



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

ปริญญา

พฤกษศาสตร์

พฤกษศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง สัณฐานวิทยาและความหลากหลายของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* L.)
ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย

Morphology and Diversity of *Sphagnum* L. in Phu Luang Wildlife Sanctuary,
Loei Province

นามผู้วิจัย นางสาวจุฬาลักษณ์ ลีธิชอภธรรม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ณัฐฐา เสนีवास, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ประศาสตร์ เกื้อมณี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สุมน มาสุน, วท.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สร้อยัญญา วัชรโรทัย, Dr.rer.nat.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

สัณฐานวิทยาและความหลากหลายของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* L.) ใน
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย

Morphology and Diversity of *Sphagnum* L. in Phu Luang Wildlife Sanctuary, Loei Province

โดย

นางสาวจุฬาลักษณ์ สิทธิชอบธรรม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฬาลักษณ์ ลิทธิชอบธรรม 2557: สันฐานวิทยาและความหลากหลายของมอสส์สกุล
ข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* L.) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย ปริญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) สาขาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ณัฐภา เสณีवास, Ph.D. 149 หน้า

ศึกษาลักษณะทางสันฐานวิทยาและกายวิภาคของมอสส์สกุล *Sphagnum* L. เพื่อใช้ในการ
ระบุชนิดโดยเก็บตัวอย่าง *Sphagnum* 152 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินเพื่อศึกษาปัจจัยแวดล้อมบาง
ประการที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย ทั้งสิ้น 31 จุด
จาก 4 เส้นทางศึกษาธรรมชาติ คือผาเตลีน โคนกกระบา-ลานสุริยัน โคนพรหมจรรย์ และแปก
ดำ ครอบคลุมสังคมพืชลานหิน พื้นที่เปิดโล่ง ป่าแคระ ป่าสน ป่าดิบเขา และแอ่งน้ำ โดยสำรวจ
และเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกรกฎาคม 2554 ถึงเดือนมกราคม 2556

ผลการศึกษสามารถระบุชนิดของ *Sphagnum* ที่พบในพื้นที่ โดยใช้ลักษณะและจำนวน
ชั้นคอร์เท็กซ์ของลำต้น การแตกกิ่ง รูปร่างใบที่ลำต้น รูปร่างใบที่กิ่ง ลักษณะและตำแหน่งของรูที่
เซลล์ไซ และรูปร่างของเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ทางด้านตัดขวางของใบที่กิ่งพบ *Sphagnum* ทั้งสิ้น
4 หมู่ 6 ชนิด คือหมู่ *Acutifolia* 1 ชนิดคือ *S. junghuhnianum* Dozy & Molke. หมู่ *Cuspidata*
1 ชนิดคือ *S. cuspidatum* Müll. Hal. หมู่ *Sphagnum* 2 ชนิดได้แก่ *S. palustre* L. และ *S.*
perichaetiale Hampe. หมู่ *Subsecunda* 1 ชนิดคือ *S. subsecundum* Nees ex Sturm และไม่
สามารถระบุชนิดได้ 1 ตัวอย่างคือ *Sphagnum* sp.

ผลการศึกษาด้านปัจจัยแวดล้อมบางประการที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ
Sphagnum จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในบริเวณที่พบและไม่พบ *Sphagnum* พบว่าปัจจัยที่ส่งผล
ต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติคือบริเวณที่พบการเจริญ
ของ *Sphagnum* จะมีเนื้อดินที่ประกอบด้วยค่าเฉลี่ยของแซนด์ (87.96%) สูงกว่าซิลท์ (7.38%)
และเคลย์ (4.66%) และมีค่าเฉลี่ยความเค็มของดินต่ำ (0.052 $\mu\text{s}/\text{cm}$) กว่าบริเวณที่ไม่พบ
Sphagnum นอกจากนี้มักพบ *Sphagnum* L. ในพื้นที่เปิดโล่งที่มีการปกคลุมเรือนยอดต่ำ
สำหรับปัจจัยแวดล้อมอื่น เช่น ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณ
แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน จัดเป็นปัจจัยที่ไม่มีผลต่อ
การกระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ในพื้นที่ศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Chulalack Sitthichoptham 2014: Morphology and Diversity of *Sphagnum* L. in Phu Luang Wildlife Sanctuary, Loei Province. Master of Science (Botany), Major Field: Botany, Department of Botany. Thesis Advisor: Miss Nuttha Sanevas, Ph.D. 149 pages.

Morphology and anatomy of *Sphagnum* L. were studied for taxonomic identification using 152 samples of the *Sphagnum* specimens. Some environmental factors on distribution of *Sphagnum* were studied from soil samples. Both *Sphagnum* specimens and soil samples were collected from Phu Luang Wildlife Sanctuary, Loei province for 31 sampling sites along 4 routes: Pha-Talern, Koknokkraba-Lansuriyun, Kok-Prommajun and Pakdum. Those sampling sites represent the vegetation types such as rock platform, open area, evergreen mountain forest, pine and shrub forest. Surveys and sampling were conducted from July 2011 to January 2013.

The *Sphagnum* spp. were identified based on the characteristics of stem cortex, branching, shapes of stem and branch leaves, pore characters and their positions on hyaline cells together with shapes of living cells in branch leaf (cross section). There are 4 sections and six species of *Sphagnum* i.e. section *Acutifolia* (*S. junghuhnianum* Dozy & Molk.), section *Cuspidata* (*S. cuspidatum* Müll. Hal.), section *Sphagnum* (*S. palustre* L. and *S. perichaetiale* Hampe.), section *Subsecunda* (*S. subsecundum* Nees ex Sturm) and one unidentified species.

The environmental factors affecting distribution of *Sphagnum* were examined from soil samples compared between the areas covered and non-covered with *Sphagnum*. The results showed that the areas covered with *Sphagnum* had significant higher content of sand than silt and clay which were 87.96%, 7.38% and 4.66%, respectively. The content of NaCl (0.052 $\mu\text{s/cm}$) was lower than that of non-covered with *Sphagnum* area. Furthermore, *Sphagnum* spp. were usually found in the open areas with low crown cover. The other factors such as the height above sea level and physical component of soils (pH, calcium, phosphorus, potassium and percentage of organic matter) showed no effect on distribution of *Sphagnum* in the study area.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ณัฐภา เสนีवास อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ซึ่งให้คำปรึกษา แนะนำ ตักเตือน ให้ข้อคิดในการทำงาน ตลอดจนสนับสนุนเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ ตำรา และ เอกสารทางวิชาการต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ประศาสตร์ เกื้อมณี และรองศาสตราจารย์สุมน มาสุธน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบคุณทุนบัณฑิตศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และทุนในโครงการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ (ทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย) ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายตลอดการศึกษา ขอขอบคุณทุนวิจัยสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.มก.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

ขอขอบพระคุณคุณชัยณรงค์ ดุดตีม หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณคุณจิระชัย อาคะจักร หัวหน้าสถานีวิจัยสัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย และคุณสมหญิง ทัพทิกรณ์ อดีตหัวหน้าสถานีวิจัยสัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย ที่ให้ความอนุเคราะห์ที่พัก อาหาร รวมถึงพาหะรับส่ง และขอขอบพระคุณคุณบุญมา คุณบัวไล ซึ่งเป็นผู้นำทางตลอดการเก็บตัวอย่าง ตลอดจนขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน และสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10 (ราชบุรี) กรมพัฒนาที่ดิน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ดิน

ขอขอบคุณคุณปณิธิ ยุทธวิสุทธิ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ถ่ายภาพตลอดการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณคุณสันติ สาระพล คุณอัฐพร สิทธิวิภูศิริ คุณวีรศิลป์ สอนจรรยา คุณธนพล โนนภา และคุณรัตนชัย อินทรีย์เป็นเพื่อนเดินทางและช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างทุกๆ ครั้ง รวมทั้งสมาชิกคนอื่นๆ ในภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การช่วยเหลือในด้านต่างๆ ขอขอบพระคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ศึกษาวิจัย สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย กำลังใจ ตลอดจนทุนทรัพย์ต่างๆ เสมอมา

จุฬาลักษณ์ สิทธิชอบธรรม

พฤษภาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	40
ผลและวิจารณ์	46
สรุปและข้อเสนอแนะ	132
สรุป	132
ข้อเสนอแนะ	132
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	134
ภาคผนวก	144
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	149

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางการจัดจำแนกพืชมอสส์ (Sphagnopsida)	30
2	ตารางแสดงรายงานการพบ <i>Sphagnum</i> ในประเทศไทย	33
3	ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคลำต้นของมอสส์สกุล ข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด	51
4	ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคใบที่ลำต้นของมอสส์ สกุลข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด	59
5	ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคกิ่งของมอสส์สกุล ข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด	67
6	ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคใบที่กิ่งของมอสส์สกุล ข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด	81
7	ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคอวัยวะสืบพันธุ์ของ มอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด	89
8	ตารางแสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของสปอโรไฟต์และสปอร์ ของ <i>Sphagnum cuspidatum</i>	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	146
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	146
3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียมในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	146
4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณแคลเซียมในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	147
5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ว (One Way ANOVA) ของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	147
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	147
7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	148
8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณเปอร์เซ็นต์แซนดีในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	148
9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณเปอร์เซ็นต์ซิลท์ในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	148
10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณเปอร์เซ็นต์เคลย์ของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	149

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพแสดงลักษณะต้นแกมีโทไฟต์และต้นสปอโรไฟต์ของ <i>Sphagnum</i>	4
2	ภาพแสดงระยะการงอกของสปอร์	6
3	ภาพแสดงแกมีโทฟอร์หรือส่วนคล้ายลำต้นตัดตามขวาง	7
4	ภาพแสดงลักษณะการแตกกิ่ง	8
5	ภาพแสดงลักษณะและตำแหน่งของรูบนเซลล์ใสร่วมทั้งชื่อเรียกต่าง ๆ	8
6	ภาพแสดงลักษณะขอบใบ	9
7	ภาพแสดงรูปร่างของใบที่ลำต้นในแบบต่าง ๆ	9
8	ภาพแสดงลักษณะปลายใบของใบที่ลำต้นในแบบต่าง ๆ	10
9	ภาพแสดงรูปร่างของใบที่กิ่งในแบบต่าง ๆ	10
10	ภาพแสดงลักษณะปลายใบของใบที่กิ่งในแบบต่าง ๆ	11
11	ภาพตัดตามขวางของใบเพื่อแสดงรูปร่างของเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์	11
12	พัฒนาการของแอนเทอริเดียม	13
13	ภาพตัดตามยาวปลายกิ่งที่มีการสร้างอาร์คิโกเนียม	14
14	ภาพแสดงพัฒนาการของสปอโรไฟต์ในระยะต่าง ๆ	16
15	ภาพแสดงลักษณะและสีของต้นแกมีโทไฟต์ที่เจริญอยู่ในธรรมชาติ	48
16	ภาพตัดลำต้นตามขวางเพื่อแสดงถึงจำนวนชั้นและลักษณะของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ	49
17	ภาพแสดงลักษณะเส้นใยฝอยและรูของเซลล์ใสในชั้นคอร์แทกซ์	50
18	ภาพแสดงลักษณะรูปร่างใบและปลายใบของใบที่ลำต้น	53
19	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ขอบใบแบบเรียบและแบบร่องกััดเขาะของใบที่ลำต้น	54
20	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ใสและเซลล์มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบบริเวณปลายใบของใบที่ลำต้น	56
21	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ใสและเซลล์มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบบริเวณกลางใบของใบที่ลำต้น	57
22	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ใสและเซลล์มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบบริเวณโคนใบของใบที่ลำต้น	58
23	ภาพแสดงลักษณะการแตกกิ่งของ <i>Sphagnum</i>	62
24	ภาพแสดงลักษณะข้อกระดูกแน่น	63
25	ภาพแสดงลักษณะเส้นใยฝอยและรูของเซลล์ใสในชั้นคอร์แทกซ์ของกิ่ง	65
26	ภาพตัดตามขวางกิ่งเพื่อแสดงถึงจำนวนชั้นและลักษณะของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ	66
27	ภาพแสดงรูปร่างใบที่กิ่ง	69

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	ภาพแสดงลักษณะปลายใบของใบที่กิ่ง	69
29	ภาพแสดงเซลล์ขอบที่เรียบและเป็นร่องกัตเขาของใบที่กิ่ง	70
30	ภาพตัดตามขวางของใบเพื่อแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของใบที่กิ่ง	72
31	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านใกล้แกนบริเวณปลายใบของใบที่กิ่ง	73
32	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านใกล้แกนบริเวณกลางใบของใบที่กิ่ง	75
33	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านใกล้แกนบริเวณโคนใบของใบที่กิ่ง	76
34	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านใกล้แกนบริเวณปลายใบของใบที่กิ่ง	78
35	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านใกล้แกนบริเวณกลางใบของใบที่กิ่ง	79
36	ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านใกล้แกนบริเวณกลางใบของใบที่กิ่ง	80
37	ภาพแสดงลักษณะแอนเทอริเดียม	86
38	ภาพแสดงลักษณะอาร์คิโกเนียมของ <i>S. cuspidatum</i>	88
39	ภาพแสดงต้นสปอร์โไฟต์ที่เจริญอยู่บนต้นแกมีโทไฟต์ของ <i>S. cuspidatum</i>	90
40	ลักษณะผิวของผนังอับสปอร์ของ <i>S. cuspidatum</i>	91
41	ภาพตัดขวางอับสปอร์ <i>S. cuspidatum</i>	92
42	ภาพแสดงรูปร่างของสปอร์ <i>S. cuspidatum</i>	92
43	ภาพของ <i>Sphagnum perichaetiale</i> Hampe.	98
44	ภาพของ <i>Sphagnum palustre</i> L.	101
45	ภาพของ <i>Sphagnum subsecundum</i> Nees ex Sturm	104
46	ภาพของ <i>Sphagnum cuspidatum</i> Müll. Hal.	107
47	ภาพของ <i>Sphagnum junghuhnianum</i> Dozy & Molk.	110
48	ภาพของ <i>Sphagnum</i> sp.	113
49	แผนภูมิแสดงค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	117

สารบัญภาพ (ต่อ)

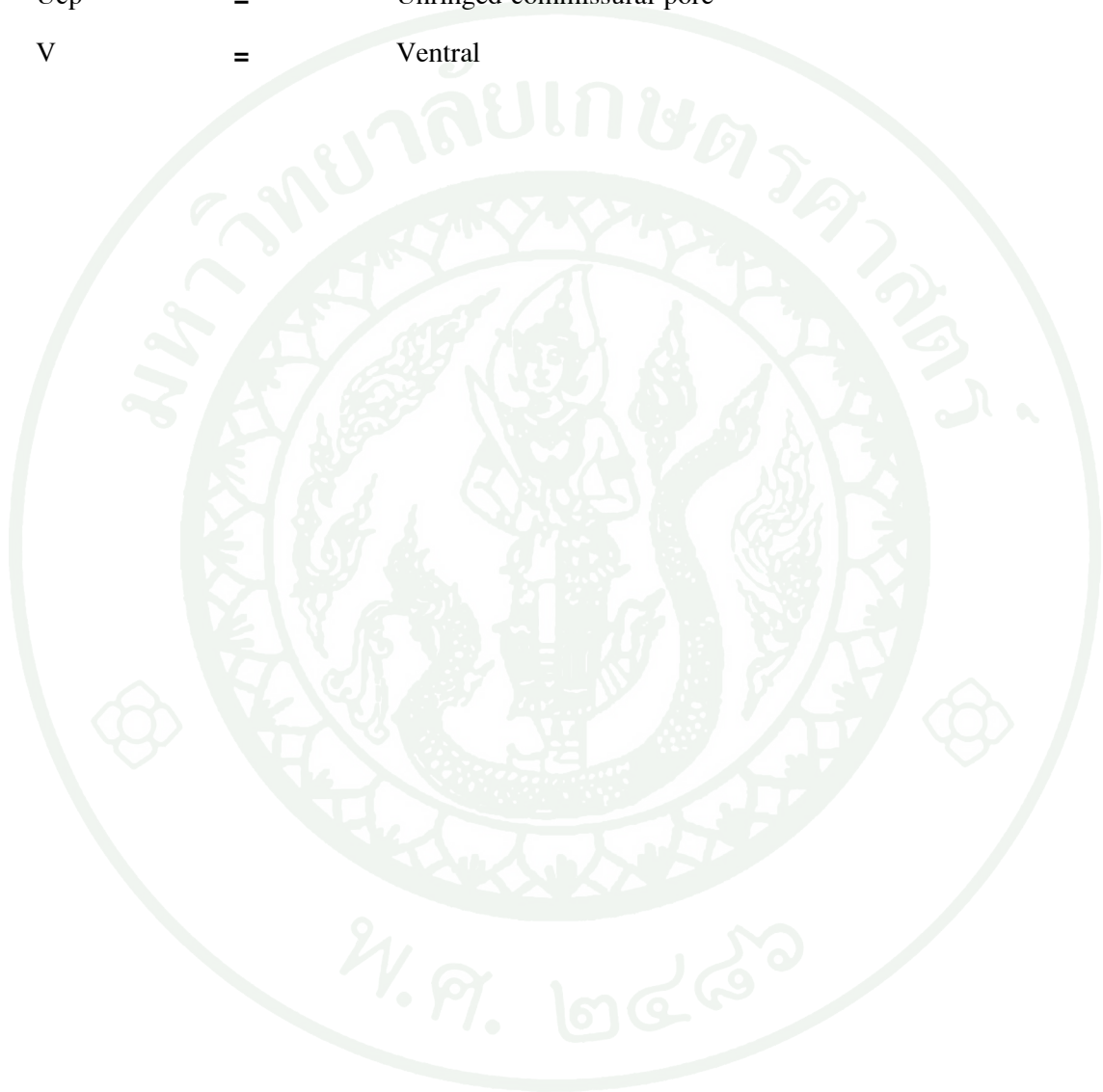
ภาพที่		หน้า
50	แผนภูมิแสดงปริมาณฟอสฟอรัสในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	120
51	แผนภูมิแสดงปริมาณโพแทสเซียมในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	121
52	แผนภูมิแสดงปริมาณแคลเซียมในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	123
53	แผนภูมิแสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	125
54	แผนภูมิแสดงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	127
55	แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	128
56	แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ แชนด์ ซิลท์ และเคลย์ในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ <i>Sphagnum</i>	129
57	ภาพแสดงการปกคลุมเรือนยอดของพื้นที่ที่ทำการศึกษา	131

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

An	=	Antheridium
Ans	=	Antheridial stalk
Ar	=	Archegonium
Arn	=	Archegonial neck
Ars	=	Archegonial stalk
C	=	Cortex
Co	=	Columella
Cp	=	Central pore
Cw	=	Capsule wall
Hc	=	Hyaline cell
Jc	=	Jecket cell
Lc	=	Living cell
M	=	Medulla
Mg	=	Membrane gap
P	=	Pore
Pb	=	Pendent branch
Pcl	=	Perichaetial leaf
Pgl	=	Perigonial leaf
Psp	=	Pseudopodium
Pss	=	Pseudostomata
Rc	=	Retort cell
Rcp	=	Ringed commissural pore
Rg	=	Resorption gap
S	=	Spore
Sb	=	Spreading branch
Sc	=	Sclerodermis
Sep	=	Serial pore

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

Sf	=	Spiral fibril
Sp	=	Sporophyte
Ucp	=	Unringed commissural pore
V	=	Ventral



สัณฐานวิทยาและความหลากหลายของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* L.)

ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย

Morphology and Diversity of *Sphagnum* L. in Phu Luang Wildlife Sanctuary, Loei Province

คำนำ

มอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* L.) เป็นมอสส์สกุลที่มีขนาดใหญ่พบเห็นได้ชัดเจน (Watson, 1971) มีลักษณะโดดเด่นโดยเฉพาะมีลำต้นตั้งตรง มีการแตกกิ่งเป็นกระจุก และกระจุกอัดแน่นบริเวณปลายลำต้น (Anderson, 2005) ต้นแกมีโทไฟต์มีสีน้ำตาลอมเขียว เขียวอ่อน เหลือง ส้ม แดง ชมพู ม่วง และสีน้ำตาล ซึ่งนำมาตกแต่งอาคารสถานที่ได้ *Sphagnum* เป็นพืชที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เนื่องจากนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น ทางด้านอุตสาหกรรมใช้ในรูปของพีทเชื้อเพลิง และที่นำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดคือด้านการเกษตร ทั้งรูปของดินพีทและพีทมอสส์แห้ง ซึ่งจัดเป็นวัสดุปลูกที่ดี เนื่องจากอุ้มน้ำได้ดี ให้ความชุ่มชื้นสูงและสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ (Hájek, 2008)

Sphagnum แพร่กระจายพันธุ์ได้ทั่วโลก ตั้งแต่เขตร้อนชื้นจนกระทั่งเขตขั้วโลก (Daniels and Eddy, 1985, 1990) มีถิ่นที่อยู่อาศัยได้หลากหลาย พบได้ตั้งแต่พื้นที่ชุ่มน้ำ พีทแลนด์ ขอบทะเลสาบ ริมน้ำธาร ทุ่งหญ้าชื้นแฉะ ทุ่งกก (Sedge mats) ป่าแคระ ป่าสน พื้นที่ลาดเอียงและพื้นที่ทรายเป็นต้น ทุ่งหญ้าอัลไพน์ ร่องระบายน้ำริมถนน หินที่ปกคลุมด้วยอิวมัส และหน้าผาที่มีความชื้นหรือหยดน้ำ แต่แหล่งที่อยู่อาศัยหลักของ *Sphagnum* คือพีทแลนด์ ซึ่ง *Sphagnum* เจริญและแพร่กระจายพันธุ์เป็นพืชเด่นในพื้นที่ชุ่มน้ำเขตอบอุ่นจนถึงเขตขั้วโลก (Wojtuć *et al.*, 2013) พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีการกระจายพันธุ์ของ *Sphagnum*หนาแน่นมักมีการสะสมตัวของพีท ซึ่งเกิดจากการทับถมกันของเศษ *Sphagnum* ที่ตายแล้ว และมีการย่อยสลายได้ช้ามาก (Clymo, 1984) เนื่องจากสภาพที่ *Sphagnum* เจริญอยู่ไม่เอื้ออำนวยต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ผู้ย่อยสลาย เพราะเป็นสภาพพื้นที่ที่มีความเป็นกรดสูง ชุ่มไปด้วยน้ำ และขาดออกซิเจน รวมทั้งยังพบสารต้านการเจริญของจุลินทรีย์อีกด้วย (Johnson and Damman, 1993; van Breemen, 1995; Hájek, 2009) เมื่อระยะเวลาผ่านไปยาวนานจึงเกิดการสะสมตัวของพีทที่ทับถมกันมากขึ้น ก่อเกิดเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญของโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขต Boreal zone (Gorham, 1991; Karofeld and Pajula, 2005)

การแพร่กระจายพันธุ์ *Sphagnum* ในประเทศไทยจำกัดอยู่บนภูเขาที่มีความชื้นสูงและ อุณหภูมิต่ำ โดยเขตภูมิอากาศของประเทศไทยจัดอยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งมีความแตกต่างจากแหล่ง ที่อยู่อาศัยหลักของ *Sphagnum* ค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังสามารถพบการ แพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ได้ จากรายงานของ Sornsamran and Thaitong (1995) และ He (1997) ได้ทำการรวบรวมรายชื่อ *Sphagnum* ที่พบในประเทศไทยไว้ โดยพบการ แพร่กระจายพันธุ์อยู่ในพื้นที่ อุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จ. เชียงใหม่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเมี่ยง จ. พิชณุโลก และอุทยานแห่งชาติภูกระดึง จ. เลย นอกจากนี้ยังมีจังหวัดที่ไม่ได้ระบุสถานที่ได้แก่ จ. เพชรบูรณ์ จ. จันทบุรี และ จ. กาญจนบุรี แต่ ไม่มีรายงานการพบ *Sphagnum* เจริญอยู่บนเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ. เลยมาก่อน ทั้งที่มีการกระจายพันธุ์อยู่ในพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้นจึงเลือกทำการศึกษา *Sphagnum* ในพื้นที่เขตรักษา พันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ. เลย โดยผลการศึกษาสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลเปรียบเทียบพื้นที่ที่อาจ เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตได้

การศึกษาเกี่ยวกับ *Sphagnum* ในประเทศไทยมีน้อยในทุกๆ ด้าน ทั้งที่ *Sphagnum* แพร่กระจายพันธุ์ในประเทศไทย ซึ่งถือว่าเป็นหนึ่งในทรัพยากรของประเทศที่มีคุณค่าแต่ไม่ถูก ศึกษาและนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของ การนำทรัพยากรนี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานและกายวิภาคสำหรับการระบุชนิดของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี *Sphagnum* L. ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย
2. เพื่อศึกษาปัจจัยแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี *Sphagnum* L. ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย

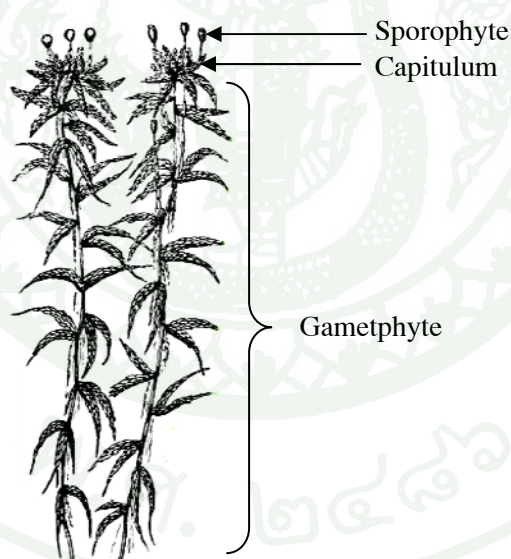


การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของ *Sphagnum* L.

Sphagnum เป็นมอสส์สกุลเดียวในวงศ์ Sphagnaceae มีชื่อสามัญว่า Peat moss, Bog moss หรือ Turf moss ในประเทศไทย เรียก ข้าวดอกฤๅษี สามารถเจริญได้ในที่ชื้นแฉะ ในน้ำ หรือเจริญบนผิวน้ำ ทั่วโลกพบประมาณ 300 ชนิด (Watson, 1971; Anderson, 2005) หรือตามรายงานใน The plant list (2010) พบ *Sphagnum* ที่เป็นชนิดที่ยอมรับทั้งสิ้น 120 ชนิด โดยสามารถกระจายพันธุ์ได้ทั่วโลก และพบมากในทวีปอเมริกาเหนือ (Phephu, 2009)

Sphagnum เป็นพืชที่ไม่มีระบบท่อลำเลียง (Non-vascular plant) ทัลลัส (Thallus) มีขนาดใหญ่ มองเห็นได้ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับไบรโอไฟต์ (Bryophyte) ชนิดอื่นๆ ทัลลัสของ *Sphagnum* ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ แกมีโทไฟต์ (Gametophyte) และสปอโรไฟต์ (Sporophyte) ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพแสดงลักษณะต้นแกมีโทไฟต์และต้นสปอโรไฟต์ของ *Sphagnum*

ที่มา: ดัดแปลงจาก Flora of the U.S. and Canada (2009)

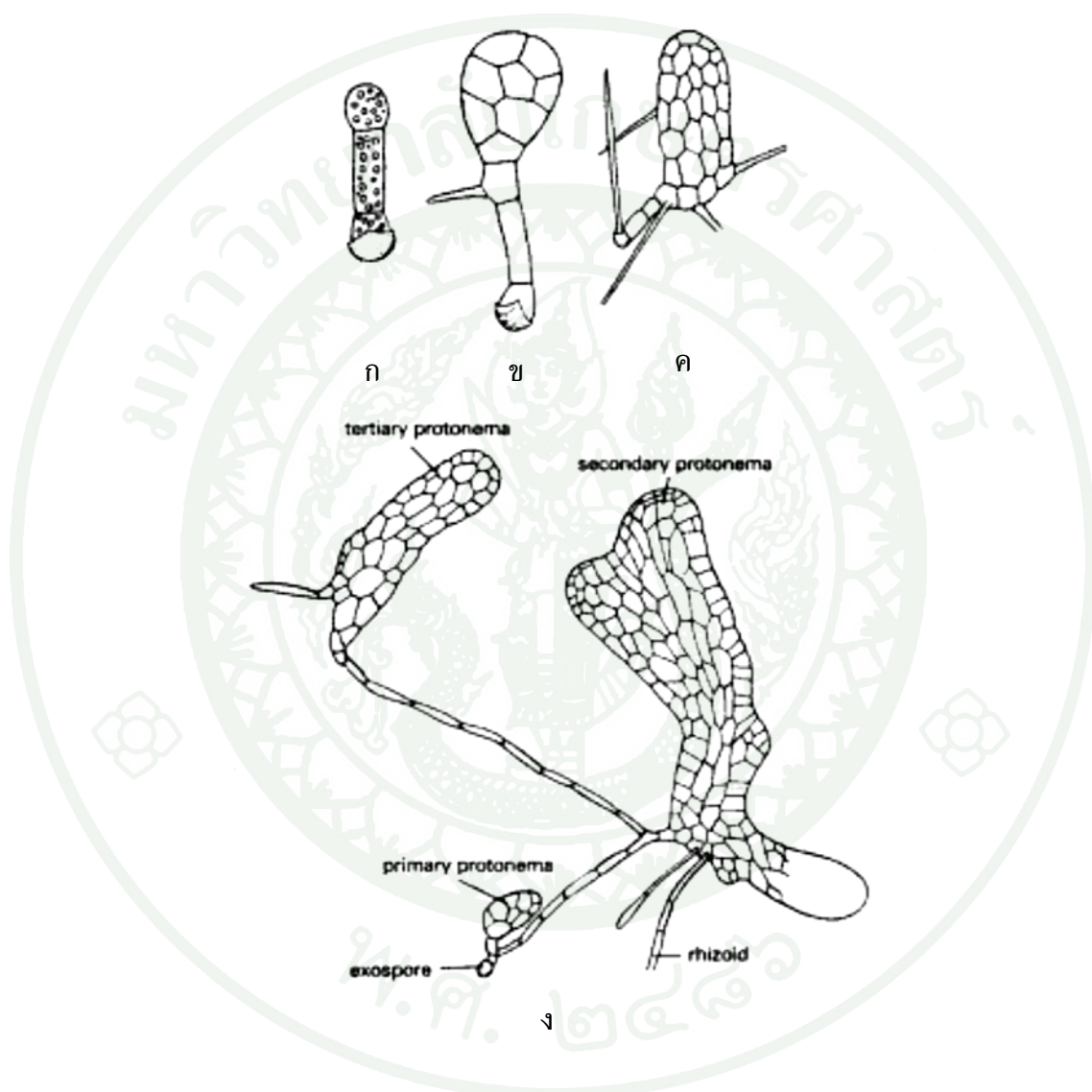
1.1 แกมีโทไฟต์

1.1.1 ระยะเวลาโปรโทนีมา (Protonema) เมื่อสปอร์ตกในที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม จะงอกเป็นระยะเวลาโปรโทนีมา โดยเริ่มจากส่วนของเจอร์มทิว (Germ tube) แบ่งเซลล์ตามขวางได้เป็นเซลล์ต่อกันเป็นสายยาว 2-4 เซลล์ มีผนังกันเซลล์ตั้งฉากกับเส้นสายเรียกระยะนี้ว่า คลอโรนีมา (Chloronema) จากนั้นเส้นสายจะมีการเจริญแตกกิ่งเพิ่มขึ้น ผนังกันเซลล์เริ่มเฉียงหรือไม่ทำมุมฉากกับเส้นสายเรียกระยะนี้ว่า คาโลนีมา (Caolonema) เซลล์ทางด้านปลายยอดจะแบ่งเซลล์ในแนวเฉียงหลายครั้ง ได้เป็นแผ่นสีเขียวที่มีความหนาเพียงหนึ่งชั้นเซลล์เรียกว่า โปรทอลล์ (Prothallus) การเจริญในระยะต่อไปเซลล์ปลายยอดจะทำหน้าที่น้อยลง แต่เซลล์ที่อยู่บริเวณริมหรือขอบของโปรโทนีมาทำหน้าที่เป็นเนื้อเยื่อเจริญและเริ่มมีการแบ่งเซลล์ ทำให้ขอบของโปรโทนีมาไม่เรียบเป็นลอนที่ไม่สม่ำเสมอ (สมใจ, 2541) ไรซอยด์ (Rhizoid) พบที่ส่วนโคนของโปรโทนีมาทำหน้าที่ยึดติดกับบริเวณที่ขึ้นอาศัยอยู่ เมื่อโปรโทนีมาเจริญเต็มที่ก็จะสร้างแกมีโทไฟต์ที่ประกอบด้วยส่วนคล้ายลำต้น และส่วนคล้ายใบเจริญตั้งขึ้น เรียกว่า แกมีโทฟอร (Gametophore) โดยแต่ละโปรโทนีมาจะสร้างเพียงหนึ่งแกมีโทฟอรเท่านั้น โดยทั่วไปแล้วโปรโทนีมาดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นโปรโทนีมาขั้นแรก (Primary protonema) โดยเซลล์ที่เจริญจากขอบของแผ่นโปรโทนีมาสามารถเจริญเป็นสาย ซึ่งส่วนปลายของสายจะสามารถสร้างเป็นเนื้อเยื่อโปรโทนีมาได้อีก นับว่าเป็นการเจริญขั้นที่สองเรียก โปรโทนีมาขั้นที่สอง (Secondary protonema) ซึ่งโปรโทนีมานี้สามารถสร้างแผ่นโปรโทนีมาขั้นที่สาม (Tertiary protonema) ได้อีก ถือเป็นกาเพิ่มจำนวนของโปรโทนีมาให้ได้จำนวนมากขึ้น (ภาพที่ 2) (Crum, 1984; สมใจ, 2541)

1.1.2 แกมีโทฟอร (Gametophore)

1.1.2.1 ส่วนคล้ายลำต้นที่มีลักษณะตั้งตรง และมีการเจริญปลายยอดตั้งขึ้นทางด้านบนจากการแตกหน่อของโปรทอลล์ โดยเกิดการยึดยาวของลำต้นที่เกิดจากเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอด (Apical meristem) และเนื้อเยื่อเจริญใต้ส่วนยอด (Subapical meristem) โดยเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอดเกิดจากการแบ่งเซลล์จากเซลล์ปลายยอด จากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์พาดที่มีแควโอลเรียงกันเป็นชั้นๆ ต่อมาเกิดมีการแบ่งเซลล์ตามขวางหลายครั้งจนได้เป็นเซลล์สั้นๆ ถี่ๆ จำนวนมากเรียกเนื้อเยื่อเจริญใต้ส่วนยอด จากนั้นเนื้อเยื่อเจริญใต้ส่วนยอดจะมีการยึดออกทำให้เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดยึดยาวขึ้น (Ligrone and Duckett, 1998b) แกมีโทฟอรอาจมีสีเขียวอ่อน สีเหลืองหรือสีแดง ขึ้นอยู่กับชนิดของ *Sphagnum* เมื่อตัดต้นแกมีโทฟอรตามขวาง (Cross section) พบเนื้อเยื่อสามชั้น (ภาพที่ 3) คือ ชั้นนอกสุดหรือชั้นคอร์เทกซ์ (Cortex, Hyalodermis) ประกอบด้วยเซลล์ผนังบางขนาดใหญ่ ใส และไม่มีชีวิต พบ 1 ชั้นถึงหลายชั้นเซลล์ ซึ่งเนื้อเยื่อในชั้นนี้หากเป็นกิ่งย่อยจะประกอบด้วยเซลล์หนาเพียงชั้นเดียว (สมใจ, 2541; Crum, 1984) ถัดมาเป็นเนื้อเยื่อที่มีเซลล์ขนาดเล็กรูปร่างยาวปลาย

แหลมและผนังเซลล์หนาเรียกชั้นสเกลอโรเดอมิส (Sclerodermis) มีลักษณะคล้าย Sclerenchyma (Ligrone and Duckett, 1998a) ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและสร้างความแข็งแรง และชั้นในสุดเป็นชั้นเมดัลลา (Medullar) ประกอบด้วยเซลล์พาราไคมาผนังบาง (Parenchyma) จัดเรียงเป็นทรงกระบอกทำหน้าที่เป็นแกนกลางของลำต้น



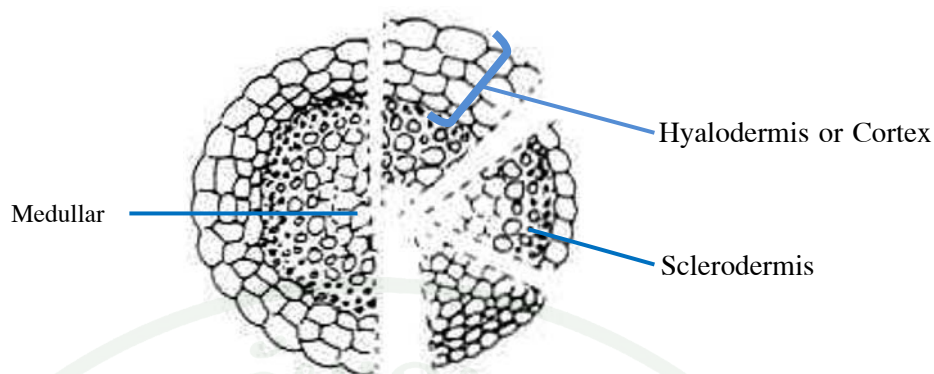
ภาพที่ 2 ภาพแสดงระยะการงอกของสปอร์

(ก) สปอร์งอกได้ 3 เซลล์

(ข-ค) ลักษณะของแผ่นโพรโทนีมา

(ง) ลักษณะการเกิด Primary, Secondary และ Tertiary protonema

ที่มา: ดัดแปลงจาก Chopra and Kumra (2005)

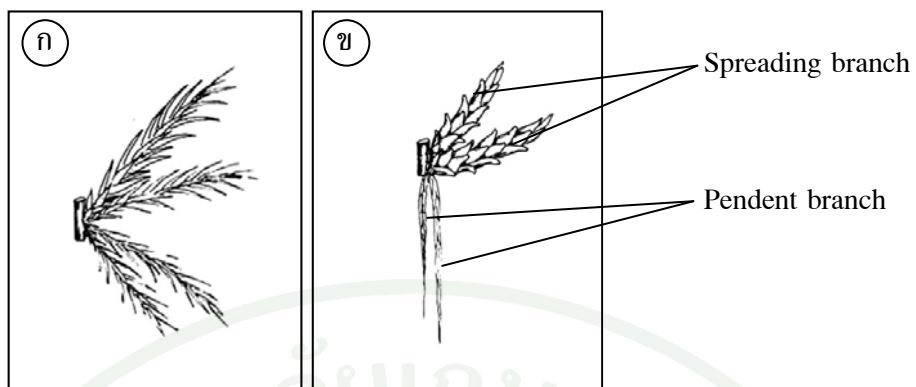


ภาพที่ 3 ภาพแสดงแกมโทพอร์หรือส่วนคล้ายลำต้นตัดตามขวาง

ที่มา: Daniels and Eddy (1990)

1.1.2.2 กิ่ง *Sphagnum* มีการแตกกิ่งเป็นกระจุกตามซอกใบ กระจุกละ 3-8 กิ่งหรืออาจมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับชนิด (สมใจ, 2541) โดยการแตกกิ่งอาจจะเป็นแบบเอกสัณฐาน คือกิ่งทั้งกระจุกมีลักษณะคล้ายกัน หรือแตกกิ่งแบบทวิสัณฐานคือแต่ละกระจุกมีกิ่งสองลักษณะ คือมีกิ่งลักษณะยาวและเจริญคลุมแนบลำต้น (Pendent branch หรือ Hanging branch) และกิ่งที่มีลักษณะเป็นกิ่งสั้น ๆ เจริญแผ่ออกปลายกิ่งโค้งลง (Spreading branch หรือ Divergent branch) (Daniels and Eddy, 1985) (ภาพที่ 4) ส่วนยอดของลำต้นจะเป็นกิ่งสั้น ๆ ที่อยู่เบียดกันแน่น มีลักษณะเป็นช่อกระจุกแน่นที่ปลายลำต้น (Capitulum) บางครั้งปลายลำต้นมีการแบ่งออกเป็นลำต้นหลักได้ 2-3 ต้น (Anderson, 2005)

1.1.2.3 ใบ เรียงเวียนรอบต้นและกิ่ง (Spiral) ใบหนาเพียงชั้นเดียว ประกอบด้วยเซลล์สองชนิด คือ เซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ (Living cell) มีรูปร่างพอม มีคลอโรพลาสต์ ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือเซลล์ไฮส (Hyaline cell) เป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต รูปร่างสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนหรือรูปกระสวยขนาดใหญ่ มีคุณสมบัติในการเก็บกักน้ำได้ดี มีการสะสมตัวของผนังเซลล์ที่ไม่สม่ำเสมอแบบเกลียว (Spiral) หรือแบบวงแหวน (Annular) เพื่อเสริมความแข็งแรงให้แก่เซลล์ พบรู (Pore) ที่ผนังเซลล์ อาจมีลักษณะรูกลมหรือรี เป็นช่องให้น้ำเข้า จำนวนและการเรียงตัวของรูบนเซลล์ไฮสแตกต่างกันตามชนิดของ *Sphagnum* (ภาพที่ 5) นอกจากนี้ขอบใบยังมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิด โดยบางชนิดขอบใบเรียบ บางชนิดโดยเฉพาะใน Section *Sphagnum* ขอบใบไม่เรียบมีลักษณะเป็นร่องกีดเซาะ (Resorption furrow) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 4 ภาพแสดงลักษณะการแตกกิ่ง

(ก) แสดงถึงการแตกกิ่งแบบเอกสัณฐาน

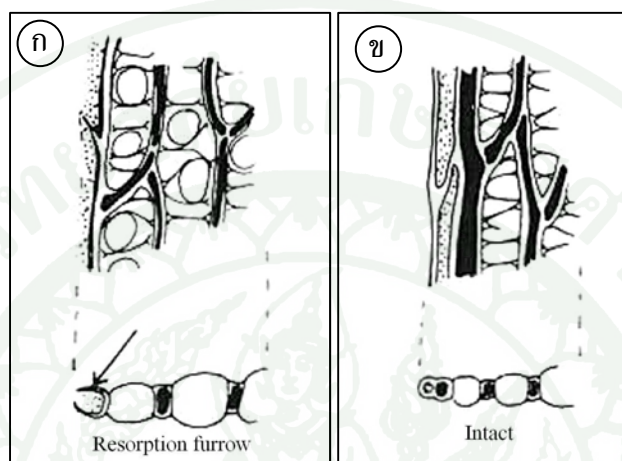
(ข) แสดงถึงการแตกกิ่งแบบทวิสัณฐาน

ที่มา: Daniels and Eddy (1985)

ภาพที่ 5 ภาพแสดงลักษณะและตำแหน่งของรูบนเซลล์ไซไฟพร้อมทั้งชื่อเรียกต่างๆ

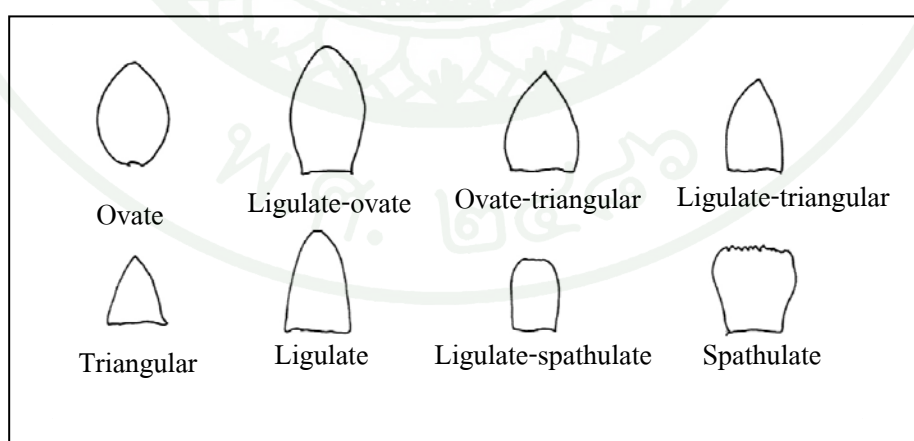
ที่มา: Daniels and Eddy (1985)

1.1.2.3.1 ใบที่ลำต้น มีรูปร่างใบแตกต่างกันได้หลายแบบ เช่น รูปไข่ (Ovate) รูปไข่แกมรูปลิ้น (Ligulate-ovate) รูปสามเหลี่ยม (Triangular) ฯลฯ (ภาพที่ 7) ปลายใบอาจจะมีลักษณะแหลม (Acuminate) แหลมเป็นติ่ง (Apiculate) กลมมน (Obtuse-rounded) ฯลฯ (ภาพที่ 8) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของ *Sphagnum*



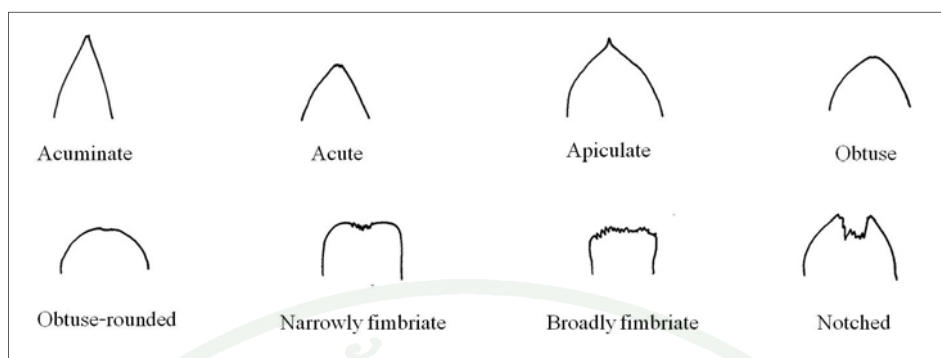
ภาพที่ 6 ภาพแสดงลักษณะขอบใบ (ก) ขอบใบไม่เรียบเป็นร่องกัดเซาะ (ข) ขอบใบเรียบ

ที่มา: Daniels and Eddy (1985)



ภาพที่ 7 ภาพแสดงรูปร่างของใบที่ลำต้นในแบบต่างๆ

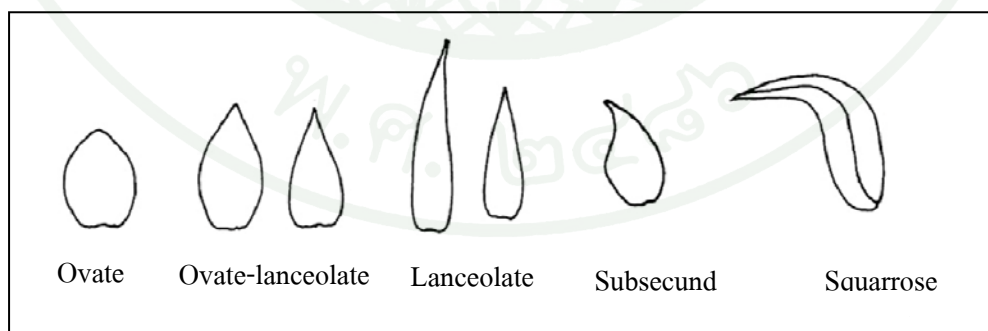
ที่มา: Flatberg (2004)



ภาพที่ 8 ภาพแสดงลักษณะปลายใบของใบที่ลำต้นในแบบต่างๆ

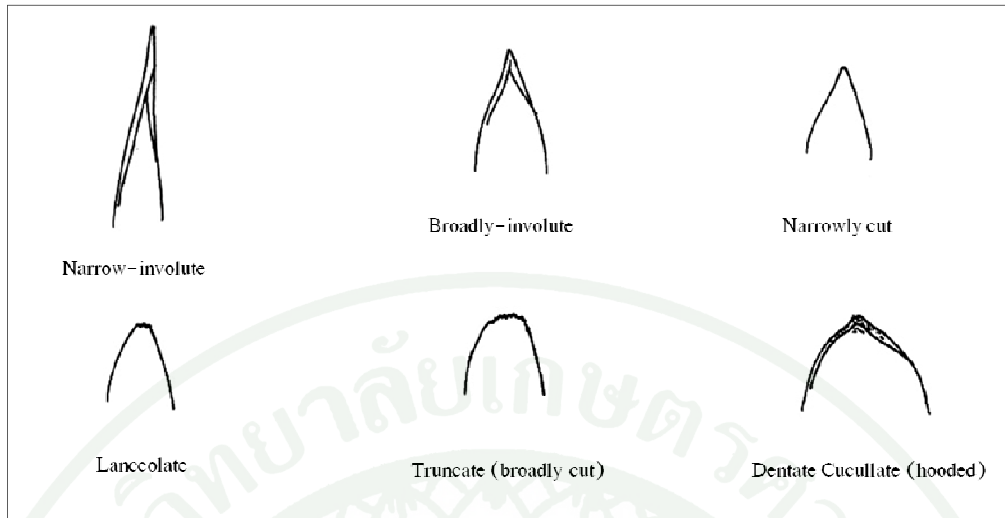
ที่มา: Flatberg (2004)

1.1.2.3.2 ใบที่กิ่ง มีรูปร่างใบได้หลายแบบ เช่น รูปไข่ (Ovate) รูปไข่แกมรูปใบหอก (Ligulate-lanceolate) รูปใบหอก (Lanceolate) ฯลฯ (ภาพที่ 9) ปลายใบแหลมแบบม้วนเข้า (Narrow-involute) ปลายใบกว้างและม้วนเข้า (Broadly-involute) ปลายใบตัด (Truncate) หรือรูปคุ่ม (Dentate Cucullate) ฯลฯ (ภาพที่ 10) นอกจากนี้เมื่อตัดใบตามขวางจะเห็นเซลล์เรียงกันคล้ายลูกบิด โดยมีเซลล์สี่เหลี่ยมตั้งฉากกับเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ โดยเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์อาจจะมีรูปไข่ สี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoid) รูปถังเบียร์ (Barrel shaped) หรือรูปสามเหลี่ยม (ภาพที่ 11) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของ *Sphagnum*



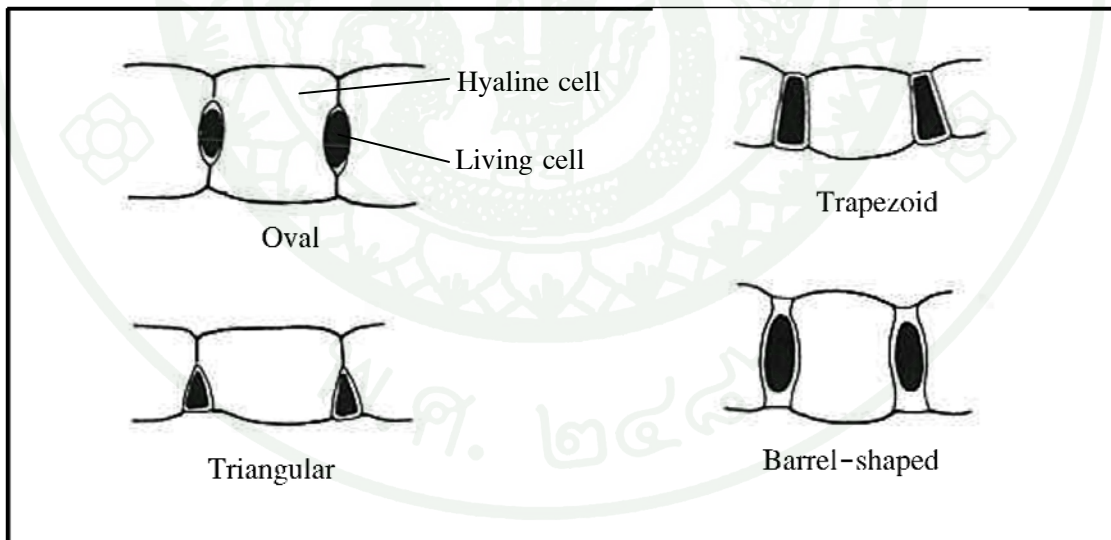
ภาพที่ 9 ภาพแสดงรูปร่างของใบที่กิ่งในแบบต่างๆ

ที่มา: Flatberg (2004)



ภาพที่ 10 ภาพแสดงลักษณะปลายใบของใบที่กึ่งในแบบต่างๆ

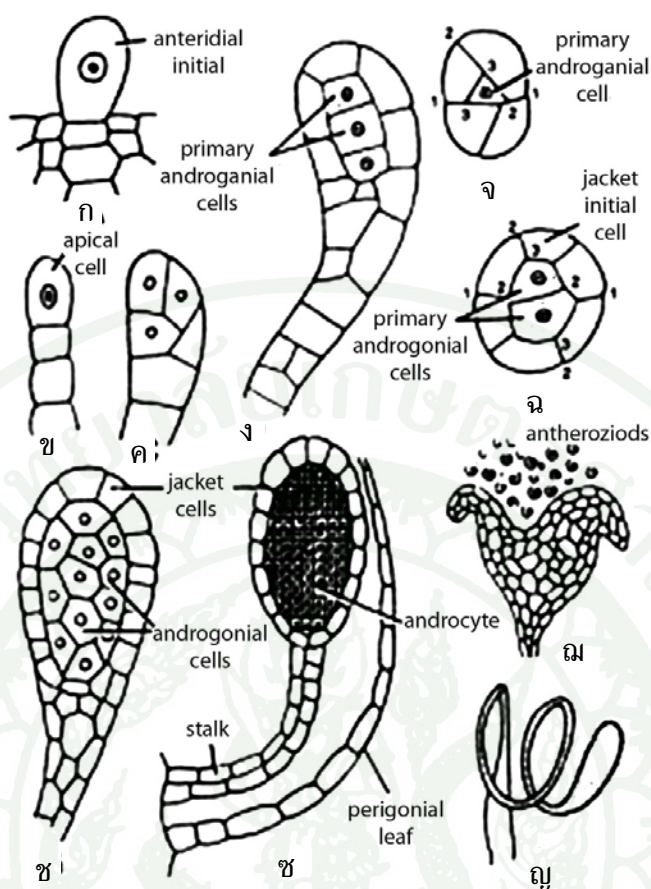
ที่มา: Flatberg (2004)



ภาพที่ 11 ภาพตัดตามขวางของใบเพื่อแสดงรูปร่างของเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์

ที่มา: Daniels and Eddy (1985)

1.1.2.4 แอนเทอริเดียม (Antheridium) ถูกสร้างที่ชอกใบแต่ละใบบนปลายกิ่ง โดยกิ่งที่สร้างแอนเทอริเดียมมีรูปกระสวยและมีลักษณะเป็นข้อห้อยเล็ก ๆ ประกอบด้วยใบเรียงซ้อนกันแน่นและมีสีต่าง ๆ เช่น สีแดง สีเหลือง หรือเขียวเข้ม ทำให้ดูแตกต่างจากกิ่งทั่วไปในลำต้น แอนเทอริเดียมเกิดจากเซลล์ที่ผิวลำต้นหนึ่งเซลล์ ทำหน้าที่เป็นเซลล์ต้นกำเนิดมีการแบ่งเซลล์ในแนวนอน (Periclinal) หลายครั้งจนได้เซลล์เรียงเป็นแถวสั้น ๆ จากนั้นเซลล์ที่ปลายยอดจะแบ่งเซลล์ในแนวทแยงมุม (Oblique) ด้านซ้ายและขวา จนกระทั่งแอนเทอริเดียมมีความสูง 12-15 ชั้นเซลล์ และเซลล์ที่ปลายยอด 2-5 เซลล์จะมีการแบ่งเซลล์แบบตั้งฉาก (Anticlinal) เพื่อเป็นเซลล์ต้นกำเนิดของผนังและเซลล์แอนโดรโกเนียม (Androgonial cell) ในระยะแรก ซึ่งในระยะนี้จะประกอบด้วยเซลล์ 2-5 เซลล์ ต่อมาจะแบ่งเซลล์หลายครั้งให้เป็นเซลล์แอนโดรโกเนียม และแบ่งเซลล์ต่อมาได้เป็นแอนเทอโรซอยด์ (Antherozoid) ในขณะที่เซลล์ต้นกำเนิดของชั้นผนังจะแบ่งเซลล์เป็นผนังของ แอนเทอริเดียมที่มีความหนาเพียงชั้นเดียว เซลล์ที่เหลือจากการพัฒนาเป็นแอนเทอริเดียมจะแบ่งเซลล์แนวนอนและแนวตั้งได้เป็นก้านของแอนเทอริเดียม เมื่อแอนเทอริเดียมโตเต็มที่จะมีรูปร่างทรงกลมและมีก้านยาว ผนังประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียว ภายในมีแอนเทอโรซอยด์จำนวนมาก เมื่อแอนเทอริเดียมเจริญเต็มที่ปลายยอดจะแตกออกทำให้แอนเทอโรซอยด์ว่ายน้ำไปยังอาร์คีโกเนียม (สมใจ, 2541) (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 พัฒนาการของแอนเทอริเดียม

(ก-ข) เป็นระยะต่อเนื่องของการพัฒนาแอนเทอริเดียม

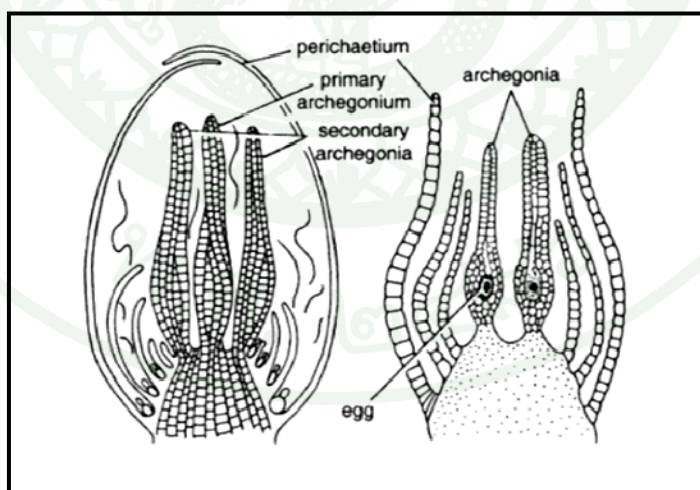
(ช) แอนเทอริเดียมที่พัฒนาสมบูรณ์ (ฉ) การแตกของแอนเทอริเดียม

(ญ) แอนเทอโรซอยด์

ที่มา: Jain (2010)

1.1.2.5 อาร์คีโกเนียม (Archegonium) จะถูกสร้างขึ้นที่ปลายกิ่ง โดยกิ่งที่สร้างนี้จะเป็นกิ่งสั้น ๆ ลักษณะคล้ายตาค้าง ใบของกิ่งที่สร้างอาร์คีโกเนียม จะมีขนาดใหญ่กว่าปกติมาก ซึ่งทำหน้าที่ปกป้องอาร์คีโกเนียมและเป็นเพอริทิดีียม (Perichaetium) เพื่อปกป้องสปอโรไฟต์ในอนาคต จำนวนอาร์คีโกเนียมมีตั้งแต่ 1-5 อัน แต่ส่วนมากพบ 3 อัน (Crum, 1984) พัฒนาการของอาร์คีโกเนียม เริ่มจากเซลล์ที่ปลายยอด 1 เซลล์ทำหน้าที่เป็นเซลล์ต้นกำเนิดของอาร์คีโกเนียมในระยะแรก (Primary archegonial initial) จากนั้นแบ่งเซลล์ได้เป็น 4 เซลล์ ทำหน้าที่เป็นเซลล์ต้นกำเนิดของอาร์คีโกเนียมในระยะที่สอง (Secondary archegonial initial) ในกรณีที่มีการสร้างอาร์คีโกเนียมเพียงอันเดียว จะไม่มีการแบ่งเซลล์ให้เซลล์ต้นกำเนิด

ของอาร์คีโกเนียมในระยะที่สอง ต่อจากนั้นเซลล์ที่เป็นเซลล์ต้นกำเนิดของอาร์คีโกเนียมระยะแรก และเซลล์ต้นกำเนิดของอาร์คีโกเนียมระยะที่สองจะแบ่งเซลล์ให้เป็นเซลล์ต่อกันเป็นแถว โดยที่เซลล์ต้นกำเนิดของอาร์คีโกเนียมระยะแรกอาจแบ่งเซลล์ในแนวนอนหรือแนวทแยงซ้ายสลับขวา แต่เซลล์ต้นกำเนิดของอาร์คีโกเนียมระยะที่สองจะแบ่งในแนวนอนอย่างเดียว เมื่อแบ่งเซลล์ต่อกันเป็นแถวยาวประมาณ 4-6 เซลล์ เซลล์ที่อยู่ปลายยอดจะเกิดการแบ่งเซลล์ในแนวเฉียงตัด ออกเป็น 3 เซลล์ที่เรียกว่า เซลล์ต้นกำเนิดของชั้นผนัง ล้อมรอบ 1 เซลล์ตรงกลาง ที่เรียกว่า เซลล์แกนระยะแรก (Primary axial cell) ซึ่งจะแบ่งเซลล์ตามแนวนอน ได้เซลล์ด้านนอกคือเซลล์ต้นกำเนิดของฝา (Lip cell) และเซลล์ด้านในเป็นเซลล์แนวกลาง (Central cell) จากนั้นเซลล์ต้นกำเนิดของฝา แบ่งเซลล์ในแนวตั้งให้เป็นกลุ่มเซลล์ประมาณ 8 เซลล์หรือมากกว่า ทำหน้าที่เป็นเซลล์ฝาที่ปิดอยู่ที่ส่วนปลายของอาร์คีโกเนียม ส่วนเซลล์ด้านใน เซลล์แนวกลางแบ่งเซลล์ในแนวนอนให้เป็นเซลล์เน็คคานัล (Neck canal cell) และเซลล์เวนเทอร์ (Ventral cell) ระยะแรก จากนั้นมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนจนเซลล์เน็คคานัล มี 8-9 เซลล์ ต่อมาเซลล์เวนเทอร์ ระยะแรกแบ่งเซลล์เป็นเซลล์เวนเทอร์คานัล และเซลล์ไข่ (Egg) ส่วนเซลล์ชั้นผิวจะแบ่งเซลล์ได้ เป็นผนังอาร์คีโกเนียมที่นอกเหนือจากส่วนยอด ซึ่งเกิดจากเซลล์ต้นกำเนิดของเซลล์ต้นกำเนิดฝา เมื่ออาร์คีโกเนียมเจริญเต็มที่จะมีเน็ค (Neck) รูปร่างยาว มีส่วนกว้างใกล้เคียงกับเวนเทอร์ และเซลล์เน็คคานัลจะสลายไป ส่วนเซลล์เวนเทอร์คานัลยังมีนิวเคลียสอยู่จนกระทั่งมีการรวมตัวกันของเซลล์สืบพันธุ์ โดยเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ว่ายน้ำเข้ามาผสมกับไข่ในอาร์คีโกเนียม (สมใจ, 2541) (ภาพที่ 13)



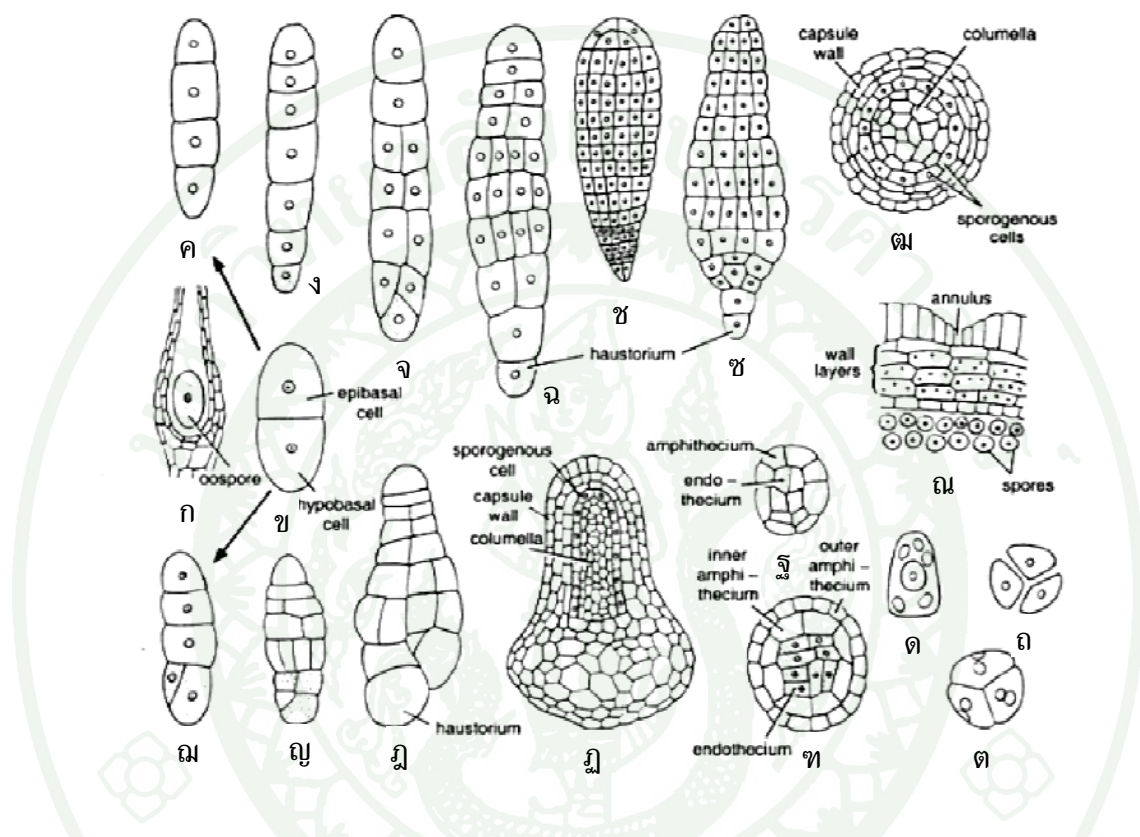
ภาพที่ 13 ภาพตัดตามยาวปลายกิ่งที่มีการสร้างอาร์คีโกเนียม

ที่มา: Jain (2010)

1.2 สปอโรไฟต์

ภายหลังการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์จะได้เป็นไซโกต (Zygote) แบ่งเซลล์ตามแนวนอนเป็น 2 เซลล์ที่มีขนาดใกล้เคียงกันและแบ่งต่อตามแนวยาวจนได้ 6-12 เซลล์ โดยที่เซลล์ 3-4 เซลล์ด้านบนจะพัฒนาเป็นส่วนของอับสปอร์ (Sporangium) ส่วนเซลล์ที่เหลือจะพัฒนาเป็นส่วนฐาน (Foot) และ ก้านชูอับสปอร์ (Stalk) เซลล์ด้านปลายบนจะแบ่งเซลล์ในแนวตั้งฉากสองครั้งได้เซลล์เรียงเป็นชั้นละ 4 เซลล์ จากนั้นแต่ละชั้นเซลล์จะแบ่งเซลล์ขนานกับผนังด้านนอก ได้เซลล์รอบนอกที่เรียกว่าแอมฟิทีเซียม (Amphithecium) และเซลล์ตรงกลางที่เรียกแอนโดรทีเซียม (Androthecium) จะแบ่งเซลล์หลายครั้งให้เป็นกลุ่มเซลล์ตรงกลางของอับสปอร์เรียกว่าคอลัมเมลา (Columella) ส่วน แอมฟิทีเซียมแบ่งเซลล์ในแนวขนานกับเซลล์ด้านนอก ได้เป็นเซลล์ชั้นในคืออาร์คีสปอเรียม (Archegonium) ทำหน้าที่ในการสร้างสปอร์และเซลล์ชั้นนอกที่เป็นหมัน อาร์คีสปอเรียมจะคลุมอยู่บนคอลัมเมลา และต่อมาจะแบ่งเซลล์ให้เป็นเซลล์สปอโรจีนัส (Sporogenous cell) ที่มีความหนา 2-4 ชั้น เซลล์สปอโรจีนัสทั้งหมดจะทำหน้าที่เป็นเซลล์แม่ของสปอร์ (Spore mother cell) โดยทุกเซลล์จะแบ่งเซลล์ให้เป็น 4 สปอร์ที่เป็นแฮพลอยด์ (n) เซลล์ที่อยู่ติดกับเซลล์สปอโรจีนัสทั้งด้านนอกและด้านในจะแบ่งเซลล์ให้เป็นเซลล์ขนาดเล็ก ๆ ประกอบเป็นชั้นผนังล้อมรอบสปอร์ คือทำหน้าที่เป็นถุงที่ด้านในมีสปอร์ เซลล์แอมฟิทีเซียมที่อยู่ด้านนอกของอาร์คีสปอเรียม จะแบ่งเซลล์ให้ชั้นผนังของอับสปอร์ที่มีความหนา 3-7 ชั้น เซลล์ชั้นนอกสุดทำหน้าที่เป็นเซลล์ผิวและมีปากใบที่ไม่สามารถเปิดปิดได้ ปากใบนี้จะเกิดจากการแบ่งเซลล์ของเซลล์ผิวหนึ่งเซลล์ให้เป็นเซลล์คุม (Guard cell) หนึ่งคู่ แต่ผนังระหว่างเซลล์คุมทั้งสองไม่แยกออกเป็นช่องเปิด ในระหว่างการพัฒนาของอับสปอร์และการสร้างสปอร์บริเวณด้านบนของอับสปอร์จะเกิดเป็นร่องรูปวงแหวน และเซลล์ชั้นผิวที่บริเวณร่องนี้จะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์บริเวณอื่น ซึ่งแสดงถึงขอบเขตที่จะเป็นฝาเปิดของอับสปอร์ (Operculum) ส่วนฐาน (Foot) ของอับสปอร์จะมีขนาดใหญ่แต่ส่วนที่เป็นก้านชูอับสปอร์จะไม่เจริญยาวออก เห็นเป็นแค่ส่วนที่ต่ออยู่ระหว่างอับสปอร์และส่วนฐาน ขณะที่อาร์คิโกเนียม ส่วนที่หุ้มสปอโรไฟต์ที่กำลังเจริญเติบโตจะทำหน้าที่เป็นคาลิปทรา (Calyptra) และมีส่วนเนื้อของอาร์คิโกเนียมแห้งติดอยู่ซึ่งจะหลุดออกในที่สุด (สมใจ, 2541) เมื่ออับสปอร์โตเต็มที่ กิ่งที่สร้างอาร์คิโกเนียมจะยืดยาวออกเป็นก้านที่ไม่มีใบทำหน้าที่หุ้มสปอโรไฟต์เรียกกันว่า ก้านชูอับสปอร์เทียม (Pseudopodium) ซึ่งในระยะแรก ๆ ก้านชูอับสปอร์เทียมจะมีขนาดสั้น ๆ เมื่อสปอโรไฟต์เจริญเต็มที่แล้วจะเจริญยืดออกอย่างรวดเร็วและหุ้มสปอโรไฟต์โผล่พ้นเพอริคิเทียม ซึ่งเป็นใบที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มสปอโรไฟต์ในระยะแรก (Crum, 1984) บริเวณส่วนปลายของก้านชูอับสปอร์เทียมจะขยายใหญ่และเจริญร่วมกับคาลิปทรา ซึ่งบริเวณนี้เรียกว่าจิงกูลา (Vaginula) มีลักษณะคล้ายถุงและเป็นบริเวณที่ส่วนฐานของสปอโรไฟต์ฝังอยู่ สปอโรไฟต์ระยะนี้จะประกอบด้วย อับสปอร์รูปทรงกลม ส่วนฐานขนาดใหญ่และก้านชูอับสปอร์ลักษณะผอมสั้นเชื่อมระหว่างอับสปอร์และส่วนฐาน อับสปอร์มีสีน้ำตาลเข้มหรือดำ ส่วนปลายอับสปอร์มีฝาเปิด บริเวณส่วนต่อระหว่างฝาเปิดกับอับสปอร์จะเป็นร่องที่มีผนังบาง ๆ เรียก

แวนนูลัส (Annulus) ภายในอับสปอร์มีคอลัมเมลลาอยู่ตรงกลาง และมีโครงสร้างเป็นถุงบรรจุสปอร์อยู่ในลักษณะโค้งคลุมคอลัมเมลลา (สมใจ, 2541) (ภาพที่ 14) สปอร์มีสี่เหลี่ยมหรือสี่น้ำตา ล้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.018 – 0.040 มิลลิเมตร (สมใจ, 2541)



ภาพที่ 14 ภาพแสดงพัฒนาการของสปอโรไฟต์ในระยะต่างๆ

ที่มา: Jain (2010)

1.3 การสืบพันธุ์ (Reproduction)

1.3.1 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction)

Sphagnum จะมีการสร้างกิ่งที่เจริญตั้งขึ้นเหมือนลำต้นเดิมเมื่อมีการตายจากโคนขึ้นมาถึงจุดที่มีการแตกกิ่ง กิ่งดังกล่าวจะหลุดออกจากต้นแม่และเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้ (สมใจ, 2541)

1.3.2 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction)

Sphagnum มีทั้งเป็นไดโออีเซียส (Dioecious) และโมนออีเซียส (Monoecious) แต่แอนเทอริเดียม และอาร์คีโกเนียม จะสร้างอยู่คนละกิ่งกันเสมอ โดยกิ่งสร้างอวัยวะสืบพันธุ์จะเป็นกิ่งสั้น ๆ ใกล้บริเวณปลายยอด เมื่อเซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ว่ายน้ำมาผสมกับไซโนอาร์คีโกเนียมเกิดเป็นระยะสปอโรไฟต์

1.4 การกระจายสปอร์

เมื่ออับสปอร์เจริญเต็มที่แตกเพื่อกระจายสปอร์ โดยฝาของอับสปอร์จะหลุดแยกออกจากอับสปอร์ทำให้เกิดรูเปิดเป็นช่องกลม เมื่ออับสปอร์เปิดออกถุงอากาศใต้ถุงบรรจุสปอร์จะขยายตัวและเกิดแรงดันให้สปอร์พุ่งออกจากอับสปอร์ จากนั้นกระแสลมจะช่วยพัดพาสปอร์กระจายออกไป ในกรณีที่อับสปอร์อยู่ในน้ำหรืออับสปอร์อยู่ในสภาพเปียกชื้นตลอดเวลา ฝาของอับสปอร์จะไม่เปิดออก แต่อับสปอร์จะหลุดออกจากบริเวณเนื้อเยื่อวาลินูลา และเกิดเป็นรูที่ฐานของอับสปอร์ ต่อมาคอสม์เมลาจะเน่าสลายไป ดังนั้นสปอร์จึงสามารถหลุดออกมาได้

2. ถิ่นที่อยู่อาศัยของ *Sphagnum* L.

Sphagnum มีการแพร่กระจายพันธุ์ทั่วโลก ตั้งแต่เขตร้อนขึ้นถึงเขตขั้วโลก (Daniels and Eddy, 1985, 1990) และมีถิ่นที่อยู่อาศัย (Habitat) ได้หลากหลาย ได้แก่ พื้นที่ชุ่มน้ำ พีทแลนด์ ขอบทะเลสาบ ริมลำธาร ทุ่งหญ้าชื้นแฉะ (Wet meadows) ทุ่งกกตระกูล *Carex* (Sedge mats) ป่าแคะ ป่าสน พื้นที่ลาดเอียงและพื้นที่ทรายเป็นต้น ทุ่งหญ้าอัลไพน์ ร่องระบายน้ำริมถนน หินที่ปกคลุมด้วยอิวิมัส และหน้าผาที่มีความชื้นหรือหยดน้ำ แต่แหล่งที่อยู่อาศัยหลักของ *Sphagnum* คือ พีทแลนด์ ซึ่ง *Sphagnum* มีการเจริญและแพร่กระจายพันธุ์เป็นพืชเด่นในพื้นที่ชุ่มน้ำเขตอบอุ่นจนถึงเขตขั้วโลก (Wojtuń et al., 2013)

เมื่อจำแนกถิ่นที่อยู่อาศัยของ *Sphagnum* ในพื้นที่ชุ่มน้ำส่วนใหญ่มักพบใน Bog, Poor fens และ Intermediate fens ครอบคลุมพื้นที่ในเขต Boreal และ Subarctic zone ทางซีกโลกเหนือ โดยพื้นที่ดังกล่าวจะมี *Sphagnum* เป็นพืชเด่นกว่าพืชชนิดอื่นๆ ก่อให้เกิดการปกคลุมพื้นที่ด้วย *Sphagnum* และมีการผลิตมวลชีวภาพสูงขึ้น (Vitt, 2000; Rydin et al., 2006; Wojtuń et al., 2013) เนื่องจากการสะสมตัวของพีท ซึ่งพีทเกิดจากการทับถมกันของซาก *Sphagnum* ที่ตายแล้ว แต่เกิดการย่อยสลายได้ช้ามาก (Clymo, 1984) เนื่องจากสภาพที่ *Sphagnum* เจริญอยู่ไม่

เอื้ออำนวยต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ผู้ย่อยสลาย นั่นคือสภาพพื้นที่ที่เป็นกรดสูง ชุ่มไปด้วยน้ำ และขาดออกซิเจน รวมทั้งยังพบสารต้านการเจริญของจุลินทรีย์อีกด้วย (Johnson and Damman, 1993; van Breemen, 1995; Hájek, 2009)

ถิ่นที่อยู่อาศัยที่ขาดออกซิเจน ความเป็นกรดสูง พืชชุ่มน้ำ และมีธาตุอาหารต่ำ เป็นสิ่งที่ *Sphagnum* สามารถปรับเปลี่ยนพื้นที่ที่อาศัยอยู่ให้เหมาะแก่การแพร่กระจายพันธุ์ของตัวเองได้ จนถูกขนานนามว่า วิศวกรระบบนิเวศท้องถิ่น (Jones et al., 1994) นั่นคือ *Sphagnum* สามารถสร้างพื้นที่ให้มีสภาพเป็นกรดสูงในพื้นที่ชุ่มน้ำ จนเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะกับรากของพืชมีท่อลำเลียงขนาดใหญ่ ก่อให้เกิดพื้นที่เปิดโล่งที่ปกคลุมด้วย *Sphagnum* ถือได้ว่าเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยเฉพาะของ *Sphagnum* นี่เป็นวิธีการแข่งขันกับไม้ใหญ่เพื่อให้ได้รับแสงปริมาณมากของ *Sphagnum* ทั้งยังอาศัยในพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถหลีกเลี่ยงภาวะเครียดจากการแห้งกรอบได้ (Hájek, 2008) นอกจากนี้ยังมีกลไกทางสัณฐานวิทยาที่ปรับตัวให้สามารถทนทานต่อความแห้งได้อย่างดี คือการมีกิ่งห้อยแนบลำต้น ช่อกระจุกแน่น และโครงสร้างใบที่มีเซลล์สองชนิด ทำให้สามารถดูดซับและเก็บกักน้ำไว้ได้ในปริมาณมาก เมื่อน้ำหรือความชื้นลดลงใบที่มีเซลล์ใสนี้จะเปลี่ยนเป็นสีชาวก่อให้เกิดการสะท้อนของแสงและความร้อน ช่วยลดการดูดกลืนพลังงานของแสง ทำให้ลดการระเหยน้ำออกจากต้นได้ (Daniels and Eddy, 1985, 1990) ทำให้ *Sphagnum* ประสบความสำเร็จในการแพร่กระจายพันธุ์ได้ทั่วโลก

ลักษณะถิ่นที่อยู่อาศัยของ *Sphagnum* ที่สำคัญคือ **Mire** ซึ่งมีความหมายถึงพื้นที่ที่มีน้ำขังและเกิดการสะสมตัวของพีท (พีทแลนด์) เป็นการเรียกลักษณะรวมๆ ของ Fen และ Bog โดย **Fen** หมายถึง พื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำใต้ดิน ทำให้น้ำใน Fen มีธาตุอาหารและ pH สูง ในขณะที่ **Bog** หมายถึงพื้นที่ที่ได้รับน้ำจากน้ำฝนเท่านั้น ทำให้มีปริมาณธาตุอาหารในน้ำต่ำ รวมถึง pH ต่ำด้วย (Warner and Rubec, 1997; Hájek et al. 2006; Peltoniemi, 2010) นอกจากนี้ยังมีลักษณะถิ่นที่อยู่อาศัยแบบย่อยๆ ที่เกิดขึ้นใน Mire ด้วยรูปแบบการเจริญของ *Sphagnum* ที่แตกต่างกัน ได้แก่ Hummock และ Hollow ซึ่งในที่นี้ **Hummock** จะหมายถึงบริเวณภายใน Mire ที่มีการทับถมของซากแกมโทไฟต์ของ *Sphagnum* เก่าจนพอกพูนขึ้นมาเป็นเนินจากส่วนล่างที่ตายแล้วจากการเจริญยืดยาวขึ้นของ *Sphagnum* ทำให้บริเวณดังกล่าวสูงกว่าระดับน้ำและมีสภาพที่แห้งไม่เปียกน้ำ และ **Hollow** คือบริเวณภายใน Mire ที่น้ำท่วมถึง หรือเป็นบริเวณพื้นที่เป็นหลุมระหว่าง Hummock ทำให้ *Sphagnum* ดังกล่าวเจริญอยู่ในน้ำหรือพื้นที่เปียกกว่า Hummock (Hájek et al. 2006)

2.1 การจัดจำแนก Mire มีการจัดจำแนกและให้คำนิยามหรือคำจำกัดความโดยนักนิเวศวิทยาหลายท่านตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งแต่ละท่านมีความเห็นที่แตกต่างกัน โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

2.1.1 Sjörs (1950) ได้จัดกลุ่มของ Mire ตามค่า pH และปริมาณไอออนบวกของน้ำผิวดินได้ผลดังนี้

2.1.1.1 Bog มีช่วง pH ที่ 3.7- 4.2

2.1.1.2 Extreme poor fen มีช่วง pH ที่ 3.8-5.0

2.1.1.3 Transitional poor fen มีช่วง pH ที่ 4.8-5.7

2.1.1.4 Intermediate fen มีช่วง pH ที่ 5.2-6.4

2.1.1.5 Transitional rich fen มีช่วง 5.8-มากกว่า 7.0

2.1.1.6 Extreme rich fen มีช่วง pH 7.0-8.4

2.1.2 Daniels and Eddy (1990) จัดแบ่ง Mire ตามปริมาณธาตุอาหารดังนี้

2.1.2.1 Eutrophic ปริมาณธาตุอาหารในน้ำสูงมาก และมี pH ค่อนข้างเป็นกลาง

2.1.2.2 Mesotrophic มีปริมาณธาตุอาหารในน้ำปานกลาง และ pH อยู่ระหว่าง Eutrophic และ Oligotrophic

2.1.2.3 Oligotrophic มีปริมาณธาตุอาหารในน้ำน้อยมาก และมี pH ต่ำ

2.1.3 Hájek *et al.* (2006) ได้จัดจำแนก Mire ตามพืชพรรณที่ขึ้นร่วมกันได้ผลดังนี้

2.1.3.1 Poor (*Sphagnum*) fen หรือ Poor minerotrophic mire ชนิดพืชที่โดดเด่นในพื้นที่นี้คือ *Sphagnum* ใน Section *Cuspidata* และ Section *Palustria* (ส่วนมากคือกลุ่มของ *S. recurvum* และมีการผลิตมวลชีวภาพได้มาก) โดย *S. denticulatum* และ *S. papillosum* เป็นพืชเด่นใน Microhabitat ที่มีน้ำขัง ขณะที่ *Sphagnum* section อื่นๆ เช่น *Sphagnum* ใน Section *Palustria*, *S. capillium* และ *Polytrichum mommune* เป็นพืชเด่นใน Hummock ต่ำๆ นอกจากนี้ยังมีมอสส์ชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่ *Sphagnum* หาได้ยากและพบการ

แพร่กระจายพันธุ์น้อย เช่น *Straminergon stramineum*, *Warnstorfia exannulata* และ *W. fluitans* และมักพบแอลจีฟวาก Desmids ในน้ำของ Poor fen (Kitner et al., 2004)

2.1.3.2 Moderately rich fen มีลักษณะที่ไม่เด่นชัดระหว่าง Poor fen และ Bog พบ *Sphagnum* ใน Section Subsecunda หรือ *S. teres* แทนที่ *Sphagnum* ใน Section Cuspidata โดยมี *S. subsecundum*, *S. subnitens* และ *S. teres*, *Straminergon stramineum*, *Warnstorfia exannulata* และ *Aulacomnium palustre* เป็นพืชเด่นในขณะที่กลุ่ม *Sphagnum recurvum* ยังคงปรากฏใน Moderately rich fen แต่ผลิตมวลชีวภาพได้น้อย

2.1.3.3 Rich (*Sphagnum*) fen มักพบ *Sphagnum* ชนิดที่ทนทานต่อปริมาณแคลเซียม ได้แก่ *S. teres*, *S. warnstorffii*, *S. contortum* และ *S. subnitens* อยู่ร่วมกับพืชชนิดอื่นที่ชอบความเป็นต่างและแคลเซียม เช่น *Eriophorum latifolium*, *Parnassia palustris*, *Epipactis palustris*, *Carex davalliana*

2.1.3.4 Extremely rich fen เป็น Fen ที่พบการเจริญเติบโตของ *Sphagnum* น้ำมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (Vitt, 2000) และความสามารถสร้างกรดของกลุ่ม Brown moss (Glime et al., 1982) โดยมักพบ *Drepanocladus cossonii* และ Brown mosses ชนิดอื่นๆ ขึ้นอยู่ (เช่น *Calliergon giganteum*, *Scorpidium scorpioides*, *Campylium stellatum*, *Bryum pseudotriquetrum*, และ *Fissidens adianthoides*)

2.1.3.5 Calcareous tufa-forming fen ไม่พบการเจริญเติบโตของ *Sphagnum* น้ำมีค่าความเข้มข้นของแคลเซียมมากกว่า 322 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนใหญ่พบ *Palustriella commutata* หรือ *Carex hostiana* เป็นพืชเด่น

2.1.4 Peltoniemi (2010) แบ่งกลุ่ม Mire โดยอาศัยนิเวศวิทยาทางน้ำ และธาตุอาหาร สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มดังนี้

2.1.4.1 Minerotrophic peatland เช่น Fen ที่ได้รับธาตุอาหารจากน้ำที่ไหลอยู่ใกล้ผิวดิน และมีไอออนบวกเช่น Mg^{2+} K^+ และ Ca^{2+} มาก (Daniels and Eddy, 1990; Malmer et al., 1992; Warner and Rubec, 1997) ซึ่งแบ่งได้ 3 กลุ่มตามระดับธาตุอาหารดังนี้

2.1.4.1.1 Eutrophic มีธาตุอาหารในน้ำสูงและมี pH ค่อนข้างเป็นกลาง

2.1.4.1.2 Mesotrophic มีธาตุอาหารในน้ำปานกลางและ pH อยู่กึ่งกลางระหว่าง Eutrophic และ Oligotrophic

2.1.4.1.3 Oligotrophic มีธาตุอาหารในน้ำน้อยมาก และมี pH เป็นกรดจัด

2.1.4.2 Ombrotrophic peatland เช่น Bog คือพื้นที่ที่ได้รับน้ำจากน้ำฝน (Precipitation) โดยปกติ Bog จะมีพืชเด่นเป็น *Sphagnum* และไม้พุ่มเตี้ยแคระแกรน

2.1.5 Wojtuń *et al.* (2013) จัดกลุ่มของ Mire โดยอาศัยพืชพรรณและคุณสมบัติเคมีทางน้ำ สามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 3 กลุ่ม

2.1.5.1 Ombrotrophic ประกอบด้วยพื้นที่ที่มีพืชเด่นเป็นพืชใน Class Oxyocco-Sphagnetea และกลุ่มพืชที่อยู่ใน Hollow คือ *Caricetum limosae* ใน Class Scheuchzerio-*Caricetea fuscae* โดยจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และไนโตรเจนต่ำ ซึ่งค่า pH ที่พบไม่เกิน 4.2 และมีค่า EC ประมาณ 20 ไมโครซีเมนต์ (μS)

2.1.5.2 Poor fen ประกอบด้วย *Carex rostrata*, *C. nigra*, *Eriophorum angustifolium*, *Juncus filiformis* และ *Deschampsia caespitosa* เป็นพืชเด่น ที่เจริญในน้ำนิ่ง น้ำขุ่นหรือน้ำที่ไหลอย่างช้าๆ จะมีค่าการนำไฟฟ้า แคลเซียม แมกนีเซียม และไนโตรเจนสูงกว่ากลุ่มที่ 1 แต่ค่า pH ที่พบอยู่ในช่วง 3.7 – 5.0

2.1.5.3 Minerotrophy หรือ Intermediate fen มีพรรณไม้คล้ายคลึงกับกลุ่มที่ 2 แต่ได้รับธาตุอาหารจากน้ำใต้ดิน (Ground water) มีค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า แคลเซียม แมกนีเซียม และไนโตรเจนสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ค่า pH ที่พบส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5.0– 6.7 แต่อาจมีความแปรผันสูง โดยบางครั้งอาจพบ pH สูงถึง 7.1

2.2 การจัดจำแนกนิเวศของ *Sphagnum* บนพื้นฐานของการปรากฏชนิดที่จำเพาะต่อสังคมพืช และรูปแบบการแพร่กระจายพันธุ์ตลอดจนความแตกต่างของคุณสมบัติเคมีทางน้ำ โดยสามารถจัดแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ตาม Wojtuń *et al.* (2013)

2.2.1 *Sphagnum* ชนิดที่อยู่ในถิ่นที่อยู่อาศัยแบบ Ombrotrophic มีประชากรน้อยและปรากฏในช่วง Trophic แคบๆ และน้ำมักมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ โดยจะน้อยกว่า 4.1 ค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 16 ไมโครซีเมนต์ มีค่าความเข้มข้นของแคลเซียมต่ำกว่า 1.0 มิลลิกรัม

ต่อลิตร ตัวอย่างเช่น *S. capillifolium* var. *tenerum*, *S. fuscum*, *S. subtile* เป็นชนิดที่จำเพาะต่อ Hummock ขณะที่ *S. rubellum*, *S. capillifolium* var. *capillifolium*, *S. maglanicum* มักพบบน Hummock สำหรับ *S. rubellum* และ *S. tenellum* พบในทุ่งหญ้า (Lawns)

2.2.2 *Sphagnum* ชนิดที่อยู่ในดินที่อยู่อาศัยแบบ Ombrotrophic ต่อเนื่องถึง Poor fen สมาชิกในกลุ่มนี้มักอยู่ในดินที่อยู่อาศัยที่มีค่า pH ไม่เกิน 4.5 มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 1.5 ไมโครซีเมนต์ แคลเซียมน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่บางชนิดที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น *S. lindbergii* สามารถเจริญได้ทั้งในสภาพ Ombrotrophic และ Poor fen เชื่อมต่อจนกระทั่ง Intermediate fens ที่ pH 5.0-5.8 แต่พบค่อนข้างน้อยใน Intermediate fens ชนิดที่พบในกลุ่มนี้มักพบในพื้นที่ที่เปียกชุ่ม เช่น Carpet, Hollows และ ผืนน้ำเปิดโล่ง

2.2.3 *Sphagnum* ที่อยู่ในดินที่อยู่อาศัยแบบ Poor fen จนถึง Intermediate fen เป็นกลุ่มที่มีสมาชิกมากที่สุด มักอยู่ในดินที่อยู่อาศัยที่มีช่วงคุณสมบัติเคมีทางน้ำกว้าง โดยพบตั้งแต่ pH 4.1-5.9 ค่าการนำไฟฟ้าตั้งแต่ 13 ถึง 43 ไมโครซีเมนต์ ชนิดเหล่านี้จะไม่พบใน Ombrotrophic ยกเว้น *S. riparium* ซึ่งสามารถพบได้แต่น้อยมาก *Sphagnum* กลุ่มนี้พบในดินที่อยู่อาศัยย่อย (Microhabitat) ที่ชื้น มักพบภายในผืน *Sphagnum* ชุ่มน้ำ ยกเว้น *S. fimbriatum* และ *S. subnitens* มักพบใน Spring fen ตลอดลำธารและลำห้วย

2.2.4 *Sphagnum* ที่อยู่ในดินที่อยู่อาศัยแบบ Intermediate fen ชนิดที่พบในกลุ่มนี้มักเจริญที่ pH 3.8-7.1 ซึ่งถือว่ากว้างมากๆ แต่ส่วนมากมักพบเจริญที่ 4.8-6.6 และที่ pH ต่ำกว่า 4.6 จะไม่พบ *Sphagnum* กลุ่มนี้ค่าการนำไฟฟ้ากว้าง ตั้งแต่ 19-100 ไมโครซีเมนต์ แคลเซียมตั้งแต่ 0.95-10 มิลลิกรัมต่อลิตร ชนิดในกลุ่มนี้ชอบดินที่อยู่อาศัยที่ชุ่มน้ำมาก เช่น Carpet

2.2.5 *Sphagnum* ที่พบในดินที่อยู่อาศัยไม่จำเพาะต่อลักษณะใดเป็นพิเศษ กลุ่มนี้มีช่วงคุณสมบัติทางเคมีของน้ำกว้างมาก เป็นชนิดที่ทนทานต่อกรดสูง (Ombrotrophic และ Poor fen) และกรดต่ำ (Intermediate fen) ชนิดของกลุ่มนี้พบได้ตั้งแต่ pH 3.7-7.1 ค่าการนำไฟฟ้า ตั้งแต่ 6.0-98.0 ไมโครซีเมนต์ และแคลเซียมพบตั้งแต่ 0.30 - 9.4 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่จะพบมากที่ pH น้อยกว่า 5.2 และไอออนบวกต่ำ การนำไฟฟ้าน้อยกว่า 40 ไมโครซีเมนต์ และแคลเซียมน้อยกว่า 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ชนิดในกลุ่มนี้มักพบใน Carpet และ Lawn ยกเว้น *S. angustifolium* และ *S. russowii* มักเจริญบน Hummocks

3. ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* L.

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ได้แก่ คุณสมบัติเคมีทางน้ำ (pH, EC, ธาตุอาหาร) ความลึกของระดับน้ำภายใน Mire พีท และแสง โดยปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยหลักของพื้นที่ที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ใน Mire (Bragazza, 1997; Gignac and Vitt, 1990) นอกจากนี้ระดับความสูงจากน้ำทะเลที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ (Gerdol and Bragazza, 1994) ได้ด้วยเช่นกัน

การตอบสนองของ *Sphagnum* ต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกันตามพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายพันธุ์ของแต่ละชนิด ช่วงความทนทานของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของแต่ละชนิดก่อให้เกิดการแพร่กระจายพันธุ์ไปตามสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แตกต่างกัน (Gignac et al., 1991; Bragazza, 1997)

3.1 ปริมาณธาตุอาหาร

3.1.1 ไนโตรเจน โดยปกติไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักสำหรับพืช แต่สำหรับ *Sphagnum* เมื่อได้รับมากเกินไปก่อให้เกิดความเป็นพิษได้ จากการศึกษาของ Limpens and Berendes (2003) ได้ศึกษาพบการเจริญที่ลดลงของ *Sphagnum* ในบริเวณที่มีการสะสมของไนโตรเจนสูง ซึ่งได้ทำการเพาะ *Sphagnum* ลงบนพื้นที่ที่ไม่มีการสะสมของไนโตรเจน (0 กิโลกรัมต่อแอสแตร์ต่อปี) พื้นที่ที่มีปริมาณไนโตรเจนใกล้เคียงในธรรมชาติ (40 กิโลกรัมต่อแอสแตร์ต่อปี) และพื้นที่ที่มีปริมาณไนโตรเจนเป็นสองเท่าจากธรรมชาติ (80 กิโลกรัมต่อแอสแตร์ต่อปี) พบว่าการเจริญเติบโตด้านความสูงของ *S. magellanicum* ลดลงในบริเวณที่มีการสะสมของไนโตรเจนสูงเป็นสองเท่าจากธรรมชาติ เนื่องจากอัตราการดูดซึมไนโตรเจนไม่สมดุลกับการใช้ (Assimilation) จึงเกิดการสะสมแอมโมเนียปริมาณมากในช่อกระจุกแน่น ซึ่งเป็นพิษต่อเซลล์จึงทำให้การเจริญเติบโตลดลง

3.1.2 ฟอสฟอรัส โดยทั่วไปพีทแลนด์มีธาตุอาหารต่ำ โดยเฉพาะเมื่อ *Sphagnum* เจริญอยู่จะพบปริมาณฟอสฟอรัสต่ำมาก (Gąbka and Lamentowicz, 2008) แม้ว่ามีฟอสเฟตในพีทหรือดินมาก แต่จะอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำมาใช้ได้เพียง 0.2-3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรวมทั้งหมด (Verhoeven, 1986) เนื่องจากเศษพืชย่อยสลายได้เข้าไปในพีทแลนด์จึงทำให้ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ได้มีน้อย (Gorham, 1957) แม้ว่า *Sphagnum* จะเจริญอยู่ในพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสมากหรือน้อย *Sphagnum* ก็มีความสามารถในการรักษาระดับความเข้มข้นของ

ฟอสฟอรัสภายในช่อกระจุกแน่นได้จากการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสจากเนื้อเยื่อเก่าที่เสื่อมสภาพหรือตายแล้วสู่ช่อกระจุกแน่น (Damman, 1978; Malmer, 1988; Rydin and Clymo, 1989; Baker and Boatman, 1990) ระดับของฟอสฟอรัสในแหล่งที่อยู่อาศัยส่งผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในลำต้นของ *Sphagnum* แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของ *Sphagnum* (Baker and Boatman, 1990; Li et al., 1993) เช่นการศึกษาของ Li et al. (1993) พบว่า *S. magellanicum* มีปริมาณฟอสฟอรัสในช่อกระจุกแน่นสูงที่สุดเมื่อเจริญอยู่ในสารละลาย $H_2PO_4^-$ ที่เข้มข้น 1.000 มิลลิโมลาร์ซึ่งสูงกว่าระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ภายในลำต้นไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง $H_2PO_4^-$ เข้มข้น 0.100 และ 1.000 มิลลิโมลาร์ ในขณะที่ *S. papillosum* มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุดในช่อกระจุกแน่นที่สภาวะธรรมชาติ และมีฟอสฟอรัสในช่อกระจุกแน่นสูงที่สุดที่ $H_2PO_4^-$ เข้มข้น 0.100 มิลลิโมลาร์ แต่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในลำต้นเท่ากันในสารละลายทุกๆ ความเข้มข้น ซึ่ง *Sphagnum* ทั้งสองชนิดมีปริมาณฟอสฟอรัสภายในลำต้นต่ำที่สุดที่ $H_2PO_4^-$ เข้มข้น 0.007 มิลลิโมลาร์ และที่เจริญในพื้นที่ธรรมชาติที่มีฟอสฟอรัสน้อยมาก ๆ จนตรวจวัดไม่ได้ เมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองกับพื้นที่ในธรรมชาติกลับพบว่า ฟอสฟอรัสในช่อกระจุกแน่นของ *S. papillosum* มีปริมาณมากกว่าฟอสฟอรัสในช่อกระจุกแน่นของ *S. magellanicum* นอกจากนี้การเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก (น้ำหนักแห้ง) พบว่า *S. papillosum* มีน้ำหนักแห้งสูงกว่า *S. magellanicum* ที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำ แสดงให้เห็นว่า *S. papillosum* มีแนวโน้มชอบและปรับตัวได้ดีกว่า *S. magellanicum* ในพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสน้อย จากงานวิจัยดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า ฟอสฟอรัสสามารถกำหนดการกระจายพันธุ์และการครอบครองพื้นที่ของ *Sphagnum* ที่มีชนิดต่างกันโดยเกิดการแข่งขันกันตามธรรมชาติ และจากการศึกษาของ Limpens et al. (2003) ซึ่งเขาได้ทำการศึกษาผลของการเติมฟอสฟอรัสเพื่อติดตามผลของการเพิ่มปริมาณและการกระจายพันธุ์ของ *S. fallax* โดยพบว่าเมื่อเติมฟอสฟอรัส 3 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี *S. fallax* มีการยึดยาวของลำต้นมาก โดยพบช่อกระจุกแน่นยึดยาวพ้นจาก sphagnum carpet ทำให้เกิดการบดบังแสงกับ *Sphagnum* ชนิดอื่นๆ ส่งผลให้เจริญได้ไม่ดีเท่า *S. fallax* จึงเกิดการเพิ่มปริมาณของ *S. fallax* ซึ่งจากเดิมเป็นพืชรอง (Subordinate) กลายเป็นพืชเด่น (Dominant) ในขณะที่ Baker and Boatman (1990) พบว่าเมื่อฟอสฟอรัสมีปริมาณน้อยส่งผลให้ *S. cuspidatum* มีระยะห่างระหว่างกระจุกยึดยาวขึ้น แต่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีผลต่อเนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดของกิ่งมากกว่าลำต้นหลัก คือฟอสฟอรัสสนับสนุนให้กิ่งยาวขึ้นมากกว่าลำต้นสูงขึ้น อย่างไรก็ตามการมีฟอสฟอรัสน้อยหรือมาก *Sphagnum* ก็สามารถเจริญได้ ทั้งนี้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสก่อให้เกิดผลที่แตกต่างกันใน *Sphagnum* ที่ต่างชนิดกัน (Li et al., 1993) โดยในกลุ่มของพืชมีท่อลำเลียง เช่น พืชดอกหากขาดฟอสฟอรัสมักทำให้การเจริญชะงักงัน แต่หากมีฟอสฟอรัสมากเกินไปเกิดจะสีเขียวเข้ม หรือบางครั้งเกิดการสะสมของแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) (Salisbury and Ross, 1985) ซึ่งเป็นสารกลุ่มเดียวกับ สแฟกโนบูริน (Sphagnoburin) เป็นเม็ดสีสีแดงใน *S. magellanicum* ที่จะผลิตมากในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำและความเข้มแสงสูง (Rudolph et al., 1981) แต่การสร้างสแฟกโนบูรินไม่เกี่ยวข้องกับการ

ได้รับฟอสฟอรัสมาก (Li *et al.*, 1993) เนื่องจากสารดังกล่าวถูกสร้างได้ทั้งในสภาวะขาดและได้รับฟอสฟอรัสเกินพอ ภายใต้ความเข้มแสงสูงและอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในขณะที่ *Sphagnum* สามารถปรับตัวได้ดีทั้งในพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสสูงและต่ำ เช่น Mire ที่มีฟอสฟอรัสต่ำ ซึ่งพืชมีท่อลำเลียงอื่นเจริญได้อย่างจำกัด (Li *et al.*, 1993)

3.1.3 โพรแทสซีอิม ผลของโพรแทสซีอิมไม่ชัดเจนเหมือนไนโตรเจนและฟอสฟอรัสและพบปริมาณน้อยในพื้นที่ที่มี *Sphagnum* (Gignac and Vitt, 1990) นอกจากนี้ความเข้มข้นของโพรแทสซีอิมที่สูง อาจมีผลต่อความยาวของกิ่งในกระจุบบางส่วนได้ (Baker and Boatman, 1989) การเติมโพรแทสซีอิมและฟอสฟอรัสลงใน Ombrotrophic bog ที่อยู่ในสภาพเป็นพิษจากไนโตรเจน (NO_3^- , NH_4^+) พบว่าสามารถลดความเป็นพิษลงได้ โดยทำให้การสะสม NO_3^- และ NH_4^+ ในช่อกระจุกแน่นลดลงทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และเกิดการเพิ่มส่วนสีเขียวที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (Carfrae *et al.*, 2007) ทั้งนี้เนื่องจาก NH_4^+ ลดปริมาณคลอโรฟิลล์ใน *S. cuspidatum* (Baxtex *et al.*, 1992)

3.1.4 แคลเซียม มีความสำคัญสำหรับการจัดประเภทของถิ่นที่อยู่ของ *Sphagnum* ซึ่งช่วงแคลเซียมที่กว้างหรือแคบนั้นขึ้นอยู่กับแหล่งของน้ำใน Mire โดยทั่วไปของพื้นที่ชุ่มน้ำที่พบ *Sphagnum* เป็นแหล่งน้ำภายใน Ombrotrophic mire จะมีปริมาณแคลเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำต่ำ (Gąbka and Lamentowicz, 2008; Wojtuń *et al.*, 2013) เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากฝนเท่านั้น (Sjörs, 1963; Damman, 1986) แต่อาจพบช่วงแคลเซียมได้กว้างเช่นกันใน Mirerotrophic mire โดยขึ้นอยู่กับบริเวณที่ *Sphagnum* เจริญอยู่ เนื่องจากน้ำภายใน Mire ได้รับอิทธิพลธาตุอาหารจากน้ำบริเวณอื่นที่ไม่ใช่น้ำฝนเพียงอย่างเดียว ซึ่งหากบริเวณโดยรอบเป็นหินปูนจะทำให้มีปริมาณแคลเซียมสูงและมีสภาพเป็น Rich fen (Sjörs, 1950) ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Gignac (1989) ศึกษาปริมาณธาตุอาหารของน้ำผิวดินกับ *Sphagnum* ที่สร้าง Hummock ในพีทแลนด์ของแคนาดาทางตะวันตก ซึ่งพบแคลเซียมอยู่ในช่วง 0.55–193 มิลลิกรัมต่อลิตร การศึกษาของ Gorham and Pearsall (1956) ได้ทำการศึกษาพื้นที่ทางตอนเหนือของอังกฤษ โดยชนิดที่พบในพื้นที่ที่มีแคลเซียมต่ำที่สุดคือ *S. cuspidatum* และ *S. papillosum* และชนิดที่พบในพื้นที่ที่มีแคลเซียมสูงสุดคือ *S. subsecundum* ขณะที่ปริมาณแคลเซียมร่วมกับ pH ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* มาก เช่น การศึกษาของ Clymo (1973) พบว่า *Sphagnum* สามารถเจริญได้ทั้งในพื้นที่ที่มีแคลเซียมสูง หรือ pH สูง โดยพบว่าหาก *Sphagnum* เจริญในพื้นที่ที่มีแคลเซียมร่วมกับ pH สูงจะส่งผลให้ *Sphagnum* บางชนิดตายได้ ส่วนชนิดที่มีการรอดชีวิตพบว่าจะมีการเจริญเติบโตที่ต่ำมาก เช่น *S. squarrosum* และ *S. subsecundum* โดยในสภาพตามธรรมชาติแล้วมักไม่พบ *Sphagnum* เจริญในพื้นที่ที่มีแคลเซียมสูงร่วมกับ pH สูงเช่นกัน ยกเว้น *S. subsecundum* ที่สามารถเจริญได้ในลำธารและ ditches ที่มีน้ำไหลช้าๆ นอกจากนี้ Gignac (1989) พบความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับผลของแคลเซียมใน

น้ำผิวดินต่อปริมาณแคลเซียมในต้น โดยพบว่า ถ้ามีความชื้นสูง ($H > 1.5$; $H =$ อัตรารับน้ำต่ออัตราเสียน้ำจากการระเหย) แคลเซียมจะมีผลต่อปริมาณแคลเซียมที่สะสมในลำต้นน้อย แต่ถ้าความชื้นต่ำ ($H < 1.0$) แคลเซียมที่น้ำผิวดินจะมีผลต่อปริมาณแคลเซียมที่สะสมใน *Sphagnum* มาก เนื่องจากฝนเป็นแหล่งของไอออนบวกชนิดอื่น ๆ ที่สามารถแทนที่แคลเซียมไอออนในลำต้นได้ ดังนั้นเมื่อฝนตกไอออนบวกชนิดอื่น ๆ ที่อยู่ในน้ำฝนจะชะล้างแคลเซียมไอออนในลำต้นของ *Sphagnum* ได้ทำให้ลดอิทธิพลของแคลเซียมจากน้ำผิวดินที่มีต่อ *Sphagnum* ได้ (Damman, 1986) เมื่อ *Sphagnum* เจริญอยู่บน Hummock ที่สูง (สูงกว่า 10 เซนติเมตร) แคลเซียมในลำต้นจะแตกต่างจากในน้ำค่อนข้างมาก แต่หาก *Sphagnum* เจริญอยู่บน Hummock ที่ต่ำ (สูงน้อยกว่า 10 เซนติเมตร) แคลเซียมในต้น *Sphagnum* แตกต่างจากปริมาณแคลเซียมในน้ำน้อยกว่า โดยทั่วไปไม่ว่าปริมาณแคลเซียมใน Hummock จะมากหรือน้อยมักจะพบการสะสมแคลเซียมไอออนในลำต้นของ *Sphagnum* ทางด้านล่างสูงกว่าบริเวณช่อกระจุกแน่นด้านบน (Gignac, 1989) ซึ่ง Karlin and Bliss (1984) พบว่าพีทที่อยู่ทางด้านล่างมีแคลเซียมสูงใน Hummock ที่สูงมากกว่า 10 เซนติเมตร โดยเกิดจากพีทดึงแคลเซียมไอออนออกจาก Capillary water ขณะที่น้ำกำลังเคลื่อนที่ขึ้นทางด้านบนด้วยการแลกเปลี่ยนกับไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่อยู่ที่พีทโดยไม่ใช้ตำแหน่ง Binding site ทำให้ธาตุอาหารและ pH ในน้ำลดลง ดังนั้นเมื่อน้ำไปถึงบริเวณด้านบนของ Hummock จะมีแคลเซียมน้อยมาก อย่างไรก็ตามแคลเซียมไอออนไม่ได้ถูกดึงออกจาก Capillary water จนหมด (Gignac, 1989) การที่แคลเซียมไอออนบริเวณช่อกระจุกแน่นสูงขึ้นเมื่อความชื้นต่ำ เนื่องจากน้ำที่มีแคลเซียมไอออนสามารถเคลื่อนที่ไปทางด้านบนได้รวดเร็วขึ้น *Sphagnum* ที่มาจาก Hummock สูงที่สุด (สูงกว่า 10 เซนติเมตร) บน Mire บริเวณ Sub-continental และ Sub-oceanic ที่อยู่ในสภาวะที่แห้งยาวนาน จะพบปริมาณแคลเซียมในช่อกระจุกแน่นมีค่าใกล้เคียงกับน้ำและ Hummock ด้านล่าง แต่ชนิดที่พบบน Hummock ที่สูงที่สุดในเขต Oceanic และ Hyper-oceanic (ความชื้นสูง) ก็ยังพบว่าแคลเซียมของบริเวณช่อกระจุกแน่นและแคลเซียมในน้ำไม่แตกต่างกัน (Gignac, 1989) นอกจากนี้ Sjörs and Gunnarsson (2002) ได้ศึกษาแคลเซียมไอออนและ ค่า pH ในน้ำ Mire ทางตอนเหนือของสวีเดน ซึ่งพบว่า พีทมีแนวโน้มจะสะสมไอออนบวกที่เป็น Bivalent (ประจุ 2 บวก; Mg^{2+} และ Ca^{2+}) แล้วปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนออกมาแทนที่ ในขณะที่เซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์มีแนวโน้มที่จะสะสมโพแทสเซียมไอออนและแอมโมเนียมไอออนมากกว่า ซึ่งไอออนจำพวก Bivalent มักจะถูกเซลล์ที่มีชีวิตดูดขึ้นไปจากส่วนที่ตายแล้วได้น้อยกว่าพวกที่เป็น Monovalent

3.2 ความเป็นกรด-ต่าง (pH) *Sphagnum* เจริญเติบโตได้ในช่วง pH ที่กว้างตั้งแต่ 3.6-6.7 (Gignac, 1989; Gorham and Pearsall, 1956; Gąbka and Lamentowicz, 2008; Wojtuń *et al.*, 2013) โดยถิ่นที่อยู่อาศัยของ *Sphagnum* ที่มีสภาพความเป็นกรดหรือไฮโดรเจนไอออนสูงเกิดได้จาก 2 กระบวนการคือ 1) จากกลไกการเคลื่อนย้าย แลกเปลี่ยน และการดูดซึมระหว่างพืชกับน้ำหรือพื้นผิวที่ *Sphagnum* อาศัยอยู่ (Sjörs and Gunnarsson, 2002) ซึ่งมีความ

เหมือนกันทั้งในพีชมีท่อลำเลียงและ *Sphagnum* โดยผนังเซลล์บริเวณรากของพีชมีท่อลำเลียงและใบของ *Sphagnum* มีสภาพเป็นกรดทั้งคู่ ในบริเวณที่มีการปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนออกจากตำแหน่งแลกเปลี่ยนไอออน ซึ่งกรดส่วนใหญ่เป็น Carboxylic group ของกรด Uronic (Knight *et al.*, 1961) ดังนั้นเมื่อบริเวณดังกล่าวเป็นกรดหรือมีประจุเป็นลบ *Sphagnum* ก็พร้อมที่จะเกิดปฏิกิริยา Electrostatic กับไอออนบวกซึ่งเป็นธาตุอาหารได้ โดยการแลกเปลี่ยนไอออนบวกที่ Extracellular โดยการเคลื่อนย้ายแบบ Passive ซึ่งจะเกิดการแข่งขันระหว่างไอออนบวกของธาตุอาหารรวมทั้งไฮโดรเจนไอออนด้วย (Hájek and Adamec, 2009) กระบวนการที่ 2 ไฮโดรเจนไอออนถูกผลิตจากการออกซิโดซ์ของซากพืชและพืชที่ไม่สมบูรณ์ พบมากในชั้นดินที่มีออกซิเจน (Acrotelm) ทำให้ถิ่นที่อยู่บริเวณนั้นเป็นกรดสูงเนื่องจากมีไฮโดรเจนไอออนมากสำหรับในถิ่นที่อยู่อาศัยที่มีหินปูน (Calcareous) และมีการเจริญเติบโตของ *Sphagnum* ได้ เมื่อมีการสะสมตัวของพืชพบว่าพื้นที่ดังกล่าวจะมีไฮโดรเจนไอออนสูง (Sjörs, 1963; Gorham *et al.*, 1984; Vitt, 2000) เมื่อมีไฮโดรเจนไอออนพื้นที่เพิ่มสูงขึ้นเกิดการแข่งขันกับไอออนบวกของธาตุอาหารอื่น ๆ ทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมธาตุอาหารของ *Sphagnum* ลดลง ค่า pH ในพื้นที่ที่แตกต่างกันส่งผลต่อการพบชนิดของ *Sphagnum* ได้แตกต่างกัน เช่นการศึกษาของ Gorham and Pearsall (1956) รายงานว่าที่ pH 3.96 มักพบการเจริญของ *S. papillosum* และที่ pH 6.58 มักพบการเจริญของ *S. subsecundum*

3.3 แสงมีความสำคัญต่อพืชทุกชนิด เนื่องจากพืชต้องการแสงเพื่อการสังเคราะห์แสงเช่นเดียวกับ *Sphagnum* ที่ต้องการแสงในการสังเคราะห์แสงเช่นกัน จากการศึกษาของ Clymo (1973) พบว่า *Sphagnum* ที่เจริญในที่เปิดโล่งจะมีน้ำหนักและความยาวของลำต้นมากกว่าที่เจริญในที่ร่ม การศึกษาของ Zechmeister (1995) พบว่า *S. compactum* และ *S. tenellum* มักเจริญในพื้นที่ที่พืชและพื้นน้ำที่เปิดโล่ง นอกจากนี้ยังมีผลการศึกษาของ Bonnett *et al.* (2010) ที่ศึกษาผลของที่ร่มและปริมาณไนโตรเจนต่อสรีรวิทยาของ *S. capillifolium* พบว่า มวลชีวภาพอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในที่ร่มลดจากพื้นที่ที่เปิดโล่ง ขณะที่ปริมาณคาร์บอนในลำต้นลดลงในพื้นที่ที่ร่มร่วมกับที่มีไนโตรเจนต่ำ แต่หากอยู่ในที่มีไนโตรเจนสูง ที่ร่มไม่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนในลำต้น นอกจากนี้ปริมาณของไนโตรเจนในลำต้นเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในที่ร่ม ขณะที่เม็ดสีก็มีความแตกต่างเช่นกันในที่ที่มีแสงและที่ร่ม โดยพบว่าในที่ร่มจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ปริมาณคลอโรฟิลล์ต่อไนโตรเจน ปริมาณคาโรทีนอยด์ รวมทั้งปริมาณคาโรทีนอยด์ต่อไนโตรเจนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน แต่อัตราส่วนคลอโรฟิลล์ต่อบี และแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ลดลง ผลการศึกษาทั้งหมดชี้ให้เห็นว่า *S. capillifolium* สามารถทนต่อสภาพแสงน้อยและแสงมากได้ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณไนโตรเจน แต่หากอยู่ในที่ที่มีร่มเงามากการเจริญเติบโตหรือมวลชีวภาพจะลดลง ทั้งนี้มีการอัตราส่วนระหว่างแอนโทไซยานินต่อคาโรทีนอยด์ที่สูง (Steyn *et al.*, 2002)

การเปลี่ยนแปลงของโลกที่ร้อนขึ้นส่งผลให้ไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ทำให้พีชมีต่อลำเลียงเจริญเติบโต เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วและเกิดร่มเงาเพิ่มขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชในพีทแลนด์ โดยจะมีการทดแทนพืชกลุ่ม *Sphagnum* ด้วยพีชมีต่อลำเลียง (Lamers *et al.*, 2000; Berendse *et al.*, 2001; Bridgham, 2002; Fenner *et al.*, 2007) แต่อย่างไรก็ตาม *S. capillifolium* จะมีความทนทานต่อร่มเงาและการทับถมของไนโตรเจนที่สูงได้มากกว่า *Sphagnum* ชนิดอื่น และจะยังคงเจริญอยู่ในระบบนิเวศน์ของพีทแลนด์ได้ในระยะแรก แต่ในระยะยาวอาจจะหายไป (Bonnett *et al.*, 2010) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยไม้ใหญ่ไม่ใช่พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *Sphagnum*

3.4 ความสูงจากระดับน้ำทะเลก่อให้เกิดภูมิอากาศที่แตกต่างจากพื้นราบ ซึ่งภูมิอากาศในแนวละติจูดที่ต่ำกว่าอาจถูกแทนที่ได้ด้วยความสูงจากระดับน้ำทะเล (Zechmeister, 1995) ทำให้มีภูมิอากาศคล้ายพื้นที่ที่อยู่ในแนวละติจูดที่สูงกว่า โดยทั่วไป *Sphagnum* สามารถเจริญและแพร่กระจายพันธุ์ได้ดีในเขตอบอุ่น (Temperate zone) จนถึงบริเวณเขตอาร์กติก (Arctic zone) (Daniels and Eddy, 1990) แต่หากเป็นบริเวณเขตร้อนชื้น (Tropical zone) จะพบ *Sphagnum* เจริญได้ในบริเวณพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงและอากาศเย็น (Gates, 1915) ตัวอย่างเช่น การสำรวจของ Gates ในปี 1915 ซึ่งได้ทำการศึกษา *Sphagnum* บริเวณภูเขา Mt. San Cristobal ในประเทศฟิลิปปินส์พบ *Sphagnum* ในแอ่งน้ำตื้นใกล้ยอดเขาที่ระดับความสูงประมาณ 1,520 เมตรจากระดับน้ำทะเล นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Zechmeister (1995) พบว่า *S. compactum* เจริญได้ดีจนเป็นพืชเด่นหรือเกือบเด่นในที่ราบต่ำทางตอนเหนือของ Scandinavia แต่ทางทางตอนกลางของยุโรป (มีละติจูดที่ต่ำกว่าเขต Scandinavia) จะพบ *S. compactum* เจริญได้ตั้งแต่ระดับความสูง 400–2,400 เมตรและพบเจริญได้ดีจนเป็นพืชเด่นตั้งแต่ 1,000 ถึง 2,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล ขณะที่ *S. tenellum* เป็นพืชเด่นทางตะวันตกเฉียงใต้ของ Scandinavia (Økland, 1990) เมื่ออยู่ทางตอนกลางของยุโรปจะพบ *S. tenellum* ในพื้นที่ที่ต่ำกว่า 400 จนถึง 1,400 เมตรได้ และพบเจริญได้มากที่สุดที่ 401–600 เมตรจากระดับน้ำทะเล แต่หากพิจารณาในพื้นที่เดียวกัน *Sphagnum* ต่างชนิดกันจะชอบระดับความสูงจากน้ำทะเลแตกต่างกัน เช่น จากการศึกษาของ Wojtuń *et al.* (2013) ซึ่งศึกษาในพื้นที่ Sudety Mountains ในโปแลนด์ทางตะวันตกเฉียงใต้พบ *S. lindbergii*, *S. jensenii*, *S. warnstorffii* และ *S. compactum* ที่ระดับความสูง 1,405–1,430 เมตรจากระดับน้ำทะเล ขณะที่ *S. rubellum*, *S. palustre* และ *S. fimbriatum* พบการกระจายพันธุ์ที่ความสูง 635–830 เมตรจากระดับน้ำทะเล และ Zechmeister (1995) ที่

ศึกษาการกระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ทางตอนกลางของยุโรปพบว่า *S. compactum* เจริญได้ที่ระดับความสูง 400–2,400 เมตร และ *S. tenellum* พบในพื้นที่ที่ต่ำกว่า 400 จนถึง 1,400 เมตร

4. การจัดจำแนก *Sphagna*

การจัดจำแนกพืชกลุ่ม *Sphagna* มีหลายแนวความคิดดังตารางที่ 1

5. รายงานการพบ *Sphagnum* L. ในประเทศไทย

จากหนังสือรวบรวมรายชื่อพืชกลุ่มไบรโอไฟต์ในประเทศไทย พบว่ามีการเก็บตัวอย่าง *Sphagnum* ตั้งแต่ปี 1911 คือ *S. cuspidatum* Hal. ในจังหวัดเชียงใหม่และ *S. junghuhnianum* var. *gedeanum* โดยพบที่จังหวัดเลย (He, 1997) และเริ่มมีนักวิชาการที่ทำการตรวจสอบตัวอย่างและจัดทำรายชื่อพืชกลุ่ม *Sphagnum* ในปี 1995 และ 1997 (Sornsamran and Thaitong, 1995; He, 1997) โดยมีรายชื่อ *Sphagnum* ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางการจัดจำแนกพีทมอสส์ (Sphagnopsida)

การจัดจำแนก	ผู้จัดจำแนก						
	Crum (1984)	Daniel and Eddy (1985)	Shaw (2000)	Seppelt (2000); Shaw <i>et al.</i> (2003)	Anderson (2005)	Shaw <i>et al.</i> (2010)	Glime (2013)
Class Sphagnopsida	Class	Class	Class	Class	Class	Class	Class
Order Sphagnales	Order	Order	Order	Order	Order	Order	Order
Family Sphagnaceae	Family	Family	Family	Family	Family	Family	Family
Genus Sphagnum	Genus	Genus	Genus	Genus	Genus	Genus	Genus
Section Acutifolia	Section	Section	Section	Section	Section	Subgenus/ Section	Subgenus/ Section
Section Insulosa	Section	-	as Acutifolia	-	-	Section	Section
Section Polyclada	Section	Section	as Acutifolia	-	Section	Section	Section

ตารางที่ 1 (ต่อ)

การจัดจำแนก	ผู้จัดจำแนก						
	Crum (1984)	Daniel and Eddy (1985)	Shaw (2000)	Seppelt (2000); Shaw <i>et al.</i> (2003)	Anderson (2005)	Shaw <i>et al.</i> (2010)	Glime (2013)
Section Sericea	-	-	as Acutifolia	-	-	As Flatbergia	-
Section Squarrosa	Section	Section	as Acutifolia	Section	Section	Subgenus	Subgenus
Section Cuspidata	Section	Section	Section	Section	Section	Subgenus	Subgenus
Section Mollusca	-	Section	as Cuspidata	-	-	-	-
Section Hemitheca	Section	Section	as Cuspidata	-	Section	-	-
Section Sphagnum	Section	Section	Section	Section	Section	Subgenus	Subgenus
Section Rigida	Section	Section	as Sphagnum	Section	Section	Subgenus	Subgenus
Section Subsecunda	Section	Section	Section	Section	Section	Subgenus	Subgenus
Section Isocladus	Section	Section	as Subsecunda	as Acutifolia	Section	-	-
Order Ambuchananiales	-	-	-	Order	-	-	-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

การจัดจำแนก	ผู้จัดจำแนก						
	Crum (1984)	Daniel and Eddy (1985)	Shaw (2000)	Seppelt (2000); Shaw <i>et al.</i> (2003)	Anderson (2005)	Shaw <i>et al.</i> (2010)	Glime (2013)
Family Ambuchananiaceae	-	-	-	Family	-	Family	Family
Genus Ambuchanania	-	-	-	Genus	-	Genus	Genus
Genus Eosphagnum	-	-	-	-	-	Genus	-
Family Flatbergiaceae	-	-	-	-	-	Family	Family
Genus Flatbergia	-	-	-	-	-	Genus	Genus

ตารางที่ 2 ตารางแสดงรายงานการพบ *Sphagnum* ในประเทศไทย

รายงานของ Sornsamran and Thaitong (1995)			รายงานของ He (1997)		
ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี	ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี
<i>S. cuspidatum</i> Hal.	เชียงใหม่ ปราจีนบุรี พิษณุโลก	Dixon, H.N./ 1932; Hansen, B./ 1966; Hosseus, C.C.& B.Reichenhall/ 1911; Tixier, P.P./ 1971; Tixier, P.P.& T. Smittinand/ 1966	<i>S. cuspidatum</i> Hal.	เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ นครราชสีมา	Brotherus, V.E./1911; Dixon, H.N./1932; Eddy, A./1977; Horikama, Y.& H. Ando/1964; Tixier, P.P.& T. Smittinand/ 1966 Eddy, A/1977 Eddy, A/1977

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายงานของ Sornsamran and Thaitong (1995)			รายงานของ He (1997)		
ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี	ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี
<i>S. cuspidatum</i> Ehrh. Ex. Hoffm	เชียงใหม่ เลย นครราชสีมา นครศรี- ธรรมราช ปราจีนบุรี	Hansen, B./ 1966; Tixier, P.P.& T. Smittinand/ 1966; Tixier, P.P./ 1971	<i>S. cuspidatum</i> Ehrh.	นครศรีธรรม ราช	Dixon, H.N./1932
			<i>ssp. cuspidatum</i>	เชียงใหม่	Tixier, P.P.& T. Smittinand/1966
				นครนายก	Eddy, A./1977
				นครราชสีมา	Tixier, P.P./1971; Eddy, A./1977
				ชัยภูมิ	Dixon, H.N./1932
			เลย	Eddy, A./1977; Hansen,1961	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายงานของ Sornsamran and Thaitong (1995)			รายงานของ He (1997)		
ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี	ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี
<i>S. erythrocalyx</i> <i>Hampe.</i>	เลย ปราจีนบุรี	Hansen, B./ 1966; Tixier, P.P.& T. Smittinand/ 1966; Tixier, P.P./ 1971	<i>S. cuspidatum</i> ssp.	จันทบุรี	Dixon, H.N./1932
			<i>subrecurvum</i> (Warnst.) Eddy var. <i>subrecurvum</i> (as <i>S.</i> <i>subrecurvum</i> , Dixon, 1932; Tixier, 1971)	เพชรบูรณ์	Eddy, A./1977
<i>S. junghuhnianum</i> Dozy & Molk.	เลย กาญจนบุรี	Dixon, H.N./ 1932; Reed, C.F.& H. Robinson/ 1967; Tixier, P.P./ 1971; Tixier, P.P.& T. Smittinand/ 1965	<i>S. junghuhnianum</i>	กาญจนบุรี	Hansen, 1961; Eddy, A./1977; Reed, C.F. & H. Robinson/1967
			Dozy & Molk. (as <i>S.</i> <i>gedeanum</i> : Dixon, 1932; as <i>S.</i> <i>junghuhnianum</i> var. <i>gedeanum</i> : Warnstorf, 1911)	เลย	Dixon, H.N./1932

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายงานของ Sornsamran and Thaitong (1995)			รายงานของ He (1997)		
ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี	ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี
<i>S. luzonense</i> Warnst	เลย พิษณุโลก	Hansen, B./ 1966; Tixier, P.P.& T. Smittinand/ 1966; Tixier, P.P./ 1971; Dixon, H.N./ 1932	<i>S. luzonense</i> Warnst. (as <i>S. densirameum</i> : Dixon, 1932)	เลย	Dixon, H.N./1932, 1935; Hansen, B./1961; Eddy, A./1977
<i>S. khasianum</i> Mitt.	เลย พิษณุโลก	Hansen, B./ 1966; Reed, C.F.& H. Robinson/ 1967; Tixier, P.P./ 1971	<i>S. ovatum</i> Hampe	เชียงใหม่ เลย	Dixon, H.N./1935 Eddy, A./1977
<i>S. palustre</i> L.	เลย	Dixon, H.N./ 1932; Reed, C.F.& H. Robinson/ 1967; Tixier, P.P.& T. Smittinand/ 1966	<i>S. palustre</i> L. ssp. <i>Palustre</i>	เลย	Hansen, B./1961; Reed, C.F.& H. Robinson/1967

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายงานของ Sornsamran and Thaitong (1995)			รายงานของ He (1997)		
ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี	ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี
<i>S. pseudo-cymbifolium</i> Hal.	ตราด	Dixon, H.N./ 1932; Tixier, P.P./ 1971	<i>S. palustre</i> ssp. <i>pseudo-cymbifolium</i> (Hal.) Eddy (as <i>S. pseudo-cymbifolium</i> : Dixon, 1932; as <i>S. siamense</i> : Dixon, 1932; Dixon, 1935)	จันทบุรี เลย	Dixon, H.N./1932 Dixon, H.N./1935; Eddy, A./1977
<i>S. subrecurvum</i> Warnst.	จันทบุรี	Dixon, H.N./ 1932; Tixier, P.P./ 1971	<i>S. perichaetiale</i> Hampe. (as <i>S. beccarii</i> : Gangulee, 1969; Tixier, 1979; as <i>S. erythrocalyx</i> : Hansen, 1961)	เลย	Hansen, B./1961; Eddy, A./1977

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายงานของ Sornsamran and Thaitong (1995)			รายงานของ He (1997)		
ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี	ชนิดที่พบ	สถานที่พบ	ผู้รายงาน/ปี
<i>S. thailandense</i> B. Hans	เลย	Tixier, P.P.& T. Smittinand/ 1966; Tixier, P.P./ 1971	<i>S. robinsonii</i> Warnst. (as <i>S. personatum</i> : Hansen, 1961; as <i>S.</i> <i>thailandense</i> : Tixier & Smitinand, 1966)	เลย	Tixier, P.P.& T. Smittinand/1966; Eddy, A./ 1977
<i>S. subsecundum</i> Nees	เลย	Tixier, P.P.& T. Smittinand/ 1966; Tixier, P.P./ 1971	<i>S. subsecundum</i> Nees. (as <i>S. khasianum</i> : Tixier, 1971; Reed & Robinson, 1967)	เพชรบูรณ์ เลย	Tixier, P.P./ 1971 Tixier, P.P.& T. Smittinand/1966; Reed, C.F.& H. Robinson/1967; Eddy, A./1977

6. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า อุบลราชธานี

จัดตั้งเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2517 มีเนื้อที่ประมาณ 560,593 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอวังสะพุง อำเภอภูเรือ อำเภอด่านซ้าย และอำเภอภูหลวง จังหวัดเลย

6.1 ลักษณะภูมิประเทศ เป็นเทือกเขาหินทรายขนาดใหญ่ แนวเขตเริ่มจากระดับความสูงประมาณ 400 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ยอดเขาที่สูงที่สุดมีความสูงประมาณ 1,571 เมตร เทือกเขาทางด้านตะวันออกมีลักษณะเป็นภูเขาสูงใหญ่มีที่ราบบนหลังเขาที่ระดับความสูง 1,200 – 1,500 เมตร เทือกเขาทางด้านตะวันตกเป็นภูเขาสูงลูกเล็ก ๆ สูงชันสลับซับซ้อนเป็นลูกคลื่นระดับความสูง 600–800 เมตร ภูเขาทางทิศตะวันออกเป็นหน้าผาสูงชันลาดลงสู่ทิศตะวันตก เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเลย และแม่น้ำป่าสักป่าภูหลวง

6.2 ชนิดป่าและพรรณไม้ สภาพพื้นที่ประกอบด้วยป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าไผ่ ป่าเบญจพรรณผสมป่าไผ่ ป่าไผ่ผสมพื้นที่การเกษตร ทุ่งหญ้า และทุ่งหญ้าผสมพื้นที่การเกษตร พันธุ์ไม้ที่สำคัญได้แก่ แปกลม ขุนไม้ พญาไม้ มะขามป้อม กำลังเสือโคร่ง สนสามใบ สนสองใบ สนสามพันปี ไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ เช่น ตะเคียนเต่า มะค่าดง ประดู่ มะค่าแต้ พรรณไม้ออก เช่น กล้วยไม้ชนิดต่างๆ หญ้าข้าวกล้า เปราะภู หญ้าดอกคำ เทียนน้อย กุหลาบแดง กุหลาบขาว ส้มแปะ ดอกหรีด รองเท้านารีอินทนนท์ รองเท้านารีปีกแมลงปอ ซึ่งพบแห่งเดียวที่ภูหลวง (สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2553)

อุปกรณ์และวิธีการ

ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่าง

1. กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาโดยการกำหนดเส้นทางสำรวจจาก 4 เส้นทางศึกษาธรรมชาติ ทั้งสิ้น 31 จุดคือ

1.1 เส้นทางศึกษาธรรมชาติผาเตลีน มีระยะทางประมาณ 4 กิโลเมตร มีความสูงประมาณ 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 9 จุด ซึ่งครอบคลุมลักษณะวิสัยของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษีที่อยู่ภายในแอ่งน้ำ 3 จุด บริเวณผืนน้ำที่มีหญ้าและกเจริณ 2 จุด บริเวณดินที่มีน้ำขังเล็กน้อย 1 จุด และจุดเก็บตัวอย่างที่ไม่พบ *Sphagnum* อีก 3 จุด

1.2 เส้นทางศึกษาธรรมชาติโคกนกกระบา-ลานสุริยัน ระยะทางประมาณ 1.5 กิโลเมตร มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,400 เมตร ในเส้นทางนี้กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด ได้แก่บริเวณดินที่มีน้ำขังเล็กน้อย 3 จุด พื้นที่ริมทางเดิน 1 จุด พื้นที่ริมลำธาร 1 จุด และจุดเก็บตัวอย่างที่ไม่พบ *Sphagnum* 1 จุด

1.3 เส้นทางศึกษาธรรมชาติโคกพรหมจรรย์ ระยะทางประมาณ 2.5 กิโลเมตร มีความสูงประมาณ 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล ในเส้นทางนี้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 จุด ได้แก่ริมทางเดินใต้ต้นกุหลาบขาว (*Rhododendron*) 5 จุด และจุดเก็บตัวอย่างที่ไม่พบ *Sphagnum* อีก 3 จุดเก็บตัวอย่าง

1.4 เส้นทางศึกษาธรรมชาติแปกดำ ระยะทางประมาณ 6.5 กิโลเมตร ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,400-1,500 เมตร ในเส้นทางนี้กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 8 จุด ครอบคลุมพื้นที่ริมทางเดิน 4 จุด ริมลำธาร 1 จุด และจุดเก็บตัวอย่างที่ไม่พบ *Sphagnum* 3 จุด

2. การสุ่มเก็บตัวอย่าง *Sphagnum* และดิน

2.1 เก็บตัวอย่างสดของ *Sphagnum* จากพื้นที่สำรวจจำนวน 22 จุด จาก 4 เส้นทางศึกษาธรรมชาติที่ได้วางแผนไว้ สุ่มเก็บตัวอย่าง *Sphagnum* ที่สมบูรณ์ซึ่งประกอบด้วยแกมมาไฟต์และสปอโรไฟต์ (ถ้ามี)

ระบุลำดับการเก็บ (Collecting number) สำหรับรหัสการเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วยตัวอักษร 3 ชุด และตัวเลข 1 ชุด โดยตัวอักษรชุดที่ 1 หมายถึงชื่อผู้เก็บ ตัวอักษร

ชุดที่ 2 คือสถานที่เก็บ ตัวอักษรชุดที่ 3 คือชื่อย่อพืช และตัวเลขหมายถึงลำดับของพืชชนิดนั้น ๆ ที่ทำการเก็บตัวอย่าง เช่น CHS-PL-S-0032

CHS = Chulalack Sitthichoptham

PL = Phu Luang

S = *Sphagnum*

0032 = ตัวอย่าง *Sphagnum* ลำดับที่ 32

แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ชุด คือตัวอย่างสดสำหรับศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาค พร้อมทั้งการระบุชนิดในห้องปฏิบัติการภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และตัวอย่างสำหรับเก็บในพิพิธภัณฑ์พืช โดยทำการเก็บรวบรวมตัวอย่าง *Sphagnum* ทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 2 ปี

2.2 ตัวอย่างดินจะเก็บจากพื้นที่สำรวจทั้ง 31 จุด จาก 4 เส้นทาง และวิเคราะห์ตัวอย่างดินโดยสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

การศึกษาที่ 1 สัณฐานและกายวิภาคของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* L.)

วัสดุและอุปกรณ์

อุปกรณ์สำหรับการศึกษากายวิภาควิทยาและสัณฐานวิทยาของพืช ได้แก่ จานแก้ว ไบมีด โคน ปากคีบปลายแหลม เข็มเขี่ยและฟู่กัน ไม้บรรทัด อุปกรณ์จัดบันทึกและกล้องจุลทรรศน์

วิธีการ

นำตัวอย่างแกมีโทไฟต์และสปอโรไฟต์ของ *Sphagnum* มาศึกษาลักษณะทางกายวิภาค ซึ่งประกอบด้วย ลำต้น กิ่ง ปลายยอดของต้นแกมีโทไฟต์ อับสปอร์ ส่วนฐาน และก้านชูอับสปอร์ เทียมของต้นสปอโรไฟต์มาศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์ จัดบันทึกลักษณะดังต่อไปนี้

1. แกมีโทไฟต์

1.1 สีของลำต้น ขนาด และความหนาแน่นของลำต้น

1.2 ลักษณะของลำต้น

1.2.1 ศึกษาลักษณะผิวของลำต้นในชั้นคอร์เทกซ์ ตรวจสอบการพบหรือไม่พบเส้นใยฝอย (fibril) และการเรียงตัวของรู (pore)

1.2.2 ตัดลำต้นตามขวาง เพื่อศึกษาลักษณะรูปร่างของเซลล์และจำนวนชั้นของคอร์เทกซ์ สเกลอโรเดอมิส และเมดัลลา

1.3 ลักษณะของกึ่ง

1.3.1 การแตกกึ่ง พิจารณาจากลักษณะการแตกกึ่งในแต่ละระจุก และจำนวนกึ่งในระจุก

1.3.2 ศึกษาลักษณะผิวของกึ่งในชั้นคอร์เทกซ์ ตรวจสอบการพบหรือไม่พบเส้นใยฝอย และการเรียงตัวของรู

1.3.3 ตัดกึ่งตามขวาง เพื่อศึกษาลักษณะรูปร่างของเซลล์และจำนวนชั้นของคอร์เทกซ์ สเกลอโรเดอมิส และเมดัลลา

1.4 ลักษณะใบ ศึกษาทั้งใบที่ลำต้นและใบที่กึ่ง

1.4.1 บันทึกลักษณะรูปร่างใบ ปลายใบ และขอบใบ รวมทั้งวัดขนาดความกว้างและความยาวใบ

1.4.2 เซลล์ที่อยู่ภายในใบ คือเซลล์ใส (hyaline cells, dead cells) ตรวจสอบการพบและไม่พบรูที่เซลล์ใส จำนวนรู ตำแหน่งการเรียงตัวของรูที่พบ และลักษณะของรู ทั้งผิวใบทั้งสองด้าน (ด้านใกล้แกนและด้านไกลแกน) และเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ (living cells)

1.4.3 ตัดใบที่กึ่งตามขวาง เพื่อศึกษาลักษณะและรูปร่างของเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์

1.5 อวัยวะสืบพันธุ์ (แอนเทอริเดียมและอาร์คีโกเนียม) ศึกษาตำแหน่งบนต้นแกมีโทไฟต์ และลักษณะทั่วไปของแอนเทอริเดียมและอาร์คีโกเนียม

2. สปอโรไฟต์

บันทึกความยาวของก้านชูอับสปอร์เทียม ขนาด สี และรูปร่างของอับสปอร์ ศึกษาชั้นผิวของอับสปอร์ รวมทั้งวัดขนาดสปอร์ บันทึกสี และรูปร่างของสปอร์

การศึกษาที่ 2 ความหลากหลายของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* L.) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย

วัสดุและอุปกรณ์

เอกสารประกอบการระบุชนิด (Johnson, 1980; Crum, 1984; Daniels and Eddy, 1985, 1990; Eddy, 1988; Anderson, 2005; Xing-jiang and He, 1999)

วิธีการ

1. นำผลจากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษีที่เก็บได้ มาเขียนคำบรรยายลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยละเอียดเพื่อใช้ในการระบุชนิด ตรวจสอบเอกสารการกระจายพันธุ์ในประเทศไทย การกระจายพันธุ์ในต่างประเทศ ถิ่นที่อยู่อาศัย รวมถึงช่วงเวลาการเกิดสปอโรไฟต์ (ถ้ามี) ลักษณะเด่นที่ควรสังเกต และข้อแตกต่างจากชนิดที่ใกล้เคียง

2. ระบุชนิดของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (Plant identification) โดยใช้รูปวิธานจากเอกสารทางอนุกรมวิธานที่เกี่ยวข้อง

3. นำข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษีที่ศึกษา มาสร้างรูปวิธานจำแนกชนิด

4. การทำตัวอย่างพรรณไม้เพื่อเก็บในพิพิธภัณฑ์พืช

4.1 ตัวอย่างพรรณไม้ดอง นำตัวอย่างมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษีมาตัดตกแต่งให้มีขนาดพอดีกับขวดใส่ตัวอย่างดอง จากนั้นนำตัวอย่างใส่ลงในขวดตัวอย่างดองที่มีสารละลายจุนสี (Copper sulfate) เข้มข้น 50 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 6-20 ชั่วโมง จากนั้นนำมาล้างน้ำด้วยการเปิดน้ำให้ไหลผ่านตัวอย่างหลาย ๆ ครั้ง จนไม่มีสีละลายออกมา จึงนำตัวอย่างมาเก็บไว้ในสารละลาย Sulfurous acid เข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ใส่แผ่นป้ายบันทึกข้อมูลพรรณไม้ลงในขวดตัวอย่างพรรณไม้ดอง

4.2 ตัวอย่างพรรณไม้แห้ง นำตัวอย่างมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษีมาตัดตกแต่งให้มีขนาดพอดีกับความยาวของช่องกระดาษ จากนั้นนำตัวอย่างใส่ในช่องกระดาษ และนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 5-7 วัน จากนั้นนำตัวอย่างพรรณไม้แห้งที่อบเรียบร้อยแล้วบรรจุลงในช่องกระดาษใหม่ เนื่องจากช่องกระดาษเดิมอาจจะเปียกน้ำและไม่สวยงาม เขียนชื่อวิทยาศาสตร์ ระบุสถานที่เก็บ วันเวลาและลำดับการเก็บให้เรียบร้อย

นำตัวอย่างพรรณไม้ดองและตัวอย่างพรรณไม้แห้งที่แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ครบถ้วนไปเก็บรักษาในภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (BKF) หลังจากการทำวิทยานิพนธ์เสร็จสิ้นแล้วเพื่อใช้เป็นตัวอย่างพรรณไม้อ้างอิงต่อไป

การศึกษาที่ 3 ปัจจัยแวดล้อมบางประการที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของมอสส์สกุล ข้าวตอกฤๅษี ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย

วัสดุอุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บดิน
2. อุปกรณ์จัดบันทึก สมุดจัดบันทึกและดินสอ
3. กล้องถ่ายภาพ

วิธีการ

1. บันทึกการพบหรือไม่พบมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษีในจุดเก็บตัวอย่าง 31 จุดและเก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อม ประกอบด้วย

1.1 ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางวัดจากเครื่องระบุพิกัด GPS

1.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยการนำดินละลายน้ำ ในอัตราส่วนดิน 1 ส่วนต่อ น้ำ 1 ส่วน และวัดด้วยเครื่องวัด pH (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

1.3 ธาตุอาหารในดินตามวิธีการตรวจวิเคราะห์ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

1.3.1 ฟอสฟอรัส วัดในรูปของ H_2PO_4^- และ HPO_4^- ซึ่งเป็นรูปของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยการใช้ NH_4F เข้มข้น 0.03 N และ HCl เข้มข้น 0.1 N ในการสกัด H_2PO_4^- และ HPO_4^- ออกจากอนุภาคดิน แล้วใช้ $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ และ Ascorbic acid ในการทำให้เกิดสี จากนั้นนำไปอ่านค่าความเข้มข้นฟอสฟอรัสไอออนด้วย Spectrophotometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร และใช้ KH_2PO_4 เป็นฟอสฟอรัสมาตรฐาน

1.3.2 โพแทสเซียม วัดในรูปของโพแทสเซียมไอออน และโพแทสเซียมไอออนที่สามารถแลกเปลี่ยนได้โดยใช้ NH_4OAc เข้มข้น 1 M ที่ pH 7.0 ในการสกัด K^+ แล้วใช้ Flame Spectrophotometer อ่านค่าโพแทสเซียม โดยมี KCl เป็นสารละลายมาตรฐาน

1.3.3 แคลเซียม ใช้ NH_4OAc เข้มข้น 1 M ที่ pH 7.0 ในการสกัด Ca^{2+} ออกจากดิน จากนั้นเติม $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ที่เข้มข้น 1,500 mg/L เพื่อเจือจางสารละลายตัวอย่าง นำสารละลายที่ได้ไปวัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 422.6 นาโนเมตร และคำนวณหาปริมาณ Ca^{2+} ของตัวอย่าง โดยใช้สารละลาย CaCO_3 เป็น Ca^{2+} มาตรฐาน

1.4 ความเค็ม วัดจาก NaCl โดยใช้ NH_4OAc เข้มข้น 1 M ที่ pH 7.0 ในการสกัด NaCl ออกจากดิน จากนั้นเติม $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ที่เข้มข้น 1,500 mg/L เพื่อเจือจางสารละลายตัวอย่าง วัดด้วยเครื่อง Flamephotometer โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐาน NaCl (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

1.5 อินทรีย์วัตถุในดิน โดยการใช้ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ เข้มข้น 1 N ที่มากเกินไปที่ทำให้ปฏิกิริยากับอินทรีย์คาร์บอนในดินจนหมด จากนั้นใช้ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ เข้มข้น 0.5 N ไทเทรตกับ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ที่เหลือจนหมด โดยมีออร์โทไฟฟอสเฟตเป็นอินดิเคเตอร์ ที่จุดยุติสีของอินดิเคเตอร์จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

1.6 เนื้อดิน (Soil texture) โดยการตรวจหาค่าเปอร์เซ็นต์แซนด์ ซิลท์ และเคลย์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

2. นำข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่ได้จาก 31 จุดเก็บตัวอย่าง มาแบ่งเป็นกลุ่มข้อมูล 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่พบและไม่พบ *Sphagnum* จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย One way ANOVA (F-test) เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum*

สถานที่วิจัย

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและพันธุ์พืชภูหลวง จังหวัดเลย

ระยะเวลาทำการวิจัย

การศึกษานี้เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมิถุนายน 2557

ผลและวิจารณ์

การศึกษาที่ 1 สัณฐานและกายวิภาคของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* L.) ในเขต รักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่าง *Sphagnum* ใน 4 เส้นทางศึกษาธรรมชาติ ได้ตัวอย่างทั้งสิ้น 152 ตัวอย่าง และนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ลักษณะแกมีโทไฟต์

1. ลำต้น มีลักษณะเป็นลำต้นที่ตั้งตรง มีการเจริญปลายยอดตั้งขึ้นทางด้านบน (ภาพที่ 15) โดยทุกชนิดที่พบมีลำต้นสีเขียวซึ่งอาจจะมีโทนสีเขียวที่แตกต่างกันได้ หรือมีสีอื่น ๆ เช่น สีเขียวอ่อนใน *S. perichaetiale* (ภาพที่ 15 ก และ ตารางที่ 3) สีเขียวเข้ม (สีเขียวเมื่อขาดน้ำ) ใน *S. palustre* (ภาพที่ 15 ข และ ตารางที่ 3) มีสีเหลืองและส้มเข้มหรือส้มอ่อนพบใน *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 15 ค และ ตารางที่ 3) และ *S. subsecundum* (ภาพที่ 15 ง และ ตารางที่ 3) หรือมีสีเขียว สีเหลือง และมีสีส้มแกมน้ำตาลพบใน *S. cuspidatum* (ภาพที่ 15 จ และ ตารางที่ 3)

โครงสร้างภายในของลำต้นในทุกชนิดจะประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น (ภาพที่ 16) คือ

1.1 ชั้นไฮยาโลเดอมิสหรือชั้นคอร์เทกซ์ เป็นชั้นที่อยู่ด้านนอกสุด ประกอบด้วยเซลล์ผนังบางขนาดใหญ่พบหนึ่งถึงหลายชั้นเซลล์ อาจพบรูและเส้นใยฝอยที่บริเวณผิวของลำต้นได้ (Crum, 1984; Shaw and Goffinet, 2000) โดยใน *S. perichaetiale* (ภาพที่ 16 ก) และ *S. palustre* (ภาพที่ 16 ข) มีชั้นคอร์เทกซ์ 3-4 ชั้นเซลล์ และพบเส้นใยฝอยภายในเซลล์ (ภาพที่ 17 ก และ 17 ข) แต่พบว่ามีความแตกต่างกันที่จำนวนรูในแต่ละเซลล์ โดย *S. perichaetiale* พบรู 1-2 รูที่หัวเซลล์เท่านั้น (ภาพที่ 17 ก) สำหรับ *S. palustre* พบรูมากกว่า 2 รูขึ้นไป (ภาพที่ 17 ข) สำหรับชั้นคอร์เทกซ์ของ *S. junghuhnianum* อาจพบได้ 2-3 ชั้น โดยมีเซลล์ 2 ชั้นที่ชัดเจน และไม่ชัดเจนอีก 1 ชั้นด้านใน (ภาพที่ 16 ค) และเป็นเซลล์คอร์เทกซ์ที่มีผนังบางขนาดใหญ่ไม่พบเส้นใยฝอยและรู (ภาพที่ 17 ค) ขณะที่เซลล์ชั้นคอร์เทกซ์ของ *S. subsecundum* เป็นเซลล์ขนาดใหญ่ชัดเจนเพียง 1 ชั้น บางครั้งอาจพบเซลล์คอร์เทกซ์ขนาดเล็กแทรกแบบไม่สม่ำเสมอ และไม่พบเส้นใยฝอยภายในเซลล์ (ภาพที่ 16 ง และ 17 ง) ใน *S. cuspidatum* มีเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ขนาดเล็กผนังหนาจำนวน 1-2 ชั้น ไม่พบเส้นใยฝอยและรู (ภาพที่ 16 จ และ 17 จ) ในขณะที่ *Sphagnum* sp. มีเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์หนา 2 ชั้นเซลล์ชัดเจน (ภาพที่ 16 ฉ) และแต่ละเซลล์มีผนังบางขนาดใหญ่ไม่พบเส้นใยฝอยและรู (ภาพที่ 17 ฉ)

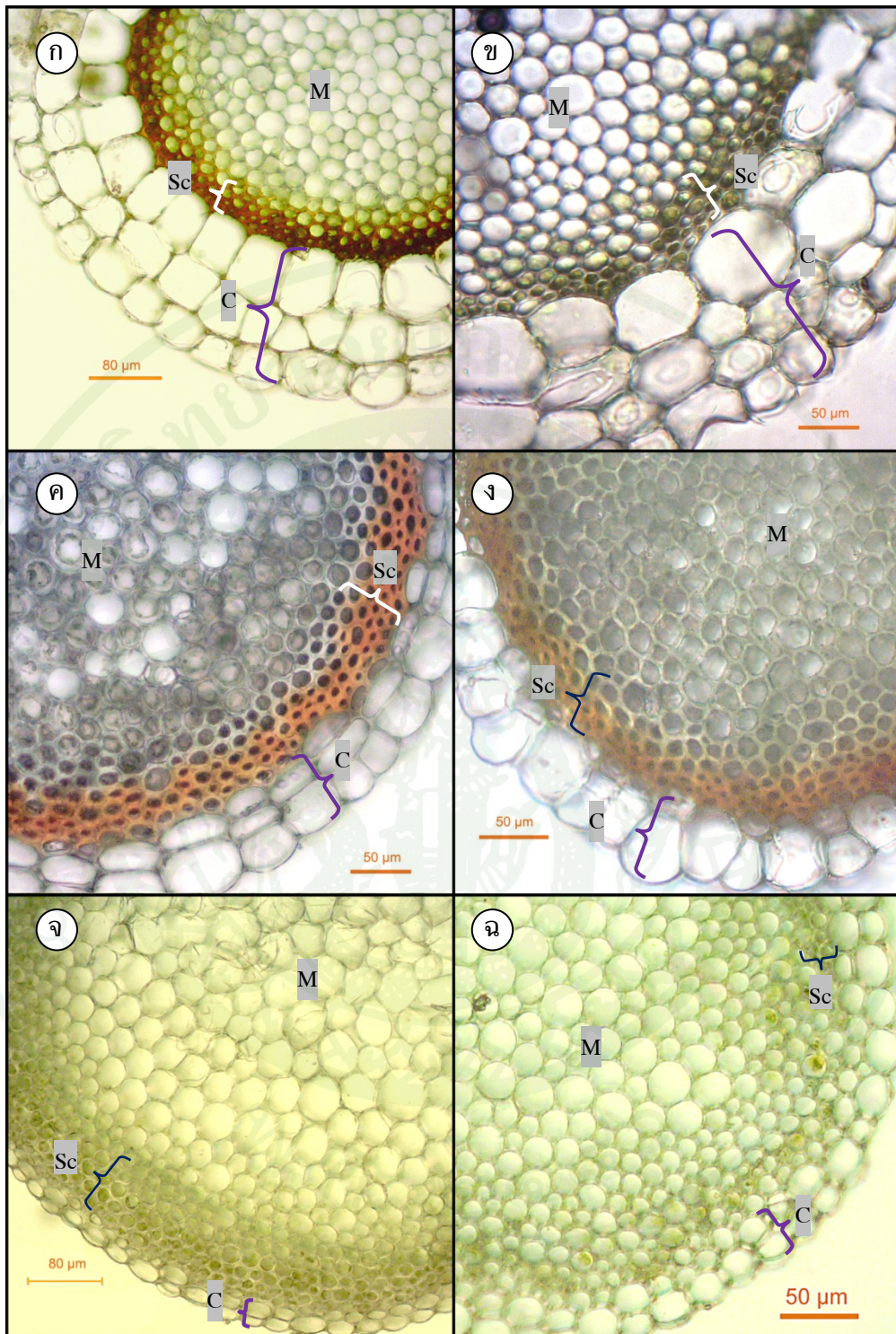
1.2 ชั้นสเกลอโรเดอมิส เป็นชั้นที่ถัดเข้ามาจากชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างยาว ผนังหนาทั่วทั้งเซลล์แหลม (Prosenchyma) มีลักษณะคล้ายเซลล์สเกลอเรนจิมมา (Sclerenchyma) (Ligrone and Duckett, 1998a) ทำหน้าที่เสริมความแข็งแรงของลำต้น (Crum, 1984; Shaw and Goffinet, 2000; Watson, 1971) และลำเลียงน้ำ (สมใจ, 2541) จากตัวอย่างที่ศึกษาจะพบจำนวนชั้นสเกลอโรเดอมิสได้แตกต่างกันใน *Sphagnum* แต่ละชนิด ซึ่งพบได้ตั้งแต่ 3-6 ชั้น (ตารางที่ 3) นอกจากนี้อาจพบสีภายในเซลล์ชั้นสเกลอโรเดอมิสได้ โดยสีแดงส้มจะพบใน *S. junghunianum* (ภาพที่ 16 ค) สีส้มน้ำตาลพบใน *S. perichaetiale* (ภาพที่ 16 ก) และ *S. palustre* (ภาพที่ 16 ข) สีส้มใน *S. subsecundum* (ภาพที่ 16 ง) สีเขียวใน *S. cuspidatum* (ภาพที่ 16 จ) และ *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 16 ฉ)

1.3 ชั้นเมดัลลา เป็นชั้นในสุดอยู่บริเวณกลางลำต้น ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์พาเรงคิมาผนังบางขนาดใหญ่ และเซลล์คล้ายเซลล์พาเรงคิมา (ภาพที่ 16 และตารางที่ 3)



ภาพที่ 15 ภาพแสดงลักษณะและสีของต้นแกมโทไฟต์ที่เจริญอยู่ในธรรมชาติ

- (ก) ต้นแกมโทไฟต์ที่มีสีเขียวอ่อนของ *S. perichaetiale*
- (ข) ต้นแกมโทไฟต์ที่มีสีเขียวเข้มแต่ซีดขาวของ *S. palustre*
- (ค) ต้นแกมโทไฟต์ที่มีสีเขียวอ่อน เหลือง และส้มของ *S. junghuhnianum*
- (ง) ต้นแกมโทไฟต์ที่มีสีเขียวอ่อน เหลือง ส้มอ่อนถึงส้มเข้มของ *S. subsecundum*
- (จ) ต้นแกมโทไฟต์ที่มีสีเขียวอ่อนและสีส้มน้ำตาลของ *S. cuspidatulum*
- (ฉ) ต้นแกมโทไฟต์ที่มีสีเขียวและเจริญในน้ำของ *Sphagnum* sp.

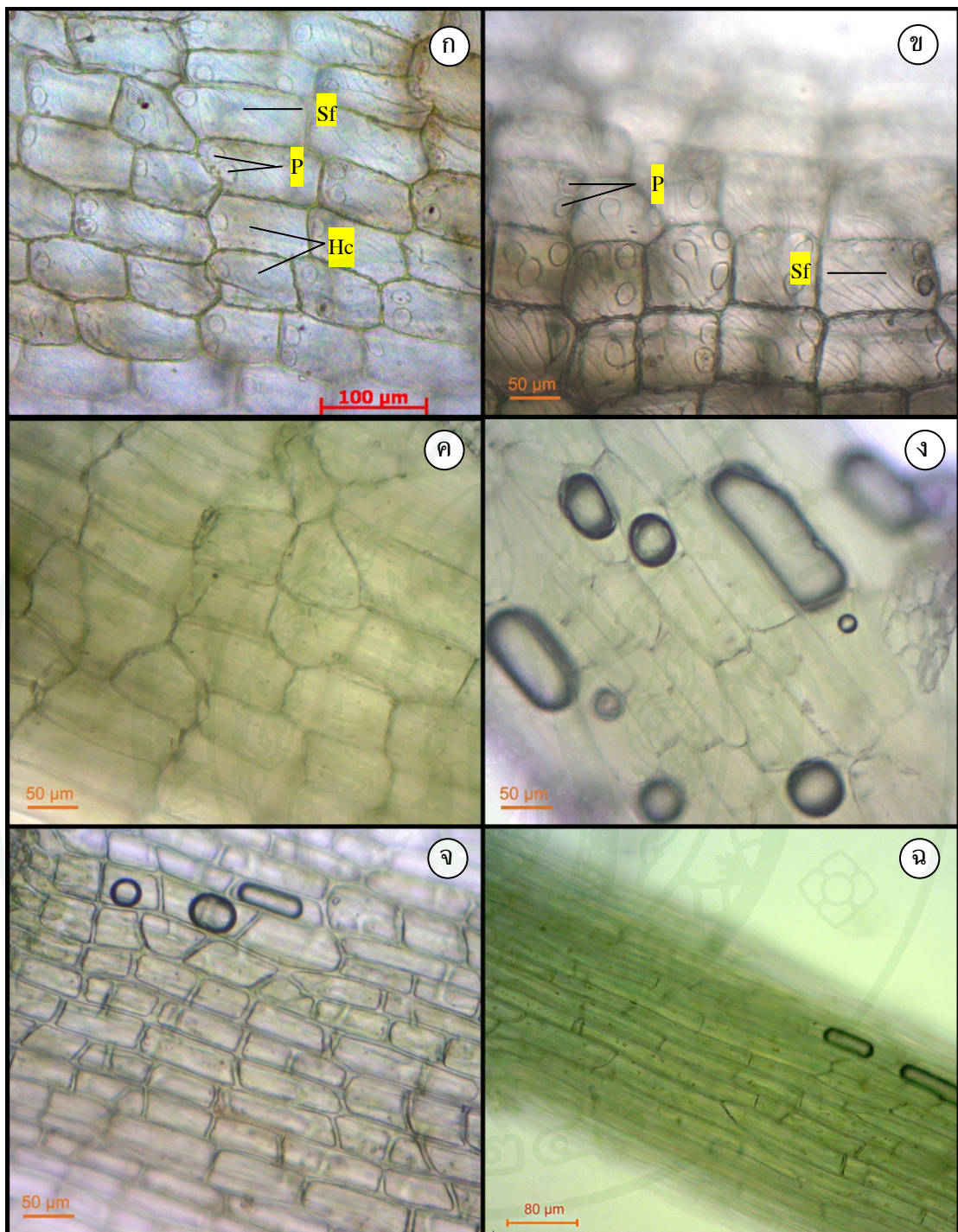


ภาพที่ 16 ภาพตัดลำต้นตามขวางเพื่อแสดงถึงจำนวนชั้นและลักษณะของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

C = Cortex, M = Medulla, Sc = Sclerodermis



ภาพที่ 17 ภาพแสดงลักษณะเส้นใยฝอยและรูของเซลล์ในชั้นคอร์แทกซ์

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *Sphagnum* sp.

(ง) *S. junghuhnianum* (จ) *S. subsecundum* (ฉ) *S. cuspidatum*

Hc = Hyaline cell, P = Pore, Sf = Spiral fibril

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคลำต้นของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด

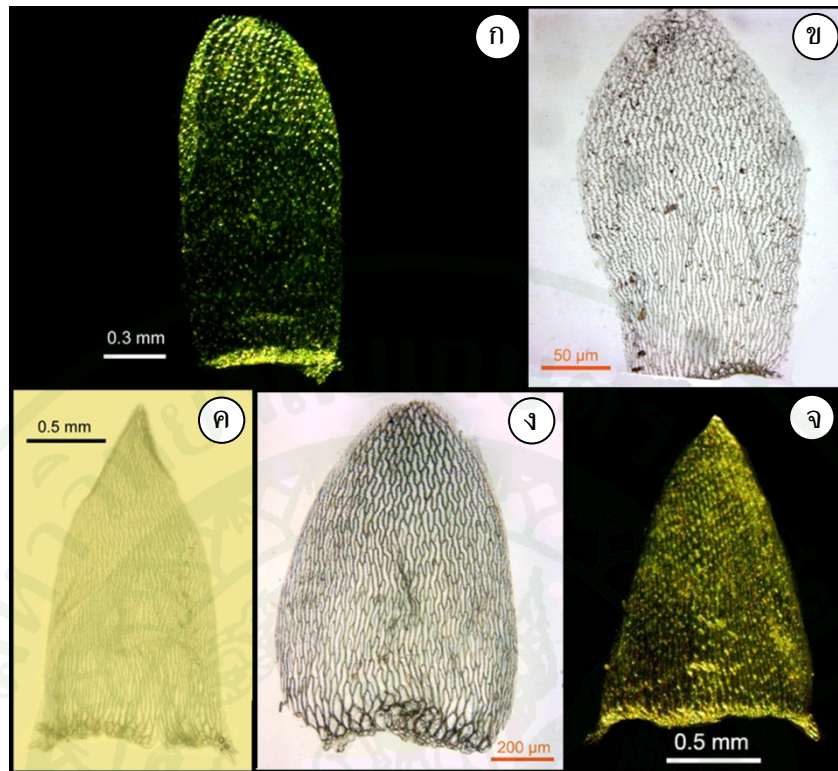
Stem	<i>S. perchaetiale</i>	<i>S. palustre</i>	<i>S. junghunianum</i>	<i>S. subsecundum</i>	<i>S. cuspidatum</i>	<i>Sphagnum</i> sp.
Color	pale green	dark green	green, yellow, orange	green, yellow, orange-brown	green, orange-brown	green
Cortex						
Layers	3-4	3-4	2-3	1-2; 1 obvious 1 not obvious	1-2	2
Spiral fibril	present	Present	absent	absent	absent	absent
Pore	1-2	> 3	absent	absent	absent	absent
Sclerodermis						
Layers	3-4	4-5	4-5	4-5	5-6	3-4
Color	orange-brown	brown	red-orange	orange	green	green

2. ใบที่ลำต้น เรียงเวียนรอบลำต้น รูปร่างใบ ลักษณะปลายใบ และขนาดใบมีความแตกต่างกันตามชนิด (ภาพที่ 18 และตารางที่ 4)

2.1 รูปร่างใบ พบว่า *S. perichaetiale* มีใบรูปรีถึงรูปรีแกมใบพาย ปลายใบกลมมน ขนาด 1.5–2.3 x 0.5–1.0 มม. (ภาพที่ 18 ก) *S. palustre* มีใบรูปรีแกมไข่ปลายใบมน ขนาด 1.6–2.2 x 0.8–1.0 มม. (ภาพที่ 18 ข) *S. junghuhnianum* มีใบรูปรีหรือรูปรีแกมสามเหลี่ยมมีปลายแหลม (Acuminate) ขนาด 1.6–1.8 x 1.0 มม. (ภาพที่ 18 ค) ใน *S. subsecundum* พบใบรูปไข่แกมสามเหลี่ยม ปลายใบมน ขนาด 1.06–1.08 x 0.7–0.8 มม. (ภาพที่ 18 ง) ใน *S. cuspidatum* พบใบรูปสามเหลี่ยมที่มีปลายเรียวแหลม (Acute) ขนาด 1.5–1.8 x 1.13 มม. (ภาพที่ 18 จ) และ *Sphagnum* sp. มีใบรูปขอบขนาน ปลายใบแหลม ขนาด 2.0–2.2 x 0.5–0.8 มม.

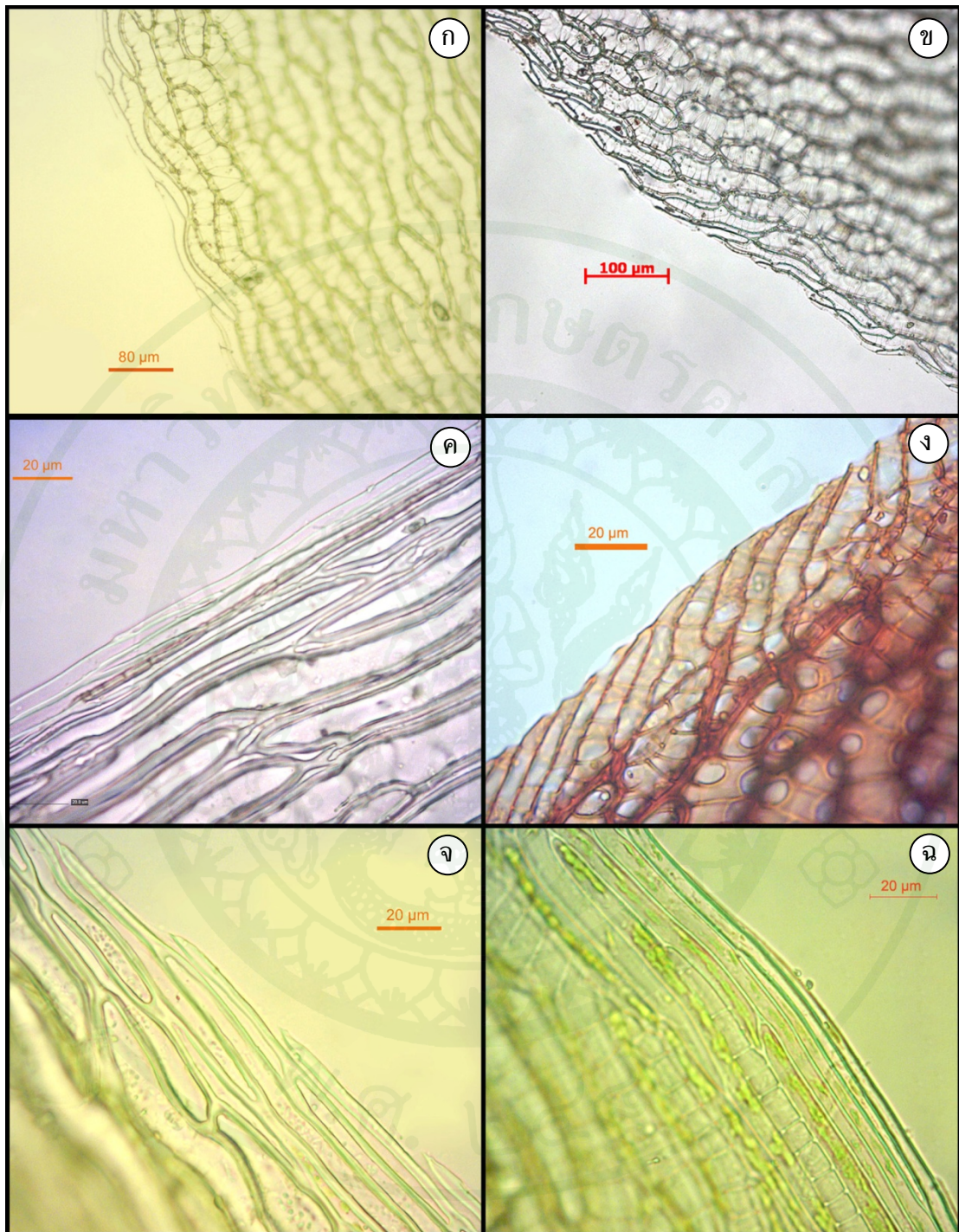
2.2 ขอบใบ จากการศึกษาขอบใบของ *Sphagnum* พบทั้งแบบขอบเรียบ (Intact) และแบบมีลักษณะเป็นร่องกีดเซาะ (Resorption furrow) โดยพบลักษณะขอบใบแบบร่องกีดเซาะใน *S. perichaetiale* (ภาพที่ 19 ก) และ *S. palustre* (ภาพที่ 19 ข) สำหรับขอบใบแบบเรียบจะพบใน *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 19 ค) *S. subsecundum* (ภาพที่ 19 ง) *S. cuspidatum* (ภาพที่ 19 จ) และ *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 19 ฉ)

ใบของ *Sphagnum* ทุกชนิดที่พบมีความหนา 1 ชั้นเซลล์ ไม่มีเส้นกลางใบ (Ecostate) เซลล์ภายในใบประกอบด้วยเซลล์ที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ (Living cell) เป็นที่มีขนาดเล็ก มีคลอโรพลาสต์สีเขียวสามารถสังเคราะห์แสงได้ และเซลล์ไฮส (Hyaline cell, dead cells) ซึ่งเป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิต ขนาดใหญ่ มีผนังเซลล์แบบเกลียว หรือวงแหวน มีรูลักษณะกลมหรือรี ใช้เป็นช่องผ่านของน้ำ (สมใจ, 2541) โดยเซลล์ไฮสจะทำหน้าที่เก็บน้ำ (Watson, 1971) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Vanderpoorten and Goffinet, 2009) การจัดเรียงตัวของเซลล์ทั้งสองชนิดภายในแผ่นใบ จะเรียงแบบสลับกันมีลักษณะคล้ายตาข่าย (ภาพที่ 20–22) ทั้งนี้เซลล์ไฮสและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์บริเวณปลายใบ (ภาพที่ 20) จะมีขนาดเล็กกว่าบริเวณกลางใบ (ภาพที่ 21) และบริเวณกลางใบมีขนาดเล็กกว่าบริเวณโคนใบ (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 18 ภาพแสดงลักษณะรูปร่างใบและปลายใบของใบที่ลำต้น

- (ก) *S. perichaetiale* มีใบรูปลิ้นถึงลิ้นแฉกใบพาย ปลายใบมนถึงกลม
- (ข) *S. palustre* มีใบรูปลิ้นแฉกไข่ ปลายใบมนถึงกลม
- (ค) *S. junghuhnianum* ใบรูปลิ้นหรือรูปลิ้นแฉกสามเหลี่ยม ปลายแหลม
- (ง) *S. subsecundum* ใบรูปไข่แฉกสามเหลี่ยม ปลายใบกลมมน
- (จ) *S. cuspidatulum* ใบรูปสามเหลี่ยมที่มีปลายเรียวแหลม



ภาพที่ 19 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ขอบใบแบบเรียบและแบบร่องก้นเขาะของใบที่ลำต้น
 (ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*
 (ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

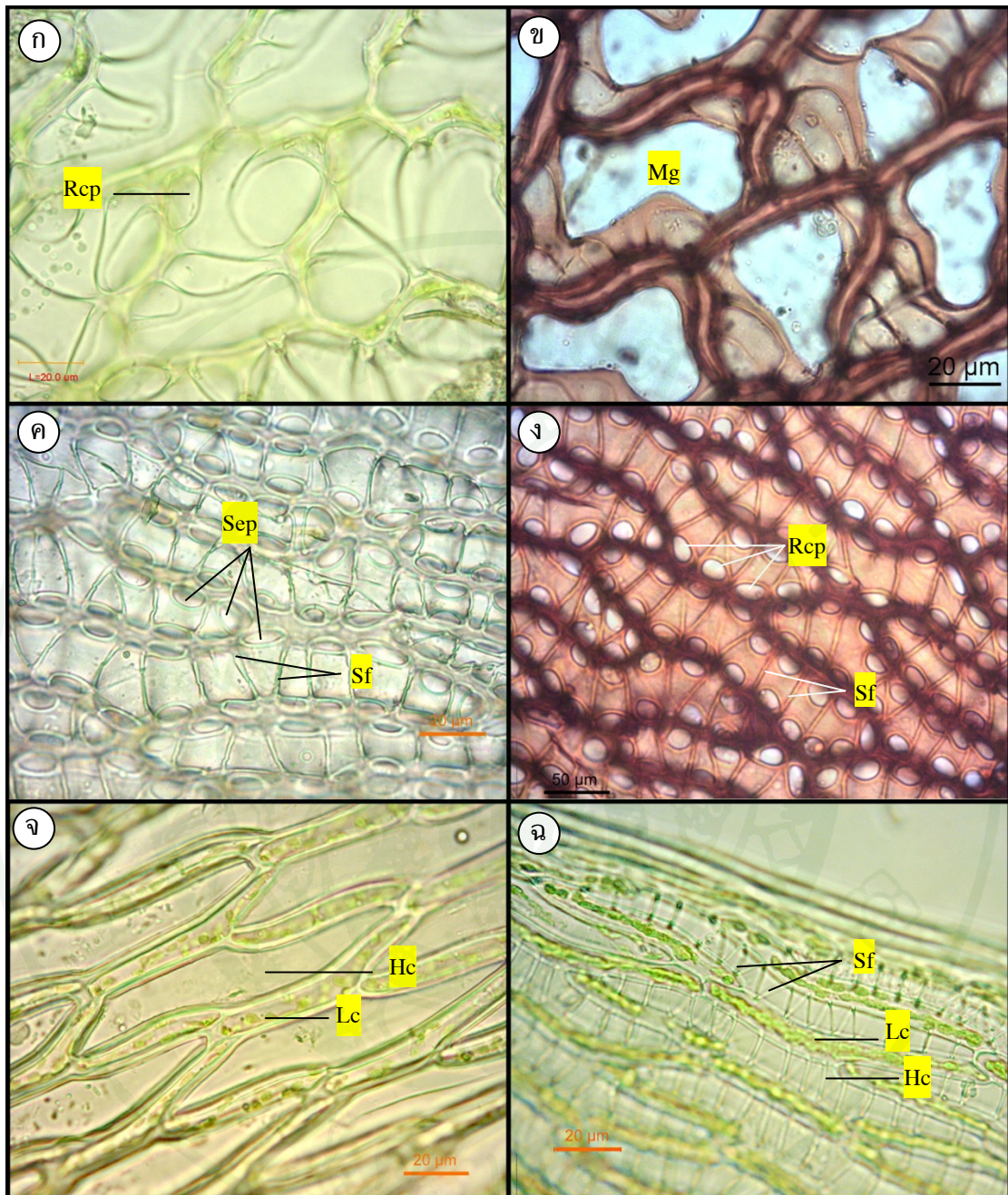
2.3 ลักษณะเซลล์ไสและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ในใบของ *Sphagnum* แต่ละชนิดมีรายละเอียดที่แตกต่างกันดังนี้

บริเวณปลายใบ ภายในเซลล์ไสบริเวณปลายใบของ *S. perichaetiale* จะพบเส้นใยฝอยและรูแบบ Ringed commissural pore (ภาพที่ 20 ก) สำหรับ *S. palustre* จะพบเส้นใยฝอยและรูเช่นเดียวกัน แต่เป็นรูลักษณะแบบช่องขาด (Membrane gap) (ภาพที่ 20 ข) เซลล์ไสบริเวณปลายใบของ *S. junghuhnianum* มีเส้นใยฝอยและพบรูแบบ Serial pore จำนวนมากเรียงสองข้างซ้ายขวาของเซลล์ (ภาพที่ 20 ค) *S. subsecundum* พบเส้นใยฝอยเช่นเดียวกัน แต่มีรูแบบ Ringed commissural pore จำนวนมากเรียงทั้งสองข้างซ้ายและขวาของเซลล์ไส (ภาพที่ 20 ง) สำหรับ *S. cuspidatum* จะไม่พบรูและเส้นใยฝอยในเซลล์ไสบริเวณปลายใบ (ภาพที่ 20 จ) และใน *Sphagnum* sp. พบเส้นใยฝอยแบบเกลียวและแบบวงแหวน มีลักษณะเป็นเส้นบางๆ และไม่พบรู (ภาพที่ 20 ฉ)

บริเวณกลางใบ พบเส้นใยฝอยบางๆ ในเซลล์ไสบริเวณกลางใบของ *S. perichaetiale* แต่ไม่พบรู (ภาพที่ 21 ก) ใน *S. palustre* มีเส้นใยฝอยและพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 3-4 รูต่อหนึ่งเซลล์ไส (ภาพที่ 21 ข) ขณะที่ *S. junghuhnianum*, *S. subsecundum* และ *Sphagnum* sp. พบเส้นใยฝอยชัดเจน แต่มีรูที่แตกต่างกัน คือใน *S. junghuhnianum* พบรูแบบ Serial pore จำนวนมากเรียงสองข้างซ้ายขวาของเซลล์ไส (ภาพที่ 21 ค) *S. subsecundum* พบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวนมากเรียงตลอดแนวซ้ายและขวาของเซลล์ไส (ภาพที่ 21 ง) แต่ไม่พบรูในเซลล์ไสบริเวณกลางใบของ *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 21 ฉ) สำหรับ *S. cuspidatum* จะไม่พบเส้นใยฝอยและรูในเซลล์ไสบริเวณกลางใบ แต่หากพบเส้นใยฝอยก็จะมีขนาดเล็กและบอบบางมาก (ภาพที่ 21 จ)

บริเวณโคนใบ เซลล์ไสบริเวณโคนใบจะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ไสบริเวณอื่น ๆ และมักจะไม่พบเส้นใยฝอยและรู หรือถ้าพบจะพบได้น้อย โดย *S. perichaetiale* (ภาพที่ 22 ก) *S. palustre* (ภาพที่ 22 ข) *S. cuspidatum* (ภาพที่ 22 จ) และ *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 22 ฉ) จะไม่พบรูในเซลล์ไสบริเวณโคนใบ ขณะที่ *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 22 ค) และ *S. subsecundum* (ภาพที่ 22 ง) จะพบรูในเซลล์ไสที่มีจำนวนน้อยกว่าบริเวณปลายใบและกลางใบ โดยที่ใน *S. junghuhnianum* พบรูขนาดใหญ่บริเวณหัวท้ายเซลล์ (Resorption gap) นอกจากนี้ยังพบรูแบบ Ringed commissural pore บริเวณมุมของเซลล์ (ภาพที่ 22 ค) แต่ในขณะที่ *S. subsecundum* จะมีรูขนาดใหญ่บริเวณหัวท้ายเซลล์เพียง 1 รูเท่านั้น (Resorption gap) (ภาพที่ 22 ง)

ซึ่งการพบหรือไม่พบเส้นใยฝอยและการมีจำนวนรูในเซลล์ไสของใบที่ลำต้น น้อยกว่าใบที่กิ่งจะสอดคล้องกับ Anderson (2005) ซึ่งกล่าวไว้ว่าจะไม่ค่อยพบรูและเส้นใยฝอยในใบที่ลำต้น



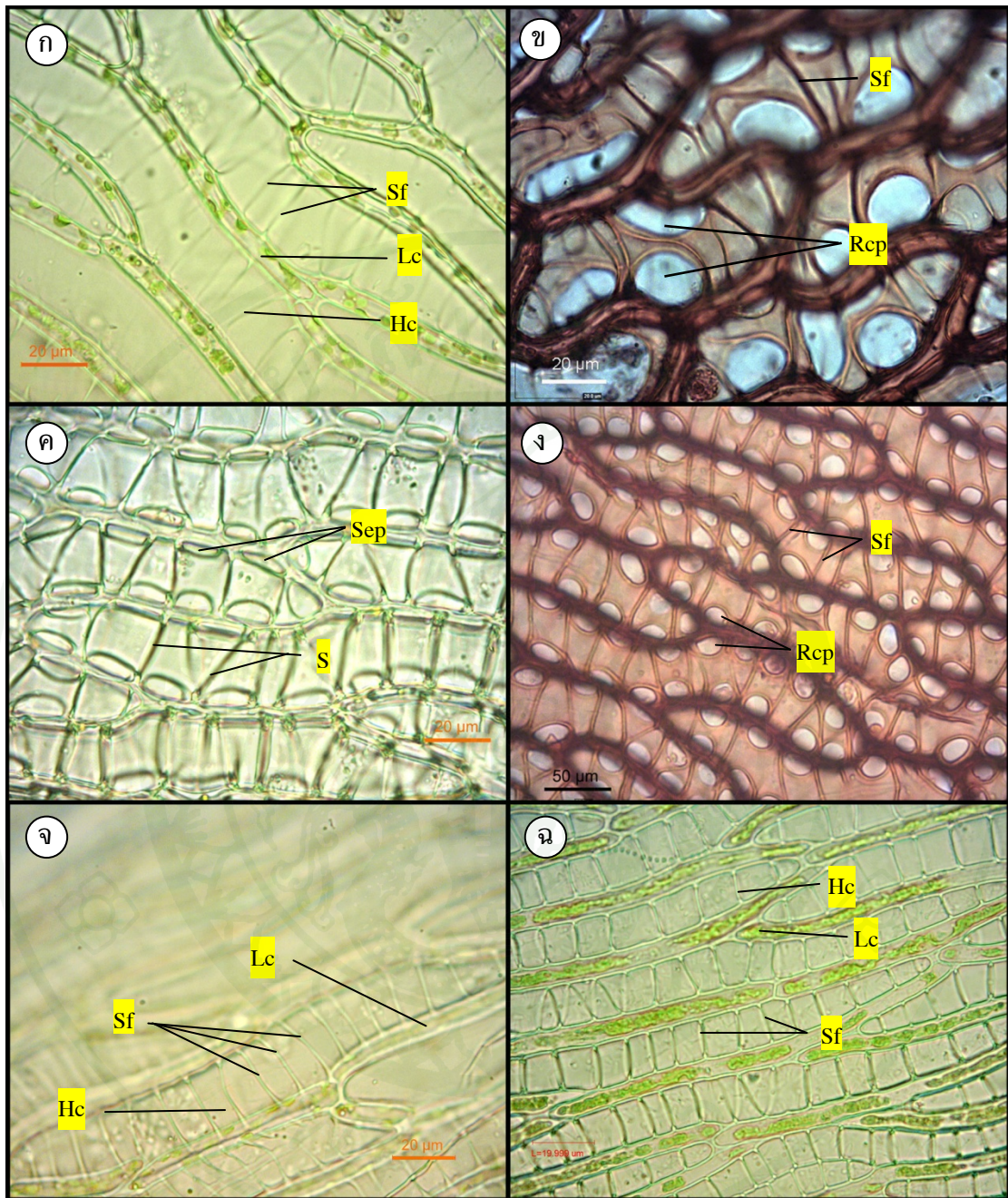
ภาพที่ 20 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบบริเวณปลายใบของใบที่ลำต้น

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Hc = Hyaline cell, Lc = Living cell, Mg = Membrane gap,

Rcp = Ringed commissural pore, Sf = Spiral fibril



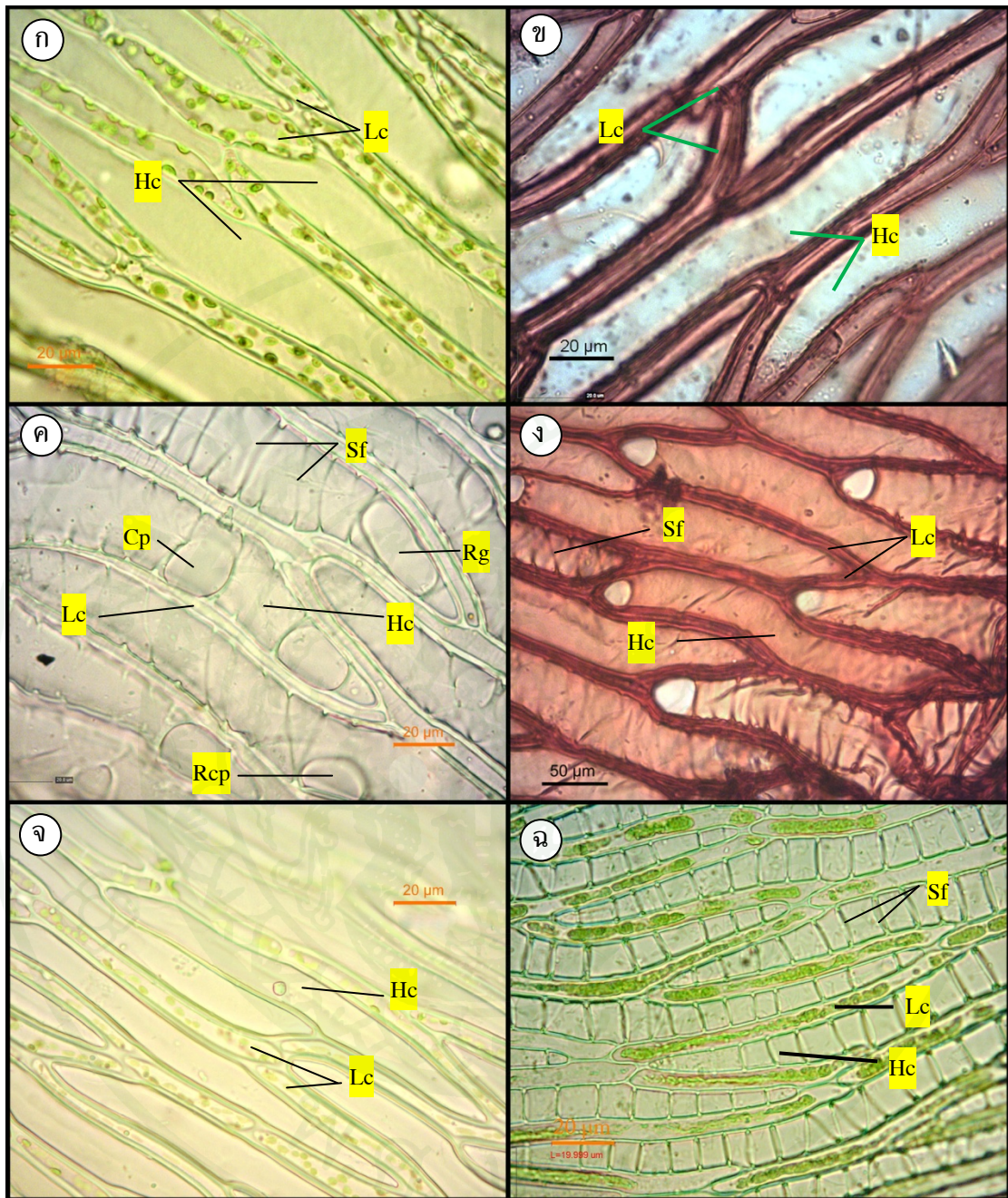
ภาพที่ 21 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบบริเวณกลางใบของใบที่ลำต้น

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *Sphagnum* sp. (ฉ) *S. cuspidatulum*

Hc = Hyaline cell, Lc = Living cell, Rcp = Ringed commissural pore,

Sf = Spiral fibril



ภาพที่ 22 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮและเซลล์มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบบริเวณโคนใบของใบที่
ลำต้น

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Cp = Central pore, Hc = Hyaline cell, Lc = Living cell,

Rcp = Ringed commissural pore, Rg = Resorption gap, Sf = Spiral fibril

ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคใบที่ลำต้นของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด

Stem leaf	<i>S. perchaetiale</i>	<i>S. palustre</i>	<i>S. junghunianum</i>	<i>S. subsecundum</i>	<i>S. cuspidatum</i>	<i>Sphagnum</i> sp.
Arrangement	spiral	spiral	spiral	spiral	spiral	spiral
Shape	ligulate, ligulate- spathulate	ligulate-ovate	ligulate- triangular	ovate-triangular	triangular	long-ligulate, oblong
Size	1.5-2.3x0.5- 1.0 mm	1.6-2.2x0.8- 1.0 mm	1.6-1.8 x 1.0 mm	1.06-1.08 x 0.7-0.8 mm	1.5-1.8 x 1.125 mm	2.0-2.2 x 0.5- 0.8 mm
Leaf apex	rounded	rounded	acuminate	obtuse	acute	acute
Leaf marginal	resorption furrow	resorption furrow	intact	intact	intact	intact
Hyaline cell (apex)						
Fibril	present	present	present	present	absent	annular fibril or
Pore	ringed commissural pore	membrane gap	serial pore on both the left and right sides of the cell	ringed commissural pore on both the left and right sides of the cell	absent	absent

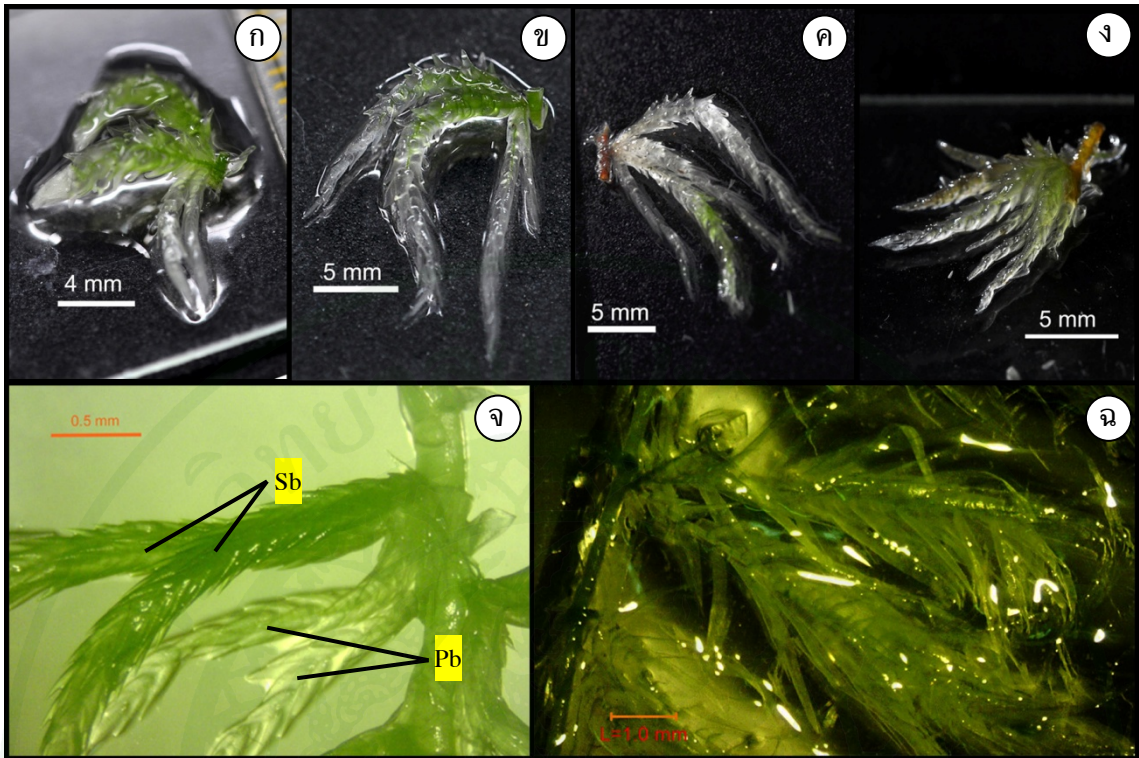
ตารางที่ 4 (ต่อ)

Stem leaf	<i>S. perchaetiale</i>	<i>S. palustre</i>	<i>S. junghunianum</i>	<i>S. subsecundum</i>	<i>S. cuspidatum</i>	<i>Sphagnum</i> sp.
Hyaline cell (middle)						
Fibril	thin spiral fibril	present	present	present	absent/ rary thin spiral fibril	thin spiral fibril
Pore	absent	3-4 ringed commissural pores	serial pore on both the left and right sides of the cell	ringed commissural pore on both the left and right sides of the cell	absent	absent
Hyaline cell (basal)						
Fibril	absent	absent	thin spiral fibril	absent	absent	thin spiral fibril
Pore	absent	absent	resorption gap at apex and basal of cell, 4 ringed commissural pore at corner	resorption gap at apex of cell	absent	absent

3. กิ่ง จากการศึกษพบว่า *Sphagnum* มีการแตกกิ่งเป็นกระจุกตามซอกใบ ในหนึ่งกระจุก พบจำนวนกิ่งได้แตกต่างกันในแต่ละชนิดซึ่งพบตั้งแต่ 2-8 กิ่งต่อหนึ่งกระจุก (ภาพที่ 23 และ ตารางที่ 5) โดยใน *S. cuspidatum* (ภาพที่ 23 จ) จะพบจำนวน 4 กิ่งต่อกระจุก สำหรับ *S. perichaetiale* (ภาพที่ 23 ก) *S. palustre* (ภาพที่ 23 ข) และ *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 23 ค) พบมี 4-5 กิ่งต่อหนึ่งกระจุก *Sphagnum* sp. พบ 2-4 กิ่งต่อหนึ่งกระจุก (ภาพที่ 23 ฉ) และใน *S. subsecundum* จะพบจำนวนกิ่งต่อกระจุกได้มากที่สุดคือพบ 5-8 กิ่ง (ภาพที่ 23 ง) จำนวนกิ่งต่อหนึ่งกระจุกของ *Sphagnum* ที่พบในการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับรายงานกับสมใจ (2541) ซึ่งกล่าวว่าการแตกกิ่งนั้นสามารถแตกเป็นกระจุก ๆ ละ 3-8 กิ่ง หรือกระจุกละ 3-5 กิ่ง (Shaw et al., 2003) และโดยทั่วไปจะพบมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษีแตกกิ่งเป็นกระจุก ๆ 5 กิ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละชนิด (Watson, 1971)

ลักษณะของกิ่งที่แตกออกมาในแต่ละกระจุก อาจจะมีลักษณะเหมือนกันทั้งหมดเป็นแบบเอกสัณฐาน (Monomorphic) ซึ่งลักษณะนี้จะพบใน *Sphagnum* sp. เพียงชนิดเดียว (ภาพที่ 23 ฉ) และลักษณะกิ่งในแต่ละกระจุกที่แตกต่างกันเป็นแบบทวิสัณฐาน (Dimorphism) โดยจะประกอบด้วยกิ่ง 2 ลักษณะคือกิ่งห้อยที่ยาวคลุมแนบลำต้น (Pendent branch หรือ Hanging branch) และกิ่งตั้งที่เจริญแผ่อกด้านข้าง (Divergent branch หรือ Spreading branch) โดยลักษณะของจำนวนกิ่งตั้งและกิ่งห้อยจะมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิด กล่าวคือใน *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 23 ค) และ *S. cuspidatum* (ภาพที่ 23 จ) จะพบมีกิ่งตั้ง 2 กิ่งและกิ่งห้อย 2 กิ่ง สำหรับ *S. subsecundum* (ภาพที่ 23 ง) พบกิ่งตั้ง 2-3 กิ่งและกิ่งห้อย 3-5 กิ่ง ขณะที่ *S. perichaetiale* (ภาพที่ 23 ก) และ *S. palustre* (ภาพที่ 23 ข) มีกิ่งตั้ง 2 กิ่งและกิ่งห้อย 2-3 กิ่ง การที่ *Sphagnum* แต่ละชนิดที่ศึกษามีลักษณะการแตกกิ่งไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะใน *Sphagnum* sp. ที่พบการแตกกิ่งแบบเอกสัณฐานเพียงชนิดเดียวแตกต่างจาก *Sphagnum* ชนิดอื่น ๆ ที่แตกกิ่งแบบทวิสัณฐาน อาจมีความเกี่ยวข้องกับสภาพนิเวศและแหล่งอาศัยของ *Sphagnum* ทั้งนี้เพราะ *Sphagnum* sp. พบเจริญอยู่ในน้ำตลอดเวลาในขณะที่เก็บตัวอย่าง ขณะที่ *Sphagnum* ชนิดอื่น ๆ พบเจริญอยู่ในสภาพนิเวศที่หลากหลาย เช่น บริเวณขอบของแหล่งน้ำ พื้นทรายริมทางเดิน และบนก้อนหินที่มีอินทรีย์วัตถุ ซึ่งสภาพดังกล่าวมีความชื้นน้อยกว่า *Sphagnum* sp. ที่เจริญอยู่ในน้ำตลอดเวลา ทำให้การมีกิ่งแบบทวิสัณฐาน โดยเฉพาะกิ่งห้อยที่ยาวคลุมแนบลำต้นจะเป็นการช่วยกักเก็บความชุ่มชื้นให้กับแกมีโตไฟต์ในกลุ่ม *Sphagnum* ที่เจริญบนบกได้ดียิ่งขึ้น

บริเวณปลายยอดของแกมีโตไฟต์ใน *Sphagnum* ที่ศึกษาจะมีการแตกกิ่งเป็นกระจุกที่อัดกันแน่น เรียกว่าช่อกระจุกแน่น (Capitulum) โดย Shaw et al. (2003) กล่าวว่า จำนวนกิ่งที่อัดกันแน่นมีมากขึ้นเมื่อใกล้บริเวณยอด ซึ่งรูปร่าง และลักษณะของช่อกระจุกแน่นนี้สามารถใช้ในการระบุชนิดได้ (Andrus, 1980; Flagtberg, 2002, 2004) ทั้งนี้จากการศึกษาลักษณะของช่อกระจุกแน่นของตัวอย่างทั้งหมดพบว่า มีลักษณะที่ต่างกันดังภาพที่ 24

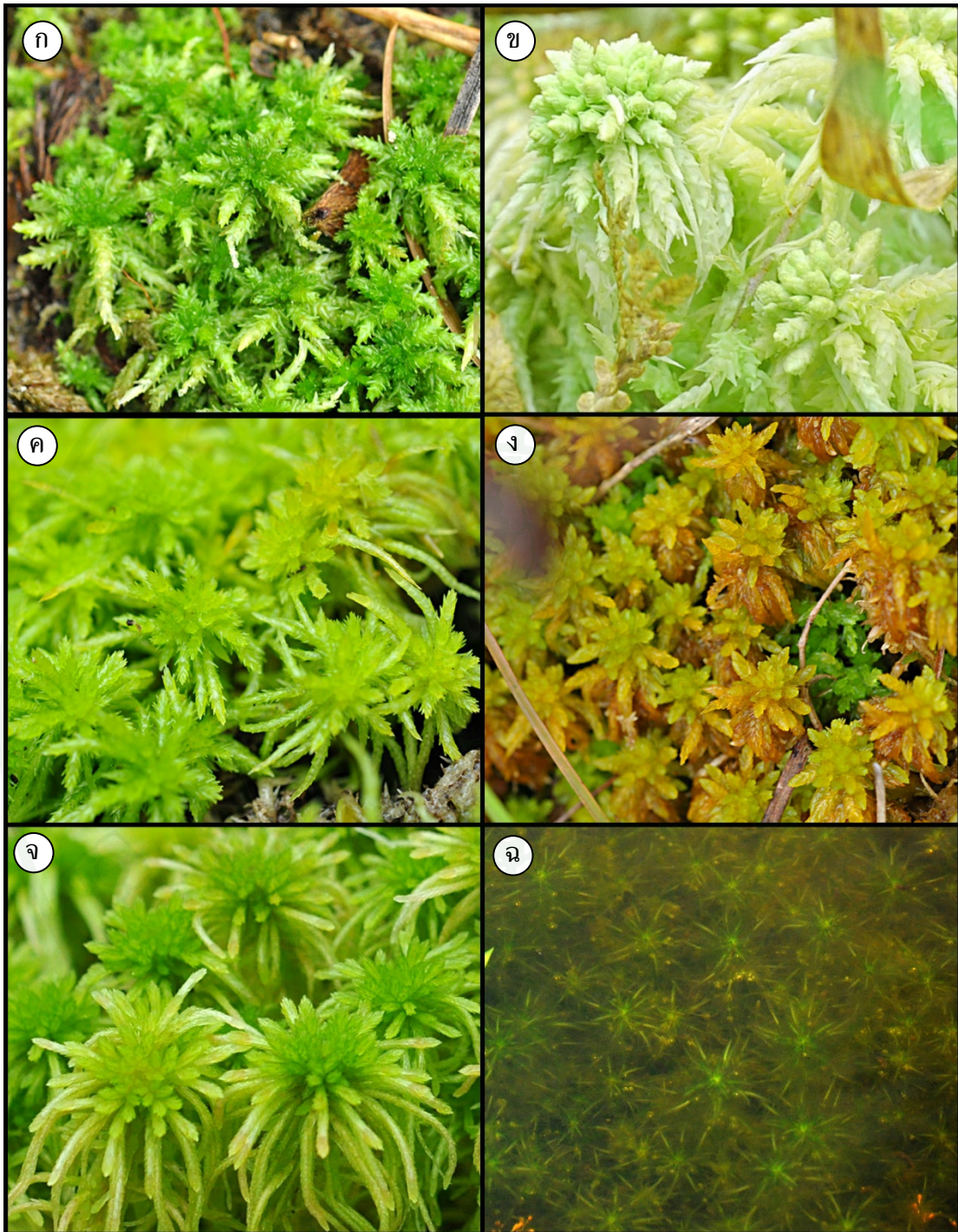


ภาพที่ 23 ภาพแสดงลักษณะการแตกกิ่งของ *Sphagnum*

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatulum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Pb = Pendent branch, Sb = Spreading branch



ภาพที่ 24 ภาพแสดงลักษณะช่อกระจุกแน่น

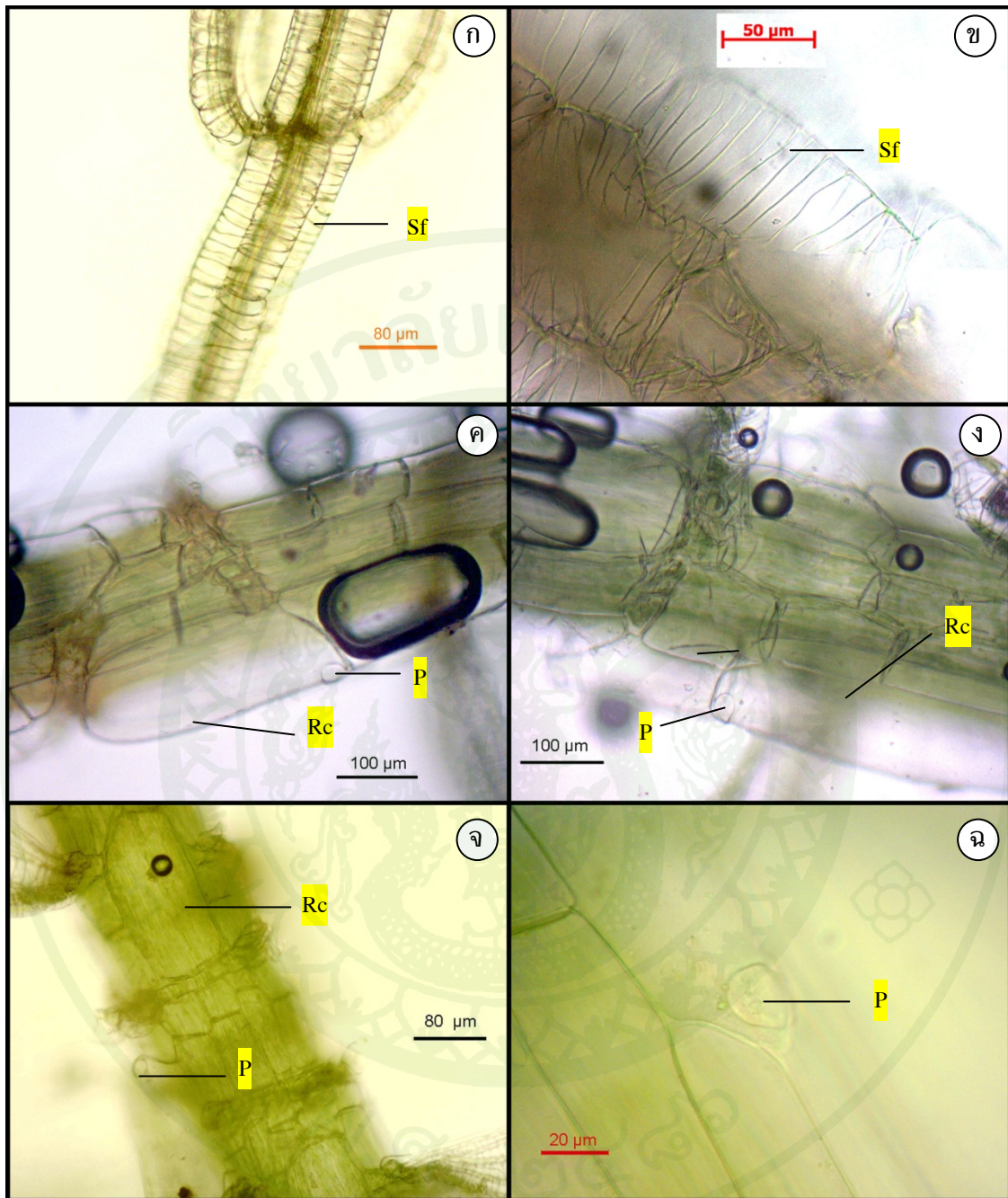
(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*
 (ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

โครงสร้างภายในของกิ่งในทุกชนิดจะประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น (ภาพที่ 25 และ 26) คือ

3.1 ชั้นไฮยาโลเดอมิสหรือชั้นคอร์เทกซ์พบเพียง 1 ชั้น อาจพบรูและเส้นใยฝอยได้ เช่นเดียวกับบริเวณผิวของลำต้น ตัวอย่างเช่น *S. perichaetiale* (ภาพที่ 25 ก) และ *S. palustre* (ภาพที่ 25 ข) ในขณะที่ชนิดอื่นๆ ไม่พบเส้นใยฝอยที่เซลล์คอร์เทกซ์ แต่พบรูที่ปลายเซลล์ ด้านบนของเซลล์ขนาดใหญ่ผิดปกติหรือที่เรียก Retort cell เช่น *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 25 ค) *S. subsecundum* (ภาพที่ 25 ง) *S. cuspidatum* (ภาพที่ 25 จ) และ *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 25 ฉ) นอกจากนี้ Retort cell ของ *S. cuspidatum* จะมีความแตกต่างจากชนิดอื่นๆ คือตัว Retort cell จะมีลักษณะเป็นจอยชัดเจนและพบรูบนจอย (ภาพที่ 25 จ) เมื่อศึกษากิ่งของ *Sphagnum* ตัดตามขวางพบว่าเนื่องการมี Retort cell แทรกอยู่ในชั้นคอร์เทกซ์จึงทำให้ชั้นคอร์เทกซ์มีเซลล์ที่มีขนาดเล็กใหญ่ไม่เท่ากันเรียกว่าลักษณะแบบนี้ทวิฐาน และเรียกกิ่งที่ไม่มี Retort cell และมีเซลล์ขนาดเท่ากันว่า เอกฐาน ซึ่งลักษณะดังกล่าวสามารถใช้ในการจัดจำแนกชนิดของ *Sphagnum* ได้ เช่น *S. perichaetiale* (ภาพที่ 26 ก) และ *S. palustre* (ภาพที่ 26 ข) มีลักษณะเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์แบบเอกฐาน ขณะที่ *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 26 ค) *S. subsecundum* (ภาพที่ 26 ง) *S. cuspidatum* (ภาพที่ 26 จ) และ *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 26 ฉ) เซลล์ชั้นคอร์เทกซ์เป็นแบบทวิฐาน

3.2 ชั้นสเกลอโรเดอมิสเป็นชั้นที่ถัดเข้ามาจากชั้นคอร์เทกซ์ อาจพบสีเช่นเดียวกับในลำต้นได้ จากตัวอย่างที่ศึกษาพบชั้นสเกลอโรเดอมิสได้ 1-3 ชั้นเซลล์ และลักษณะเซลล์สามารถแบ่งเป็นชั้นที่ชัดเจนและไม่ชัดเจนได้ขึ้นอยู่กับชนิด (ตารางที่ 5) โดย *S. perichaetiale* (ภาพที่ 26 ก) และ *S. palustre* (ภาพที่ 26 ข) พบสเกลอโรเดอมิส 1 ชั้นที่ชัดเจนและมีสีเขียว *S. junghuhnianum* พบ 1-2 ชั้นที่ชัดเจนมีสีเขียวหรือส้ม (ภาพที่ 26 ค) *S. subsecundum* มีชั้นสเกลอโรเดอมิสไม่แตกต่างจากชั้นในสุด คือมีลักษณะเป็นเซลล์พาเรงคิมาหรือคลอเรนคิมาที่มีคลอโรพลาสต์มากกว่าสเกลอโรเดอมิส (ภาพที่ 26 ง) *S. cuspidatum* พบสเกลอโรเดอมิส 2-3 ชั้นที่ชัดเจนมีสีเขียว (ภาพที่ 26 จ) และ *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 26 ฉ) มีชั้นสเกลอโรเดอมิสไม่ชัดเจน เช่นเดียวกับ *S. subsecundum*

3.3 ชั้นเมดัลลา เป็นชั้นในสุดที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์พาเรงคิมาผนังบางขนาดใหญ่ และเซลล์คล้ายเซลล์พาเรงคิมา (ภาพที่ 26 และตารางที่ 5)

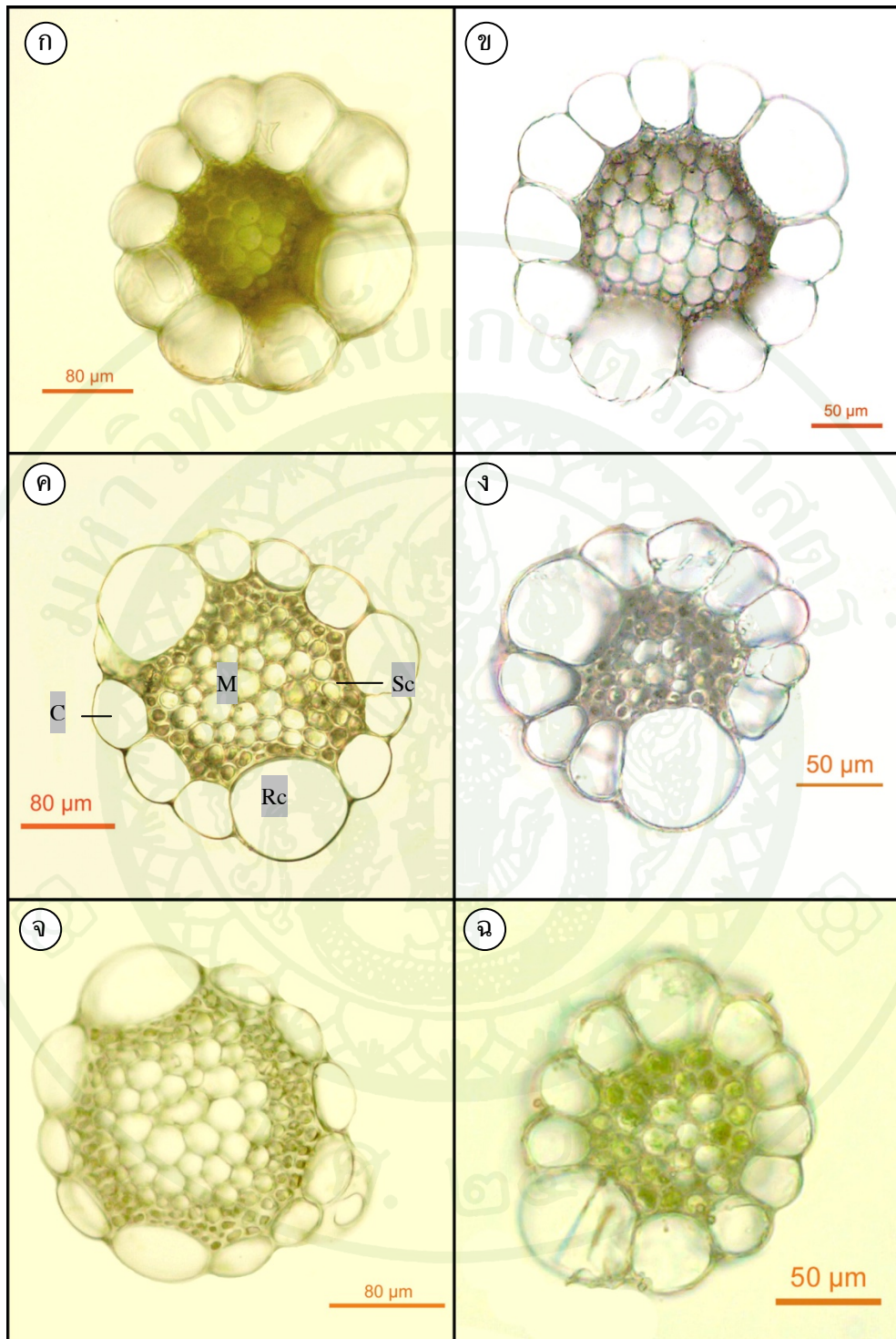


ภาพที่ 25 ภาพแสดงลักษณะเส้นใยฝอยและรูของเซลล์ในชั้นคอร์แทกซ์ของกิ่ง

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Rc = Retort cell, P = Pore, Sf = Spiral fibril




ภาพที่ 26 ภาพตัดตามขวางกิ่งเพื่อแสดงถึงจำนวนชั้นและลักษณะของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

C = Cortex, M = Medulla, Sc = Sclerodermis, Rc = Retort cell

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคกิ่งของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด

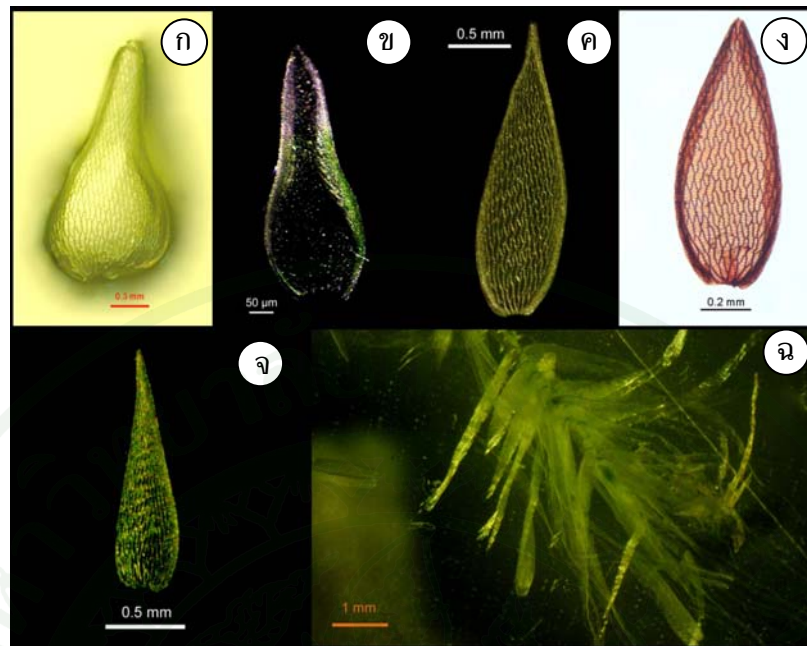
Branch	<i>S. perchaetiale</i>	<i>S. palustre</i>	<i>S. junghunianum</i>	<i>S. subsecundum</i>	<i>S. cuspidatum</i>	<i>Sphagnum</i> sp.
Number/fasicle	4-5	4-5	4	5-8	4	2-4spiral
Spreading : Pendent	2:2-3	2:2-4	2:2	2-3:4-5	2:2	monomorphic
Cortex						
Spiral fibril	present	present	absent	absent	absent	absent
Mono/Dimorphic	monomorphic	monomorphic	dimorphic	dimorphic	dimorphic	dimorphic
Pore	1 	1	1 pore at apex of retort cell	1 pore at apex of retort cell	1 pore at apex of retort cell	1 pore at apex of retort cell
Sclerodermis						
Character	small/obviously	small/obviously	small/obviously	not obviously	small/obviously	not obviously
Layers	1-2	1-2	1	1	3	1
Color	green/brown	green	green	green	green	green

4. ใบที่กึ่ง เรียงเวียนรอบกึ่งใน *S. perichaetiale* *S. palustre* *S. junghuhnianum* และ *Sphagnum* sp. พบเรียงเป็นแถว 5 แถว พบใน *S. cuspidatum* และ *S. subsecundum* นอกจากการจัดเรียงตัวบนกึ่งแล้ว รูปร่างใบ ลักษณะปลายใบ และขนาดใบมีความแตกต่างกันตามชนิด (ภาพที่ 27-28 และตารางที่ 6)

4.1 รูปร่างใบ พบว่า *S. perichaetiale* (ภาพที่ 27 ก) *S. palustre* (ภาพที่ 27 ข) และ *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 27 ค) มีใบรูปไข่แกมรูปใบหอก แต่ขนาดของใบในแต่ละชนิดมีความต่างกันโดย *S. perichaetiale* มีขนาด 1.6-2.0 x 0.8-1.2 มม. ขณะที่ *S. palustre* มีขนาด 2.0x1.0 มม. และ *S. junghuhnianum* มีขนาด 1.6-2.2 x 0.6-0.8 มม. ใน *S. subsecundum* มีใบรูปไข่แกมใบหอกหรือใบรูปไข่ที่ขนาด 1.0-1.1 x 0.4-0.6 มม. (ภาพที่ 27 ง) *S. cuspidatum* มีใบรูปใบหอกขนาด 1.3-1.6 x 0.3-0.4 มม. (ภาพที่ 27 จ) สำหรับ *Sphagnum* sp. มีรูปร่างใบเป็นขอบขนานที่มีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 3.0-6.5 x 0.1-0.5 มม. (ภาพที่ 27 ฉ) ความยาวของใบในชนิดนี้มีความแตกต่างจากชนิดอื่นๆ อย่างชัดเจน

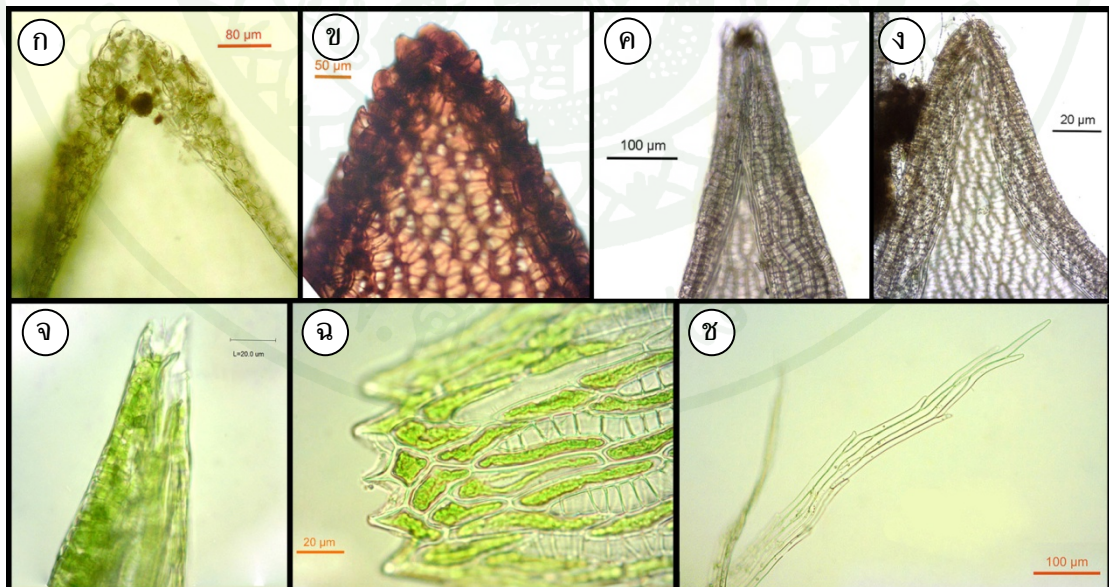
4.2 ปลายใบ จากการศึกษารูปปลายใบของ *Sphagnum* พบปลายใบหลายแบบ เช่น *S. perichaetiale* (ภาพที่ 28 ก) และ *S. palustre* (ภาพที่ 28 ข) มีปลายใบเป็นกระเปาะ (Hooded) และตั้งหนามที่เกิดจากรูจำนวนมากของเซลล์บริเวณปลายใบ *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 28 ค) *S. subsecundum* (ภาพที่ 28 ง) และ *S. cuspidatum* (ภาพที่ 28 จ) มีปลายใบตัดเป็นรอยซี่ฟัน (Dentate) และปลายกว้างม้วนเข้า (Broadly involute) ขณะที่ *Sphagnum* sp. มีปลายใบหลายแบบ เช่น ปลายกว้างม้วนเข้า ปลายเรียวแหลม และปลายแหลมเป็นติ่ง (ภาพที่ 28 ฉ)

4.3 ขอบใบ จากการศึกษารูปขอบใบของใบที่กึ่งของ *Sphagnum* พบทั้งแบบขอบเรียบ และแบบมีลักษณะเป็นร่องกั๊ดเซาะบริเวณขอบใบทำให้มีลักษณะไม่เรียบ โดพบพบลักษณะขอบใบแบบร่องกั๊ดเซาะใน *S. perichaetiale* (ภาพที่ 29 ก) และ *S. palustre* (ภาพที่ 29 ข) ขณะที่ขอบใบแบบเรียบพบใน *S. junghuhnianum* (ภาพที่ 29 ค) *S. subsecundum* (ภาพที่ 29 ง) *S. cuspidatum* (ภาพที่ 29 จ) และ *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 29 ฉ)



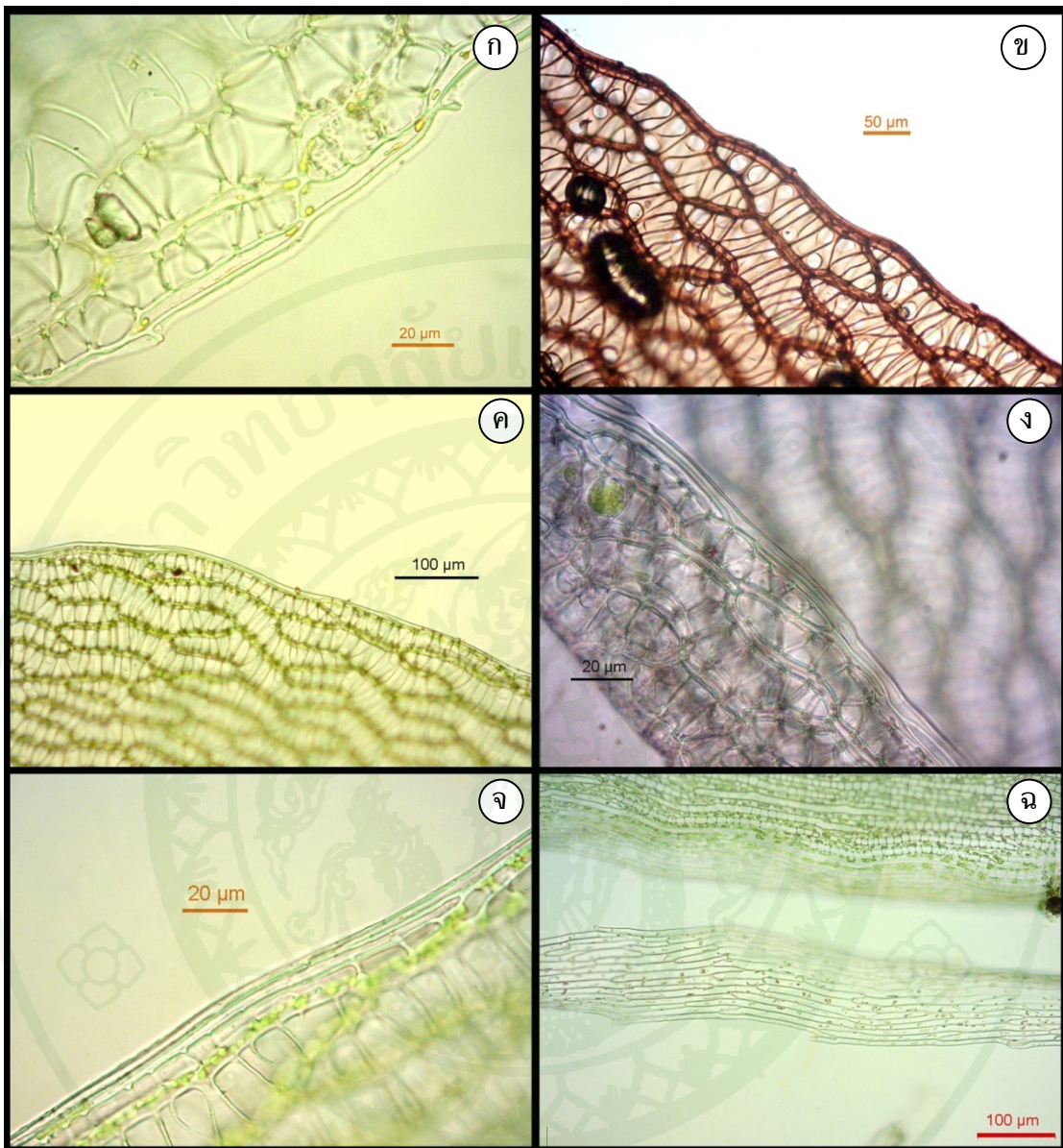
ภาพที่ 27 ภาพแสดงรูปร่างใบที่กึ่ง

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*
 (ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatulum* (ฉ) *Sphagnum* sp.



ภาพที่ 28 ภาพแสดงลักษณะปลายใบของใบที่กึ่ง

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*
 (ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatulum* (ฉ) *Sphagnum* sp.



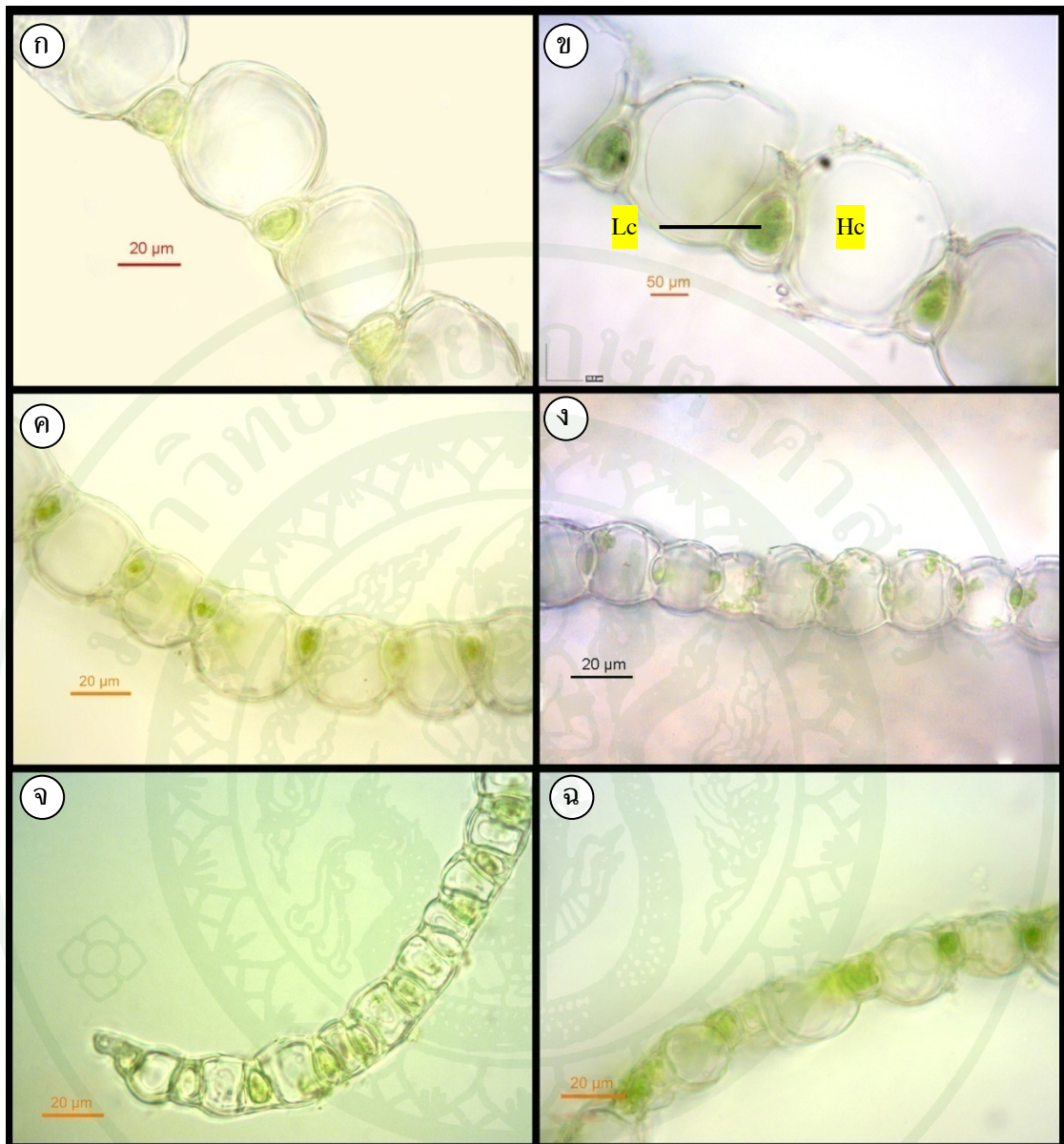
ภาพที่ 29 ภาพแสดงเซลล์ขอบที่เรียบและเป็นร่องกักเซาะของใบที่กึ่ง
 (ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*
 (ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatulum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

เมื่อทำการตัดใบที่กึ่งตามขวางพบลักษณะเซลล์สี่เหลี่ยมและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์เรียงสลับกันคล้ายลูกบิด โดยรูปร่างของเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์และตำแหน่งที่อยู่แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด (ตารางที่ 6) โดย *S. perichaetiale* พบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปสี่เหลี่ยมคางหมูแกมสามเหลี่ยมอยู่ก่อนไปทางด้านใกล้แกน (ภาพที่ 30 ก) *S. palustre* พบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์เป็นสามเหลี่ยมแกมรูปไข่อยู่ก่อนไปทางด้านใกล้แกน (ภาพที่ 30 ข) ในขณะที่ *S. junghuhnianum* พบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปถึงเบี้ยอยู่ก่อนไปทางด้านใกล้แกน (ภาพที่ 30 ค) *S. subsecundum* พบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปไข่อยู่กึ่งกลางระหว่างผิวใบทั้งสองด้าน (ภาพที่ 30 ง) *S. cuspidatum* พบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปสี่เหลี่ยมคางหมูอยู่ก่อนไปทางด้านใกล้แกน (ภาพที่ 30 จ) และ *Sphagnum* sp. พบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์สองแบบ คือ รูปกลมและรูปถึงเบี้ยอยู่กึ่งกลางระหว่างผิวใบทั้งสองด้าน (ภาพที่ 30 ฉ)

ลักษณะเซลล์สี่เหลี่ยมและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ในใบของ *Sphagnum* แต่ละชนิดมีรายละเอียดที่ต่างกันดังนี้

ผิวใบด้านใกล้แกน

บริเวณปลายใบ ภายในเซลล์บริเวณปลายใบของ *S. perichaetiale* พบเส้นใยฝอยและรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 2-3 รู (ภาพที่ 31 ก และตารางที่ 6) สำหรับ *S. palustre* พบเส้นใยฝอยและรูแบบ Ringed commissural pore เช่นกัน แต่มีจำนวนรูมากกว่าจำนวน 6-7 รู (ภาพที่ 31 ข และตารางที่ 6) *S. junghuhnianum* พบเส้นใยฝอยและรูแบบ Serial pore จำนวนมากเรียงตลอดแนวสองข้างซ้ายและขวาของเซลล์ (ภาพที่ 31 ค และตารางที่ 6) ขณะที่ *S. subsecundum* ไม่พบรูในบริเวณนี้ (ภาพที่ 31 ง และตารางที่ 6) *S. cuspidatum* พบรูแบบ Ringed commissural pore ที่มุมเซลล์ ประมาณ 4 รูและ Unringed commissural pore 1 รู (ภาพที่ 31 จ และตารางที่ 6) และ *Sphagnum* sp. จะไม่พบเส้นใยฝอยและรู (ภาพที่ 31 ฉ และตารางที่ 6)

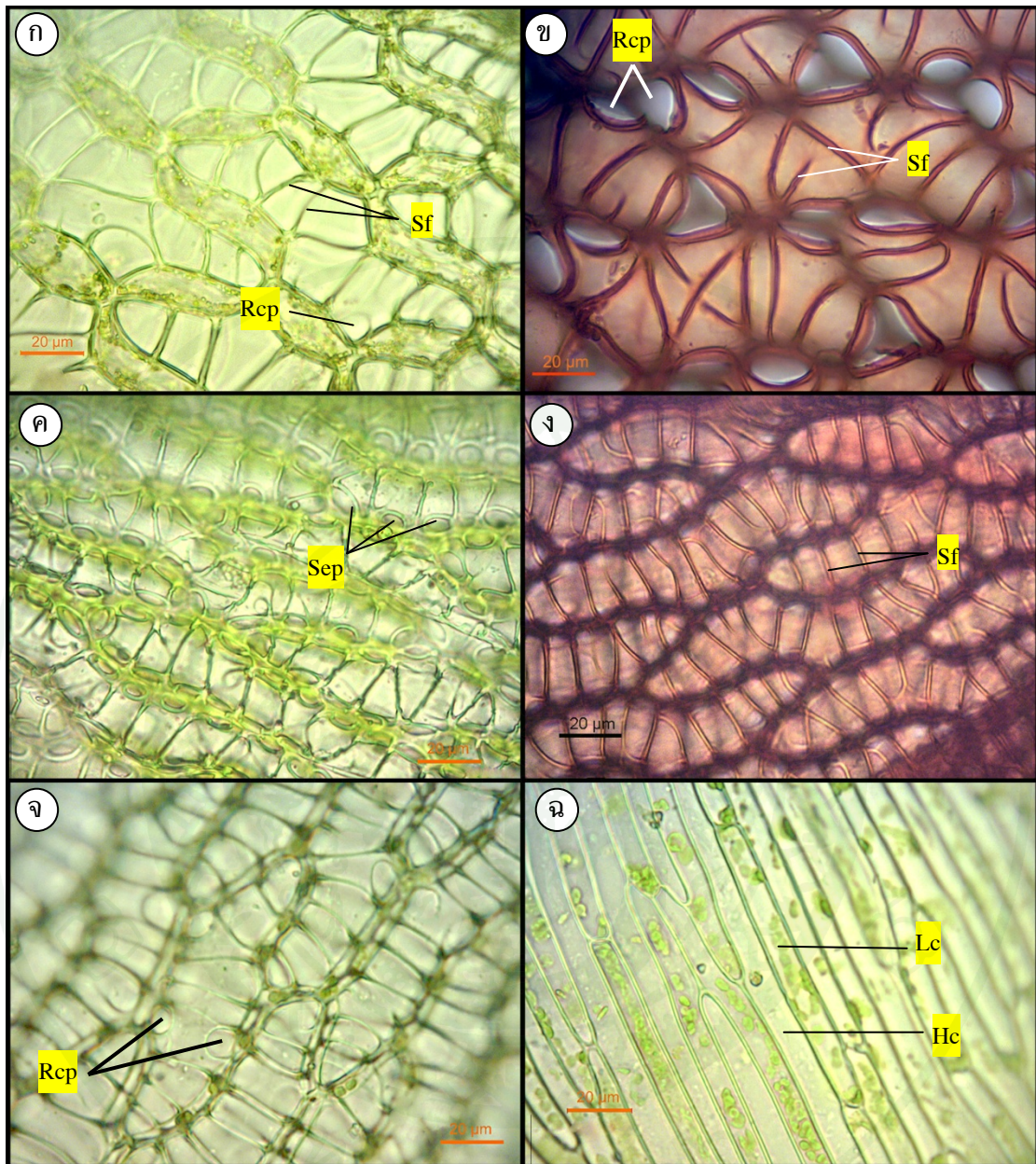


ภาพที่ 30 ภาพตัดตามขวางของใบเพื่อแสดงลักษณะเซลล์สีเขียวและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของใบที่กึ่ง

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatulum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Lc = Living cell, Hc = Hyaline cell



ภาพที่ 31 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไซและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านใกล้แกนบริเวณปลายใบของใบที่กิ่ง

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

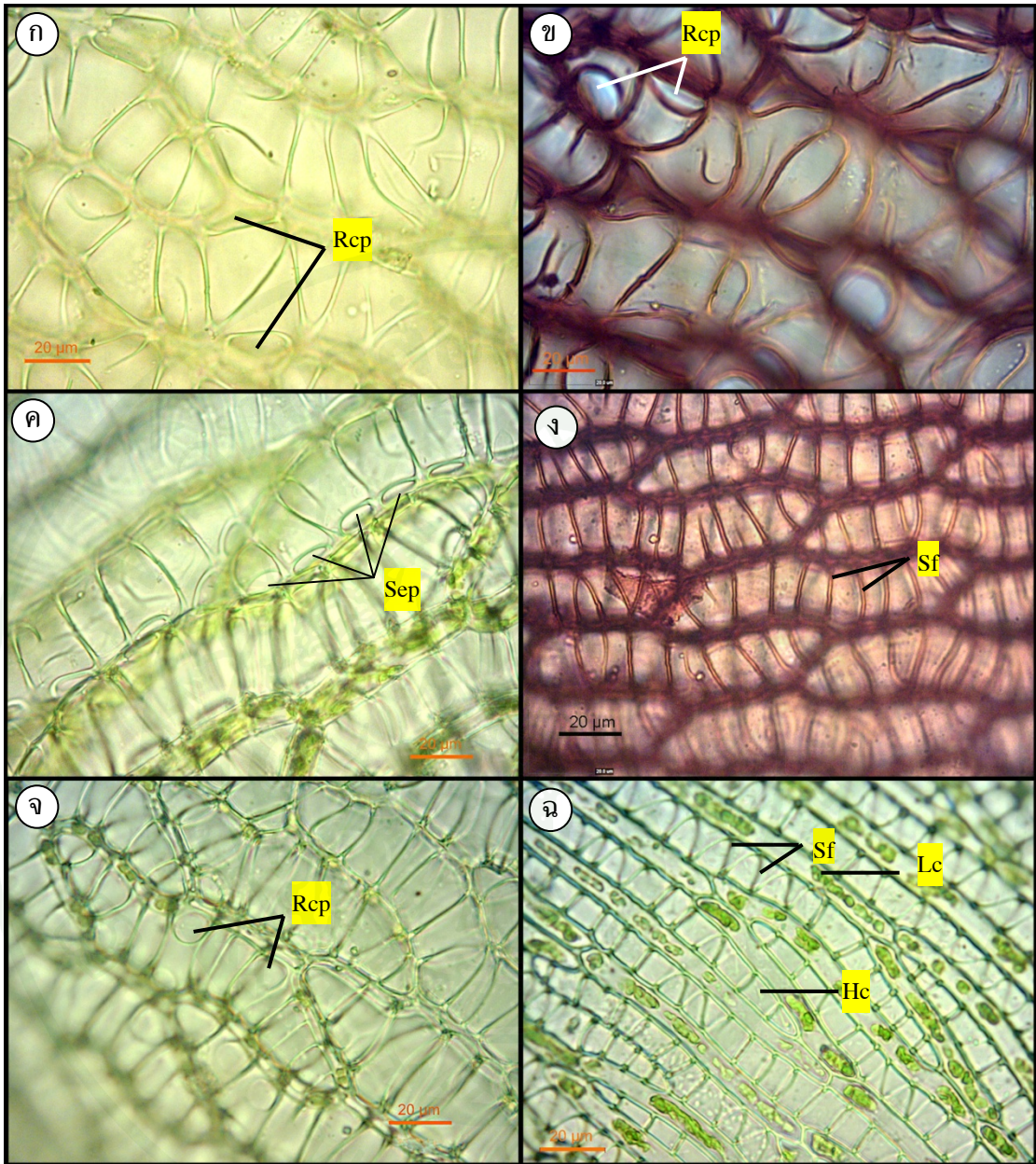
(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Lc = Living cell, Hc = Hyaline cell, Rcp = Ringed commissural pore,

Sf = Spiral fibril, Sep = Serial pore

บริเวณกลางใบ พบเส้นใยฝอยภายในเซลล์ใส่ทุกชนิด อาจมีลักษณะรู จำนวนรูและตำแหน่งของรูที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 6) เช่น *S. perichaetiale* พบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 4-5 รูและ Unringed commissural pore จำนวน 4-5 รู (ภาพที่ 32 ก) *S. palustre* พบรูแบบ Ringed commissural pore แบบเดี่ยวจำนวน 7 รู (ภาพที่ 32 ข) ขณะที่ *S. junghuhnianum* พบรูแบบ Serial pore จำนวนมากเรียงตลอดขอบเซลล์ทั้งสองข้าง (ภาพที่ 32 ค) *S. subsecundum* ไม่พบรูบริเวณนี้ (ภาพที่ 32 ง) *S. cuspidatum* พบรูแบบ Ringed commissural pore อยู่บริเวณมุมเซลล์ จำนวน 2-4 รู (ภาพที่ 32 จ) และ *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 31 ฉ) ไม่พบรู

บริเวณโคนใบ พบเส้นใยฝอยทุกชนิดเช่นกัน (ตารางที่ 6) โดย *S. perichaetiale* พบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 4-5 รูและอาจพบรูแบบ Central pore 1-2 รู หัวท้ายเซลล์ได้ (ภาพที่ 33 ก) สำหรับ *S. palustre* จะพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 7-8 รู (ภาพที่ 33 ข) ขณะที่ *S. junghuhnianum* พบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 3-4 รูและ Central pore 1 รู (ภาพที่ 33 ค) ใน *S. subsecundum* ไม่พบรู (ภาพที่ 33 ง) *S. cuspidatum* พบ Unringed commissural pore จำนวน 3-4 รูอยู่บริเวณมุมเซลล์ (ภาพที่ 33 จ) สำหรับ *Sphagnum* sp. ไม่พบรูในบริเวณนี้ (ภาพที่ 33 ฉ)



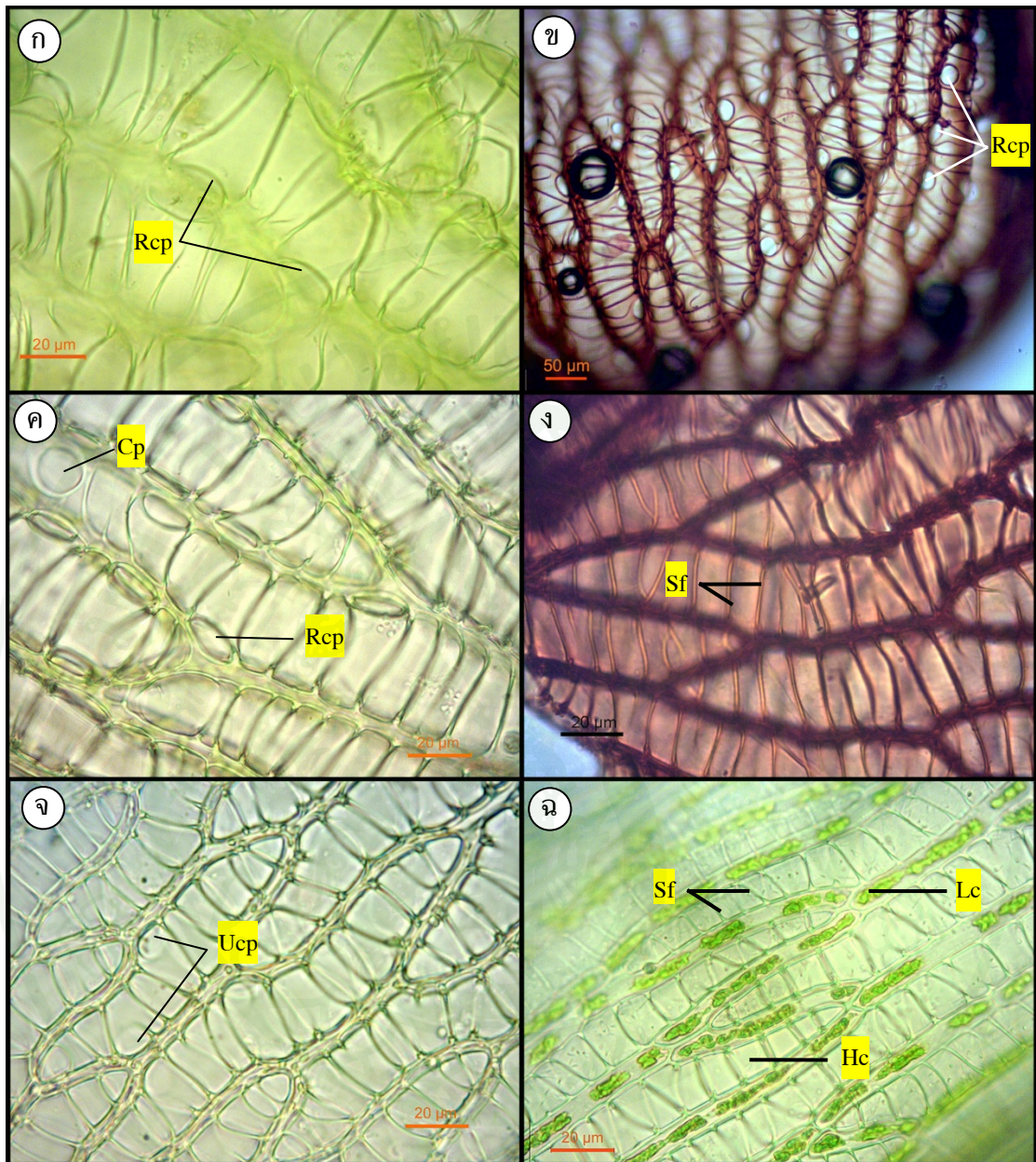
ภาพที่ 32 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮสและเซลล์มีคอลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านใกล้แกนบริเวณ
กลางใบของใบที่กึ่ง

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Lc = Living cell, Hc = Hyaline cell, Rcp = Ringed commissural pore,

Sf = Spiral fibril, Sep = Serial pore



ภาพที่ 33 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไซโตและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านใกล้แกนบริเวณ โคนใบของที่กึ่ง

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. cuspidatum*

(ง) *S. junghuhnianum* (จ) *S. subsecundum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Lc = Living cell, Hc = Hyaline cell, Rcp = Ringed commissural pore,

Sf = Spiral fibril, Cp = Central pore, Ucp = Unringed commissural pore

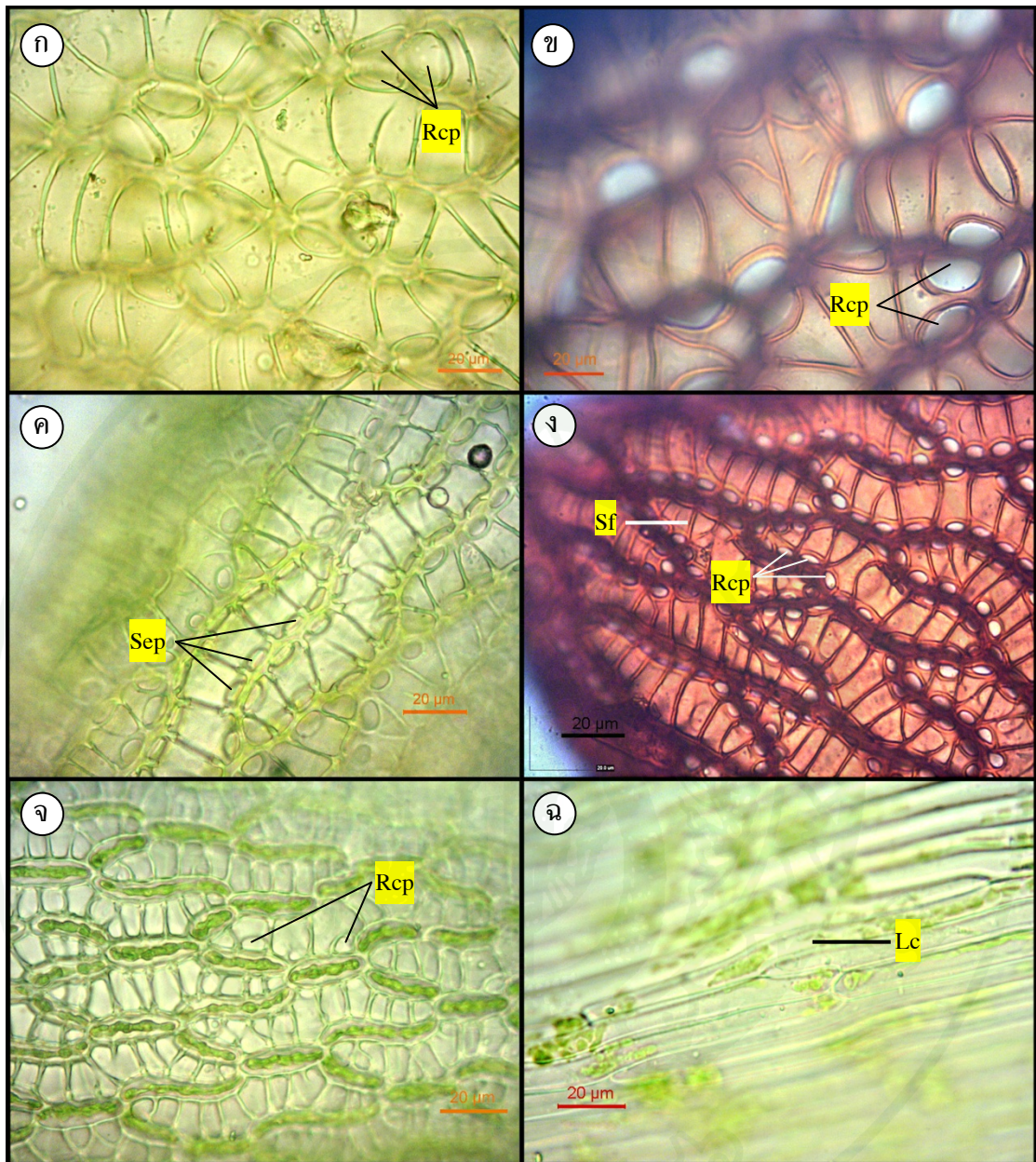
ผิวใบด้านใกล้แกน

ลักษณะทั่วๆ ไปคล้ายกับผิวใบด้านใกล้แกน เนื่องจากใบของมอสส์สกุลนี้หนาเพียงชั้นเซลล์เดียว แต่จะมีความแตกต่างในเรื่องของรู ซึ่งอาจจะพบรูที่เซลล์ในผิวใบทั้งสองด้านไม่เหมือนกันได้ ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดดังนี้

บริเวณปลายใบ พบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 3-4 รูใน *S. perichaetiale* (ภาพที่ 34 ก) และ 6 รูใน *S. palustre* (ภาพที่ 34 ข) *S. junghuhnianum* ที่มีรูแบบ Serial pore จำนวนมากเรียงตลอดแนวสองข้างซ้ายและขวาของเซลล์เหมือนกับผิวใบด้านใกล้แกน (ภาพที่ 34 ค) *S. subsecundum* พบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวนมากเรียงตลอดแนวซ้ายและขวาของเซลล์ ซึ่งแตกต่างจากด้านใกล้แกนที่ไม่พบรู (ภาพที่ 34 ง) ขณะที่ *S. cuspidatum* ไม่ค่อยพบรูในผิวใบด้านนี้ (ภาพที่ 34 จ) และ *Sphagnum* sp. ไม่พบรูเช่นเดียวด้านใกล้แกน (ภาพที่ 34 ฉ)

บริเวณกลางใบ ในเซลล์ในของ *S. perichaetiale* มีรูแบบ Ringed commissural 4-5 รูและ Unringed commissural pore จำนวน 4-5 รู (ภาพที่ 35 ก) *S. palustre* พบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 6 รู และอาจพบรูที่เป็น central pore ได้ (ภาพที่ 35 ข) สำหรับ *S. junghuhnianum* พบรูแบบ Serial pore จำนวนมากเรียงตลอดแนวสองข้างซ้ายและขวาของเซลล์ (ภาพที่ 35 ค) *S. subsecundum* มีรูเป็นแบบ Ringed commissural pore จำนวนมากเรียงตลอดของเซลล์ (ภาพที่ 35 ง) ขณะที่ *S. cuspidatum* พบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 1-2 รูอยู่บริเวณมุมเซลล์ (ภาพที่ 35 จ) สำหรับ *Sphagnum* sp. ไม่พบรู (ภาพที่ 35 ฉ)

บริเวณโคนใบ *S. perichaetiale* ไม่พบรู (ภาพที่ 36 ก) ขณะที่ *S. palustre* พบรูแบบ Ringed commissural pore 5-6 รูที่มุมของเซลล์ใน (ภาพที่ 36 ข) *S. junghuhnianum* พบรูที่เซลล์ในแบบ serial pore จำนวน 8-10 รู (ภาพที่ 36 ค) *S. subsecundum* พบรูแบบ Ringed commissural pore 8-14 รู (ภาพที่ 36 ง) *S. cuspidatum* พบ Central pore ที่หัวเซลล์จำนวน 1 รู (ภาพที่ 36 จ) และไม่พบรูใน *Sphagnum* sp. (ภาพที่ 36 ฉ)



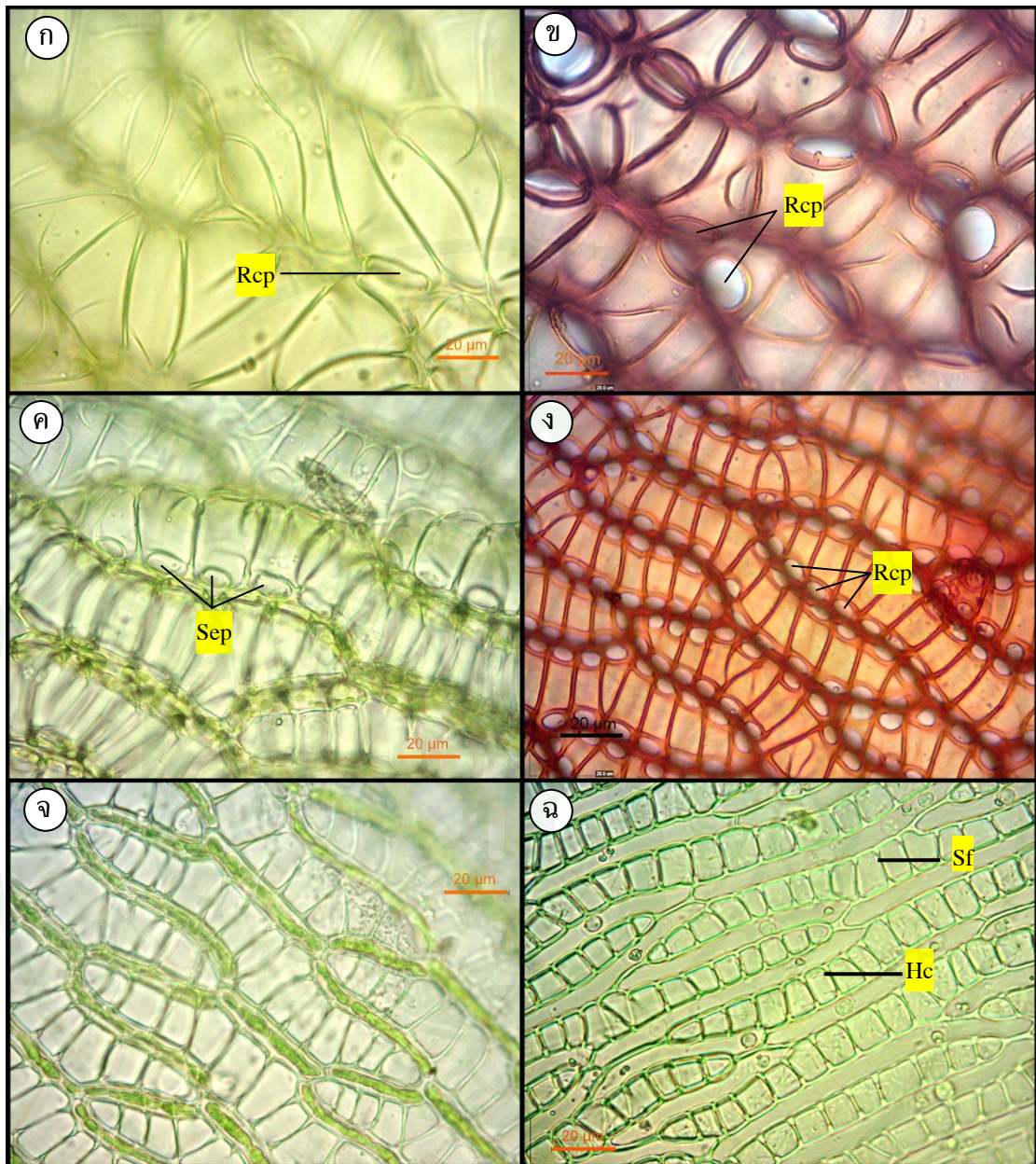
ภาพที่ 34 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไสและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านไกลแกนบริเวณปลายใบของใบที่กิ่ง

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatulum* (ฉ) *Sphagnum* sp

Lc = Living cell, Rcp = Ringed commissural pore, Sf = Spiral fibril,

Sep = Serial pore



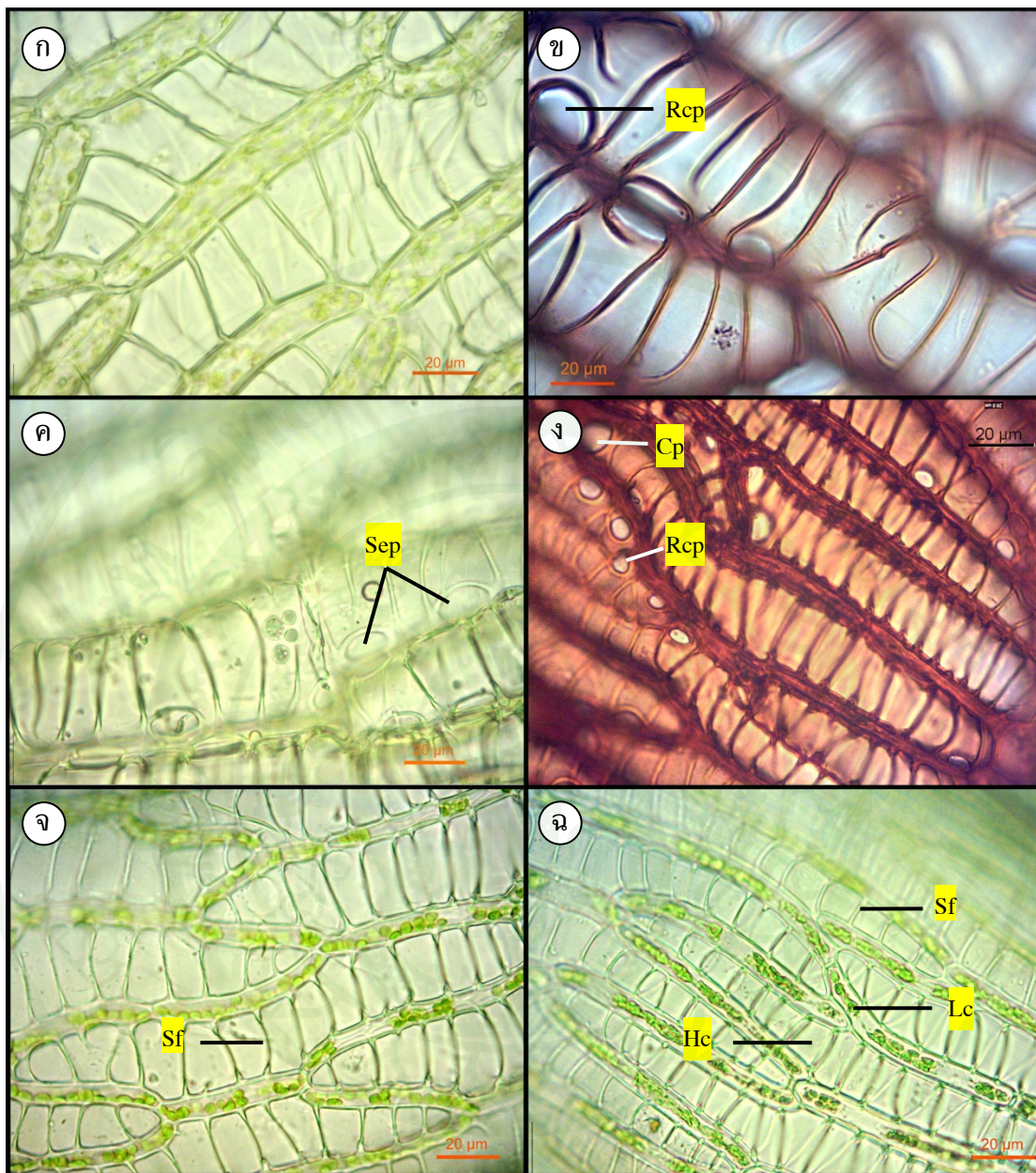
ภาพที่ 35 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไฮสและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านไกลแณบริเวณ
กลางใบของใบที่กิ่ง

(ก) *S. perichaetiale* (ข) *S. palustre* (ค) *S. junghuhnianum*

(ง) *S. subsecundum* (จ) *S. cuspidatum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Hc = Hyaline cell, Rcp = Ringed commissural pore, Sf = Spiral fibril,

Sep = Serial pore



ภาพที่ 36 ภาพแสดงลักษณะเซลล์ไสและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของผิวใบด้านไกลแวนบริเวณ
กลางใบของใบที่กิ่ง

(ก) *S. palustre* (ข) *S. perichaetiale* (ค) *S. cuspidatum*

(ง) *S. junghuhnianum* (จ) *S. subsecundum* (ฉ) *Sphagnum* sp.

Cp = Central pore, Lc = Living cell, Hc = Hyaline cell,

Rcp = Ringed commissural pore, Sf = Spiral fibril, Sep = Serial pore

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคใบที่กิ่งของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด

Branch leaf	<i>S. perchaetiale</i>	<i>S. palustre</i>	<i>S. junghunianum</i>	<i>S. subsecundum</i>	<i>S. cuspidatum</i>	<i>Sphagnum</i> sp.
Arrangement	spiral	spiral	spiral	5 ranked	5 ranked	spiral
Shape	ovate-lanceolate	ovate-lanceolate	ovate-lanceolate	ovate, ovate-lanceolate	lanceolate	lanceolate, oblong, linear
Size	1.6-2.0x0.8-1.2 mm	2.0x1.0 mm	1.6-2.2 x 0.6-0.8 mm	1.0-1.1 x 0.4-0.6 mm	1.3-1.6x0.3-0.4 mm	3.0-6.5 x 0.1-0.5 mm
Leaf apex	Dentate cucullate (hooded)	Dentate cucullate (hooded)	broadly involute, dentate	broadly involute, dentate	broadly involute, dentate	broadly involute, acuminate, apiculate
Leaf marginal	resorption furrow (dentate)	resorption furrow (dentate)	intact	intact	intact	intact
Living cell shape in CS	trapezoid-triangular	ovate-triangular	barrel-shaped	ovate	trapezoid	barrel-shaped, rounded
Expose	adaxial	adaxial	near adaxial	central	abaxial	central

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Branch leaf	<i>S. perchaetiale</i>	<i>S. palustre</i>	<i>S. junghunianum</i>	<i>S. subsecundum</i>	<i>S. cuspidatum</i>	<i>Sphagnum</i> sp.
Adaxial						
Hyaline cell (apex)						
Fibril	present	present	present	present	present	present
Pore	2-3 ringed pore	6-7 ringed pore	serial pore on both the left and right sides of the cell	no pore	1 ringed pore at corner and 1 unringed pore	no pore
Hyaline cell (middle)						
Fibril	present	present	present	present	present	present
Pore	4-5 ringed pores at corner, 4-5 unringed pores	7 ringed pores	serial pore on both the left and right sides of the cell	no pore	2-4 ringed pores at corner	absent

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Branch leaf	<i>S. perchaetiale</i>	<i>S. palustre</i>	<i>S. junghunianum</i>	<i>S. subsecundum</i>	<i>S. cuspidatum</i>	<i>Sphagnum</i> sp.
Hyaline cell (basal)						
Fibril	present	present	present	present	present	present
Pore	4-5 ringed pores/may be 1-2 central pore	7-8 ringed pores	3-4 ringed pore at corner, 1 central pore	no pore	3-4 unringed pores at corner	no pore
Abaxial						
Hyaline cell (apex)						
Fibril	present	present	present	present	present	present
Pore	3-4 ringed pore	6 ringed pore	serial pore on both the left and right sides of the cell	ringed commissural pore on both the left and right sides of the cell	rare pore	no pore

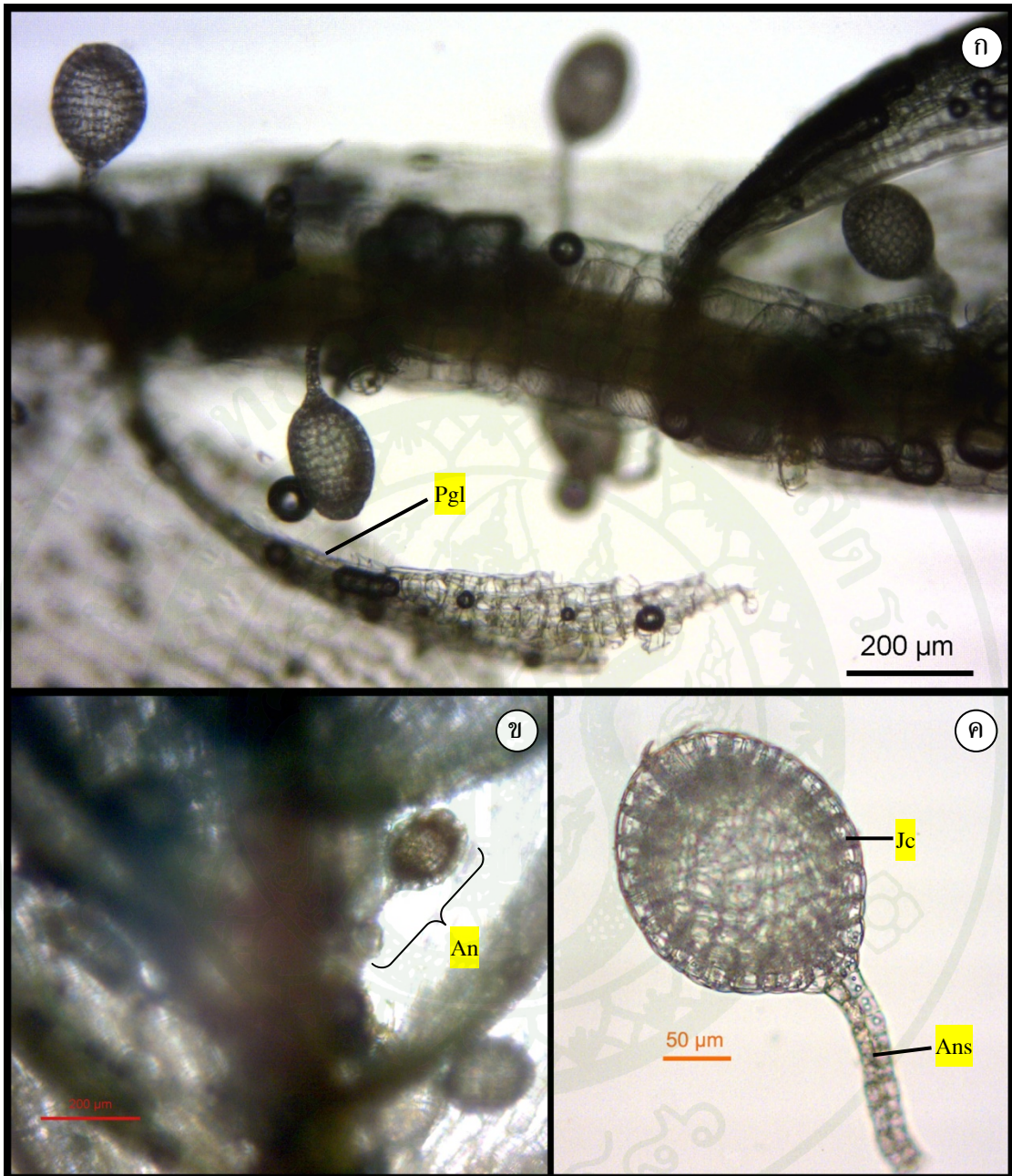
ตารางที่ 6 (ต่อ)

Branch leaf	<i>S. perchaetiale</i>	<i>S. palustre</i>	<i>S. junghunianum</i>	<i>S. subsecundum</i>	<i>S. cuspidatum</i>	<i>Sphagnum</i> sp.
Hyaline cell (middle)						
Fibril	present	present	present	present	present	present
Pore	4-5 ringed pores at corner, 4 unringed pores	6 ringed pores at corner, maybe 1 central pore	serial pore on both the left and right sides of the cell	ringed commissural pore on both the left and right sides of the cell	1-2 ringed pore at corner	no pore
Hyaline cell (basal)						
Fibril	present	present	present	present	present	present
Pore	no pore	5-6 ringed pores	8-10 serial pore on both the left and right sides of the cell	8-14 ringed commissural pore on both the left and right cell sides	1 resorption gap at cell apex	no pore

4.4 ส่วนสืบพันธุ์ จากการศึกษารูปส่วนสืบพันธุ์ไม่ครบทุกชนิด โดยพบแอนเทอริเดียม ของ *S. palustre* และ *S. cuspidatum* ขณะที่อาร์คีโกเนียมพบเฉพาะใน *S. cuspidatum* เท่านั้น (ตารางที่ 7)

4.4.1 แอนเทอริเดียม ใน *S. palustre* มักพบกิ่งสร้างแอนเทอริเดียมบริเวณใต้ข้อกระดูกแน่น โดยที่ความยาวของกิ่งสร้างแอนเทอริเดียมมีความใกล้เคียงกับกิ่งตั้งอื่น ๆ สำหรับ *S. cuspidatum* จะมีลักษณะของกิ่งที่สร้างแอนเทอริเดียมเป็นกิ่งสั้น ๆ โดยอาจจะสั้นกว่ากิ่งตั้งอื่น ๆ บนต้น นอกจากนี้ยังพบว่ากิ่งสร้างแอนเทอริเดียมอาจมีสีแตกต่างจากกิ่งอื่น ๆ ในต้น โดยกิ่งที่สร้างแอนเทอริเดียมที่พบใน *S. cuspidatum* มักมีสีส้มเข้มอมน้ำตาลหรือเกือบดำ สำหรับ *S. palustre* มักมีสีเหลืองเขียวถึงสีเทา ทั้งนี้จากรายงานของสมใจ (2541) พบว่า กิ่งที่เกิดการสร้างแอนเทอริเดียมจะมีลักษณะเป็นรูปกระสวยและเป็นข้อห้อย ประกอบด้วยใบที่เรียงซ้อนกันแน่น และมีสีต่างๆ ทำให้แตกต่างจากกิ่งทั่วไปในลำต้น แต่จากข้อสังเกตในการศึกษาครั้งนี้พบว่ากิ่งที่สร้างแอนเทอริเดียมจะเห็นได้ไม่ชัดเจนจนกระทั่งมีความแตกต่างจากกิ่งทั่วไปในลำต้น เนื่องจากจะพบสีเฉพาะบริเวณที่มีการสร้างแอนเทอริเดียมเท่านั้น นอกจากนี้ขนาดของข้อแอนเทอริเดียมที่เป็นรูปกระสวยจะสังเกตได้ยากเช่นกัน เนื่องจากไม่มีความแตกต่างจากกิ่งปกติของลำต้น โดยเฉพาะปลายกิ่งตั้งที่ไม่มีการสร้างแอนเทอริเดียมก็จะมีลักษณะคล้ายกระสวยเช่นกัน เนื่องจากมีเนื้อเยื่อเจริญและใบที่อัดกันแน่น จึงทำให้ยากต่อการสังเกตในภาคสนามต้องอาศัยความชำนาญและความคุ้นเคย นอกจากนี้ตำแหน่งของแอนเทอริเดียมที่อยู่บนกิ่งอาจจะแตกต่างกันในแต่ละชนิด โดยจะพบแอนเทอริเดียมตามซอกใบบริเวณกลางกิ่งถึงเกือบปลายกิ่งใน *S. palustre* (ภาพที่ 37 ก) และบริเวณปลายกิ่งใน *S. cuspidatum* (ภาพที่ 37 ข)

โครงสร้างของแอนเทอริเดียมประกอบด้วย 2 ส่วนคือก้านชูแอนเทอริเดียม (Anteridial stalk) และแอนเทอริเดียม ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ชั้นนอกที่เป็นหมัน (Jacket cell) มีลักษณะเป็นถุงล้อมรอบเซลล์สืบพันธุ์ (Androcyte) ไว้ภายใน (ภาพที่ 37 ค)



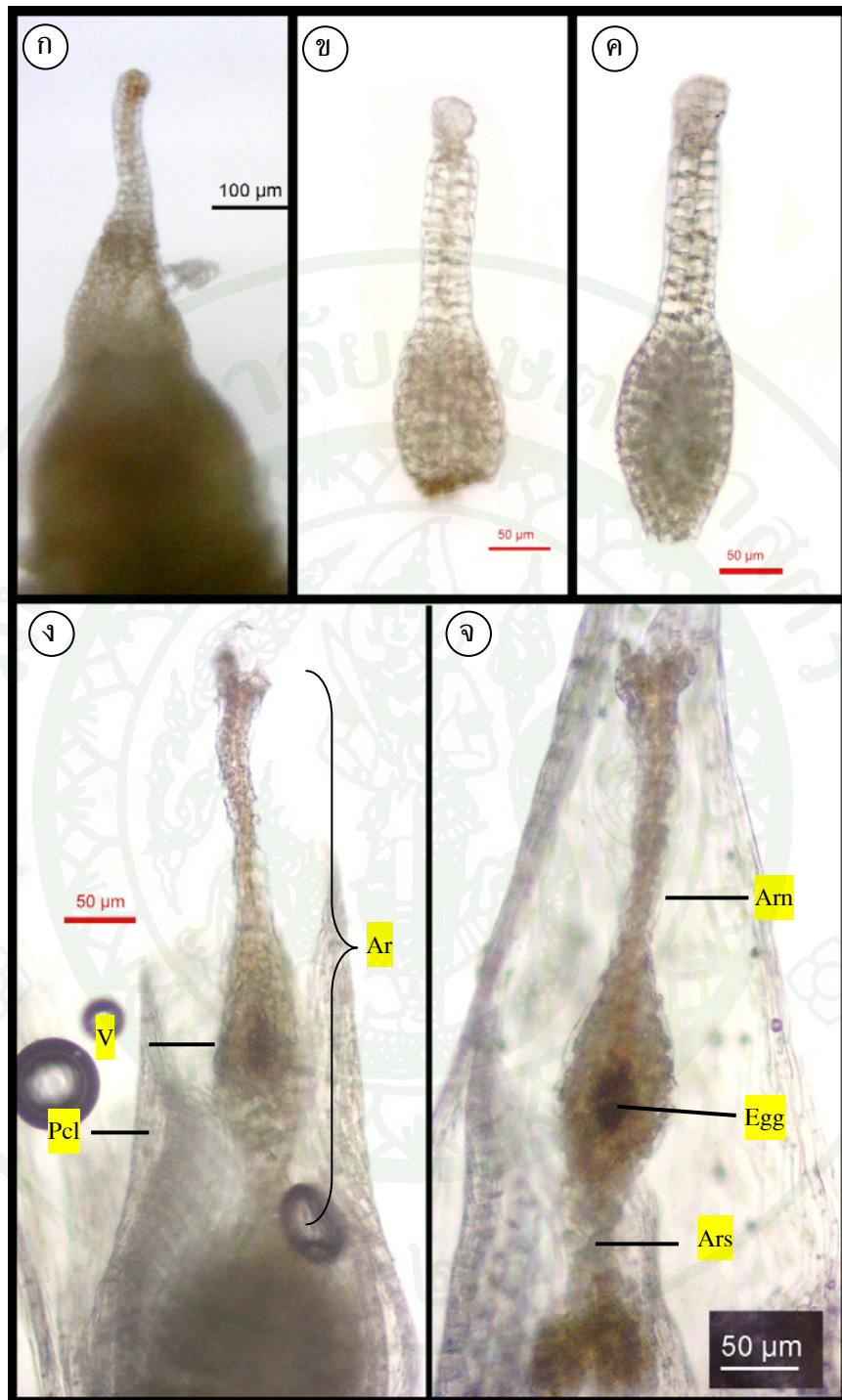
ภาพที่ 37 ภาพแสดงลักษณะแอนเทอริเดียม

- (ก) *S. palustre* แอนเทอริเดียมพบที่ซอกใบที่กิ่งของกิ่งตั้ง
- (ข) *S. cuspidatulum* แอนเทอริเดียมเกิดขึ้นที่ซอกใบที่กิ่งของกิ่งตั้ง
- (ค) โครงสร้างแอนเทอริเดียมของ *S. palustre*

An = Antheridium, Ans = Anteridial stalk, Jc = Jacket cell, Pgl = Perigonal leaf

4.4.2 อาร์คีโกเนียม (ภาพที่ 38) จากการศึกษาที่พบอาร์คีโกเนียมเฉพาะใน *S. cuspidatulum* เท่านั้น โดยกึ่งที่สร้างอาร์คีโกเนียมมีลักษณะคล้ายตาทิ้งขนาดเล็ก พบบริเวณข้อกระดูกแน่น สังเกตได้ยากเมื่อยังอ่อน หากสังเกตเห็นได้ชัดเจนแสดงว่าได้เลยระยะอาร์คีโกเนียมเข้าสู่ระยะสปอโรไฟต์เรียบร้อยแล้ว แต่หากสังเกตอย่างละเอียดในห้องปฏิบัติการจะพบว่าใบของกึ่งที่สร้างอาร์คีโกเนียมนี้มีขนาดใหญ่กว่าใบที่กึ่งอื่น ๆ เรียกใบชนิดนี้ว่าเพอริติเทียม ทำหน้าที่ช่วยปกป้องอาร์คีโกเนียมและสปอโรไฟต์เมื่อยังอ่อน อาร์คีโกเนียมที่พบบนกึ่งมีจำนวน 1 อันเท่านั้น (ภาพที่ 38 ก) ซึ่งในรายงานของ Crum (1984) ระบุว่ามักพบอาร์คีโกเนียม 3 อัน หรืออาจพบตั้งแต่ 1-5 อันได้

โครงสร้างของอาร์คีโกเนียมประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วน Archegonial neck อยู่ส่วนบนของอาร์คีโกเนียมประกอบด้วยเซลล์ที่เป็นหมัน ส่วน Ventral ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ปล่อยออกภายในมีเซลล์ไข่ และส่วนก้านชูอาร์คีโกเนียมมีลักษณะเป็นก้านสั้น ๆ ทำหน้าที่ชูอาร์คีโกเนียม (ภาพที่ 38 จ)



ภาพที่ 38 ภาพแสดงลักษณะอาร์คีโกเนียมของ *S. cuspidatum*

(ก-ค) อาร์คีโกเนียมที่ยังอ่อน

(ง-จ) อาร์คีโกเนียมที่เจริญเต็มที่

Ar = Archegonium, Arn = Archegonial neck, Ars = Archegonial stalk,
Pcl = Perichaetial leaf, V = Ventral

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคอวัยวะสืบพันธุ์ของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี 6 ชนิด

Sex organ	<i>S. perchaetiale</i>	<i>S. palustre</i>	<i>S. cuspidatum</i>	<i>S. junghunianum</i>	<i>S. subsecundum</i>	<i>Sphagnum</i> sp.
Anteridium	absent	present	present	absent	absent	absent
Potium	-	middle-apex of the spreading branch / sub capitulum	apex of the spreading branch / sub capitulum	-	-	-
Archegonium	absent	absent	present	absent	absent	absent
Potium	-	-	very short branch at capitulum present 1 archegonium	-	-	-

ลักษณะสปอโรไฟต์

จากการศึกษาพบสปอโรไฟต์ของ *S. cuspidatum* เท่านั้น (ภาพที่ 39 และตารางที่ 8) โดยลักษณะของสปอโรไฟต์จะประกอบด้วยก้านชูอับสปอร์เทียม (pseudopodium) ซึ่ง Ligrone and Renzaglia (1989) กล่าวว่าเป็นส่วนหนึ่งของต้นแกมีโทไฟต์ หรือส่วนของกิ่งที่ไม่มีใบทำหน้าที่ชู สปอโรไฟต์ ส่วนปลายของก้านชูอับสปอร์เทียมจะบวมออก (Vaginal) เพื่อเป็นที่ยึดของส่วนฐาน (Foot) ของสปอโรไฟต์ โดยที่ส่วนฐานของสปอโรไฟต์จะมีขนาดใหญ่บวมเป็นกระเปาะฝังลงในส่วนก้านชูอับสปอร์เทียม ซึ่งบริเวณที่ส่วนฐานฝังอยู่นี้ประกอบด้วยช่องว่างที่มีเมือก (Mucilage) ปริมาณมาก ถัดขึ้นมาจากส่วนฐานจะพบส่วนของก้านอับสปอร์สั้น ๆ (seta) เชื่อมระหว่างอับสปอร์ (Capsule) กับส่วนฐาน อับสปอร์รูปร่างกลมมีสีน้ำตาล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-4 มิลลิเมตร พบฝาปิดแต่ไม่พบเพอริสโตม (Anderson, 2005) โดยฝาปิดของมอสส์สกุลนี้คล้ายกับมอสส์สกุลอื่นๆ ที่พบในกลุ่ม Bryopsida (Shaw *et al.*, 2003)

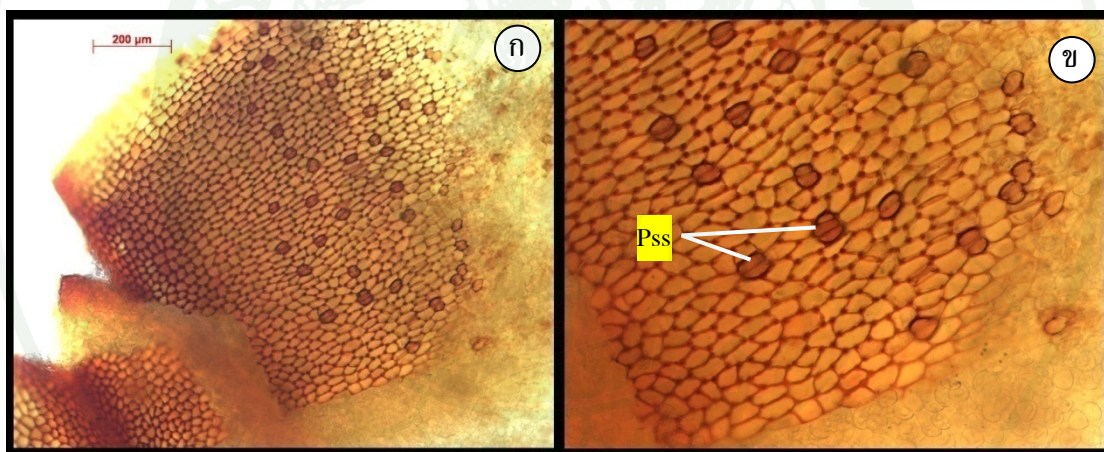


ภาพที่ 39 ภาพแสดงต้นสปอโรไฟต์ที่เจริญอยู่บนต้นแกมีโทไฟต์ของ *S. cuspidatum*

Sp = Sporophyte; Psp = Pseudopodium

ที่ผิวของผนังอับสปอร์จะพบปากใบเทียม (Pseudostomata) ที่ไม่สามารถปิดเปิดได้ (ภาพที่ 40 ก-ข) ทำหน้าที่ช่วยกระจายสปอร์ โดยในระยะที่อับสปอร์แก่เต็มที่จะเกิดการระเหยน้ำ ออกจากปากใบเทียมเพื่อช่วยให้อับสปอร์แห้งเร็วขึ้น (Duckett *et al.*, 2009; Shaw and Goffinet, 2000) ซึ่งเมื่อผนังอับสปอร์แห้งจะเกิดการหดตัวทำให้เนื้อเยื่อ lip cell บริเวณรอยต่อระหว่างฝาปิดกับตัวอับสปอร์ซึ่งบางกว่าเนื้อเยื่อบริเวณอื่นๆ ขาดออกจากกัน (Duckett *et al.*, 2009) ซึ่งลักษณะปากใบเทียมที่พบใน *Sphagnum* จะมีความแตกต่างจากปากใบ (Stomata) ในพืชมีท่อลำเลียงอื่นๆ เนื่องจากปากใบของพืชมีท่อลำเลียงจะทำหน้าที่ในการคายน้ำ และตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอาศัยแรงดันเต่ง (Turgor pressure) ของเซลล์คุม (Guard cell) ทำให้เกิดการเปิดปิดของปากใบได้

ผนังอับสปอร์หนา 4-5 ชั้นเซลล์ (ภาพที่ 41) หรือใน *Sphagnum* ชนิดอื่นๆ อาจจะมี ความหนาตั้งแต่ 3-7 ชั้นเซลล์ได้ (สมใจ, 2541)



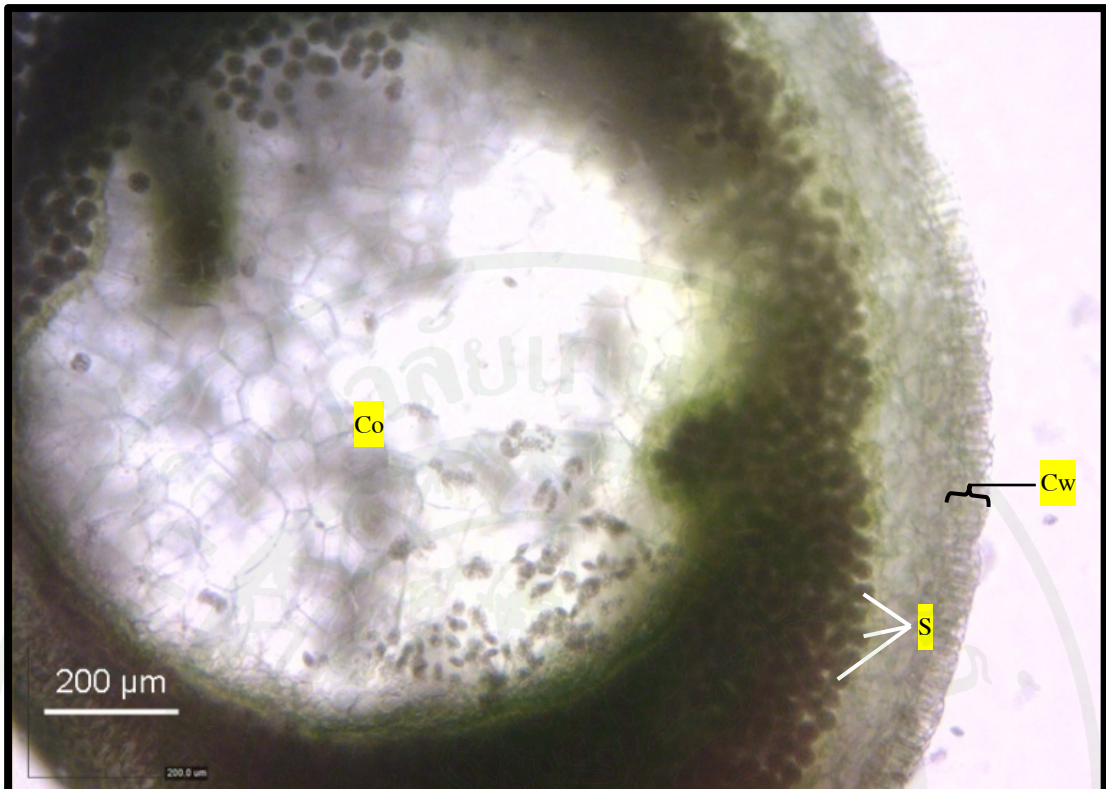
ภาพที่ 40 ลักษณะผิวของผนังอับสปอร์ของ *S. cuspidatum*

(ก) ภาพของปากใบเทียมที่กระจายตัวอยู่ทางด้านล่างของตัวอับสปอร์

(ข) ภาพของปากใบเทียมที่มีสองและสามเซลล์เรียงติดกัน

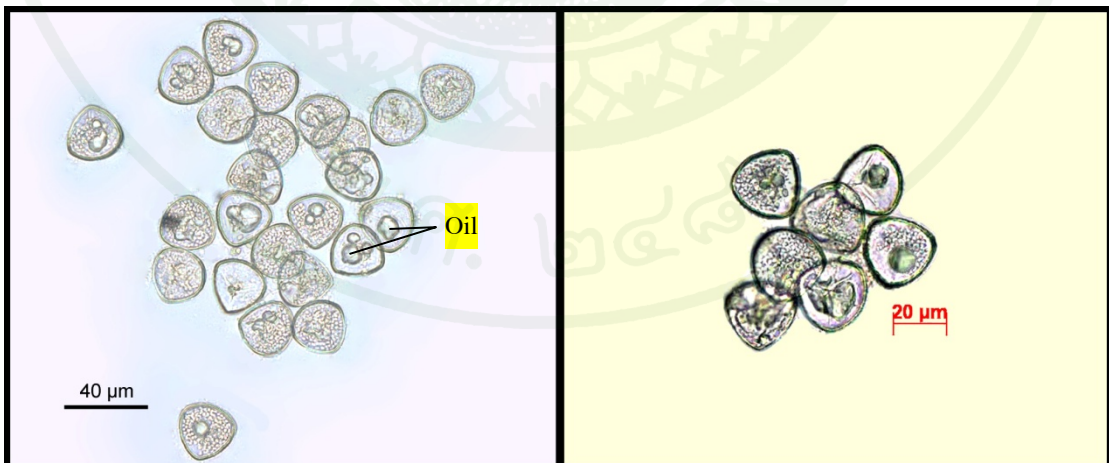
Pss = Pseudostomata

ภายในอับสปอร์พบสปอร์สี่เหลี่ยมแบนน้ำตาล ผนังเรียบ มีช่องเปิดแบบรอยเชื่อมสามแฉก (Triradiate) ซึ่งช่องเปิดแบบรอยเชื่อมสามแฉกเป็นลักษณะที่พบโดยทั่วไปใน *Sphagnum* spp. (Anderson, 2005) มักพบหยดน้ำมัน (Oil drop) สปอร์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 29 ไมโครเมตร (ภาพที่ 41) ถือได้ว่าสปอร์ของ *S. cuspidatum* เป็นขนาดกลางๆ ไม่ได้เล็กหรือใหญ่มาก ซึ่งโดยทั่วไปสปอร์ของมอสส์สกุลนี้มีขนาดตั้งแต่ 18-40 ไมโครเมตร (สมใจ, 2541)



ภาพที่ 41 ภาพตัดขวางอับสปอร์ *S. cuspidatum*

Cw = capsule wall, S = Spore, Co = Columella



ภาพที่ 42 ภาพแสดงรูปร่างของสปอร์ *S. cuspidatum*

(ก) แสดงหยดน้ำมัน (Oil drop) ภายในสปอร์

(ข) แสดงช่องเปิดแบบรอยเชื่อมสามแฉก

ตารางที่ 8 ตารางแสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของสปอโรไฟต์และสปอร์ของ
Sphagnum cuspidatum

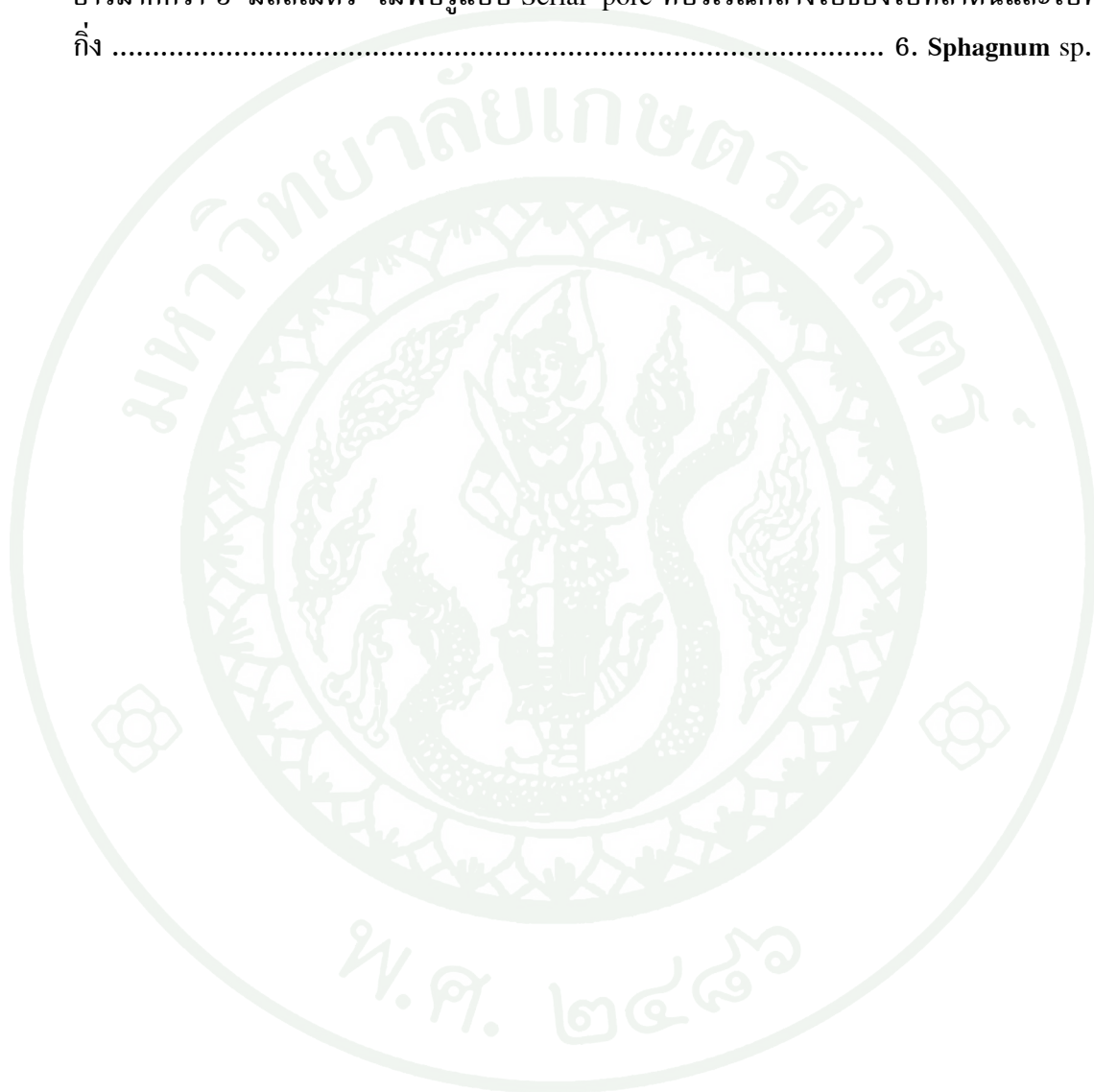
Sporophyte	<i>S. cuspidatum</i>
Pseudopodium	1.5-2.5 cm
Foot	embed in pseudopodium
Seta	very short, sessile
Capsule	operculum/ absent peristome
Shape/Color	globose/brown
Size	3.0-4.0 mm
Layer of capsule wall	4-5
Pseudostomata	adjacent 2-3 cell
Spore	
Color	yellow
Sculpture	psilate
Size	29 μ m

การศึกษาที่ 2 การศึกษาความหลากหลายของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาคของตัวอย่าง *Sphagnum* จำนวน 152 ตัวอย่างที่เก็บได้จากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย ดังผลการศึกษาที่ 1 สามารถนำมาจัดทำรูปวิธานเพื่อระบุชนิดได้ *Sphagnum* 6 ชนิด คือ *S. perichaetiale*, *S. palustre*, *S. subsecundum*, *S. cuspidatum*, *S. junghuhnianum* และ *Sphagnum* sp. โดยมีรูปวิธานดังนี้

1. ไฮยาโลเดอมิสของกึ่งเป็นแบบเอกสัณฐาน พบเส้นใยฝอยในเซลล์ไฮยาโลเดอมิสทั้งที่ลำต้นและกึ่ง ขอบใบที่ลำต้นและกึ่งเป็นร่องกักเซาะ 2
1. ไฮยาโลเดอมิสของกึ่งเป็นแบบทวิสัณฐาน ไม่พบเส้นใยฝอยในเซลล์ไฮยาโลเดอมิสทั้งที่ลำต้นและกึ่ง ขอบใบที่ลำต้นและกึ่งเรียบ 3
2. เซลล์ไฮยาโลเดอมิสที่ผิวของลำต้นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีเส้นใยฝอยบางไม่ชัดเจน มีรู 1-2 รู
..... 1. *S. perichaetiale*
2. เซลล์ไฮยาโลเดอมิสที่ผิวของลำต้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีเส้นใยฝอยชัดเจน และมีรู 3-4 รู
..... 2. *S. palustre*
3. ไฮยาโลเดอมิสของลำต้นจำนวน 1 ชั้นเห็นชัดเจน ใบที่ลำต้นรูปไข่แกมสามเหลี่ยม ปลายใบมน เมื่อตัดใบที่กึ่งตามขวางพบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปไข่อยู่กึ่งกลางระหว่างผิวใบทั้งสองข้าง
..... 3. *S. subsecundum*
3. ไฮยาโลเดอมิสของลำต้นจำนวน 2-3 ชั้น ใบที่ลำต้นรูปสามเหลี่ยม รูปรีแกมสามเหลี่ยม และรูปขอบขนาน ปลายใบแหลม เมื่อตัดใบที่กึ่งตามขวางพบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปถึงเบี้ยว หรือรูปกลม อยู่ค่อนข้างไปทางผิวใบด้านใดด้านหนึ่ง 4
4. ไฮยาโลเดอมิสที่ลำต้นจำนวน 2 ชั้น มีขนาดเซลล์ใกล้เคียงกับเซลล์สเกลโรเดอมิส ใบที่ลำต้นรูปสามเหลี่ยม ไม่พบเส้นใยฝอยที่เซลล์ไฮยาโลเดอมิสของใบที่ลำต้น ถ้าพบจะเป็นเส้นใยฝอยเส้นบาง ๆ อยู่บริเวณกลางใบเท่านั้น เมื่อตัดใบที่กึ่งตามขวางพบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปร่างสี่เหลี่ยมคางหมู 4. *S. cuspidatum*
4. เซลล์ในชั้นไฮยาโลเดอมิสที่ลำต้นมีขนาดใหญ่ ใบที่ลำต้นรูปรูปรีแกมสามเหลี่ยม และรูปสี่เหลี่ยมยาว พบเส้นใยฝอยที่เซลล์ไฮยาโลเดอมิสของใบที่ลำต้น 5

5. ลักษณะการแตกกิ่งเป็นแบบทวิสัณฐาน จำนวน 4 กิ่ง ใบที่กิ่งรูปไข่แกมใบหอก ยาวน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร พบรูแบบ Serial pore จำนวนมากที่บริเวณกลางใบของใบที่ลำต้นและใบที่กิ่ง 5. *S. junghuhnianun*
5. ลักษณะการแตกกิ่งเป็นแบบเอกสัณฐาน จำนวน 2-4 กิ่ง ใบที่กิ่งรูปหอกหรือรูปขอบขนาน ยาวมากกว่า 3 มิลลิเมตร ไม่พบรูแบบ Serial pore ที่บริเวณกลางใบของใบที่ลำต้นและใบที่กิ่ง 6. *Sphagnum* sp.



1. *Sphagnum perichaetiale* Hampe. (ภาพที่ 43) พบเจริญอยู่บนก้อนหินและพื้นทรายใกล้ธารน้ำ โดยเป็นบริเวณที่ร่มกว่าพื้นที่อื่นๆ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,500-1,550 เมตร

ลำต้น มีสีเขียวหรือเขียวอ่อน (ภาพที่ 43 ก) มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 3-4 ชั้นขนาดใหญ่ ขนาดเซลล์สม่ำเสมอมองเห็นชัดเจน (ภาพที่ 43 ข) มีเส้นใยฝอยที่เซลล์ไฮยาโลเดอมิสและพบรู 1-2 รูต่อ 1 เซลล์ไฮยาโลเดอมิส (ภาพที่ 43 ค) ชั้นสเกลอโรเดอมิสเป็นสีแดงเข้มถึงน้ำตาล

ใบที่ลำต้น เป็นรูปรีหรือรูปรีแกมไบพาย ขนาด 1.5-2.3 x 0.5-1.0 มิลลิเมตร ปลายใบมน (ภาพที่ 43 ง) ขอบใบเป็นร่องกั๊ดเซาะ (ภาพที่ 42 จ) เซลล์ที่บริเวณปลายใบรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน พบเส้นใยฝอยและรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 1-2 รู (ภาพที่ 43 ฉ) เซลล์ที่บริเวณกลางใบมีเส้นใยฝอยบางๆ และไม่พบรู เซลล์ที่บริเวณโคนใบไม่มีเส้นใยฝอยและรู (ภาพที่ 43 ช)

กึ่ง มีการแตกกิ่งเป็นกระจุกแบบทวิฐานฐาน กระจุกละ 4-5 กิ่ง โดยเป็นกิ่งตั้ง 2 กิ่ง และกิ่งห้อย 2-3 กิ่ง (ภาพที่ 43 ซ) มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 1 ชั้น เป็นแบบเอกฐานฐาน พบเส้นใยฝอยและพบรู 1 รูต่อ 1 เซลล์ไฮยาโลเดอมิส ชั้นสเกลอโรเดอมิสมีสีเขียวหรือสีน้ำตาลขนาดเล็กที่แตกต่างจากชั้นเมทัลลา จำนวน 1-2 ชั้นเซลล์ (ภาพที่ 43 ฅ)

ใบที่กึ่ง เรียงเวียนรอบกึ่ง ใบรูปไข่แกมรูปใบหอกขนาด 1.6-2.0 x 0.8-1.2 มิลลิเมตร (ภาพที่ 43 ฎ) ปลายใบเป็นรูปคุ่มที่มีลักษณะเป็นติ่งหนามทางด้านบนที่เกิดจากรูจำนวนมาก บริเวณผิวใบด้านไกลแกน (Dentate cucullate, Hooded) (ภาพที่ 43 ฏ) ขอบใบเป็นร่องกั๊ดเซาะ (ภาพที่ 43 ฐ) ภาพตัดตามขวางของใบพบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปร่างสี่เหลี่ยมคางหมูอยู่ก่อนไปทางด้านไกลแกน (ภาพที่ 43 ฑ)

ผิวใบด้านไกลแกน เซลล์สี่เหลี่ยมและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ บริเวณปลายใบขนาดเล็กและสั้นป้อมกว่าบริเวณกลางใบและโคนใบ โดยเซลล์บริเวณปลายใบ มีเส้นใยฝอยและรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 2-3 รู (ภาพที่ 43 ฒ) เซลล์บริเวณกลางใบ มีเส้นใยฝอยและรูเช่นกัน โดยรูเป็นแบบ Ringed commissural pore จำนวน 4-5 รู และรูแบบ Unringed commissural pore จำนวน 4-5 รู อยู่ที่บริเวณมุมของเซลล์สี่เหลี่ยมคางหมู เซลล์บริเวณโคนใบขนาดใหญ่ที่มีเส้นใยฝอยและพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 4-5 รู และอาจพบรูแบบ Central pore ได้ 1-2 รู

ผิวใบด้านไกลแกน เซลล์ไซบริเวณปลายใบมีรูแบบ Ringed commissural pore 3-4 รู เซลล์ไซบริเวณกลางใบมีรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 4-5 รู และรูแบบ Unringed commissural pore อีก 4-5 รู อยู่ที่บริเวณมุมของเซลล์ไซ เซลล์ไซบริเวณโคนใบ (ภาพที่ 43 ท) พบเส้นใยฝอยแต่ไม่พบรู

อวัยวะสืบพันธุ์ ไม่พบ

สปอโรไฟต์ ไม่พบ

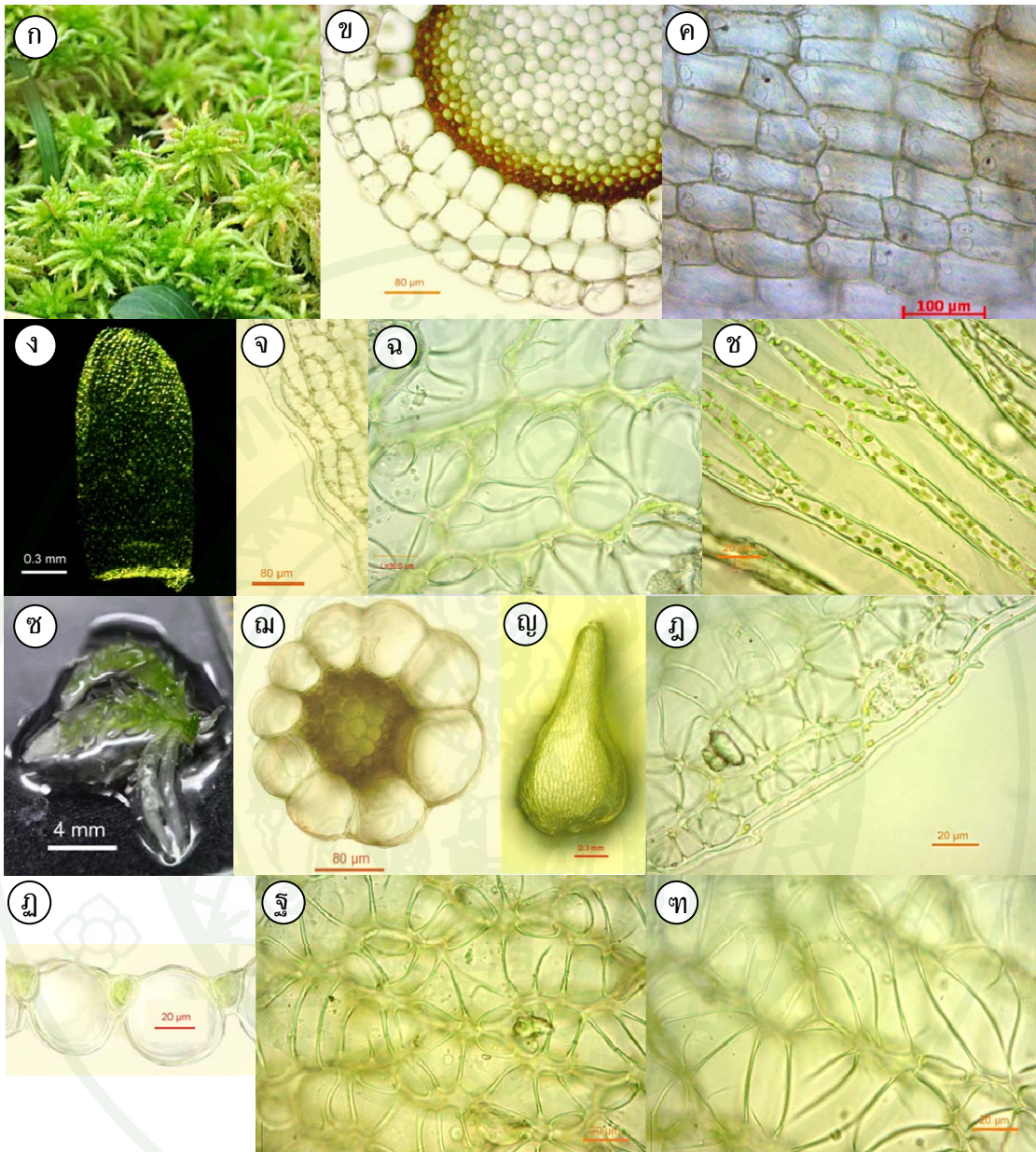
ตัวอย่างที่ศึกษา: CHS-PL-S-0042, CHS-PL-S-0054, CHS-PL-S-0128

การกระจายตัวในประเทศไทย: นครนายก เลย

การกระจายตัวแถบเอเชีย: อินเดี ย จีน ไทย กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย และ
ฟิลิปปินส์

เอกสารอ้างอิง: Eddy (1988), He (1997) และ Xing-jiang and He (1999)

ตามรายงานของ He (1997) และ Sornsamran and Thaitong (1995) พบ *S. perichaetiale* ในประเทศไทยในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย และอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดนครนายก โดย Sornsamran and Thaitong (1995) เคยรายงานไว้ในชื่อ *S. erythrecalyx* แต่เมื่อตรวจสอบในรายงานของ He (1997) พบว่า *S. erythrecalyx* นั้นเป็นชนิดเดียวกับ *S. perichaetiale* ดังนั้น *S. erythrecalyx* จึงเป็นชื่อพ้องของ *S. perichaetiale*



ภาพที่ 43 ภาพของ *Sphagnum perichaetiale* Hampe. (ก) ต้นแกมีโทไฟต์ (ข-ค) ลำต้น (ข) ลำต้นตัดตามขวาง (ค) เซลล์ผิวชั้นคอร์เทกซ์ (ง-ซ) ใบที่ลำต้น (ง) รูปร่างใบที่ลำต้น (จ) ขอบใบ (ฉ) เซลล์ไฮบริเวณปลายใบ (ช) เซลล์ไฮบริเวณโคนใบ (ซ) การแตกกิ่ง (ฌ) กิ่งตัดตามขวาง (ญ-ท) ใบที่กิ่ง (ญ) รูปร่างใบที่กิ่ง (ฎ) ขอบใบ (ฏ) ใบตัดตามขวาง (ฐ) เซลล์ไฮบริเวณปลายใบ (ด้านใกล้) (ฑ) เซลล์ไฮบริเวณโคนใบ (ด้านไกล)

2. *Sphagnum palustre* L. (ภาพที่ 44) พบเจริญอยู่บนพื้นทรายใกล้ทางน้ำและข้างทางเดินที่ปกคลุมด้วยสนสามใบ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,520-1,540 เมตร

แกมีโทไฟต์

ลำต้น มีสีเขียว สีเขียวเข้ม หรือ สีเขียวชืดเมื่อขาดน้ำ (ภาพที่ 44 ก) มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 3-4 ชั้นขนาดใหญ่ขนาดเซลล์ไม่สม่ำเสมอมองเห็นชัดเจน มีเส้นใยฝอยที่เซลล์ไฮยาโลเดอมิส และพบรู 2-4 รูต่อ 1 เซลล์ไฮยาโลเดอมิส ส่วนมากพบ 4 รู (ภาพที่ 44 ค) ชั้นสเกลอโรเดอมิส เป็นสีเขียวน้ำตาล (ภาพที่ 44 ข)

ใบที่ลำต้น เป็นรูปรีแกมรูปไข่ ขนาด 1.6-2.2 x 0.8-1.0 มิลลิเมตร (ภาพที่ 44 ง) ปลายใบป้านโค้งมน ขอบใบด้านล่างไม่เรียบ (ภาพที่ 44 จ) เซลล์ที่บริเวณปลายใบรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน มีเส้นใยฝอยและรูแบบช่องขาด (Membrane gap) (ภาพที่ 44 ฉ) เซลล์ที่บริเวณกลางใบพบเส้นใยฝอย และพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 3-4 รู (ภาพที่ 44 ช) เซลล์ที่บริเวณโคนใบไม่มีเส้นใยฝอยและรู (ภาพที่ 44 ซ)

กิ่ง มีการแตกกิ่งเป็นกระจุกแบบทวิสัณฐาน กระจุกละ 4-5 กิ่ง โดยเป็นกิ่งตั้ง 2 กิ่ง และกิ่งห้อย 2-3 กิ่ง (ภาพที่ 44 ฅ) มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 1 ชั้น เป็นแบบเอกสัณฐาน พบเส้นใยฝอย และรู 1 รูต่อ 1 เซลล์ไฮยาโลเดอมิส ชั้นสเกลอโรเดอมิสมีสีเขียวหรือสีน้ำตาลขนาดเล็กแตกต่างจากชั้นเมทัลลา จำนวน 1-2 ชั้นเซลล์ (ภาพที่ 44 ฌ)

ใบที่กิ่ง เรียงเวียนรอบกิ่ง ใบรูปไข่แกมรูปใบหอก ขนาด 2.0 x 1.0 มิลลิเมตร (ภาพที่ 44 ฎ) ปลายใบเป็นกระเปาะที่มีลักษณะคล้ายตั้งหนามด้านบนที่เกิดจากรูจำนวนมากที่บริเวณปลายใบ (ภาพที่ 44 ฏ) ขอบใบด้านล่างไม่เรียบ ภาพตัดตามขวางของใบพบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์มีรูปไข่แกมสามเหลี่ยม อยู่ก่อนไปทางด้านใกล้แกน (ภาพที่ 44 ฐ)

ผิวใบด้านใกล้แกน เซลล์ไซและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ บริเวณปลายใบขนาดเล็กและสั้นป้อมกว่ากลางใบและโคนใบ โดยเซลล์ไซบริเวณปลายใบ มีเส้นใยฝอยและรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 6-7 รู เซลล์ไซบริเวณกลางใบ มีเส้นใยฝอยและรูเช่นกัน รูเป็นแบบ Ringed commissural pore จำนวน 7 รู เซลล์ไซบริเวณโคนใบ ขนาดใหญ่มีเส้นใยฝอยพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 7-8 รู

ผิวใบด้านไกลแกน เซลล์ไซบริเวณปลายใบมีรูแบบ Ringed commissural pore 6 รู เซลล์ไซบริเวณกลางใบพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 6 รูและอาจพบรูแบบ

Central pore 1 รูด้วย (ภาพที่ 44 ท) เซลล์ใสบริเวณโคนใบ พบรูปแบบ Ringed commissural pore จำนวน 5-6 รู

อวัยวะสืบพันธุ์ พบแอนเทอริเดียมที่กึ่งตั้งกลางกิ่งก่อนไปทางปลายกิ่ง

สปอโรไฟต์ ไม่พบ

ตัวอย่างที่ศึกษา: CHS-PL-S-0059, CHS-PL-S-0067, CHS-PL-S-0133

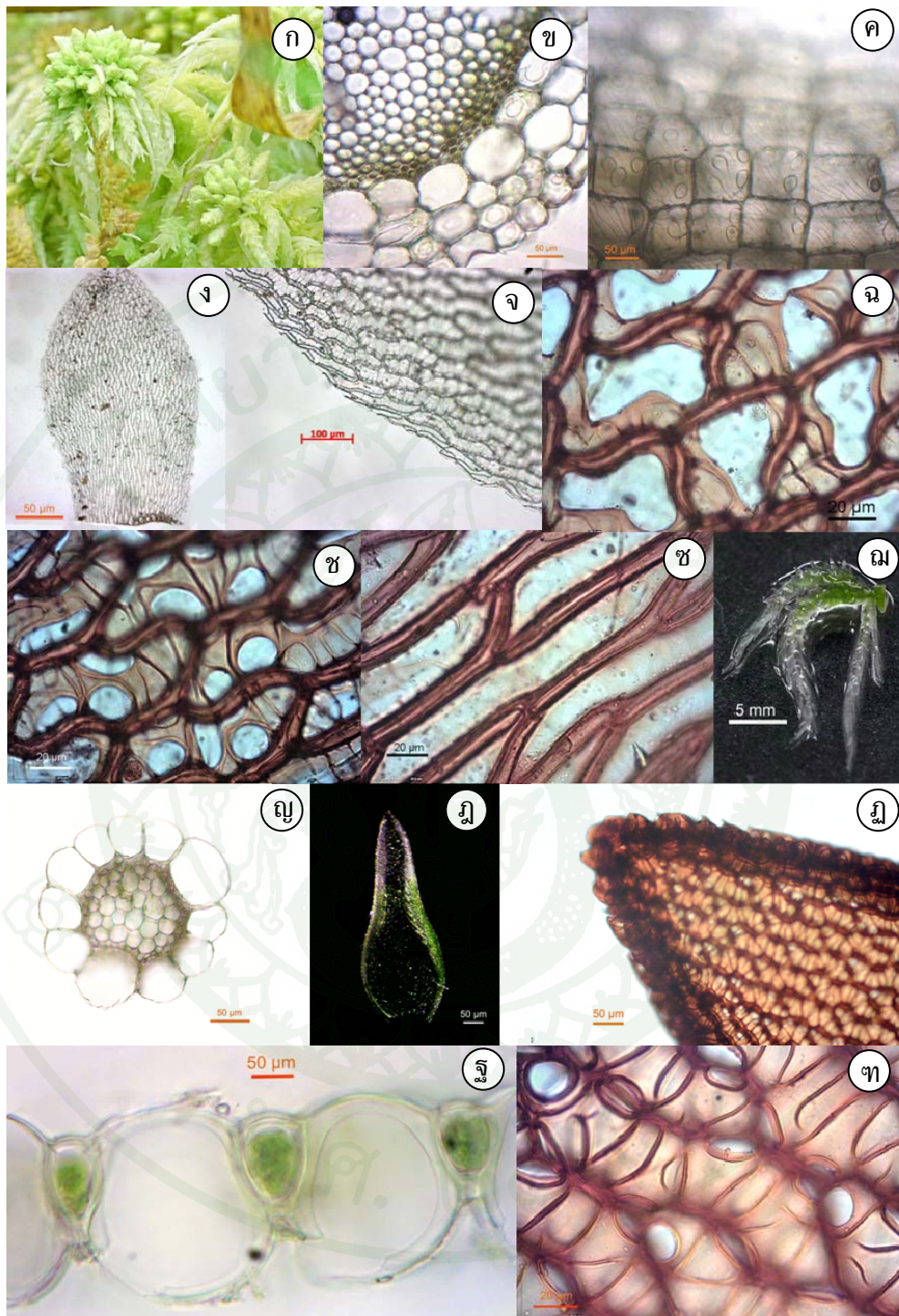
การกระจายตัวในประเทศไทย: เลยและจันทบุรี

การกระจายตัวแถบเอเชีย: อินเดีย ภูฏาน เนปาล จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น ไทย พม่า มาเลเซีย
อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์

เอกสารอ้างอิง: He (1997) และ Xing-jiang and He (1999)

ตามรายงานของ He (1997) และ Sornsamran and Thaitong (1995) พบ *S. palustre* ในประเทศไทยในพื้นที่พื้นที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย และที่อำเภอมะขาม จ. จันทบุรี โดยจากรายงานของ He (1997) มีการแบ่ง *S. palustre* เป็นสองชนิดย่อยได้แก่ *S. palustre* ssp. *palustre* และ *S. palustre* ssp. *pseudocymbifolium* ซึ่งทั้งสองชนิดย่อยมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยที่รูปร่างของเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ของใบที่กึ่งเมื่อตัดตามขวาง คือ *S. palustre* ssp. *palustre* พบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วหรือสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับ *S. palustre* ssp. *pseudocymbifolium* มีเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

ซึ่งจากการศึกษาตัวอย่าง *Sphagnum* ที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย พบว่า *S. palustre* จะมีเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์เป็นรูปไข่แกมสามเหลี่ยม ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วและรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าในบางเซลล์ จึงไม่จัดจำแนก *S. palustre* ที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงเป็นชนิดย่อย และจากรายงานชื่อที่เป็นที่ยอมรับจาก The plant list (2010) พบว่าไม่มีชนิดย่อยของ *S. palustre* โดยจัดให้ชนิดย่อยทั้งสองเป็นชื่อพ้อง และจากรายงานของ Sornsamran and Thaitong (1995) พบ *S. palustre* ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย ขณะที่รายงานของ He (1997) พบ *S. palustre* ssp. *palustre* และ *S. palustre* ssp. *pseudocymbifolium* ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีรายงานการพบ *S. palustre* ssp. *pseudocymbifolium* ในอำเภอมะขาม จ. จันทบุรีด้วย



ภาพที่ 44 ภาพของ *Sphagnum palustre* L. (ก) ต้นแกมีโทไฟต์, (ข-ค) ลำต้น (ข) ลำต้นตัดตามขวาง (ค) เซลล์ผิวชั้นคอร์เทกซ์ (ง-ช) ใบที่ลำต้น (ง) รูปร่างใบที่ลำต้น (จ) ขอบใบ (ฉ) เซลล์ไสบริเวณปลายใบ (ช) เซลล์ไสบริเวณกลางใบ (ฌ) เซลล์ไสบริเวณโคนใบ (ฌ) การแตกกิ่ง (ญ) กิ่งตัดตามขวาง (ฎ-ท) ใบที่กิ่ง (ฎ) รูปร่างใบที่กิ่ง (ฏ) ปลายใบ (ฐ) ใบตัดตามขวาง (ฑ) เซลล์ไสบริเวณโคนใบ (ด้านไกล)

3. *Sphagnum subsecundum* Nees ex Sturm (ภาพที่ 45) พบเจริญอยู่บนพื้นทรายกลางแจ้ง บริเวณขอบพื้นที่ซึ่งชุ่มไปด้วยน้ำที่มีกอกและหญ้าเจริญอยู่ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,430-1,500 เมตร

แกมีโทไฟต์

ลำต้น มีสีเขียว เหลือง หรือ สีส้มแสดงแกมน้ำตาล (ภาพที่ 45 ก) มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 1 ชั้น ขนาดใหญ่มองเห็นชัดเจน และอาจพบเซลล์ไฮยาโลเดอมิสขนาดเล็กแทรกอย่างไม่สม่ำเสมอ อีก 1 ชั้นโดยจะสังเกตเห็นชัดเจน เซลล์ไฮยาโลเดอมิสไม่มีเส้นใยฝอยและไม่พบรู ชั้นสเกลอโรเดอมิสเป็นสีส้ม จำนวน 4-5 ชั้นเซลล์ (ภาพที่ 45 ข)

ใบที่ลำต้น เป็นรูปไข่แกมสามเหลี่ยม ขนาด 1.06-1.08 x 0.7-0.8 มิลลิเมตร (ภาพที่ 45 ค) ปลายใบมน (ภาพที่ 45 ง) ขอบใบด้านล่างเรียบ (Intact) เซลล์ที่บริเวณปลายใบมีเส้นใยฝอยและรูแบบ Ringed commissural pore จำนวนมากเรียงซ้ายขวาของเซลล์ เซลล์ที่บริเวณกลางใบพบเส้นใยฝอย และพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวนมากเรียงซ้ายและขวาของเซลล์เช่นกัน (ภาพที่ 45 จ) เซลล์ที่บริเวณโคนใบไม่มีเส้นใยฝอย แต่พบรูแบบ Central pore จำนวน 1 รูบริเวณหัวเซลล์ (ภาพที่ 45 ฉ)

กิ่ง มีการแตกกิ่งเป็นกระจุกแบบทวิสันฐาน กระจุกละ 5-8 กิ่ง โดยเป็นกิ่งตั้ง 2-3 กิ่ง และกิ่งห้อย 4-5 กิ่ง (ภาพที่ 45 ช) มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 1 ชั้น เป็นแบบทวิสันฐาน (ภาพที่ 45 ซ) ไม่พบเส้นใยฝอย มีรู 1 รูที่เซลล์ขนาดใหญ่กว่าเซลล์อื่นๆ (Retort cell) ชั้นสเกลอโรเดอมิสมีสีเขียว ขนาดไม่แตกต่างจากชั้นเมดัลลา จำนวน 1 ชั้นเซลล์

ใบที่กิ่ง เรียง 5 แถวรอบกิ่ง ใบรูปไข่หรือรูปไข่แกมรูปใบหอก ขนาด 1.0-1.1 x 0.4-0.6 มิลลิเมตร (ภาพที่ 45 ฉ) ปลายใบตัดเป็นจักฟันเลื่อย ห่อเข้าด้านใกล้แกน ขอบใบด้านล่างเรียบ ภาพตัดตามขวางของใบพบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์มีรูปไข่ อยู่กึ่งกลางระหว่างผิวใบทั้งสอง (ภาพที่ 45 ญ)

ผิวใบด้านใกล้แกน เซลล์สี่เหลี่ยมและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ บริเวณปลายใบขนาดเล็กและสั้นป้อมกว่ากลางใบและโคนใบ โดยภายในเซลล์สี่เหลี่ยมด้านนี้จะพบเส้นใยฝอยแต่ไม่พบรูตลอดทั้งใบ (ภาพที่ 45 ฎ)

ผิวใบด้านไกลแกน เซลล์สี่เหลี่ยมบริเวณปลายใบและกลางใบพบเส้นใยฝอยและมีรูแบบ Ringed commissural pore จำนวนมากเรียงตลอดแนวซ้ายและขวาของเซลล์ (ภาพที่ 45 ฏ)

เซลล์ใสบริเวณโคนใบ พบรูปแบบ Ringed commissural pore จำนวน 8-14 รู เรียงตลอดแนวซ้าย และขวาของเซลล์อีกเช่นกัน และรูพบ Center pore อีก 1 รู บริเวณหัวเซลล์ของเซลล์ใส

อวัยวะสืบพันธุ์ ไม่พบ

สปอโรไฟต์ ไม่พบ

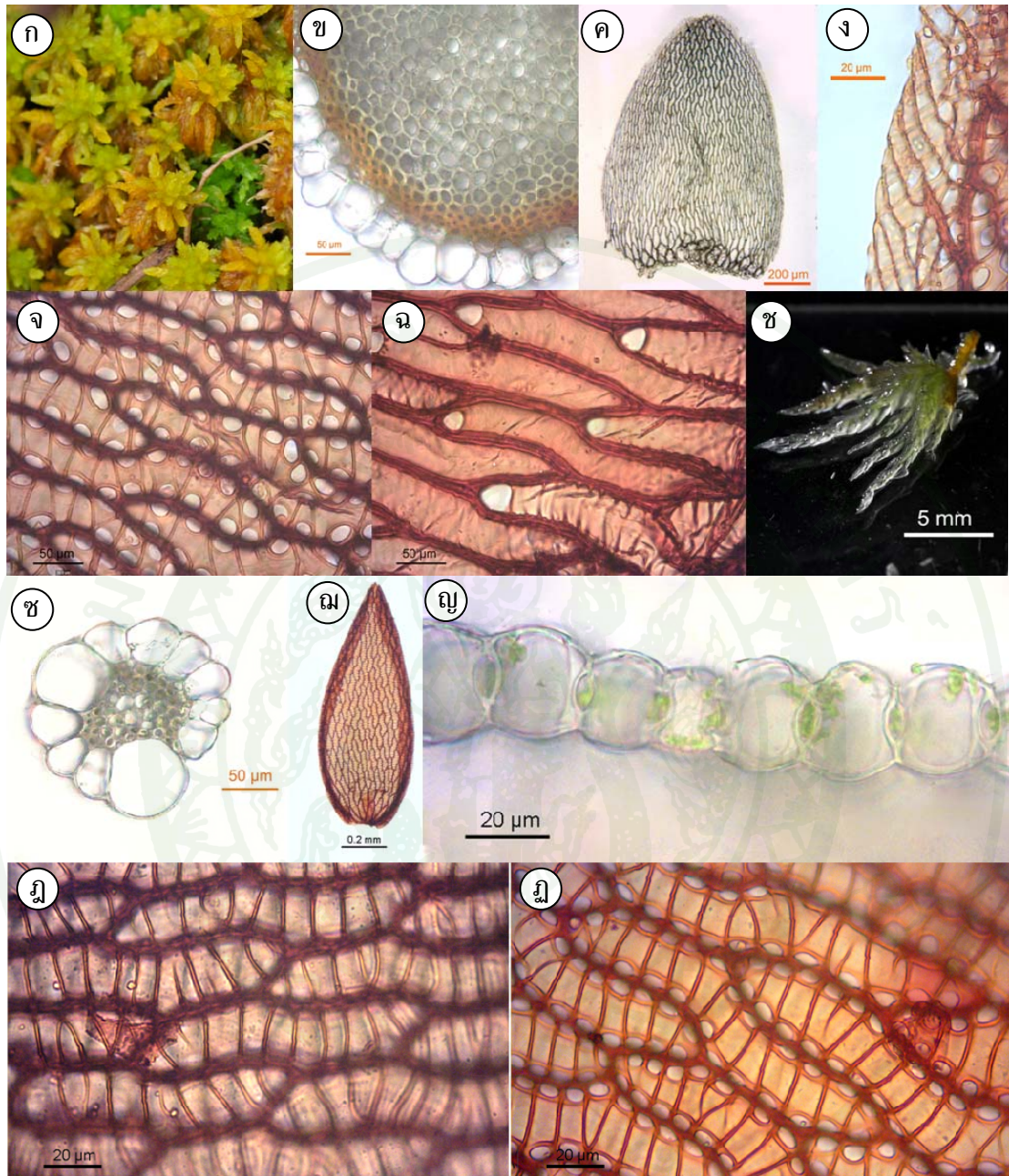
ตัวอย่างที่ศึกษา: CHS-PL-S-0078

การกระจายตัวในประเทศไทย: เพชรบูรณ์และเลย

การกระจายตัวแถบเอเชีย: อินเดีย เนปาล จีน ญี่ปุ่น เกาหลี เวียดนาม ไทย พม่า และอินโดนีเซีย

เอกสารอ้างอิง: Eddy (1988), He (1997) และ Xing-jiang and He (1999)

มีรายงานการพบ *S. subsecundum* ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย และพื้นที่ จังหวัดเพชรบูรณ์ (Sornsamran and Thaitong, 1995; He, 1997)



ภาพที่ 45 ภาพของ *Sphagnum subsecundum* Nees ex Sturm (ก) ต้นแกมโทไฟต์ (ข) ลำต้นตัดตามขวาง (ค-ฉ) ใบที่ลำต้น (ค) รูปร่างใบที่ลำต้น (ง) ขอบใบ (จ) เซลล์ไสบริเวณกลางใบ (ฉ) เซลล์ไสบริเวณโคนใบ (ช) การแตกกิ่ง (ซ) กิ่งตัดตามขวาง (ฌ-ญ) ใบที่กิ่ง (ฌ) รูปร่างใบที่กิ่ง (ญ) ใบตัดตามขวาง (ฎ) เซลล์ไสบริเวณกลางใบ (ด้านใกล้) (ฏ) เซลล์ไสบริเวณกลางใบ (ด้านไกล)

4. *Sphagnum cuspidatum* Müll. Hal. (ภาพที่ 46) พบเจริญอยู่บนพื้นทราย พื้นทรายชุ่มน้ำ ในแอ่งน้ำกลางแจ้ง และหินที่ปกคลุมด้วยฮิวมัส ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,430-1,560 เมตร จัดเป็นชนิดที่มีพื้นที่การกระจายพันธุ์มากที่สุดในพื้นที่ศึกษา

แกมโทไฟต์

ลำต้น มีสีเขียว หรือสีส้มแกมน้ำตาล (ภาพที่ 46 ก) มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 2 ชั้นขนาดเล็ก ไม่แตกต่างจากเซลล์ในชั้นสเกลอโรเดอมิส เซลล์ไฮยาโลเดอมิสไม่มีเส้นใยฝอยและไม่พบรู ชั้นสเกลอโรเดอมิสเป็นสีเขียว จำนวน 5-6 ชั้นเซลล์ (ภาพที่ 46 ข)

ใบที่ลำต้น เป็นรูปสามเหลี่ยมขนาด 1.5-1.8 x 1.13 มิลลิเมตร (ภาพที่ 46 ค) ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ เซลล์ใบที่บริเวณปลายใบไม่มีเส้นใยฝอยและรู (ภาพที่ 46 จ) เซลล์ใบที่บริเวณกลางใบไม่พบเส้นใยฝอยและรู ถ้าพบจะเส้นใยฝอยบางมาก ๆ ได้ เซลล์ใบบริเวณโคนใบไม่พบเส้นใยฝอยและรู

กิ่ง มีการแตกกิ่งเป็นกระจุกแบบทวิสันฐาน กระจุกละ 4 กิ่ง โดยเป็นกิ่งตั้ง 2 กิ่ง และกิ่งห้อย 2 กิ่ง (ภาพที่ 46 ฉ) มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 1 ชั้น เป็นแบบทวิสันฐาน (ภาพที่ 46 ฉ) ไม่พบเส้นใยฝอย มีรู 1 รูที่จอยของเซลล์ขนาดใหญ่กว่าเซลล์อื่นๆ (ภาพที่ 46 ช) ชั้นสเกลอโรเดอมิสมีสีเขียว ขนาดไม่แตกต่างจากชั้นเมตลลา จำนวน 3 ชั้นเซลล์

ใบที่กิ่ง เรียง 5 แถวรอบกิ่ง ใบรูปใบหอก ขนาด 1.3-1.6 x 0.3-0.4 มิลลิเมตร (ภาพที่ 46 ซ) ปลายใบตัดเป็นจักฟันเลื่อย ห่อเข้าด้านใกล้แกน ขอบใบด้านล่างเรียบ ภาพตัดตามขวางของใบพบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู อยู่ก่อนไปทางผิวใบด้านใกล้แกน (ภาพที่ 46 ฉ)

ผิวใบด้านใกล้แกน เซลล์ใสและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ บริเวณปลายใบขนาดเล็กและสั้นป้อมกว่ากลางใบและโคนใบ โดยเซลล์ใสบริเวณปลายใบ มีเส้นใยฝอย และพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 1 รูอยู่ที่มุมเซลล์ และรูแบบ Unringed commissural pore อีก 1 รู เซลล์ใสบริเวณกลางใบ มีเส้นใยฝอยและพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 2-4 รูอยู่ที่มุมเซลล์ (ภาพที่ 46 ฎ) เซลล์ใสบริเวณโคนใบ ขนาดใหญ่มีเส้นใยฝอยและพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 3-4 รูอยู่ที่มุมเซลล์

ผิวใบด้านไกลแกน เซลล์ใสบริเวณปลายใบ พบเส้นใยฝอยและไม่ค่อยพบรู เซลล์ใสบริเวณกลางใบพบรูแบบ Ringed commissural pore จำนวน 1-2 รูที่มุมเซลล์ เซลล์ใสบริเวณโคนใบ พบรูแบบ Resorption gap จำนวน 1 รู บริเวณด้านบนของเซลล์

อวัยวะสืบพันธุ์ พบแอนเทอริเดียมบริเวณปลายกิ่งของกิ่งตั้ง
พบอาร์คีโกเนียมบนกิ่งสั้นขนาดเล็ก ๆ บริเวณข้อกระดูกแน่น

สปอร์โรไฟต์ พบระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม

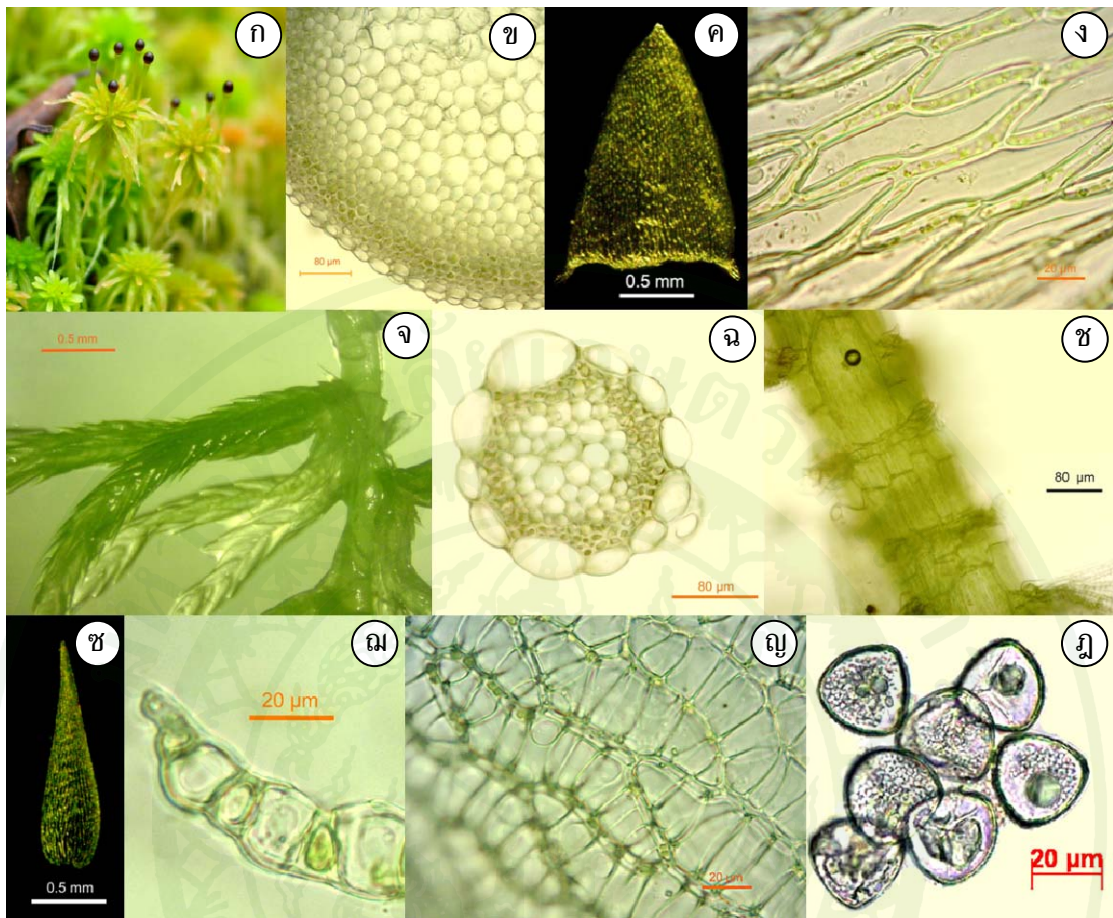
ประกอบด้วยก้านชูอับสปอร์เทียม ยาวประมาณ 1.5 - 2.5 เซนติเมตร อับสปอร์
ค่อนข้างกลมสีน้ำตาลเข้มขนาด 3.0-4.0 มิลลิเมตร พบฝาดแต่ไม่พบเพอริสโตม พบปากใบ
เทียมเป็นเซลล์ผนังหนาที่ไม่สามารถปิดเปิดได้ เรียงติดกัน 2-3 เซลล์ ที่บริเวณเซลล์ชั้นนอกสุด
ของผนังอับสปอร์ ผิวสปอร์เรียบ มีช่องเปิดแบบรอยแฉกสามเหลี่ยม ขนาด 29 ไมโครเมตร
(ภาพที่ 46 ฎ)

ตัวอย่างที่ศึกษา: CHS-PL-S-0007, CHS-PL-S-0010, CHS-PL-S-0021, CHS-PL-S-
0046, CHS-PL-S-0082, CHS-PL-S-0075

การกระจายตัวในประเทศไทย: เชียงใหม่ พิษณุโลก เพชรบูรณ์ นครราชสีมา ปราจีนบุรี และ
นครนายก

การกระจายตัวแถบเอเชีย: อินเดีย จีน ลาว ไทย พม่า มาเลเซีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์
เอกสารอ้างอิง: Eddy (1988), He (1997) และ Xing-jiang and He (1999)

ตามรายงานของ Sornsamran and Thaitong (1995) พบ *S. cuspidatum* ในอุทยาน
แห่งชาติสุเทพ-ปุย และอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังพบที่
อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดปราจีนบุรี และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเมี่ยง จังหวัดพิษณุโลก
ขณะที่ He (1997) รายงานว่าพบที่เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ และอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ทั้งใน
จังหวัดนครนายกและจังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 46 ภาพของ *Sphagnum cuspidatum* Müll. Hal. (ก) ต้นแกมีโทไฟต์ (ข) ลำต้นตัดตามขวาง (ค-ง) ใบที่ลำต้น (ค) รูปร่างใบที่ลำต้น (ง) เซลล์ไสบริเวณปลายใบ (จ) การแตกกิ่ง (ฉ) กิ่งตัดตามขวาง (ช) เซลล์ชั้นคอร์เทก (ช-ญ) ใบที่กิ่ง (ซ) รูปร่างใบที่กิ่ง (ฌ) ใบตัดตามขวาง (ญ) เซลล์ไสบริเวณกลางใบ (ด้านใกล้) (ฎ) สปอร์

5. *Sphagnum junghuhnianum* Dozy & Molk. (ภาพที่ 47) พบเจริญอยู่ทั่วไปบนพื้นที่ทรายข้างทางเดินและใกล้ธารน้ำ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,470–1550 เมตร

แกมโทไฟต์

ลำต้น มีสีเขียว สีเหลือง และสีส้มแดง (ภาพที่ 47 ก) มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 2 ชั้น เซลล์ในไฮยาโลเดอมิสไม่มีเส้นใยฝอย เซลล์ในชั้นสเกลอโรเดอมิสมีสีส้มแดงจำนวน 4–5 ชั้น (ภาพที่ 47 ข)

ใบที่ลำต้น รูปรีแกมสามเหลี่ยม ขนาด 1.6–1.8 x 1.0 มิลลิเมตร (ภาพที่ 47 ค) ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ เซลล์ใบบริเวณกลางใบ (ภาพที่ 47 ง) และปลายใบมีเส้นใยฝอย และรูปแบบ Serial pore จำนวนมากเรียงซ้ายขวาของเซลล์ เซลล์ใบบริเวณโคนใบพบเส้นใยฝอย และรูปแบบ Resorption gap ที่หัวเซลล์ และพบรูปแบบ Ringed commissural pore ที่มุมเซลล์ จำนวน 4 รู (ภาพที่ 47 จ)

กิ่ง มีการแตกกิ่งเป็นกระจุก กระจุกละ 4 กิ่ง เป็นแบบทวิสันฐาน โดยเป็นกิ่งตั้ง 2 กิ่ง และกิ่งห้อย 2 กิ่ง มีชั้นไฮยาโลเดอมิส 1 ชั้น (ภาพที่ 47 ฉ) เป็นแบบทวิสันฐาน ที่ประกอบด้วย เซลล์ไฮยาโลเดอมิส และ Retort cell แทรกอยู่ระหว่างชั้นไฮยาโลเดอมิส 2 เซลล์ที่พบรูทางด้านบนของเซลล์ 1 รู ชั้นสเกลอโรเดอมิสสีเขียวจำนวน 1 ชั้นเซลล์ (ภาพที่ 47 ช)

ใบที่กิ่ง เรียงเวียนรอบกิ่ง ใบรูปไข่แกมใบหอก ขนาด 1.6 – 2.2 x 0.6 – 0.8 มิลลิเมตร (ภาพที่ 47 ซ) ปลายใบตัดจักฟันเลื่อยมันเข้าทางด้านใกล้แกน ขอบใบเรียบ ภาพตัดตามขวางของใบจะพบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปดั่งเบียร์อยู่ค่อนไปทางด้านใกล้แกน (ภาพที่ 47 ฌ)

ผิวใบด้านใกล้แกน เซลล์ใบบริเวณปลายใบผอมยาวมีเส้นใยฝอยและมีรูปแบบ Serial pore จำนวนมากเรียงซ้ายขวาของเซลล์ เซลล์ใบบริเวณกลางใบขนาดใหญ่กว่าเซลล์ใบบริเวณปลายใบ ภายในเซลล์มีเส้นใยฝอยและมีรูปแบบ Serial pore จำนวนมากเช่นกัน (ภาพที่ 47 ญ) เซลล์ใบบริเวณโคนขนาดใหญ่มีเส้นใยฝอยและพบรูปแบบ Ringed commissural pore อยู่ตามมุม จำนวน 3–4 รูและรูปแบบ Central pore จำนวน 1 รู (ภาพที่ 47 ฎ)

ผิวใบด้านไกลแกน เซลล์ใบบริเวณปลายใบพบเซลล์ผอมยาวและมีรูปแบบ Serial pore จำนวนมาก เซลล์ใบบริเวณกลางใบขนาดใหญ่กว่าเซลล์ใบบริเวณปลายใบ พบรูปแบบ serial pore จำนวนมากเช่นกัน เซลล์ใบบริเวณโคนใบพบรูปแบบ Serial pore จำนวน 8–10 รู

อวัยวะสืบพันธุ์ ไม่พบ

สปอโรไฟต์ ไม่พบ

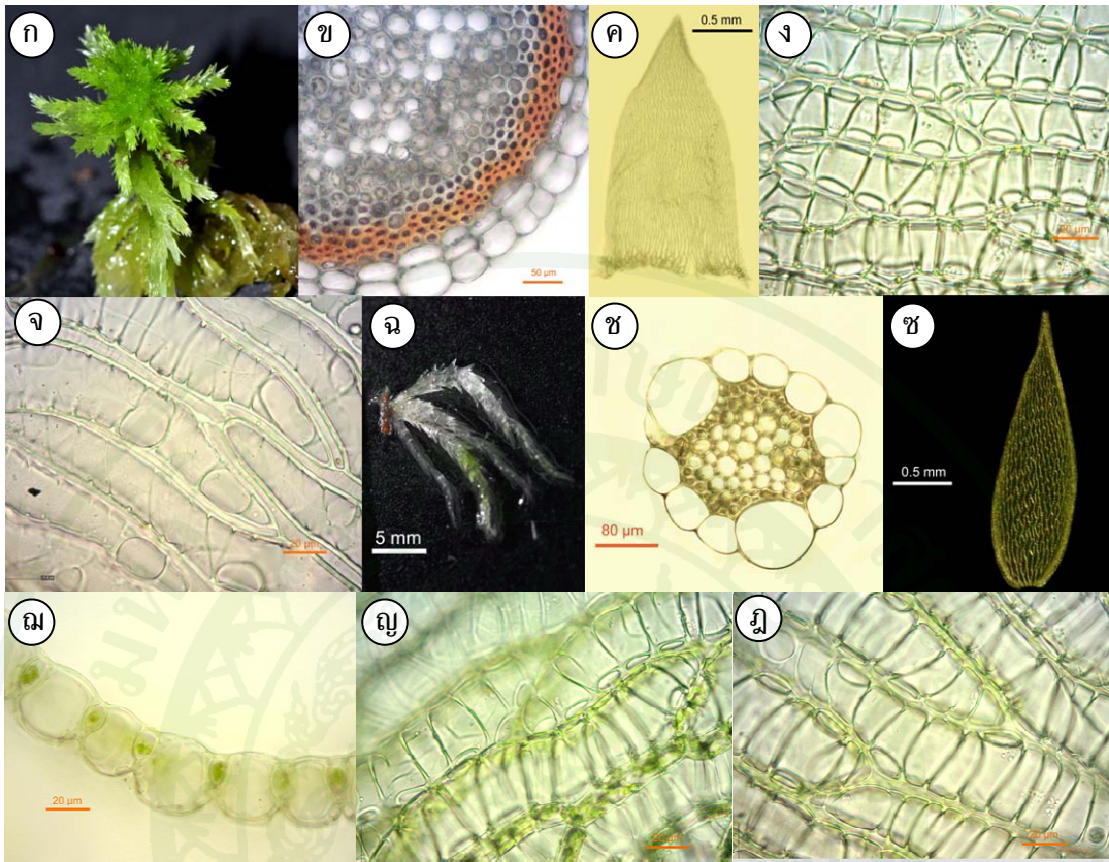
ตัวอย่างที่ศึกษา: CHS-PL-S-0005, CHS-PL-S-0023, CHS-PL-S-0049,
CHS-PL-S-0087

การกระจายตัวในประเทศไทย: เลยและกาญจนบุรี

การกระจายตัวแถบเอเชีย: อินเดีย เนปาล จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น เวียดนาม ไทย มาเลเซีย
อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์

เอกสารอ้างอิง: Eddy (1988), He (1997) และ Xing-jiang and He (1999)

มีรายงานการพบ *S. junghuhnianum* ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จ. เลย และพื้นที่ใน
จังหวัดกาญจนบุรี (Sornsamran and Thaitong, 1995; He, 1997)



ภาพที่ 47 ภาพของ *Sphagnum junghuhnianum* Dozy & Molk. (ก) ต้นแกมีโทไฟต์ (ข) ลำต้นตัดตามขวาง (ค-จ) ใบที่ลำต้น (ค) รูปร่างใบที่ลำต้น (ง) เซลล์ไสบริเวณกลางใบ (จ) เซลล์ไสบริเวณโคนใบ (ฉ) การแตกกิ่ง (ช) กิ่งตัดตามขวาง (ซ-ญ) ใบที่กิ่ง (ซ) รูปร่างใบที่กิ่ง (ฌ) ใบตัดตามขวาง (ญ) เซลล์ไสบริเวณปลายใบ (ด้านใกล้) (ฎ) เซลล์ไสบริเวณโคนใบ (ด้านใกล้)

6. *Sphagnum* sp. พบเจริญอยู่ในน้ำที่เปิดโล่ง (ภาพที่ 48) พบเจริญอยู่ในน้ำที่เปิดโล่ง ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,510–1,520 เมตร

แกมีโทไฟต์

ลำต้น มีสีเขียว มีลักษณะยึดยาวบอบบาง คล้ายสาหร่ายไฟ (Stonewort) (ภาพที่ 48 ก) มีชั้นไฮยาลิเดอมิส 2 ชั้น ขนาดไม่ใหญ่มากแต่สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน เซลล์ในชั้นไฮยาลิเดอมิสไม่มีเส้นใยฝอย เซลล์ในชั้นสเกลอโรเดอมิสมีสีเขียวจำนวน 3–4 ชั้น (ภาพที่ 48 ข)

ใบที่ลำต้น มีรูปขอบขนานขนาด 2.0–2.2 x 0.5–0.8 มิลลิเมตร ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ มีเซลล์ขอบ 3–4 ชั้นเซลล์ (ภาพที่ 48 ค) เซลล์ใบบริเวณปลายใบผอมยาวมีและไม่มีเส้นใยฝอย ไม่พบรู เซลล์ใบบริเวณกลางใบพบเส้นใยฝอยแต่ไม่พบรู (ภาพที่ 48 ง) เซลล์ใบบริเวณโคนใบมีเส้นใยฝอยบาง ๆ แต่ไม่พบรูเช่นกัน

กึ่ง มีการแตกกิ่งเป็นกระจุก กระจุกละ 2–4 กิ่ง (ภาพที่ 48 จ) กึ่งมีลักษณะเป็นเอกลักษณ์ มีชั้นไฮยาลิเดอมิสจำนวน 1 ชั้น เป็นแบบทวิชั้นฐาน มีเซลล์ใหญ่กว่าเซลล์อื่น 2 เซลล์ พบรูน้อย มีชั้นสเกลอโรเดอมิสไม่ชัดเจนแยกจากชั้นเมดัลลาไม่ได้และมีสีเขียว (ภาพที่ 48 ฉ)

ใบที่กึ่ง รูปหอกและรูปขอบขนาน ขนาด 3.0 – 6.5 x 0.1 – 0.5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 48 ช) ปลายใบเป็นจักฟันเลื่อยห่อเข้าด้านใกล้แกนหรือ ปลายใบเรียวแหลม และแหลมเป็นติ่งขอบใบด้านล่างเรียบ ภาพตัดตามขวางพบเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์รูปถึงเปียร์หรือกลม อยู่กึ่งกลางระหว่างผิวใบทั้งสองด้าน (ภาพที่ 48 ซ)

ผิวใบด้านใกล้แกน เซลล์ใสและเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ บริเวณปลายใบขนาดเล็กและสั้นป้อมกว่ากลางใบและโคนใบ โดยเซลล์ใสบริเวณปลายใบ อาจจะมีเส้นใยฝอยหรือไม่มีเส้นใยฝอยได้และไม่พบรู (ภาพที่ 48 ฌ) เซลล์ใสบริเวณกลางใบ มีเส้นใยฝอยแต่ไม่พบรู (ภาพที่ 48 ญ) เซลล์ใสบริเวณโคนใบขนาดใหญ่มีเส้นใยฝอยและไม่พบรู

ผิวใบด้านไกลแกน เซลล์ใสบริเวณปลายใบพบเส้นใยฝอยและไม่พบรู เซลล์ใสบริเวณกลางใบไม่พบรูเช่นกัน เซลล์ใสบริเวณโคนใบ ไม่พบรูอีกเช่นกัน

อวัยวะสืบพันธุ์ ไม่พบ

สปอโรไฟต์ ไม่พบ

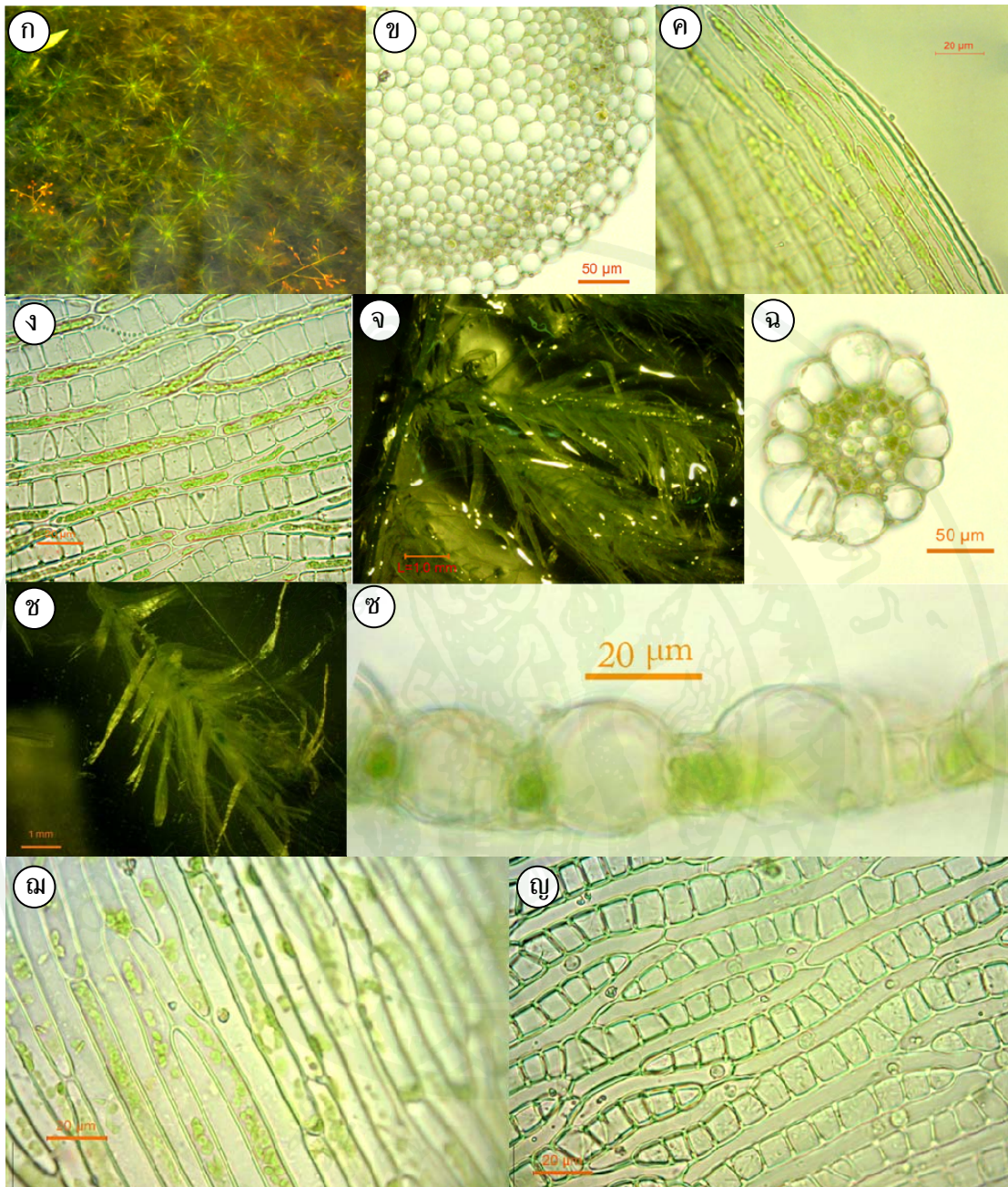
ตัวอย่างที่ศึกษา: CHS-PL-S-0013, CHS-PL-S-0069, CHS-PL-S-0115

การกระจายตัวในประเทศไทย: -

การกระจายตัวแถบเอเชีย: -

เอกสารอ้างอิง: -

Sphagnum sp. เจริญอยู่ในน้ำทำให้มีลักษณะที่เกิดความแปรผันอย่างมาก ซึ่งลักษณะที่ผันแปรดังกล่าวยากต่อการระบุชนิด หากต้องการระบุชนิดอย่างชัดเจน ควรใช้เทคนิคทางพันธุศาสตร์เชิงโมเลกุลช่วยในการศึกษา ซึ่งการศึกษาด้วยเทคนิคดังกล่าวสามารถทราบถึงความเหมือนหรือแตกต่างทางพันธุกรรมกับชนิดอื่น ๆ ได้อย่างแม่นยำ ทำให้สามารถระบุชนิดได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 48 ภาพของ *Sphagnum* sp. (ก) ต้นแกมโทไฟต์ (ข) ลำต้นตัดตามขวาง (ค-จ) ใบที่ลำต้น (ค) ขอบใบ (ง) เซลล์ไสบริเวณกลางใบ (จ) การแตกกิ่ง (ฉ) กิ่งตัดตามขวาง (ช-ญ) ใบที่กิ่ง (ช) รูปร่างใบที่กิ่ง (ฌ) ใบตัดตามขวาง (ณ) เซลล์ไสบริเวณปลายใบ (ด้านใกล้) (ญ) เซลล์ไสบริเวณกลางใบ (ด้านใกล้)

จากการสำรวจและศึกษาความหลากหลายของมอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (*Sphagnum* L.) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2554 ถึงเดือนมกราคม 2556 พบ *Sphagnum* ทั้งสิ้น 4 หมู่ 6 ชนิด คือ 1) หมู่ *Acutifolia* 1 ชนิด คือ *S. junghuhnianum* Dozy & Molke. 2) หมู่ *Cuspidata* 1 ชนิด คือ *S. cuspidatum* Müll. Hal. 3) หมู่ *Sphagnum* 2 ชนิด ได้แก่ *S. palustre* L. และ *S. perichaetiale* Hampe. 4) หมู่ *Subsecunda* 1 ชนิดคือ *S. subsecundum* Nees ex Sturm และไม่สามารถระบุชนิดได้อีก 1 ตัวอย่างคือ *Sphagnum* sp. โดยพบว่าชนิดที่พบกระจายอยู่ทั้ง 4 เส้นทางศึกษา คือ *S. cuspidatum* และ *S. junghuhnianum* ขณะที่ *S. perichaetiale*, *S. palustre*, *S. subsecundum* และ *Sphagnum* sp. พบในบางเส้นทาง

เมื่อทำการเทียบเคียงรายชื่อ *Sphagnum* ที่มีการรวบรวมโดย Sornsamran และ Thaitong (1995) และ He (1997) พบว่าทั้ง 5 ชนิดที่ระบุชนิดได้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงนั้น มีรายงานการพบในประเทศไทยมาก่อน และจากการพิจารณาพบว่า *Sphagnum* ที่ระบุชนิดได้ทั้งหมดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลยคือ *S. cuspidatum*, *S. junghuhnianum*, *S. perichaetiale*, *S. palustre* และ *S. subsecundum* สามารถพบได้ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยพบขึ้นปะปนอยู่กับสังคมพืชลานหิน พื้นที่เปิดโล่ง ป่าสนเขา และแอ่งน้ำ ที่มีความชื้นในอากาศสูงโดยเฉพาะช่วงเวลากลางคืนและช่วงฤดูฝนที่อากาศไม่ร้อนจัด และมีพื้นดินเป็นดินทราย นอกจากนี้ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลก็มีความใกล้เคียงกันด้วย

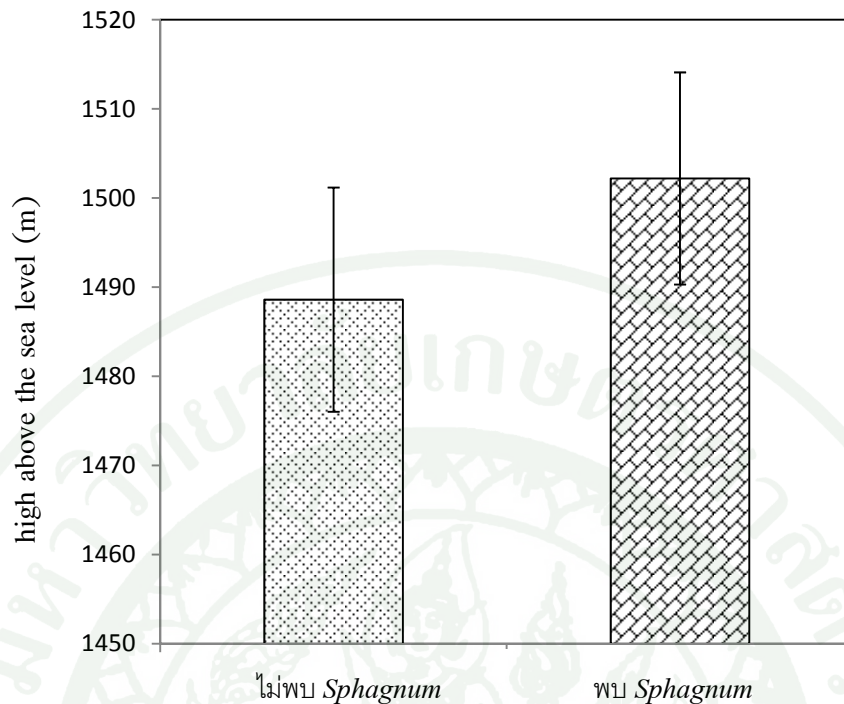
จากการศึกษาความหลากหลายของ *Sphagnum* ในครั้งนี้ พบว่าปัญหาของการศึกษามอสส์สกุลนี้ในประเทศไทยคือมีการศึกษาน้อยทั้งในด้านความหลากหลายและงานด้านอื่นๆ โดยตัวอย่าง *Sphagnum* ในพิพิธภัณฑ์ที่ถูกรวบรวมไว้มีอายุไม่ต่ำกว่า 50 ปี และการรวบรวมรายชื่อล่าสุดผ่านมากเกือบ 10 ปีแล้ว อีกทั้งการรวบรวมรายชื่อดังกล่าวเป็นการตรวจสอบจากตัวอย่างพืชที่มีการเก็บไว้ภายในพิพิธภัณฑ์พืชเท่านั้น ซึ่งตัวอย่างดังกล่าวอาจมีการระบุชนิดผิดพลาดหรือมีการเปลี่ยนสถานะของชื่อจากชื่อที่ยอมรับในขณะนั้นกลายเป็นชื่อพ้อง หรือกลายเป็นชนิดย่อยได้ ในปัจจุบัน นอกจากนี้การสำรวจสถานภาพที่แท้จริงของ *Sphagnum* ในปัจจุบันของประเทศไทยมีค่อนข้างน้อยหรืออาจไม่มีเลย ดังนั้นควรมีการศึกษาและทบทวนฐานข้อมูลทรัพยากรพรรณพืชในกลุ่ม *Sphagnum* ใหม่ เพื่อปรับปรุงให้มีความถูกต้องและทันสมัยมากขึ้น

การศึกษาที่ 3 ปัจจัยแวดล้อมบางประการที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของมอสส์สกุล ข้าวตอกฤๅษี ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ. เลย

จากการสำรวจสภาพปัจจัยแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* โดยวิเคราะห์ผลจากตัวอย่างดินที่เก็บได้จาก 31 จุด รวมถึงค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ทั้งในบริเวณที่พบและไม่พบ *Sphagnum* ครอบคลุมเส้นทางศึกษาธรรมชาติ 4 เส้น และนำดินมาวิเคราะห์หาเนื้อดิน (Soil texture) ธาตุอาหาร (P, K, Ca) อินทรีย์วัตถุในดิน (%OM) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) และค่าความเค็มของดิน (NaCl) จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งสองกลุ่ม คือกลุ่มของดินที่พบ *Sphagnum* เจริญ 22 จุด และกลุ่มของดินที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญ 9 จุดด้วย One Way ANOVA (F-test) ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง จากการเก็บข้อมูลพบว่าพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย $1,502.2 \pm 11.90$ เมตร และพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย $1,488.6 \pm 12.58$ เมตร ดังภาพที่ 49 ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าความสูงจากระดับน้ำทะเลในบริเวณที่พบ *Sphagnum* และพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางผนวกที่ 1) เนื่องจากบริเวณที่ศึกษาและเก็บตัวอย่างทั้ง 4 เส้นทาง เป็นที่ราบบนภูเขา จึงทำให้ไม่พบความแตกต่างในด้านระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยทั่วไป *Sphagnum* เป็นพืชที่สามารถเจริญและแพร่กระจายพันธุ์ได้ดีในพื้นที่ที่มีอากาศหนาวเย็นในเขตอบอุ่น (Temperate zone) และบริเวณเขตอาร์กติก (Arctic zone) (Daniel and Eddy, 1990) แต่หากเป็นบริเวณเขตร้อนชื้น (Tropical zone) จะพบ *Sphagnum* เจริญได้ในบริเวณพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงและอากาศเย็น (Gates, 1915) ตัวอย่างเขตร้อนชื้นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ฟิลิปปินส์ซึ่งมีพื้นที่อยู่ในแนวละติจูดเดียวกับประเทศไทย พบ *Sphagnum* ในพื้นที่ภูเขาสูงเช่นกัน โดยการสำรวจของ Gates ในปี 1915 ซึ่งได้ทำการศึกษา *Sphagnum* bog บริเวณภูเขาที่ชื่อว่า Mt. San Cristobal ในประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งมียอดเขาที่สูงที่สุดประมาณ 1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเล จากการศึกษารายงานของ Gates พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ในแอ่งน้ำตื้น ๆ รูปไข่ ไกลยอดเขาที่สูงที่สุด ที่ระดับความสูงประมาณ 1,520 เมตรจากระดับน้ำทะเลล้อมรอบไปด้วยสันเขา ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Gates พบว่าพื้นที่ที่พบการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ในพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงจะมีระดับความสูงที่ใกล้เคียงกัน และอาจมีความเป็นไปได้ที่จะพบ *Sphagnum* ในพื้นที่บนภูเขาสูงอื่น ๆ ในประเทศไทยที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง แต่ทั้งนี้อาจต้องมีสภาพของปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ เช่น สภาพของดิน อุณหภูมิ และความชื้นที่คล้ายคลึงกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในพื้นที่ที่พบและไม่พบ *Sphagnum* อยู่ในระดับความสูงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่งผลให้ปัจจัยดังกล่าวไม่

สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ในบริเวณที่ทำการศึกษานี้ได้นอกจากนี้ความสูงจากระดับน้ำทะเลในเขตภูมิอากาศที่แตกต่างกัน (เขตร้อนกับเขตอบอุ่น) ยังส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ได้ดีไม่เท่ากัน ซึ่งความสูงจากระดับน้ำทะเล (ในเขตร้อน) สามารถถูกแทนที่ได้ด้วยแนวละติจูด (Zechmeister, 1995) ตัวอย่างอย่างเช่น *S. compactum* เจริญได้ดีจนเป็นพืชเด่นหรือเกือบเด่นในที่ราบต่ำทางตอนเหนือของ Scandinavia ขณะที่ *S. tenellum* เป็นพืชเด่นทางตะวันตกเฉียงใต้ของ Scandinavia (Økland, 1990) แต่เมื่อมาเจริญอยู่ทางตอนกลางของยุโรป ซึ่งมีละติจูดที่ต่ำกว่าเขต Scandinavia จะพบ *S. compactum* เจริญอยู่ที่ระดับความสูง 400-2,400 เมตร แต่จะเจริญได้ดีตั้งแต่ 1,000 ถึง 2,200 เมตรจากระดับน้ำทะเลเท่านั้น ขณะที่ *S. tenellum* พบในพื้นที่ที่ต่ำกว่าคือตั้งแต่ช่วงที่ต่ำกว่า 400 จนถึง 1,400 เมตร และพบเจริญได้มากที่สุดที่ 401-600 เมตรจากระดับน้ำทะเล (Zechmeister, 1995) ขณะที่ *Sphagnum* ที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันแต่ต่างชนิด ย่อมชอบและเจริญได้ดีในระดับความสูงที่ต่างกัน จากการศึกษาของ Wojtuń et al. (2013) ในพื้นที่ Sudety Mountains ทางตะวันตกเฉียงใต้ของโปแลนด์พบ *S. lindbergii*, *S. jensenii*, *S. warnstorffii* และ *S. compactum* ที่ระดับความสูง 1,405-1,430 เมตรจากระดับน้ำทะเล ขณะที่ *S. rubellum*, *S. palustre* และ *S. fimbriatum* พบการกระจายพันธุ์ที่ความสูง 635-830 เมตรจากระดับน้ำทะเล นอกจากความสูงจากระดับน้ำทะเลในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันแล้ว แนวละติจูดที่ต่างกันย่อมมีผลต่อการปรากฏของชนิด *Sphagnum* เช่นกัน ดังนั้นหากพบ *Sphagnum* แพร่กระจายพันธุ์จำนวนมากในเขต sub-arctic ถึง arctic (Daniels and Eddy, 1990) ตลอดจนเขตอบอุ่นนั้น การที่ *Sphagnum* จะแพร่กระจายพันธุ์ในเขตร้อนย่อมต้องการพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลที่สูงเช่นกัน



ภาพที่ 49 แผนภูมิแสดงค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

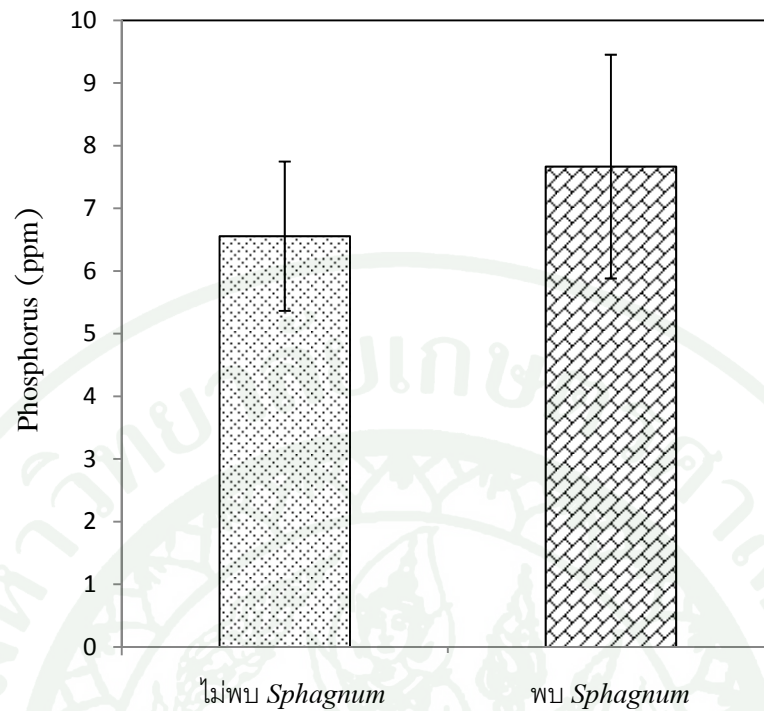
2. ธาตุอาหารในดิน

2.1 ฟอสฟอรัสในดิน (P) จากการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ มีฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ยเท่ากับ 7.67 ± 1.79 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm.) ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีฟอสฟอรัสในดินเฉลี่ยเท่ากับ 6.56 ± 1.19 (ภาพที่ 50) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าฟอสฟอรัสของกลุ่มพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ และกลุ่มพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางผนวกที่ 2) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า ฟอสฟอรัสไม่ใช่ปัจจัยที่กำหนดการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย แต่ปริมาณฟอสฟอรัสในพื้นที่ที่ศึกษามีความแตกต่างจากปริมาณฟอสฟอรัสในพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* อื่นๆ โดย Gąbka and Lamentowicz (2008) พบค่าฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต ($P-PO_4^{3-}$) ในน้ำในพีทแลนด์ที่พบ *S. fallax* เจริญอยู่เท่ากับ 0.46 ± 1.41 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่ามีค่าต่ำมากจนเครื่องมือไม่สามารถวัดได้ และค่าสูงสุดอยู่ที่ 1.75 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับ *S. magellanicum* จะพบในพื้นที่ที่มีปริมาณฟอสเฟตสูงกว่านี้ (Gąbka and Lamentowicz, 2008)

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ *Sphagnum* แต่ละชนิดว่าชอบพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสสูงหรือต่ำ ส่งผลให้ฟอสฟอรัสเป็นตัวกำหนดการกระจายพันธุ์และการครอบครองพื้นที่ของ *Sphagnum* ที่มีชนิดต่างกัน และส่งเสริมให้เกิดการแข่งขันกันตามธรรมชาติ เช่นในการศึกษาของ Limpens *et al.* (2003) ซึ่งศึกษาผลของการเติมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพื่อติดตามผลของการขยายบริเวณครอบคลุมนพื้นที่ของ *S. fallax* พบว่าเมื่อเติมฟอสฟอรัส 3 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (100x100 m²) ต่อปีจะทำให้ *S. fallax* มีการยึดยวของลำต้นมาก พบช่อกระจุกแน่นยึดยวพืชนอกจาก *Sphagnum carpet* ส่งผลให้ *Sphagnum* ชนิดอื่น ๆ ขาดแสงจนทำให้ *Sphagnum* ชนิดอื่น ๆ เจริญได้ไม่เท่า *S. fallax* จึงเกิดการขยายปริมาณของ *S. fallax* ซึ่งเดิมที่เป็นพืชรอง (Subordinate) กลายเป็นพืชเด่น (Dominant) โดยมีฟอสฟอรัสเป็นตัวกำหนดนั่นเอง ในขณะที่ Baker and Boatman (1990) พบว่าเมื่อฟอสฟอรัสมีปริมาณน้อย จะทำให้ระยะห่างระหว่างกระจุกยึดยวขึ้นใน *S. cuspidatum* แต่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีผลต่อเนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดของกิ่งมากกว่าลำต้นหลัก นั่นคือฟอสฟอรัสสนับสนุนให้กิ่งยาวขึ้นมากกว่าลำต้นสูงขึ้น ไม่เพียงเท่านั้น Leafy gametophyte สามารถเจริญได้ในสารละลายที่ไม่มีฟอสฟอรัสได้เป็นระยะเวลา 4 เดือนในสภาวะแสงน้อย นั่นแสดงให้เห็นว่าฟอสฟอรัสไม่ใช่ปัจจัยที่กำหนดการเจริญของ *Sphagnum* ในระยะเวลาอันสั้นแต่จะมีผลในระยะยาว (Li *et al.*, 1993) นอกจากนี้ระดับของฟอสฟอรัสในแหล่งที่อยู่อาศัยยังส่งผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในลำต้นของ *Sphagnum* ได้ไม่เท่ากันในแต่ละชนิด (Baker and Boatman, 1990; Li *et al.*, 1993) เช่นจากการศึกษาของ Li *et al.* (1993) พบว่า *S. magellanicum* มีปริมาณฟอสฟอรัสในช่อกระจุกแน่นสูงที่สุดเมื่อเจริญอยู่ในสารละลาย H₂PO₄⁻ เข้มข้น 1.000 มิลลิโมลาร์ ซึ่งสูงกว่าระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ภายในลำต้นไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง H₂PO₄⁻ เข้มข้น 0.100 และ 1.000 มิลลิโมลาร์ ในขณะที่ *S. papillosum* มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุดในช่อกระจุกแน่นที่สภาวะธรรมชาติ และมีฟอสฟอรัสในช่อกระจุกแน่นสูงที่สุดที่ H₂PO₄⁻ เข้มข้น 0.100 มิลลิโมลาร์ แต่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในลำต้นเท่ากันในสารละลายทุกๆ ความเข้มข้น และ *Sphagnum* ทั้งสองชนิดมีปริมาณฟอสฟอรัสภายในลำต้นต่ำที่สุดที่ H₂PO₄⁻ เข้มข้น 0.007 มิลลิโมลาร์ และที่เจริญในพื้นที่ธรรมชาติที่มีฟอสฟอรัสน้อยมากจนตรวจวัดไม่ได้ แต่เมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองกับพื้นที่ในธรรมชาติพบว่าฟอสฟอรัสในช่อกระจุกแน่นของ *S. papillosum* มีปริมาณมากกว่าฟอสฟอรัสในช่อกระจุกแน่นของ *S. magellanicum* นอกจากนี้การเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก (วัดจากน้ำหนักแห้ง) พบว่า *S. papillosum* มีน้ำหนักแห้งสูงกว่า *S. magellanicum* ที่ระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสต่ำแสดงให้เห็นว่า *S. papillosum* มีแนวโน้มชอบและปรับตัวได้ดีกว่า *S. magellanicum* ในพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสน้อย ไม่ว่า *Sphagnum* จะเจริญอยู่ในพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสมากหรือน้อย *Sphagnum* ก็จะมีความสามารถในการรักษาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสภายในช่อกระจุกแน่นได้ โดยการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสจากเนื้อเยื่อเก่าที่อาจเสื่อมสภาพและตายแล้ว สู่อช่อกระจุกแน่นที่กำลังมีการเจริญซึ่งได้รับการสนับสนุนจากนักวิจัยหลายกลุ่ม (Damman, 1978; Malmer, 1988; Baker and Boatman, 1990) โดย Rydin and Clymo (1989) ได้ทำการศึกษาการเคลื่อนที่ของธาตุ

อาหารภายในลำต้นของ *Sphagnum* โดยการติดตาม ^{32}P และ ^{14}C ที่ถูกใส่บริเวณส่วนที่ต่ำกว่าข้อกระดูกแน่น 3-4 เซนติเมตร ของ *S. recurvum* หลังจากให้ ^{32}P และ ^{14}C เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ^{14}C ประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ และ ^{32}P ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เคลื่อนที่สู่ข้อกระดูกแน่น จากบริเวณส่วนที่ต่ำกว่าข้อกระดูกแน่นที่อายุมากกว่าทางด้านล่าง

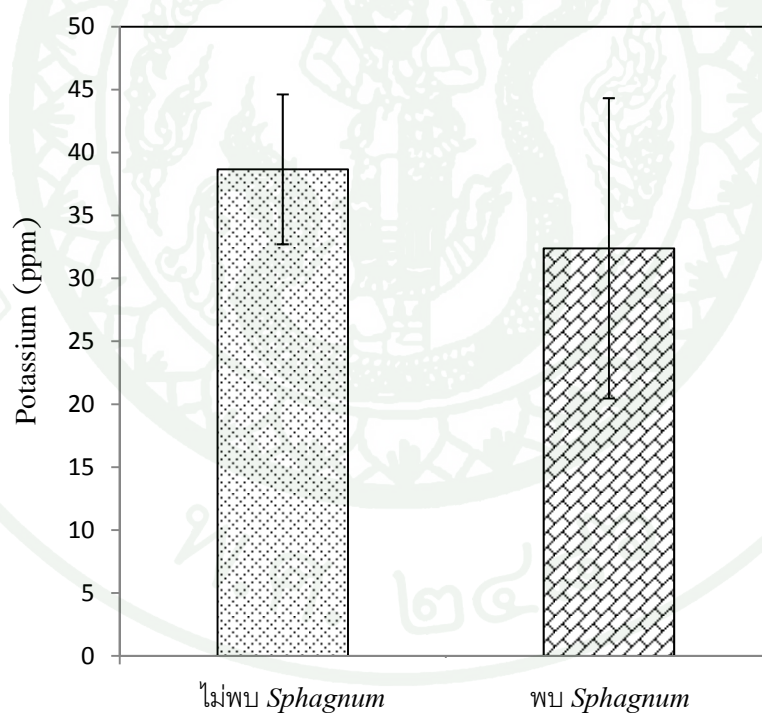
สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสต่อการเจริญของ *Sphagnum* นั้นพบว่า *Sphagnum* สามารถเจริญได้ในพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสในความเข้มข้นช่วงกว้าง ตัวอย่างจากการศึกษาของ Li et al. (1993) ได้ทำการเพาะเลี้ยง *S. magellanicum* Brid. และ *S. papillosum* Lindb. ลงในสารละลายที่มีปริมาณฟอสฟอรัสต่าง ๆ กันคือ 0.000, 0.007 (0.22 mg/L), 0.100 (3.907 mg/L), 1.000 (30.97 mg/L), 2.000 (61.94 mg/L), 3.000 (92.91 mg/L) และ 5.000 มิลลิโมลลาร์ (154.85 mg/L) เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า *Sphagnum* ทั้งสองชนิดเจริญได้ดีที่ฟอสฟอรัสเข้มข้น 0.100 มิลลิโมลลาร์หรือประมาณ 3.907 ppm. ขณะที่ความเข้มข้นที่สูงหรือต่ำกว่านี้การเจริญของ *Sphagnum* จะลดลง นั่นแสดงว่าที่ฟอสฟอรัสเข้มข้น 3.907 ppm. เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการเจริญของ *Sphagnum* ทั้งสองชนิด จากตัวเลขดังกล่าวปริมาณฟอสฟอรัสที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *Sphagnum* มีความแตกต่างจากปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ เพราะในพื้นที่ที่ศึกษาพบระดับฟอสฟอรัสตั้งแต่ 6.56 - 7.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือได้ว่ามีระดับค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Li et al. (1993) แต่อย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่ศึกษาก็มีการแพร่กระจายของ *Sphagnum* ได้ ทั้งนี้เนื่องด้วยความต้องการระดับฟอสฟอรัสของ *Sphagnum* แต่ละชนิดนั้นไม่เท่ากัน ซึ่ง *Sphagnum* สามารถปรับตัวได้ดีทั้งในพื้นที่ที่มีฟอสฟอรัสสูงและต่ำ อย่างเช่น Mire ที่มีฟอสฟอรัสต่ำก็สามารถปรับตัวให้ชีวิตอยู่ได้ ซึ่งพืชมีต่อลำเลียงอื่น ๆ อาจจะเจริญได้อย่างจำกัดมาก (Li et al., 1993) ถึงแม้ว่าช่วงความต้องการฟอสฟอรัสโดยรวมของ *Sphagnum* จะกว้าง หากแต่ละชนิดของ *Sphagnum* ชอบช่วงของฟอสฟอรัสแตกต่างกัน ก่อให้เกิดการแพร่กระจายพันธุ์ในแต่ละชนิดแตกต่างกันไปในต่างพื้นที่



ภาพที่ 50 แผนภูมิแสดงปริมาณฟอสฟอรัสในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

2.2 โปแทสเซียมในดิน (K) จากการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีโปแทสเซียมในดินเฉลี่ยเท่ากับ 38.67 ± 5.96 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีโปแทสเซียมในดินเฉลี่ยเท่ากับ 33.36 ± 9.12 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 51) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า โปแทสเซียมของกลุ่มพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* และพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางผนวกที่ 3) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า โปแทสเซียมไม่ใช่ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญของ *Sphagnum* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลยเช่นกัน แต่ปริมาณโพแทสเซียมในพื้นที่ที่ศึกษาในครั้งนี้มีความแตกต่างจากการศึกษาของ Gignac and Vitt (1990) ซึ่งได้ศึกษาการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* บนพีทแลนด์จำนวน 27 แห่งใน Queen Chlotte Island โดยพบว่าโปแทสเซียมในน้ำของ bog อยู่ในช่วง 0.9 – 4.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจัดว่ามีปริมาณโพแทสเซียมที่ต่ำกว่าพื้นที่ที่ทำการศึกษามาก แต่ทั้งนี้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นการตรวจวัดปริมาณโพแทสเซียมจากดินจึงอาจเป็นคุณลักษณะที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาเปรียบเทียบได้ งานวิจัยส่วนใหญ่ของการศึกษาที่ผ่านมาไม่มีผู้ศึกษาท่านใดระบุถึงความเป็นพิษของโพแทสเซียมหากได้รับในปริมาณมากจนเกินไป มีเพียงแต่พบว่า ความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่สูงพอควร จะมีผลต่อความยาวของกิ่งในกระจุบบางส่วน (Baker and Boatman, 1989) จากการศึกษาของ Carfrae *et al.* (2007) พบว่าการเติมโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสลงใน ombrotrophic bog ที่อยู่

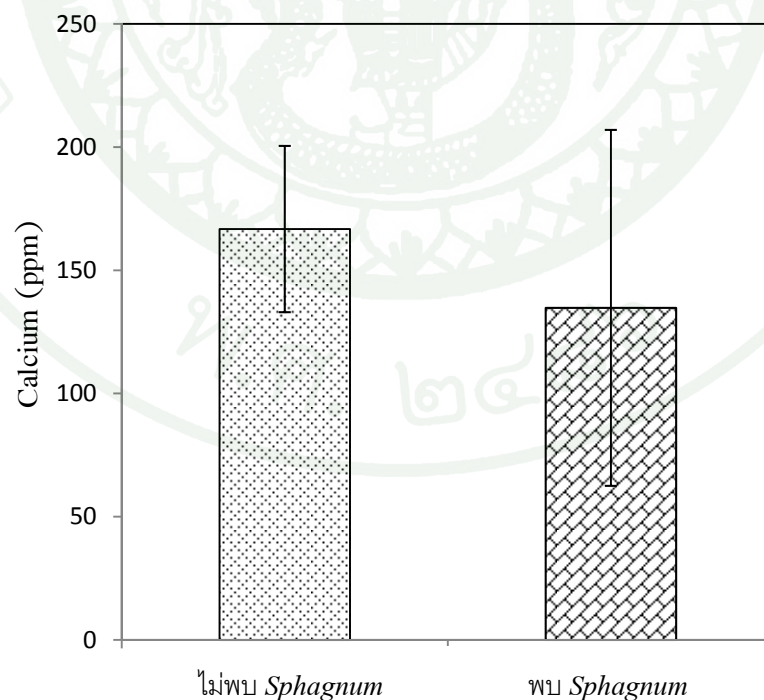
ในสภาพเป็นพิษจากไนโตรเจน (NO_3^- , NH_4^+) พบว่าสามารถลดความเป็นพิษลงได้ โดยทำให้การสะสมไนเตรต (NO_3^-) และแอมโมเนียม (NH_4^+) ในช่อกระจุกแน่นลดลงได้ ทำให้ *Sphagnum* เจริญเติบโตได้และเกิดการเพิ่มส่วนสีเขียวที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เนื่องจากแอมโมเนียมลดปริมาณคลอโรฟิลล์ใน *S. cuspidatum* (Baxtex et al., 1992) นอกจากนี้ยังพบว่าการที่ *Sphagnum* เจริญอยู่ในสารละลายที่มีไนโตรเจนและโพแทสเซียมจะกระตุ้นให้มีการสร้างกิ่งใหม่ที่มีขนาดเล็ก (innovation branch) และกิ่งกระจุกเพิ่มขึ้น แต่การที่ *Sphagnum* เจริญในสารละลายโพแทสเซียมเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณของโพแทสเซียมในช่อกระจุกแน่นไม่แตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่มีโพแทสเซียม ในขณะที่การเจริญเติบโตของ *Sphagnum* จะเพิ่มอย่างชัดเจนเมื่ออยู่ในสารละลายที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส หรือทั้งฟอสฟอรัสและไนโตรเจน (Baker and Boatman, 1990) นั้นแสดงว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัสส่งเสริมการสะสมปริมาณโพแทสเซียมในช่อกระจุกแน่นได้ ซึ่งหากพื้นที่ที่ *Sphagnum* อาศัยอยู่มีปริมาณโพแทสเซียมน้อย แต่มีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงจะทำให้ *Sphagnum* ไม่ขาดโพแทสเซียม



ภาพที่ 51 แผนภูมิแสดงปริมาณโพแทสเซียมในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

2.3 แคลเซียมในดิน (Ca) จากการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ มีแคลเซียมในดินเฉลี่ยเท่ากับ 134.78 ± 72.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีแคลเซียมในดินเฉลี่ยเท่ากับ 166.78 ± 33.75 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 52) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า แคลเซียมของกลุ่มพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ และกลุ่มพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางผนวกที่ 4) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า แคลเซียมไม่ใช่ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญของ *Sphagnum* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย และจากการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่มีการเจริญของ *Sphagnum* ในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณแคลเซียมสูงมาก เมื่อเทียบกับพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* พื้นที่อื่นๆ ตัวอย่างเช่น Gabka and Lamentowicz (2008) พบว่า *S. fallax* สามารถเจริญได้ในพื้นที่ๆ มีแคลเซียมอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 24.28 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ในขณะที่ Wojtuń *et al.* (2013) ได้สำรวจพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ในช่วงแคลเซียมที่น้อยกว่า 1.0 ถึง 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งโดยทั่วไปพื้นที่ที่พีทแลนด์จะมีช่วงแคลเซียมที่กว้างได้ตั้งแต่ 0.6 ถึง 270 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่มักพบ *Sphagnum* เจริญได้ดีที่ 0.5–9.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่านั้น สำหรับการศึกษาของ Gorham and Pearsall (1956) ที่ได้ศึกษาพื้นที่ทางตอนเหนือของอังกฤษพบ *S. cuspidatum* และ *S. papillosum* ในพื้นที่ที่มีแคลเซียมต่ำ และ *S. subsecundum* พบในพื้นที่ที่มีแคลเซียมสูง อย่างไรก็ตาม Gignac (1989) ได้ศึกษาปริมาณของธาตุอาหารของน้ำผิวดินกับ *Sphagnum* ที่สร้าง Hummock ในพีทแลนด์ทางตะวันตกของแคนาดา พบแคลเซียมอยู่ในช่วง 0.55–193 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจัดเป็นช่วงแคลเซียมที่กว้างมาก และพื้นที่ที่ศึกษาในครั้งนี้มีแคลเซียมอยู่ในช่วงที่ Gignac (1989) ได้ทำการสำรวจพบ *Sphagnum* ดังนั้นมีความเป็นไปได้ที่ทางผู้ศึกษาจะพบ *Sphagnum* เจริญในพื้นที่ที่มีปริมาณแคลเซียมสูงเช่นนี้ นอกจากนี้ Gignac (1989) ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับผลของแคลเซียมในน้ำผิวดินต่อปริมาณแคลเซียมในต้น ซึ่งพบว่าถ้ามีความชื้นสูง ($H > 1.5$; อัตรารับน้ำต่ออัตราสูญเสีย) แคลเซียมในน้ำผิวดินจะมีผลต่อปริมาณแคลเซียมในลำต้นน้อย แต่ถ้าความชื้นต่ำ ($H < 1.0$) แคลเซียมที่น้ำผิวดินจะมีผลต่อปริมาณแคลเซียมในลำต้น *Sphagnum* มาก ทั้งนี้เนื่องจากฝนเป็นแหล่งของไอออนทางเลือก (ไอออนบวกชนิดอื่นๆ ที่สามารถแทนที่ได้) เมื่อฝนตกน้ำฝนจะไหลลงมาชะล้างแคลเซียมไอออนในลำต้นลงสู่น้ำผิวดิน ส่งผลให้น้ำผิวดินมีอิทธิพลต่อ *Sphagnum* ลดลง (Damman, 1986) เมื่อ *Sphagnum* เจริญอยู่บน Hummock ที่สูง (สูงกว่า 10 เซนติเมตร) แคลเซียมในลำต้นจะแตกต่างจากในน้ำค่อนข้างมาก แต่หาก *Sphagnum* เจริญอยู่บน Hummock ที่ต่ำ (สูงน้อยกว่า 10 เซนติเมตร) แคลเซียมในต้น *Sphagnum* จะแตกต่างจากปริมาณแคลเซียมในน้ำน้อยกว่า ไม่ว่าปริมาณแคลเซียมใน Hummock จะมากหรือน้อยจะพบว่าที่ขั้วกระจุกแน่นจะมีปริมาณแคลเซียมต่ำกว่าพื้นที่ด้านล่าง (substrate) เสมอ (Gignac, 1989) โดย Karlin and Bliss (1984) พบว่าพีทที่อยู่ทางด้านล่างมีปริมาณแคลเซียมสูงใน Hummock ที่สูงมากกว่า 10 เซนติเมตร ทั้งนี้เกิดจากพีทดึงแคลเซียมออกจาก Capillary water ในขณะที่กำลังเคลื่อนที่ขึ้นสู่ขั้วกระจุกแน่นด้านบน ด้วยการแลกเปลี่ยนกับ

ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่อยู่ที่พีทโดยไม่ใช้ตำแหน่ง Binding site ทำให้ธาตุอาหารและ pH ในน้ำลดลง ดังนั้นเมื่อน้ำไปถึงบริเวณด้านบนของ Hummock จะมีปริมาณแคลเซียมน้อยมาก อย่างไรก็ตาม แคลเซียมจะไม่ถูกดึงออกจาก Capillary water จนหมด (Gignac, 1989) นอกจากนี้ แคลเซียมในบริเวณช่อกระดูกแน่นจะมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อความชื้นลดลง เนื่องจากแคลเซียมสามารถเคลื่อนที่ไปทางด้านบนได้มากขึ้น โดย *Sphagnum* ที่เจริญบน Hummock สูงใน Mire บริเวณ Sub-continental และ Sub-oceanic และอยู่ในสภาวะที่แห้งยาวนาน จะมีปริมาณแคลเซียมในช่อกระดูกแน่นใกล้เคียงกับน้ำและ Hummock ด้านล่าง แต่ *Sphagnum* ที่พบบน Hummock ที่สูงที่สุดในเขต Oceanic และ Hyper-oceanic (ความชื้นสูง) ก็ยังพบว่าแคลเซียมของบริเวณช่อกระดูกแน่นและแคลเซียมในน้ำไม่แตกต่างกัน (Gignac, 1989) ช่วงแคลเซียมที่กว้างนั้นขึ้นอยู่กับแหล่งของน้ำใน Mire โดยแหล่งน้ำภายใน Ombrotrophic mire มีปริมาณแคลเซียมต่ำเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากฝนเท่านั้น (Sjörs, 1963; Damman, 1986) ระดับแคลเซียมใน Mirerotrophic ที่บริเวณโดยรอบเป็นหินปูน จะมีปริมาณแคลเซียมสูงและมีสภาพเป็น Rich fen ได้ (Sjörs, 1950) ถึงแม้ว่าพื้นที่ที่ศึกษาครั้งนี้จะมีปริมาณแคลเซียมสูง (134.78 มิลลิกรัมต่อลิตร) แต่เนื่องด้วย *Sphagnum* ชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษาอาจมีกลไกการดูดซึมหรือกำจัดแคลเซียมที่อาศัยปัจจัยหลากหลาย จึงทำให้ปริมาณแคลเซียมสูงนี้ไม่เป็นอันตรายต่อ *Sphagnum* และสามารถเจริญได้ในพื้นที่ได้

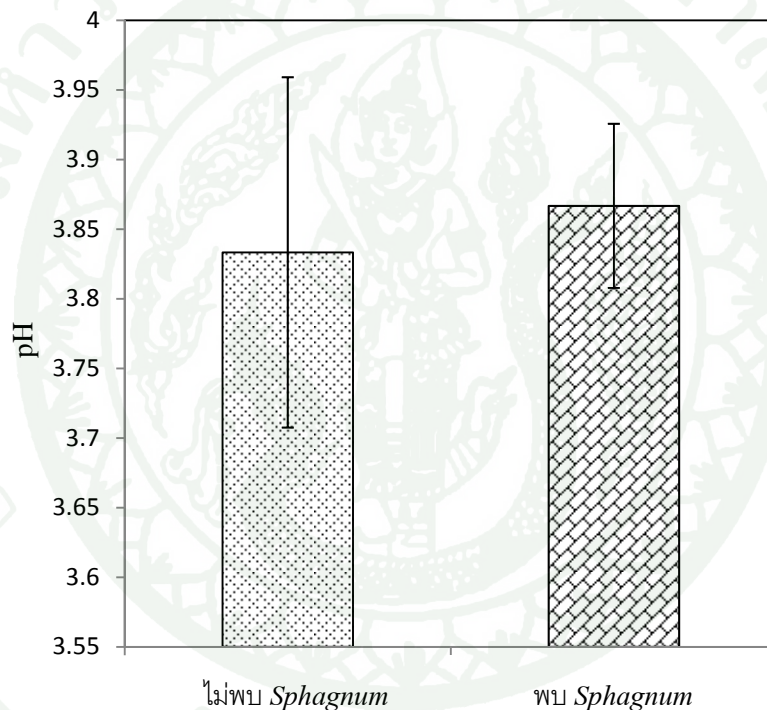


ภาพที่ 52 แผนภูมิแสดงปริมาณแคลเซียมในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

3. ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) จากการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินพบว่า พื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีค่า pH ในดินเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 ± 0.13 ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีค่า pH ในดินเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 ± 0.06 (ภาพที่ 53) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ค่า pH ในดินของกลุ่มพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ และกลุ่มพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 5) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่าค่า pH ในดินไม่ใช่ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญของ *Sphagnum* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย เนื่องจาก Gorham and Pearsall (1956) ได้ทำการศึกษาพื้นที่ทางตอนเหนือของอังกฤษพบช่วง pH ตั้งแต่ 3.78–7.40 โดยจะพบ *S. papillosum* ได้ตั้งแต่ pH 3.96 และที่ pH 6.58 มักพบ *S. subsecundum* ซึ่งที่ pH 6.58 ถือว่าเป็นค่า pH ที่สูงที่สุดที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ในทางตอนเหนือของอังกฤษ ทั้งนี้ตัวเลขที่ปรากฏในเขตพื้นที่ป่าสน (pine wood) ยังมีค่า pH ต่ำเช่นกันอยู่ที่ระหว่าง 3.78–3.82 ซึ่งเป็นค่าใกล้เคียงกับพื้นที่ทำการศึกษานี้ ซึ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษาประกอบไปด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเปิดโล่ง และพื้นที่กึ่งป่าสน (*Pinus*) นอกจากนี้จากการศึกษาของ Gignac (1989) พบ *Sphagnum* ในพื้นที่พีทแลนด์ที่มี pH อยู่ในช่วง 3.98–7.7 ซึ่งมีช่วง pH ไม่ต่างจากการศึกษาของ Wojtuń *et al.* (2013) มากนัก ซึ่งพบว่าในพีทแลนด์จะมี pH อยู่ในช่วง 3.8–7.1 จากการศึกษาของ Gabka and Lamentowicz (2008) จะพบ *S. fallax* เจริญอยู่ในช่วง pH 3.4–6.1 และมักพบเจริญเป็นจำนวนมากที่ pH 4–5 ซึ่งจัดเป็นช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *Sphagnum* หลายชนิด เช่นการศึกษาของ Austin and Wieder (1987) ได้ศึกษาผลของไฮโดรเจนไอออน ต่อการเจริญและปริมาณคลอโรฟิลล์ใน *Sphagnum* 3 ชนิดทางตอนเหนือของอเมริกาพบว่า *S. fallax*, *S. henryense* และ *S. pulcheum* มีการเจริญสูงสุดที่ pH 4–5 อย่างไรก็ตามพบ *Sphagnum* บางชนิดอาจเจริญได้ดีในช่วงค่า pH ที่ต่างไปจากนี้ได้เช่นกัน เช่นการศึกษาของ Melosik and Sástad (2005) ซึ่งได้เพาะเลี้ยง *Sphagnum* ในกลุ่ม Subsecunda บนอาหารวุ้นที่มี pH 3.5–6.4 พบว่า *S. denticulatum* และ *S. inundatum* จะสร้างตายอดได้จำนวนมากที่ pH 3.5–5.6 ขณะที่ *S. contortum* และ *S. subsecundum* สร้างตายอดจำนวนมากที่ pH 6.0–6.4

สภาพความเป็นกรดหรือไฮโดรเจนไอออนสูงของดินที่อยู่อาศัยของ *Sphagnum* เกิดจากขบวนการออกซิโดซของซากพืชและพีทที่ไม่สมบูรณ์ โดยพบมากในชั้นดินที่มีออกซิเจน (Acrotelm) และการแลกเปลี่ยนไอออนจากส่วนที่มีชีวิต (Sjörs and Gunnarsson, 2002) ทำให้ดินที่อยู่บริเวณนั้นเป็นกรดสูงเนื่องจากมีไฮโดรเจนไอออนมาก ในดินที่อยู่อาศัยที่มีหินปูน (Calcareous) ซึ่งมีการสะสมตัวของพีทจำนวนมากทางด้านล่าง เมื่อพีทยกตัวขึ้นอยู่ในรูปของ Hummock จะทำให้เกิดสภาพพีทที่เป็นกรดได้สูงกว่าเมื่อพีทนั้นอยู่แอ่งน้ำที่มีสภาพเป็นหินปูน (Sjörs, 1963; Gorham *et al.*, 1984; Vitt, 2000) การที่ไฮโดรเจนไอออนที่เพิ่มขึ้นในแหล่งน้ำหรือพีทยังส่งเสริมให้ไอออนบวกอื่น ๆ เช่นแคลเซียมไอออนเข้าไปจับตัวกับพีทแทนที่ไฮโดรเจนไอออนได้อีกด้วย (Sjörs and Gunnarsson, 2002) จากการศึกษาของ Clymo

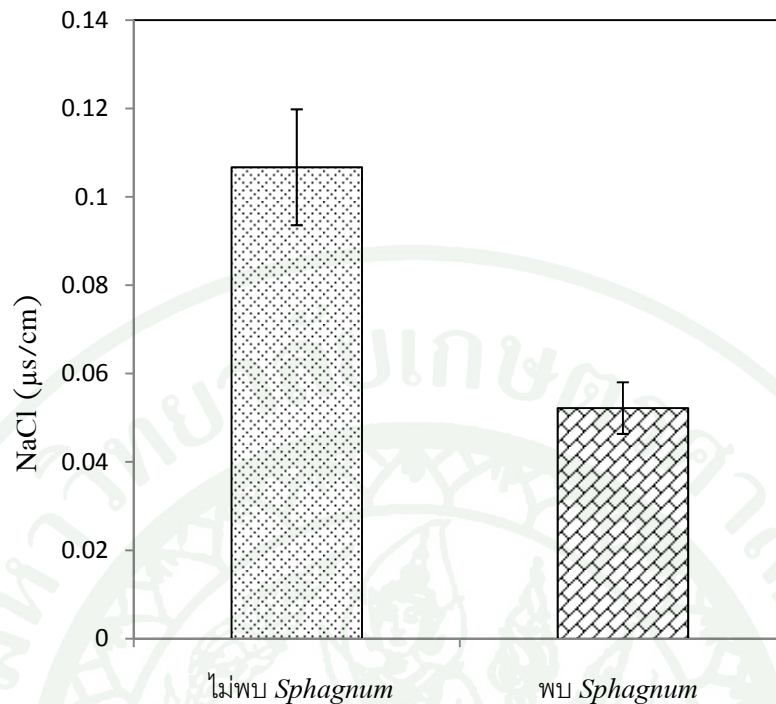
(1973) ซึ่งศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญของ *Sphagnum* 12 ชนิดพบว่า *Sphagnum* จำนวนมากมักเจริญอยู่ในพื้นที่ที่มี pH และปริมาณแคลเซียมต่ำได้ดีใกล้เคียงกับพื้นที่ที่มีแคลเซียมหรือ pH สูง อย่างไรก็ตามอย่างหนึ่ง โดยที่ถ้ามีความเข้มข้นของแคลเซียมสูงร่วมกับ pH สูง จะทำให้ *Sphagnum* ตาย ด้วยปัจจัยดังกล่าวจึงจำกัดการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ได้เป็นอย่างดี ซึ่งจากผลการศึกษาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ก็จะพบว่าปริมาณแคลเซียมในดินค่อนข้างสูง (134.78 มิลลิกรัมต่อลิตร) แต่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ (pH 3.87) จึงเป็นเหตุผลที่สามารถพบ *Sphagnum* แพร่กระจายพันธุ์ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงได้



ภาพที่ 53 แผนภูมิแสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

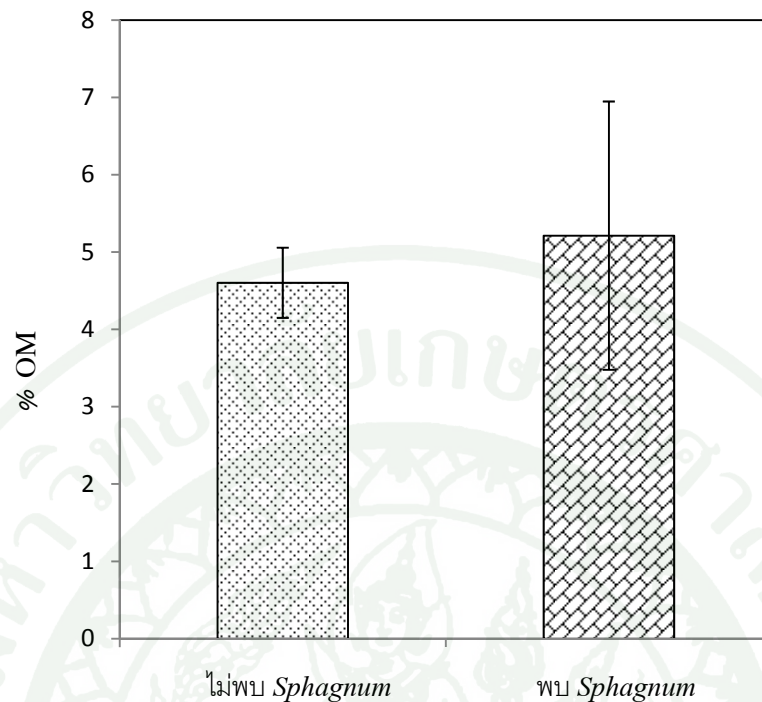
4. ค่าความเค็มของดินวัดจากค่าเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) จากการวิเคราะห์ดินได้ค่าความเค็มของดินในพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่เท่ากับ $0.052 \pm 0.006 \mu\text{s/cm}$ ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีค่าความเค็มของดินเฉลี่ยเท่ากับ $0.107 \pm 0.013 \mu\text{s/cm}$ (ภาพที่ 54) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าค่าเกลือโซเดียมคลอไรด์ในดินของกลุ่มพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ และกลุ่มพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ มีค่าความเค็มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ตารางภาคผนวกที่ 6) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า ค่าความเค็มในดินเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญของ

Sphagnum ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย อย่างไรก็ตามในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จัดว่ามีค่าความเค็มของดินที่ค่อนข้างต่ำ แต่ยังสามารถพบการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ได้ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Gignac and Vitt (1990) ซึ่งศึกษาปริมาณของโซเดียมคลอไรด์ในพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* พบว่ามีค่าความเค็มที่ค่อนข้างสูงอยู่ระหว่าง 2.75–9.875 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (2.2–7.9 มิลลิกรัมต่อลิตร) เพราะเป็นพื้นที่ที่ติดทะเล (Hyper-oceanic) จึงได้รับอิทธิพลจากโซเดียมมากกว่าพื้นที่บริเวณอื่น ๆ (Gignac, 1989) นอกจากนี้ยังมีผู้ศึกษาเกี่ยวกับผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญของ *S. recurvum* ที่เจริญอยู่ใน Pinhook bog โดยใช้โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 300–1500 มิลลิกรัมต่อลิตร (375 – 1,875 $\mu\text{s}/\text{cm}$) และให้สภาพที่มีการชะล้างและไม่ชะล้างทดแทนสภาพที่ฝนตก พบว่าการเจริญเติบโตด้านความยาวของลำต้นลดลงทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ แคลเซียมคลอไรด์ และโซเดียมซัลเฟต โดยเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นส่งผลให้กราฟการเจริญลดลงอย่างเป็นเส้นตรง และเมื่อทำการเปรียบเทียบการเจริญของ *Sphagnum* ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์และโซเดียมซัลเฟต พบว่าคลอไรด์ทำให้การเจริญของ *Sphagnum* ลดลงมากกว่าโซเดียม แต่เมื่ออยู่รวมกันเป็นโซเดียมคลอไรด์มีผลการลดการเจริญเติบโตสูงที่สุด และเมื่อทำการทดลองต่อไป *Sphagnum* จะตายในทุกความเข้มข้น (Wilcox, 1984) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาปริมาณของโซเดียมในภาคสนามโดย Gignac (1989) ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของโซเดียมเพิ่มขึ้นใน Hummock ที่ลึกลงไปหรือพื้นที่ทางด้านล่างของ Hummock และจะลดน้อยลงในบริเวณปลายของลำต้นหรือช่อกระจุกแน่น โดยที่โซเดียมถูกดูดขึ้นไปโดยเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ในปริมาณที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับการสะสมโพแทสเซียมไว้ภายในเซลล์ โซเดียมส่วนเกินจะไม่ถูกดูดซึมขึ้นมาด้วยเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ แต่จะถูกยึดจับไว้โดยเซลล์ไซโตและเซลล์ที่ตายแล้วทางด้านล่าง แล้วถูกแทนที่ด้วยไอออนบวกที่เป็น Divalent และ Trivalent และเมื่อฝนตกโซเดียมจะถูกชะล้างออกจาก Hummock ไปสู่น้ำหรือพื้นที่โดยรอบ (Clymo, 1963; Damman, 1978) ทำให้ *Sphagnum* ที่อยู่บน Hummock ได้รับอันตรายจากโซเดียมคลอไรด์น้อยลง



ภาพที่ 54 แผนภูมิแสดงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

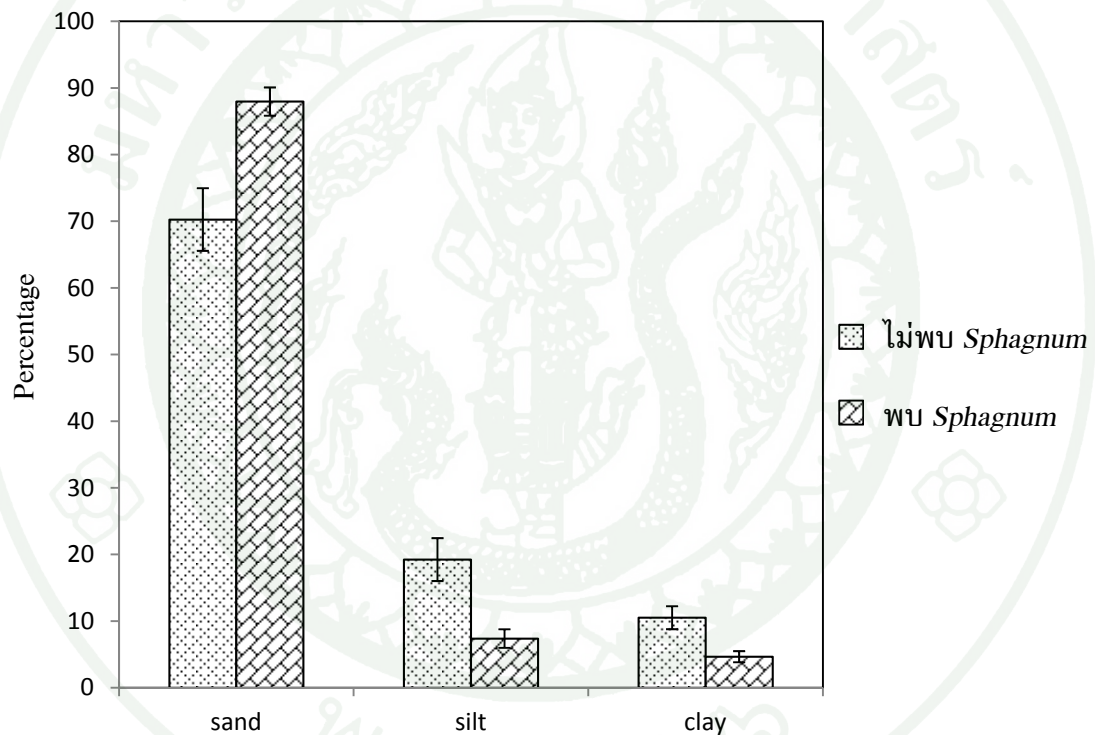
5. อินทรีย์วัตถุในดิน (%OM) จากการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ยเท่ากับ 5.21 ± 1.73 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ± 0.45 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 55) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อินทรีย์วัตถุของกลุ่มพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ และอินทรีย์วัตถุของกลุ่มพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางภาคผนวกที่ 7) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) โดยที่อินทรีย์วัตถุในพื้นที่ที่มี *Sphagnum* เจริญอยู่มาจากพืชที่เกิดจากส่วนของ *Sphagnum* ที่ตายแล้วและทับถมกัน ซึ่ง Wojtuń *et al.* (2013) กล่าวว่า *Sphagnum* สามารถเจริญได้บนก้อนหินที่มีอินทรีย์วัตถุมากได้เช่นกัน และสำหรับพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* แต่มีอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกับพื้นที่ที่มี *Sphagnum* นั้น อินทรีย์วัตถุที่พบเกิดจากการทับถมของเศษใบไม้ของไม้ต้นที่เจริญอยู่บริเวณจำนวนมาก



ภาพที่ 55 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

6. เนื้อดิน (Soil texture) ในพื้นที่ที่ศึกษาจะประกอบด้วยอนุภาคดินสามประเภทคือ แชนด์ ซิลท์ และเคลย์ ซึ่งจากการวิเคราะห์เนื้อดินดังกล่าวได้ผลดังนี้ พื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีเปอร์เซ็นต์ แชนด์ ซิลท์ และเคลย์ เท่ากับ 87.96 ± 2.12 , 7.38 ± 1.39 และ 4.66 ± 0.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่มีเปอร์เซ็นต์ แชนด์ ซิลท์ และเคลย์ เท่ากับ 70.26 ± 4.70 , 19.23 ± 3.22 และ 10.51 ± 1.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 56) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์ แชนด์ ซิลท์ และเคลย์ของดินในกลุ่มพื้นที่ที่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% กับกลุ่มพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* เจริญอยู่ (ตารางภาคผนวกที่ 8-10) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า ลักษณะโครงสร้างของเนื้อดินเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญของ *Sphagnum* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย ซึ่งบริเวณที่พบ *Sphagnum* มีแนวโน้มเป็นทรายโดยมีอนุภาคอื่นๆ น้อยกว่าอย่างมาก โดย *Sphagnum* แต่ละชนิดอาจจะเจริญได้ในสภาพเนื้อดินที่มีสัดส่วนแตกต่างกันได้ เช่นจากการศึกษาของ Famous and Taylor (2005) พบว่า *S. capillifolium* เจริญได้ดีที่สุดบนพีทผสมเคลย์ที่ไม่ย่อยสลาย รองลงมาเป็นพีทผสมแชนด์ที่ไม่เกิดการย่อยสลาย สำหรับ *S. magllanicum* เจริญได้ดีบนพีทที่ย่อยสลาย รองลงมาเป็นแชนด์ผสมพีทที่ย่อยสลายในสภาวะน้ำน้อย แต่ถ้าเป็นสภาวะน้ำมากจะพบว่าเจริญได้ดีบนพีทที่ย่อยสลาย รองลงมาเป็นพีทผสมแชนด์ที่ไม่ย่อยสลาย ในขณะที่ *S. recurvum* เจริญได้ดีบนพีท

ผสมแซนด์ที่ไม่ย่อยสลาย รองลงมาเป็นที่ที่ไม่ย่อยสลาย เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า *Sphagnum* เจริญได้ดีในพีทและพีทผสมแซนด์ (ทราย) หากเปรียบเทียบกับเนื้อดินที่ทำการศึกษาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง พบว่าพื้นที่ที่ศึกษาประกอบด้วยทรายที่สูง (87.96%) กว่าสัดส่วนอื่นๆ และมีอินทรีย์วัตถุสูงมาก (5.21%) ซึ่งเปรียบได้กับสภาพที่เป็นทรายผสมพีทนั่นเอง จึงเป็นเหตุผลให้สามารถพบ *Sphagnum* เจริญในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงได้ สำหรับในพื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* นั้นพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของทรายที่ต่ำกว่า (70.26%) รวมทั้งมีอินทรีย์วัตถุในดินยังน้อยกว่าเช่นกัน (4.60%) อาจส่งผลให้ *Sphagnum* หลากๆ ชนิดไม่ชอบสภาวะดังกล่าว ดังนั้นจึงไม่เจริญและแพร่กระจายพันธุ์ไปยังพื้นที่ดังกล่าว



ภาพที่ 56 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ แซนด์ ซิลท์ และเคลย์ในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

7. การปกคลุมเรือนยอด จากการประเมินด้วยสายตาพบว่า พื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* มักประกอบด้วยพื้นที่ที่มีไม้ใหญ่ปกคลุมเรือนยอดจนแสงส่องถึงพื้นดินได้น้อย (ภาพที่ 57 ก และข) ในขณะที่พื้นที่ที่พบ *Sphagnum* มักเป็นพื้นที่เปิดโล่งปราศจากไม้ใหญ่ปกคลุม มีแสงส่องผ่านมาก (ภาพที่ 57 ค) ซึ่ง Clymo (1973) พบว่าการเจริญเติบโตของ *Sphagnum* ในด้านน้ำหนักและความยาวของลำต้นที่เจริญในที่แจ้งจะดีกว่าในที่ร่ม และ Zechmeister (1995) พบว่า *S. compactum* และ *S. tenellum* มักพบเจริญในพื้นที่พีทเปิดโล่งหรือพื้นที่น้ำที่เปิดโล่ง นอกจากนี้

ยังมีผลการศึกษาของ Bonnett *et al.* (2010) ที่ศึกษาผลของที่ร่มและการปริมาณไนโตรเจน ต่อ สรีรวิทยาของ *S. capillifolium* พบว่ามวลชีวภาพและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของ *S. capillifolium* จะลดหากอยู่ในพื้นที่ที่มีแสง ขณะที่ปริมาณคาร์บอนในลำต้นลดลงในพื้นที่ที่ร่ม ร่วมกับการมีไนโตรเจนต่ำ แต่หากอยู่ในสภาพที่มีไนโตรเจนสูงและร่มจะไม่มีผลต่อปริมาณ คาร์บอนในลำต้น นอกจากนี้ปริมาณของไนโตรเจนในลำต้นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในที่ร่ม ขณะที่เมด ลีก็มีความแตกต่างเช่นกันในที่ที่มีแสงและที่ร่ม โดยพบว่าในที่ร่มจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณ คลอโรฟิลล์ต่อไนโตรเจน ปริมาณคาโรทีนอยด์ รวมทั้งปริมาณคาโรทีนอยด์ต่อไนโตรเจน เพิ่มขึ้น ด้วยเช่นกัน แต่อัตราส่วนคลอโรฟิลล์เอต่อบี และแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) จะลดลง ผล การศึกษาของ Bonnett *et al.* (2010) แสดงให้เห็นว่า *S. capillifolium* สามารถทนต่อสภาพแสง น้อยและแสงมากได้ รวมทั้งแหล่งที่มีไนโตรเจนสูงด้วยเช่นกันโดยอาศัยกระบวนการทางสรีรวิทยา แต่จะไม่สามารถปรับตัวให้อยู่ในที่ที่ร่มเงามากๆ ได้ และบทบาทที่สำคัญในการป้องกันแสงด้วย การมีแอนโทไซยานินมากกว่าคาโรทีนอยด์ (Steyn *et al.*, 2002) การเปลี่ยนแปลงของโลกที่ ร้อนขึ้นและไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น อาจนำไปสู่การเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นของพืชมีท่อลำเลียง ก่อให้เกิดร่มเงาเพิ่มขึ้น ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสังคมพืชจาก *Sphagnum* ไปสู่พืชที่มีท่อ ลำเลียงในพีทแลนด์ได้ (Lamers *et al.*, 2000; Berendse *et al.*, 2001; Bridgham, 2002; Fenner *et al.*, 2007) แต่อย่างไรก็ตาม *S. capillifolium* นั้นจัดได้ว่ามีความทนทานต่อร่มเงาสูง และการทับถมของไนโตรเจนที่สูงได้ดี ดังนั้น *S. capillifolium* จะยังคงเจริญอยู่ได้ในระบบนิเวศน์ ของพีทแลนด์ที่เริ่มมีพืชที่มีท่อลำเลียงเจริญมากขึ้นในระยะแรก แต่ในระยะยาว *S. capillifolium* อาจจะหายไป (Bonnett *et al.*, 2010) จากผลการศึกษาของนักวิจัยหลายท่านแสดงให้เห็นว่า พื้นที่ที่ร่มที่ปกคลุมด้วยไม้ใหญ่ไม่ใช่พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *Sphagnum* แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ใช้การประเมินสภาพการปกคลุมเรือนยอดด้วยสายตาไม่ได้ทำการวัดค่าการปก คลุมโดยใช้เครื่องมือ จึงทำให้ไม่ทราบค่าการปกคลุมเรือนยอดที่เป็นตัวเลขได้

จากการศึกษาปัจจัยแวดล้อมบางประการที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ. เลย โดยปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวประกอบด้วย เนื้อดิน ธาตุ อาหารเช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียม อินทรีย์วัตถุในดิน ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในดิน และค่าความเค็มของดิน รวมถึงการปกคลุมเรือนยอดที่ประเมินด้วยสายตา พบว่าปัจจัยที่ ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย ได้แก่ ปัจจัยแวดล้อมด้านเนื้อดิน ค่าความเค็ม และการปกคลุมเรือนยอด



ภาพที่ 57 ภาพแสดงการปกคลุมเรือนยอดของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

(ก-ข) พื้นที่ที่ไม่พบ *Sphagnum* และมีการปกคลุมเรือนยอดที่ไม่เปิดโล่ง

(ค) พื้นที่ที่พบ *Sphagnum* ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่เปิดโล่ง

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการเก็บตัวอย่าง *Sphagnum* L. ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย จาก 31 จุด ใน 4 เส้นทางศึกษาธรรมชาติ คือ ผาเตลีน โคนกนกระบา-ลานสุรียัน โคนพรหมจรรย์ และแปกดำ และระบุชนิดของ *Sphagnum* L. ที่พบในพื้นที่โดยใช้ลักษณะและจำนวนชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้น การแตกกิ่ง รูปร่างใบที่ลำต้น รูปร่างใบที่กิ่ง ลักษณะและตำแหน่งของรูที่เซลล์ไซ และรูปร่างของเซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์ทางด้านตัดขวางของใบ พบ *Sphagnum* L. ทั้งสิ้น 4 หมู่ 6 ชนิด คือ 1) หมู่ *Acutifolia* 1 ชนิดคือ *S. junghuhnianum* Dozy & Molk. 2) หมู่ *Cuspidata* 1 ชนิดคือ *S. cuspidatum* Müll. Hal. 3) หมู่ *Sphagnum* 2 ชนิดได้แก่ *S. palustre* L. และ *S. perichaetiale* Hampe. 4) หมู่ *Subsecunda* 1 ชนิดคือ *S. subsecundum* Nees ex Sturm และไม่สามารถระบุชนิดได้ 1 ตัวอย่างคือ *Sphagnum* sp.

ผลการศึกษาด้านปัจจัยแวดล้อมบางประการที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในบริเวณที่พบและไม่พบ *Sphagnum* พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายพันธุ์ของ *Sphagnum* อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติคือบริเวณที่พบการเจริญของ *Sphagnum* จะมีเนื้อดินที่ประกอบด้วยแซนด์ ($87.96 \pm 2.12 \%$) สูงกว่าซิลท์ ($7.38 \pm 1.39 \%$) และเคลย์ ($4.66 \pm 0.83 \%$) และมีค่าความเค็มของดินต่ำ ($0.052 \pm 0.006 \mu\text{s/cm}$) กว่าบริเวณที่ไม่พบ *Sphagnum* นอกจากนี้มักพบ *Sphagnum* ในพื้นที่เปิดโล่งที่มีการปกคลุมเรือนยอดต่ำ สำหรับปัจจัยแวดล้อมอื่น เช่น ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน ในบริเวณที่พบและไม่พบ *Sphagnum* นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาค ควรย้อมสีชิ้นตัวอย่างเพื่อสามารถเห็นโครงสร้างต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น ลักษณะของรู และเส้นใยฝอย เป็นต้น
2. ศัพท์เฉพาะทาง *Sphagnum* มีความแตกต่างจากพืชชั้นสูง ก่อให้เกิดความสับสนกับนักศึกษา ดังนั้นควรใช้หนังสือคำศัพท์เฉพาะทางไบรโอไฟต์ช่วยในการศึกษา

3. การเก็บปัจจัยเพื่อระบุการแพร่กระจายพันธุ์ ขาดการเก็บข้อมูลของการปกคลุม
เรือนยอดที่เป็นตัวเลข ดังนั้นจึงควรใช้เครื่องมือที่สามารถตรวจวัดการปกคลุมเรือนยอดเพื่อ
ความถูกต้องมากขึ้น



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือปฏิบัติงานกระบวนการการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. แหล่งที่มา : <http://www.ldd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf>, 21 ตุลาคม 2556.
- สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า. 2553. สถานีวิจัยสัตว์ป่า ภูหลวง. แหล่งที่มา : http://www.dnp.go.th/wildlife/Wildstation/003_Phuluang.html, 24 กันยายน 2553.
- สมใจ รัตนยนต์. 2541. ไบรโอไฟต์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- Anderson, L.E. 2005. Sphagnaceae, pp. 8–9. In B.H. Allen, ed. **Maine Mosses Sphagnaceae – Timmiaceae**. The New York Botanical Garden Press, New York.
- Andrus, R. 1980. Sphagnaceae (peat moss family) of New York State. **Contributions to the Flora of New York State** 3: 1–89.
- Austin, K.A. and R.K. Wieder. 1987. Effects of elevated H^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- and NH_4^+ in simulated acid precipitation on the growth and chlorophyll content of 3 north American Sphagnum species. **The Bryologist** 90(3): 221–229.
- Baker, R.G.E. and D.J. Boatman. 1989. The relationship between some morphological and chemical features of *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. And physical characteristics of the environment. **New Phytol** 113(4): 471–480.
- _____ and _____. 1990. Some effect of nitrogen, phosphorus, potassium and carbon dioxide concentration on the morphology and vegetation reproduction of *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. **New Phytol**. 116: 605–611.

- Baxter, R., M.J. Emes and J.A. Lee. 1992. Effect of an experimentally applied increase in ammonium on growth and amino acid metabolism of *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. Ex. Hoffm. From differently polluted areas. **New Phytol.** 120: 265–274.
- Berendse, F., N. Van Breemen, H. Rydin, A. Buttler, M. Heijmans, M.R. Hoosbeek, J. A. Lee, E. Mitchell, T. Saarinen, H. Vasander and B. Wallén. 2001. Raised atmospheric CO₂ levels and increased N deposition cause shifts in plant species composition and production in *Sphagnum* bogs. **Glob Change Biol** 7: 591–598.
- Bonnett, S.A.F., N. Ostle and C. Freeman. 2010. Short-term effect of deep shade and enhanced nitrogen supply on *Sphagnum capillifolium* morphophysiology. **Plant Ecol.** 207: 347–358.
- Bragazza L. 1997. *Sphagnum* niche diversification in two oligotrophic mires in Southern Alps of Italy. **The Bryologist** 100: 507–515.
- Bridgham, S.D. 2002. Nitrogen, translocation and *Sphagnum* mosses. **New Phytol.** 156: 137–144.
- Carfrae, J.A., L.J. Sheppard, J.A. Raven, I.D. Leith and A. Crossley. 2007. Potassium and phosphorus additions modify the response of *Sphagnum capillifolium* growing on Scottish ombrotrophic bog to enhanced nitrogen deposition. **Appl. Geochem.** 22: 1111–1121.
- Chopra, R.N. and P.K. Kumra. 2005. **Biology of Bryophytes.** New Age International (P) Ltd. New Delhi, India.
- Clymo, R.S. 1963. Ion exchange in *Sphagnum* and its relation to bog ecology. **Ann. Bot.** 27: 309–324.
- _____. 1973. The growth of *Sphagnum*: some effect of environment. **J. Ecol.** 63(3): 849–869.

- Clymo, R.S. 1984. The Limits to Peat Bog Growth. **Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.** 303: 605–654.
- Crum, H.A. 1984. **North American Flora. Series II Part II.** The New York Botanical Garden, New York.
- Damman, A.W.H. 1978. Distribution and movement of element in ombrotrophic peat bog. **Oikos** 30: 480–495.
- _____. 1986. Hydrology, development and biogeochemistry of ombrogenous peat bogs with special reference to nutrient relocation in western New found land bog. **Can. J. Bot.** 6: 384–394.
- Daniels, R.E. and A. Eddy. 1985. **Handbook of European Sphagna.** Institute of Terrestrial Ecology. Huntingdon, UK.
- _____ and _____. 1990. **Handbook of European Sphagna.** Institute of Terrestrial Ecology. Her Majesty's Stationery Office (HMSO). London, UK.
- Duckett, J.F., S. Pressel, K.M.Y. P'ng, and K.S. Renzaglia. 2009. Exploding a myth: the capsule dehiscence mechanism and the function of pseudostomata in *Sphagnum*. **New Phytol** 183: 1053–1063.
- Eddy, A. 1988. **A handbook of Malesina mosses Vol.1 Sphagnales to Dicranales.** British Museum (Natural History), London, UK.
- Famous, M.S. and N. Taylor. 2005. Regeneration of three *Sphagnum* species. **Wetl. Ecol. Manag.** 13: 635–645.
- Fenner, N., N.J. Ostle, N. McNamara, T. Sparks, H. Harmens, B. Reynolds, and C. Freeman. 2007. Elevated CO₂ effects on peatland plant community carbon dynamics and DOC production. **Ecosystems** 10: 635–647.

- Flatberg, K. I. 2002. **The Norwegian Sphagna: a field colour guide.** Available Source: http://culturesheet.org/articles:the_norwegian_sphagna_-_a_field_colour_guide. January 10, 2011.
- _____. 2004. **The Norwegian Sphagna: a field colour guide.** 2nd ed. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Trondheim, Norway.
- Flora of the U.S. and Canada. 2009. **Genus *Sphagnum*.** Available Source: <http://luirig.altervista.org/flora/taxa/floranam.php?genere=Sphagnum>, May 15, 2014.
- Gąbka, M. and M. Lamentowicz. 2008. Vegetation – environment relationship in peatland dominated by *Sphagnum fallax* in western Poland. **Folia Geobot.** 43: 413-429.
- Gates, F.C. 1915. A *Sphagnum* bog in the Tropics. **J. Ecol.** 3(1): 24-30.
- Gerdol, R. and L. Bragazza. 1994. The distribution of *Sphagnum* species along an elevational gradient in the Southern Alps (Italy). **Bot. Helv.** 104: 93-101.
- Gignac, L.D. 1989. Mineral content of mire surface water and hummock-forming *Sphagnum* species in peatlands of western Canada. **Lindbergia** 15: 151-160.
- _____ and D.H. Vitt. 1990. Habitat limitations of *Sphagnum* along climatic, chemical and physical gradients. **The Bryologist** 93(1): 7-22.
- _____, _____, S.C. Zoltai and S.E. Bayley. 1991. Bryophyte response surfaces along climatic, chemical, and physical gradients in peatlands of Western Canada. **Nova. Hedvigia.** 53:21-71.

- Glime, J.M. 2013. Bryophyta – Sphagnopsida. Chapt. 2–5, pp. 1–13. In J.M. Glime, ed. **Bryophyte Ecology Vol.1 Physiological Ecology**. Available Source: <http://www.bryoecol.mtu.edu./chapters/2-5Sphagnopsida.pdf>. January 20, 2014.
- _____, R.G. Wetzel and B.J. Kennedy. 1982. The effect of bryophytes on succession from alkaline marsh to *Sphagnum* bog. **Am. Midl. Nat.** 108: 209–223.
- Gorham, E. 1957. The chemical composition of some natural waters in the Cairn Gorm–Strath Spey district of Scotland. **Limnol. Oceanogr.** 2(2): 143–154.
- _____. 1991. Northern peatlands: role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. **Ecol. Appl.** 1: 182–195.
- _____, S. Bayley and D.W. Schindler. 1984. Ecological effects of acid deposition upon peatland: a neglected field in ‘acid-rain’ research. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 41: 1256–1268.
- _____ and W.H. Pearsall. 1956. Acidity, specific conductivity and Calcium content of some bog and fen water in northern Britain. **J. Ecol.** 44(1): 129–141.
- Hájek, M., M. Horsák, P. Hájková and D. Ditě. 2006. Habitat diversity of central European fens in relation to environmental gradients and an effort to standardise fen terminology in ecological studies. **Perspect. Plant. Ecol.** 8: 97–114.
- Hájek, T. 2008. **Ecophysiological Adaptations of Coexisting Sphagnum Mosses**. Ph.D. Thesis, University of South Bohemia, Czech Republic.
- _____. 2009. Habitat and species controls on *Sphagnum* production and decomposition in bog. **Boreal. Environ. Res.** 14: 947–958.
- _____ and L. Adamec. 2009. Mineral nutrient economy in competing species of *Sphagnum* mosses. **Ecol. Res.** 24(2): 291–302.

- He, S. 1997. **An Annotated Checklist and Atlas of the Mosses of Thailand**. Available Source: <http://www.mobot.org/MOBOT/moss/Thailand/thai-s.shtml>. September 24, 2010.
- Jain, S.P. 2010. **A Text Book of Botany**. 4th ed. Capital Offset Press. New Delhi, India.
- Johnson, A. 1980. **Mosses of Singapore and Malaysia**. Singapore University Press, Singapore.
- Johnson, L.C. and A.W.H. Damman. 1993. Decay and its regulation in Sphagnum peatland. **Adv. Bryol.** 5: 249–296.
- Jones, C.G., J.H. Lawton and M. Shachak. 1994. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos** 69: 373–386.
- Karlin, E.F. and L.C. Bliss. 1984. Variation in substrate chemistry along microtopographical and water chemistry gradients in peatlands. **Can. J. Bot.** 62: 142–153.
- Karofeld, E. and R. Pajula. 2005. Distribution and Development of Necrotic Sphagnum Patches in Two Estonian Raised Bogs. **Folia. Geobot.** 40: 357–366.
- Kitner, M., A. Pouličková, R. Novotný and M. Hájek. 2004. Desmids (*Zygnematophyceae*) of the spring fens of a part of West Carpathians. **Czech Phycol.** 4: 43–63.
- Knight, A.H., W.M. Crooke and R.H.E. Inkson. 1961. Cation–exchange capacities of tissue of higher and lower plants and their related uronic acid contents. **Nature** 192: 142–143.
- Lamers, L., R. Bobbink and J.G.M. Roelofs. 2000. Natural nitrogen filer fails in polluted raised bogs. **Glob Change Biol** 6: 583–586.

- Li, Y., J.M. Glime and T.D. Drummer. 1993. Effect of phosphorus on the growth of *Sphagnum magellanicum* Brid. And *S. papillosum* Lindb. **Lindbergia** 18: 25-30.
- Ligrone, R. and J.G. Duckett. 1998a. The leafy stems of *Sphagnum* (Bryophyta) contain highly differentiated polarized cells with axial arrays of endoplasmic microtubules. **New Phytol** 140: 567-579.
- _____ and _____. 1998b. Development of the leafy shoot in *Sphagnum* (Bryophyta) involves the activity of both apical and subapical meristems. **New Phytol** 140: 581-595.
- _____ and K.S. Renzaglia. 1989. The ultrastructure of the placenta in *Sphagnum*. **New Phytol** 111: 197-201.
- Limpens, J. and F. Berendse. 2003. Growth reduction of *Sphagnum magellanicum* subjected to high nitrogen deposition: the role of amino acid nitrogen concentration. **Oecologia** 135: 339-345.
- _____, H.B.M. Tomassen and F. Berendse. 2003. Expansion of *Sphagnum fallax* in bogs: striking the balance between N and P availability. **J. Bryol.** 25: 1-8.
- Malmer, N. 1988. Patterns in the growth and accumulation of inorganic constituents in the *Sphagnum* cover on ombrotrophic bog in Scandinavia. **Oikos** 53: 105-120.
- _____, D.G. Horton and D. Vitt. 1992. Element concentration in mosses and surface waters of western Canadian mire in relation to precipitation chemistry and hydrology. **Ecography** 15: 114-128.
- Melosik, I. and S.M. S astad. 2005. In vitro propagation of selected *Sphagnum* species (section *Subsecunda*). **Lindbergia** 30: 21-31.
-  okland, R.H. 1990. Regional variation in SE Fennoscandian mire vegetation. **Nord J. Bot** 10: 258-310.

- Peltoniemi, K. 2010. Aerobic carbon-cycle related microbial communities in boreal peatlands: responses to water-level drawdown. Ph.D. Thesis, University of Helsinki, Finland.
- Phephu, N. 2009. *Sphagnum*. Available Source: <http://www.plantzafrika.com/frames/plantsfram.htm>, September 24, 2010.
- Rydin, H. and R.S. Clymo. 1989. Transport of carbon and phosphorus compounds about *Sphagnum*. **Proc. R. Soc. Lond.** 237: 63-84.
- _____, U. Gunnarsson and S. Sundberg. 2006. The role of *Sphagnum* in peatland development and persistence, pp. 49-65. In D.H. Vitt and P.K. Wieder, Eds. **Boreal peatland ecosystems, Ecological Studies Vol.188**. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Rudolph, H.,J. Krause, M.B. Laicher and E. Herms. 1981. Investigation of the shikimic acid metabolism in *Sphagnum magellanicum* during synthesis of Sphagnorubin induced by chilling. **Biochem. Physiol. Pflanz.** 176(8): 728-736.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1985. **Plant Physiology**. 3rd ed. Wadsworth Publishing Company. California, US.
- Seppelt , R. D. 2000. The Sphagnopsida (Sphagnaceae; Ambuchananiaceae) in Australia. **Hikobia.** 13: 163 - 183.
- Shaw, A.J. 2000 . Phylogeny of the Sphagnopsida based on nuclear and chloroplast DNA sequences. **Bryologist** 103 : 277 - 306 .
- _____, and B. Goffinet. 2000. **Bryophyte Biology**. Cambridge University Press, Cambridge.
- _____, C.J. Cox, and S.B. Boles. 2003. Polarity of peatmoss (*Sphagnum*) evolution: Who says bryophytes have no roots? **Am. J. Bot.** 90(12): 1777-1787.

- Shaw, A.J., C.J. Cox, W.R. Buck, N. Devos, A.M. Buchanan, L. Cave, R. Seppelt, B. Shaw, J. Larraín, R. Andrus, J. Greilhuber and E.M. Temsch. 2010. Newly resolved relationships in an early land plant lineage: Bryophyta class Sphagnopsida (peat mosses). *Am J Bot.* 97(9): 1511–31.
- Sjörs, H. 1950. On the relations between vegetation and electrolytes in Swedish mire water. *Oikos* 2: 241–258.
- _____. 1963. Bog and fens on Attawapiskat River, northern Ontario. *Nat. Mus. Can. Bull.* 186: 45–133.
- _____ and U. Gunnarsson. 2002. Calcium and pH in north and central Swedish mire waters. *J. Ecol.* 90: 650–657.
- Sornsamran, R. and O. Thaitong. 1995. **Bryophyte in Thailand.** Integrated Promotion Technology Co., Ltd., Bangkok, Thailand.
- Steyn, W.J., S.J.E. Wand, D.M. Holcroft and G. Jacobs. 2002. Anthocyanin in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection. *New Phytol.* 155: 349–361.
- The Plant list. 2010. *Sphagnum*. Available Source: <http://www.theplantlist.org/browse/B/Sphagnaceae/Sphagnum>, July 25, 2013.
- van Breemen, N. 1995. How *Sphagnum* bogs down other plants. *Trend. Ecol. Evol.* 10: 270–275.
- Vanderpoorten, A. and B. Goffinet. 2009. **Introduction to Bryophytes.** Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Verhoeven, J.T.A. 1986. Nutrient dynamic in minerotrophic peat mires. *Aquat. Bot.* 25: 117–137.

- Vitt, D.H. 2000. Peatlands: ecosystems dominated by bryophyte. 312–343. In A.J. Shaw and B. Goffinet. Eds. **Bryophyte Biology**. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Warner, B.G. and C.D.A. Rubec. 1997. The Canadian Wetland Classification System. 2nd ed. Wetland Research Centre. Ontario, Canada.
- Watson, E.V. 1971. **The Structure and Life of Bryophytes**. 3rd ed. Hutchinson University, London, UK.
- Wilcox, D.A. 1984. The effect of NaCl Deicing salts on *Sphagnum recurvum* P. Beauv. **Environ. Exp. Bot.** 24(4): 295–304.
- Wojtuń, B., A. Sendyk and D. Martyniak. 2013. *Sphagnum* species along environmental gradients in mires of the Sudety mountains (SW Poland). **Boreal. Environ. Res.** 18: 74–88.
- Xing-jiang, L. and S. He. 1999. Sphagnaceae, pp. 3–48. In C. Gao, M. R. Crosby & S. He, Eds. **Moss Flora of China. English version. Vol. 1. Sphagnaceae–Leucobryaceae**. Science Press. Beijing, China.
- Zechmeister, H.G. 1995. Ecology and distribution of *Sphagnum tenellum* (Brid.) Brid. And *S. compactum* DC. in Austria. **Lindbergia** 20: 5–11.



ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของความสูงจาก
ระดับน้ำทะเลปานกลางของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	2270.331	2270.331	1.721	0.200
Within Groups	29	38251.540	1319.019		
Total	30	40521.871			

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณฟอสฟอรัสใน
ดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	19.844	19.844	0.466	0.500
Within Groups	29	1234.995	42.586		
Total	30	1254.839			

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณโพแทสเซียม
ในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	179.619	179.619	0.127	0.724
Within Groups	29	41011.091	1414.176		
Total	30	41190.710			

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณแคลเซียมในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	5837.764	5837.764	0.096	0.759
Within Groups	29	1758399.010	60634.449		
Total	30	1764236.774			

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	0.004	0.004	0.059	0.809
Within Groups	29	2.073	0.071		
Total	30	2.077			

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	0.017	0.017	21.371	0.000
Within Groups	29	0.024	0.001		
Total	30	0.041			

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	3.893	3.893	0.122	0.729
Within Groups	29	925.061	31.899		
Total	30	928.955			

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณเปอร์เซ็นต์แซนดีในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	1765.602	1765.602	19.338	0.000
Within Groups	29	2647.715	91.301		
Total	30	4413.317			

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณเปอร์เซ็นต์ซิลิกาในดินของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	740.191	740.191	16.996	0.000
Within Groups	29	1262.948	43.550		
Total	30	2003.139			

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (One Way ANOVA) ของปริมาณเปอร์เซ็นต์
เคลย์ของพื้นที่ที่ไม่พบและพบ *Sphagnum*

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Between Groups	1	219.414	219.414	17.590	0.000
Within Groups	29	361.744	12.474		
Total	30	581.157			

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวจุฬาลักษณ์ สติธิชอบธรรม
เกิดวันที่	16 กรกฎาคม 2531
สถานที่เกิด	เขตธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2553)
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	รางวัลชมเชยนำเสนอภาคโปสเตอร์ เรื่อง มอสส์สกุลข้าวตอกฤๅษี (<i>Sphagnum</i> L.) ใน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย ในการ ประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	1. ทุนบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน 2. ทุนพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ (ทุน เรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย)