



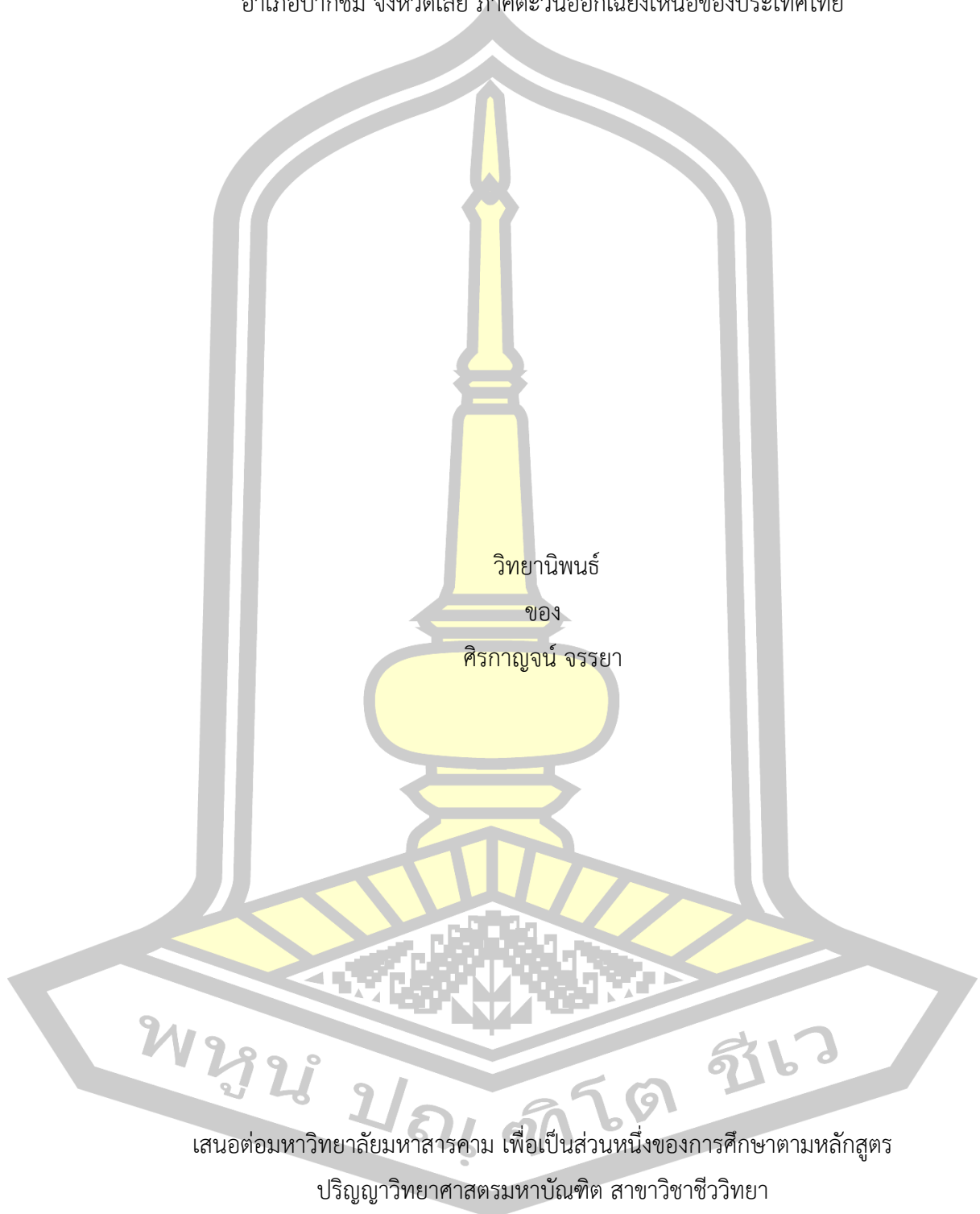
ความหลากหลายของชาติศึกษาดำเนินชีวิตใต้อาณัติของพระรัตนตรัย  
อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

วิทยานิพนธ์  
ของ  
ศิริกาญจน์ จรรยา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา  
ธันวาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ความหลากหลายของชาติภรรพ์เรดิโอะลาเรียนยุคตีโเวเนียนจากหน้าตัดชั้นหินเซิร์ต บ้านวังผา  
อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย



วิทยานิพนธ์  
ของ  
ศิริกาญจน์ จรรยา

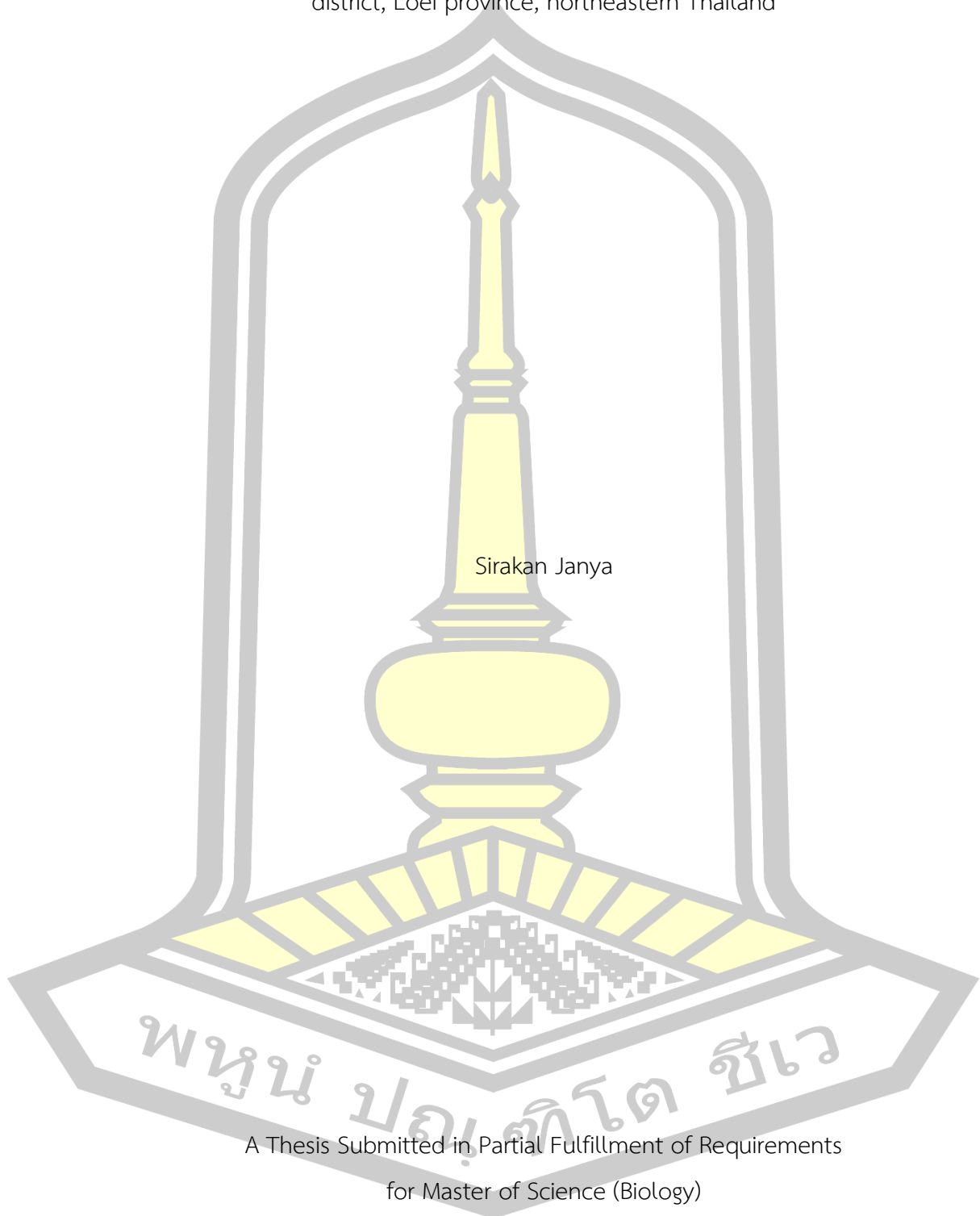
พูน ปอติโต ชีเว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

ธันวาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Diversity of Devonian radiolarians from the Ban Wang Pha chert section in Pak Chom district, Loei province, northeastern Thailand



Sirakan Janya

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Science (Biology)

December 2020

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายศิริกาญจน์ จรรยา  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. พิษณุพงศ์ กาญจนพยนต์ )

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. มงคล อุดชาชน )

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผศ. ดร. หทัยทิพย์ อุดชาชน )

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ศักดิ์บวร ตุ่มปี่สุวรรณ )

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. คมศร เล่าห์ประเสริฐ )

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....  
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล ) (รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	ความหลากหลายของซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียยุคตีโวเนียนจากหน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย		
ผู้วิจัย	ศิริกาญจน์ จรรยา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. มงคล อุดชาชน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. หทัยทิพย์ อุดชาชน		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	ชีววิทยา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2563

### บทคัดย่อ

ซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียจากหินเชิร์ตยุคตีโวเนียนตามแนวชั้นหินคดโค้งเลยนั้นมีรายงานการค้นพบบ้างแล้วในอดีต อย่างไรก็ตามยังมีชั้นหินเชิร์ตอีกหลายพื้นที่ของจังหวัดเลยยังไม่เคยมีการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรีย การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตที่โผล่บริเวณเนินเขาหลังโรงเรียนบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย โดยตัวอย่างหินเชิร์ตมากกว่า 80 ตัวอย่าง ถูกนำมาละลายตามขั้นตอนมาตรฐานด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (HF) ความเข้มข้นร้อยละ 3-5 ผลการศึกษาพบเรดิโอลาเรียยุคตีโวเนียนจำนวน 14 สกุล 37 ชนิด และสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มชีวิน *Stigmospherostylus ornatus* ร่วมกับ *Trilonche chiangdaoensis*, *T. dihelicis*, *T. guangxiensis* และ *T. vachardi* สามารถระบุอายุชั้นหินเป็นอายุ Frasnian กลุ่มชีวิน *Polyentactinia invenusta*, *P. tenera* และ *Stigmosphaerostylus variospina* สามารถระบุอายุชั้นหินเป็นอายุฟาร์เนียน (Frasnian) ถึง ฟาเมนเนียน (Famennian) และกลุ่มชีวิน *Stigmosphaerostylus variospina*, *Archocyrtium* sp. *Belowea variabilis* และ *Triaenosphaera sicarius* สามารถระบุอายุชั้นหินเป็นอายุฟาเมนเนียนถึงช่วงต้นของยุคคาร์บอนิเฟอรัส เมื่อนำผลการศึกษาครั้งนี้กับผลการศึกษาเรดิโอลาเรียยุคตีโวเนียนตามแนวชั้นหินคดโค้งเลยในอดีต มาเทียบเคียงกับผลศึกษาเรดิโอลาเรียยุคตีโวเนียนบริเวณเขตอินทนนท์ (Inthanon zone) ทำให้ทราบว่าความหลากหลายชนิดของเรดิโอลาเรียตามแนวชั้นหินคดโค้งเลยมากกว่าบริเวณเขตอินทนนท์

คำสำคัญ : เรดิโอลาเรีย, ยุคตีโวเนียนตอนปลาย, หินเชิร์ต, แนวชั้นหินคดโค้งเลย, บ้านวังผา

**TITLE** Diversity of Devonian radiolarians from the Ban Wang Pha chert section in Pak Chom district, Loei province, northeastern Thailand

**AUTHOR** Sirakan Janya

**ADVISORS** Associate Professor Mongkol Udchachon , Ph.D.  
Assistant Professor Hathaithip Thassanapak , Ph.D.

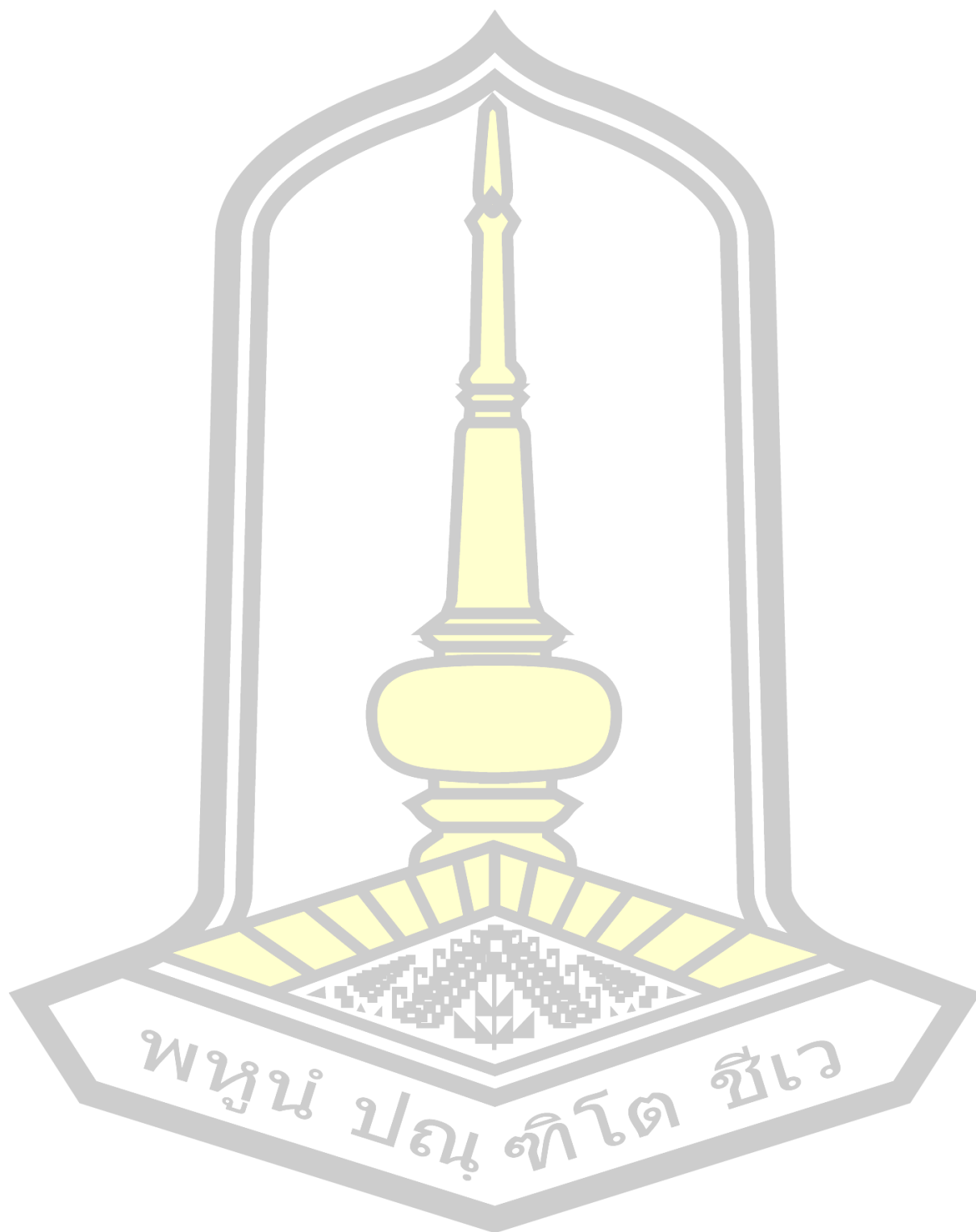
**DEGREE** Master of Science **MAJOR** Biology

**UNIVERSITY** Maharakham **YEAR** 2020  
University

### ABSTRACT

Some of Devonian radiolarian chert sequences have been previously reported from the Loei Fold Belt. However, there are various chert sequences exposed in Loei province have not yet been studied. The chert sequence exposed at a hill located behind the Ban Wang Pha School was selected in this study. More than 80 chert samples were collected from the section. Standard chemical method was applied by using 3-5 % hydrofluoric acid for radiolarian extraction. As the result, these Devonian radiolarians can be classified into 14 genera and 37 species. These faunas can be grouped into 3 assemblages. Assemblage one includes *Stigmospherostylus ornatus*, *Trilonche chiangdaoensis*, *T. dihelicis*, *T. guangxiensis* and *T. vachardi* indication of Frasnian. Assemblage two includes *Polyentactinia invenusta*, *P. tenera* and *Stigmosphaerostylus variospina* indication of Frasnian to Famennian. Assemblage three includes *Stigmosphaerostylus variospina*, *Archocyrtium* sp., *Belowea variabilis* and *Triaenosphaera sicarius* indication of Famennian to early Carboniferous. The result of this study combined with the previous works on Devonian radiolaria in the Loei Fold Belt have been correlated to those from the Inthanon zone. It reveals that the general Late Devonian radiolaria diversity in term of number of species from the Loei Fold Belt is higher than those from the Inthanon zone.

Keyword : Radiolaria, Late Devonian, Chert, Loei fold belt, Ban Wang Pha



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.มงคล อุดชาชนอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หทัยทิพย์ อุดชาชน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์พงศ์ กาญจนพยนต์ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมศร เล่าห์ประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์บวร ตุ่มปีสุวรรณ คณะกรรมการ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษา เสียสละเวลาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ไปด้วยดี

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและการศึกษาบรรพชีวินวิทยา และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสถานที่ห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณครอบครัว และนางสาวรพร เหล่าจินดา นายเสกสรร เฉิดรัมย์ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ศิริกาญจน์ จรรยา

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 ระยะเวลาการดำเนินการศึกษา.....	2
1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา.....	3
บทที่ 2 ปรีทัศน์เอกสารข้อมูล.....	5
2.1 ชีวิตวิทยาของเรดิโอลาเรียน.....	5
2.2 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคติวเนียนในประเทศไทย.....	7
2.2.1 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคติวเนียนบริเวณภาคเหนือ.....	7
2.2.2 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคติวเนียนบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	8
2.3 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	9
2.3.1 ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดเลย.....	9
2.3.2 ธรณีวิทยาทั่วไปในจังหวัดเลย.....	10

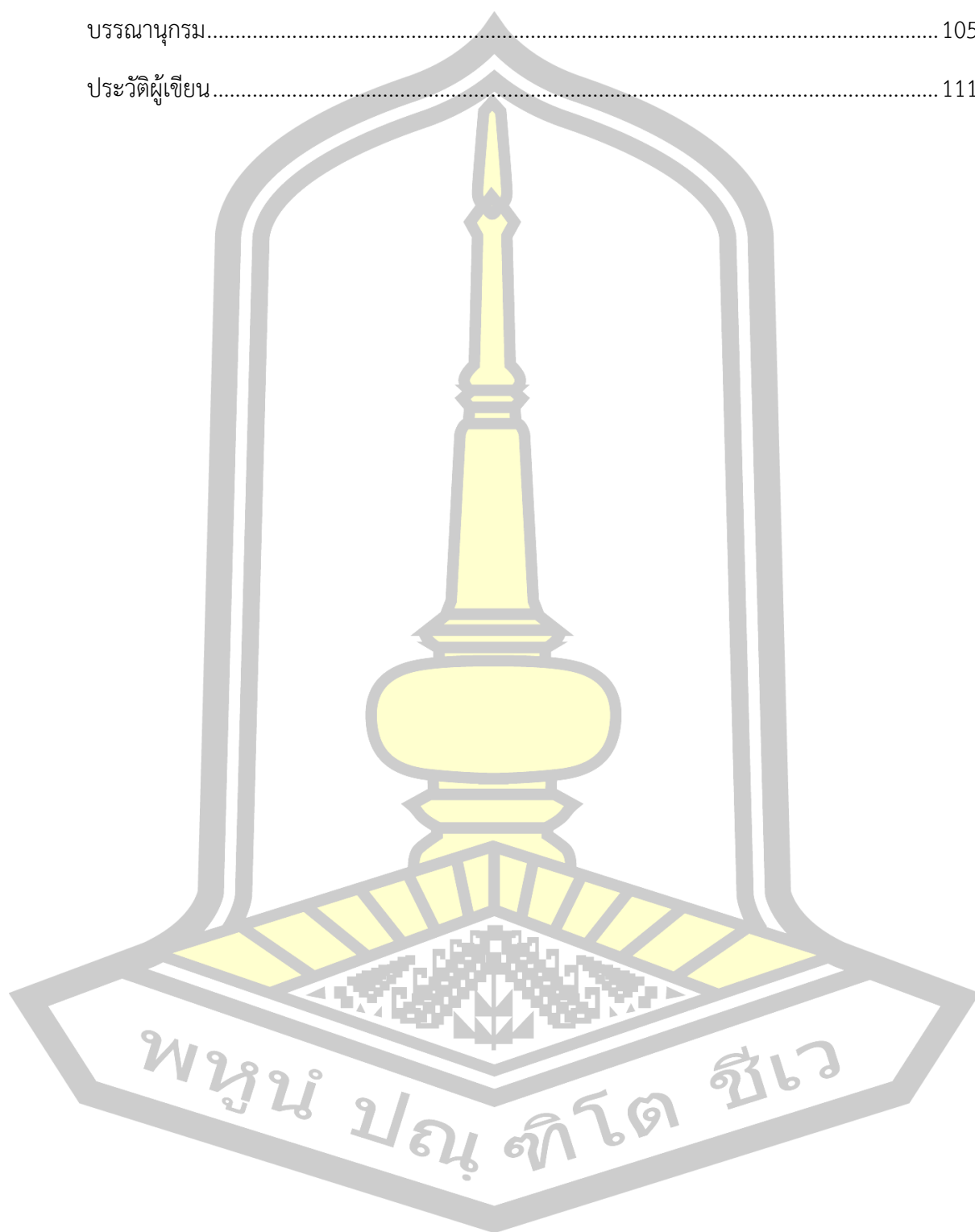
2.3.3	หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนกลาง .....	10
2.3.4	หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน.....	11
2.3.5	หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบนสุด.....	11
บทที่ 3	วิธีดำเนินการ .....	16
3.1	ขั้นตอนการวางแผน และศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	16
3.1.1	การวางแผน และกำหนดขอบเขตการศึกษา .....	16
3.1.2	การวิเคราะห์พื้นที่สำหรับการเก็บตัวอย่าง .....	16
3.2	ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม และเก็บตัวอย่างจากภาคสนาม.....	16
3.2.1	การเตรียมอุปกรณ์สำหรับสำรวจภาคสนาม .....	16
3.2.2	การสำรวจ และเก็บตัวอย่างในภาคสนาม .....	16
3.3	ขั้นตอนการศึกษาตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ.....	18
3.3.1	การล้างตัวอย่าง.....	18
3.3.2	การละลายตัวอย่าง.....	18
3.3.3	การเก็บตะกอนตัวอย่าง.....	18
3.3.4	การทำให้ตัวอย่างตะกอนแห้ง.....	18
3.3.5	การแยกเรติโอลาเรียออกจากตะกอน .....	18
3.3.6	การถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope: SEM) และการจัดจำแนก .....	19
3.3.6.1	การติดซาคติกด้าบรرفเรติโอลาเรียนบนแท่นตัวอย่าง.....	19
3.3.6.2	การนำแท่นติดตัวอย่างเข้าฉาบด้วยอิเล็กตรอน (การโค้ดทอง).....	19
3.3.6.3	การถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM).....	19
3.3.6.4	การจัดจำแนกเรติโอลาเรีย .....	19
3.3.6.5	ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึง .....	19
3.4	ขั้นตอนการจัดทำรูปเล่มรายงานการศึกษา และตีพิมพ์ผลงาน .....	20

บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	24
4.1 ความหลากหลายของเรดิโอลาเรียยุคตีโวเนียน.....	24
4.2 กลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียยุคตีโวเนียน.....	24
4.2.1 กลุ่มชีวินอายุ Frasnian.....	24
4.2.2 กลุ่มชีวินอายุ Frasnian – Famennian.....	25
4.2.3 กลุ่มชีวินอายุ Famennian to early Carboniferous.....	25
4.3 อนุกรมวิธานเรดิโอลาเรียน.....	27
บทที่ 5 บทสรุป.....	97
5.1 เรดิโอลาเรียนยุคตีโวเรียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นเชิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลาง.....	97
5.1.1 พื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา.....	97
5.1.2 พื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง.....	97
5.2 กลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียน และการกำหนดอายุ.....	98
5.2.1. กลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียที่บ่งบอกยุคตีโวเนียนตอนปลายช่วงอายุ Frasnian.....	98
5.2.2. กลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียนที่บ่งบอกยุคตีโวเนียนตอนปลายช่วงอายุ Frasnian – Famennian.....	98
5.2.3. กลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียที่บ่งบอกยุคตีโวเนียนตอนปลายถึงยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น ช่วงอายุ Famennian – early Carboniferous (Tournaisian).....	99
5.3 การเทียบความหลากหลายชนิดของเรดิโอลาเรียนยุคตีโวเนียน.....	99
5.3.1 บริเวณพื้นที่เขตอินทนนท์ (Inthanon zone).....	99
5.3.2 บริเวณพื้นที่ตามแนวชั้นหินคดโค้งเลย (Loei Fold Belt) และพื้นที่ศึกษา.....	99
5.3.3 การเทียบความหลากหลายชนิดระหว่างพื้นที่เขตอินทนนท์ และแนวชั้นหินคดโค้งเลย.....	99
5.4 อายุการสะสมตะกอน และสภาพแวดล้อมบรรพกาลของพื้นที่ศึกษา.....	100
5.4.1 อายุการสะสมตะกอนชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา.....	100
5.4.2 อายุการสะสมตะกอนชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง.....	100

5.4.3 สภาพแวดล้อมบรรพกาลพื้นที่ศึกษาบ้านวังผา และบ้านกลาง..... 100

    บรรณานุกรม..... 105

    ประวัติผู้เขียน..... 111



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางแสดงรายละเอียดระยะเวลาการศึกษาจากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในพื้นที่หน้าตัด ชั้นหินเซิร์ตบ้านวังผา อำเภอบางคนธ์ จังหวัดเลย .....	3
ตารางที่ 2 ตารางแสดงการกระจายของเรดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียนตอนปลายในพื้นที่หน้าตัดชั้นหิน บ้านวังผา (S) และบ้านกลาง (TU).....	26
ตารางที่ 3 ตารางแสดงจำนวนชนิดของเรดิโอลาเรียระหว่างเขตอินทนนท์ กับแนวชั้นหินคดโค้งเลย .....	103

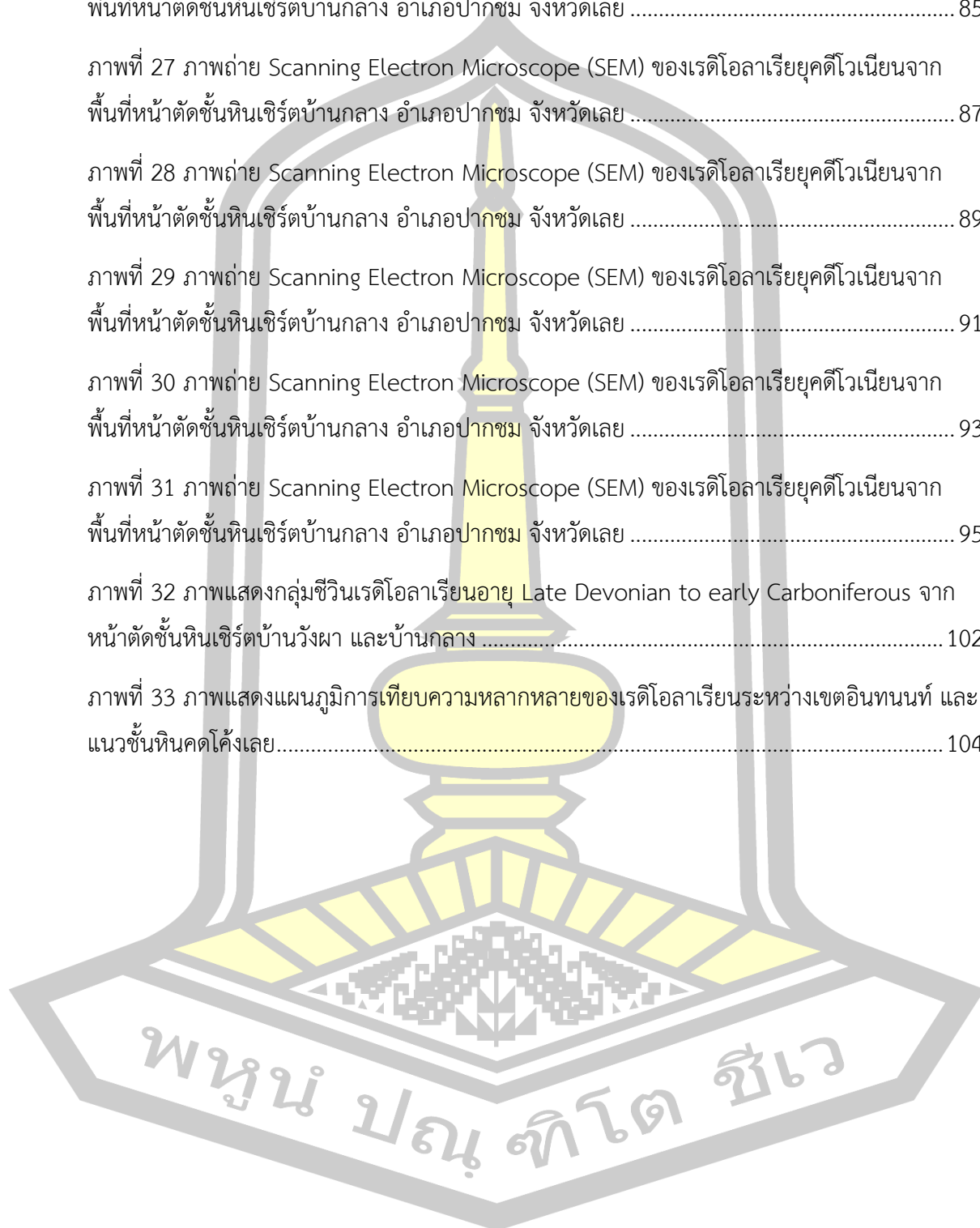


## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ภาพแสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย .....	4
ภาพที่ 2 แสดงลักษณะสัณฐานของกลุ่ม Spumellarian (ซ้าย) และกลุ่ม Nassellaria (ขวา).....	6
ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งการกระตัวของเรดิโอลาเรียนตามพฤติกรรมการกินโดยจะแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลักดังนี้ b: bacterivores, n: nannoherbivores หรือ herbivores, s: symbiotrophes, d: detritivores (ดัดแปลงจาก: (Casey, 1993)) .....	6
ภาพที่ 4 ลักษณะภูมิประเทศแบบที่ราบเชิงเขาบริเวณโดยรอบพื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของ อำเภอปากชม จังหวัดเลย.....	10
ภาพที่ 5 แสดงการเทียบเคียงความสัมพันธ์แห่งลำดับชั้นหินตามชีวภาพในประเทศไทย กับประเทศ ลาวตอนกลาง และประเทศเวียดนามตอนกลาง และแสดงตำแหน่งชั้นหินที่ศึกษาเรดิโอลาเรีย (ดัดแปลงจาก (Thassanapak et al., 2017;)).....	13
ภาพที่ 6 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดเลย ที่แสดงตำแหน่งพื้นที่ศึกษาบ้านวังผา อำเภอปากชม.....	14
ภาพที่ 7 แสดงภาพหน้าตัดชั้นหินเชิร์ต และการเก็บตัวอย่างหน้าตัดชั้นหินเชิร์ต โดยหินเชิร์ตมีความหนาประมาณ 2-5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นภูเขาบริเวณหลังโรงเรียนบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย .....	17
ภาพที่ 8 ภาพถ่ายชั้นตอนระหว่างการศึกษารेดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียน.....	21
ภาพที่ 9 ภาพแผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษารेดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียนจากหน้าตัดชั้นหิน บ้านวังผา และบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย.....	22
ภาพที่ 10 ภาพแผนผังแสดงขั้นตอนการสกัดเรดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียนจากหน้าตัดชั้นหินบ้านวังผา และบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย .....	23
ภาพที่ 11 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย .....	55
ภาพที่ 12 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย .....	57



ภาพที่ 26 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakชม จังหวัดเลย .....	85
ภาพที่ 27 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakชม จังหวัดเลย .....	87
ภาพที่ 28 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakชม จังหวัดเลย .....	89
ภาพที่ 29 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakชม จังหวัดเลย .....	91
ภาพที่ 30 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakชม จังหวัดเลย .....	93
ภาพที่ 31 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakชม จังหวัดเลย .....	95
ภาพที่ 32 ภาพแสดงกลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียนอายุ Late Devonian to early Carboniferous จากหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลาง .....	102
ภาพที่ 33 ภาพแสดงแผนภูมิการเทียบความหลากหลายของเรดิโอลาเรียนระหว่างเขตอินทนนท์ และแนวชั้นหินคดโค้งเลย.....	104





## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 หลักการและเหตุผล

เรดิโอลาเรียนเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่จัดเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวในมหาสมุทร สามารถพบได้ตั้งแต่ยุคแคมเบรียนจนถึงปัจจุบัน โดยมีองค์ประกอบโครงสร้างของเปลือกเป็นสารซิลิกอนไดออกไซด์ ( $\text{SiO}_2$ ) ปัจจุบันการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียน ได้นำวิธีการของ (Pessageno & Newport, 1972) มาประยุกต์ใช้ โดยการละลายหินเชิร์ตด้วยกรดกัดแก้ว (Hydrofluoric Acid หรือ HF) ซึ่งหินตะกอนชนิดนี้มีสภาพแวดล้อมการสะสมตะกอนแบบทะเลลึก ทำให้การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนได้นำไปสู่การใช้ประโยชน์โดยการนำไปเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านธรณีวิทยา ไม่ว่าจะเป็นการลำดับชั้นหินตามชีวภาพ (Biostratigraphy) การศึกษาสภาพแวดล้อมบรรพกาล (Palaeoenvironment) อีกทั้งการศึกษาวินิจฉัยการธรณีแปรสัณฐาน เนื่องจากเป็นซากดึกดำบรรพ์เพียงชนิดเดียวที่มีโครงสร้างของเปลือกแข็งสามารถรักษาสภาพเป็นซากดึกดำบรรพ์ได้ดีเมื่อตายไป (Wonganan & Caridroit, 2005b) และมีแหล่งบริเวณสะสมตัวของซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนว่า Radiolarian oozes ที่พบได้เฉพาะบริเวณทะเลลึก

การศึกษารัศมีแปรสัณฐานในประเทศไทย พบว่าประเทศไทยตั้งอยู่บนแผ่นธรณีฉานไทย (Shan-Thai plate) และแผ่นธรณีอินโดจีน (Indochina plate) โดยมีรอยตะเข็บธรณีนาน-อุตรดิตถ์ (Nan-Uttaradit suture) เป็นรอยต่อระหว่างแผ่นทวีปทั้งสอง (Bunopas, 1992) พื้นที่ดังกล่าวเป็นเขตมุดตัวของเปลือกโลก (subduction zone) ในประเทศไทยที่มีความซับซ้อนทางธรณีแปรสัณฐานสูง และยังสามารถพบหินต่างชนิดกันเกิดในสภาพแวดล้อมและอายุที่ต่างกัน (หทัยทิพย์ ทัศนภักดิ์, 2555) โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเลยที่ตั้งอยู่บริเวณขอบแผ่นทวีปอินโดจีนทางตะวันตกและอยู่ใกล้กับรอยตะเข็บธรณีนาน-อุตรดิตถ์ทำให้มีความซับซ้อนทางธรณีแปรสัณฐานสูง โดยมีเทือกเขาขวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งมีการโผล่ปรากฏของชั้นหินต่างๆ (กรมทรัพยากรธรณี, 2555) ในพื้นที่ราบระหว่างหุบเขาที่เกิดจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์

การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในประเทศไทยได้ถูกรายงานครั้งแรกที่พื้นที่ภาคเหนือ ของประเทศไทยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นธรณีฉาน-ไทย บริเวณอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยพบตั้งแต่ยุคครีตเวเนียน ร่วมกับคาร์บอนิเฟอรัส และเพอร์เมียน (Caridroit, Fontaine, Jongkanjanasontorn, Suteethorn, & Vachard, 1990) ในส่วนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยซึ่งส่วนหนึ่งของแผ่นธรณีอินโดจีน บริเวณอำเภอบางคม จังหวัดเลย ที่มีการรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนครั้งแรก โดยพบตั้งแต่ยุคครีตเวเนียน ร่วมกับคาร์บอนิเฟอรัส (Sashida, Igo, Hisafa, Nakornsri, & Ampornmaha, 1993) หลังจากนั้นไม่นานได้มีการรายงานต่อมาเรื่อย ๆ ในบริเวณนี้ (Thasanapak et al., 2017; 2012; Khatamart et al., 2015;

Saesaengseerung et al., 2007) แต่ก็ยังมีพื้นที่ของหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตที่ปรากฏยังไม่ได้รับการศึกษาและรายงานอยู่หลายพื้นที่ เช่น หมู่บ้านวังผา ตำบลห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม จังหวัดเลย ตั้งอยู่บนทางหลวงหมายเลข 2414 อยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดเลยประมาณ 70 กิโลเมตร ลักษณะพื้นที่ศึกษาเป็นภูเขาหินเชิร์ตที่สูงประมาณ 300 – 400 เมตรจากระดับน้ำทะเล บริเวณหลังโรงเรียนบ้านวังผา ดังนั้นการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนอย่างละเอียดในพื้นที่นี้ จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางธรณีวิทยา

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจัดจำแนกชนิดซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคตีโวเนียน และกำหนดอายุหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตที่โผล่ปรากฏบริเวณบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย
2. เพื่อเทียบเคียงความหลากหลายชนิดของซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในพื้นที่ศึกษากับพื้นที่ใกล้เคียงที่มีการศึกษามาก่อนหน้านี้

### 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. ซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนที่ได้จากการศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผาที่โผล่ปรากฏบริเวณบ้านวังผา ตำบลห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม จังหวัดเลย มีอายุอยู่ในช่วงยุคตีโวเนียนตอนปลาย
2. ซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคตีโวเนียนในพื้นที่ศึกษา และพื้นที่ใกล้เคียงบนแผ่นดินโดจีนมีความหลากหลายชนิดต่ำกว่าพื้นที่ตามเขตอินทนนท์ (Inthanon zone) บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในครั้งนี้ ได้กำหนดบริเวณพื้นที่ที่มีการโผล่ปรากฏของหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตยุคตีโวเนียนบ้านวังผา ตั้งอยู่ในเขตหมู่บ้านวังผา ตำบลห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (ภาพที่ 1)

### 1.5 ระยะเวลาการดำเนินการศึกษา

การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2560 ถึง เดือนธันวาคม 2563 รวมระยะเวลา 18 เดือน ซึ่งมีรายละเอียดเบื้องต้น แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

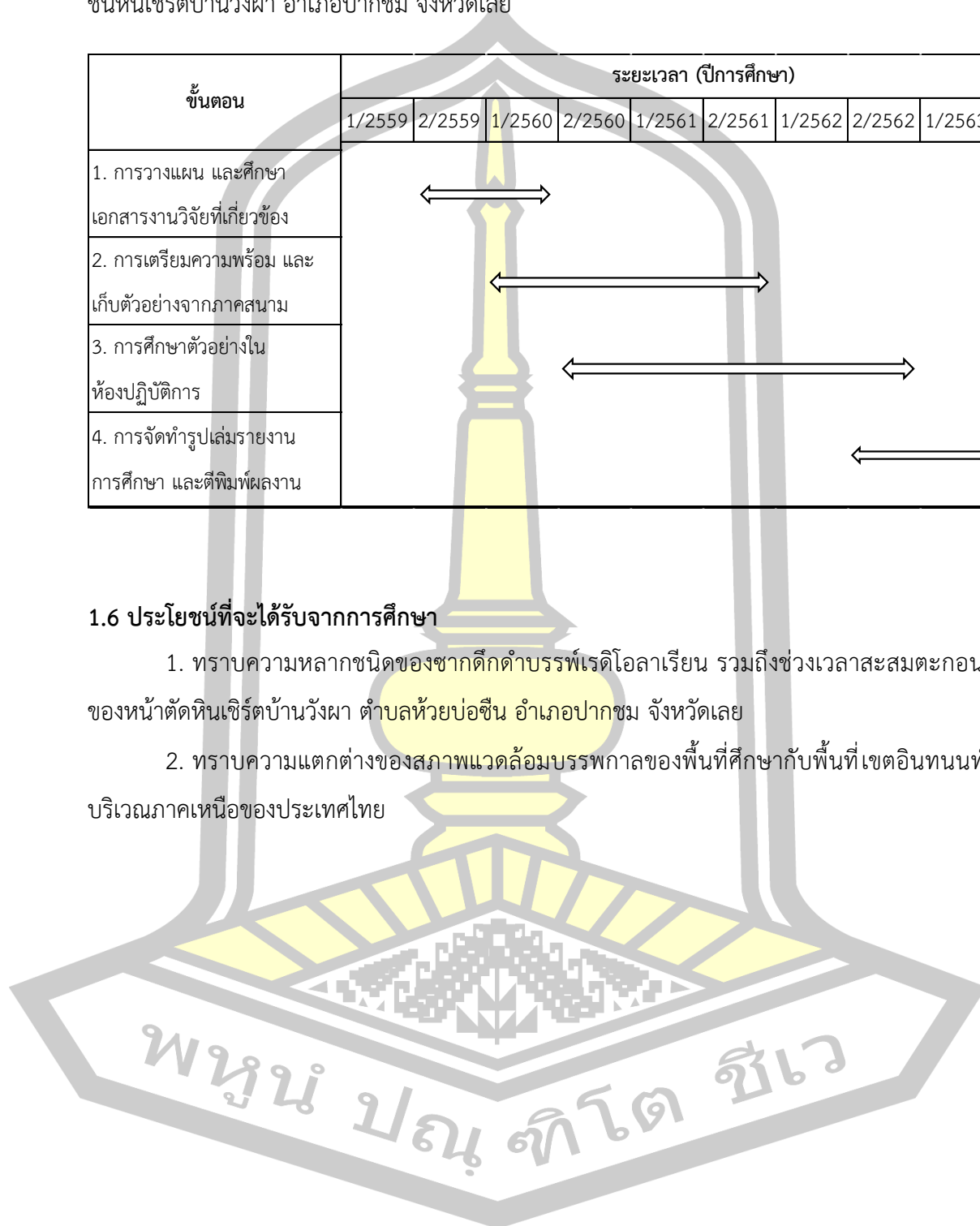
- ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน และศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ระยะเวลาประมาณ 2-3 เดือน
- ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมความพร้อม และเก็บตัวอย่างจากภาคสนาม ระยะเวลาประมาณ 5-6 เดือน
- ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ ระยะเวลาประมาณ 10-12 เดือน
- ขั้นตอนที่ 4 การเตรียมรูปเล่ม และนำเสนอผลการศึกษา ระยะเวลาประมาณ 4-6 เดือน

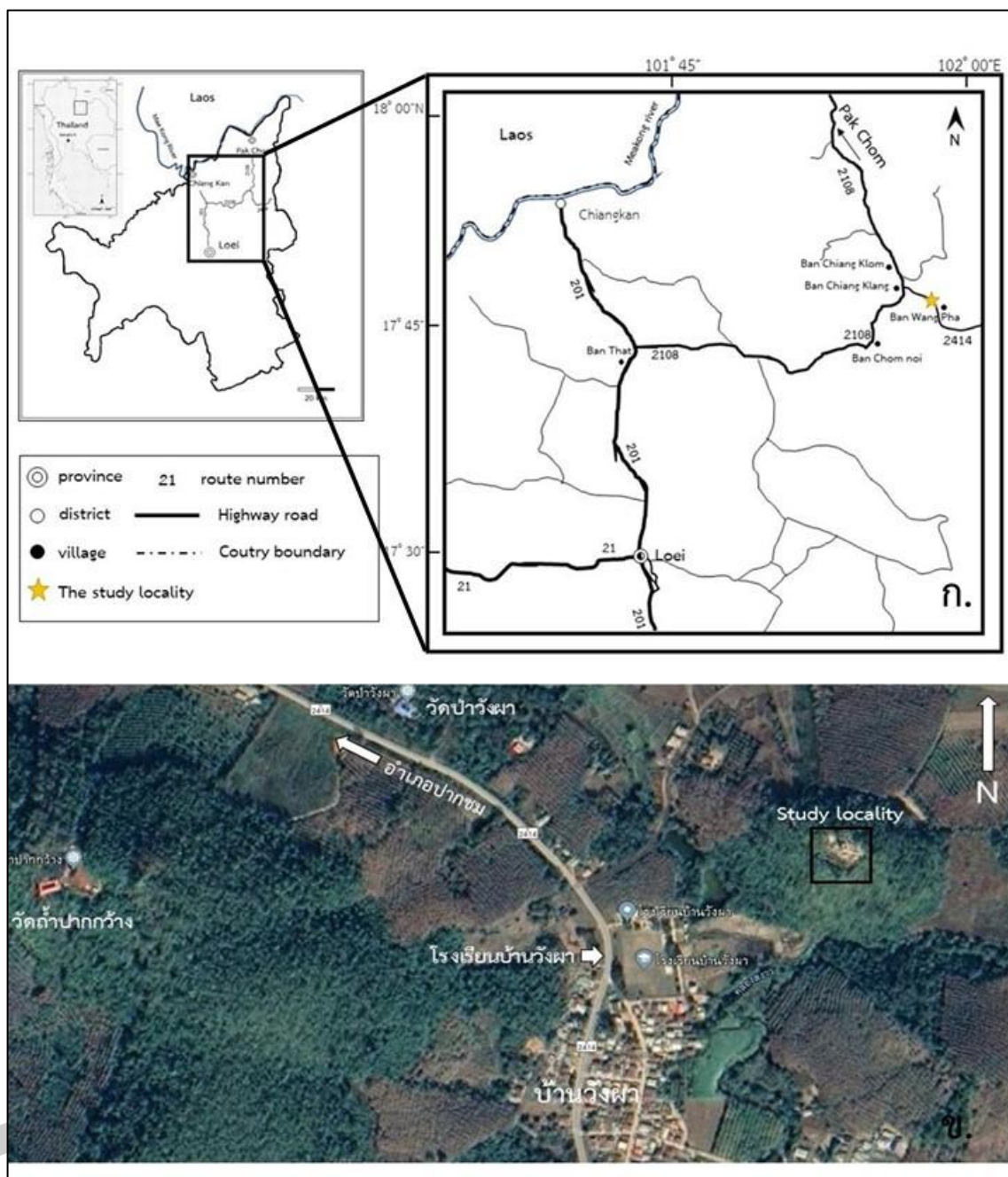
**ตารางที่ 1** ตารางแสดงรายละเอียดระยะเวลาการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในพื้นที่หน้าตัด  
ชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

ขั้นตอน	ระยะเวลา (ปีการศึกษา)									
	1/2559	2/2559	1/2560	2/2560	1/2561	2/2561	1/2562	2/2562	1/2563	2/2563
1. การวางแผน และศึกษา เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	↔									
2. การเตรียมความพร้อม และ เก็บตัวอย่างจากภาคสนาม	↔									
3. การศึกษาตัวอย่างใน ห้องปฏิบัติการ	↔									
4. การจัดทำรูปเล่มรายงาน การศึกษา และตีพิมพ์ผลงาน	↔									

#### 1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา

- ทราบความหลากหลายชนิดของซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียน รวมถึงช่วงเวลาสะสมตะกอน  
ของหน้าตัดหินเชิร์ตบ้านวังผา ตำบลห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม จังหวัดเลย
- ทราบความแตกต่างของสภาพแวดล้อมบรรพกาลของพื้นที่ศึกษากับพื้นที่เขตอินทนนท์  
บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย





ภาพที่ 1 ภาพแสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านวังผา อำเภopakชม จังหวัดเลย

ก. ภาพแสดงเส้นทางไปยังพื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภopakชม ซึ่งห่างจากอำเภomeองเลย ออกไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ 70 กิโลเมตรโดยประมาณ

ข. ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงลักษณะภูมิประเทศทั่วไปของบริเวณพื้นที่ บ้านวังผา อำเภopakชม จังหวัดเลย (ดัดแปลงจาก <https://www.google.co.th/maps/place>)

## บทที่ 2

### ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

#### 2.1 ชีวิตวิทยาของเรดิโอลาเรียน

เรดิโอลาเรียนมีการดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ในทะเลตั้งแต่มหายุคพาลีโอโซอิก (Palaeozoic) จนถึงปัจจุบัน (Casey, 1993) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกลุ่มโพรทิสต์ เปลือกหรือโครงร่างของเรดิโอลาเรียนเป็นสารประกอบซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO<sub>2</sub>) ปริมาณที่สูงทำให้มีการรักษาสภาพเป็นซากดึกดำบรรพ์ได้ดี ซึ่งมีการตกสะสมร่วมกับเศษตะกอนอื่นๆ ใต้พื้นทะเลลึก เมื่อเวลาผ่านไปก็จะกลายเป็นหินที่เรียกว่า หินเชิร์ตและหินเนื้อซิลิกา และจะเรียกบริเวณการตกสะสมตะกอนของโครงร่างเรดิโอลาเรียนว่า Radiolarian ooze (หทัยทิพย์ ทัศนภักดี, 2555)

โครงร่างหรือเปลือกของเรดิโอลาเรียนที่พบทั้งหมดส่วนใหญ่แล้ว แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะหลัก ได้แก่ลักษณะกลุ่ม Spumellaria และกลุ่ม Nassellaria ซึ่งลักษณะโครงร่างทั้งสองเป็นลักษณะสำคัญที่สำคัญในการศึกษาอนุกรมวิธานซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียน โดยในกลุ่ม Spumellaria จะมีลักษณะของโครงร่างค่อนข้างกลม (spherical shell) มี Spine หลากหลายรูปแบบ ส่วนในกลุ่มของ Nassellaria จะมีลักษณะของโครงร่างที่ดูคล้ายกับกรวย (conical-like shell) หรือทรงหมวกม้า (helmet shape) และมีส่วนเท้า (feet) ที่เรียกว่า tripod (Benton & Harper, 2009) (ภาพที่ 2.1) วิธีการจัดจำแนกทั่วไปของซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนจะใช้ลักษณะของโครงร่างแข็ง ตามการศึกษาของ (Haeckel, 1887) แต่ในปัจจุบันการอนุกรมวิธานซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนได้ทำการศึกษาตามลำดับอนุกรมวิธานซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนของ (De wever, Dumitrit, Caulet, Nigrini, & Caridroit, 2001) ตามลำดับดังนี้

**Kingdom** Protista

**Phylum** Sarcomastigophora

**Subphylum** Sarcodina

**Class** Actinopoda

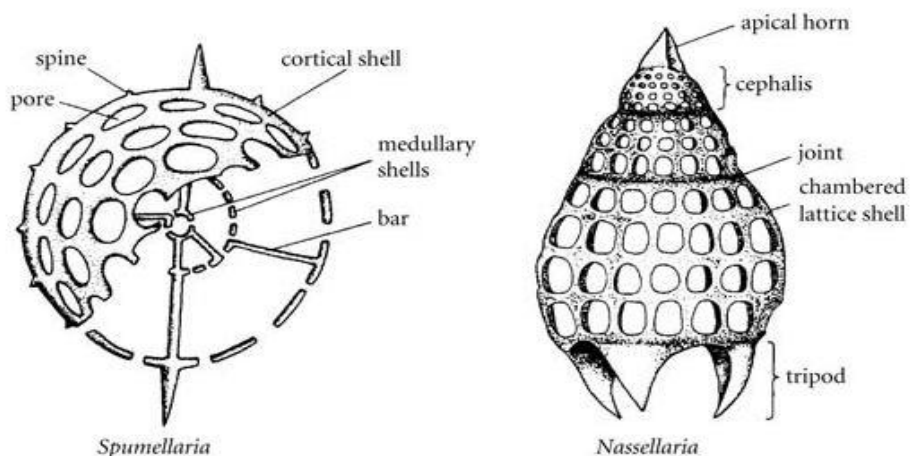
**Subclass** Radiolaria Müller, 1858

**Superorder** Polycystina Ehrenberg, 1838, emend. Riedel, 1967

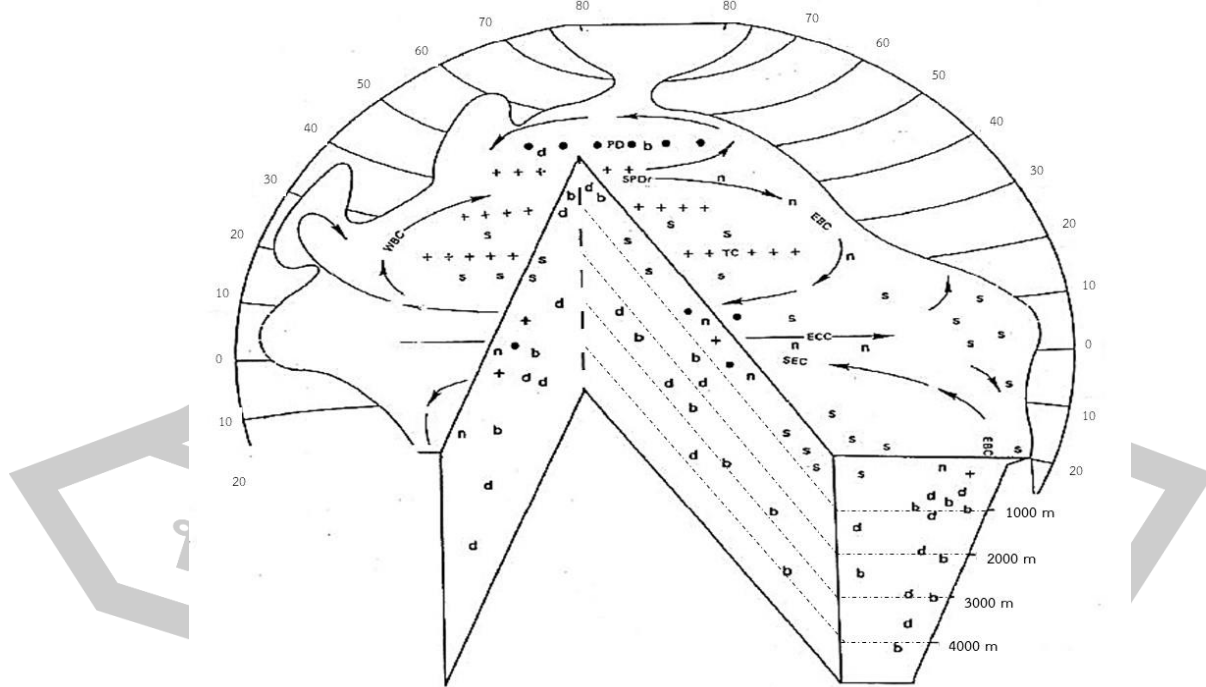
ในการดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนในทะเลของเรดิโอลาเรียนสามารถจำแนกตามพฤติกรรมการกิน (feeding behaviors) ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ bacterivores, nannoherbivores, herbivores,



omnivores, symbiotrophes, detritivores และบางครั้งอาจจะพบแบบ osmotrophes ซึ่งแต่  
 ละประเภทจะกระจายกันอยู่ทั่วโลกตามระดับความลึกของน้ำทะเล (Casey, 1993) (ภาพที่ 2 )



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะสัณฐานของกลุ่ม Spumellarian (ซ้าย) และกลุ่ม Nassellaria (ขวา)  
 ดัดแปลงจาก: (Benton & Harper, 2009)



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งการกระตัวของเรดิโอลาเรียนตามพฤติกรรมการกินโดยจะแบ่งออกเป็น 4  
 ประเภทหลักดังนี้ b: bacterivores, n: nannoherbivores หรือ herbivores, s: symbiotrophes,  
 d: detritivores (ดัดแปลงจาก: (Casey, 1993))

## 2.2 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียนในประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนอย่างเป็นทางการ ซึ่งได้รายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในช่วงยุคดีโวเนียน ร่วมกับยุคคาร์บอนิเฟอรัส และเพอร์เมียน บริเวณอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ (Caridroit et al., 1990) จากหน้าตัดหินเชิร์ตผาง (Bunopas, 1992) และปัจจุบันได้มีการรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในแต่ละพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 2.2.1 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียนบริเวณภาคเหนือ

โดยในช่วงเมื่อ 10 ปีที่ผ่านมาบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยได้มีการรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคดีโวเนียนในอำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทั้งหมด 10 สกุล 21 ชนิด เช่น *Stigmosphaerostylus variospina* (Won), *Spongentactinella corynacantha* Nazarov and Ormiston, *Triaentactinella sicarius* Deflandre, *Triaenosphaera* sp. A, *Cyrtisphaeractenim crissum* Cheng, *Archocyrtium diductum* Cheng, *A. validum*, *A. riedeli* Deflandre, *A. castuligerum* Deflandre, *Pylentonema* sp. A, *P. mendax* Deflandre, *Astroentactinia stellate* Nazarov and Ormiston, *Trilonche vachardi* Wonganan and Caridroit, *Ceratoikiscum* sp. และ *Circulaforma* sp. ซึ่งพบการกระจายตัวอยู่ในช่วงตอนปลายยุคดีโวเนียน (Late Devonian) (Wonganan & Caridroit, 2005a) ในช่วงเวลาเดียวกันได้มีการรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งหมด 12 สกุล 38 ชนิด และยังพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนชนิดใหม่ 3 ชนิด ได้แก่ *Trilonche Chiangdaoensis*, *T. dihelicis* และ *T. vachardi* ซึ่งซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนทั้งหมดที่มีการค้นพบอยู่ในช่วงตอนกลางถึงตอนปลายยุคดีโวเนียน (Wonganan & Caridroit, 2005b) และหลังจากนั้นต่อมาได้มีการรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในพื้นที่อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้รายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในช่วงปลายยุคดีโวเนียน ทั้งหมด 7 สกุล 15 ชนิด เช่น *Archocyrtium* sp., *Polyentactinia polygonia*, *P. paiensis*, *Stigmosphaerostylus variospina*, *Trilonche dihelicis*, *T. echinata*, *T. palimbola*, *T. altasulcata*, *T. australis*, *Triaenosphaera* spp. และชนิดอื่นๆ ซึ่งการค้นพบ *Stigmosphaerostylus* sp. *Trilonche palimbola*, *Trilonche* sp. cf. *T. hindea*, และ *Triaenosphaera* spp. ร่วมกับ *Archocyrtium* sp. และ *Stigmosphaerostylus variospina* สามารถระบุได้ว่าหน้าตัดหินเชิร์ตในพื้นที่ศึกษามีการสะสมตะกอนในช่วงตอนปลายยุคดีโวเนียนถึงตอนต้นยุคคาร์บอนิเฟอรัส จากการค้นพบร่วมกับ *Stigmosphaerostylus variospina* และ *Archocyrtium* sp. (Sanjit, Wonganan, & Thasod, 2014)

2.2.2 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนยุคตีโวเนียนบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนและรายการการค้นพบเบื้องต้นครั้งแรกโดย (Sashida et al., 1993) และได้มีการจัดกลุ่มชีวินออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ *Helenifore laticlavium* และ *Stigmosphaerostylus variospina* ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงตอนปลายยุคตีโวเนียนถึงตอนต้นคาร์บอนิเฟอรัส (Frasnian – Tournaisian และ Famennian – Tournaisian ตามลำดับ) (Sashida, Igo, Adachi, & Ueno, 1998) หลังจากนั้นได้มีการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนและรายงานการในพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำโขง อำเภอปากชม จังหวัดเลย ทั้งหมด 6 สกุล 11 ชนิด ตัวอย่างเช่น *Stigmosphaerostylus variospina*, *Astroentactinia stellta*, *A. multispinosus*, *Archocyrtium wonae*, *A. riedeli* และชนิดอื่นๆ ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงตอนปลายยุคตีโวเนียนถึงตอนต้นคาร์บอนิเฟอรัส (Saesaengseerung, Sashida, & Sardud, 2007) ต่อมาได้มีการศึกษาในพื้นที่ดังกล่าวเพิ่มเติมและรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนทั้งหมด 28 ชนิด เช่น *Bisyllentactinia arrhinia*, *Palaeoscennidium cladophorum*, *Trilonche davidi*, *T. echinata*, *T. elegans*, *T. guangxiensis*, *T. minax*, *T. vetusta* และชนิดอื่นๆ ซึ่งบอกอายุอยู่ในช่วงตอนปลายยุคตีโวเนียน ต่อมาการศึกษาและรายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนทางทิศใต้ของอำเภอปากชม จังหวัดเลย ซึ่งมีการรายงานพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนทั้งหมด 4 สกุล 6 ชนิด ตัวอย่างเช่น *Helioentactinia sp.*, *Polyentactinia sp.*, *Trilonche echinata*, *T. palimbola*, *Trilonche sp.*, *Tetrentactinia gracilispinosa* และชนิดอื่นๆ ที่ไม่สามารถจำแนกได้ ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงตอนปลายยุคตีโวเนียน (Khattamart et al., 2015) ล่าสุดมีการศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนในพื้นที่ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย (Thassanapak, Udchachon, Burrett, & Feng, 2017) ซึ่งได้รายงานการค้นพบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนมากกว่า 42 ชนิดโดยมีพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 3 พื้นที่ประกอบด้วย ชมน้อย, ภูคำเป้ และผาสายมอด โดยมีอายุอยู่ในช่วง Frasnian, Frasnian ถึง Famennian และ Famennian ตามลำดับ จากการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ที่สามารถระบุช่วงอายุการสะสมตอนได้โดยการเทียบเคียงจากพื้นที่ศึกษา อาทิ พื้นที่ชมน้อยพบ *Polyentactinia sp. cf. P. invenusta* ซึ่งมีการรายงานไว้อยู่ในช่วง Frasnian จากหมวดหิน Gogo ในแอ่ง Canning Basin ประเทศออสเตรเลียโดย (Aitchison, 1993) ส่วนในพื้นที่ภูคำเป้ได้มีการค้นพบสกุล *Stigmosphaerostylus* และ *Trilonche* ซึ่งเป็นสกุลที่มีความหลากหลายชนิดมากในช่วงตีโวเนียนตอนปลาย (Frasnian และ Famennian) ซึ่งมีการค้นพบร่วมกับ *Ceratoikiscum planistellare*, *Helenifore sp. cf. H. laticlavium*, *Polyentactinia polygonia* ซึ่งได้มีการ



รายงานไว้อยู่ในช่วง Frasnian ถึง Famennian จากหมวดหิน Gogo ในแอ่ง Canning Basin ทางตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย และการค้นพบ *Helenifore* sp. cf. *H. laticlavium* ซึ่งสามารถบอกอายุของพื้นที่อยู่ในช่วง Late Devonian (Frasnian) ถึง early Carboniferous (Tournaisian) จากการเทียบการศึกษาของ (Sashida et al., 1993) เป็นต้น

## 2.3 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

### 2.3.1 ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดเลย

จังหวัดเลยตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนปัจจุบันมีการแบ่งเขตการปกครองเป็น 14 อำเภอ มีประชากร 624,920 คน ซึ่งประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม อาทิ ปลูกไร่ข้าวโพด ทำสวนยางพารา จังหวัดเลยห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 520 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งหมด 11,424 ตารางกิโลเมตร โดยมีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดเพชรบูรณ์ และพิษณุโลก
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดหนองคาย อุตรธานี และหนองบัวลำภู
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดเพชรบูรณ์ และขอนแก่น

ภูมิประเทศส่วนใหญ่ของจังหวัดเลยมีภูเขาล้อมรอบตัวเมืองเทือกเขาวางตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้ ซึ่งทำให้มีที่ราบลุ่มระหว่างหุบเขาลักษณะเป็นแอ่งกระทะ มีแม่น้ำเลยไหลจากใต้ขึ้นเหนือ ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะภูมิประเทศออกเป็น 3 เขต ดังนี้

#### เขตภูเขาสูง

ทางด้านทิศตะวันตกทั้งหมดของจังหวัด เริ่มตั้งแต่อำเภอภูกระดึง อำเภอภูหลวง อำเภอภูเรือ อำเภอท่าลี่ อำเภอด่านซ้าย ไปจนถึงอำเภอนาแห้ว โดยมีความสูงเฉลี่ย 600 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

#### เขตที่ราบเชิงเขา

บริเวณตอนใต้และตะวันออกของจังหวัด ได้แก่ อำเภอนาดัง อำเภอปากชม และพื้นที่ของอำเภอภูกระดึงและอำเภอภูหลวงบางส่วน

#### เขตที่ราบลุ่ม

ประกอบด้วยพื้นที่ราบลุ่มน้ำเลย ลุ่มน้ำโขง ได้แก่เขตอำเภอวังสะพุง อำเภอเมือง และอำเภอเซียงคาน เป็นเขตทำการเกษตรได้ดี และเป็นเขตที่มีประชากรหนาแน่นมากกว่าเขตอื่น

(กรมทรัพยากรธรณี, 2555)



ภาพที่ 4 ลักษณะภูมิประเทศแบบที่ราบเชิงเขาบริเวณโดยรอบพื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของอำเภอปากชม จังหวัดเลย

### 2.3.2 ธรณีวิทยาทั่วไปในจังหวัดเลย

ธรณีวิทยาทั่วไปของจังหวัดเลย เทือกเขาสูงทางด้านตะวันตกของจังหวัดเลย ส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง ตอนกลางจังหวัดส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินทัฟฟ์ หินไรโอไลต์ และพบการแทรกดันตัวของหินแกรนิตทางด้านทิศเหนือของอำเภอเมือง อำเภอท่าลี่ และอำเภอเชียงคาน ส่วนทางด้านตะวันออกของจังหวัด ประกอบด้วย หินดินดาน หินปูน หินทราย และบางพื้นที่พบการแทรกดันตัวของหินอัคนี ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกบริเวณดังกล่าวทำให้เกิดการยกตัวของเทือกเขา และแนวชั้นหินคดโค้งเลย (กรมทรัพยากรธรณี, 2555)

### 2.3.3 หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนกลาง

เป็นการสะสมตะกอนในทะเลลึก ประกอบด้วย 2 หมวดหินได้แก่

ก. หมวดหินนาโม (Namo Formation) เป็นหมวดหินที่วางตัวเป็นแนวแคบยาวทางตะวันออกของอำเภอปากชม ไม่มีรายงานการพบซากดึกดำบรรพ์

ข. หมวดหินปากชม (Pak Chom Formation) เป็นหมวดหินที่มีการพบซากดึกดำบรรพ์กลุ่มแรกและสามารถบอกอายุได้แน่นอน แบ่งออกเป็น 2 หมู่หินได้แก่

- หมู่หินดินดานบ้านหนอง (Ban Nong Shales Member) ส่วนใหญ่เป็นหินดินดาน พบเป็นแนวด้านตะวันออกของอำเภอปากชม มีอายุอยู่ในช่วงตอนปลายยุคไซลูเรียนถึงยุคดีโวเนียน

- หมู่หินเชิร์ตปากชม (Pak Chom Chert Member) เป็นหินเชิร์ตสลับกับหินตะกอนภูเขาไฟ และมีหินปูนเลนส์พบเป็นแนวยาวเหนือ-ใต้ทางด้านตะวันตกของอำเภอปากชม พบซากดึกดำบรรพ์อายุตอนกลางยุคดีโวเนียน

#### 2.3.4 หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน

เป็นหินตะกอนที่มีการพบซากดึกดำบรรพ์เป็นจำนวนมาก มีการกระจายตัวของหินแนวเหนือ-ใต้ ทางด้านตะวันออกของจังหวัด ประกอบด้วย 1 หมวดหิน ได้แก่

ก. หมวดหินวังสะพุง (Wang Sapung Formation) ซึ่งมี 2 หมู่หินได้แก่

- หมู่หินหนองดอกบัว (Nong Dok Bua Member) ส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินทราย และหินดินดาน อาจมีหินปูนเลนส์และหินกรวดมนแทรกสลับมีซากดึกดำบรรพ์กลุ่มแบรคิโอพอด อายุอยู่ในช่วงตอนต้นถึงตอนกลางยุคคาร์บอนิเฟอรัส

- หมู่หินวังสะพุง (Wa Sapung Member) วางตัวบนหมู่หินหนองบัว ประกอบด้วยหินดินดาน หินทรายแป้ง อาจมีหินปูนแทรกสลับ พบซากดึกดำบรรพ์ไบไม้ ไทรโลไบต์ อายุอยู่ในช่วงยุคคาร์บอนิเฟอรัส

#### 2.3.5 หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบนสุด

เป็นการสะสมตะกอนในทะเลตื้น และอบอุ่นในช่วงยุคเพอร์เมียน พบซากดึกดำบรรพ์เป็นจำนวนมาก ประกอบด้วย 1 กลุ่มหิน ได้แก่

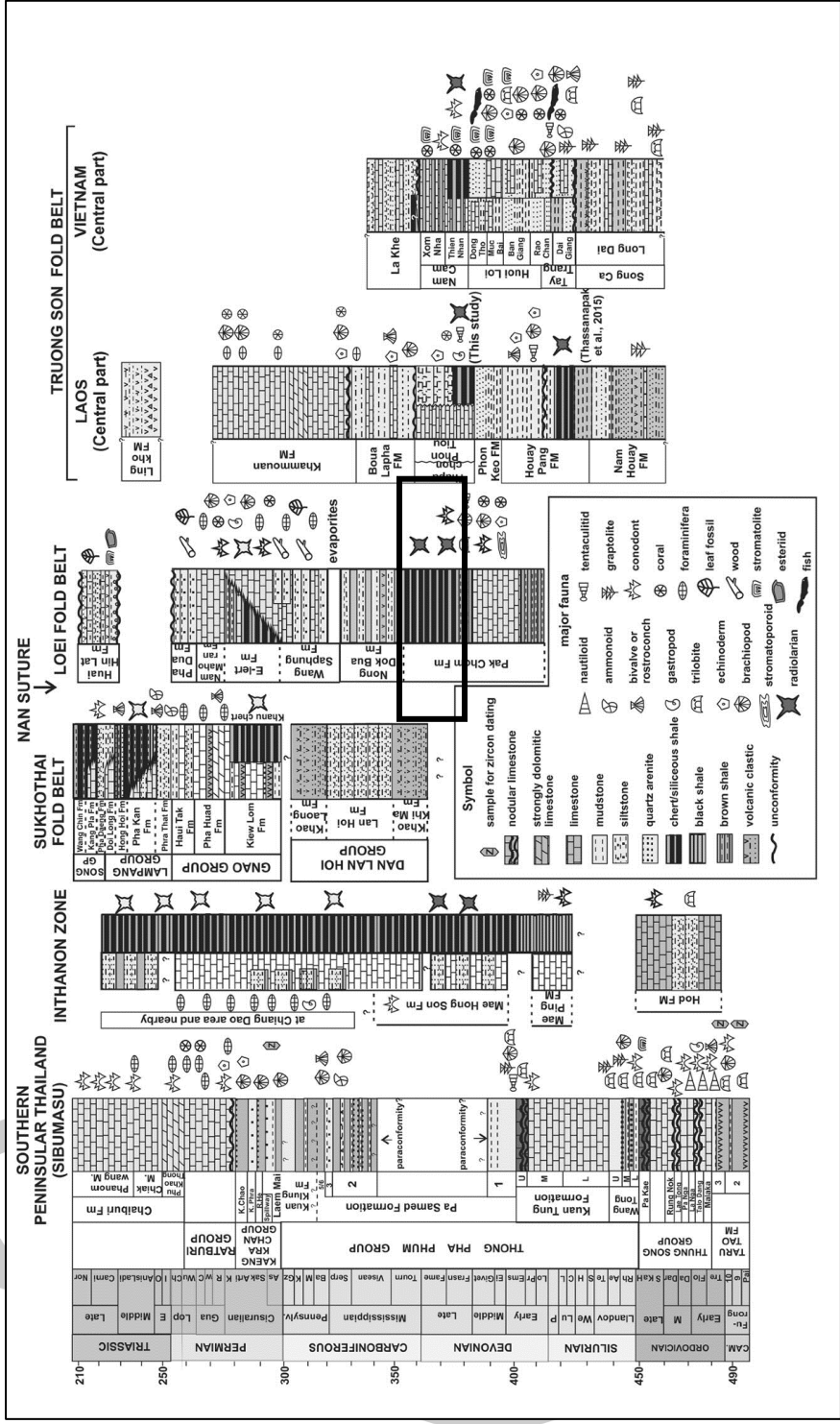
2.3.5.1 กลุ่มหินสระบุรี (Sara Buri Group) ประกอบด้วย การแทรกสลับกันของหินดินดาน หินทราย และหินปูน ชั้นบางถึงชั้นหนาถึงแบบมวลเนื้อหิน พบซากดึกดำบรรพ์ที่บ่งบอกอายุในช่วงยุคเพอร์เมียน ที่กระจายตัวบนแผ่นฐานธรณีอินโดจีน กระจายตัวเป็นแนวตะวันตกของอำเภอปากชม และตะวันตกของตัวจังหวัดเลย โดยแบ่งหินยุคเพอร์เมียน ออกเป็น 3 หมวดหิน ตามการลำดับชั้นหินจากล่างไปบน ได้แก่

ก. หมวดหินน้ำมโหฬาร (Nam Maholan Formation) ส่วนใหญ่เป็นหินปูน พบซากดึกดำบรรพ์อายุตอนต้นยุคเพอร์เมียน จึงจัดให้เป็นหมวดหินยุคเพอร์เมียนตอนล่างของกลุ่มหินสระบุรี พื้นที่หินต้นแบบตั้งชื่อตามเทือกเขาหินปูนภูถ้ำน้ำมโหฬาร ซึ่งวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ที่บ้านหนองหิน อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย พบซากดึกดำบรรพ์ของยุคเพอร์เมียนตอนล่าง หมวดหินกระจายตัวเป็นแนวยาวลงมาในทิศทางเหนือ-ใต้ ทางด้านตะวันออกของตัวอำเภอเมืองจนถึงตะวันออก และตะวันออกเฉียงใต้ของ อำเภอวังสะพุง หินประกอบด้วย หินปูนสีเทา เทาอ่อน ถึงสีขาว แบบมวลเนื้อหินถึงขนาดชั้นหนา บางบริเวณเป็นเนื้อแบบมวลเม็ด มีหินดินดานสีน้ำตาลและหินดินดาน เนื้อแคลคาเรียส สีเทาแกมเขียว และหินทรายสีน้ำตาลแดงแทรกอยู่ด้านล่างของลำดับหิน มีหินเชิร์ต แทรกสลับอยู่บ้าง แต่โดยทั่วไปหินปูนของหมวดหินนี้มักเป็นแบบมวลเนื้อหินไม่แสดงชั้น บางส่วนเป็นโดโลไมต์ พบซากดึกดำบรรพ์แบคทีเรียพอด สาหร่าย ฟิวซิลินิด และเศษซากของสิ่งมีชีวิต

ข. หมวดหินอีเลิศ (Huai E-Lert Formation) ประกอบด้วย หินดินดานสลับหินปูนแผ่กระจายตัวด้านตะวันตกเฉียงใต้ของ จังหวัดเลย พบทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเลย วางตัวเป็นแนวแคบยาวตั้งแต่อำเภอเชียงคาน ลงมาทางใต้จนถึงบ้านธาตุและอำเภอวังสะพุง หินปูนส่วนมากจะมีสีเทา เทาอ่อน ถึงสีขาว บางส่วนแสดงลักษณะการตกผลึกใหม่เล็กน้อย อาจจะมีชั้นหินดินดาน และหินทรายแทรกสลับกับหินปูนบ้างในบางบริเวณ การลำดับชั้นหินทั่วไปมีลักษณะของชั้นหิน เป็นมวลเนื้อหินปูนสีเทาขาวโดยมีหินเชิร์ตชั้นบางต่อเนื่องขึ้นไปจนกลายเป็นตะกอนมวลเม็ดของชั้นหินทราย และหินดินดาน สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลตาลแกมเขียวที่มีชั้นหินปูนสีเทาดำแทรกสลับอยู่ในบางช่วง มีถ้ำตะกอนของหินภูเขาไฟจำพวกหินทัฟฟ์ปะปน พบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซิลินิด (fusulinids) และพวกแอมโมนาต์ จัดอยู่ในช่วงตอนกลางยุคเพอร์เมียน

ค. หมวดหินผาเตือ (Pha Dua Formation) ประกอบไปด้วย หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง และเศษหินภูเขาไฟ พบซากดึกดำบรรพ์ของพืชโบราณ จัดอยู่ในช่วงตอนกลางของยุคเพอร์เมียน หมวดหินนี้กระจายตัวเป็นแนวยาวตามด้านตะวันตกของแม่น้ำเลย และตามแนวแม่น้ำเหืองพบหินแปรสัมผัส มีแร่ไดออปไซด์ เฟลสปาร์ ไคลโนซอยไซด์ (อีพิโดต) และแมกนีไซต์ หินแข็งจากการซิลิซิไฟด์ แร่ไมกาเป็นชนิดแร่คลอไรต์ การแปรสภาพของหินมีสาเหตุมาจากการสัมผัสกับหินแกรนิตซึ่งวางตัวอยู่ด้านล่าง ซึ่งไม่ปรากฏเป็นหินโผล่ให้เห็นในพื้นที่ (กรมทรัพยากรธรณี, 2555)





ภาพที่ 5 แสดงการเทียบเคียงความสัมพันธ์ทางด้านธรณีวิทยาในประเทศไทย กับประเทศลาวตอนกลาง และประเทศเวียดนามตอนกลาง และแสดงตำแหน่งชั้นหินที่ศึกษาเรดิโอเมตริก (ดัดแปลงจาก (Thassanapak et al., 2017);





### บทที่ 3 วิธีดำเนินการ

การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนครั้งนี้ ได้ทำงานศึกษาในพื้นที่บ้านวังผา และบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.1 ขั้นตอนการวางแผน และศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 3.1.1 การวางแผน และกำหนดขอบเขตการศึกษา

ในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดขอบเขตการศึกษา โดยได้การกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดพื้นที่ศึกษา ระยะเวลาของการศึกษา และศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียน

##### 3.1.2 การวิเคราะห์พื้นที่สำหรับการเก็บตัวอย่าง

ในขั้นตอนนี้เป็นการสำรวจพื้นที่ศึกษาโดยการวิเคราะห์พื้นที่จากแผนที่ธรณีวิทยา (Geological map) มาตรฐาน 1 : 1,000,000 ร่วมกับ Google map เพื่อสำรวจเส้นทางการเข้าถึงพื้นที่ที่กำหนด ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่บริเวณบ้านวังผา และบ้านกลาง ตำบลห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

#### 3.2 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม และเก็บตัวอย่างจากภาคสนาม

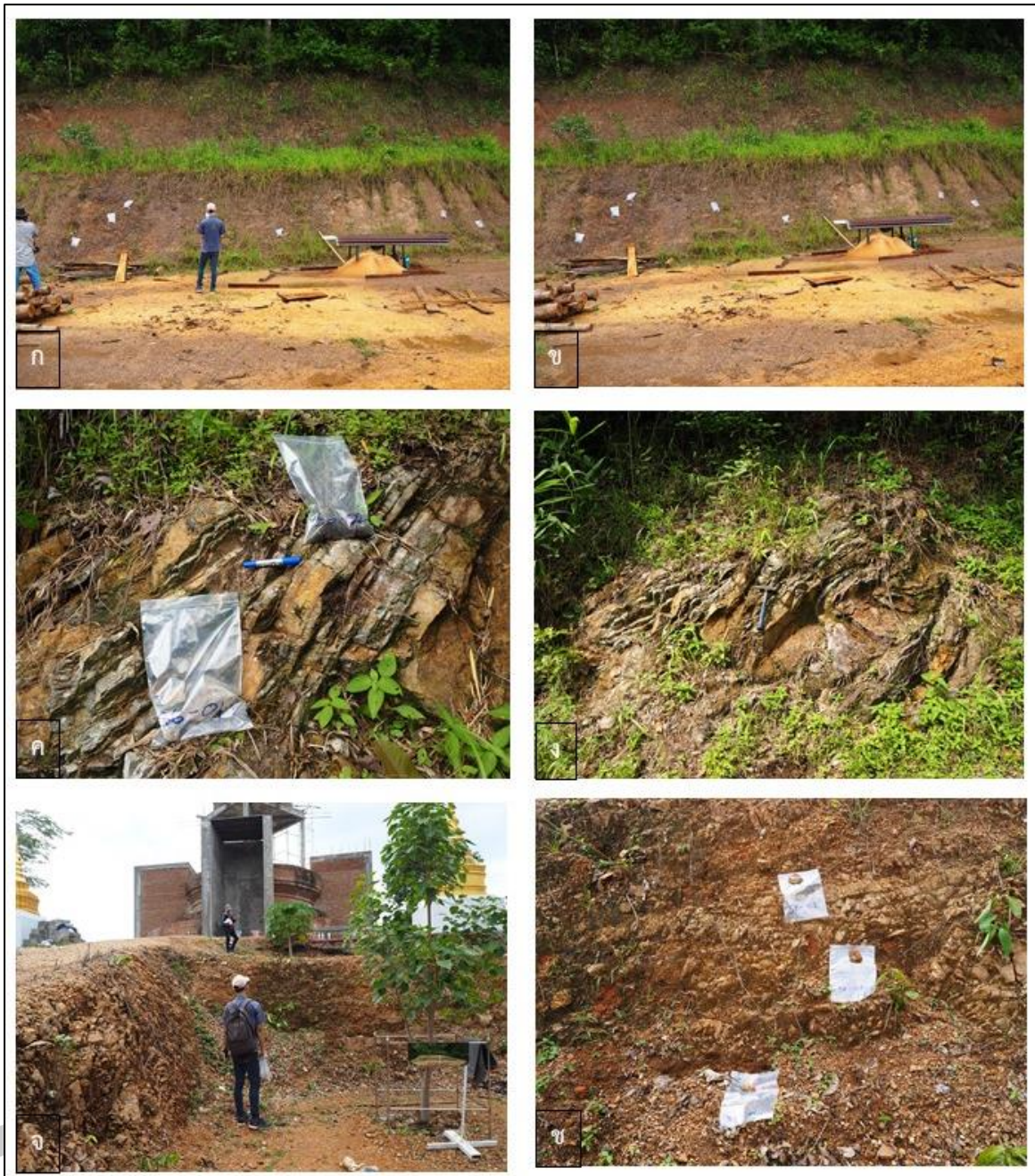
##### 3.2.1 การเตรียมอุปกรณ์สำหรับสำรวจภาคสนาม

ในขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างในภาคสนามตัวอย่างเช่น ค้อนธรณี กระจกพลาสติกสำหรับบรรจุตัวอย่าง ไม้บรรทัด กล้องถ่ายรูป รวมถึงกล่องบรรจุตัวอย่างสำหรับเคลื่อนย้ายตัวอย่างลงมาด้านล่างเชิงเขา

##### 3.2.2 การสำรวจ และเก็บตัวอย่างในภาคสนาม

ในขั้นตอนนี้เป็นการสำรวจภาคสนามจากการกำหนดพื้นที่ และการเก็บตัวอย่างหน้าตัดชั้นหินเซิร์ตบริเวณพื้นที่ก่อสร้างพระธาตุ ภูเขาหลังโรงเรียนบ้านวังผา ตำบลห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม จังหวัดเลย โดยแบ่งพื้นที่เก็บตัวอย่างออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนเชิงเขา ส่วนกลางเขา และส่วนยอดเขา โดยตัวอย่างหน้าตัดชั้นหินเซิร์ตมีความหนาประมาณ 2-5 เซนติเมตร (ภาพที่ 7)





ภาพที่ 7 แสดงภาพหน้าตัดชั้นหินเซิร์ต และการเก็บตัวอย่างหน้าตัดชั้นหินเซิร์ต โดยหินเซิร์ตมีความหนาประมาณ 2-5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นภูเขาบริเวณหลังโรงเรียนบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

ก. และ ข. หน้าตัดชั้นหินบริเวณส่วนเชิงเขา (SB01-SB07)

ค. และ ง. หน้าตัดชั้นหินบริเวณส่วนกลางเขา (S4(01)-S7(05))

จ. และ ช. หน้าตัดชั้นหินบริเวณส่วนยอดเขา (S8(01)-S9(02))

### 3.3 ขั้นตอนการศึกษาตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

#### 3.3.1 การล้างตัวอย่าง

ตัวอย่างหินซีรต์ทั้งหมดที่เก็บมาจากภาคสนาม นำมาล้างด้วยน้ำเพื่อเอาเศษดินออกให้สะอาดแล้วผึ่งให้แห้ง และนำตัวอย่างทุบให้มีขนาดพอเหมาะและใส่ลงไปในถุงตาข่ายเพื่อทำการละลาย

#### 3.3.2 การละลายตัวอย่าง

หลังจากที่นำตัวอย่างมาล้างทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว นำตัวอย่างมาแช่กรดกัดแก้ว ทำการแช่ตัวอย่างด้วยกรดกัดแก้ว 50% ปริมาตร 10-15 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีทางเคมีของ (Pessagno & Newport, 1972) เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 7-14 วันต่อ 1 ตัวอย่าง

#### 3.3.3 การเก็บตะกอนตัวอย่าง

หลังจากที่แช่ตัวอย่างผ่านไปแล้ว 20-24 ชั่วโมง นำมากรองด้วยตะแกรง (sieve) ขนาด 500 และ 53 ไมโครเมตร โดยวางตะแกรงซ้อนทับกัน หลังจากนั้นเทสารละลายกรดกัดแก้วลงบนตะแกรง และมีถึงพลาสติกอีกใบหนึ่งรองอยู่ด้านล่าง เพื่อทำการแช่ตัวอย่างหินซีรต์ตัวอย่างเดิมอีกครั้ง หลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างตะกอนจากตะแกรงขนาด 53 ไมโครเมตร ใส่ลงในกระบอกเก็บตัวอย่างตะกอน

#### 3.3.4 การทำให้ตัวอย่างตะกอนแห้ง

หลังจากทำการเก็บตะกอนแล้วนำมาทำให้แห้งด้วยการเปิดฝากระบอกเก็บตะกอนตัวอย่างในอุณหภูมิห้อง หรือจะนำไปอบด้วยตู้อบ (Hot air oven) ที่อุณหภูมิประมาณ 45.0 องศาเซลเซียส หลังจากที่ตะกอนแห้งแล้วเทลงตะกอนลงในกล่องขนาดเล็ก

#### 3.3.5 การแยกเรติโอลาเรียออกจากตะกอน

ในขั้นตอนนี้เป็นการแยกซากดึกดำบรรพ์เรติโอลาเรียนจากผงตะกอนที่ละลายได้จากหินซีรต์ โดยทำการแยกซากดึกดำบรรพ์เรติโอลาเรียนในกล้องสเตอริโอ (Stereo Microscopes) ทำการคัดแยกซากดึกดำบรรพ์เรติโอลาเรียนออกจากตะกอนโดยใช้ปลายพู่กันและซากดึกดำบรรพ์เรติโอลาเรียนเบาๆ และเก็บใส่กล่องขนาดเล็ก

### 3.3.6 การถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope: SEM) และการจัดจำแนก

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนมาวิเคราะห์ด้วยการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์เครื่องมือกลางของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.3.6.1 การติดซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนบนแท่นตัวอย่าง

การนำซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนมาติดลงบนแท่นติดตัวอย่าง (stub) ซึ่งเป็นแท่นติดลักษณะเป็นทรงกระบอกมีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ทำการติดตัวอย่างติดเรียงกันเป็นแถว 7-10 แถว แถวละ 8-10 ตัวอย่าง

#### 3.3.6.2 การนำแท่นติดตัวอย่างเข้าฉายด้วยอิเล็กตรอน (การโค้ดทอง)

ตัวอย่างที่ทำการติดบนแท่นติดตัวอย่างเรียบร้อยแล้วก่อนจะนำเข้าไปถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) จะต้องนำมาฉาบด้วยอิเล็กตรอน หรือการโค้ดทอง ด้วยเครื่อง Sputter Coater รุ่น SPI-M เป็นเวลา 120 วินาที จำนวน 1 ครั้ง

#### 3.3.6.3 การถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

นำแท่นตัวอย่างที่ผ่านการฉาบด้วยอิเล็กตรอนใส่ลงไปในแท่นวางของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด รุ่น JSM-6460LV หลังจากนั้นบันทึกภาพตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียน โดยจะใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง ตามจำนวนตัวอย่างบนแท่นติดตัวอย่างนั้น ๆ

#### 3.3.6.4 การจัดจำแนกเรดิโอลาเรีย

การจัดจำแนกซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียนส่วนใหญ่ จะเป็นการจัดจำแนกโดยเทียบกับงานที่มีการศึกษาวิจัยมาก่อนหน้านี้ โดยการเทียบจากภาพในงานวิจัยนั้น ๆ พร้อมกับอธิบายลักษณะสัณฐานภายนอกของโครงร่างเรดิโอลาเรียน

#### 3.3.6.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึง

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของเรดิโอลาเรียนที่พบในพื้นที่อินทนนท์โซน และแนวชั้นหินคดโค้งเลย โดยอ้างอิงการศึกษาของ (Takahashi, 1999) ซึ่งใช้ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของ Jaccard Similarity Coefficient (J) มีสูตรดังนี้

$$J = \frac{a}{a + b + c} \times 100$$



a = ชนิดที่พบในพื้นที่อินทนนท์โซน

b = ชนิดที่พบในพื้นที่แนวชั้นหินคดโค้งเลย

c = ชนิดที่พบในพื้นที่อินทนนท์โซน และแนวชั้นหินคดโค้งเลย

### 3.4 ขั้นตอนการจัดทำรูปเล่มรายงานการศึกษา และตีพิมพ์ผลงาน

3.5.1 การจัดทำรูปเล่มรายงานการศึกษา โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่การจัดทำเล่มเค้าโครงการศึกษา และการจัดทำเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาข้อมูลตั้งแต่บทที่ 1-5 ของการศึกษา

3.5.2 การจัดทำข้อมูลการศึกษาสำหรับตีพิมพ์ผลงาน เพื่อจะนำไปนำเสนอเผยแพร่เป็นวารสารของการศึกษาภาคศึกษาศาสตร์เรดิโอลาเรียน และรวบรวมเป็นข้อมูลในการศึกษาธรณีวิทยาต่อไป





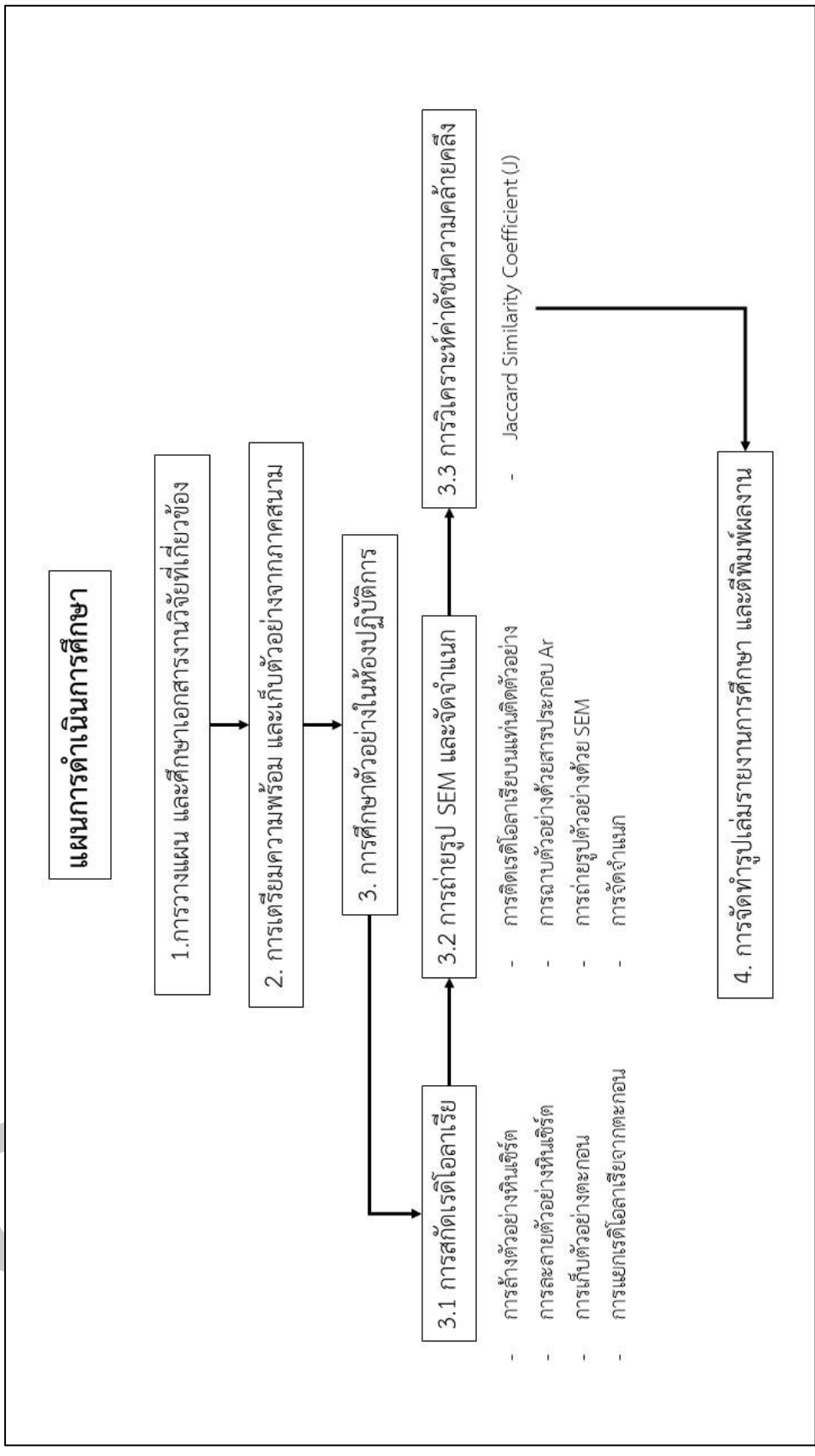
ภาพที่ 8 ภาพถ่ายขั้นตอนระหว่างการศึกษาเรติโอลาเรียนยุคดีโวเนียน

ก. และ ข. ภาพถ่ายขั้นตอนการล้างตัวอย่าง

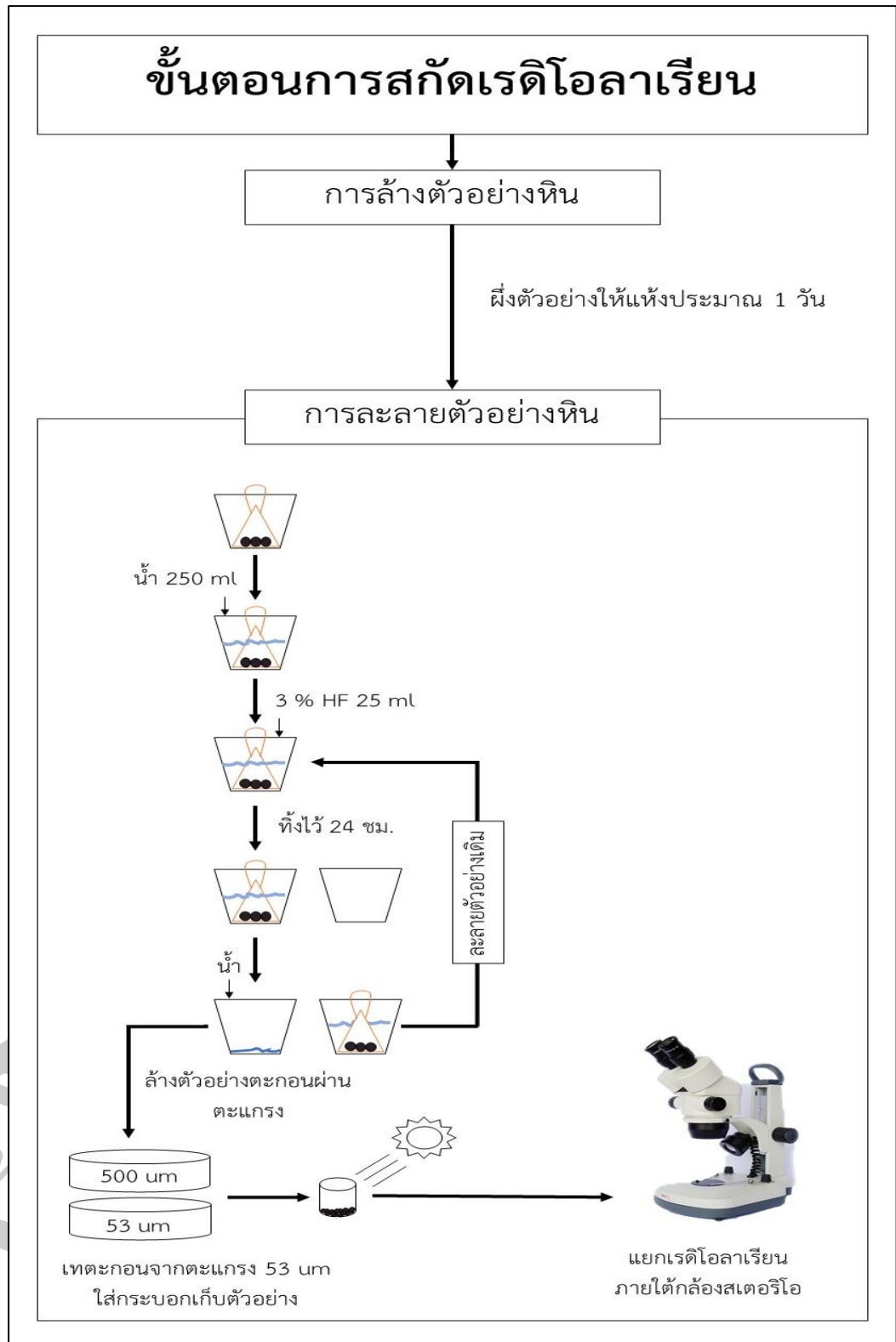
ค. และ ง. ภาพถ่ายขั้นตอนการสกัดเรติโอลาเรียนออกจากหินเชิร์ต

จ. ภาพถ่ายการแยกเรติโอลาเรียนออกจากตะกอนภายใต้กล้องสเตอริโอ

ฉ. และ ช. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อนำเข้ากระบวนการภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM)



ภาพที่ 9 ภาพแผนผังขั้นตอนการดำเนินการศึกษาเรติโกลาเรียชนิดตัวเนียบนจากหน้าตัดชั้นหินบ้านวังผา และบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย



ภาพที่ 10 ภาพแผนผังแสดงขั้นตอนการสกัดเรติโอลาเรียนยุคตีโวเนียนจากหน้าตัดชั้นหินบ้านวังผา และบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

#### 4.1 ความหลากหลายของเรดิโอลาเรียยุคทีโวเนียน

ผลการศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา (S) และหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง (TU) ผลทำการละลายด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric acid) พบเรดิโอลาเรียยุคทีโวเนียนตอนปลายสามารถจำแนกได้เป็น 14 สกุล 37 ชนิด ดังนี้ *Archocyrtium* sp., *Astroentactinia stellata*, *Astroentactinia* sp. cf. *A. stellata*, *Astroentactinia* sp. cf. *A. multispinosus*, *Astroentactinia* sp., *Belowea variabilis*, *Belowea* sp., *Belowea* sp. cf. *B. variabilis*, *Ceratoikiscum* sp. cf. *C. bujugum*, *Haplentactinia?* sp., *Helenifore* sp., *Helioentactinia* sp., *Paleoscenidium cladophorum*, *Paleoscenidium* sp., *Polyentactinia invenusta*, *P. tenera*, *Polyentactinia* sp. cf. *P. leptosphaera*, *Polyentactinia* sp., *Spongentactinella* sp. cf. *Sp. corynacantha*, *Spongentactinella?* sp., *Stigmosphaerostylus pusillus*, *S. ornatus*, *S. variospina*, *Stigmosphaerostylus* sp. cf. *S. herculeus*, *Stigmosphaerostylus* sp., *Tlecerina?* sp., *Trienosphaera sicarius*, *Trienosphaera* sp., *Trilonche Chiangdaoensis*, *T. dihelicis*, *T. echinata*, *T. elegans*, *T. Guangxiensis*, *T. hindea*, *T. minax*, *T. palimbola*, *T. vachardi*, *T. vetusta*, *Trilonche* sp. และ *Entactiniidea* gen. et sp. indet. ที่ยังไม่สามารถระบุสกุลได้

#### 4.2 กลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียยุคทีโวเนียน

ผลการศึกษาเรดิโอลาเรียนจากหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา (S) และบ้านกลาง (TU) สามารถแยกกลุ่มชีวินออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

##### 4.2.1 กลุ่มชีวินอายุ Frasnian

กลุ่มชีวิน *Stigmosphaerostylus ornatus* ร่วมกับ *Trilonche dihelicis*, *T. Guangxiensis*, *Trilonche minax* ซึ่งประกอบด้วย *Astroentactinia stellata*, *Astroentactinia* sp., *Astroentactinia* sp. cf. *A. stellata*, *Helioentactinia* sp., *Paleoscenidium cladophorum*, *Paleoscenidium* sp., *Stigmosphaerostylus pusillus*, *S. ornatus*, *Stigmosphaerostylus* sp. cf. *S. herculeus*, *Stigmosphaerostylus* sp., *Trilonche Chiangdaoensis*, *T. dihelicis*, *T. echinata*, *T. elegans*, *T. Guangxiensis*, *T. hindea*, *T.*



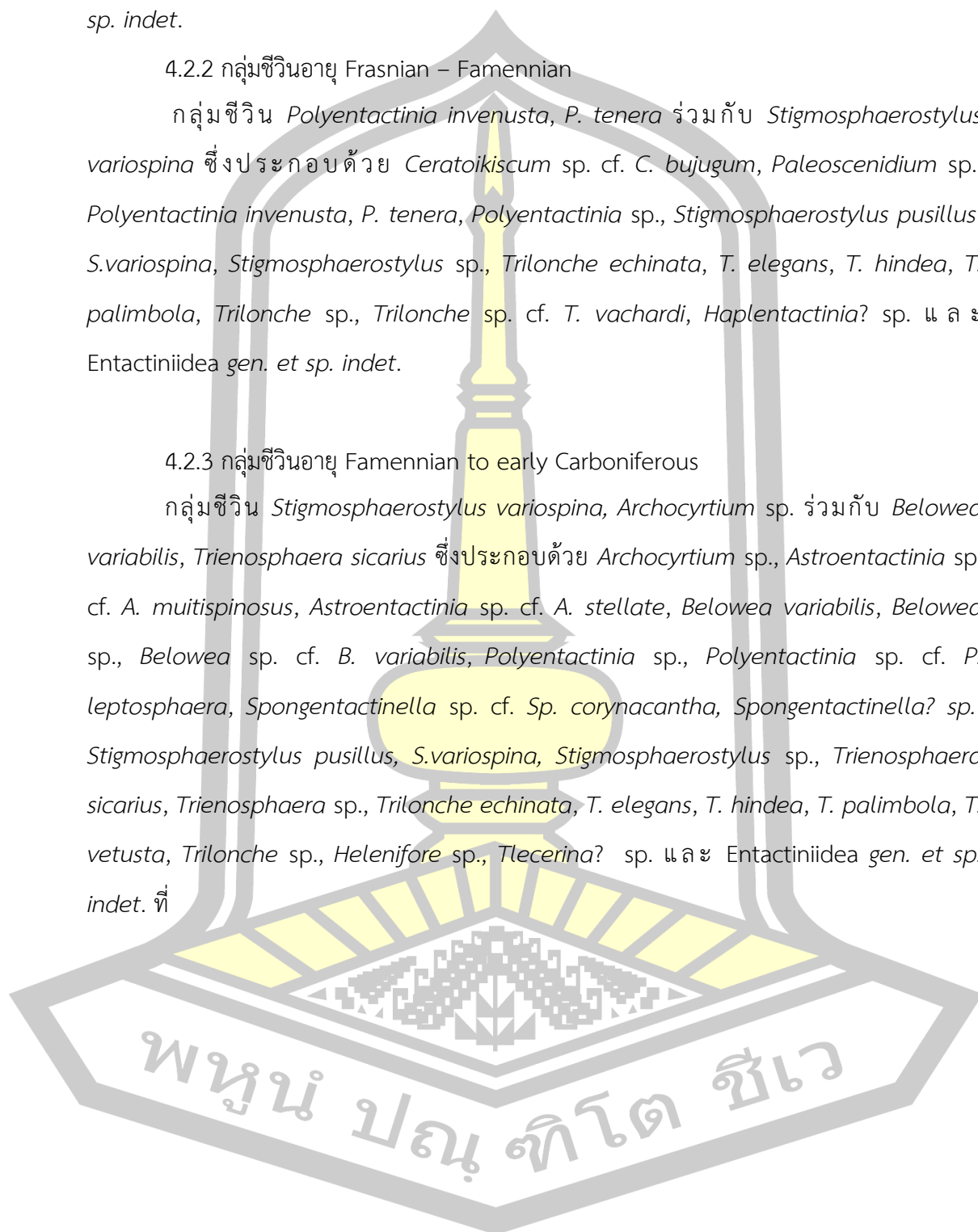
*minax*, *T. palimbola*, *T. vachardi*, *T. vetusta*, *Trilonche* sp. และ *Entactiniidea* gen. et sp. indet.

#### 4.2.2 กลุ่มชีวินอายุ Frasnian – Famennian

กลุ่มชีวิน *Polyentactinia invenusta*, *P. tenera* ร่วมกับ *Stigmosphaerostylus variospina* ซึ่งประกอบด้วย *Ceratoikiscum* sp. cf. *C. bujugum*, *Paleoscenidium* sp., *Polyentactinia invenusta*, *P. tenera*, *Polyentactinia* sp., *Stigmosphaerostylus pusillus*, *S.variospina*, *Stigmosphaerostylus* sp., *Trilonche echinata*, *T. elegans*, *T. hindea*, *T. palimbola*, *Trilonche* sp., *Trilonche* sp. cf. *T. vachardi*, *Haplentactinia?* sp. และ *Entactiniidea* gen. et sp. indet.

#### 4.2.3 กลุ่มชีวินอายุ Famennian to early Carboniferous

กลุ่มชีวิน *Stigmosphaerostylus variospina*, *Archocyrtium* sp. ร่วมกับ *Belowea variabilis*, *Trienosphaera sicarius* ซึ่งประกอบด้วย *Archocyrtium* sp., *Astroentactinia* sp. cf. *A. muitispinosus*, *Astroentactinia* sp. cf. *A. stellate*, *Belowea variabilis*, *Belowea* sp., *Belowea* sp. cf. *B. variabilis*, *Polyentactinia* sp., *Polyentactinia* sp. cf. *P. leptosphaera*, *Spongentactinella* sp. cf. *Sp. corynacantha*, *Spongentactinella?* sp., *Stigmosphaerostylus pusillus*, *S.variospina*, *Stigmosphaerostylus* sp., *Trienosphaera sicarius*, *Trienosphaera* sp., *Trilonche echinata*, *T. elegans*, *T. hindea*, *T. palimbola*, *T. vetusta*, *Trilonche* sp., *Helenifore* sp., *Tlecerina?* sp. และ *Entactiniidea* gen. et sp. indet. ที่





#### 4.3 อนุกรมวิธานเรดิโอลาเรียน

การศึกษาอนุกรมวิธานของเรดิโอลาเรียได้มีการศึกษาตาม (De wever et al., 2001) ซึ่งเป็นการศึกษาอนุกรมวิธานที่เป็นที่ยอมรับทั่วไปในการศึกษาเรดิโอลาเรียในปัจจุบัน

##### Systematic paleontology

**Class:** Actinopoda

**Subclass:** Radiolaria Müller, 1858

**Order** Entactinaria Kozur and Mostler, 1982

**Family** Astroentactiniidae Nazarov and Ormiston, 1985

**Genus** *Astroentactinia* Nazarov, 1975

**Type species:** *Astroentactinia stellata* Nazarov, 1975

***Astroentactinia stellata*** Nazarov, 1975

ภาพที่ 28 รูปที่ 1-5

1975 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Nazarov, p.82-83, pl.8, fig.6, pl.10, figs.1-3

1983 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Nazarov and Ormiston, p.458, pl.1, figs.8-9

1993 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Aitchison, p.118, pl.6, fig.4

2003 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Wang *et al.*, pl.3, figs.27, 28

2005 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Wonganan and Caridroit, pl.3, figs.26, 27

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลมขนาดใหญ่ (large spherical shell) ขนาด pore ใหญ่ มี main spine ขนาดสั้นจำนวนมาก รูปร่างคล้ายกับรัศมีของดวงอาทิตย์

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณพื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่ตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย ,บริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของ Urals สหพันธรัฐรัสเซีย และบริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีนในมณฑลยูนนาน มณฑลกว่างสี อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian)

*Astroentactinia* sp. cf. *A. multispinosus* (Won, 1983)

ภาพที่ 11 รูปที่ 7

cf. 1983 *Entactinia? Multispinosus* Won – Won, p.145, pl.2, figs.15, 16

cf. 1986 *Astroentactinia multispinosus* (Won) – Gourmelon, p.185, pl.4, fig.2

cf. 1987 *Astroentactinia multispinosus* (Won) – Gourmelon, p.71, pl.8, figs.8-10

cf. 1989 *Astroentactinia multispinosus* (Won) – Giese and Schmid-Effing, p.73, pl.2, fig.2

cf. 1990 *Astroentactinia multispinosus* (Won) – Braun, p.103, pl.9, figs.1-3, pl.12, fig.1

cf. 1994 *Astroentactinia multispinosus* (Won) – Kiessling and Tragelehn, pl.4, fig.11

cf. 1997 *Astroentactinia multispinosus* (Won) – Feng *et al.*, p.87, pl.4 figs.1, 2, 4, 5

cf. 2007 *Astroentactinia multispinosus* (Won) – Saesaengseerung *et al.*, figs.8.15, 8.16

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีความคล้ายคลึง *Astroentactinia multispinosus* มีลักษณะเปลือกกลมขนาดใหญ่ (large spherical shell) ขนาด pore เล็ก มี main spine และ by-spine ขนาดสั้นปลายแหลมจำนวนมาก รูปร่างคล้ายกับรัศมีของดวงอาทิตย์ เนื่องจากตัวอย่างมีการชำรุดจึงไม่สามารถแน่ชัดได้ว่าเป็นชนิดดังกล่าวหรือไม่

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Famennian) to early Carboniferous, บริเวณพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำโขงอำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น Late Devonian (Famennian) early Carboniferous (Tournaisian)

*Astroentactinia* sp. cf. *A. stellata* Nazarov, 1975

ภาพที่ 13 รูปที่ 7

cf. 1975 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Nazarov, p.82-83, pl.8, fig.6, pl.10, figs.1-3

cf. 1983 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Nazarov and Ormiston, p.458, pl.1, figs.8-9

cf. 1993 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Aitchison, p.118, pl.6, fig.4

cf. 2003 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Wang *et al.*, pl.3, figs.27, 28

cf. 2005 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Wonganan and Caridroit, pl.3, figs.26, 27

cf. 2007 *Astroentactinia stellata* Nazarov – Saesaengseerung *et al.*, figs.8.13, 8.14

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีความคล้ายคลึง *Astroentactinia stellate* มีลักษณะเปลือกกลมขนาดใหญ่ (large spherical shell) ขนาด pore ใหญ่ มี main spine ขนาดสั้นปลายทู่จำนวนมาก รูปร่างคล้ายกับรัศมีของดวงอาทิตย์ เนื่องจากตัวอย่างมีการชำรุดจึงไม่สามารถแน่ชัดได้ว่าเป็นชนิดดังกล่าวหรือไม่

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่ตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย ,บริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของ Urals สหพันธรัฐรัสเซีย และบริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนในมณฑลยูนนาน มณฑลกวางสี อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian)

*Astroentactinia* sp.

ภาพที่ 28 รูปที่ 6

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) 2 ชั้น มี rod like spine จำนวนมาก บนผิวของเปลือก

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณพื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian

Genus *Helioentactinia* Nazarov, 1975

Type species: *Helioentactinia stellaepolus* Aitchison, 1993

*Helioentactinia* sp.

ภาพที่ 28 รูปที่ 7

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีความคล้ายคลึง *Helioentactinia nigra* มีลักษณะเปลือกกลมขนาดใหญ่ (large spherical shell) มี 10-15 spine แบบ three-bladed แผ่กระจายรอบ shell

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง อายุตอนปลาย ยุคดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่ทางตะวันออกของจังหวัดเลย ภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่ทางตะวันออกของ New South Wales ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนกลาง Middle Devonian

**Family** Palaeoscendiidae Riedel, 1967; emend. Holdsworth, 1977; Furutani, 1983; Goodbody, 1986

**Subfamily** Palaeosenidiinae Riedel, 1967; Furutani, 1983 emend. Goodbody, 1986

**Genus** *Palaeoscenidium* Deflandre, 1953 emend. Goodbody, 1986

**Type species:** *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre, 1953

***Palaeoscenidium cladophorum*** Deflandre, 1953

ภาพที่ 24 รูปที่ 2-5

1953 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Deflander, p.408, fig.308

1983 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Nazarov, pl.2, figs.6-7

1993 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Aitchison, pl.1, figs.15-17, 19, pl.2, figs.17, 20

1993 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Foreman, pl.8, fig.10, pl.9, fig.6

1993 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Sashida, fig.5; 1-3

1994 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Kissling, pl.6, figs.5-7, 9-10

1999 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Braun, fig.3, A-F

1999 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Aitchison, pl.5, fig.O, pl.6, figs.F, J

2002 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Luo, pl.2, figs.23-25

2003 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Wang et al., pl.4, figs.14-17

2005 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Wonganan and Caridroit, pl.1, fig.3

2009 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Nazarov, figs.5, D-F

2015 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Kamata et al., figs.5, 1-2

2015 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Udchachon et al., fig.7, 21

2017 *Palaeoscenidium cladophorum* Deflandre – Thassanapak et al., figs.5c, 22, 23



**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะของเปลือกไม่ชัดเจน แต่มีลักษณะของ spine ที่เป็น concentric กัน 1 จุด แตกออกเป็น 3-4 spine แต่ละ spine มีหรือไม่มีลักษณะของ thorn like ขนาดสั้นจำนวนมากบน spine

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง ยุคดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่ทางตะวันออกของจังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Famennian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian และสามารถพบได้ทั่วโลก อายุดีโวเนียนตอนกลางถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น Middle Devonian (Eifelian) to early Carboniferous

*Palaeoscenidium* sp.

ภาพที่ 23 รูปที่ 11; ภาพที่ 24 รูปที่ 1

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะของเปลือกไม่ชัดเจน แต่มีลักษณะของ spine ที่เป็น concentric กัน 1 จุด แตกออกเป็น 3-4 spine แต่ละ spine มีหรือไม่มีลักษณะของ thorn like ขนาดสั้นจำนวนมากบน spine

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา และบ้านกลาง อายุตอนปลายยุคดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian-Famennian)

Family Polyentactiniidae Nazarov, 1975

Genus *Polyentactinia* Foreman, 1963

Type species: *Polyentactinia invenusta* Aitchison, 1993

*Polyentactinia invenusta* Aitchison, 1993

ภาพที่ 22 รูปที่ 3

cf. 1993 *Polyentactinia invenusta* Aitchison – Aitchison,

cf. 2017 *Polyentactinia invenusta* Aitchison – Thassanapak *et al.*, figs.5a, 26-28; fig.5b,

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกบางกลม (thin spherical shell) มีขนาดของ pore ไม่สม่ำเสมอ มี Main spines 4-6 spines สั้นและเรียวยาวแหลม (short rod-like) ไม่มีร่องบน spine และไม่มีพบ by-spine

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผาอยู่ในช่วงอายุตอนปลายยุคดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่ทางภาคตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย ใน Canning Basin หมวดหิน Gogo อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (lower Frasnian), บริเวณพื้นที่แอ่งขอบทวีปอินโดจีนแนวหินคดโค้งเลย ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย อายุตอนปลายดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian)

*Polyentactinia tenera* Aitchison, 1993

ภาพที่ 20 รูปที่ 6, 11; ภาพที่ 21 รูปที่ 1, 3, 6-12

cf. 1993 *Polyentactinia tenera* Aitchison – Aitchison, pl. 7, figs. 2, 14, 18

cf. 2017 *Polyentactinia tenera* Aitchison – Thassanapak *et al.*, fig.5a, 25

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกหนากกลม (thick spherical shell) มี pore ที่ละเอียดเหมือนฟองน้ำ มี main spines 4-6 spine ยาวเรียวยาวแหลม (long rod needle-like) Main spine ไม่มีร่องบน spine และมี 2 spine วางตัวทำซั้วกัน และไม่มีพบ by-spine

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผาอยู่ในช่วงอายุตอนปลายยุคดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่ทางภาคตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย ใน Canning Basin หมวดหิน Gogo อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (lower Frasnian), บริเวณพื้นที่แอ่งขอบทวีปอินโดจีนแนวหินคดโค้งเลย ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย อายุตอนปลายดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian)

*Polyentactinia* sp. cf. *P. leptosphaera* Foreman, 1963

ภาพที่ 18 รูปที่ 1-2

cf. 1963 *Polyentactinia leptosphaera* Foreman – Foreman, pl.1, fig. 6

cf. 2009 *Costaentactinia? leptosphaera* (Foreman) – Seo and Won, pl.1, figs. 13-20

cf. 2015 *Polyentactinia leptosphaera* (Foreman) – Khattamart *et al.*, figs.4; 4-5

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีลักษณะคล้ายคลึงกับ *Polyentactinia leptosphaera* มีลักษณะของเปลือกกลมรี (subspherical shell) ลักษณะของผิวภายนอกมี pore ขนาดแตกต่างกัน มี spine แบบปลายเข็ม (needle like spine) ประมาณ 2-6 spine โดยมีความยาวแตกต่างกัน

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา อายุยุคดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Famennian), บริเวณพื้นที่บ้านห้วยบ่อซืน อำเภอปากชม จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian)

***Polyentactinia* sp.**

ภาพที่ 15 รูปที่ 3-4; ภาพที่ 17 รูปที่ 1; ภาพที่ 20 รูปที่ 2, 5-7; ภาพที่ 21 รูปที่ 2-5; ภาพที่ 22 รูปที่ 2; ภาพที่ 25 รูปที่ 8

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) มีขนาดของ pore ไม่สม่ำเสมอ Main spine มีลักษณะเรียว มีหรือไม่มีแฉกบน Main spine

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา และบ้านกลาง อายุตอนปลายยุคดีโวเนียน Late Devonian

**Family Spongentactiniid Nazarov, 1975**

**Genus *Spongentactinella* Nazarov, 1975**

**Type species:** *Spongentactinella corynacantha* Nazarov and Ormiston, 1983

***Spongentactinella* sp. cf. *S. corynacantha* Nazarov and Ormiston, 1983**

ภาพที่ 13 รูปที่ 11-12

cf. 1983 *Spongentactinella corynacantha* Nazarov and Ormiston – Nazarov and Ormiston, p.460-461, pl.1, figs. 1-2

cf. 1990 *Spongentactinella corynacantha* Nazarov and Ormiston – Aitchison, fig. 2D

cf. 2003 *Spongentactinella corynacantha* Nazarov and Ormiston – Wang *et al.*, p.131-132, pl.3, figs. 23-26

cf. 2005 *Spongentactinella corynacantha* Nazarov and Ormiston – Wonganan and Caridroit, pl.3, figs. 1-2

cf. 2017 *Spongentactinella* sp. cf. *S. corynacantha* Nazarov and Ormiston – Thassanapak *et al.*, p.37, fig. 5b; 4

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกับ *Spongentactinella corynacantha* Nazarov and Ormiston มีลักษณะเปลือกกลมใหญ่ (large spherical shell) มี 1 main spine ขนาดใหญ่ยาวแหลม และพบ by-spine ขนาดสั้นจำนวนมากบนผิว spherical shell ขนาดของ pore ละเอียดย

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian-Famennian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian-Famennian), บริเวณพื้นที่ทางตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย และมณฑลยูนนาน กุ้ยโจว กวางสี ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian)

*Spongentactinella?* sp.

ภาพที่ 12 รูปที่ 11-12

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลมใหญ่ (large spherical shell) มีลักษณะของ main spine ขนาดใหญ่ และพบ bar ขนาดสั้นจำนวนมากเชื่อมระหว่างเปลือกชั้นนอก และชั้นใน

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์นิเฟอรัสตอนต้น Late Devonian (Famennian) to early Carboniferous?

Family Haplentactiniidae Nazarov, 1980

Subfamily Haplentactiniinae Nazarov, 1980

Genus *Haplentactinia* Foreman, 1963

Type species: *Haplentactinia rhinophyusa* Foreman, 1963

*Haplentactinia?* sp.

ภาพที่ 22 รูปที่ 1

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะคล้ายโครงร่างแหประสานกันโดยมี spine เรียวเป็นแกนกลางค้ำจุน บางชนิดอาจจะมีถึง 6 spine

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณพื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian)

**Family** Entactiniidae Reidel, 1967

**Genus** *Stigmospherostylus* Rust 1892, Foreman, 1963

(syn: *Entactinia* Foreman, 1963)

**Type species:** *Stigmospherostylus herculea* (Foreman, 1963)

***Stigmospherostylus ornatus*** (Hinde, 1899) emend. Aitchison, 1993

ภาพที่ 25 รูปที่ 3

1899 *Staurosphaera* (?) *ornatus* Hinde – Hinde, p.46, pl.8, fig. 11

1993 *Entactinia profundisulus* Aitchison – Aitchison, pl.7, figs. 7, 8

1997 *Stigmosphaerostylus ornatus* (Hinde) – Aitchison and Stratford, p. 380

1999 *Entactinia* sp. cf. *E. profundisulus* Aitchison – Yao and Kuwahara, pl.1, fig. 10

2005 *Stigmosphaerostylus ornatus* (Hinde) – Wonganan and Caridroit, pl.2, figs. 5-7

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) มี pore ขนาดใหญ่ มี 4-6 spine ลักษณะแบบ three-bladed ลักษณะเด่นอยู่บริเวณปลาย spine แต่ละ spine จะมีลักษณะของ thorn-like ยื่นออกมาบริเวณใกล้กับส่วนปลายของลักษณะ three-bladed

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง อายุตอนปลาย ยุคดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่ Canning Basin ทางตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่มณฑลยูนนาน ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian)

***Stigmospherostylus pusilla*** (Hinde, 1899)

ภาพที่ 12 รูปที่ 2; ภาพที่ 17 รูปที่ 11-12; ภาพที่ 22 รูปที่ 4; ภาพที่ 23 รูปที่ 1; ภาพที่ 25 รูปที่ 4

1899 *Staurosphaera pusilla* Hind – Hind, p.46, pl.8, fig. 12

1963 *Entactinia? Additive* Foreman – Foreman, p 273, pl.1, fig.10; pl.3, fig.9

1997 *Stigmospherostylus pusilla* (Hinde) – Aitchison and Stratford, p.381

2003 *Stigmospherostylus pusilla* (Hinde) – Wang *et al.*, pl.2, figs.11-16

2005 *Stigmospherostylus pusilla* (Hinde) – Wonganan and Caridroit, pl.2, fig.13

2017 *Stigmospherostylus pusilla* (Hinde) – Thassanapak *et al.*, p.36, fig.10; p.37, figs.5-7; p.38, figs.5c, 7-8

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) มี pore ขนาดเล็กเท่ากัน มี main spine 7 spine ขนาดยาวปานกลางปลายแหลม มีร่องบน spine มีหรือไม่มี by-spine (rare)

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา ยุคตอนปลาย ดีโวเนียน (Late Devonian), บริเวณพื้นที่ Huron member ใน Ohio shale สหรัฐอเมริกา ยุค ดีโวเนียน, บริเวณพื้นที่ทางด้านตะวันออกของ New South Wales ประเทศออสเตรเลีย ยุค ตอนกลางดีโวเนียน (Givetian), บริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน ยุคตอนกลาง ถึงตอนปลายยุคดีโวเนียน (Givetian to Frasnian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ยุคตอนปลายดีโวเนียน (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่แอ่งขอบทวีปอินโดจีนแนวหินคด โค้งเลย ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย ยุคตอนปลายดีโวเนียน (Frasnian to Famennian)

***Stigmospherostylus variospina* (Won, 1983)**

ภาพที่ 15 รูปที่ 6; ภาพที่ 17 รูปที่ 6; ภาพที่ 19 รูปที่ 2

1983 *Palaeoxyphostylus variospina* Won – Won, pp.156-157, pl.8, figs.1-4, 6-22

1986 *Entactinia variospina* (Won) – Gourmelon, pp. 183-184, pl.4, fig.1

1987 *Entactinia variospina* (Won) – Gourmelon, p.49, pl.3, figs.7-11

1990 *Entactinia variospina* (Won) – Braun, p.109, pl.7, figs. 4, 6

1990 *Palaeoxyphostylus variospina* Won – Won, pp.137-138, pl.2, fig.10

1993 *Entactinia variospina* (Won) – Sashida *et al.*, figs.4, 1-14

1994 *Entactinia variospina* (Won) – Kiessling, pl.4, figs.23, 24

2003 *Stigmosphaerostylus variospina* (Won) – Wong *et al.*, pl.4, figs.1-7

2005 *Stigmosphaerostylus variospina* (Won) – Wonganan and Caridroit, figs.3-3, 3-4

2007 *Stigmosphaerostylus variospina* (Won) – Saesaengseerung *et al.*, figs.8: 7, 17



**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลมหนา (spherical shell) มีขนาดของ pore เล็กสม่ำเสมอ กัน ลักษณะของ Main spine หนาและสั้นปลายทู่ มีร่องบน spine มีหรือไม่มี by-spine ถ้ามี by-spine จะมีขนาดเล็กกระจายบนเปลือก

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา, บริเวณพื้นที่อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อายุตอนปลายดีโวเนียนถึงตอนต้นคาร์บอนิเฟอรัส Late Devonian (Famennian) to early Carboniferous (Tournasian), บริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุตอนปลายยุคดีโวเนียน (Famennian), บริเวณพื้นที่อำเภอปากชม จังหวัดเลย และอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย อายุตอนปลายดีโวเนียนถึงตอนต้นคาร์บอนิเฟอรัส Late Devonian (Famennian) to early Carboniferous (Tournasian)

*Stigmospherostylus* sp. cf. *herculeus* (Foreman, 1963)

ภาพที่ 25 รูปที่ 5; ภาพที่ 30 รูปที่ 10-12

cf. 1963 *Entactinia herculeus* Foreman – Foreman, p.287, pl.1, figs.3a-3d

cf. 1994 *Entactinia herculeus* Foreman – Kiessling, pl.4, figs.12, 21, 22

cf. 1999 *Stigmospherostylus herculeus* (Foreman) – Braun, fig.4B

cf. 2003 *Stigmospherostylus herculeus* (Foreman) – Wang, pl.5, fig.14

cf. 2005 *Stigmospherostylus herculeus* (Foreman) – Wonganan, pl.2, fig.8

cf. 2012 *Stigmospherostylus herculeus* (Foreman) – Thassanapak et al., figs.7: 17, 18

cf. 2017 *Stigmospherostylus herculeus* (Foreman) – Thassanapak et al., figs.5a: 8, 9, 20-22; figs.5c: 10, 11

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีลักษณะคล้ายคลึง *Stigmospherostylus herculeus* มีลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) มี pore ขนาดเล็ก มี Main spine ขนาดยาวหนาปลายแหลม มีร่องบน spine ไม่พบ by-spine

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง อายุตอนปลายยุคดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่ Huron member ใน Ohio สหรัฐอเมริกา อายุตอนปลายดีโวเนียน (Famennian), บริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุตอนปลายยุคดีโวเนียน (Famennian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ อายุตอนปลาย

ดีโวเนียน (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่ตอนกลางของประเทศลาว อายุตอนกลางถึงตอนปลายยุคดีโวเนียน (Middle to Late Devonian), บริเวณพื้นที่แอ่งขอบทวีปอินโดจีนแนวหินคดโค้งเลย ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย อายุตอนปลายดีโวเนียน (Frasnian to Famennian)

***Stigmospherostylus* sp. cf. *S. pusilla*** (Hinde, 1899)

ภาพที่ 12 รูปที่ 2; ภาพที่ 15 รูปที่ 5; ภาพที่ 16 รูปที่ 5; ภาพที่ 17 รูปที่ 6

cf. 1899 *Staurosphaera pusilla* Hind – Hind, p.46, pl.8, fig. 12

cf. 1963 *Entactinia? Additive* Foreman – Foreman, p 273, pl.1, fig.10; pl.3, fig.9

cf. 1997 *Stigmospherostylus pusilla* (Hinde) – Aitchison and Stratford, p.381

cf. 2003 *Stigmospherostylus pusilla* (Hinde) – Wang, pl.2, figs.11-16

cf. 2005 *Stigmospherostylus pusilla* (Hinde) – Wonganan, pl.2, fig.13

cf. 2017 *Stigmospherostylus pusilla* (Hinde) – Thassanapak, p.36, fig.10; p.37, figs.5-7; p.38, figs.5c, 7-8

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างชำรุดแต่มีความคล้ายคลึงกับ *Stigmospherostylus pusilla* ซึ่งมีลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) มี pore ขนาดเล็กเท่ากัน อาจจะมี main spine 7 spine มีร่องบน spine มีหรือไม่มี by-spine (rare)

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา อายุตอนปลายยุคดีโวเนียน Late Devonian, บริเวณพื้นที่ Huron member ใน Ohio shale สหรัฐอเมริกา ยุคดีโวเนียน (Devonian), บริเวณพื้นที่ทางด้านตะวันออกของ New South Wales ประเทศออสเตรเลีย อายุตอนกลางดีโวเนียน Middle Devonian (Givetian), บริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุตอนกลางถึงตอนปลายยุคดีโวเนียน (Middle (Givetian) to Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ อายุตอนปลายดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่แอ่งขอบทวีปอินโดจีนแนวหินคดโค้งเลย ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย อายุตอนปลายดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian to Famennian)

***Stigmospherostylus* sp. cf. *S. variospina*** (Won, 1983)

ภาพที่ 13 รูปที่ 1; ภาพที่ 16 รูปที่ 6-7; ภาพที่ 17 รูปที่ 5,6; ภาพที่ 19 รูปที่ 2,4

cf. 1983 *Palaeoxyphostylus variospina* Won – Won, pp.156-157, pl.8, figs.1-4, 6-22

cf. 1986 *Entactinia variospina* (Won) – Gourmelon, pp. 183-184, pl.4, fig.1

cf. 1987 *Entactinia variospina* (Won) – Gourmelon, p.49, pl.3, figs.7-11

cf. 1990 *Entactinia variospina* (Won) – Braun, p.109, pl.7, figs. 4, 6

cf. 1990 *Palaeoxyphostylus variospina* Won – Won, pp.137-138, pl.2, fig.10

cf. 1993 *Entactinia variospina* (Won) – Sashida *et al.*, figs.4, 1-14

cf. 1994 *Entactinia variospina* (Won) – Kiessling, pl.4, figs.23, 24

cf. 2003 *Stigmosphaerostylus variospina* (Won) – Wong *et al.*, pl.4, figs.1-7

cf. 2005 *Stigmosphaerostylus variospina* (Won) – Wonganan and Caridoit, figs.3-3, 3-4

cf. 2007 *Stigmosphaerostylus variospina* (Won) – Saesaengseerung *et al.*, figs.8: 7, 17

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกับ *Stigmosphaerostylus variospina* คือมีลักษณะเปลือกกลมหนา (spherical shell) มีขนาดของ pore เล็กสม่ำเสมอ ลักษณะของ Main spine หนาสั้นปลายทู่ มีร่องบน spine มีหรือไม่มี by-spine

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา, บริเวณพื้นที่อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น Late Devonian (Famennian) to early Carboniferous (Tournaisian), บริเวณพื้นที่อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Famennian), บริเวณพื้นที่ทางเหนือของเมืองบาวาเรีย ประเทศเยอรมัน อายุดีโวเนียนตอนกลางถึงตอนปลาย Middle to Late Devonian, บริเวณพื้นที่อำเภอปากชม จังหวัดเลย และอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น Late Devonian to early Carboniferous, บริเวณพื้นที่เมือง Riescheid ประเทศเยอรมัน อายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น early Carboniferous

***Stigmosphaerostylus* sp.**

ภาพที่ 11 รูปที่ 9; ภาพที่ 20 รูปที่ 8; ภาพที่ 22 รูปที่ 11; ภาพที่ 25 รูปที่ 7; ภาพที่ 26 รูปที่ 3-4; ภาพที่ 27 รูปที่ 6, 11; ภาพที่ 28 รูปที่ 8; ภาพที่ 30 รูปที่ 5-6; ภาพที่ 31 รูปที่ 1

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) ชั้นเดียว มี 4 main spin ขนาดยาว ปลายแหลม ขนาดของ pore เล็ก บางชนิดมีขนาดของ pore และเปลือกหนา มีร่องบน spine มีหรือไม่มี by-spine

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณพื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลาง อำเภอกาบัง จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian

**Genus** *Trilonche* Hinde, 1899

emend. Foreman, 1963, emend. Aitchison and Stratford, 1997

(syn: *Entactinosphaera* Foreman, 1963)

**Type species:** *Trilonche hindea* (Hinde, 1899)

***Trilonche chiangdaoensis*** Wonganan and Caidroit, 2005

ภาพที่ 25 รูปที่ 6, 9-11; ภาพที่ 27 รูปที่ 10

2005 *Trilonche chiangdaoensis* Wonganan and Caidroit - Wonganan and Caidroit, pl.2, figs.14-16

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลมขนาดใหญ่ (large spherical shell) ขนาด pore เล็ก มี 4-6 robust-main spine หนา (thickness) ขนาดสั้นมีร่องบน spine กว้างแบบ three-bladed ส่วนของปลาย spine แหลม (short thorn) ไม่มี by-spine

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่อำเภอยางตลาด จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian)

***Trilonche dihelicis*** Wonganan and Caidroit, 2005

ภาพที่ 24 รูปที่ 6

2005 *Trilonche dihelicis* Wonganan and Caidroit - Wonganan and Caidroit, pl.3, fig.16

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลมขนาดเล็ก (small spherical shell) ขนาด pore เล็ก มี 2 three-bladed main spine ที่มีลักษณะของการบิด (twisted) ของ spine ทั้งคู่

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian)

*Trilonche echinata* (Hinde, 1899) emend. Aitchison and Stratford, 1997

ภาพที่ 18 รูปที่ 4; ภาพที่ 11 รูปที่ 9; ภาพที่ 22 รูปที่ 5-6; ภาพที่ 23 รูปที่ 7

1899 *Heliosoma echinatum* Hinde – Hinde, p.50, pl.9, figs.1-2

1963 *Entactinosphaera echinata* ? (Hinde) – Foreman, p.279, pl.3, fig.10; pl.4, figs.12a-b

1975 *Entactinosphaera echinata* (Hinde) – Nazarov, p.60-61, pl.3, figs.1-3; pl.4, figs.6-8

1983 *Entactinosphaera echinata* (Hinde) – Nazarov and Ormiston, pl.1, figs.6-7

1993 *Entactinosphaera echinata* (Hinde) – Aitchison, pl.5, figs.6, 11, 14; pl.7, fig.3

1997 *Entactinosphaera echinata* (Hinde) – Wang, pl.3, figs.4-10; pl.4, figs.4, 7

1999 *Trilonche* ? *echinata* (Hinde) – Braun and Budil, fig.4A

2003 *Trilonche echinate* (Hinde) – Wang et al., pl.1, fig.16

2005 *Trilonche echinate* (Hinde) – Wonganan and Caridroit, pl.2, figs.17, 18

2015 *Trilonche echinate* (Hinde) - Udchachon et al., figs.7, 3-4

2017 *Trilonche echinate* (Hinde) – Thassanapak et al., figs.5b: 10-12; figs.5d: 3-4

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) ถูกปกคลุมไปด้วย by-spine จำนวนมากที่มีลักษณะคล้ายหนามขนาดยาว (thorn-like) มี Main spine 3 spine และมี 1 spine ที่ ยาวและหนากว่า spine อื่น

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา, อยู่ในช่วงอายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian, บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนกลางถึงตอนปลาย Middle (Givetian) to Late Devonian (Famennian), พื้นที่ของหมวดหิน Tanhe เมือง Nannin และเมือง Guangxi บริเวณทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนต้นถึงตอนกลาง (Early to Middle Devonian), บริเวณพื้นที่ตะวันออกของเมือง New South Wales ของประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนกลาง Middle Devonian (Givetian), บริเวณพื้นที่ของหมวดหิน

Gogo ของ Canning Basin ทางด้านตะวันออกของประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian, บริเวณหน่วยหิน Huron member ในพื้นที่ Ohio Shale ของประเทศสหรัฐอเมริกา อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian

*Trilonche elegans* Hinde, 1889

ภาพที่ 12 รูปที่ 2, 5; ภาพที่ 16 รูปที่ 1; ภาพที่ 17 รูปที่ 3-4; ภาพที่ 23 รูปที่ 2, 5; ภาพที่ 26 รูปที่ 6-7

1889 *Trilonche elegans* Hinde – Hinde, p.48, pl.8, fig.22

1997 *Trilonche elegans* Hinde – Aitchison and Stratford, figs.2-7, figs.3-6

1999 *Trilonche elegans* Hinde – Aitchison, pl.1, figs. C, D, F, P; pl.4, figs. E, I; pl.6, figs. B, R

2003 *Trilonche elegans* Hinde – Wang, pl.1, fig.22, 23

2005 *Trilonche elegans* Hinde – Wonganan and Caridroit, pl.2, fig.3

2015 *Trilonche elegans* Hinde - Udchachon *et al.*, figs.7, 6-7

2017 *Trilonche elegans* Hinde - Thassanapak *et al.*, p.36; fig.5a, 14; p.37, figs.5b, 13-14; p.39, figs.5d, 5-6

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) ขนาดของ pore เล็กสม่ำเสมอ มี Mian spine 4 spine ยาวแหลม มีร่องบน spine และที่ทำองศากันประมาณ  $90^\circ$  มีหรือไม่มี by-spine

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา, บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทยอายุดีโวเนียนตอนกลางและตอนปลาย Middle (Givetian) to Late Devonian (Famennian), บริเวณทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนกลางถึงตอนปลาย Middle to Late Devonian, บริเวณพื้นที่ Garilaroi terren New England Orogen ทางด้านตะวันออกของประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนต้นและตอนกลาง Early to Middle Devonian, บริเวณพื้นที่ทางตะวันออกของเมือง New South Wales ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนกลาง Middle Devonian (Givetian)

*Trilonche guangxiensis* (Li and Wang, 1991)



ภาพที่ 30 รูปที่ 7

1991 *Entactinosphaera guangxiensis* Li and Wang – Li and Wang, pl.1, figs. 5-7

1999 *Entactinosphaera* aff. *guangxiensis* Li and Wang – Yao and Kuwahara, pl.1, fig. 13

2005 *Trilonche* sp. cf. *T. guangxiensis* (Li and Wang) – Wonganan and Caridroit, pl.1, fig. 24

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) มีขนาด pore เล็กสม่ำเสมอ มี Main spines 4-6 spine ขนาดยาว มีร่องหรือแฉกบน three-bladed มี 1 spines ที่เป็นลักษณะเด่นคือ spine จะมีความโค้งงอ ไม่มี by-spine

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง, บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian), บริเวณมณฑลทลกวาสี และยูนนาน ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian)

*Trilonche hindea* (Hinde, 1899)

ภาพที่ 13 รูปที่ 2-4; ภาพที่ 14 รูปที่ 1-2, 7; ภาพที่ 16 รูปที่ 3-4; ภาพที่ 18 รูปที่ 3; ภาพที่ 19 รูปที่ 5; ภาพที่ 23 รูปที่ 6; ภาพที่ 25 รูปที่ 2; ภาพที่ 26 รูปที่ 1, 8; ภาพที่ 227 รูปที่ 8-9; ภาพที่ 29 รูปที่ 6, 10-11; ภาพที่ 30 รูปที่ 3-4, 9; ภาพที่ 31 รูปที่ 5-7

1899 *stylosphaera vetusta* Hinde – Hinde, p.46, pl.8, fig.10

1975 *Entactinosphaera vetusta* (Hinde) – Nazarov, p.64-65, pl.5, figs.8-10; pl.6, figs.9-11

1991 *Entactinosphaera vetusta* (Hinde) – Li and Wang, pl.1, figs.15, 16; pl.2, figs.9-11

1997 *Trilonche hindea* (Hinde) – Aitchison and Stratford, p.374, figs.2-9, 2

1999 *Trilonche hindea* (Hinde) – Aitchison *et al.*, pl.2, figs.J, R; pl.3, fig.E; pl.5, figs.F, H; pl.6, figs.K, O, Q

2005 *Trilonche hindea* (Hinde) – Wonganan and Caridroit, pl.3, figs.10, 11, 17, 18, 21, 22, 25

2012 *Trilonche hindea* (Hinde) – Thassanapak *et al.*, figs.7, 22-25

2015 *Trilonche hindea* (Hinde) – Udchachon *et al.*, figs.7, 8-9

2017 *Trilonche hindea* (Hinde) – Thassanapak *et al.*, p.36; figs.5a, 15-16; p.37, fig.5b, 15; p.39, figs.5d, 7-8

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) มีขนาด pore เล็กสม่ำเสมอ มี Main spines 1-2 spine ที่มีขนาดยาวปลายแหลม มีร่องหรือแฉกบน spine ลึก มี spines ขนาดเล็ก 3 spine บนเปลือก มีหรือไม่มี by-spine (rare)

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา, บริเวณพื้นที่อำเภอเสด็จ จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนกลางถึงตอนปลาย Middle (Givetian) to Late Devonian to (Farnenian), บริเวณพื้นที่ Gamilaroi terren New England Orogen ทางด้านตะวันออกของประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนต้นและตอนกลาง early to Middle Devonian, บริเวณพื้นที่ทางตะวันออกของเมือง New South Wales ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนกลาง Middle Devonian (Givetian)

*Trilonche minax* (Hinde, 1899) emend. Aitchison and Stratford, 1997

ภาพที่ 24 รูปที่ 10-11; ภาพที่ 27 รูปที่ 1; ภาพที่ 28 รูปที่ 12; ภาพที่ 29 รูปที่ 1-3, 9

1899 *Xiphospaera minax* Hinde – Hinde, p.45, pl.8, fig.8

1963 *Staurodruppa* (?) *prolata* Foreman – Foreman, p.281, pl.8, fig.1a-b; pl.9, fig.12

1975 *Entactinosphaera egindyensis* Nazarov – Nazarov, p.61, pl.5, figs.2, 4; pl.6, figs.1-5

1991 *Entactinosphaera egindyensis* Nazarov – Li and Wang, pl.1, figs.3, 4

1999 *Entactinosphaera egindyensis* Nazarov – Yao and Kuwahara, pl.1, fig.12

1997 *Trilonche minax* (Hinde) – Aitchison and Stratford, p.377, pl.1, figs.3, 4; pl.2, figs.3, 5

1999 *Trilonche minax* (Hinde) – Aitchison *et al.*, pl.2, figs. H, I; pl.5, figs. J, K

2002 *Trilonche minax* (Hinde) – Luo *et al.*, pl.1, figs.10-12

2003 *Trilonche minax* (Hinde) – Wang *et al.*, pl.2, figs.6-10; pl.5, figs.15-19

2005 *Trilonche minax* (Hinde) – Wonganan and Caridroit, pl.3, figs.13, 14, 23

2012 *Trilonche minax* (Hinde) – Thassanapak *et al.*, figs.7: 10-12

2017 *Trilonche minax* (Hinde) – Thassanapak *et al.*, fig.5d: 9

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกมีขนาดเล็ก (Small spherical shell) มีขนาด pore ใหญ่ สม่ำเสมอ มี Main spines 1-2 spine ที่มีขนาดเท่ากับเปลือก ขนาดยาวปลายทู่ มีร่องหรือแฉกบน spine ลึก และกว้าง มี spines ขนาดเล็ก 3 spine บนเปลือก ไม่มี by-spine

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง, บริเวณพื้นที่ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุยุคดีโวเนียนอาจตั้งแต่มiddle จนถึงตอนปลาย Middle ? to Late Devonian (Givetian to Famennian), บริเวณพื้นที่มณฑล กวางสี และมณฑลยูนนาน สาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnain to Famennian), บริเวณพื้นที่ New South Wales ประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียน ตอนปลาย Late Devonian (Frasnain), บริเวณพื้นที่ South Urals สหพันธรัฐรัสเซีย อายุดีโวเนียน ตอนปลาย Late Devonian (Frasnain)

***Trilonche palimbola*** (Foreman, 1963)

ภาพที่ 11 รูปที่ 1-2; ภาพที่ 14 รูปที่ 4, 9-10; ภาพที่ 17 รูปที่ 8; ภาพที่ 20 รูปที่ 1; ภาพที่ 23 รูปที่ 3; ภาพที่ 24 รูปที่ 12-14; ภาพที่ 25 รูปที่ 1; ภาพที่ 27 รูปที่ 3; ภาพที่ 31 รูปที่ 11

1963 *Entactinosphaera palimbola* Foreman – Foreman, pl.2, figs.3a-d, figs.7a-e

1987 *Entactinosphaera palimbola* Foreman – Gourmaelon, pl.4, figs.7-10

1993 *Entactinosphaera palimbola* Foreman – Sashida *et al.*, figs.4-10

1998 *Entactinosphaera palimbola* Foreman – Sashida *et al.*, figs.17, 18

2005 *Trilonche palimbola* (Foreman) – Wonganan and Caridroit, pl.3, figs.3-5

2012 *Trilonche palimbola* (Foreman) – Thassanapak *et al.*, figs.7; 20-21

2015 *Trilonche palimbola* (Foreman) – Udchachon *et al.*, figs.7; 10, 11

2017 *Trilonche palimbola* (Foreman) – Thassanapak *et al.*, p.36, fig.5a, 17; p.37, figs.5b, 16, 17; p.39, figs.5d, 10,11

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) มีขนาด pore สม่ำเสมอ มี Main spines 1 spine ที่มีขนาดใหญ่กว่า spine อื่นๆ ขนาดยาวปลายทู่ มีร่องหรือแฉกบน spine มี spines ขนาดเล็ก 3-4 spine บนเปลือก มีหรือไม่มี by-spine rare ถ้ามี by-spine จะมีลักษณะ คล้ายหนามขนาดสั้น (thorn-like)

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเซิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา และบ้านกลาง อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่ตอนกลางของ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่ Gogo Formation ใน Canning Basin ทางตะวันออกของประเทศออสเตรเลียและบริเวณพื้นที่ทางเหนือของบาวาเรีย ประเทศเยอรมัน อายุ ดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian

*Trilonche vetusta* Hinde, 1899 emend. Aitchison and Stratford, 1997

ภาพที่ 15 รูปที่ 1-2; ภาพที่ 19 รูปที่ 6; ภาพที่ 24 รูปที่ 8-9, 15-16; ภาพที่ 27 รูปที่ 2; ภาพที่ 28 รูปที่ 11; ภาพที่ 29 รูปที่ 5; ภาพที่ 30 รูปที่ 1-2; ภาพที่ 31 รูปที่ 8

1899 *Trilonche vetusta* Hinde – Hinde, p.48, pl.8, figs.18, 19

1997 *Trilonche vetusta* Hinde – Aitchison and Stratford, p.374, figs.2: 1, 2; figs.3: 1, 2

1999 *Trilonche vetusta* Hinde – Aitchison et al., pl.2, figs. J, R; pl.3, figs. E; pl.5, figs. F, H; pl.6, figs. K, O, Q

2003 *Trilonche vetusta* Hinde – Wang et al., pl.1, figs. 25-30

2005a *Trilonche vetusta* Hinde – Wonganan and Caridoit, fig.3: 6

2005b *Trilonche vetusta* Hinde – Wonganan and Caridoit, pl.3, figs. 6-9, 19

2015 *Trilonche vetusta* Hinde – Udchachon et al., fig.7; 5

2017 *Trilonche vetusta* Hinde – Thassanapak et al., figs.5a: 18, 19; figs.5d: 14, 15

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) ขนาดของ pore เล็ก มี Main spine ขนาดยาวปลายแหลม และทำองศาใกล้เคียงกับสามเหลี่ยมหน้าจั่ว (triangle-like) มีร่องบน spine ไม่พบ by-spine

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเซิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา และบ้านกลาง อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่ อำเภอป่าาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย และ บริเวณทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนกลางถึงตอนปลาย Middle to

Late Devonian, บริเวณพื้นที่ Gamilaroi terrane ใน New England Orogen ทางตะวันออกของประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian

*Trilonche vachardi* Wonganan and Caridroit, 2005

ภาพที่ 26 รูปที่ 5

1999 *Entactinosphaera* aff. *E. vetusta* (Hinde) – Yao and Kuwahara, pl.1, fig. 19

2005 *Trilonche vachardi* (Hinde) – Wonganan and Caridroit, pl.2, figs. 9-12

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) ขนาดของ pore มีความสม่ำเสมอ มี 4-6 Main spine ยาวปลายแหลมมีลักษณะของการบิด (twisted) ของ spine และจะมีอยู่ 1 spine ที่มีการบิดเล็กน้อยหรือไม่บิดเลย (one less twisted spine)

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงอายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), อีกทั้งยังมีรายงานอายุในช่วงเดียวกันบริเวณทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน

*Trilonche* sp. cf. *T. guangxiensis* (Li and Wang, 1991)

ภาพที่ 30 รูปที่ 8

cf. 1991 *Entactinosphaera guangxiensis* Li and Wang – Li and Wang, pl.1, figs. 5-7

cf. 1999 *Entactinosphaera* aff. *guangxiensis* Li and Wang – Yao and Kuwahara, pl.1, fig. 13

cf. 2005 *Trilonche* sp. cf. *T. guangxiensis* (Li and Wang) – Wonganan and Caridroit, pl.1, fig. 24

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีความคล้ายคลึง *Trilonche guangxiensis* มีลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) มีขนาด pore เล็กสม่ำเสมอ มี Main spines 4-6 spine ขนาดยาว มีร่องหรือแฉกบน three-bladed มี 1 spines ที่เป็นลักษณะเด่นคือ spine จะมีความโค้งงอ ไม่มี by-spine

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง, บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late

Devonian (Frasnian), บริเวณมณฑลกลวงสี และยูนนาน ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน  
อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian)

***Trilonche sp. cf. T. vachardi*** Wonganan and Caridroit, 2005

ภาพที่ 23 รูปที่ 4; ภาพที่ 24 รูปที่ 7

cf. 1999 *Entactinosphaera* aff. *E. vetusta* (Hinde) – Yao and Kuwahara, pl.1, fig. 19

cf. 2005 *Trilonche vachardi* (Hinde) – Wonganan and Caridroit, pl.2, figs. 9-12

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกับ *Trilonche vachardi* คือมีลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) ขนาดของ pore มีความสม่ำเสมอ มี Main spine ยาวปลายแหลมมีลักษณะของการบิด (twisted) ของ spine

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา และบ้านกลาง อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงอายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Frasnian to Famennian), อีกทั้งยังมีรายงานอายุในช่วงเดียวกันบริเวณทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน

***Trilonche sp.***

ภาพที่ 11 รูปที่ 3, 6, 8; ภาพที่ 12 รูปที่ 1, 6-7; ภาพที่ 13 รูปที่ 5-6; ภาพที่ 14 รูปที่ 3, 8, 12; ภาพที่ 16 รูปที่ 2, 8-9; ภาพที่ 17 รูปที่ 2, 9-10; ภาพที่ 18 รูปที่ 5; ภาพที่ 19 รูปที่ 7; ภาพที่ 22 รูปที่ 7-10, 12; ภาพที่ 26 รูปที่ 9-12; ภาพที่ 27 รูปที่ 4-5, 12; ภาพที่ 28 รูปที่ 9; ภาพที่ 29 รูปที่ 4, 7-8, 12; ภาพที่ 31 รูปที่ 2-4, 9-10, 12

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลม (spherical shell) ขนาดของ pore เล็กมีความสม่ำเสมอ มี Main spine ยาวปลายแหลม มีร่องบน spine และมีหรือไม่มี by-spine

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา และบ้านกลาง อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian

**Genus *Triaenosphaera*** Deflandre, 1973

**Type species:** *Triaenosphaera sicarius* Deflandre, 1973

***Triaenosphaera sicarius*** Deflandre, 1973



ภาพที่ 20 รูปที่ 3

- 1973 *Triaenosphaera sicarius* Deflandre – Deflandre, p.1150, pl.2, figs. 3, 4  
 1978 *Triaenosphaera sicarius* Deflandre – Holdsworth *et al.*, p.781, figs. 2a-c  
 1986 *Triaenosphaera sicarius* Deflandre – Gourmelon, pp.186-187, pl.2, fig. 1  
 1987 *Triaenosphaera sicarius* Deflandre – Gourmelon, pp.63-64, pl.6, figs. 1-4  
 1988 *Triaenosphaera sicarius* Deflandre – Schmidt-Effing, p.35, pl.3, fig. 5  
 1990 *Triaenosphaera sicarius* Deflandre – Braun, pp.114-115, pl.11, figs. 8-9  
 1993 *Triaenosphaera sicarius* Deflandre – Braun and Schmidt-Effing, pp.374-375, pl.1, fig. 9  
 2001 *Triaenosphaera sicarius* Deflandre – Liu, pl.2, figs. 5-9  
 2004 *Triaenosphaera sicarius* Deflandre – Feng *et al.*, pl.2, figs. 1-2

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลมขนาดเล็ก (Small spherical shell) Main spines 3-4 spine ที่ทำองศากันประมาณ  $120^{\circ}$  ซึ่งจะมีความแตกต่างจาก *Trilonche vetusta* ที่มีลักษณะของ spine อยู่ 2 spine ที่ทำองศากันประมาณ  $60^{\circ}$  และมีขนาดของ spherical shell ใหญ่กว่า

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น Late Devonian (Famennian) to early Carboniferous, บริเวณพื้นที่ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น Late Devonian (Famennian) to early Carboniferous (Visean), บริเวณพื้นที่ Alaska สหรัฐอเมริกา, Frankenwald ประเทศเยอรมัน และทางตะวันตกของยูนิานาน สาธารณรัฐประชาชนจีน อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Famennian)

*Triaenosphaera* sp.

ภาพที่ 19 รูปที่ 9-11

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลมขนาดเล็ก (Small spherical shell) บางชนิดมี 3-4 Main spines แบบ three-bladed ขนาดใหญ่ ที่ทำองศากันประมาณ  $120^{\circ}$

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณพื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น Late Devonian to early Carboniferous

Genus *Belowea* Won, 1963

Type species: *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976)

*Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976)

ภาพที่ 19 รูปที่ 8

1976 *Cromyostylus? variabilis* Ormiston and Lane – Ormiston and Lane, Taf. 4, figs. 7-11

1983 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Won, Taf. 5, figs. 1-5, Taf. 13, figs. 3-5

1983 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Won, Taf. 2, figs. 17-22, Taf. 13, fig. 8

1990 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Won, pl. 6, figs. 5-13

2001 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Liu, pl. 1, figs. 1-3, pl. 2, fig. 15, pl. 3, fig. 1

2002 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Li *et al.*, pl. 1, figs. 16-17

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลมถึงรี (subspherical-spherical shell) มี 2 main spine ตรงข้ามกัน ซึ่งจะมี 1 large main spine หนายาวและ 1 main spine บางยาว มีร่อง dept groove main spine แบบลักษณะ three-bladed ค่อนข้างใหญ่ ขนาดของ pore เล็กสม่ำเสมอ  
**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา อายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (early Carboniferous), บริเวณพื้นที่ Rheinische ประเทศเยอรมัน อายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (early Carboniferous), บริเวณพื้นที่ Heiyingshan ทางตอนใต้ของเทือกเขา Tianshan สาธารณรัฐประชาชนจีน อายุ (early Carboniferous)

*Belowea* sp. cf. *B. variabilis* (Ormiston and Lane, 1976)

ภาพที่ 11 รูปที่ 4; ภาพที่ 17 รูปที่ 7

cf. 1976 *Cromyostylus? variabilis* Ormiston and Lane – Ormiston and Lane, Taf. 4, figs. 7-11

cf. 1983 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Won, Taf. 5, figs. 1-5, Taf. 13, figs. 3-5

cf. 1983 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Won, Taf. 2, figs. 17-22, Taf. 13, fig. 8

cf. 1990 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Won, pl. 6, figs. 5-13

cf. 2001 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Liu, pl. 1, figs. 1-3, pl. 2, fig. 15, pl. 3, fig. 1

cf. 2002 *Belowea variabilis* (Ormiston and Lane, 1976) – Liu *et al.*, pl. 1, figs. 16-17

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกับ *Belowea variabilis* โดยมีลักษณะเปลือกกลมถึงรี (subspherical-spherical shell) มี 2 main spine ตรงข้ามกัน ซึ่งจะมี 1 large main spine หนายาวและ 1 main spine บางยาว มีร่อง dept groove main spine แบบลักษณะ three-bladed ค่อนข้างใหญ่ ขนาดของ pore เล็กสม่ำเสมอ เนื่องจากตัวอย่างมีการชำรุดแตกหัก จึงไม่สามารถระบุให้เป็นชนิดเดียวกันกับข้างต้นได้

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา อายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (early Carboniferous), บริเวณพื้นที่ Rheinische ประเทศเยอรมัน อายุคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (early Carboniferous), บริเวณพื้นที่ Heiyingshan ทางตอนใต้ของเทือกเขา Tianshan สาธารณรัฐประชาชนจีน อายุ (early Carboniferous)

***Belowea* sp.**

ภาพที่ 14 รูปที่ 5-6; ภาพที่ 19 รูปที่ 3

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกกลมถึงรี (subspherical-spherical shell) มี 2 main spine มีร่อง dept groove main spine แบบลักษณะ three-bladed ค่อนข้างใหญ่ ขนาดของ pore เล็กสม่ำเสมอ เนื่องจากตัวอย่างมีการชำรุดแตกหักจึงไม่สามารถเห็นลักษณะของ spine อีกด้านหนึ่งได้

**สถานที่ที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (Late Devonian to early Carboniferous)

**Genus *Tlecerina* Furutani 1983**

**Type species:** *Tlecerina horrida* Furutani 1983

*Tlecerina?* sp.

ภาพที่ 18 รูปที่ 8

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะ spherical shell ภายนอกมี spine ขนาดสั้นหนาปกคลุม มี 1 spine ขนาดยาวเรียว ลักษณะคล้ายเข็ม ( 1 rod-like long spine)

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น (Late Devonian to early Carboniferous), บริเวณพื้นที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ อายุดีโวเนียน (Devonian)

**Order Nassellaria** Ehrenberg 1875

**Family Archocyrtiidae** Kozur and Mostor 1981, emend. Cheng 1986

**Genus Archocyrtium** Deflandre 1972

**Type species:** *Archocyrtium riedeli* Deflandre, 1972

*Archocyrtium* sp.

ภาพที่ 18 รูปที่ 6

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะเปลือกเป็นทรงกรวย หรือรูปทรงหมวกม้า (helmet shape) มี pore ขนาดเล็ก มีช่องว่างบริเวณตรงกลางระหว่าง Main spine ที่มีลักษณะกางออก 3 ขาที่เรียกว่า Tripod และมี 1 apical spine ที่มีลักษณะที่เป็นยอดของกรวย

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านวังผา อายุตอนปลายยุคดีโวเนียน (Upper Devonian)

**Order Polycystida** Ehrenberg 1838, emend. Riedel 1967

**Suborder Albaillettaria** Deflandre, 1953, emend. Holdsworth, 1969

**Family Ceratoikiscidae** Holdsworth 1969

**Genus Ceratoikiscum** Deflandre, 1953

**Type species :** *Ceratoikiscum bujugum* Foreman, 1963

*Ceratoikiscum* sp. cf. *C. bujugum* Foreman, 1963

ภาพที่ 23 รูปที่ 9-10

cf. 1963 *Ceratoikiscum bujugum* Foreman – Foreman, p.300, pl.8, fig.4, pl.9, fig.9

cf. 1993 *Ceratoikiscum bujugum* Foreman – Aitchison, pl.4 figs.13-14

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ตัวอย่างมีลักษณะคล้ายคลึงกับ *Ceratoikiscum bujugum* Foreman มีลักษณะของ สามเหลี่ยมที่มีความยาวเกือบจะเท่ากันไขว้กันอยู่ทำให้เห็นว่ามี 6 rod like spine โดยปกติตัวอย่างตาม Foreman, 1963 ได้อธิบายจะมีลักษณะของ Caveal ribs ซึ่งจะดูเหมือนซี่โครงจำนวนมากห่อหุ้มบริเวณช่องว่างที่เกิดจากการทับซ้อนกันของสามเหลี่ยมดังกล่าว

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** พื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตตัวอย่างบ้านกลาง อายุตอนปลาย ยุคดีโวเนียน Late Devonian (Frasnian-Famennian), บริเวณพื้นที่ตามแนว Gogo Formation ในพื้นที่ Canning Basin ทางตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (lower Frasnian), บริเวณพื้นที่ทางตอนเหนือของสหรัฐอเมริกา อายุดีโวเนียนตอนปลาย Late Devonian (Famennian)

**Genus** *Helenifore* Nazarov and Ormiston 1983

**Type species:** *Helenifore laticlavium* Nazarov and Ormiston 1983

*Helenifore* sp.

ภาพที่ 19 รูปที่ 1

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะของเรติโโอลาเรียชนิดนี้จะมีลักษณะของโครงร่างที่เหลื่อคล้ายกับ ตะขอเบ็ดตกปลา (hook-like) ปลายแหลมในบางชนิด

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณพื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น Late Devonian to early Carboniferous

*Entactiniidea* gen. et sp. indet.

ภาพที่ 4.1 รูปที่ 10-12; ภาพที่ 4.2 รูปที่ 8-10; ภาพที่ 4.3 รูปที่ 8-10; ภาพที่ 4.1 รูปที่ 10-12;  
 ภาพที่ 4.5 รูปที่ 7-12; ภาพที่ 4.1 รูปที่ 10-12; ภาพที่ 4.6 รูปที่ 10-11; ภาพที่ 4.8 รูปที่ 9-12;  
 ภาพที่ 4.10 รูปที่ 9-10; ภาพที่ 4.13 รูปที่ 8; ภาพที่ 4.15 รูปที่ 12; ภาพที่ 4.1 รูปที่ 10-12

**ลักษณะสัณฐานวิทยา:** ลักษณะส่วนใหญ่มีเปลือกกลม 2-3 ชั้น ระหว่างชั้นจะมีก้านยึด (bar)

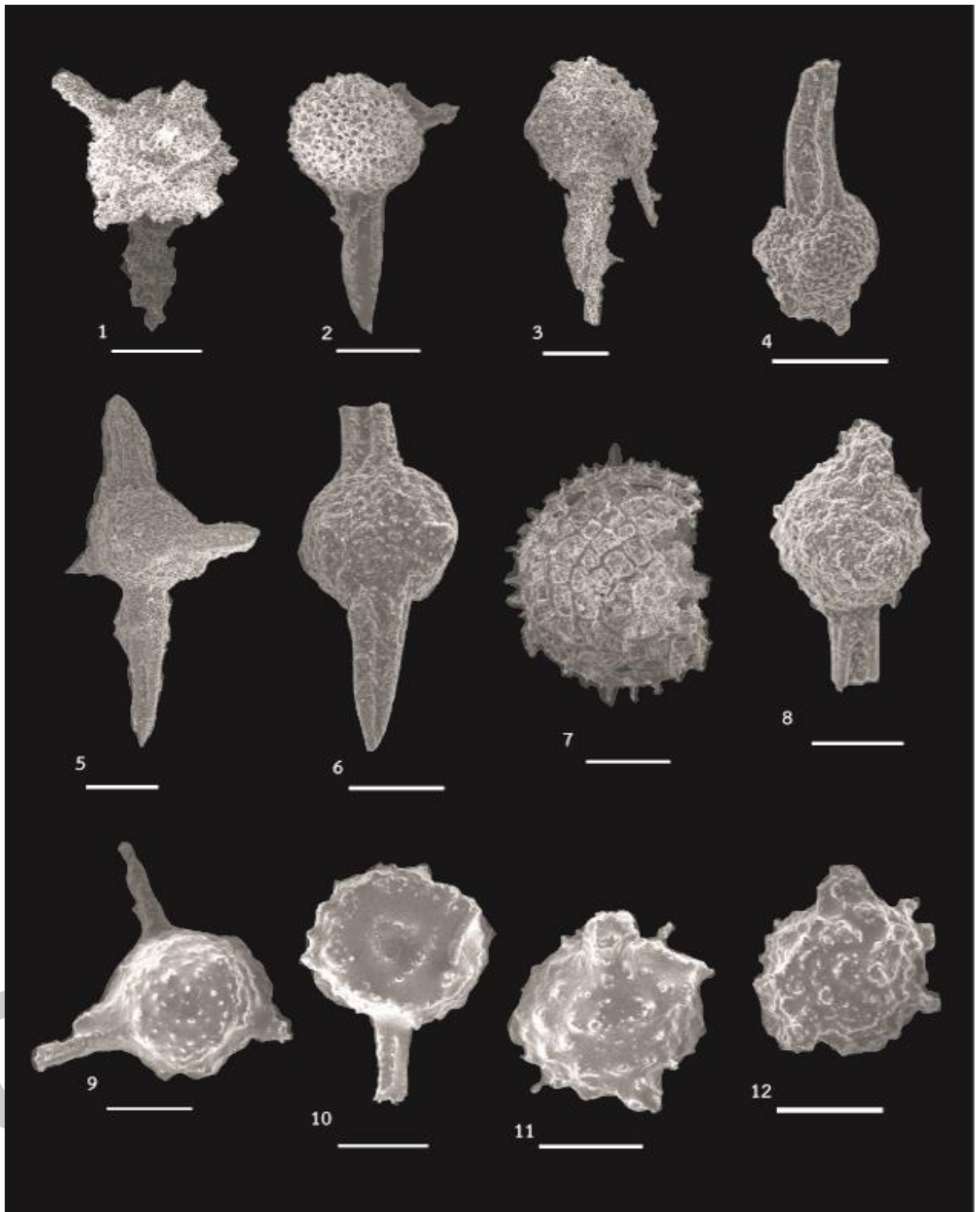
ลักษณะของ spine แบบ three-bladed

**สถานที่มีการรายงาน และช่วงอายุ:** บริเวณพื้นที่ศึกษาหน้าตัดชั้นหินบ้านวังผา และบ้านกลาง

อำเภอปากชม จังหวัดเลย อายุดีโวเนียนตอนปลายถึงคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น Late Devonian to  
 early Carboniferous



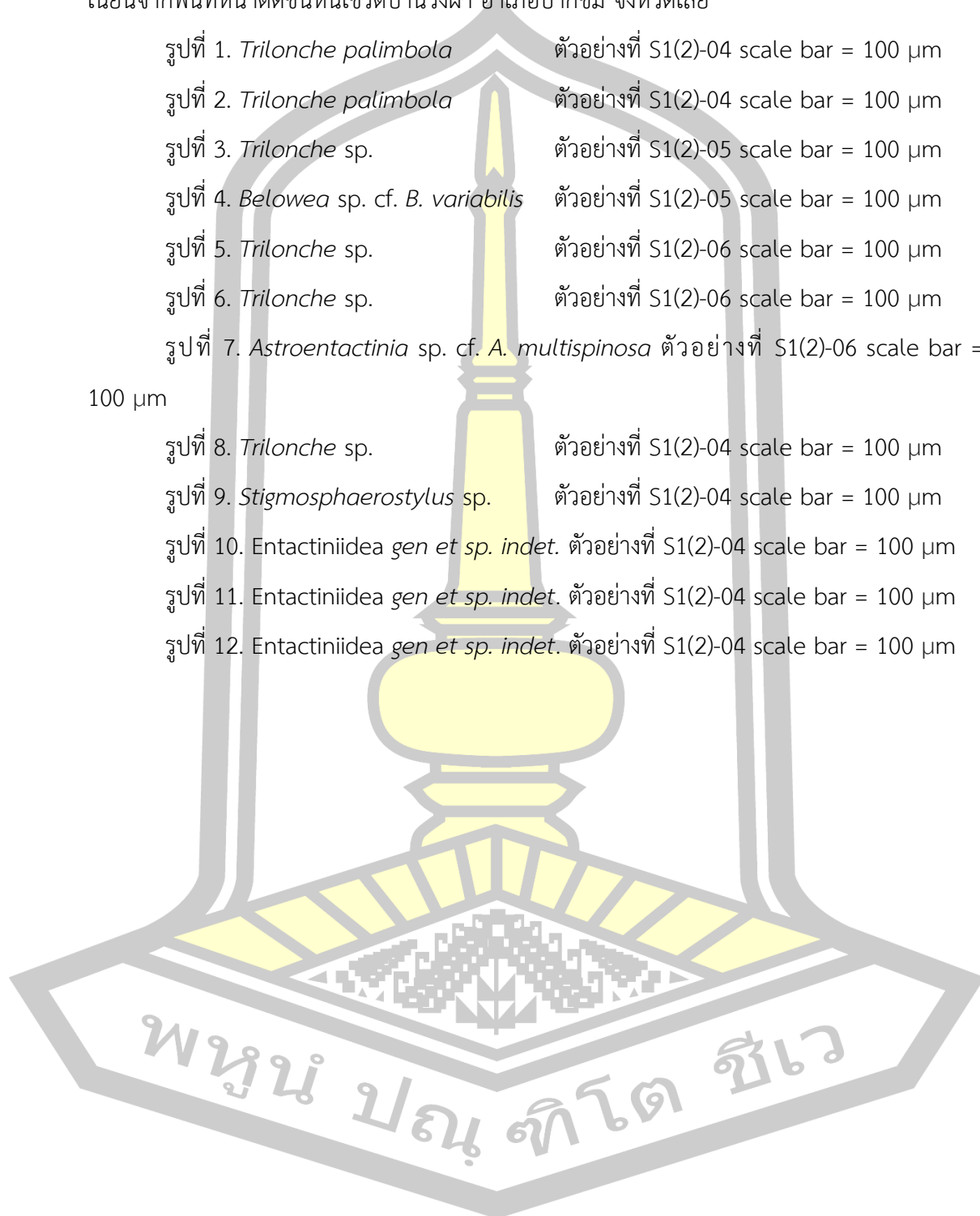


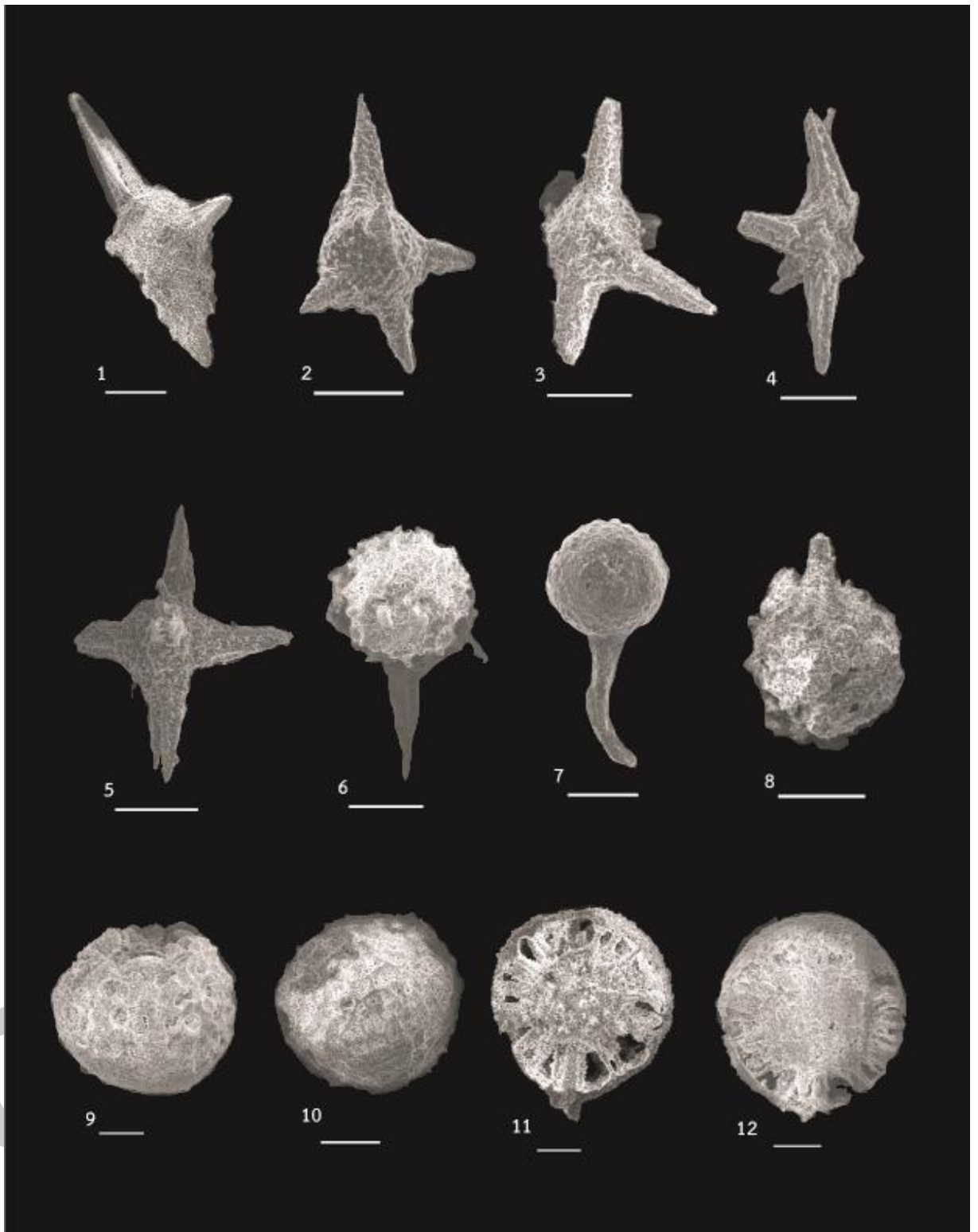


ภาพที่ 11 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 11 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |   |  |
|---|--|
| รูปที่ 1. <i>Trilonche palimbola</i>                            | ตัวอย่างที่ S1(2)-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 2. <i>Trilonche palimbola</i>                            | ตัวอย่างที่ S1(2)-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 3. <i>Trilonche</i> sp.                                  | ตัวอย่างที่ S1(2)-05 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 4. <i>Belowea</i> sp. cf. <i>B. variabilis</i>           | ตัวอย่างที่ S1(2)-05 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 5. <i>Trilonche</i> sp.                                  | ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 6. <i>Trilonche</i> sp.                                  | ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 7. <i>Astroentactinia</i> sp. cf. <i>A. multispinosa</i> | ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 8. <i>Trilonche</i> sp.                                  | ตัวอย่างที่ S1(2)-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 9. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp.                        | ตัวอย่างที่ S1(2)-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 10. <i>Entactiniidea gen et sp. indet.</i>               | ตัวอย่างที่ S1(2)-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 11. <i>Entactiniidea gen et sp. indet.</i>               | ตัวอย่างที่ S1(2)-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 12. <i>Entactiniidea gen et sp. indet.</i>               | ตัวอย่างที่ S1(2)-04 scale bar = 100 $\mu$ m |

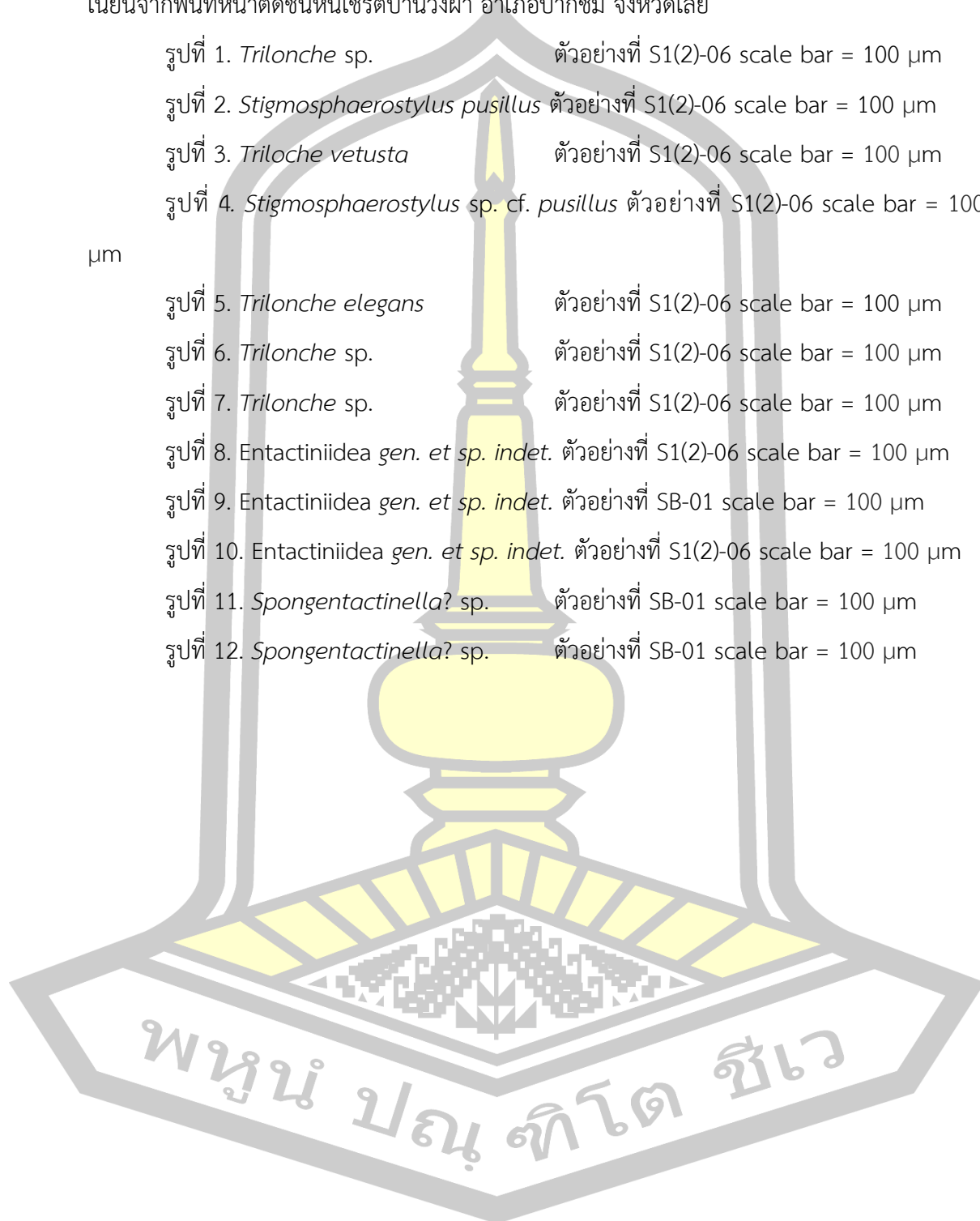


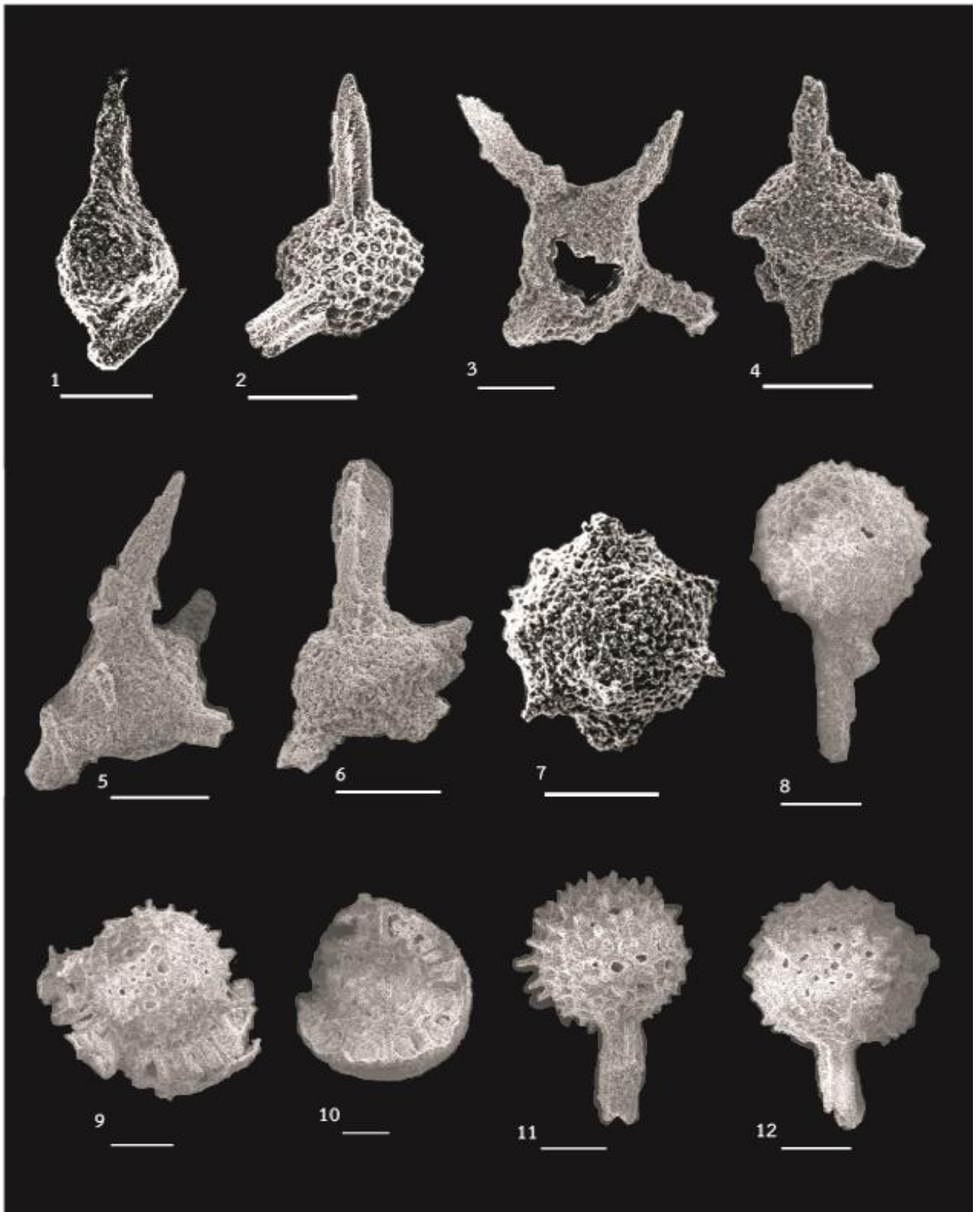


ภาพที่ 12 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 12 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- รูปที่ 1. *Trilonche* sp. ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 2. *Stigmosphaerostylus pusillus* ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 3. *Triloche vetusta* ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 4. *Stigmosphaerostylus* sp. cf. *pusillus* ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 5. *Trilonche elegans* ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 6. *Trilonche* sp. ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 7. *Trilonche* sp. ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 8. Entactiniidea gen. et sp. indet. ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 9. Entactiniidea gen. et sp. indet. ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 10. Entactiniidea gen. et sp. indet. ตัวอย่างที่ S1(2)-06 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 11. *Spongentactinella?* sp. ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 12. *Spongentactinella?* sp. ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100  $\mu$ m

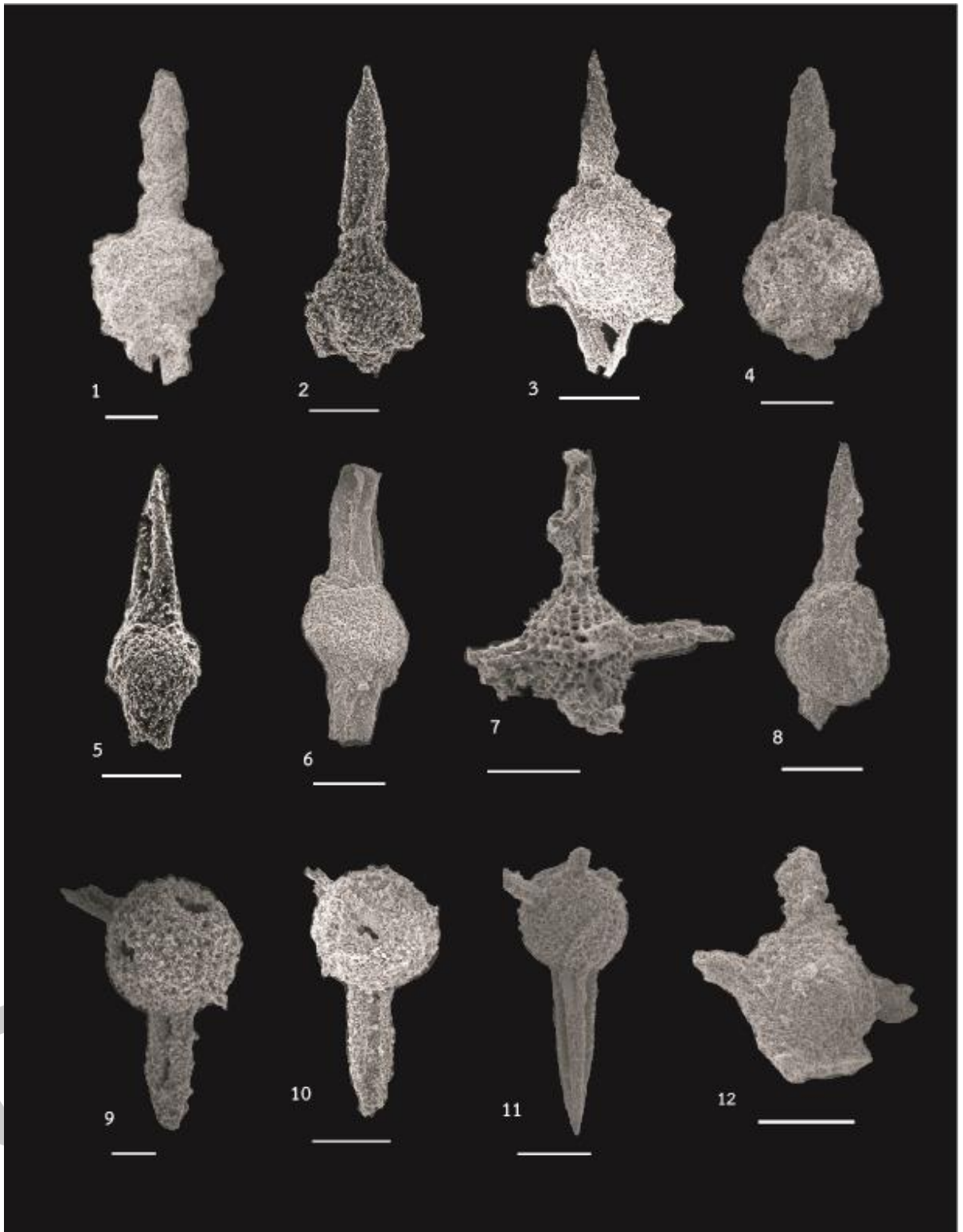




ภาพที่ 13 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย



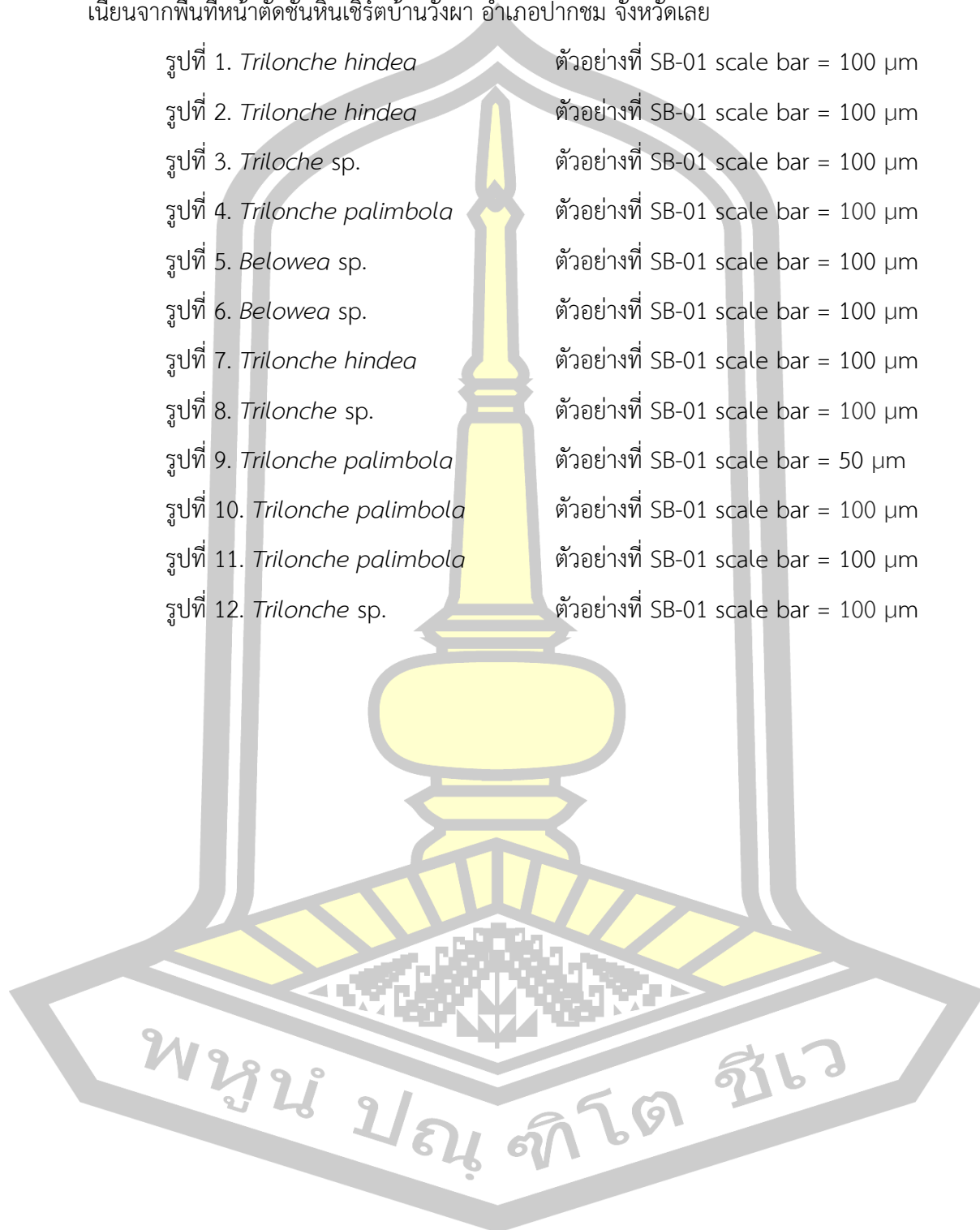


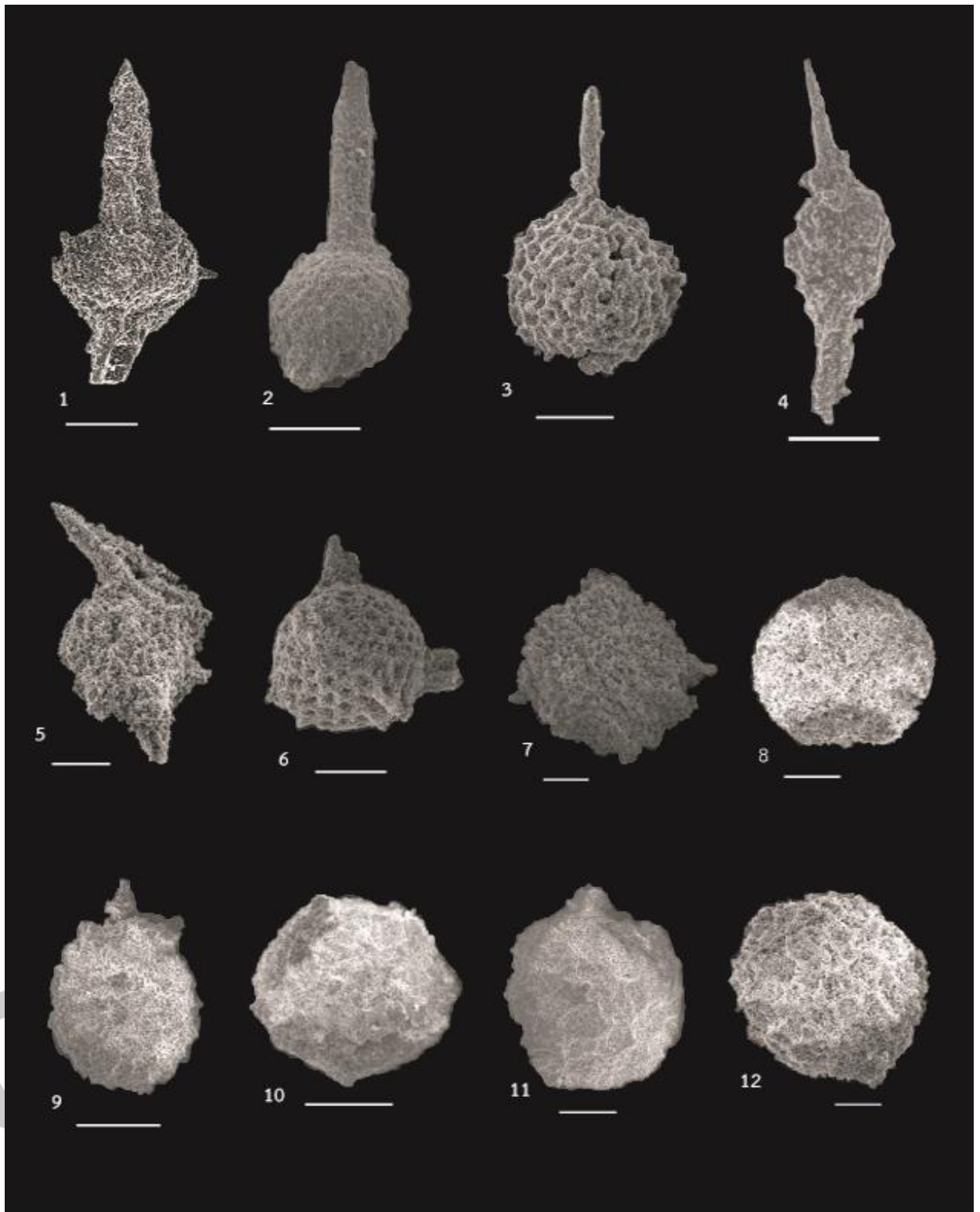


ภาพที่ 14 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรติโอลาเรียยูคตีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 14 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

รูปที่ 1. <i>Trilonche hindea</i>	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 2. <i>Trilonche hindea</i>	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 3. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 4. <i>Trilonche palimbola</i>	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 5. <i>Belowea</i> sp.	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 6. <i>Belowea</i> sp.	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 7. <i>Trilonche hindea</i>	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 8. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 9. <i>Trilonche palimbola</i>	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 50 $\mu$ m
รูปที่ 10. <i>Trilonche palimbola</i>	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 11. <i>Trilonche palimbola</i>	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 12. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu$ m

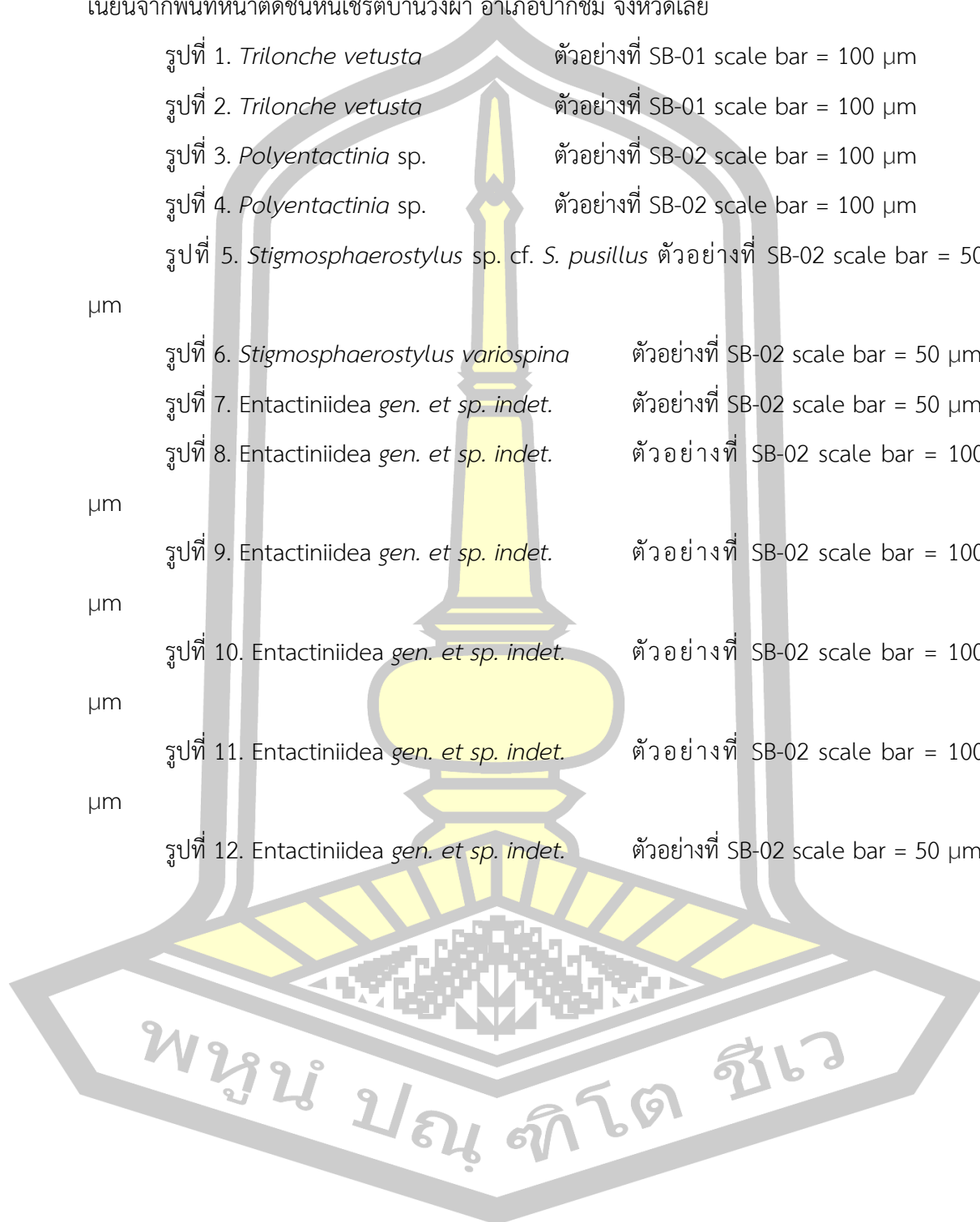


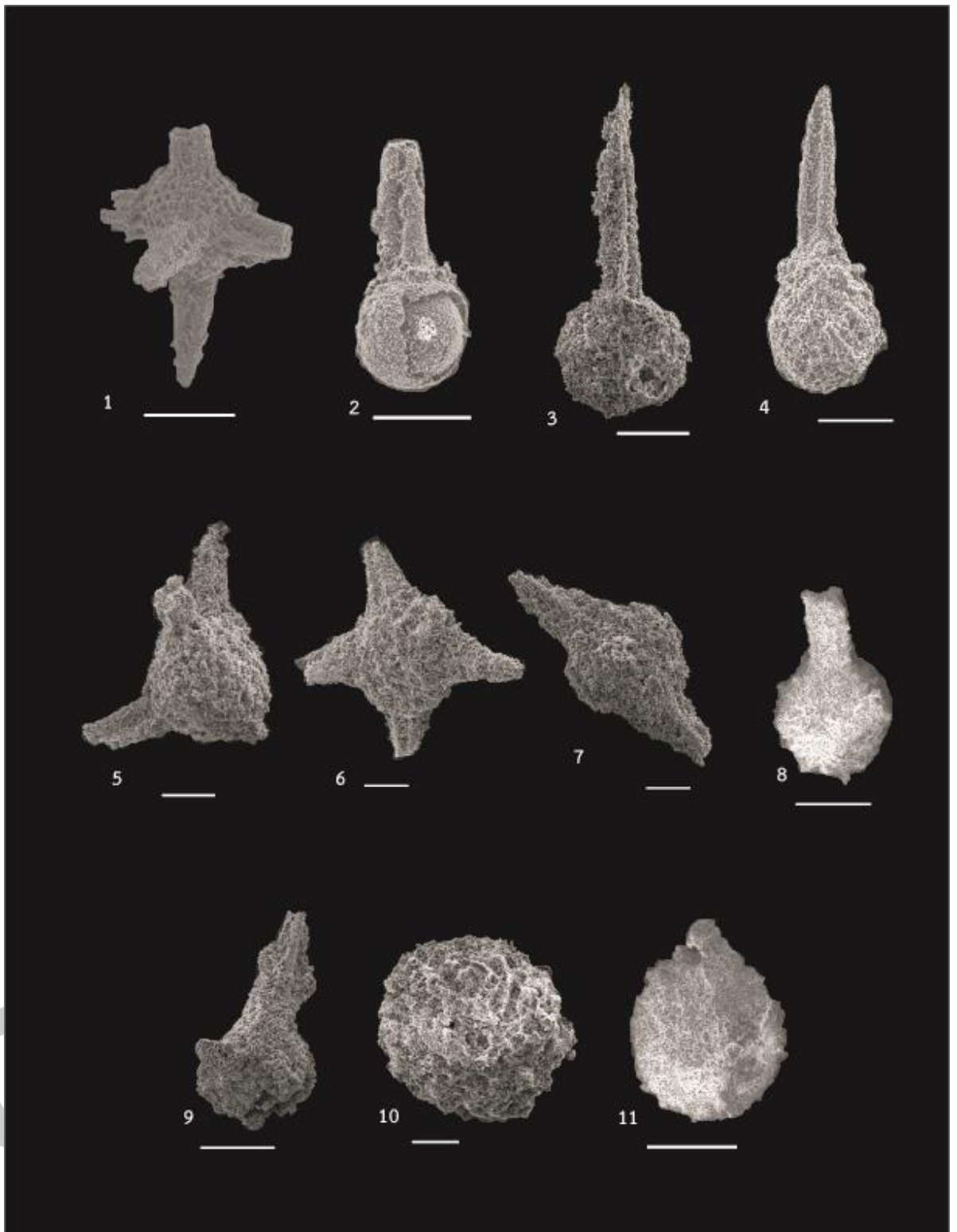


ภาพที่ 15 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรติโกลาเรียยูคตีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 15 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

รูปที่ 1. <i>Trilonche vetusta</i>	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu\text{m}$
รูปที่ 2. <i>Trilonche vetusta</i>	ตัวอย่างที่ SB-01 scale bar = 100 $\mu\text{m}$
รูปที่ 3. <i>Polyentactinia</i> sp.	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$
รูปที่ 4. <i>Polyentactinia</i> sp.	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$
รูปที่ 5. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp. cf. <i>S. pusillus</i>	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 50 $\mu\text{m}$
รูปที่ 6. <i>Stigmosphaerostylus variospina</i>	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 50 $\mu\text{m}$
รูปที่ 7. <i>Entactiniidea</i> gen. et sp. indet.	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 50 $\mu\text{m}$
รูปที่ 8. <i>Entactiniidea</i> gen. et sp. indet.	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$
รูปที่ 9. <i>Entactiniidea</i> gen. et sp. indet.	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$
รูปที่ 10. <i>Entactiniidea</i> gen. et sp. indet.	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$
รูปที่ 11. <i>Entactiniidea</i> gen. et sp. indet.	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$
รูปที่ 12. <i>Entactiniidea</i> gen. et sp. indet.	ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 50 $\mu\text{m}$

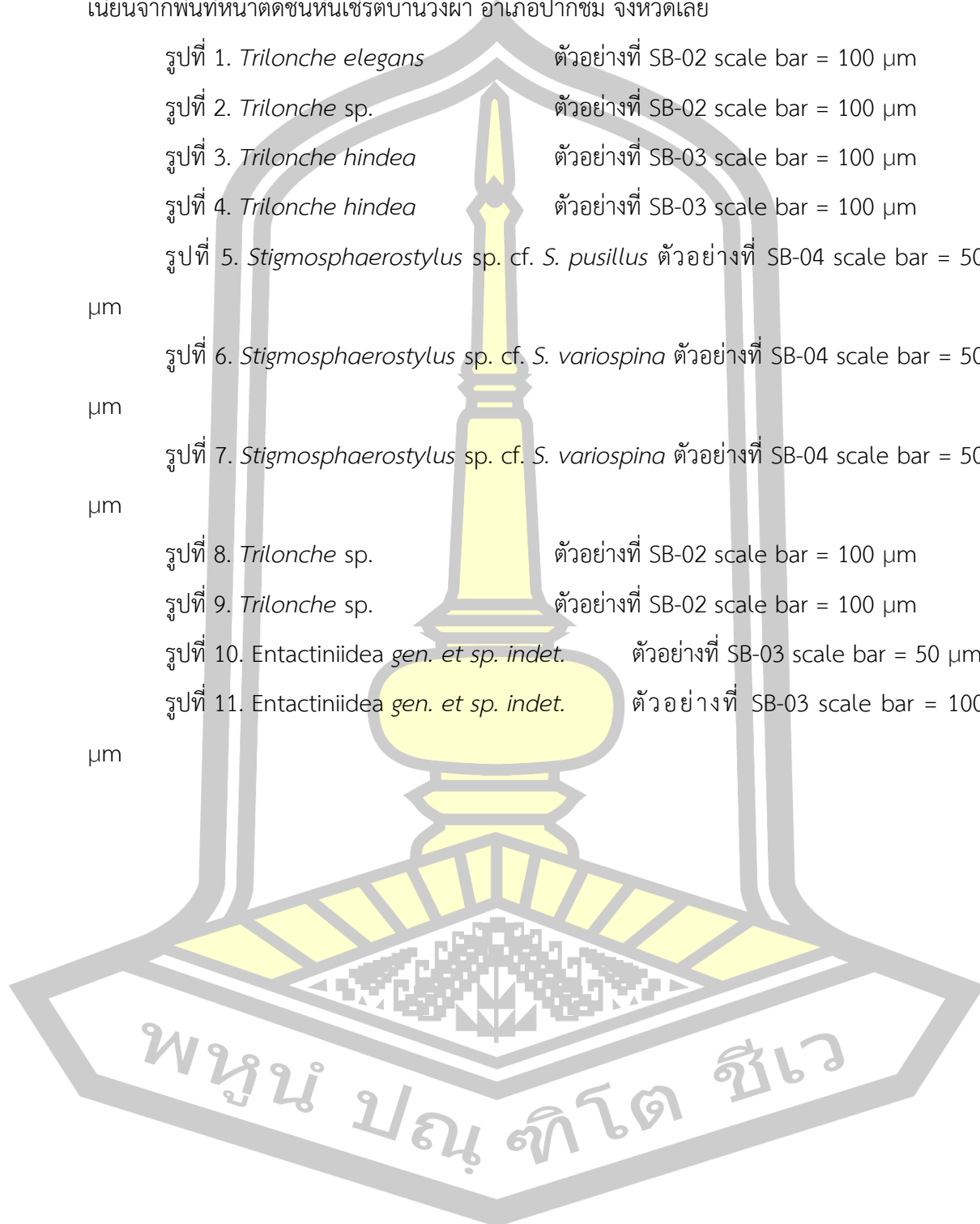




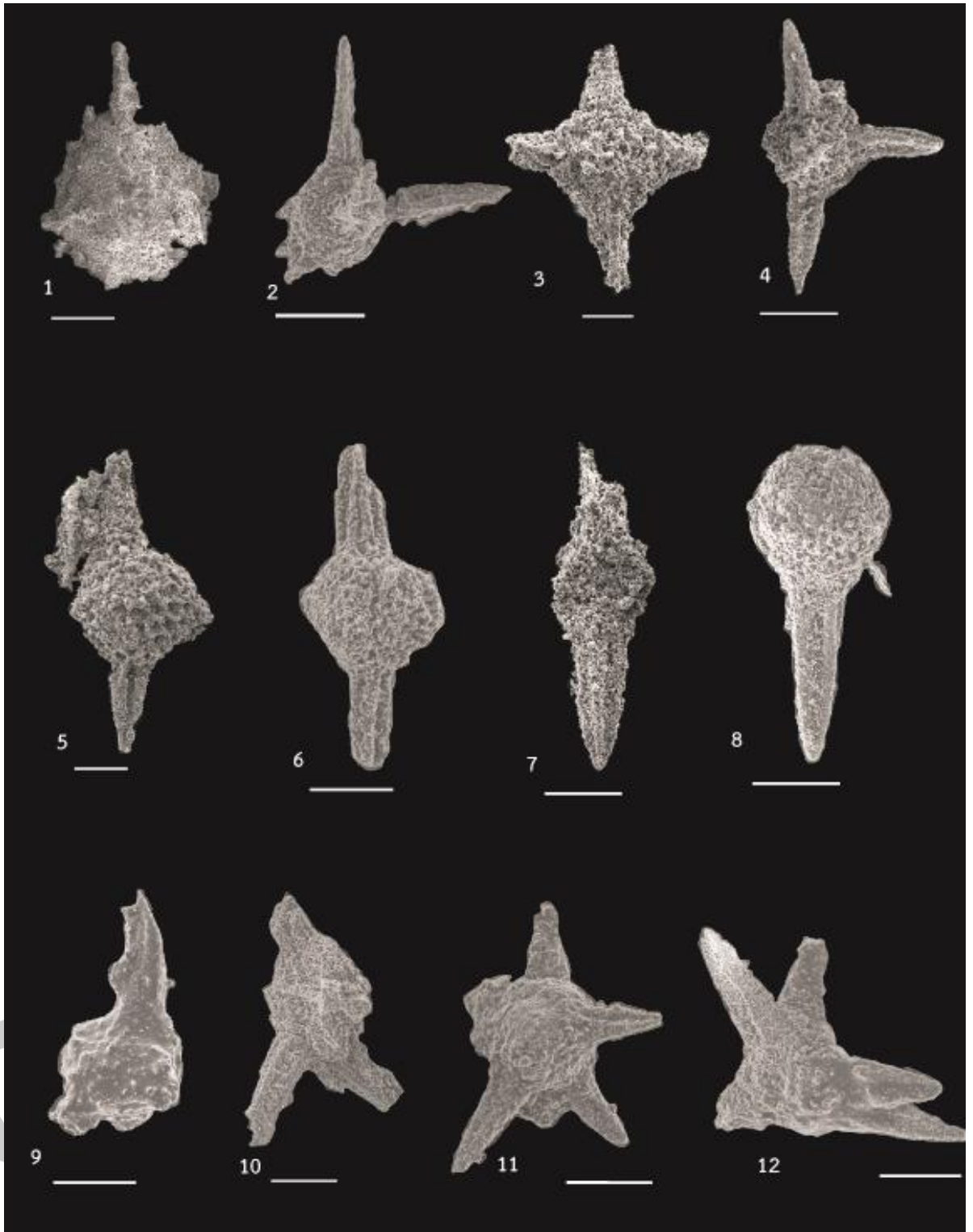
ภาพที่ 16 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 16 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |   |   |
|---|---|
| รูปที่ 1. <i>Trilonche elegans</i>                                | ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$ |
| รูปที่ 2. <i>Trilonche</i> sp.                                    | ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$ |
| รูปที่ 3. <i>Trilonche hindea</i>                                 | ตัวอย่างที่ SB-03 scale bar = 100 $\mu\text{m}$ |
| รูปที่ 4. <i>Trilonche hindea</i>                                 | ตัวอย่างที่ SB-03 scale bar = 100 $\mu\text{m}$ |
| รูปที่ 5. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp. cf. <i>S. pusillus</i>   | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 50 $\mu\text{m}$  |
| รูปที่ 6. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp. cf. <i>S. variospina</i> | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 50 $\mu\text{m}$  |
| รูปที่ 7. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp. cf. <i>S. variospina</i> | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 50 $\mu\text{m}$  |
| รูปที่ 8. <i>Trilonche</i> sp.                                    | ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$ |
| รูปที่ 9. <i>Trilonche</i> sp.                                    | ตัวอย่างที่ SB-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$ |
| รูปที่ 10. Entactiniidea gen. et sp. indet.                       | ตัวอย่างที่ SB-03 scale bar = 50 $\mu\text{m}$  |
| รูปที่ 11. Entactiniidea gen. et sp. indet.                       | ตัวอย่างที่ SB-03 scale bar = 100 $\mu\text{m}$ |



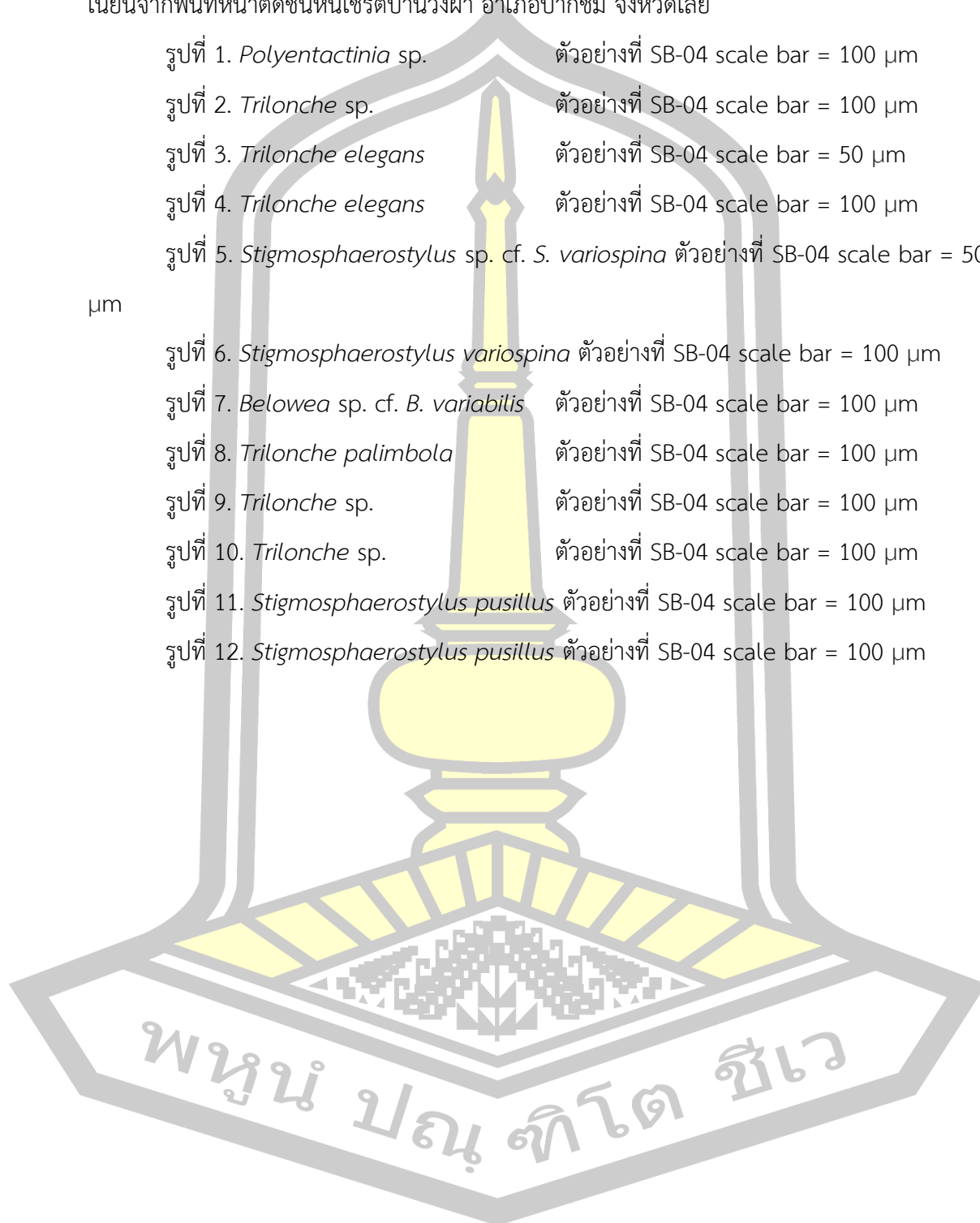


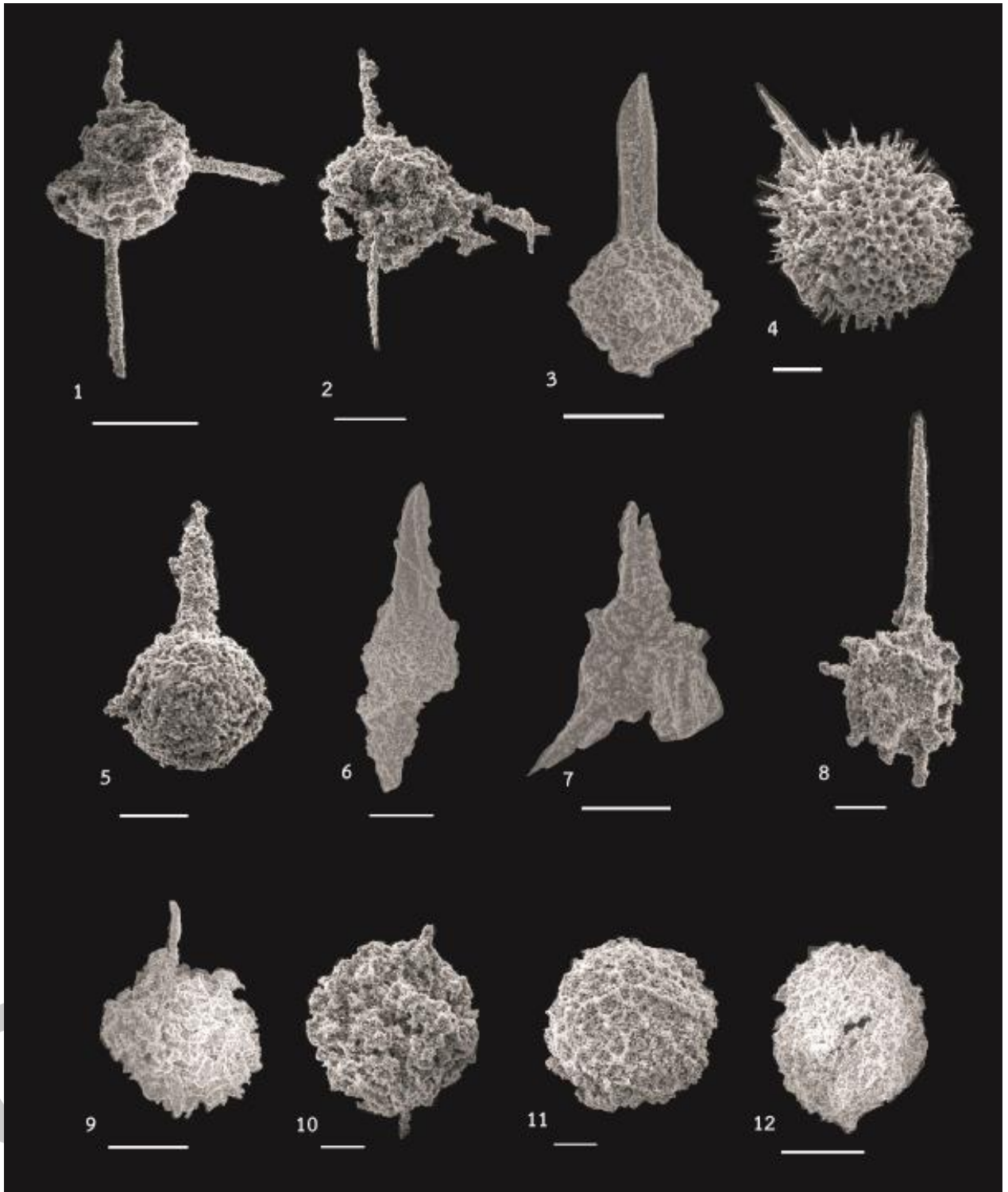


ภาพที่ 17 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคติวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 17 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |   |   |
|---|---|
| รูปที่ 1. <i>Polyentactinia</i> sp.                               | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 2. <i>Trilonche</i> sp.                                    | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 3. <i>Trilonche elegans</i>                                | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 4. <i>Trilonche elegans</i>                                | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 5. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp. cf. <i>S. variospina</i> | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 6. <i>Stigmosphaerostylus variospina</i>                   | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 7. <i>Belowea</i> sp. cf. <i>B. variabilis</i>             | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 8. <i>Trilonche palimbola</i>                              | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 9. <i>Trilonche</i> sp.                                    | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 10. <i>Trilonche</i> sp.                                   | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 11. <i>Stigmosphaerostylus pusillus</i>                    | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 12. <i>Stigmosphaerostylus pusillus</i>                    | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu$ m |





ภาพที่ 18 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโวนีเยนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ต บ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 18 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

รูปที่ 1. *Polyentactinia* sp. cf. *P. leptosphaera* ตัวอย่างที่ SB-05 scale bar = 100  
µm

รูปที่ 2. *Polyentactinia* sp. cf. *P. leptosphaera* ตัวอย่างที่ SB-05 scale bar = 100  
µm

รูปที่ 3. *Trilonche hindea* ตัวอย่างที่ SB-06 scale bar = 100 µm

รูปที่ 4. *Trilonche echinata* ตัวอย่างที่ SB-05 scale bar = 50 µm

รูปที่ 5. *Trilonche* sp. ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 50 µm

รูปที่ 6. *Archocyrtium* sp. ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 µm

รูปที่ 7. *Triaenosphaera* sp. ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 µm

รูปที่ 8. *Tlecerina?* sp. ตัวอย่างที่ SB-05 scale bar = 50 µm

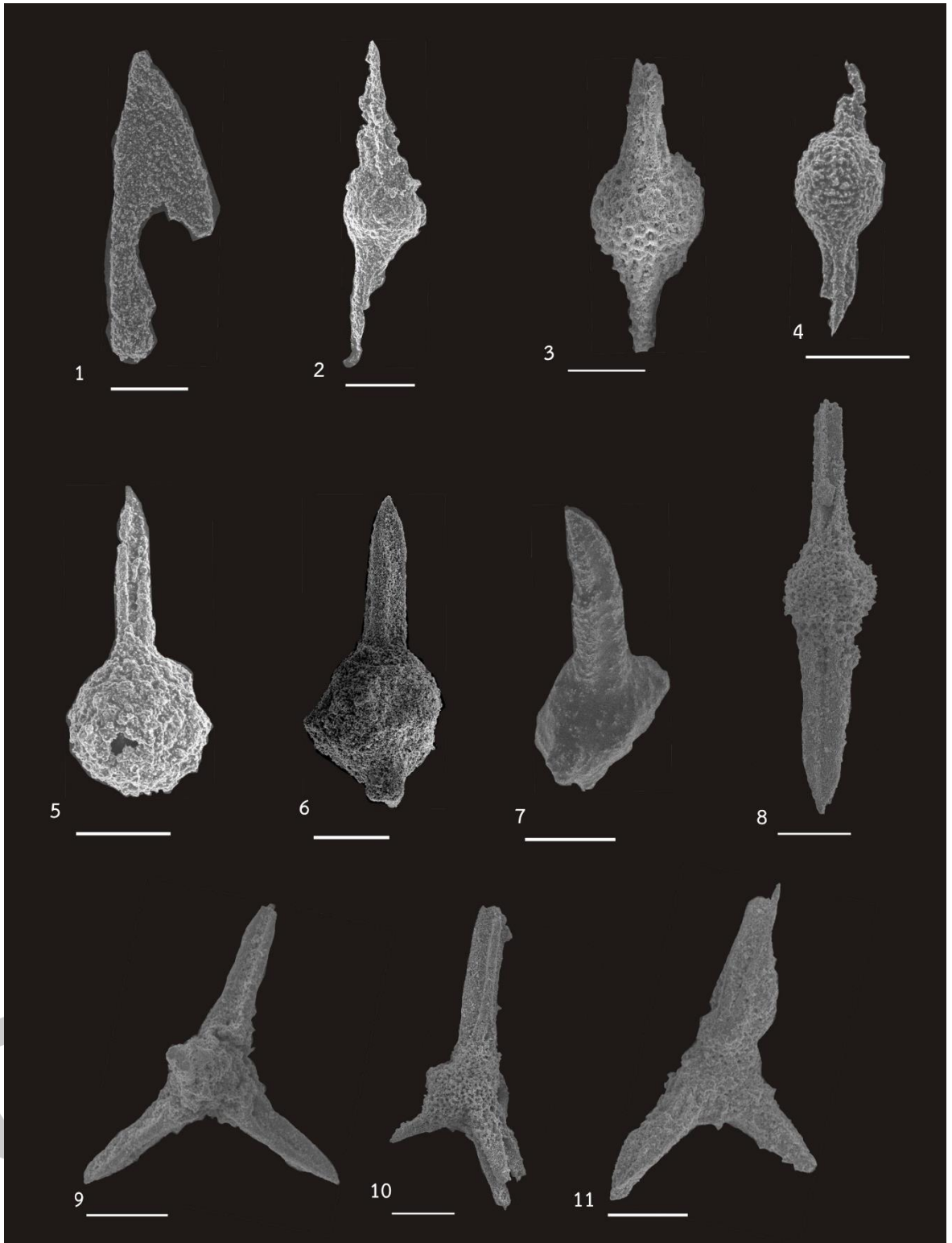
รูปที่ 9. *Entactiniidea* gen. et sp. indet. ตัวอย่างที่ SB-05 scale bar = 100 µm

รูปที่ 10. *Entactiniidea* gen. et sp. indet. ตัวอย่างที่ SB-05 scale bar = 100 µm

รูปที่ 11. *Entactiniidea* gen. et sp. indet. ตัวอย่างที่ SB-05 scale bar = 50 µm

รูปที่ 12. *Entactiniidea* gen. et sp. indet. ตัวอย่างที่ SB-05 scale bar = 100 µm





ภาพที่ 19 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรติโอลาเรียยูคตีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 19 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

รูปที่ 1. *Helenifore* sp. ตัวอย่างที่ SB-06 scale bar = 100  $\mu$ m

รูปที่ 2. *Stigmosphaerostylus* sp. cf. *S. variospina* ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar =  
100  $\mu$ m

รูปที่ 3. *Belowea* sp. ตัวอย่างที่ SB-06 scale bar = 100  $\mu$ m

รูปที่ 4. *Stigmosphaerostylus* sp. cf. *S. variospina* ตัวอย่างที่ SB-06 scale bar =  
100  $\mu$ m

รูปที่ 5. *Trilonche hindea* ตัวอย่างที่ SB-06 scale bar = 100  $\mu$ m

รูปที่ 6. *Trilonche vetusta* ตัวอย่างที่ SB-06 scale bar = 100  $\mu$ m

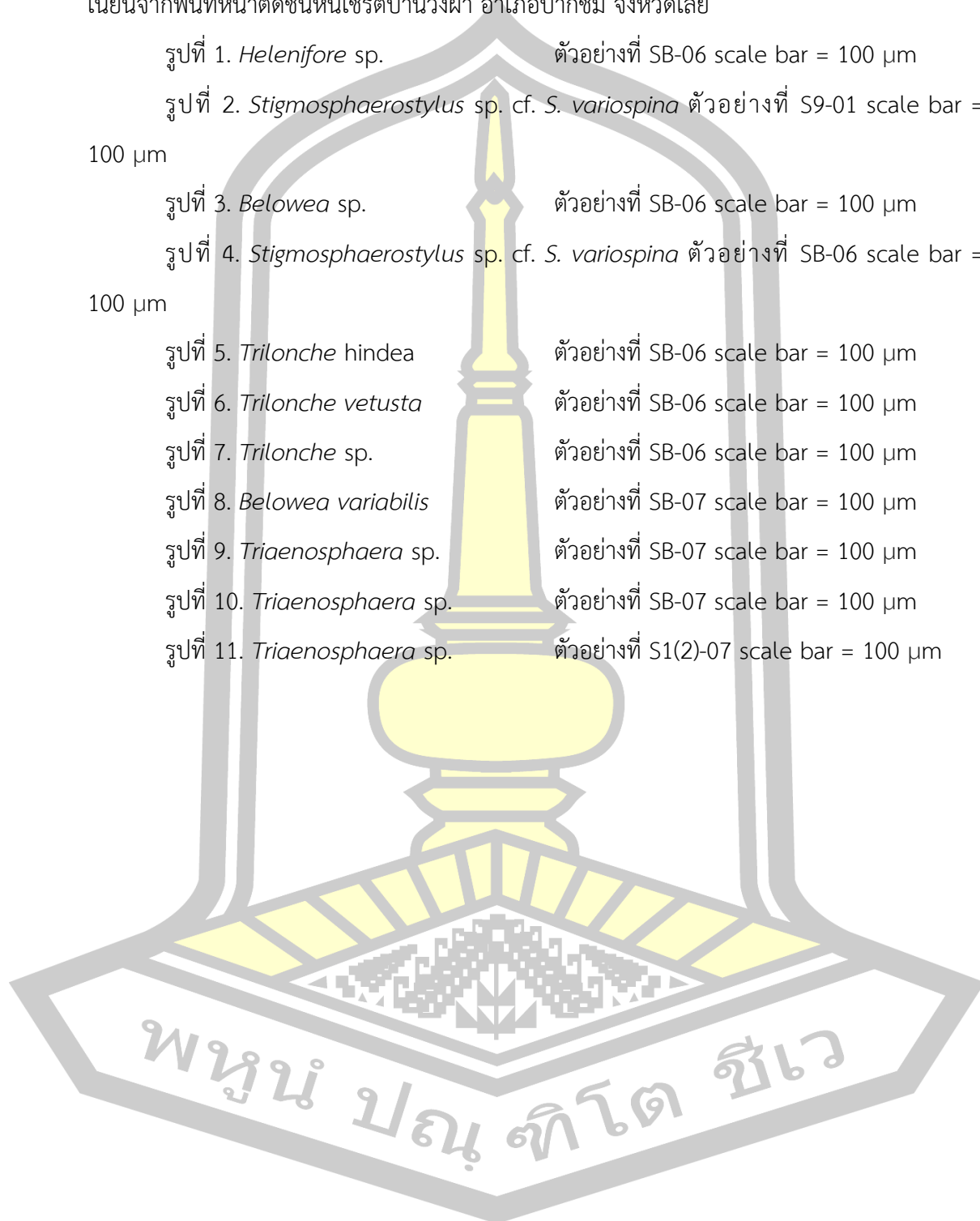
รูปที่ 7. *Trilonche* sp. ตัวอย่างที่ SB-06 scale bar = 100  $\mu$ m

รูปที่ 8. *Belowea variabilis* ตัวอย่างที่ SB-07 scale bar = 100  $\mu$ m

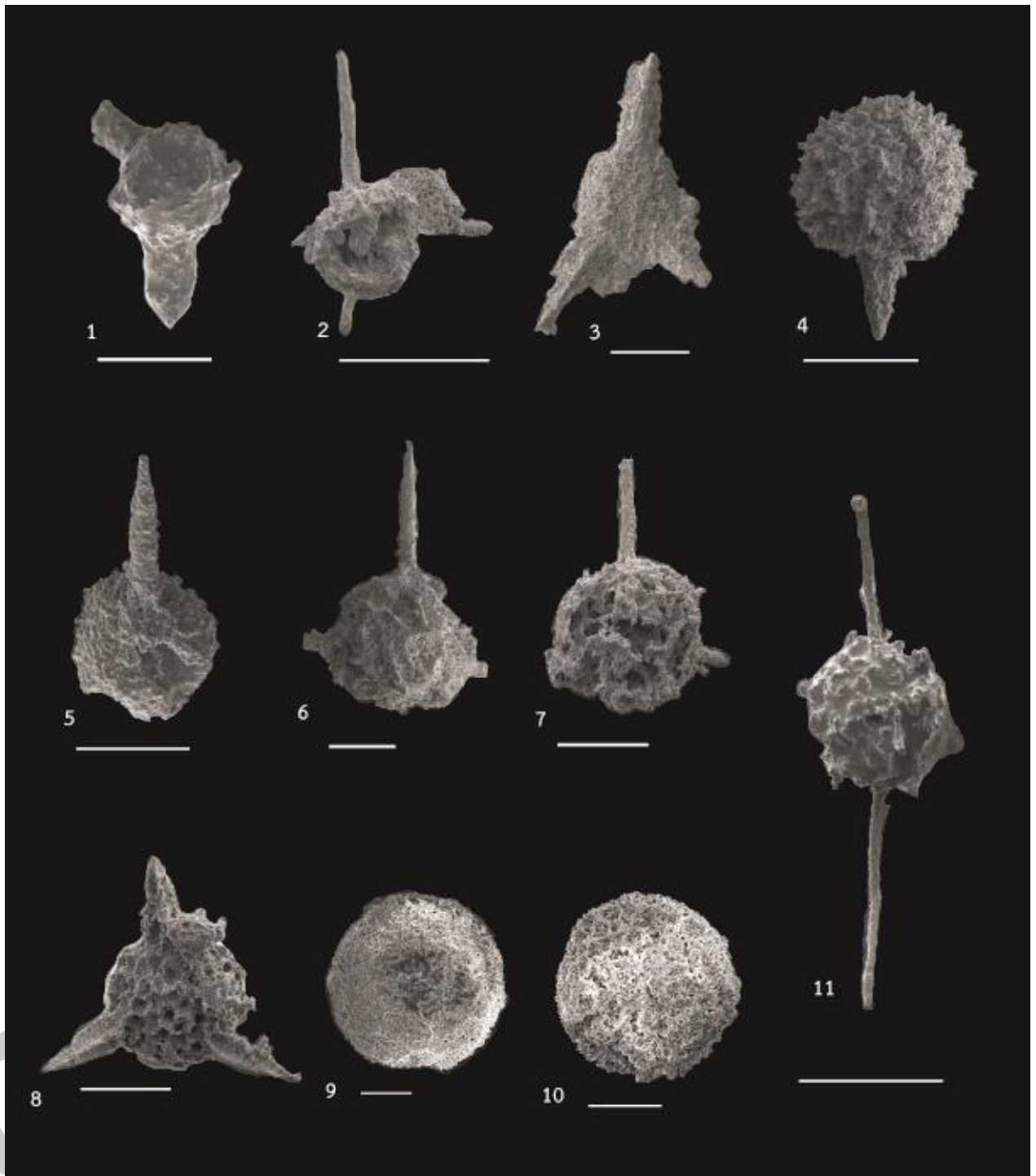
รูปที่ 9. *Triaenosphaera* sp. ตัวอย่างที่ SB-07 scale bar = 100  $\mu$ m

รูปที่ 10. *Triaenosphaera* sp. ตัวอย่างที่ SB-07 scale bar = 100  $\mu$ m

รูปที่ 11. *Triaenosphaera* sp. ตัวอย่างที่ S1(2)-07 scale bar = 100  $\mu$ m





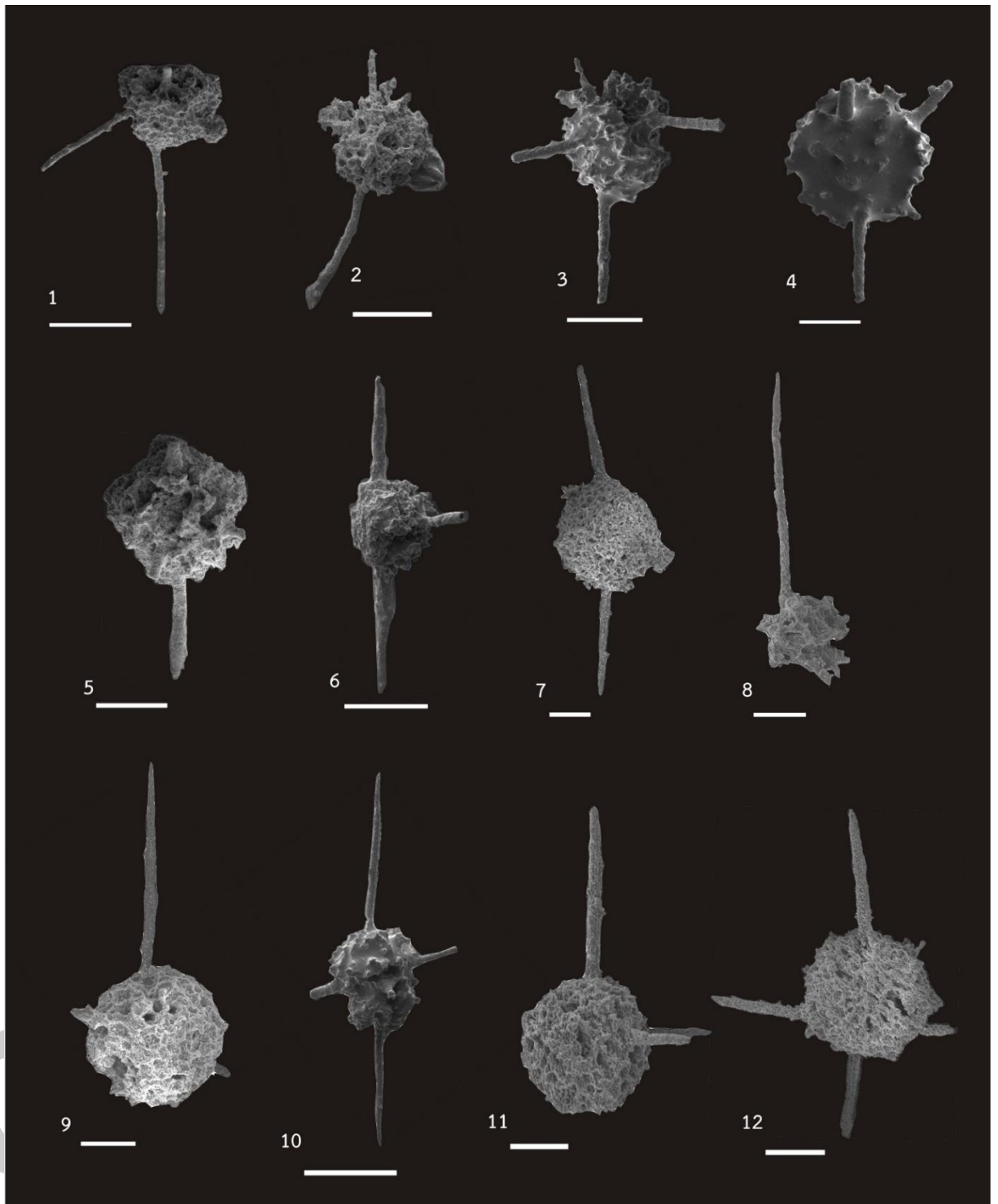


ภาพที่ 20 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรติโอลาเรียวคทีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอบางคนที จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 20 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |   |  |
|---|--|
| รูปที่ 1. <i>Trilonche palimbola</i>        | ตัวอย่างที่ S1(2)-07 scale bar = 200 $\mu\text{m}$ |
| รูปที่ 2. <i>Polyentactinia</i> sp.         | ตัวอย่างที่ S1(2)-07 scale bar = 300 $\mu\text{m}$ |
| รูปที่ 3. <i>Trienosphaera sicarius</i>     | ตัวอย่างที่ S1(2)-07 scale bar = 100 $\mu\text{m}$ |
| รูปที่ 4. <i>Trilonche</i> sp.              | ตัวอย่างที่ S9-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$    |
| รูปที่ 5. <i>Polyentactinia</i> sp.         | ตัวอย่างที่ S9-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$    |
| รูปที่ 6. <i>Polyentactinia</i> sp.         | ตัวอย่างที่ S9-02 scale bar = 100 $\mu\text{m}$    |
| รูปที่ 7. <i>Polyentactinia</i> sp.         | ตัวอย่างที่ S9-02 scale bar = 150 $\mu\text{m}$    |
| รูปที่ 8. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp.    | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100 $\mu\text{m}$    |
| รูปที่ 9. Entactiniidea gen. et sp. indet.  | ตัวอย่างที่ SB-06 scale bar = 100 $\mu\text{m}$    |
| รูปที่ 10. Entactiniidea gen. et sp. indet. | ตัวอย่างที่ SB-04 scale bar = 100 $\mu\text{m}$    |
| รูปที่ 11. <i>Polyentactinia tenera</i>     | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 250 $\mu\text{m}$    |

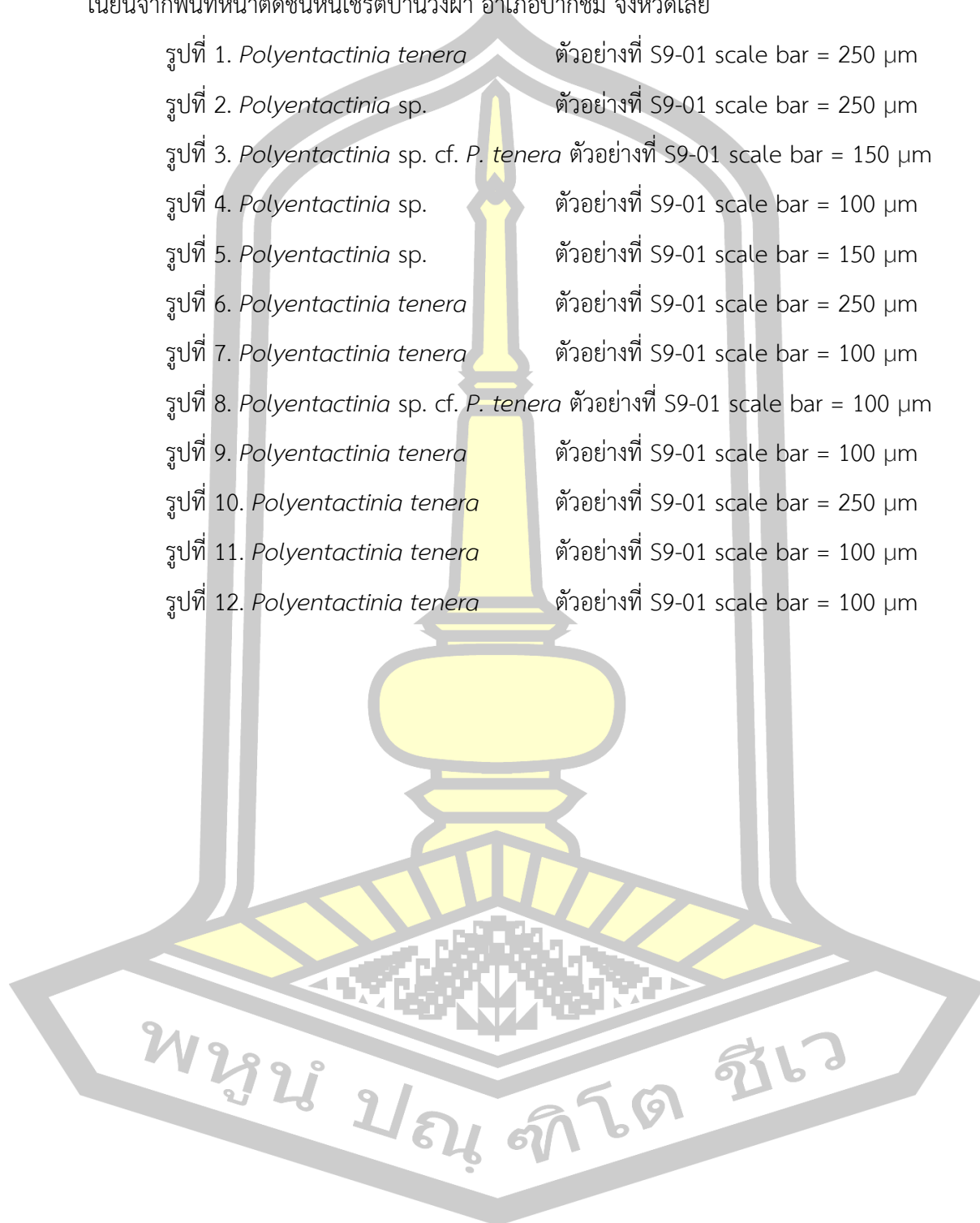


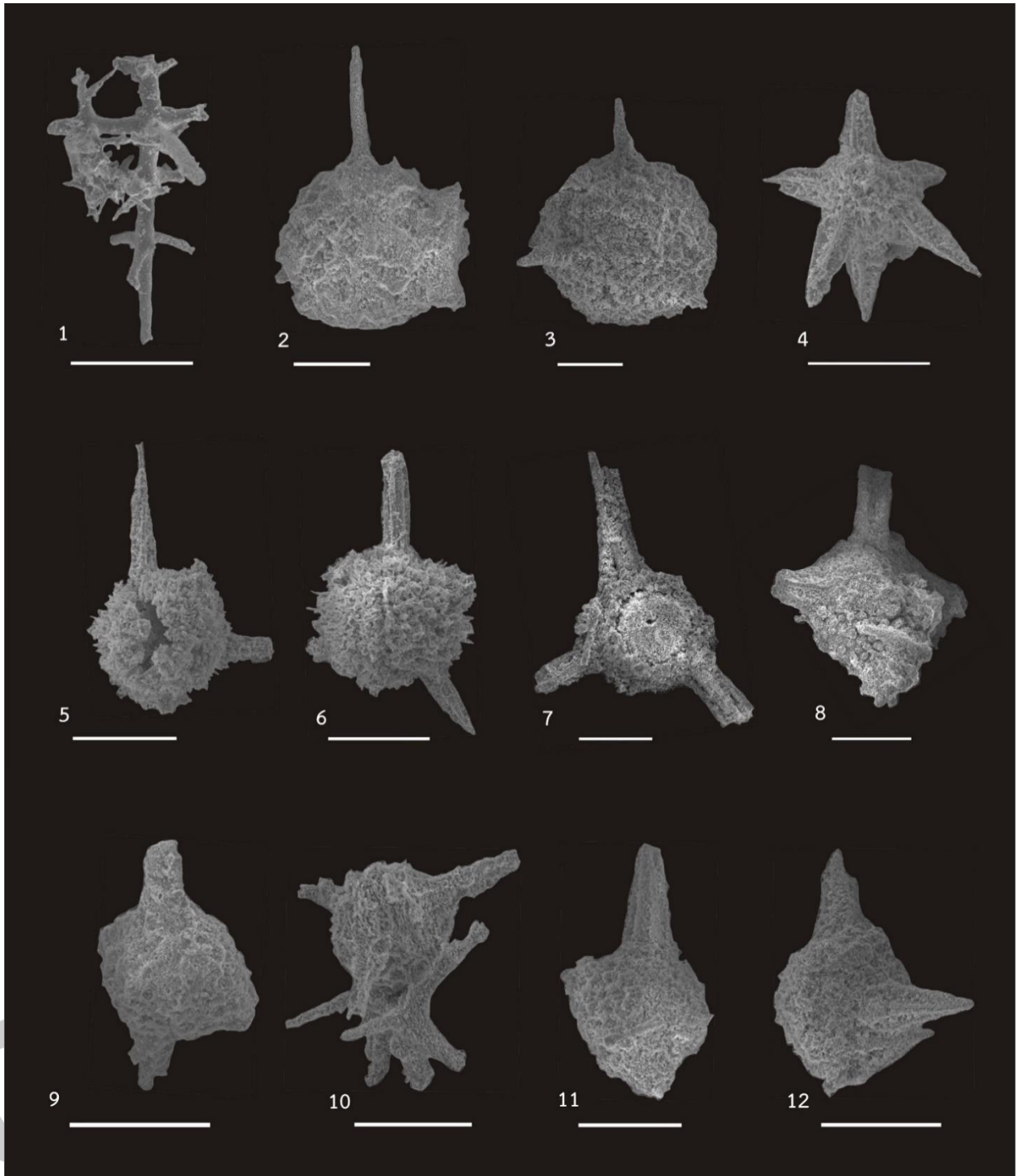


ภาพที่ 21 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคติวอเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอบางขัน จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 21 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคตีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |  |   |
|--|---|
| รูปที่ 1. <i>Polyentactinia tenera</i>                   | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 250 $\mu$ m |
| รูปที่ 2. <i>Polyentactinia</i> sp.                      | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 250 $\mu$ m |
| รูปที่ 3. <i>Polyentactinia</i> sp. cf. <i>P. tenera</i> | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 150 $\mu$ m |
| รูปที่ 4. <i>Polyentactinia</i> sp.                      | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 5. <i>Polyentactinia</i> sp.                      | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 150 $\mu$ m |
| รูปที่ 6. <i>Polyentactinia tenera</i>                   | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 250 $\mu$ m |
| รูปที่ 7. <i>Polyentactinia tenera</i>                   | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 8. <i>Polyentactinia</i> sp. cf. <i>P. tenera</i> | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 9. <i>Polyentactinia tenera</i>                   | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 10. <i>Polyentactinia tenera</i>                  | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 250 $\mu$ m |
| รูปที่ 11. <i>Polyentactinia tenera</i>                  | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 12. <i>Polyentactinia tenera</i>                  | ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100 $\mu$ m |

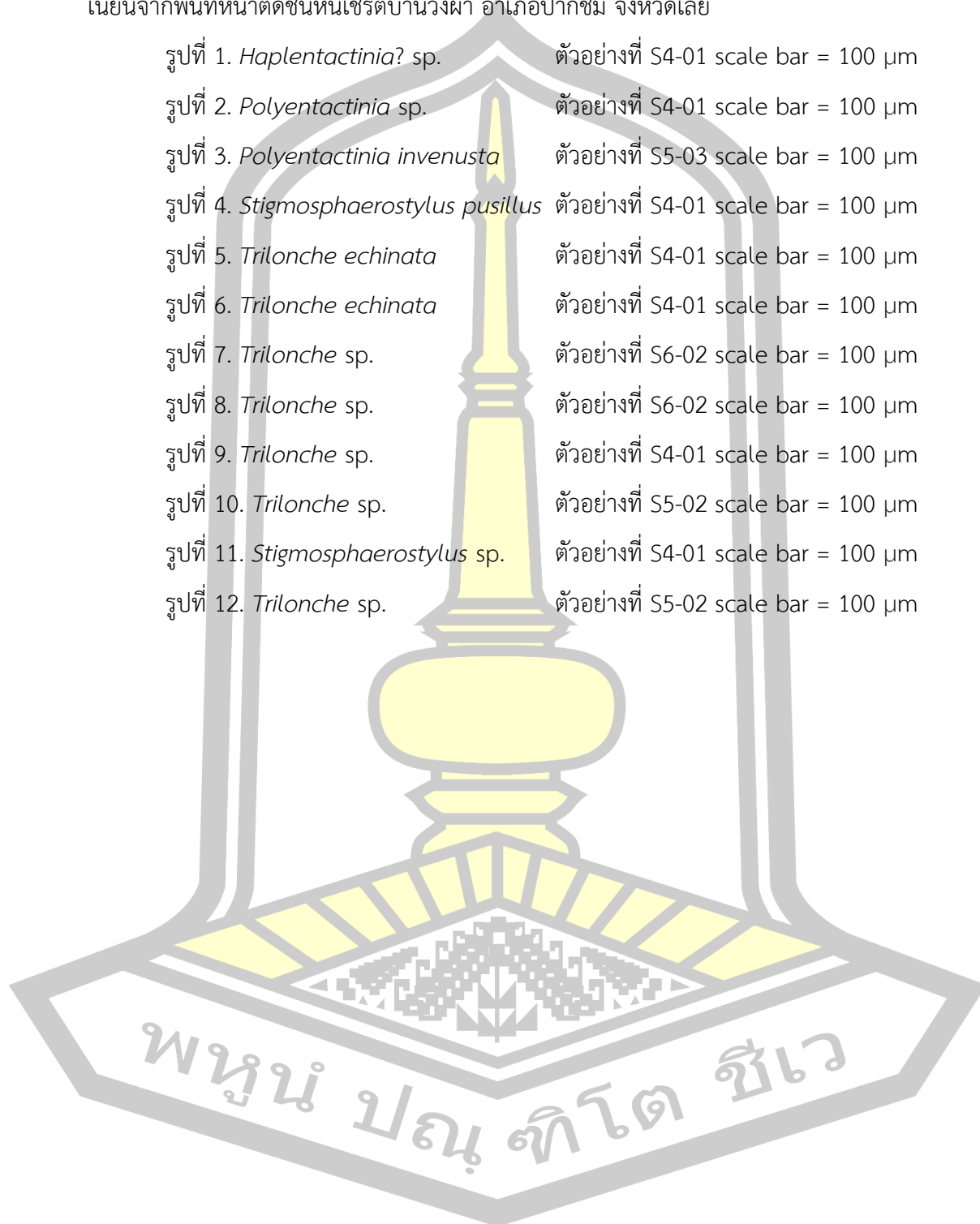




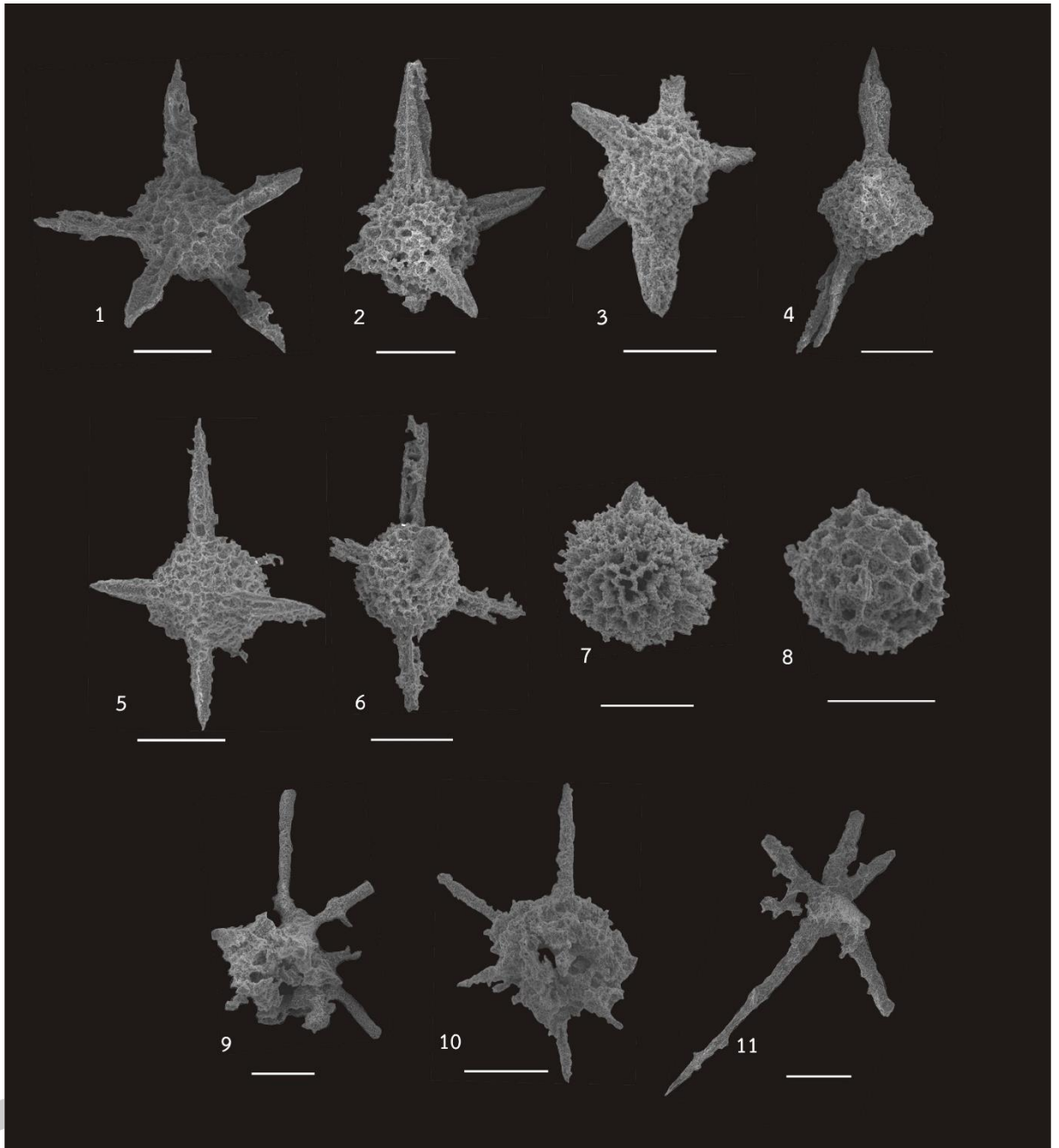
ภาพที่ 22 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

คำอธิบายภาพที่ 22 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

รูปที่ 1. <i>Haplentactinia?</i> sp.	ตัวอย่างที่ S4-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 2. <i>Polyentactinia</i> sp.	ตัวอย่างที่ S4-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 3. <i>Polyentactinia invenusta</i>	ตัวอย่างที่ S5-03 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 4. <i>Stigmosphaerostylus pusillus</i>	ตัวอย่างที่ S4-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 5. <i>Trilonche echinata</i>	ตัวอย่างที่ S4-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 6. <i>Trilonche echinata</i>	ตัวอย่างที่ S4-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 7. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ S6-02 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 8. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ S6-02 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 9. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ S4-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 10. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ S5-02 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 11. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp.	ตัวอย่างที่ S4-01 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 12. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ S5-02 scale bar = 100 $\mu$ m



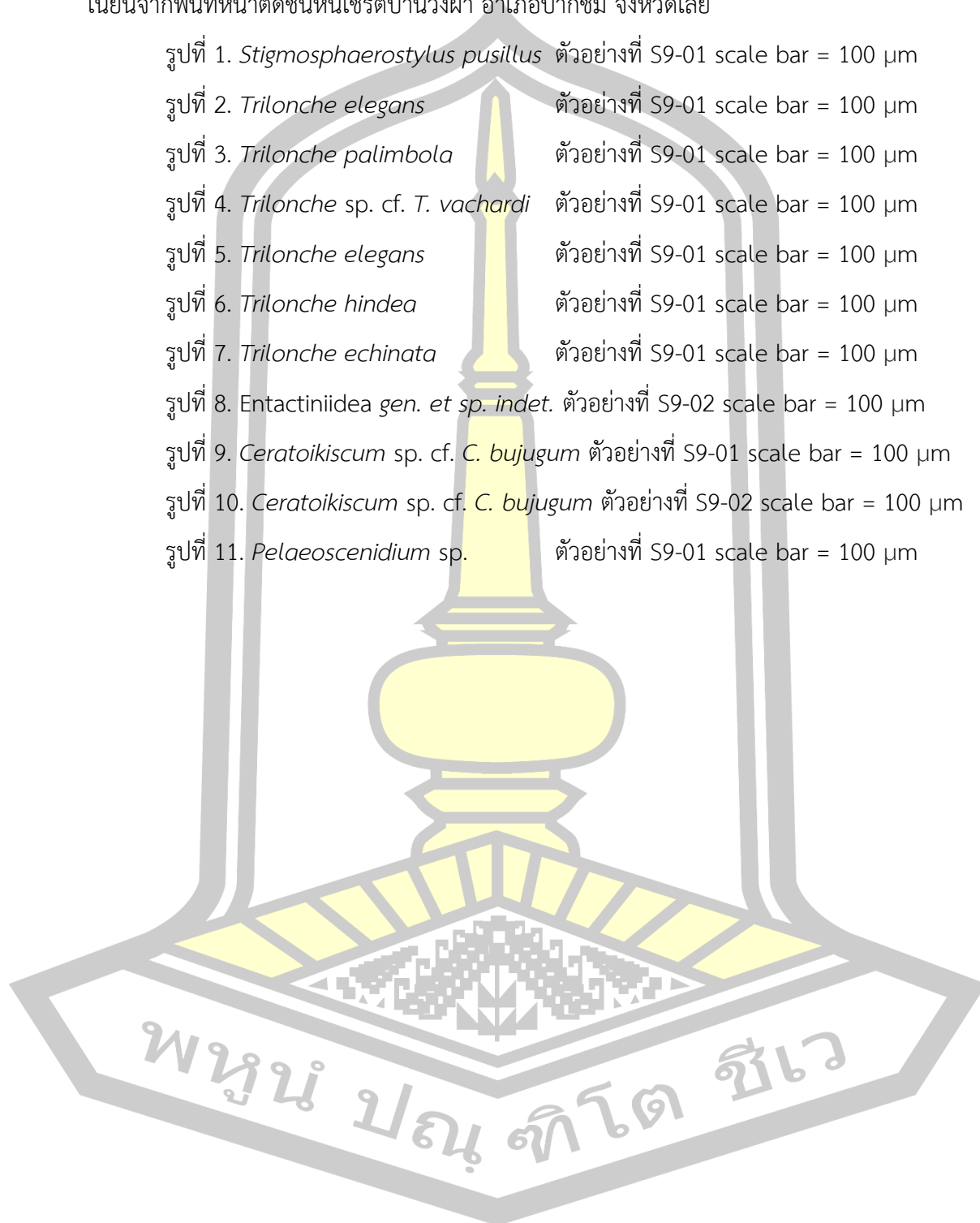


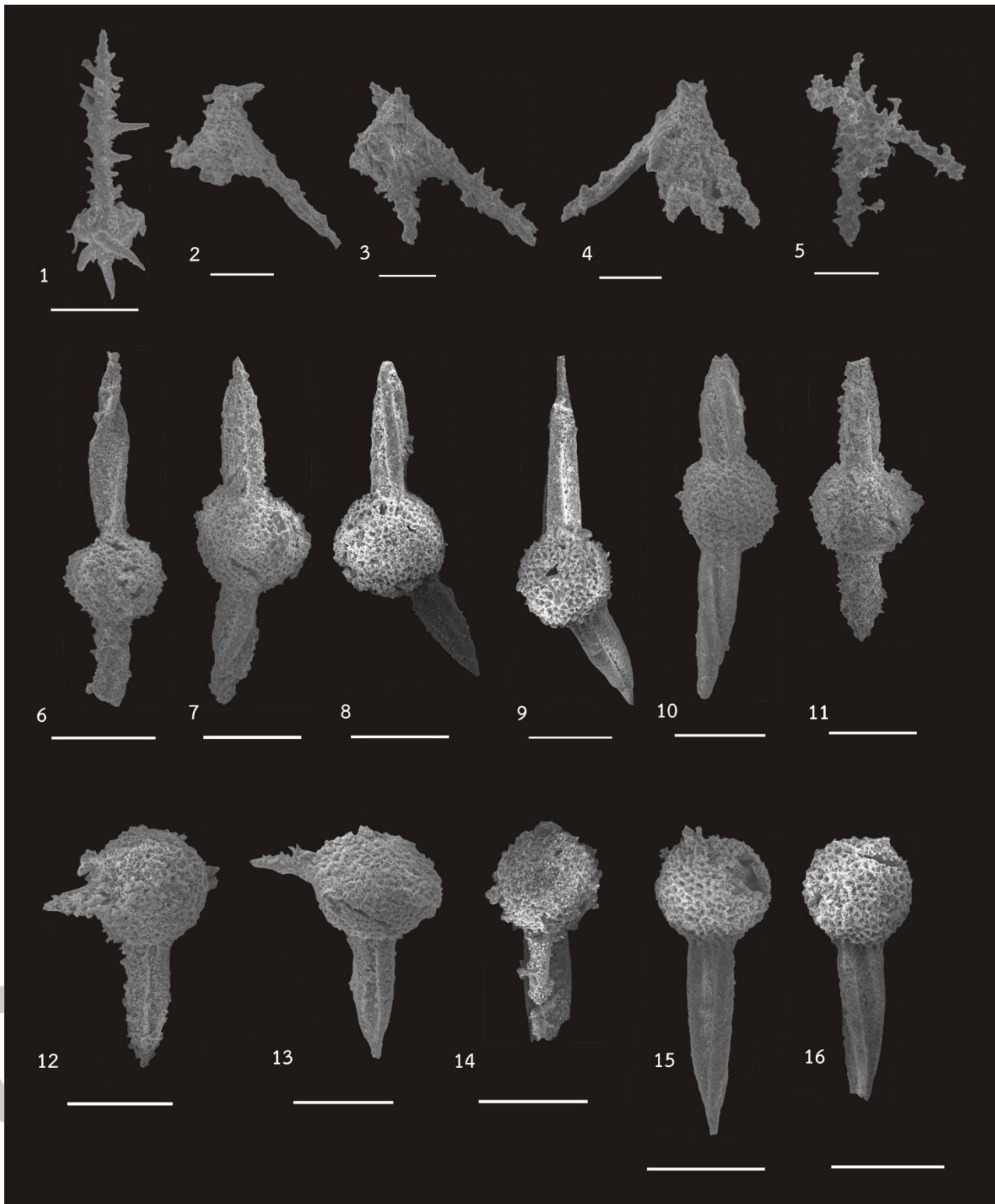


ภาพที่ 23 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 23 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- รูปที่ 1. *Stigmatopora pusillus* ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 2. *Trilonche elegans* ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 3. *Trilonche palimbola* ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 4. *Trilonche* sp. cf. *T. vachardi* ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 5. *Trilonche elegans* ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 6. *Trilonche hindea* ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 7. *Trilonche echinata* ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 8. Entactiniidea gen. et sp. indet. ตัวอย่างที่ S9-02 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 9. *Ceratoikiscum* sp. cf. *C. bujugum* ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 10. *Ceratoikiscum* sp. cf. *C. bujugum* ตัวอย่างที่ S9-02 scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 11. *Pelaeoscenidium* sp. ตัวอย่างที่ S9-01 scale bar = 100  $\mu$ m

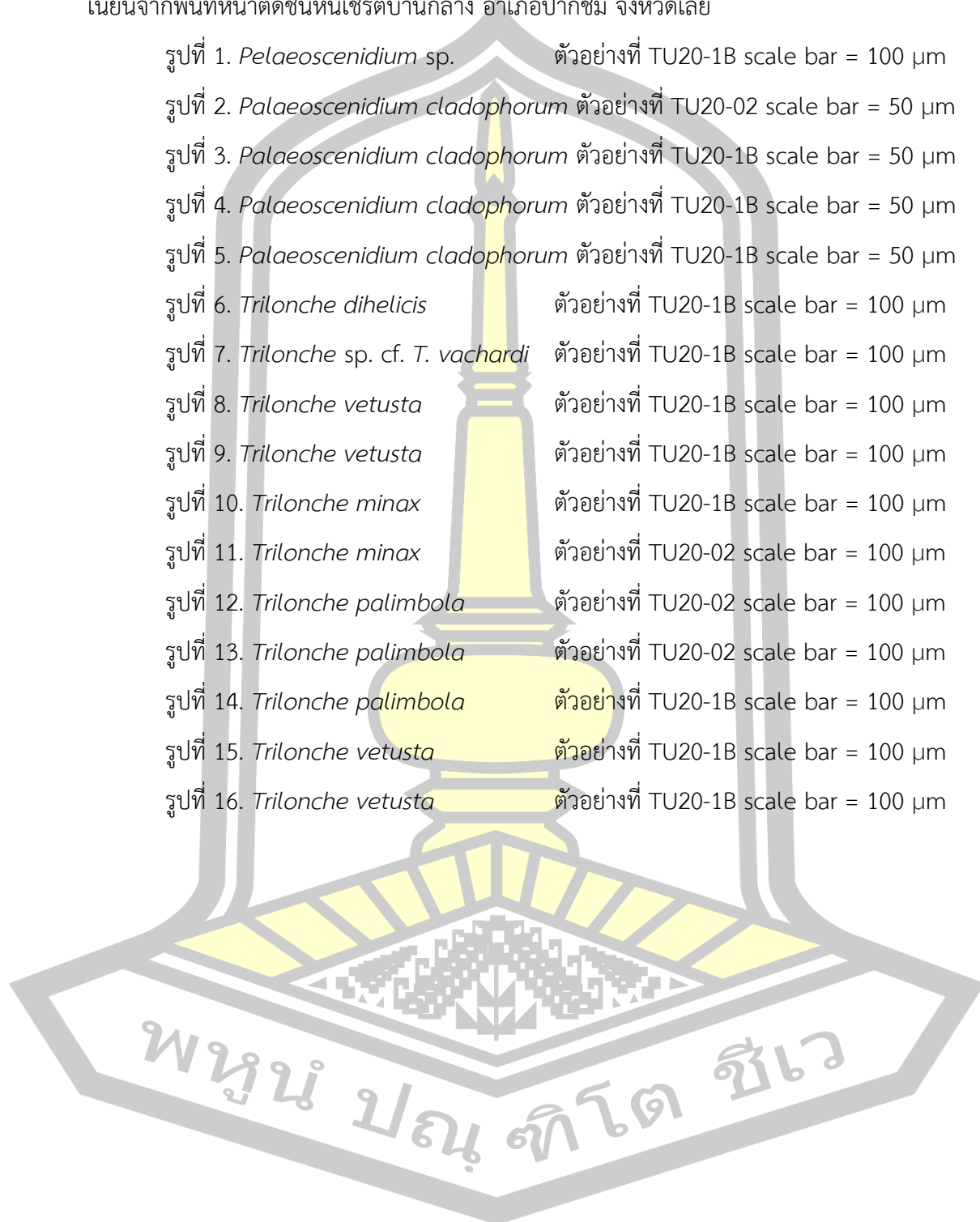


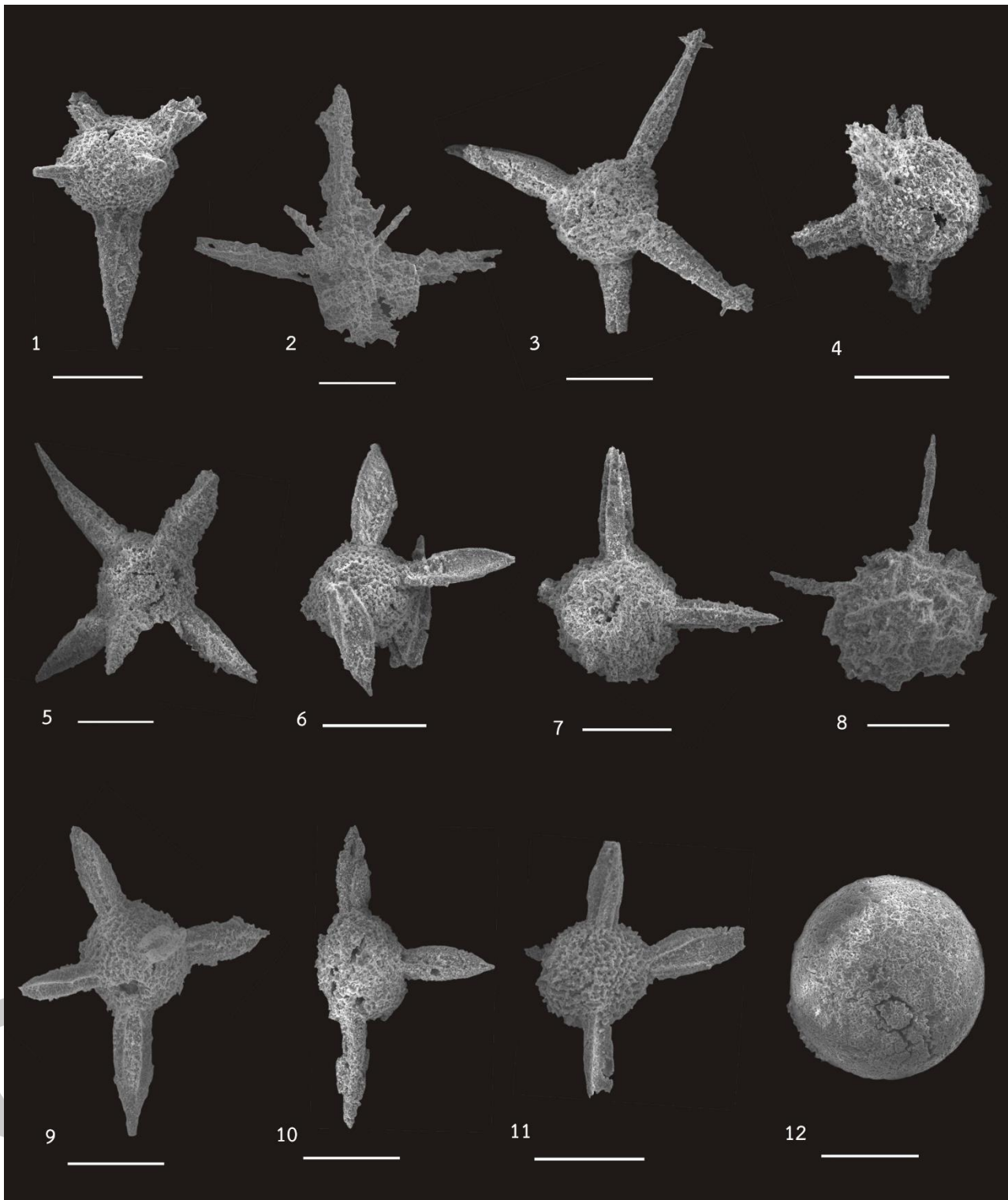


ภาพที่ 24 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 24 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |   |   |
|---|---|
| รูปที่ 1. <i>Palaeoscenidium</i> sp.                  | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 2. <i>Palaeoscenidium cladophorum</i>          | ตัวอย่างที่ TU20-02 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 3. <i>Palaeoscenidium cladophorum</i>          | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 4. <i>Palaeoscenidium cladophorum</i>          | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 5. <i>Palaeoscenidium cladophorum</i>          | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 6. <i>Trilonche dihelicis</i>                  | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 7. <i>Trilonche</i> sp. cf. <i>T. vachardi</i> | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 8. <i>Trilonche vetusta</i>                    | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 9. <i>Trilonche vetusta</i>                    | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 10. <i>Trilonche minax</i>                     | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 11. <i>Trilonche minax</i>                     | ตัวอย่างที่ TU20-02 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 12. <i>Trilonche palimbola</i>                 | ตัวอย่างที่ TU20-02 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 13. <i>Trilonche palimbola</i>                 | ตัวอย่างที่ TU20-02 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 14. <i>Trilonche palimbola</i>                 | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 15. <i>Trilonche vetusta</i>                   | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 16. <i>Trilonche vetusta</i>                   | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |

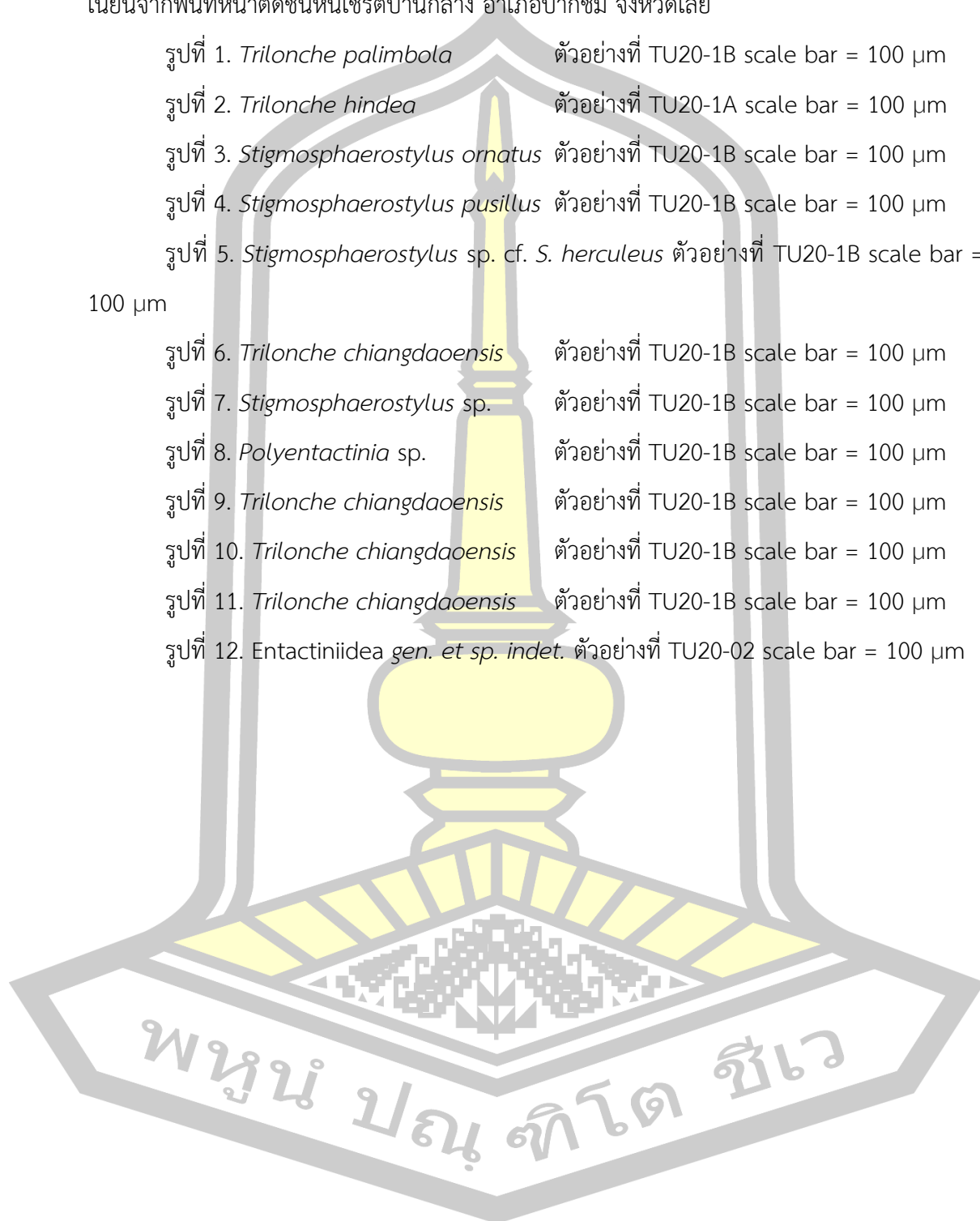




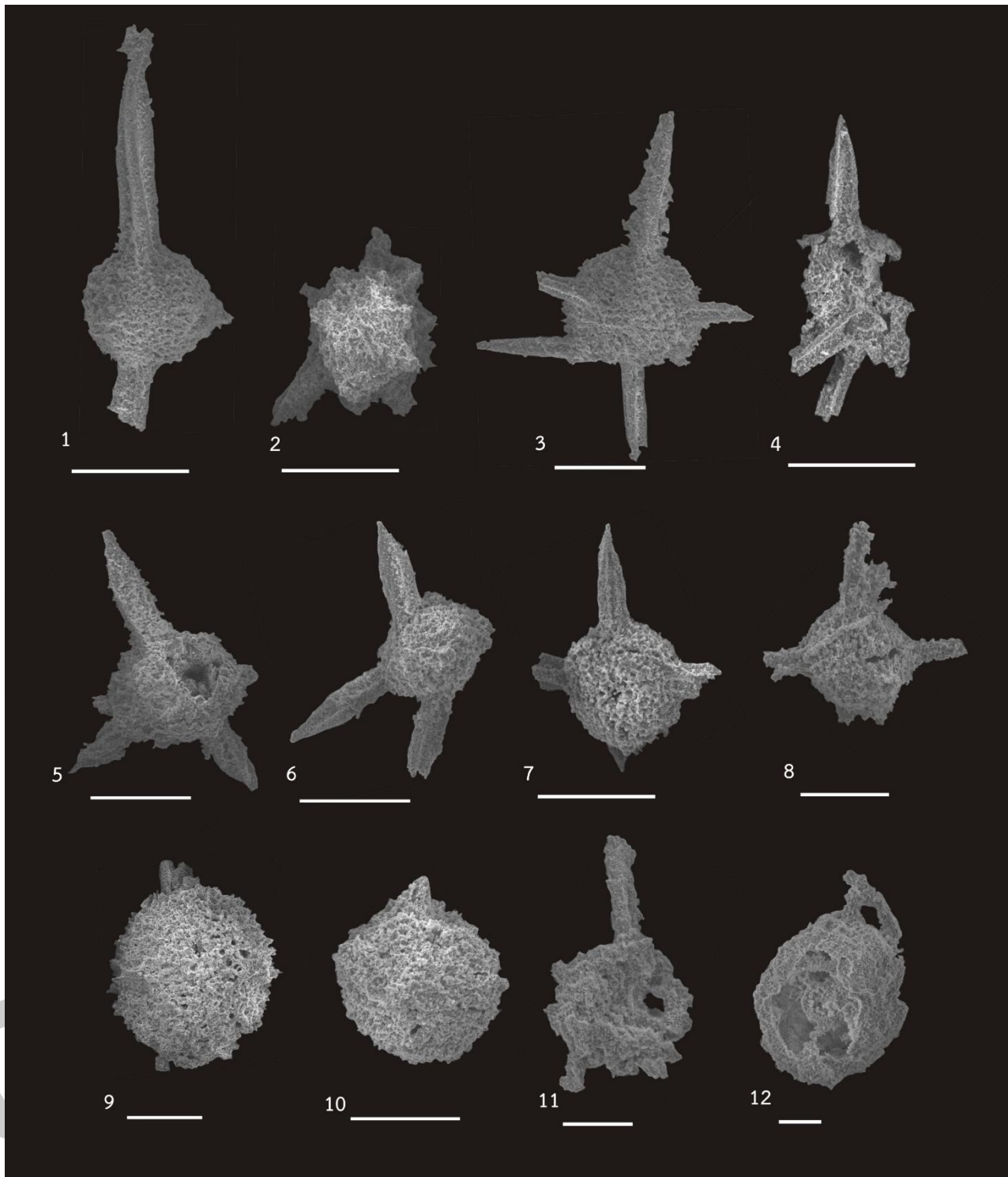
ภาพที่ 25 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakหม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 25 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- รูปที่ 1. *Trilonche palimbola* ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 2. *Trilonche hindea* ตัวอย่างที่ TU20-1A scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 3. *Stigmosphaerostylus ornatus* ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 4. *Stigmosphaerostylus pusillus* ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 5. *Stigmosphaerostylus* sp. cf. *S. herculeus* ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar =  
100  $\mu$ m
- รูปที่ 6. *Trilonche chiangdaoensis* ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 7. *Stigmosphaerostylus* sp. ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 8. *Polyentactinia* sp. ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 9. *Trilonche chiangdaoensis* ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 10. *Trilonche chiangdaoensis* ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 11. *Trilonche chiangdaoensis* ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100  $\mu$ m
- รูปที่ 12. *Entactiniidea* gen. et sp. indet. ตัวอย่างที่ TU20-02 scale bar = 100  $\mu$ m



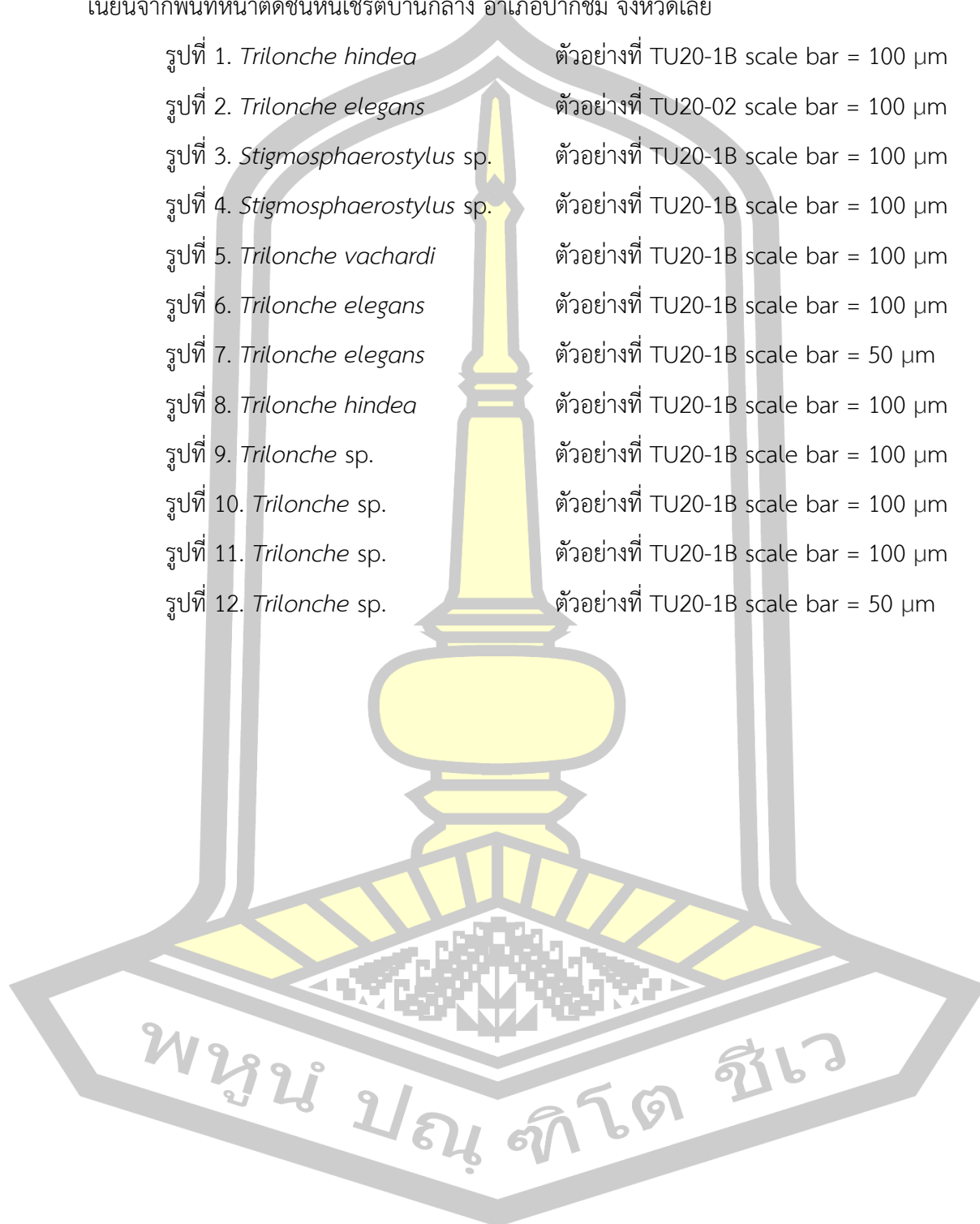


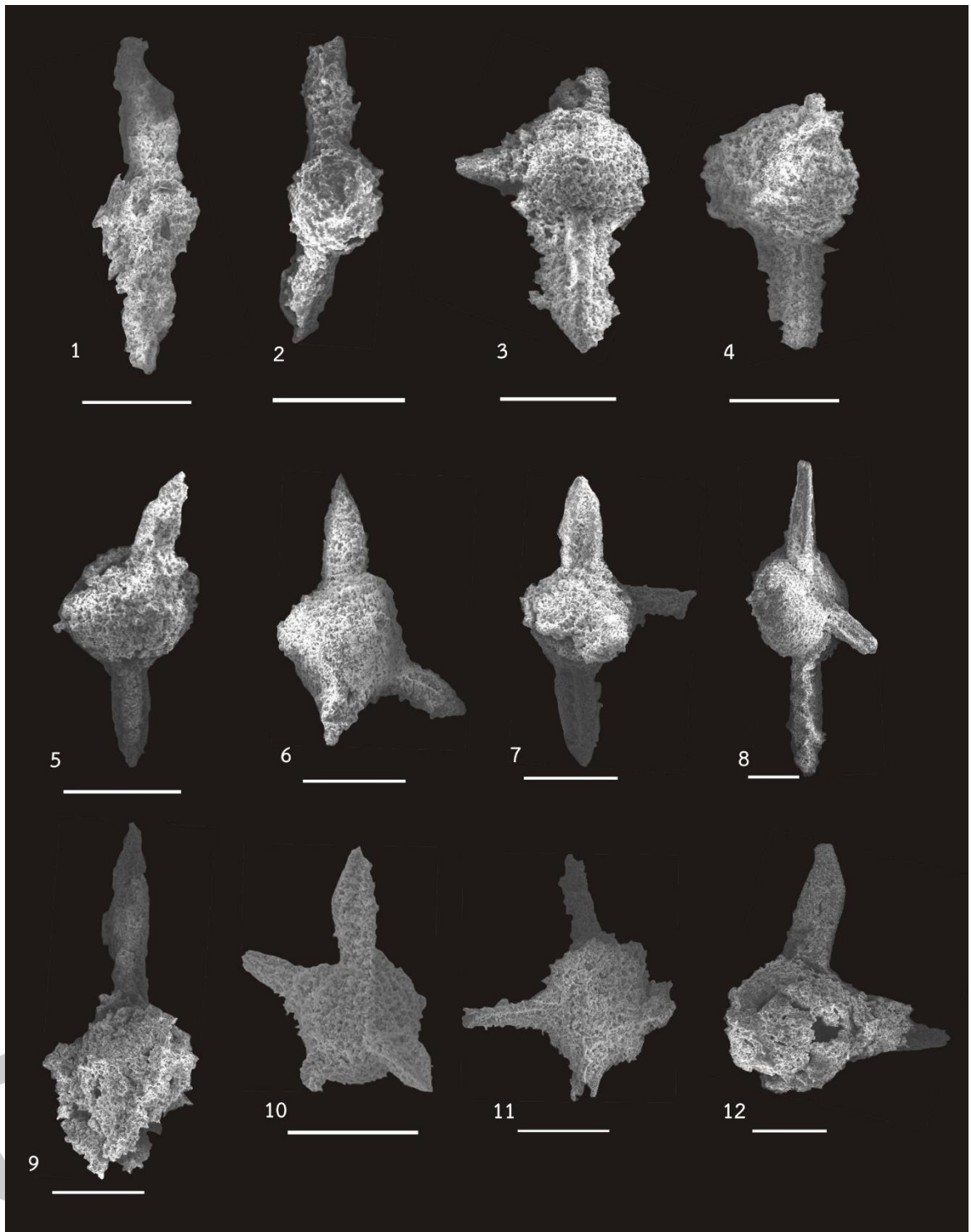


ภาพที่ 26 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอบางบาล จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 26 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |  |   |
|--|---|
| รูปที่ 1. <i>Trilonche hindea</i>          | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 2. <i>Trilonche elegans</i>         | ตัวอย่างที่ TU20-02 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 3. <i>Stigmatosphaerostylus</i> sp. | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 4. <i>Stigmatosphaerostylus</i> sp. | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 5. <i>Trilonche vachardi</i>        | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 6. <i>Trilonche elegans</i>         | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 7. <i>Trilonche elegans</i>         | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 8. <i>Trilonche hindea</i>          | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 9. <i>Trilonche</i> sp.             | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 10. <i>Trilonche</i> sp.            | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 11. <i>Trilonche</i> sp.            | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 12. <i>Trilonche</i> sp.            | ตัวอย่างที่ TU20-1B scale bar = 50 $\mu$ m  |

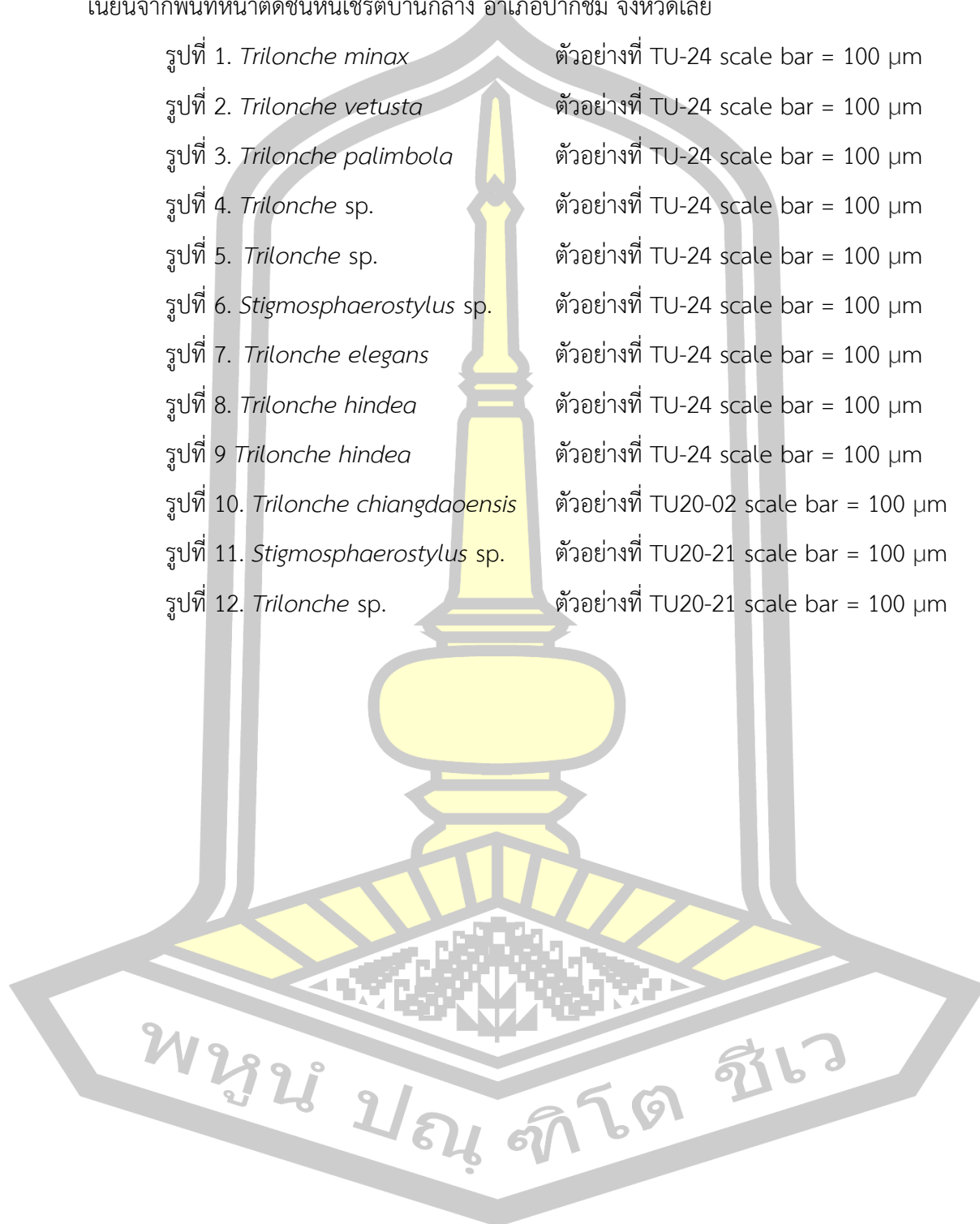


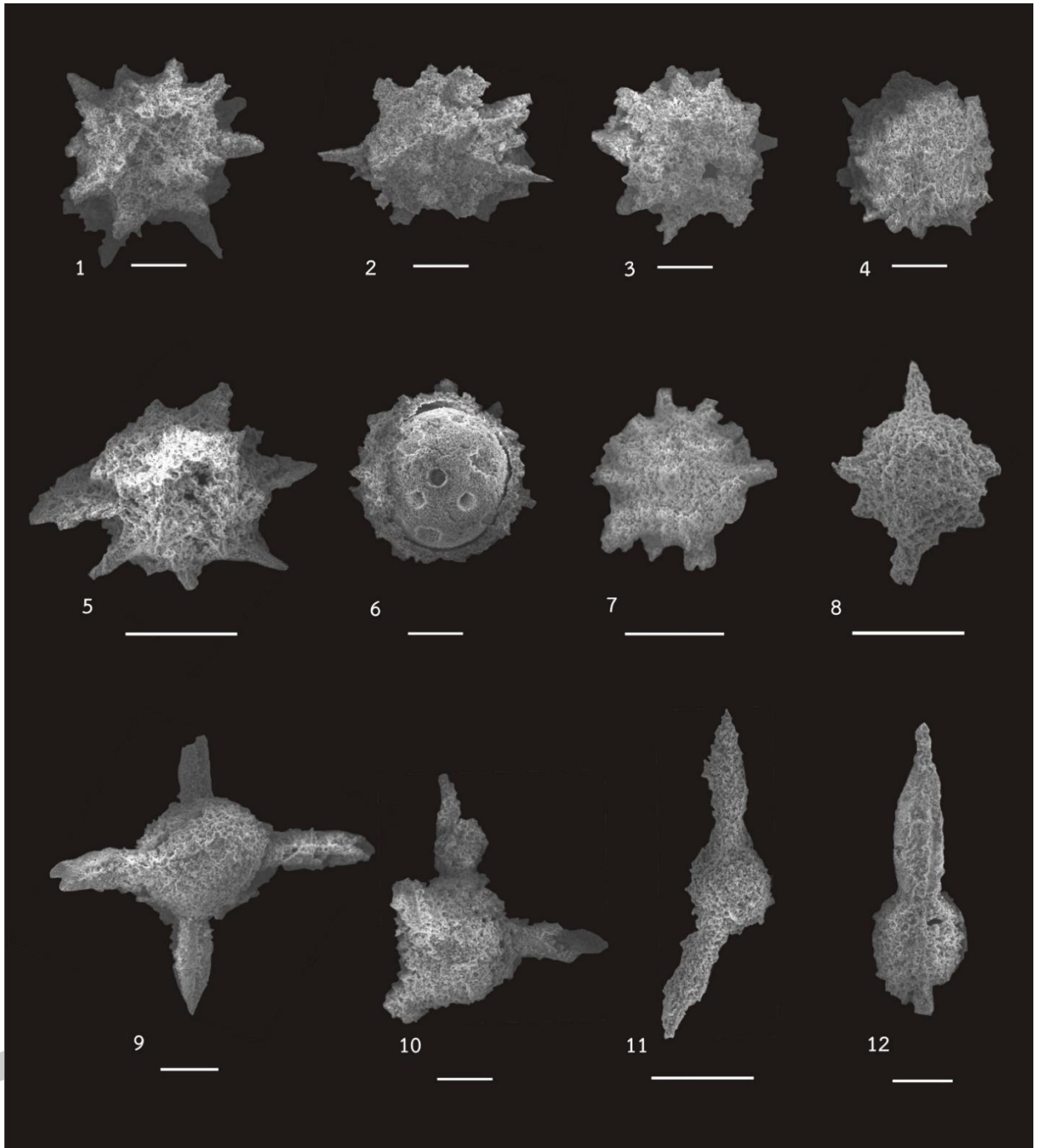


ภาพที่ 27 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรติโอลาเรียยุคตีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 27 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |  |   |
|--|---|
| รูปที่ 1. <i>Trilonche minax</i>           | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m   |
| รูปที่ 2. <i>Trilonche vetusta</i>         | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m   |
| รูปที่ 3. <i>Trilonche palimbola</i>       | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m   |
| รูปที่ 4. <i>Trilonche</i> sp.             | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m   |
| รูปที่ 5. <i>Trilonche</i> sp.             | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m   |
| รูปที่ 6. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp.   | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m   |
| รูปที่ 7. <i>Trilonche elegans</i>         | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m   |
| รูปที่ 8. <i>Trilonche hindea</i>          | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m   |
| รูปที่ 9. <i>Trilonche hindea</i>          | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m   |
| รูปที่ 10. <i>Trilonche chiangdaoensis</i> | ตัวอย่างที่ TU20-02 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 11. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp.  | ตัวอย่างที่ TU20-21 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 12. <i>Trilonche</i> sp.            | ตัวอย่างที่ TU20-21 scale bar = 100 $\mu$ m |





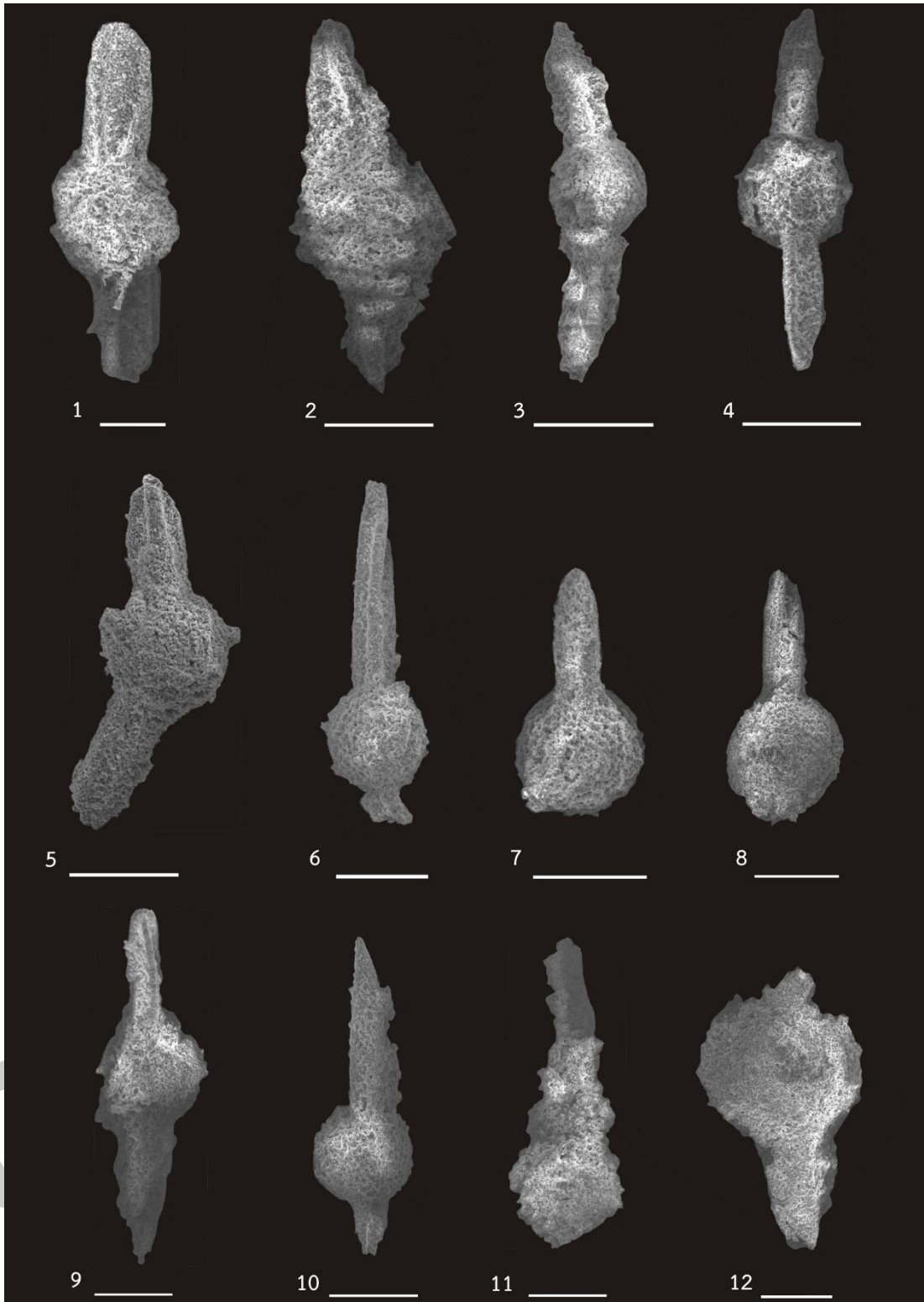
ภาพที่ 28 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคติวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอบางคนที จังหวัดเพชรบุรี

คำอธิบายภาพที่ 28 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคศิ่ว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |   |   |
|---|---|
| รูปที่ 1. <i>Astroentactinia stellata</i> | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 2. <i>Astroentactinia stellata</i> | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 3. <i>Astroentactinia stellata</i> | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 4. <i>Astroentactinia stellata</i> | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 5. <i>Astroentactinia stellata</i> | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 6. <i>Astroentactinia</i> sp.      | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 7. <i>Helioentactinia</i> sp.      | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 8. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp.  | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 9. <i>Trilonche</i> sp.            | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 10. <i>Trilonche vachardi</i>      | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 11. <i>Trilonche vetusta</i>       | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 12. <i>Trilonche minax</i>         | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 50 $\mu$ m  |



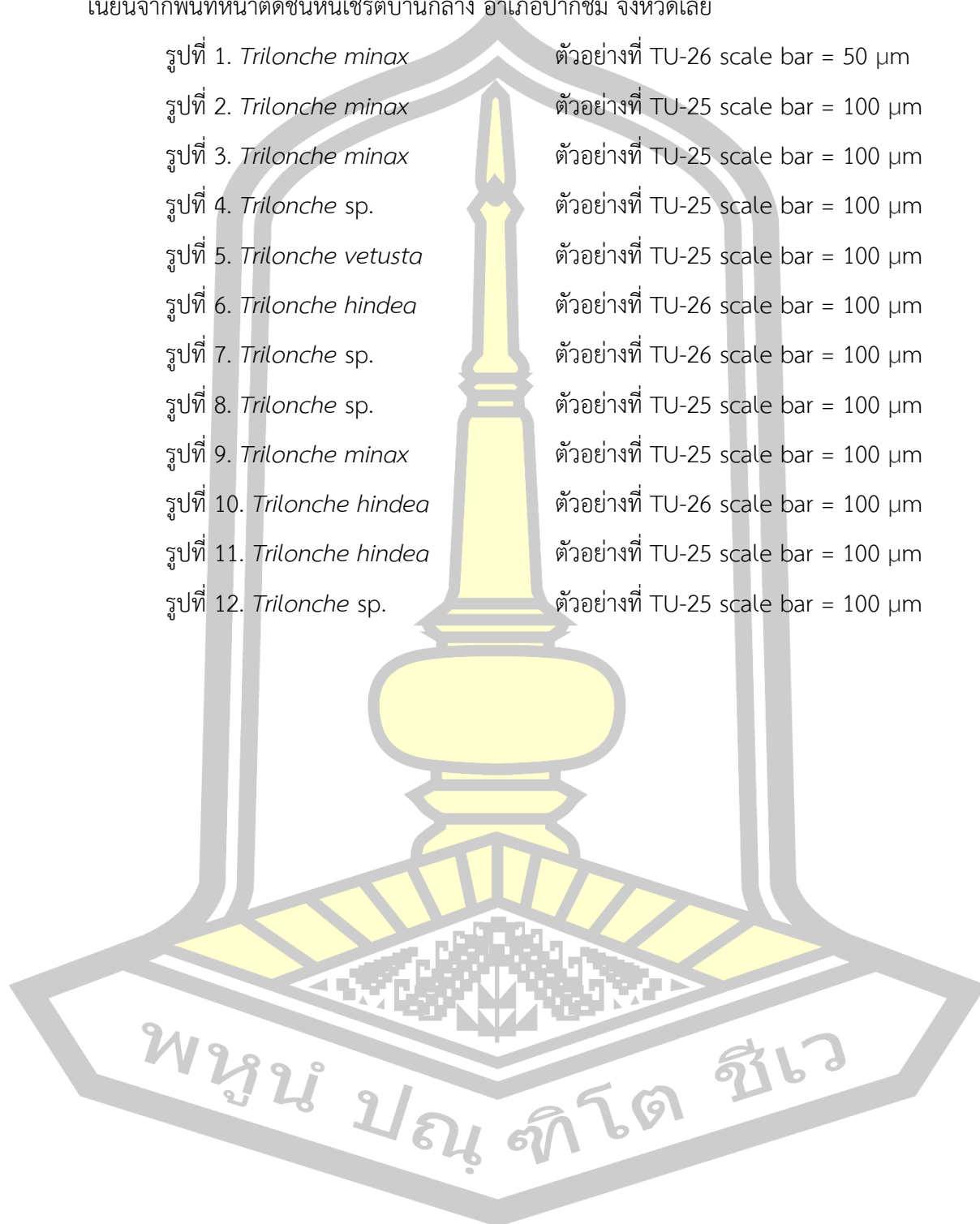


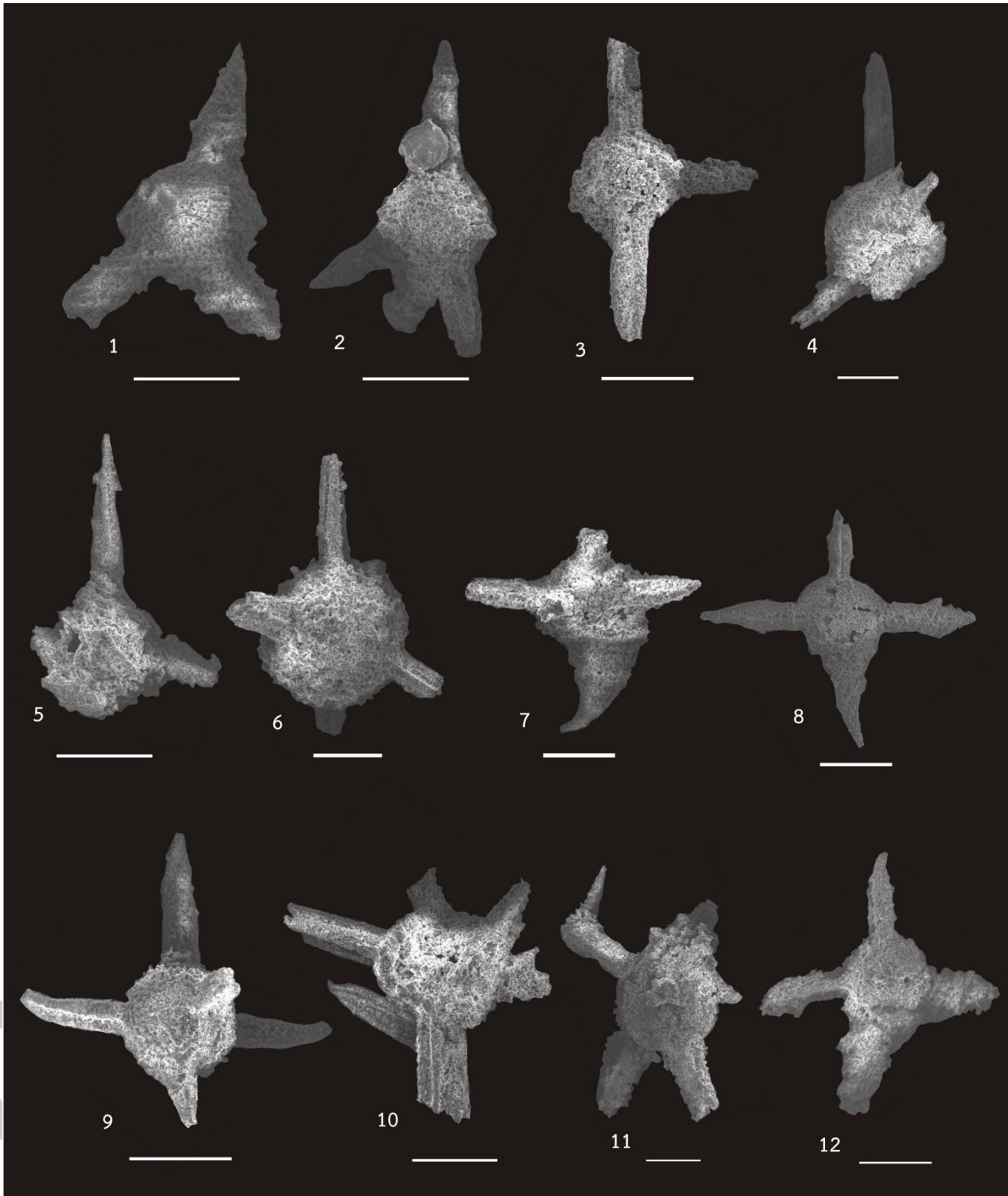


ภาพที่ 29 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรติโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakชม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 29 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย

รูปที่ 1. <i>Trilonche minax</i>	ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 50 $\mu$ m
รูปที่ 2. <i>Trilonche minax</i>	ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 3. <i>Trilonche minax</i>	ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 4. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 5. <i>Trilonche vetusta</i>	ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 6. <i>Trilonche hindea</i>	ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 7. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 8. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 9. <i>Trilonche minax</i>	ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 10. <i>Trilonche hindea</i>	ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 11. <i>Trilonche hindea</i>	ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m
รูปที่ 12. <i>Trilonche</i> sp.	ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m

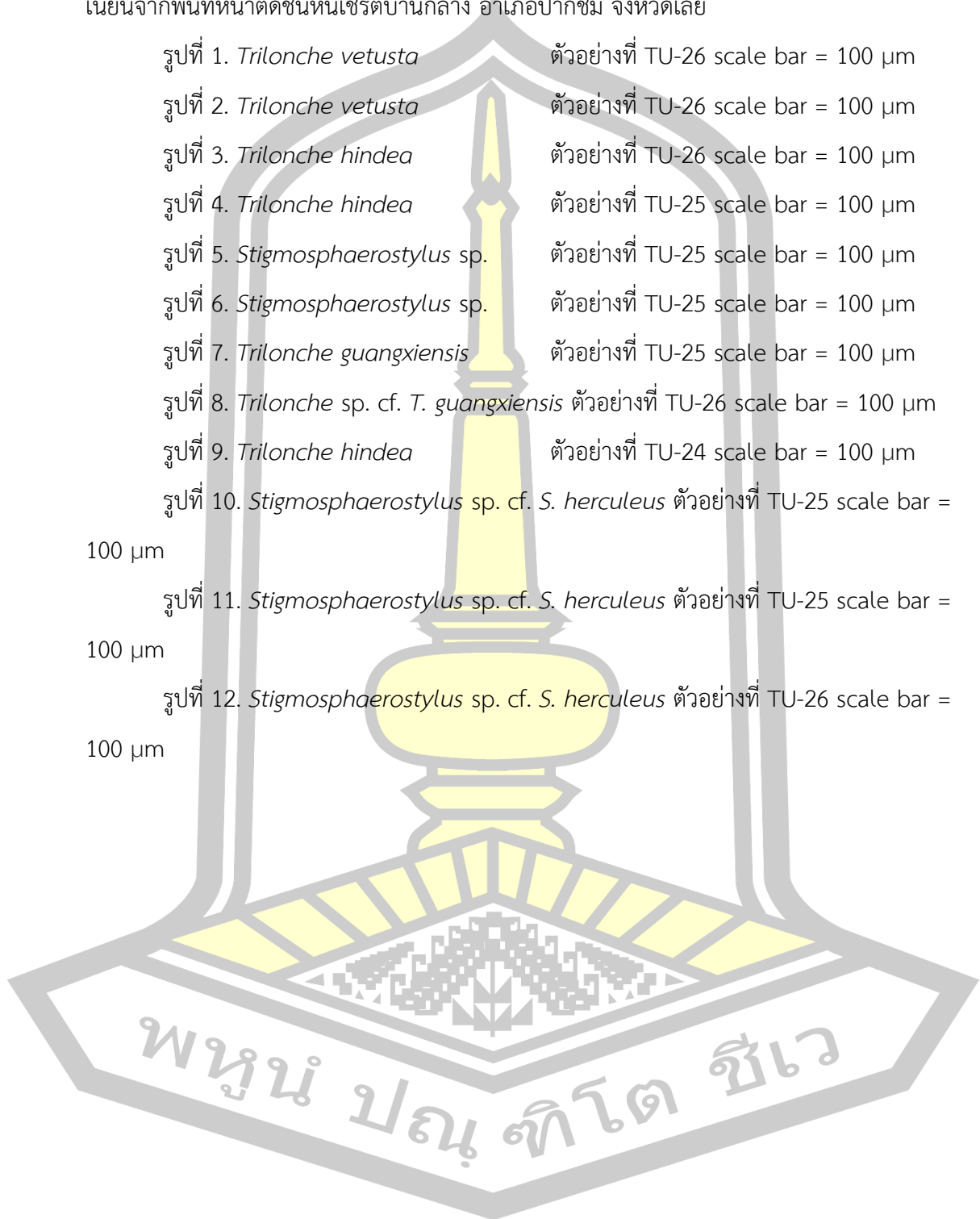


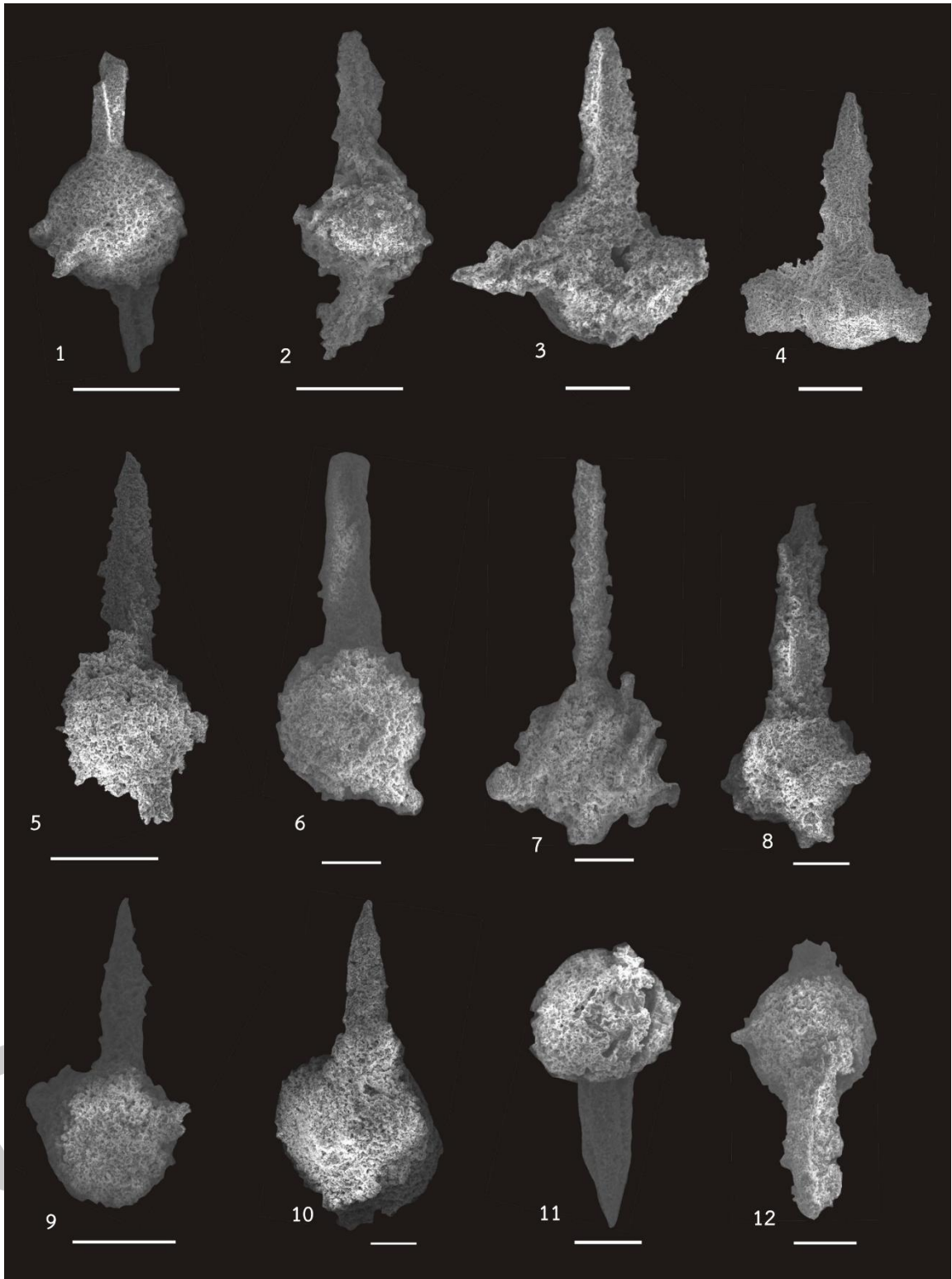


ภาพที่ 30 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakหม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 30 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคดีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |   |  |
|---|--|
| รูปที่ 1. <i>Trilonche vetusta</i>                                | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m    |
| รูปที่ 2. <i>Trilonche vetusta</i>                                | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m    |
| รูปที่ 3. <i>Trilonche hindea</i>                                 | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m    |
| รูปที่ 4. <i>Trilonche hindea</i>                                 | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m    |
| รูปที่ 5. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp.                          | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m    |
| รูปที่ 6. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp.                          | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m    |
| รูปที่ 7. <i>Trilonche guangxiensis</i>                           | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m    |
| รูปที่ 8. <i>Trilonche</i> sp. cf. <i>T. guangxiensis</i>         | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m    |
| รูปที่ 9. <i>Trilonche hindea</i>                                 | ตัวอย่างที่ TU-24 scale bar = 100 $\mu$ m    |
| รูปที่ 10. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp. cf. <i>S. herculeus</i> | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar =<br>100 $\mu$ m |
| รูปที่ 11. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp. cf. <i>S. herculeus</i> | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar =<br>100 $\mu$ m |
| รูปที่ 12. <i>Stigmosphaerostylus</i> sp. cf. <i>S. herculeus</i> | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar =<br>100 $\mu$ m |





ภาพที่ 31 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรติโกลาเรียยุคดีโวเนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภopakซม จังหวัดเลย

คำอธิบายภาพที่ 31 ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) ของเรดิโอลาเรียยุคทีโว  
เนียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย

- |  |   |
|--|---|
| รูปที่ 1. <i>Stigmatosphaerostylus</i> sp. | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 2. <i>Trilonche</i> sp.             | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 3. <i>Trilonche</i> sp.             | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 4. <i>Trilonche</i> sp.             | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 5. <i>Trilonche hindea</i>          | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 6. <i>Trilonche hindea</i>          | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 7. <i>Trilonche hindea</i>          | ตัวอย่างที่ TU-35 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 8. <i>Trilonche vetusta</i>         | ตัวอย่างที่ TU-35 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 9. <i>Trilonche</i> sp.             | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 100 $\mu$ m |
| รูปที่ 10. <i>Trilonche</i> sp.            | ตัวอย่างที่ TU-25 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 11. <i>Trilonche palimbola</i>      | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 50 $\mu$ m  |
| รูปที่ 12. <i>Trilonche</i> sp.            | ตัวอย่างที่ TU-26 scale bar = 50 $\mu$ m  |





## บทที่ 5

### บทสรุป

#### 5.1 เรดิโอลาเรียนยุคติวเรียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นเซิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลาง

จากผลการศึกษาเรดิโอลาเรียนยุคติวเรียนจากพื้นที่หน้าตัดชั้นเซิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลาง อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถพบเรดิโอลาเรียน 14 สกุล 37 ชนิด โดยแบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ดังนี้

##### 5.1.1 พื้นที่หน้าตัดชั้นหินเซิร์ตบ้านวังผา

พบเรดิโอลาเรียน 13 สกุล 27 ชนิด ได้แก่ *Archocyrtilium* sp., *Astroentactinia* sp. cf. *A. multispinosus*, *Astroentactinia* sp. cf. *A. stellate*, *Belowea variabilis*, *Belowea* sp., *Belowea* sp. cf. *B. variabilis*, *Ceratoikiscum* sp. cf. *C. bujugum*, *Haplentactinia?* sp., *Helenifore* sp., *Paleoscenidium* sp., *Polyentactinia invenusta*, *P. tenera*, *Polyentactinia* sp., *Polyentactinia* sp. cf. *P. leptosphaera*, *Spongentactinella* sp. cf. *S. corynacantha*, *Spongentactinella?* sp., *Stigmosphaerostylus pusillus*, *S.variospina*, *Stigmosphaerostylus* sp., *Stigmosphaerostylus* sp. cf. *S. pusillus*, *Stigmosphaerostylus* sp. cf. *S. variospina*, ? *Tlecerina* sp., *Trienosphaera sicarius*, *Trienosphaera* sp., *Trilonche echinata*, *T. elegans*, *T. hindea*, *T. palimbola*, *T. vetusta*, *Trilonche* sp., *Trilonche* sp. cf. *T. vachardi* และ *Entactiniidea* gen. et sp. indet. ที่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้

##### 5.1.2 พื้นที่หน้าตัดชั้นหินเซิร์ตบ้านกลาง

พบเรดิโอลาเรียน 6 สกุล 19 ชนิด ได้แก่ *Astroentactinia stellata*, *Astroentactinia* sp., *Helioentactinia* sp., *Paleoscenidium cladophorum*, *Paleoscenidium* sp., *Polyentactinia* sp., *Stigmosphaerostylus ornatus*, *Stigmosphaerostylus* sp., *Stigmosphaerostylus* sp. cf. *S. herculeus*, *Trilonche chiangdaoensis*, *T. dihelicis*, *T. elegans*, *T. guangxiensis*, *T. hindea*, *T. minax*, *T. palimbola*, *T. vachardi*, *T. vetusta*, *Trilonche* sp., *Trilonche* sp. cf. *T. guangxiensis*, *Trilonche* sp. cf. *T. vachardi* และ *Entactiniidea* gen. et sp. indet. ที่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้

## 5.2 กลุ่มชีวิตินเรดิโอลาเรียน และการกำหนดอายุ

จากการศึกษาความหลากหลายของเรดิโอลาเรียนจากหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา (S) และบ้านกลาง (TU) สามารถแบ่งเรดิโอลาเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ (ภาพที่ 32)

### 5.2.1. กลุ่มชีวิตินเรดิโอลาเรียนที่บ่งบอกยุคตีโวเนียนตอนปลายช่วงอายุ Frasnian

พบเรดิโอลาเรียนในชนิด *Stigmosphaerostylus ornatus* ร่วมกับ *Trilonce dihelicis*, *T. guangxiensis*, *T. minax* สามารถพบได้บริเวณหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง (TU-24 ถึง TU20-21) โดยเฉพาะ *Stigmosphaerostylus ornatus* ได้ถูกรายงานการค้นพบและระบุอายุให้มีอายุอย่างน้อย Lower Frasnian ในพื้นที่หมวดหิน GoGo ใน Canning Basin ทางตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย (Aitchison, 1993) และล่าสุดมีรายงานการค้นพบ *Stigmosphaerostylus ornatus* ร่วมกับกลุ่ม *Trilonce dihelicis*, *T. chiangdaoensis*, *T. guangxiensis*, *T. minax* ซึ่งถูกรายงานอายุ Frasnian พื้นที่เขตอินทนนท์บริเวณอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย (Wonganan & Caridroit, 2005b)

### 5.2.2. กลุ่มชีวิตินเรดิโอลาเรียนที่บ่งบอกยุคตีโวเนียนตอนปลายช่วงอายุ Frasnian – Famennian

พบเรดิโอลาเรียนในชนิด *Polyentactinia tenera*, *P. invenusta* ร่วมกับ *Stigmosphaerostylus variospina*, *Ceratoikiscum* sp. cf. *C. bujugum* และ *Entactiniid* gen. et sp. indet. ที่ยังไม่สามารถระบุสกุลได้ สามารถพบได้ตั้งแต่ช่วงกลางเขาจนถึงยอดเขา (S4-01 ถึง S9-02) โดยสามารถระบุได้จากเรดิโอลาเรียนกลุ่ม *Polyentactinia tenera* ที่พบเป็นจำนวนมากในหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตส่วนนี้ ซึ่งเรดิโอลาเรียนชนิด *Polyentactinia invenusta* และ *P. tenera* ได้มีการรายงานว่าเป็นชนิดใหม่ มีอายุ Frasnian ในพื้นที่หมวดหิน GoGo ใน Canning Basin ทางตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย (Aitchison, 1993) และล่าสุดมีรายงานการค้นพบ *Polyentactinia* sp. cf. *P. invenusta* และ *Polyentactinia* sp. cf. *P. tenera* มีอายุ Frasnian ตามแนวชั้นหินคดโค้งเลย บริเวณขอบทวีปของแผ่นอินโดจีน (Thassanapak et al., 2017) และ *Stigmosphaerostylus variospina* ได้ถูกรายงานในช่วงอายุ Famennian ในพื้นที่อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (Sashida et al., 1998)

### 5.2.3. กลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียที่บ่งบอกยุคตีโวเนียนตอนปลายถึงยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น ช่วงอายุ Famennian – early Carboniferous (Tournaisian)

พบเรดิโอลาเรียในชนิด *Stigmosphaerostylus variospina*, *Archocyrtium* sp., *Belowea variabilis* และ *Trienosphaera sicarius* สามารถพบได้ช่วงเชิงเขา (SB01 ถึง S1(2)-07) โดยการค้นพบ *Stigmosphaerostylus variospina* และ *Archocyrtium* sp. ได้มีรายงานการค้นพบและระบุอายุ Famennian ในพื้นที่อำเภอปากชม จังหวัดเลย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (Sashida et al., 1998) และ *Belowea variabilis* และ *Trienosphaera sicarius* ได้มีรายงานการค้นพบในพื้นที่ Heiyingshan ทางตอนใต้ของเทือกเขา Tianshan สาธารณรัฐประชาชนจีน อายุ early Carboniferous (Liu, 2010)

### 5.3 การเทียบความหลากหลายชนิดของเรดิโอลาเรียนยุคตีโวเนียน

เนื่องจากผลการศึกษาเรดิโอลาเรียนยุคตีโวเนียนในพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลางทำให้ทราบว่าเรดิโอลาเรียนบางชนิดสามารถระบุอายุได้ถึงยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนต้น ดังนั้นในการรวบรวมข้อมูลจึงต้องนำเรดิโอลาเรียนชนิดนั้น ๆ มาวิเคราะห์ด้วย สามารถอธิบายผลการเทียบความหลากหลายของเรดิโอลาเรียนได้ดังนี้ (ตารางที่ 3)

#### 5.3.1 บริเวณพื้นที่เขตอินทนนท์ (Inthanon zone)

จากผลการรวบรวมข้อมูลของของการศึกษาที่ผ่านมา (Sanjit et al., 2014; Wonganan & Caridroit, 2005b, 2005a) สามารถพบ 15 สกุล 55 ชนิด

#### 5.3.2 บริเวณพื้นที่ตามแนวชั้นหินคดโค้งเลย (Loei Fold Belt) และพื้นที่ศึกษา

จากผลการรวบรวมข้อมูลของของการศึกษาที่ผ่านมา (Khattamart et al., 2015; Saesaengseerung et al., 2007; Thassanapak et al., 2017) และผลการศึกษาเรดิโอลาเรียนจากหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลาง สามารถสรุปได้ทั้ง 19 สกุล 63 ชนิด

#### 5.3.3 การเทียบความหลากหลายชนิดระหว่างพื้นที่เขตอินทนนท์ และแนวชั้นหินคดโค้งเลย

การรวบรวมและศึกษาข้อมูลการรายงานการค้นพบเรดิโอลาเรียนระหว่างพื้นที่เขตอินทนนท์ และแนวหินคดโค้งเลย รวมถึงการศึกษาในพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลางทำให้ทราบว่า มีจำนวนเรดิโอลาเรียนทั้งหมด 22 สกุล 75 ชนิด โดยพบในพื้นที่เขตอินทนนท์ 15 สกุล 55 ชนิด และแนวชั้นหินคดโค้งเลย 19 สกุล 63 ชนิด ซึ่งมีชนิดที่พบเฉพาะพื้นที่อินทนนท์จำนวน 22 ชนิด มีชนิดที่พบเฉพาะแนวชั้นหินคดโค้งเลยจำนวน 30 ชนิด และมีชนิดที่พบเหมือนกันระหว่างพื้นที่

เขตอินทนนท์และแนวชั้นหินคดโค้งเลยจำนวน 33 ชนิด ดังนั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างพื้นที่เขตอินทนนท์และแนวชั้นหินคดโค้งเลยพบว่ามีความคล้ายคลึง 29.33 % และค่าความต่าง (dissimilarity) 70.67 %

ดังนั้นสามารถสรุปความหลากหลายชนิดของเรดิโอลาเรียที่พบในพื้นที่แนวชั้นหินคดโค้งเลย กับเขตอินทนนท์ได้ว่า ความหลากหลายชนิดของเรดิโอลาเรียในเขตอินทนนท์ต่ำกว่า แนวชั้นหินคดโค้งเลย อาจจะเป็นเพราะตำแหน่งการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกในยุคดีโวเนียน และการหมุนเวียนสารอาหารในทะเลทำให้ความหลากหลายชนิดของเรดิโอลาเรียทั้งสองพื้นที่มีความคล้ายคลึงต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาเรดิโอลาเรียในแนวชั้นหินคดโค้งเลยมีการศึกษามากกว่า เขตอินทนนท์ รวมถึงจำนวนการเก็บตัวอย่างชั้นหินเชิร์ต ทำให้ทราบชนิดของเรดิโอลาเรียมากกว่าเขตอินทนนท์ เพราะฉะนั้นเพื่อให้มีความเท่าเทียมควรมีการศึกษาเรดิโอลาเรียยุคดีโวเนียนในเขตอินทนนท์เพิ่มเติม และเก็บตัวอย่างหินเชิร์ตมากขึ้น

#### 5.4 อายุการสะสมตะกอน และสภาพแวดล้อมบรรพกาลของพื้นที่ศึกษา

##### 5.4.1 อายุการสะสมตะกอนชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา

จากผลการศึกษาเรดิโอลาเรียในบริเวณพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผาพบว่า หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตในพื้นที่ที่มีการสะสมตะกอนในยุคดีโวเนียนตอนปลาย (Late Devonian to early Carboniferous) โดยแบ่งออกเป็นบริเวณยอดเขาที่มีอายุการสะสมตะกอนช่วง Frasnian - Famennian และบริเวณเชิงเขาที่มีอายุ Famennian จนถึง early Carboniferous

##### 5.4.2 อายุการสะสมตะกอนชั้นหินเชิร์ตบ้านกลาง

จากผลการศึกษาเรดิโอลาเรียในบริเวณพื้นที่หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านกลางพบว่า หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตในพื้นที่ที่มีการสะสมตะกอนในยุคดีโวเนียนตอนปลายอายุ Frasnian โดยสามารถระบุได้จากเรดิโอลาเรียกลุ่ม *Stigmosphaerostylus ornatus* ร่วมกับกลุ่ม *Trilonce dihelicis*, *T. guangxiensis*, *T. minax*

##### 5.4.3 สภาพแวดล้อมบรรพกาลพื้นที่ศึกษายบ้านวังผา และบ้านกลาง

การศึกษาหินเชิร์ตพบว่า การสะสมตะกอนของหินเชิร์ตอยู่บริเวณค่อนข้างลึกในทะเล และมีปริมาณสารประกอบซิลิกาเหมาะสม โดยทั่วไปแล้วสารประกอบซิลิกาในทะเลได้มาจากการละลายของโครงร่างหรือเปลือกของสิ่งมีชีวิต ไม่มีว่าจะเป็นโครงร่างของเรดิโอลาเรีย หนามของฟองน้ำ รวมไปถึงแพลงก์ตอนบางกลุ่มที่มีการนำสารประกอบซิลิกาไปใช้ นอกจากนั้นสารประกอบซิลิกายังอาจมาจาก

น้ำแร่ร้อนของภูเขาไฟใต้ทะเลก็เป็นได้ แต่อย่างไรก็ตามหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตที่โผล่ในพื้นที่บ้านวังผา และบ้านกลางนั้น พบว่าสารประกอบซิลิกาในหินเชิร์ตพื้นที่ดังกล่าวน่าจะได้มาจากการละลายของ โครงสร้างสิ่งมีชีวิต โดยพิจารณาจากปริมาณเรติโอลาเรีย และนามของฟองน้ำที่พบจากหน้าตัดชั้นหิน เชิร์ตในพื้นที่บ้านวังผา และบ้านกลาง

จากผลการศึกษาเรติโอลาเรียจากหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลางได้ผล สอดคล้องกับการศึกษาแร่ธาตุหายากจากหินเชิร์ต โดยการวิเคราะห์ทางเคมีบริเวณพื้นที่เชิงกลม ชม น้อย อำเภอปากชม และบริเวณพื้นที่ผาสามยอด อำเภอผาขาว จังหวัดเลย พบว่ามีปริมาณของซิลิกา มากกว่า 90% ทำให้ระบุได้ว่าหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลยอยู่ในยุคตีโวเนียน ตอนปลาย และมีการสะสมตะกอนในสภาพแวดล้อมแบบทะเลค่อนข้างลึกบริเวณขอบทวีป ที่ตั้ง อยู่ในลักษณะของแนวหมู่เกาะรูปโค้งภูเขาไฟ (back – arc) (Udchachon et al., 2011)

ดังนั้นจากการศึกษาเรติโอลาเรียจากหน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบ้านวังผา และบ้านกลาง อำเภอปาก ชม จังหวัดเลย สามารถตีความสภาพแวดล้อมของพื้นที่ดังกล่าวได้ว่า หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตบริเวณนี้ มี ปริมาณของสารประกอบซิลิกาที่เกิดจากการละลายของโครงสร้างหรือเปลือกเรติโอลาเรีย ซึ่งมีการ สะสมตะกอนอยู่ในยุคตีโวเนียนตอนปลายอายุ Frasnian จนถึง Famennian และบางพื้นที่สามารถ หน้าตัดชั้นหินเชิร์ตอายุ early Carboniferous ได้ และพื้นที่ศึกษาดังกล่าวมีสภาพแวดล้อมการสะสม ตะกอนแบบทะเลค่อนข้างลึกบริเวณขอบทวีปอินโดจีน ที่ตั้งอยู่ด้านหลังแนวหมู่เกาะรูปโค้งภูเขาไฟ (back – arc)

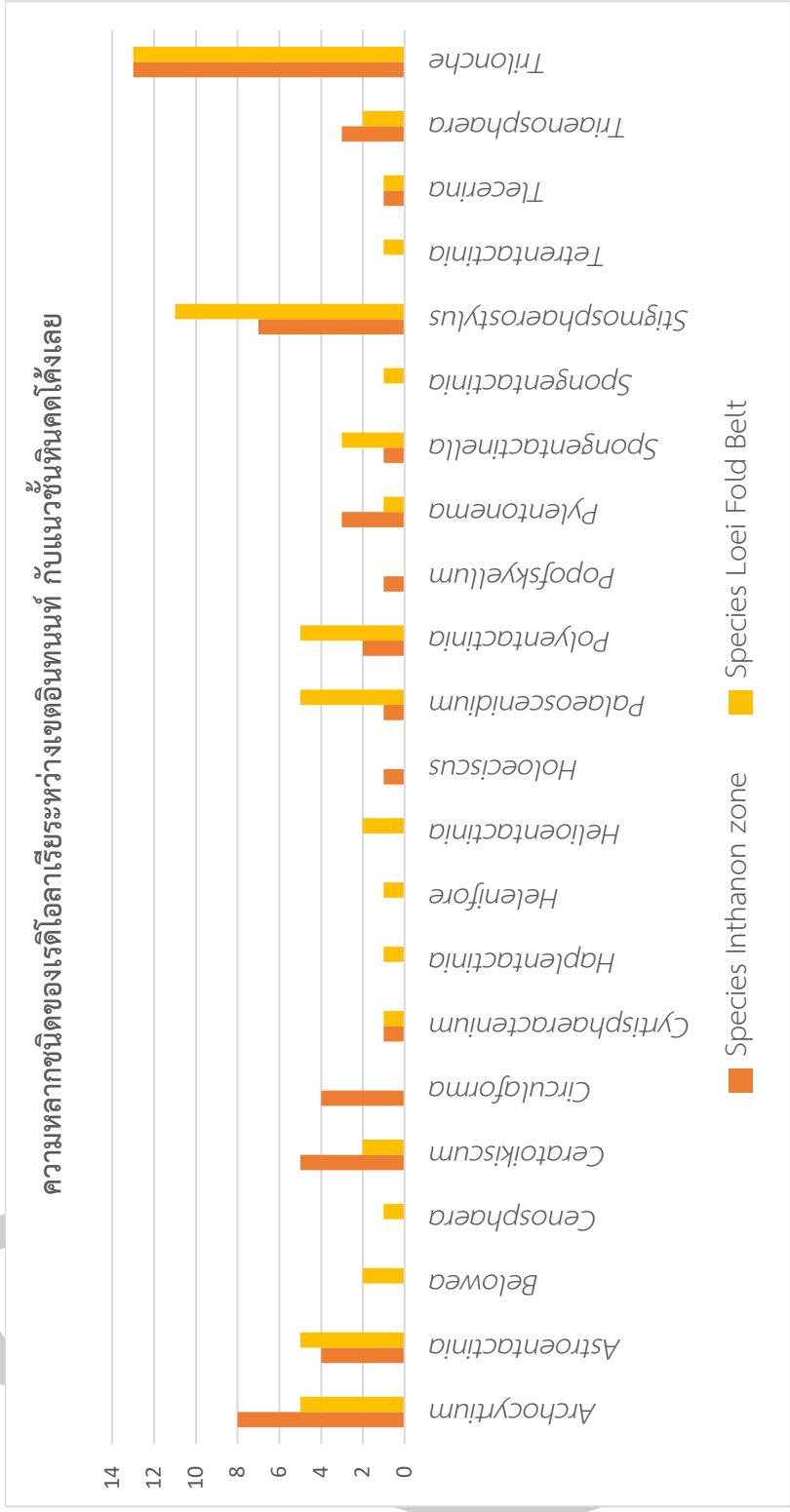






ตารางที่ 3 ตารางแสดงจำนวนชนิดของเรดิโอลาเรียระหว่างเขตอินทนนท์ กับแนวชั้นหินคดโค้งเลย

Diversity of Devonian radiolarian			
no.	Genus	Species	
		Inthanon zone	Loei Fold Belt
1	<i>Archocyrtium</i>	8	5
2	<i>Astroentactinia</i>	4	5
3	<i>Belowea</i>	-	2
4	<i>Cenosphaera</i>	-	1
5	<i>Ceratoikiscum</i>	5	2
6	<i>Circulaforma</i>	4	-
7	<i>Cyrtisphaeractenium</i>	1	1
8	<i>Haplentactinia</i>	-	1
9	<i>Helenifore</i>	-	1
10	<i>Helioentactinia</i>	-	2
11	<i>Holoeciscus</i>	1	-
12	<i>Palaeoscenidium</i>	1	5
13	<i>Polyentactinia</i>	2	5
14	<i>Popofskyellum</i>	1	-
15	<i>Pylentonema</i>	3	1
16	<i>Spongentactinella</i>	1	3
17	<i>Spongentactinia</i>	-	1
18	<i>Stigmosphaerostylus</i>	7	11
19	<i>Tetrentactinia</i>	-	1
20	<i>Tlecerina</i>	1	1
21	<i>Triaenosphaera</i>	3	2
22	<i>Trilonche</i>	13	13
Total		55	63



ภาพที่ 33 ภาพแสดงแผนภูมิการเทียบความหลากหลายของเรดิโอลาเรียระหว่างเขตอินทนนท์ และแนวชั้นหินคดโค้งเลย

บรรณานุกรม



กรมทรัพยากรธรณี. (2555). *การจัดจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี*  
จังหวัดเลย.

หทัยทิพย์ ทศนภักดิ์. (2555). การใช้ข้อมูลกลุ่มชีวินเรดิโอลาเรียนเพื่อเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้าน  
วิวัฒนาการธรณีแปรสัณฐาน. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 40(1), 1–12.

Aitchison, J. C. (1990). Significance of Devonian-Carboniferous radiolarians from  
accretionary terranes of the New England Orogen, Eastern Australia. *Marine  
Micropaleontology*, 15(3/4), 365–378.

Aitchison, J. C. (1993). Devonian (Frasnian) radiolarians from the GoGo Formation,  
Caning Basin, Western Australia. *Palaeontographica Abt*, 228, 105–128.

Benton, M. J., & Harper, D. A. (2009). Introduction to Paleobiology and fossil Record.  
In *Introduction to Paleobiology and fossil Record*.

Braun, A. & Budil, P. (1999). A Middle Devonian radiolarian fauna from the Chotec  
Limestone (Eifelian) of the Prague Basin (Barrandian, Czech Republic).  
*Geodiversitas*, 21(4), 581–592

Bunopas, S. (1992). Regional stratigraphic correlation Thailand. In *National Conference  
on “Geologic of Mineral Resources”* (pp. 189–208).

Caridroit, M., Fontaine, H., Jongkanjanasontorn, Y., Suteethorn, V., & Vachard, D.  
(1990). First results of a palaeontological study of Northwest Thailand. In *CCOP  
Technical Secretariat* (pp. 337–350).

Casey, R. E. (1993). Radiolaria. In *Fossil Prokaryotes and Protists*. Editor by Lipps, J. E.  
Blackwell, Boston: Massachusetts.

De wever, P., Dumitric, A. P., Cautet, J. P., Nigrini, C., & Caridroit, M. (2001).  
Radiolarians in the Sedimentary Record. Gordon and Breach Science Publisher.  
Amsterdam.

Deflandre, G. (1953). Radiolaires Fossiles. In editor by P.P. Grasse. *Traite de Zoologie*,  
1(2), 389–436.

Ehrenberg, C. G. (1838). Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels

durch unsichtbare Organismen. *Königliche Preussischen Akademie der*

*Wissenschaften zu Berlin, Abhandlungen, Jahrgang, 1838.* 59-147

Feng, Q. L. & Zhang, Z. J. (1997). Early Carboniferous radiolarians from West Yunnan.

*Acta Micropalaeontologica Sinica, 14,* 79-92

Furutani, H., (1983). Middle Paleozoic Radiolarians from FuKuji Area, Gifu Prefecture,

Central Japan. *Journal of Earth Sciences, Nagoya University, 37,* 1-56.

Giese, M. & Schmidt-Effing, R. (1989). Eine Radiolarienfauna aus dem Unter-karbon

von Amonau bei Wetter (Rheinisches Schiefergebirge, Hessen). *Geological et*

*Palaeontologica, 23,* 71-81.

Goodbody, Q. H., (1986). Wenlock Paleoscenediidae and Entactiniidae (Radiolaria)

from the Cape Phillips Formation of the Canadian Arctic Archipelago.

*Micropaleontology, 32(2),* 129-157.

Gourmelon, F. (1986). Etude des radiolaires du nodule phosphate du Carbonifere in

ferieur de Bareilles, Hautes-Pyrenees, France. *Geobios, 19,* 179-197.

Gourmelon, F. (1987). Les radiolaires Tournaisien des nodules phosphates de la

Montagne Noire et des Pyrenees Centrales. *Biostratigraphie du Paleozoique, 6,*

1-172.

Haeckel, E. (1887). Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger during

the years 1873-1876. Report of Voyage Challenger. *Zoology, 18,* 1-140.

Holdsworth, B. K. (1977). Paleozoic Radiolaria: stratigraphic distribution in Atlantic

Borderlands. 167-184. *Stratigraphic micropaleontology of Atlantic Basin and*

*borderlands.* Elsevier, Amsterdam, (pp.603).

Khattamart, S., Udchachon, M., & Thassanapak, H. (2015). Late Devonian radiolarians

from a chert sequence in Pak Chom district of Loei Province, Northeastern

Thailand: A preliminary result, *35(1),* 1-11

- Kiessling, W. & Tragelehn, H. (1994). Devonian Radiolarian Faunas of Conodont-Dated Localities in the Frankenald (Northern Bavaria, Germany). *Festschrift zum 60 Geburtstag von Erikflugel*, 50, 219-255
- Li, Y., Wang, Z., Wu, H., Huang, Z., Tan, Z., & Luo, J. (2002). Discovery of Radiolaria fossils from the Aiketik Group at the Western End of the South Tianshan Mountains of China and Its Implications. *Acta Geologica Sinica - English Edition*, 76(2), 146-154
- Liu, Y. (2010). Early Carboniferous Radiolarian Fauna from Heiyingshan South of the Tianshan Mountains and Its Geotectonic Significance. *Acta Geologica Sinica - English Edition*, 75(1), 101–108. <https://doi.org/10.1111/j.1755-6724.2001.tb00511.x>
- Nazarov, B. B. (1980). Upper Devonian (Frasnian), Upper Carboniferous-Lower Permian stratotypic section of South Urals Latenodiotidae, fam. Nov. *Euroradiolarian News*, 3, 46-52.
- Pessageno, J. E. ., & Newport, R. L. (1972). A new technique for extracting radiolarian from radiolarian chert. *Micropaleontology*, 18(2), 231–234.
- Riedel, W. R. (1967). Chapter 8 (Protozoa). In: W.B. Harland and others, Eds. *The Micropaleontology of the Oceans*. Cambridge: Cambridge University Press. (pp. 649-661)
- Rust, D. (1892). Beitrage zur kenntnis der fossilen Radiolarian aus Gesteinen der Trias und der Palaeozoischen Schichten. *Palaeontographica*. 38. 107-192
- Saesaengseerung, D., Sashida, K., & Sardsud, A. (2007). Late Devonian to Early Carboniferous radiolarian fauna from the Pak Chom area, Loei Province, northeastern Thailand. *Paleontological Research*, 11(2), 109–121.
- Sanjit, P., Wonganan, N., & Thasod, Y. (2014). Devonian radiolarian faunas in Pai Area , Mae Hong Son Province , Northern Thailand : Paleogeographic implication.



*Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 33(4), 393–402.

Sashida, K., Igo, H., Adachi, S., & Ueno, K. (1998). Late Paleozoic radiolarian faunas from northern and northeastern Thailand. *Geosciences*, 19, 1–27.

Sashida, K., Igo, H., Hisafa, K. I., Nakornsri, N., & Ampornmaha, A. (1993). Occurrence of paleozoic and early mesozoic radiolaria in Thailand (preliminary report). *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 8(1–4), 97–108. [https://doi.org/10.1016/0743-9547\(93\)90011-D](https://doi.org/10.1016/0743-9547(93)90011-D)

Seo, E. & Won, M. (2009). Review of the genus *Polyentactinia* and the family polyentactiniidae. *Micropaleontology*. 55(1). 61-74

Stratford, J. M. C. & Aitchison, J. C. (1997). Lower to Middle Devonian radiolarian assemblages from the Gamilaroi terrane, Glenrock Station, NSW, Australia. *Marine Micropaleontology*, 30, 225-250

Takahashi, O. (1999). Late Cretaceous (late Campanian-early Maastrichtian) radiolarian biogeography; a review. *Geodiversitas*, 21(4).

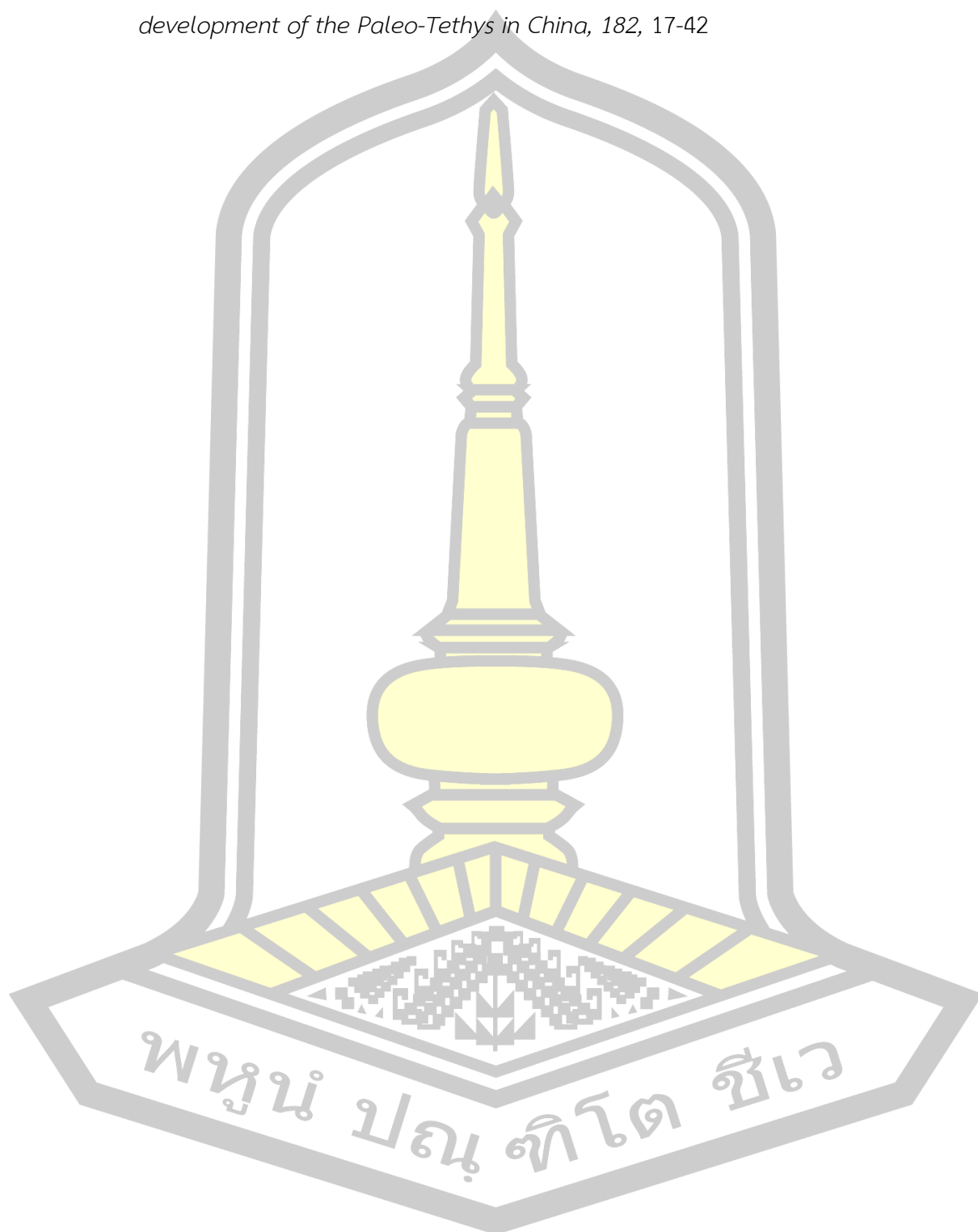
Thassanapak, H., Udchachon, M., Burrett, C., & Feng, Q. (2017). Geochemistry of radiolarian cherts from a Late Devonian continental margin basin, Loei fold belt, Indo-China terrane. *Journal of Earth Science*, 28(1), 29–50. <https://doi.org/10.1007/s12583-017-0738-4>

Udchachon, M., Thassanapak, H., Feng, Q., & Chonglakmani, C. (2011). Geochemical constraints on the depositional environment of Upper Devonian radiolarian cherts from Loei, north-eastern Thailand. *Frontiers of Earth Science*, 5(2), 178–190. <https://doi.org/10.1007/s11707-011-0153-6>

Wonganan, N., & Caridroit, M. (2005a). Devonian Radiolarians from Pai District Mae Hong Son.pdf. In *International Conference on Geology. Geotechnology and Mineral Resources of Indochina (GEOINDO 2005)*.

Yao, A. & Kuwahara, K. (1999). Paleozoic and Mesozoic radiolarians from the

Changning-Menglian Terrane, Western Yunnan, China. *Biotic and Geological development of the Paleo-Tethys in China*, 182, 17-42



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายศิริกาญจน์ จรรยา
วันเกิด	วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2537
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลโอเวอร์บรุกส์ จังหวัดเชียงราย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	358/1 หมู่ที่ 6 บ้านฝ้างหมื่น ตำบลริมกก อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัด เชียงราย รหัสไปรษณีย์ 57100
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2559 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ์ ปณุ์ ทิโต ชีเว