department.

Smitinand, T. and Larsen, K. (eds.). (1970). **Flora of Thailand.** 2 (1). Bangkok : The Asrct Press.

_____. (1975). **Flora of Thailand.** 2 (3). Bangkok : The Asrct Press.

_____. (1981). **Flora of Thailand.** 2 (4). Bangkok : The Tistr Press.

_____. (1984). **Flora of Thailand.** 4 (1). Bangkok : The Tistr Press.

_____. (1985). **Flora of Thailand.** 4 (2). Bangkok : The Tistr Press.

_____. (1987). **Flora of Thailand.** 5 (1). Bangkok : The Chutima Press.

_____. (1991). **Flora of Thailand.** 5 (3). Bangkok : The Chutima Press.

_____. (1992). **Flora of Thailand.** 5 (4). Bangkok : The Chutima Press.

_____. (1993). **Flora of Thailand.** 6 (1). Bangkok : The Rumthai Press.

Srivastrava, G.K., Shukla, P.K., and Wagai, S.O. (1995). Megaspores of some Indian species of *Isoetes* L. and comparable living and fossil forms. **Palaeobotanist.** 44 : 215-244.

Stace, C.A. (1993). **Plant taxonomy and biosystematics.** (2nd ed.). Malta : Cambridge University Press.

Stearn, W.T. (1983). **Botanical Latin.** (3rd rev. ed.) Vermont : David & Charles.

Stohlgren, T.J. (2001). Endangered plants. In S.A. Levin (ed.). **Encyclopedia of Biodiversity.** (vol. 2) pp.465-477, New York : Academic Press.

Stokoe, R. (1978). *Isotes echinospora* Durieu new to Northern England. **Watsonia J Proc Bot Soc Br Isles.** 12(1) : 51-52.

Szmeja, J. (1994a). An individuals status in populations of Isoetid species. **Aquatic Botany.** 48(3-4) : 203-224 .

_____. (1994b). Effect of disturbances and interspecific competition in Isoetid populations. **Aquatic Botany.** 48(3-4) : 225-238.

Tagawa, M. and Iwatsuki, K. (1979). Pteridophytes. In Smitinand, T. and Larsen, K. (eds.). **Flora of Thailand.** 3 (1) : 33. Bangkok :The Tistr Press.

Takamiya, M., Watanabe, M., and Ono, K. (1996). Biosystematic studies on the genus Isoetes (Isoetaceae) in Japan II. Meiotic behavior and reproductive mode of each cytotype. **American Journal of Botany.** 83(10) : 1309-1322

_____. (1994). Biosystematic studies on the genus *Isoetes* in Japan I. Variations of the somatic chromosome-numbers. **Journal of Plant Research.** 107(1087) : 289-297.

Taylor, W.A. (1993). Megaspore wall ultrastructure in Isoetes. **American Journal of Botany.** 80(2) : 165-171.

Taylor, W.C. (2002). *Isoetes* x *herb-wagneri*, an interspecific hybrid of *I. bolanderi* x *I. echinospora* (Isoetaceae). **American Fern Journal.** 92 (2) : 161-163.

Taylor, W.C., and Hickey, R.J. (1992). Habitat, evolution, and speciation in Isoetes. **Annals of the Missouri Botanical Garden.** 79(3) : 613-622.

Texas A&M University Department of Biology Herbarium. (1999). **Critical taxa of the Isoetaceae** [On-line]. Available: http://www.fws.gov/endlist.html

Thomé, O.W., (1885). **Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz.** Gera, Germany. [On-line]. Available: http://www.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/thome/Index.html

Uehara, K., Kurita, S., Sahashi, N., and Ohmoto, T. (1991). Ultrastructural-study on microspore wall morphogenesis in *Isoetes japonica* (Isoetaceae). **American Journal of Botany.** 78(9) : 1182-1190.

UNEP-WCMC. (2003). **Plants of Global Conservation Concern : Threatened Plants Database.** [On-line].Available: http://www.unep-wcmc.org/species/databases/about.htm

U.S. Fish and Wildlife Service Division of Endangered Species. (1999). **U.S. listed non-flowering plant species index by lead region and status as of september 30, 1999.** [On-line]. Available: http://www.fws.gov/r9endspp/plt2data.html

U.S. Fish and Wildlife Service. (2003). **List of threatened and endangered species.** [On-line]. Available: http://www.endangered.fws.gov/wildlife.htm#species

Voge, M. (1997). Plant size and fertility of *Isoetes lacustris* L in 20 lakes of Scandinavia : A field study. **Archiv Fur Hydrobiologie.** 139 (2) : 171-185

Walters, D.R., and Keil, D.J. (1996). **Vascular plant taxonomy.** (4th ed.). Iowa : Kendall / Hunt.

Walter, K.S. and Gillett, H.J. (eds.). (1998). **1997 IUCN Red List of Threatened Plants.** [On-line]. Available: http://www.unep-wcmc.org/species/index.htm

Watanabe, M., Takamiya, M., Matsusaka, T., and Ono, K. (1996): Biosystematic studies on the genus Isoetes (Isoetaceae) in Japan III. Variability within qualitative and quantitative morphology of spores. **Journal of Plant Research.** 109(1095) : 281-296 .

Wei, G.W., Lin, Q.H., Zhang, C.F., Yuan, Y.Z., and Wang. Q.H. (2003). **Chromosome Number of *Isoetes sinensis* Palmer, a Rare And Endangered Pteridophyta Plant.** [On-line]. Available : http://www.whiob.ac.cn/XBBJ/xbbj200302.htm

Whitmore, T.C. (1972a). **Tree Flora of Malaya.** (Vol. I). Kuala Lumpur : Longman Malaysia.

_____. (1972b). **Tree Flora of Malaya.** (Vol. II). Kuala Lumpur : Longman Malaysia.

Woodland, D.W., (2000). **Contemporary plant systematics.** (3rd ed.). Michigan : Andrews University Press.

World Conservation Monitoring Centre (WCMC). (2003a). **Summary statistics for : Isoetaceae.** [On-line]. Available: http://www.wcmc.org.uk/species/plants/plant_redlist.html

_____. (2003b). **1997 IUCN Red List of Threatened Plants : Globally threatened taxa of vascular plants: IUCN categories by families and major taxa .** [On-line]. Available: http://www.wcmc.org.uk/species/plants/taxonomic.htm

_____. (2003c). **Threatened Plants Database : Country statistics.** [On-line].Available: http://www.wcmc.org.uk/species/plants/geographic.htm

_____. (2003d). **Threatened Plants Database : Family statistics.** [On-line]. Available: http://www.wcmc.org.uk/species/plants/categories.html

_____. (2003e). **1997 IUCN Red List of Threatened Plants : Globally threatened vascular plants: IUCN category by country.** [On-line]. Available : http://www.wcmc.org.uk/species/plants/geographic_table.htm

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ชนิดพันธุ์พืชที่ปรากฏในแหล่งที่พบกระเทียมนา

ภาพที่ ก 1 ก ผักแว่น *Marsilea crenata* C.Presl.

ข ผักเป็ดน้ำ *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.

ค สาหร่ายฉัตร *Myriophyllum tetandrum* Roxb.

ง สาหร่ายหางกระรอก *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle

จ สันตะวา *Ottelia alismoides* (L.) Pers.

ฉ สาหร่ายข้าวเหนียว *Utricularia aurea* Lour.

ภาพที่ ก 2

ก สร้อยสุวรรณา *Utricularia bifida* L.

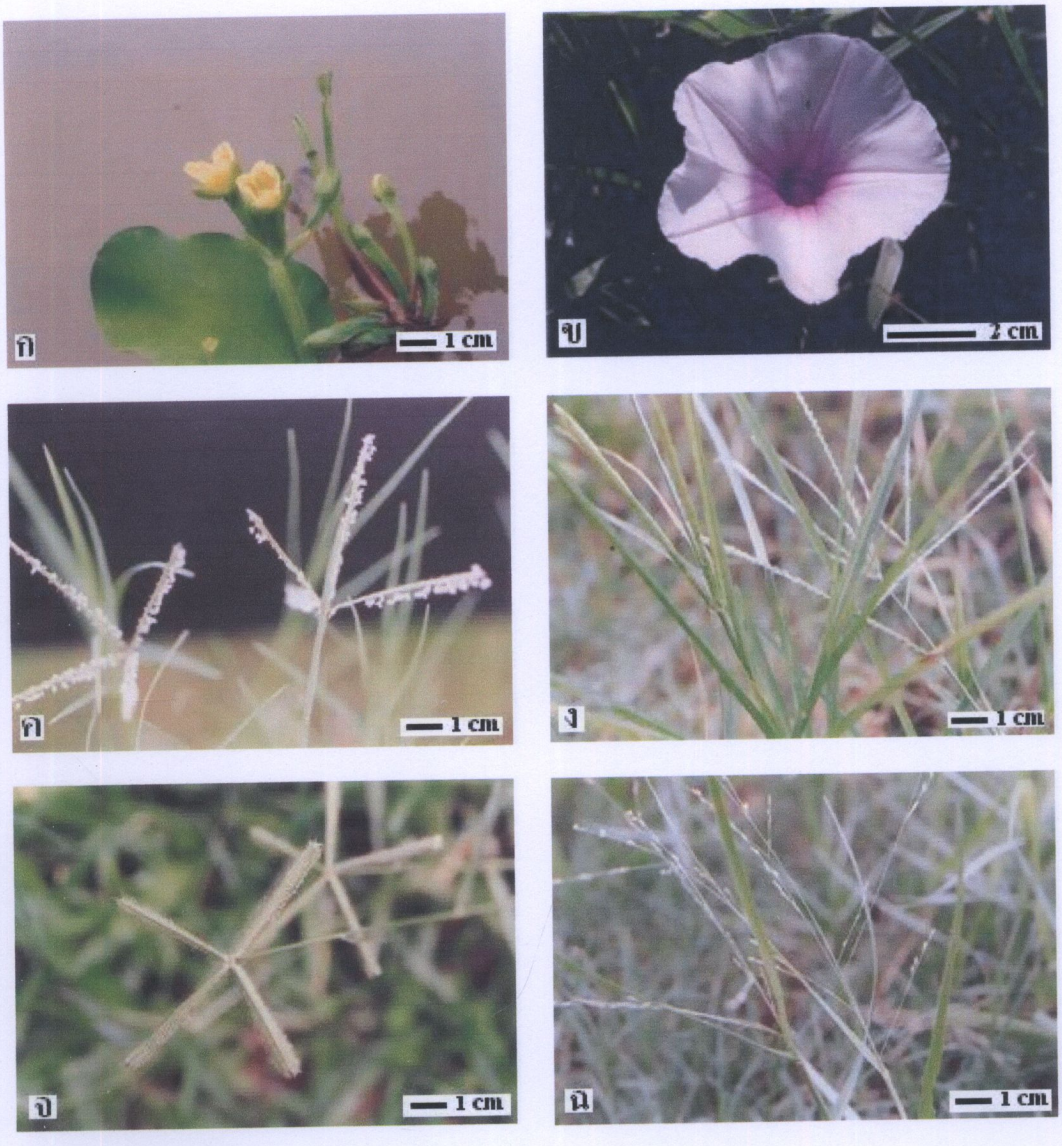
ข บัวบา *Nymphoides indica* (L.) Kuntze

ค บัวเผื่อน *Nymphaea nouchali* Burm. f.

ง แพงพวยน้ำ *Ludwigia adscendens* (L.) H.Hara

จ ผักตบไทย *Monochoria hastata* (L.) Solms

ฉ ผักฮิ้น *Monochoria hastata* (L.) Solms var. *plantaginea* Solms



ภาพที่ ก 3

ก ตาลปัตรฤาษี *Limnocharis flava* (L.) Buchenau

ข ผักบุ้งนา *Ipomoea aquatica* Forssk.

ค หญ้าแพรก *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

ง หญ้าปากควาย *Eleusine indica* (L.) Gaertn.

จ หญ้าตีนกา *Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv.

ฉ หญ้าหวาย *Eragrostis tenella* (L.) P.Beauv. ex Roem. & Schult. var. *tenella*

ภาพที่ ก 4

ก หญ้าไทร *Leersia hexandra* Sw.

ข ข้าว *Oryza sativa* L.

ค หญ้าดอกขาว *Alternanthera sessilis* (L.) DC.

ง กะเม็ง *Eclipta prostrata* (L.) L.

จ พญามุตติ *Grangea maderaspatana* (L.) Poir.

ฉ ตีนตุ๊กแก *Tridax procumbens* L.

ภาพที่ ก 5

ก หญ้าละออง *Vernonia cinerea* (L.) Less.

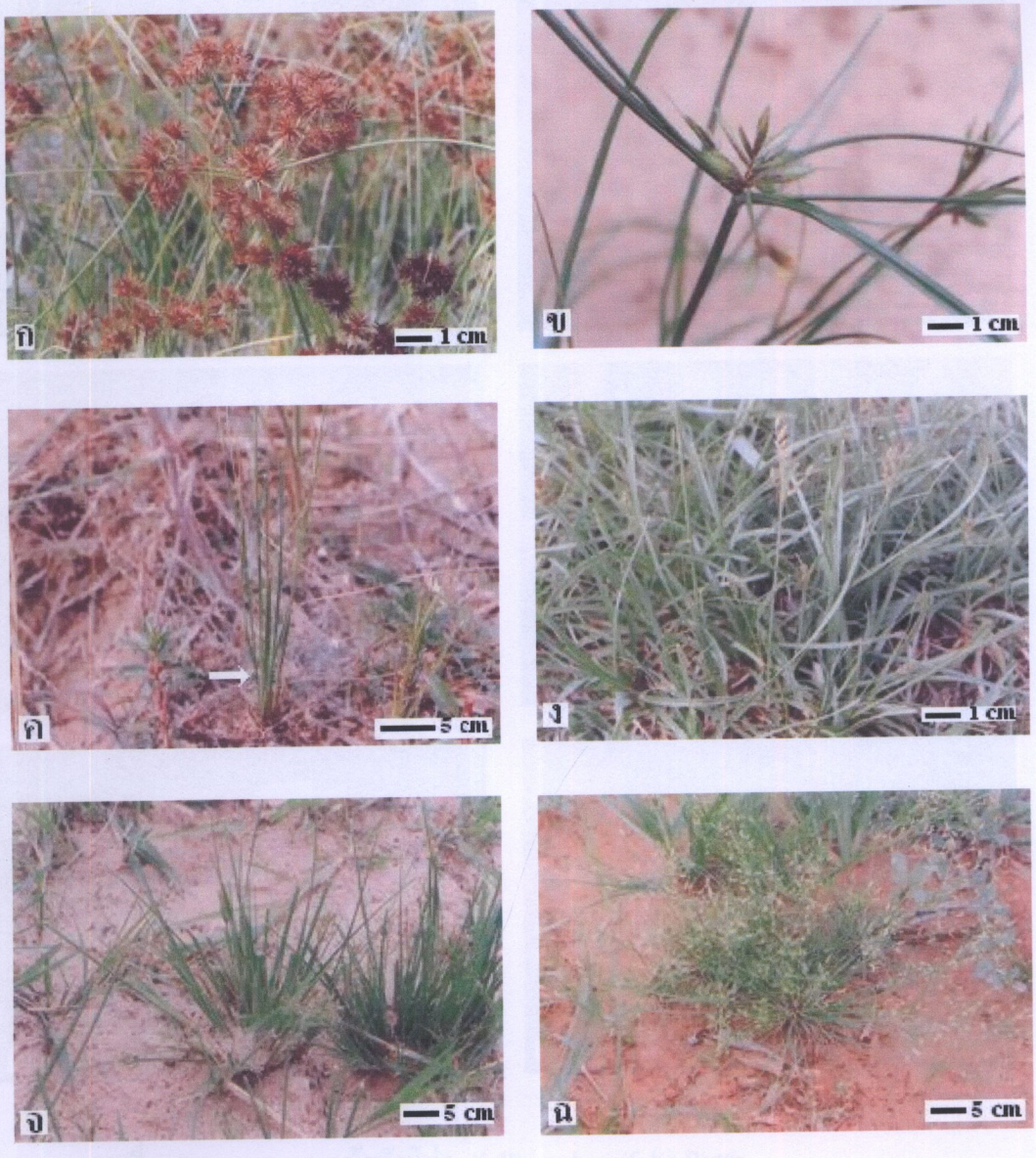
ข หญ้างวงช้าง *Heliotropium indicum* L.

ค ผักปลาบนา *Cyanotis axillaris* Roem. & Schult.

ง น้ำค้างกลางเที่ยง *Murdannia gigantea* (Vahl) Bruckn.

จ กินกุ้งน้อย *Murdannia nudiflora* (L.) Brenan

ฉ กกสามเหลี่ยม *Actinoscirpus grossus* (L.f.) Goetgh.



ภาพที่ ก 6 ก กกรังกาป่า *Cyperus cuspidatus* Kunth

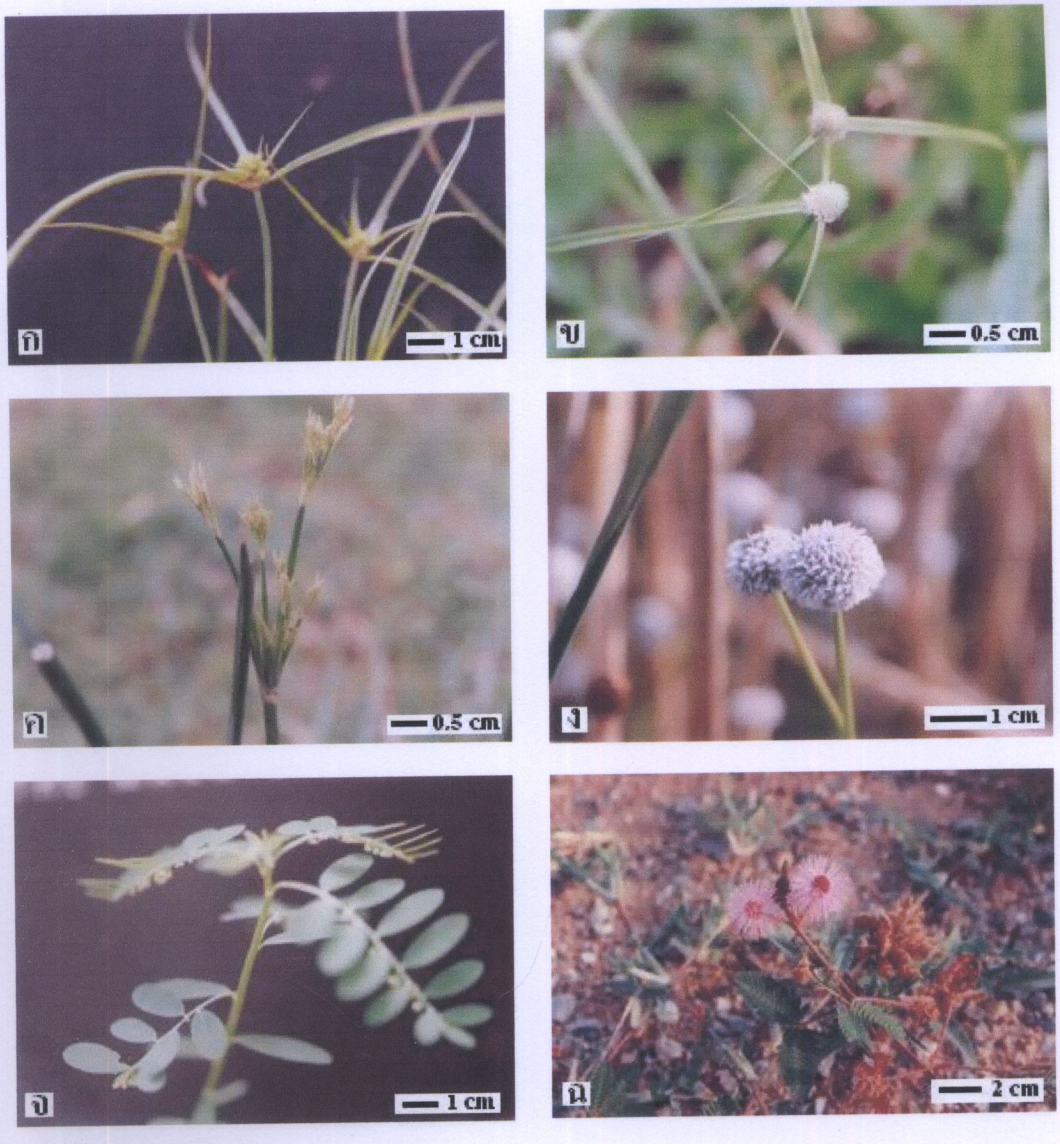
ข กกนา *Cyperus haspan* L.

ค กกทรงกระเทียม *Eleocharis dulcis* (Burm. f.) Hensch. var. *dulcis*

ง หญ้าหัวขอ *Fimbristylis aestivalis* (Retz.) Vahl

จ กกกอแบน *Fimbristylis complanata* (Retz.) Link

ฉ หนวดปลาดุก *Fimbristylis littoralis* Gaud.



ภาพที่ ก 7 ก หญ้าหัวโม่ง *Kyllinga brevifolia* Rottb.

ข หญ้าตุ้มหู *Kyllinga nemolaris* (J.R. & G.Forst.) Dandy ex Hutch. & Dalziel

ค กกเสื่อ *Schoenoplectus mucronatus* (L.) Palla

ง กระดุมเงิน *Eriocaulon henryanum* Ruhle

จ หญ้าใต้ใบ *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn.

ฉ ไมยราบ *Mimosa pudica* L.

ภาพที่ ก 8

ก ผักขวง *Glinus oppositifolia* (L.) A.DC.

ข เทียนน้ำ *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) Rav.

ค หญ้าลิ้นงู *Hedyotis corymbosa* (L.) Lam.

ง โหมแจ่วนา *Hedyotis diffusa* Willd.

จ ผักแขยง *Limnophila aromatica* Merr.

ฉ ผักเงี่ยงปลา *Lindernia ciliata* (Colsm.) Pennell

ภาพที่ ก 9

ก หญ้าเกล็ดหอย *Lindernia nummularifolia* (D.Don) Wettst.

ข กรดน้ำ *Scoparia dulcis* L.

ค หญ้าบัว *Xyris indica* L.

ง เปราะป่า *Kaempferia galanga* L.

จ บานไม่รู้โรยป่า *Gomphrena celosioides* Mart.

ฉ หญ้าสไตโล *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. var. *gracillis* (Kunth) Vogel

ภาพที่ ก 10

ก หยาดน้ำค้าง *Drosera peltata* Sm. ; ต้น ใบ

ข หยาดน้ำค้าง *Drosera peltata* Sm. ; ดอก

ค หญ้าขัดใบป้อม *Sida cordifolia* L.

ง เส้ง *Melochia corchorifolia* L.

จ โสนขน *Aeschynomene americana* L.

ฉ ถั่วลิสงนา *Alysicarpus vaginalis* (L.) A.DC.

ภาพที่ ก 11

ก ขันทองพยาบาท *Suregada multiflorum* (A. Juss.) Baill.

ข กระทุ่มน้ำ *Mitragyna diversifolia* (Wall. ex G. Don) Havil.

ค กระทุ่มน้ำ *Mitragyna diversifolia* (Wall. ex G. Don) Havil.

ง ตะโกนา *Diospyros rhodocalyx* Kurz.

จ ยอป่า *Morinda coreia* Ham.

ฉ ราชพฤกษ์ *Cassia fistula* L.

ภาพที่ ก 12 ก แสมสาร *Senna garrettiana* (Craib) Irwin & Barneby

ข ขี้เหล็ก *Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby

ค มะค่าแต้ *Sindora siamensis* Teijsm. & Miq

ง สมอไทย *Terminalia chebula* Retz. var. *chebula*

จ ยางกราด *Dipterocarpus intricatus* Dyer ; ผล

ฉ พลวง *Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.

ภาพที่ ก 13 ก เต็ง *Shorea obtusa* Wall. ex Blume

ข พะยอม *Shorea roxburghii* G.Don

ค รัง *Shorea siamensis* Miq. ; ดอก

ง รัง *Shorea siamensis* Miq. ; ผล

จ กะบก *Irvingia malayana* Oliv. ex A.W. Benn.

ฉ ตะแบก *Lagerstroemia floribunda* Jack

ภาพที่ ก 14 ก สะเดา *Azadirachta indica* var. *siamensis* Valeton

ข คาง *Albizia lebbekoides* (DC.) Benth.

ค ข่อย *Streblus asper* Lour.

ง หว้านก *Syzygium ripicola* (Craib) Merr. & L.M. Perry

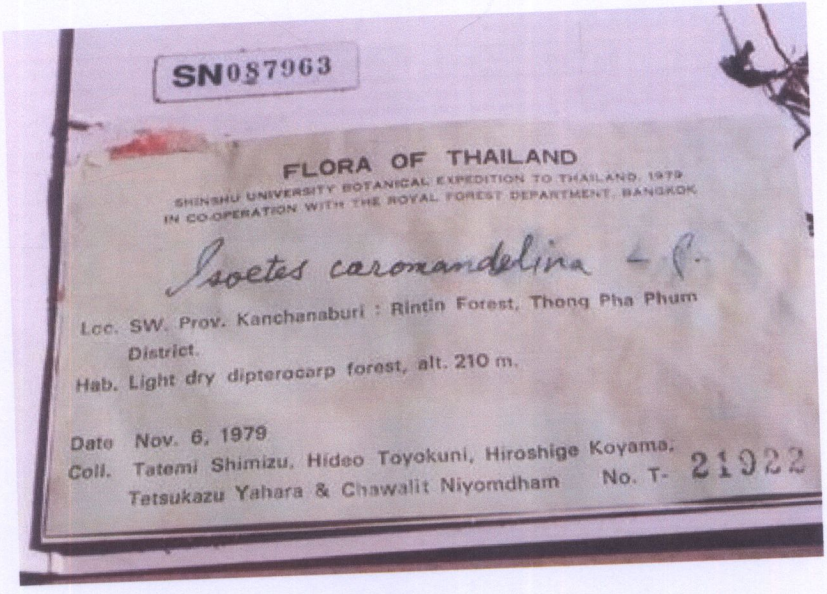
จ พลับพลา *Microcos tomentosa* Smith

ฉ ตาลโตนด *Borassus flabellifer* L.

ภาคผนวก ข

ภาพจากการศึกษากระเทียมนา

ภาพที่ ข 1 พืชอัดแห้งของกระเทียมนา (*Isoetes coromandelina* L.f.) ในหอพรรณไม้ กรมป่าไม้



ภาพที่ ข 2 ข้อมูลบางประการโดยย่อที่บันทึกไว้กับพืชอัดแห้ง จากป่าเต็งรังที่รินติน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2522

ภาพที่ ข 3 การนำเสนอผลการวิจัยกระเทียมนาภาคโปสเตอร์ ในการประชุมทางวิชาการประจำปี พ.ศ. 2544 โครงการ BRT ระหว่างวันที่ 9 - 12 ตุลาคม พ.ศ. 2544 ณ จังหวัดอุดรธานี

ประวัติผู้วิจัย

นายสนอง จอมเกาะ เกิดวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2492 ณ จังหวัดนครราชสีมา

การศึกษา

2511 ป.กศ. สูง (ชีววิทยา - เคมี) วิทยาลัยครูนครราชสีมา

2513 กศ.บ. (ชีววิทยา) วิทยาลัยวิชาการศึกษามหาสารคาม

2517 กศ.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การทำงาน

2514 - 2515 อาจารย์ชีววิทยา โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย กรุงเทพฯ

2518 - ปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2526 - 2528 หัวหน้างานจัดการเรียนการสอนภาคปกติ ฝ่ายวิชาการ

2530 - 2532 ผู้ช่วยรองอธิการบดีฝ่ายอาคารสถานที่

2536 - 2537 หัวหน้าภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

2538 - 2540 รักษาราชการในตำแหน่งหัวหน้าภาควิชาชีววิทยา

งานวิจัย

2533 ได้รับทุนวิจัยจาก โครงการอีสานเขียว งานวิจัย 1 เรื่อง

2537 ได้รับทุนวิจัยจาก สถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช 1 เรื่อง

2538 ได้รับทุนวิจัยจาก สภาวิจัยแห่งชาติ 1 เรื่อง

2539 ได้รับทุนวิจัยจาก สภาวิจัยแห่งชาติ 2 เรื่อง

2540 ได้รับทุนวิจัยจาก สภาวิจัยแห่งชาติ 2 เรื่อง

2541 ได้รับทุนวิจัยจาก สภาวิจัยแห่งชาติ 1 เรื่อง

2541 ได้รับทุนวิจัยจาก สำนักงานวัฒนธรรมแห่งชาติ 1 เรื่อง

ที่อยู่ปัจจุบัน

269/49 ถนนนครสวรรค์ ต. ตลาด อ. เมือง มหาสารคาม 44000 โทร. 0 - 4372 - 3623

ที่ทำงาน

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต. ขามเรียง อ. กันทรวิชัย มหาสารคาม 44150, โทรสาร 0 - 4375 - 4245; โทร. 0 - 4375 - 4321 - 40 ต่อ 1120

E - mail address: chomko_s13@hotmail.com; sanong.c@msu.ac.th