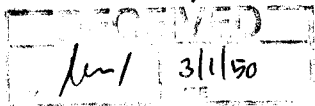


0003/50



BRT T-148029

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ ความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์ที่พบในหมวดหินโคก
กรวด ยุคแอบเทียน บริเวณบ้านโคกผาส้วม อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี
(Phylogenetic Relationships of the hybodont sharks from the Khok Kruat Formation (Aptian),
Khok Pha Suam Locality, Sri Muang Mai District, Ubon Ratchani Province)

โดย นางสาวสุชาดา คำหา และคณะ

สิงหาคม 2549

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ ความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์ที่พบในหมวดหินโคก
กรวด ยุคแอบเทียน บริเวณบ้านโคกผาส้วม อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี
(Phylogenetic Relationships of the hybodont sharks from the Khok Kruat Formation
(Aptian), Khok Pha Suam Locality, Sri Muang Mai District, Ubon Ratchani Province

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. นางสาวสุชาดา คำหา	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. Dr. Gilles CUNY	Geological Museum (Copenhagen)
3. รศ. จิระพรรณ สุขศรีงาม	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. ดร. วรารุช สุธีธร	สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี

สนับสนุนโดยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการชีวนาฬิกาในประเทศไทย
(โครงการ BRT)

LIST OF CONTENTS

Chapter	Page
1 Introduction	1
Background	1
Purposes of the Research	2
Scope of the Study	2
Significances of the Reseach	2
2 Method	4
Preparation of the specimens	4
Phylogenetic analysis	6
3 Result	8
Diversity of freshwater hybodonts	8
Feeding strategy	11
Cladistic Analysis	12
Discussion	17
Conclusion	19
Suggestion	20
Reference	21
Appendix	22

LIST OF FIGURES

Figure	Page
1 Searching for large fossils on the surface	3
2 Keep the sediments from the interesting site	3
3 Searching for large fossils on the surface and keep the sediments	4
4 Keep the sediments for the screen washing technique	4
5 Phu Phan Thong Locality	5
6 Drying the sediments under the sunlight	5
7 Sediments were screen washed in water using 0.5 and 1.7mm mesh sized sieves	6
8 Sorted with the aid of a dissecting microscope	6
9 Phylogenetic interrelationship of Hybodont sharks; showed three main group of Thai hybodonts	17

ชื่อโครงการ: ความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์ที่พบในหมวดหินโคกกรวด ยุคแอบเทียน บริเวณบ้านโคกฝาส้ม อ.ศรีเมืองใหม่ จ. อุบลราชธานี

Project Title: Phylogenetic Relationships of the hybodont sharks from the Khok Kruat Formation (Aptian), Khok Pha Suam Locality, Sri Muang Mai District, Ubon Ratchani Province

รหัสโครงการ: BRT T_148029

ผู้วิจัย: นางสาวสุชาดา ค่ำหา

Researcher: Miss Suchada Khamha
Master Study (Biology, emphasize on Palaeontology),
Department of Biology, Faculty of Science
Mahasarakham University
Tambol Kharmriang, Amphur Kantarawichai
Mahasarakham 44150
E-mail address skhamha@yahoo.com

อาจารย์ที่ปรึกษา (Advisor): Dr. Gilles Cuny
Conservator/Associate Professor
Geological Museum, University of Copenhagen
Øster Voldgade 5-7, 1350 Copenhagen K, Denmark
E-mail address gilles@snm.ku.dk

5. อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ จีระพรรณ สุขศรีงาม

Co-advisor: Assoc.Prof. Jeeraphan Suksringam
Associate Dean for Policy Planing and Administration
Department of Biology, Faculty of Science
Mahasarakham University

Requested budget: 79,500 Bath

งบประมาณทั้งโครงการ: 79,500 บาท (เจ็ดหมื่นเก้าพันห้าร้อยบาทถ้วน)

Project Duration: 1 year and 7 month

ระยะเวลาการทำงาน: 1 ปี 7 เดือน

Purposes of the Research

1. To study of the hybodont shark teeth in Khok Pha Suam, the Khok Kruat Formation.
2. To study of the feeding Strategy of these hybodont sharks in freshwater environments.
3. To assess the phylogenetic relationships of the Thai hybodont taxa.

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อการศึกษาความหลากหลายและลักษณะสัณฐานวิทยาของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์
2. เพื่อศึกษาวิธีการกินอาหาร ชนิดอาหารของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์
3. เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์ที่พบในประเทศไทย

Significances of Research

1. Improve the knowledge of the phylogenetic relationships of the Thai hybodont sharks.
2. Improve the knowledge about the feeding strategies of the hybodont sharks in freshwater environment.
3. Improve the knowledge about the palaeogeography of South-East Asia during the Mesozoic times.

ประโยชน์ของการศึกษา

1. เป็นการพัฒนารู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์ที่พบในประเทศไทย
2. เป็นการพัฒนารู้เกี่ยวกับวิธีการกินอาหาร ชนิดอาหารของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์
3. เป็นการพัฒนารู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมโบราณบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในช่วงมหายุคมีโซโซอิกในประเทศไทย

ผลงานทางวิชาการ

Cuny G., Suteethorn V., Khamha S. (2005)- A review of the hybodont sharks from the Mesozoic of Thailand. International Conference on Geology, November, 588-593pp.

Cuny G., Suteethorn V., **Khamha S.**, Buffetaut E., Philippe M. (2006) – A New hybodont shark assemblage from the Lower Cretaceous of Thailand. Historical Biology, March, 21-31 pp.

Acknowledgement

This work was supported by the TRF-CNRS Special Program for Biodiversity Research and Training Programme (BRT/BIOTEC/NSTDA) Grant BRT R_148029 as well with the cooperation and assistance from various institutions and personnel. The author wishes to thank the advisory committee, Dr. Gilles Cuny, Dr. Julien Claude and Assoc.Prof. Jeeraphan Suksringarm, who provided me with indept knowledge, helpful suggestions and also the most patient corrections. In addition, the author wishes to thank the examining committee, Asst.Prof. Amnuay Rungrassamee, Dr.Chusri Talubmook and Dr.Apsorn Sardsud who also provided me with good comments.

The author wishes to express special thank to Dr. Varavudh Suteethorn, Department of Mineral Resourcces, who gave me an opportunity to study the Mesozoic shark specimens. And thank all the person who took part in field work, including Komsorn Lauprasert, Teeraporn Katisart, Tida Saenyamoon, Utoomporn Deesri, Suravech Suteetorn, and Wilailak Naksri. Finally, the author would like to thank parent for their encouragement and support.

ความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบริดอนท์ที่พบในหมวดหินโคกกรวด

ยุคแอบเทียน บริเวณโคกผาส้วม อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี

Phylogenetic Relationship of Hybodont Shark From Khok Pha Saum, Khok Kruat

Formation (Aptain) of Thailand.

สุชาดา คำหา¹, Gilles Cuny², Julein Claude¹, วราวุธ สุธีธร³ และจิระพรรณ สุขศรีงาม¹

¹ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม ²Geological Museum University of Copenhagen, ster Voldgade 5-7, 1350 Copenhagen, ³สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพมหานคร 10400

จากการศึกษาซากสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีขนาดเล็กที่พบบริเวณบ้านโคกผาส้วม อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี พบฟันฉลามน้ำจืด 6 ชนิด ได้แก่ ไฮโบดัส, ไทโอดัส รุจอี, เฮดเทอโรไทโอดัสสเตนมานี, อโคริโอโดส โคราเชนซิส และ ฉลามชนิดใหม่ การศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของฉลามเหล่านี้ด้วยการวิเคราะห์ทางวิวัฒนาการ (Cladistic) ใช้ลักษณะฟันทั้งหมด 20 ลักษณะ ตัวอย่างฟัน 14 ตัวอย่าง โดยกำหนดลักษณะฟันที่พัฒนาและยังไม่พัฒนาจากลักษณะฟันของ ฮามิโดนิส ฉลามไฮโบริดอนท์จากยุคคาโบนิฟอรัส สายวิวัฒนาการที่ดีที่สุดแสดงลำดับขั้น 46 ขั้น ค่าคอนซิสเทนซี (Consistency Index) เท่ากับ 0.47 และค่ารีเทนชัน (Retention Index) เท่ากับ 0.53 จากสายวิวัฒนาการชี้ให้เห็นว่าฉลามน้ำจืดที่พบในประเทศไทยไม่ได้เป็นแบบโมโนไฟเลติก (Monophyletic) แต่ผลจากวิวัฒนาการที่มีเฉพาะถิ่นทำให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของฟันแตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อปรับตัวให้เข้ากับชนิดอาหารที่หลากหลาย

Search for vertebrate microremains at the outcrop of Khok Pha Saum, Sri Muang Mai district, Ubon Ratchathani Province yielded 6 genera of hybodont sharks, *Hybodus* sp., *Thaiodus ruchae*, *Heteroptychodus steinmani*, *Acrorhizodus Khoratensis* and a taxon not yet named. The Phylogenetic relationships of these sharks were analyzed using the cladistic method and a data matrix of 20 characters and 14 taxa. The Carboniferous hybodont *Hamiltonichtys* was used as outgroup to polarize our characters. The most parsimonious tree found was 46 steps long, and showed a Consistency Index (CI) of 0.47, and a Retention Index (RI) of 0.53. This tree indicates that the Thai hybodonts do not form a monophyletic group, but are the result of the endemic evolution of several lineages that developed a wide array of tooth morphology in order to adapt to various kind of diet.

Introduction

Background

The Mesozoic continental formation of the Khorat Group in northeastern Thailand have yielded a wide array of fossil vertebrates, including freshwater sharks, actinopterygian fishes, lungfishes, temnospondyl amphibians, crocodilians, dinosaurs, and pterosaurs (Buffetaut *et al.*, 2003).

Among these vertebrate fossils, several genera of freshwater hybodont sharks have been identified (Cuny *et al.*, 2003). Hybodont sharks are represented by small remains such as teeth, spines and dermal denticles, which are relatively easy to find in quantity using sediment screen washing techniques.

These hybodonts have been found in the Late Jurassic- Lower Cretaceous of the Indochina and Shan Thai blocks . All the materials from the Indochina block come from the Khorat plateau and were collected in the Khok Kruat Formation, Sao Khua Formation and Phu Kradung Formation . And the material from the Shan Thai block has been collected in the Huai Hin Formation.

The materials from Khok Pha Suam, Ubon Ratchathani province, Khok Kruat Formation (Early Cretaceous) has yielded at least six genera of hybodont sharks including *Hybodus*, *Thaiodus*, *Heteroptychodus* and three new genera. These fossils show that these sharks were well adapted to freshwater environments and they have developed a wide array of diet, with both crushing and cutting dentition . Moreover, these sharks were not only restricted to Thai freshwater environments, but were also found in Japan, Tibet, Kirghisia, and Mongolia (Cuny *et al.*, 2003).

Although have been found several genera of sharks in the Khok Kruat Formation (Early Cretaceous), the phylogenetic relationships of these hybodonts are still poorly known. Their study will help to understand the phylogenetic relationships of Asian hybodonts and will be an opportunity to study their feeding strategy.

Purposes of the Research

1. To study of the hybodont shark teeth in Khok Pha Suam, the Khok Kruat Formation.
2. To study of the feeding Strategy of these hybodont sharks in freshwater environments.
3. To assess the phylogenetic relationships of the Thai hybodont taxa.

Scope of the Research

This research is a study of the morphology, phylogenetic relationships, feeding strategies and palaeoecology of hybodont sharks from the Khok Kruat Formation. The specimens were described and compared for a systematic analysis using cladistic method. Comparison and description of teeth adaptive features has yielded the autecological characteristic of these fossil sharks.

Significances of Research

1. Improve the knowledge of the phylogenetic relationships of the Thai hybodont sharks.
2. Improve the knowledge about the feeding strategies of the hybodont sharks in freshwater environment.
3. Improve the knowledge about the palaeogeography of South-East Asia during the Mesozoic times.

Methods

1. Preparation of the specimens

2,000 kilograms of fine grained red and white sandstone have been screen-washed using 0.5 and 1.7 mm mesh-sized sieves from the Khok Pha Suam locality (Si Muang Mai, Ubon Ratchathani Province), Khok Sanam (Kalasin Province) and Phi Phan Thong (Nong Bua Lamphu Province). In addition, larger teeth were surface collected specimens from Sam Ran (Khon Kaen Province) and Phu Phok locality were mainly surface collected from fine grained red sandstone. Nearly 200 kg of sediments were also collected for screen-washing, but they yielded only a few teeth. The specimens were identified by comparison with those kept in the collection of the Phu Khum Khao Dinosaur Research Centre.

1.1 Filed collection

- Phu Phok locality, Sakhon Nakhon Province (Sao Kua Formation, Early Cretaceous)



Fig 1. Searching for large fossils on the surface



Fig 2. Keep the sediments from the interesting site

- Khok Sanam Locality, Kalasin Province (Phu Kradung Formation, Late Jurassic-Early Cretaceous)



Fig 3. Searching for large fossils on the surface and keep the sediments

- Khok Pha Suam locality, Ubon Ratchathani Province (Khok Kruat Formation, Aptian-Albian)



Fig 4. Keep the sediments for the screen washing technique

- Phu Phan Thong Locality, Nong Bua Lamphu Province (Sao Kua Formation, Early Cretaceous)

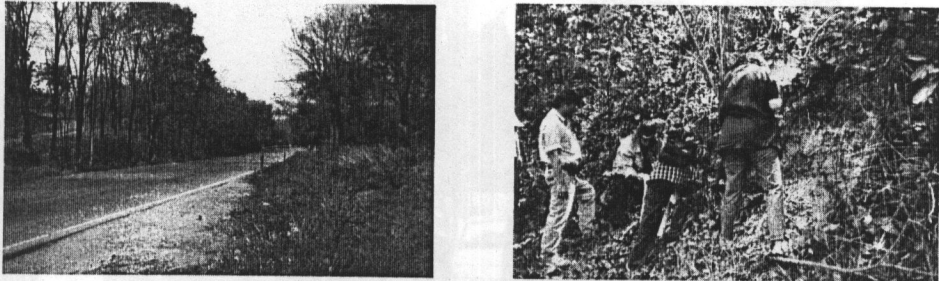


Fig 5. Phu Phan Thong Locality

1.2 Screen Washing Technique

Sediments were sampled for screen washing, but the largest shark teeth were collected directly at the surface of the outcrop. After drying the sediments under the sunlight, the sediments were screen washed in water using 0.5 mm and 1.7 mm mesh sized sieves. The sediment was then dried under the sunlight and the fossils were picked from the concentrate under a binocular microscope. The specimens were identified by comparison with those kept in the collection of the Phu Khum Khao Dinosaur Research Centre.

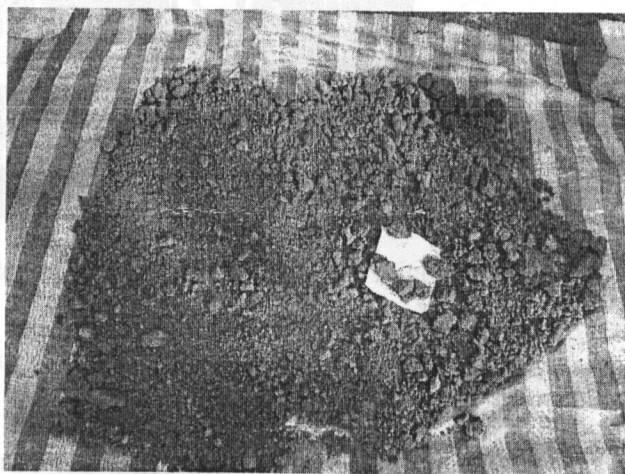


Fig 6. Drying the sediments under the sunlight



Fig 8. Sediments were screen washed in water using 0.5 mm and 1.7 mm mesh sized sieves

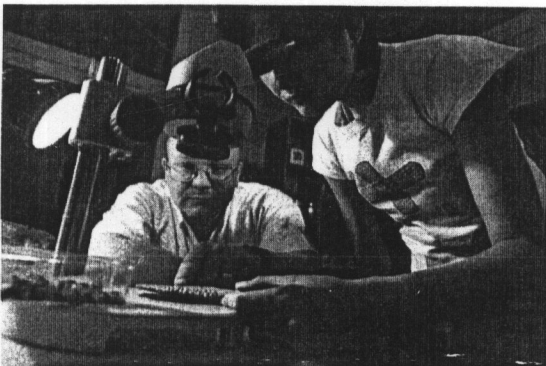


Fig 9. Sorted with the aid of a dissecting microscope

2. Phylogenetic analysis

Cladistic is now accepted as the best method available for phylogenetic analysis of morphological data, for it provides an explicit and testable hypothesis of organismal relationships. The basic idea behind cladistics is that members of a group sharing a common evolutionary ancestry are more closely related to each other than members of other groups. These groups are recognized by sharing unique derived

features, called synapomorphies, which were not present in distant ancestors. This is especially important to determine patterns of evolution.

The advantage of this approach is that all data that form the basis of a postulated relationship are clearly defined and can be more readily tested. Clearly established relationships are shown as simple 2-branching divergences, and 3 or more branching from a single point indicates a lack of sufficient information to establish exact relationships.

For this research, I shall focus on the hybodont sharks from Khok Pha Suam including *Hybodus*, *Thaiodus*, *Heteroptychodus*, *Acrorhizodus Khoratensis* nov. gen. nov. sp., new genus and species #1, new genus and species #3. Due to a lack of complete material only dental characters are included in the cladistic analysis. The character states in each taxa will be determined using information from the literature and direct observation. The polarity of characters was determined by outgroup comparison. *Hamiltonichthys mapesi*, the oldest complete hybodont hitherto found (Maisey, 1989) was used as outgroup for this study.

The analysis was conducted using the software PAUP 4.1 leading to the definition of a cladogram, showing the monophyletic groups and the evolution of discrete characters.

Result

Diversity of the freshwater hybodonts

The Khorat plateau has yielded a rich hybodont shark fauna, although it was deposited in a nonenvironment. The diversity seem to increase from the uppermost Jurassic Phu Kradung Formation to the Aptian Khok Kruat Formation, 3 taxa in the Phu Kradung Formation, 6 taxa in the Sao Kua Formation and 6 taxa in the Khok Kruat Formation.

1. Phu Kradung Formation, Late Jurassic-Early Cretaceous

Class Chondrichthyes Huxley, 1880

Subclass Elasmobranchii Bonaparte, 1838

Order Hybodontiformes Maisey, 1987

Family Hybodontidae Owen, 1846

Subfamily Hybodontinae Owen, 1846

Genus *Hybodus* Agassiz, 1839

Hybodus sp.

Occurrences: Chong Chat, Nong Bua Lamphu Province; Phu Nam Jun, Kalasin Province; Wang Din So, Phitsanulok Province.

Subfamily Acrodontinae Casier, 1959

Genus *Acrodus* Agassiz, 1837

Acrodus sp.

Occurrences: Chong Chat, Nong Bua Lamphu Province; Wang Din So, Phitsanulok Province.

Family Lonchidiidae Herman, 1977

Lonchidiidae indet

Occurrences: Wang Din So, Phitsanulok Province.

2. Sao Khua Formation, Early Cretaceous

Family Hybodontidae Owen, 1846

Subfamily Hybodontinar Owen, 1846

Genus *Hybodus* Agassiz, 1837

Hybodus sp A.

Hybodus sp B.

Occurrences: Phu Phan Thong, Nong Bua Lamphu Province

Hybodus sp

Occurrences: Phu Noi, Sakhon Nakhon Province

Family Lonchidiidae Herman, 1977

Genus *Lonchidion* Estes, 1964

Lonchidion Khoratensis Cuny et al., 1964

Occurrences: Phu Phan Thong, Nong Bua Lamphu Province

Genus *Parvodus* Rees & Underwood, 2002

Parovodus sp.

Occurrences: Phu Phan Thong, Nong Bua Lamphu Province

Genus *Isanodus* Cuny et al., inpress

Isanodus paladeji et al., inpress

Occurrences: Phu Phan Thong, Nong Bua Lamphu Province

Family Ptychodontidae Jaekel, 1898

Genus *Heteroptychodus* Yabe & Obata, 1930

Heteroptychodus steinmani Yabe & Obata, 1930

Occurrences: Phu Phan Thong, Phu Wat and Huai Lao Yang Nong Bua Lamphu; Phu Noi, Sakhon Nakhon Province; Phu Wiang, Khon Kaen Province; Phu Kum Khao, Kalasin Province; Phu Noi' Sakhon Nakhon Province.

3. Khok Kruat Formation, Aptian-albian

Family Hybodontidae Owen, 1846

Subfamily Hybodontinae Owen, 1846 Maisey, 1989

Hybodus sp.

Occurrences: Khok Pha Suam, Ubon Rachathani Province

Family Ptychodontidae Jaekel, 1898

Genus *Heteroptychodus* Yabe & Obata, 1930

Heteroptychodus steinmani Yabe & Obata, 1930

Occurrences: Khok Pha Suam, Ubon Rachathani Province; Sam Ran, Khon Kean

Family *incertae sedis*

Genus *Thaiodus* Cappetta, Buffetaut, Suteethorn, 1990

Thaiodus ruchae Cappetta, Buffetaut, Suteethorn, 1990

Occurrences: Khok Pha Suam, Ubon Rachathani Province; Sam Ran, Khon Kean; Ban Khok Kruat, Ban Sapan Hin, Nakhon Ratchasima

New genus and species #1 (Cuny *et al.*, 2003)

Acrorhizodus Khoratensis (Cuny *et al.*, 2003)

Occurrences: Khok Pha Suam, Ubon Rachathani Province;

New genus and species #3 (Cuny *et al.*, 2003)

Occurrences: Khok Pha Suam, Ubon Rachathani Province;

Feeding strategy

Taxa	Dentition type	Feeding
<i>Lonchidion Khoratensis</i>	Crushing	Hard-bodied preys, feeding on soft preys while the grinding dentition
<i>Parvodus</i>	crushing	Opportunistic feeders
<i>Isanodus paladeji</i>	clutching-grinding	Hard-bodied preys, feeding on soft preys while the grinding dentition
<i>Hybodus</i> sp A	clutching	Opportunistic feeders
<i>Ilybodus</i> sp B	csushing	Opportunistic feeders
<i>Heteroptychodus steinmanni</i>	grinding	Hard-bodied preys, feeding on soft preys while the grinding dentition
<i>Thaiodus ruchae</i>	cutting	Large soft-bodied preys
<i>Acrorhizodus Khoratensis</i>	crushing	Opportunistic feeders
New genus and sp#1	grinding	Hard-bodied preys, feeding on soft preys while the grinding dentition
New genus and sp#3	grinding	Hard-bodied preys

Cladistic Analysis

1. List of taxa included in the analysis

1.1 *Lonchidion Khoratensis*

Stratigraphic distribution: Berriasian-Barremian

Geographical range: Northeastern Thailand

Dentition type: crushing

1.2 *Parvodus*

Stratigraphic distribution: Bathonian-Valanginian

Geographical range: Northeastern Thailand, Europe

Dentition type: crushing

1.3 *Isanodus paladeji*

Stratigraphic distribution: Berriasian-Barremian

Geographical range: Northeastern Thailand

Dentition type: clutching-grinding

1.4 *Hybodus* sp A

Stratigraphic distribution: Berriasian-Barremian

Geographical range:

Dentition type: clutching

1.5 *Hybodus* sp B.

Stratigraphic distribution: Aptian-Albian

Geographical range: Northeastern Thailand

Dentition type: crushing

1.6 *Heteroptychodus steinmanni*

Stratigraphic distribution: Aptian-Albian

Geographical range: Northeastern of Thailand, Japan, Kirghisia,

Mongolia

Dentition type: grinding

1.7 *Thaiodus ruchae*

Stratigraphic distribution: Aptian-Albian

Geological range: Northeastern of Thailand, Tibet

Dentition type: cutting

1.8 *Acrorhizodus khoratensis*

Stratigraphic distribution: Aptian-Albian

Geographical range: Northeastern of Thailand

Dentition type: crushing

1.9 New genus and species# 1

Stratigraphic distribution: Aptian-Albian

Geographical range: Northeastern of Thailand

Dentition type: grinding

1.10 New genus and species# 3

Stratigraphic distribution: Aptian-Albian

Geographical range: Northeastern of Thailand

Dentition type: grinding

1.11 *Ptychodus mortoni*

Stratigraphic distribution: Cenomanian-Turonian

Geographical range: North America

Dentition: crushing

1.12 *Ptychodu. decurrens*

Stratigraphic distribution: Albian-Turonian

Geographical range: North America, Europe, Australia

Dentition: grinding

1.13 *Priohybodus aranbourgi* d'Erasmus 1960

Stratigraphic distribution: Late Jurassic – Lower Cretaceous

Geographical range: Northern Africa, South America

Dentition type: cutting

2. Definition of characters

2.1 Main cusp: low (0); high (1) (low cusp = mesio distal length \geq 5 time height of the crown)

2.2 Cusplets: absence (0); presence (1)

2.3 Longitudinal crest: weak (0); moderate (1); well developed (2)

2.4 Basally flared lingual face: no (0); yes (1)

2.5 Labial node: absence (0); presence (1)

2.6 Relative height of the root: root lower or high as crown(0) or higher

than crown (1)

2.7 Row of large foramina at the base of the root : absence (0);
presence(1)

2.8 Serrated teeth: absence (0); presence (1); complex (2)

2.9 Number of parallel ridges running mesio-distally: one or less (0);
more than one (1)

2.10 Short non-branching secondary ridges originating from main ridge:
absence (0) presence (1)

2.11 Deep transversal groove separating crown from root: absence (0);
Presence
(1)

2.12 Dense ornamentation: presence (0); absence (1)

2.13 Ornamentation made of anastomosed ridges: presence (0); absence (1)

2.14 Ridges attaining the base of the crown on labial side: absence (0);
presence (1)

2.15 Ridges attaining the base of the crown on lingual side: absence (0);
presence (1)

2.16 Crown mesio-distal length more than five time its labio-lingual
width: absence (0), presence (1).

2.17 Presence of radiating ridges on the margin of the crown: no (0);
yes (1)

2.18 Crown overhangs the root: absence (0); presence (1)

2.19 Basally flared labial face: no (0), yes (1)

2.20 Basally flared labial face: no (0), yes (1)

3. Character-taxa on matrix

<i>Hybodus</i> sp. B	01100	10000	00100	10000
<i>Thaiodus</i>	01211	00110	01100	00011
<i>Heteroptychodus</i>	00200	01101	10001	10110
<i>Acrorhizodus</i>	00211	01100	00001	10000
Sp#1	00201	0??00	0?100	010?0
Sp#3	00201	01101	00111	10110

<i>Hybodus</i> sp.A	01000	00100	00111	10000
<i>Lonchidion Khoratensis</i>	00200	1??00	0?110	00010
<i>Parvodus</i>	01100	10000	01111	00010
<i>Isanodus paladeji</i>	00200	10001	10110	00010
<i>P.mortoni</i>	10110	00000	00110	00110
<i>P.decurrens</i>	00200	00001	00001	10110
<i>Priohybodus</i>	11200	00110	00111	00000

4. Assumption and analysis

The analysis was conducted using PAUP 4.0 run on the computer to produce the most parsimonious branching pattern. The settings were as follows: search employed the heuristic algorithm, using option collapse zero-length branch, all characters were equally weighted and unordered. For each analysis, the strict consensus was computed when more than one shortest tree was found.

5. Result

The analysis generated a single most parsimonious tree (MPT) with a length of 45 step, consistency index (CI) of 0.47, retention index (RI) of 0.53 that there showed three main groups of hybodontiformes: Hybodontidae, Ptychodontidae and Lonchidiidae.

6. Tree Description

The distribution of the characters on the trees is illustrated in Fig 11

6.1 Clade A: *P.mortoni*, *P.decurrens*, Sp#3, *Acrorhizodus*, *Heteroptychodus*

Non exclusive synapomorphy: crown overhang the root (also appear in group B₁)

Exclusive synapomorphy: Presence of radiating ridges on the margin of the crown

6.2 Clade A₁: *P.decurrens*, Sp#3, *Acrorhizodus*, *Heteroptychodus*

Non exclusive synapomorphy: ridges attaining the base of the crown on labial side (also found in group B₃), ridges attaining the base of the crown on lingual side (appear in group B₄)

6.3 Clade A₂: Sp#3, *Acrorhizodus*, *Heteroptychodus*

Exclusive synapomorphy: root higher than crown

Non exclusive synapomorphy: presence of a row of the large foramina at the base of the root

6.4 Clade A₃: Sp#3 and *Acrorhizodus*

Non exclusive synapomorphy: presence of a row of large foramina at the base of the root

6.5 Clade B: *Isanodus*, *Parvodus*, *Lonchidion*, *Thaiodus*, *Priohybodus*, *Hybodus* sp. A, *Hybodus* sp.

Non exclusive synapomorphy: spare ornamentation (but not found in *Hybodus* sp. and also found in Sp#3 in Group A₃)

6.6 Clade B₁: Family Lonchidiidae; *Isanodus*, *Parvodus*, *Lonchidion*

Exclusive synapomorphy: presence of a labial node

Non exclusive synapomorphy: spare ornamentation (appear in Group B₄), ornamentation not made of anastomosed ridges (also found in Group B₅), crown overhang the root (appear in group A₁)

6.7 Clade B₂: *Thaiodus*, *Priohybodus*, *Hybodus* sp.A, *Hybodus* sp.B.

Synapomorphy: presence of cusplets

Non exclusive synapomorphy: presence of a row of large foramina at the base of the root (appear in group A₄), spare ornamentation (appear in group B₁),

6.8 Clade B₃: *Priohybodus*, *Hybodus* sp.A, *Hybodus* sp.B.

Non exclusive synapomorphy: Ridges attaining the base of the crown on lingual side (appear in group A₂)

6.9 Clade B₄: *Priohybodus*, *Hybodus* sp.A

Non exclusive synapomorphy: spare ornamentation



Figure 10. Phylogenetic interrelationship of Hybodont sharks; showed three main group of Thai hybodonts.

Discussion

The phylogenetic analysis revealed that there are three main group of Hybodontiformes: Hybodontidae, Ptychodontidae, and Lonchidiidae. For sp#1, the researcher removed it from the analysis because it makes the tree become a multichotomy. This result may be caused by some characters in the matrix that are missing, especially the characters of the root. The CI and RI values are low (CI=0.47, RI=0.53) in this analysis, and the interpretation of the topologies. Most of the taxa used in this study are know only from isolated teeth, which maybe contributed to the high level of convergences observed in the tree (appendixes). However, this is the most parsimonious hypothesis available for now Thai hybodont sharks.

This tree indicates that Thai hybodonts do not a monophyletic group. They show differences in feeding strategies according to their dentition characters. From the cladogram *Hybodus* sp B, *Hybodus* sp A, *Priohybodus* and *Thaiodus*, showed as a synapomorphy the presence of cusplets. *Thaiodus* is the sister group of Hybodontidae. Cuny (2004) considered *Thaiodus* as *incertae sedis*, because they thought it shows characters between Hybodontidae and Steinbachodontidae. According

to my analysis, *Thaiodus* should belong to the Family Hybodontidae, as it is the sister group of this family. This result corresponds to the study by Cappetta and others (1990).

The second group, Lonchidiidae including *Lonchidion*, *Parvodus*, and *Isanodus* are nested in the same clade and show that Lonchiidae is a monophyletic group by similar morphology, labial peg and low main cusp. Therefore, although *Isanodus*, shows some pattern similar to the Ptychodontidae (the development of ridges parallel to the longitudinal crest), it belong to the monophyletic Lonchidiidae, and it should not be the origin of Ptychodus. Contrary to the claim made by Cuny (2004). Maybe this convergen ornament suitable for diet.

The last clade, Ptychodontidae, is just a crushing including the durophagous shark *Heteroptychodus*, *Acrorhizodus*, Sp#3, *Ptychodus decurrens* and *P. mortoni*. This study supports therefore the study of Cuny and others (in press) that *Heteroptychodus* is the oldest representative of this Family. For *Acrorhizodus*, Cuny and others (in press) and Cappetta and others (in press) consider is as *incertae sedis* because its shares some character belonging to Steinbachodontidae (a convex labial face and a concave, basally flared lingual face), but in well developed root morphology is different from that of the Steinbachodontidae. According to the analysis, *Acrorhizodus* belong to Ptychodontidae, because of the these character: ridges attaining the best of the crown on lingual side, ridges attaining the base of the crown on labial side, presence a row of large foramina at the base of the root, root higher than crown. It therefore should be belong to this family.

This phylogenetic analysis identified three main groups of hybodont sharks that have evolved in South East Asian fresh - water in the Cretaceous. These lineages are characterized by different feeding strategies (durophagous: *Lonchidion*, *Parvodus*, *Acrorhizodus*, *Isanodus*, *Heteroptychodus*, Sp#1 and Sp#3, predation on soft bodied preys: *Thaiodus* and opportunistic feeding: *Hybodus* sp A and *Hybodus* sp B) according to their dentition (crushing: *Lonchidion*, *Parvodus* and *Acrorhizodus*, cutting: *Thaiodus*, clutching-grinding: *Isanodus* and grinding: *Heteroptychodus*, Sp#1 and Sp#1). In addition, it demonstrates that the fauna from the Khok Kruat Formation reveals a decrease of diversity at supra-genetic level (so far no member of Lonchiidae have been found in the Khok Kruat Formation). Some hybodont sharks from the Sao Khua and the Khok Kruat Formations (*Isanodus*, *Acrorhizodus*, Sp#1 and Sp #3)

show an endemic pattern during the Cretaceous while other were more widely distributed (Cuny *et al.*, 2003; Cuny, 2004). This feature may be related to difference in habitat tolerance (some being more ubiquitous and able to live in marine waters, and some being more stenohaline). Maisey (1989) suggested that many hybodont genera (*Hamiltonichthy*, *Hybodus*, *Lissodus*) were euryhaline. Such a mode of life would explain the distribution of *Heteroptychodus* and *Thaiodus* around the Asian continent, following the coastline to invade several freshwater system. *Heteroptychodus* is found both in Sao Khua and Khok Kruat Formation, although occurred some dramatic changes in the shark faunas between the deposition of these two formation, *Heteroptychodus* was not affected.

Interestingly, when looking at the distribution of the characters in the tree, we see that different group of Thai hybodonts have convergently developed similar such as *Lonchidion* (crushing dentition) and the Ptychodontidae; *Acrorhizodus* (crushing dentition). This indicates that we have a convergence and they have developed a wide array of tooth morphologies in order to adapt to various kind of diet.

Conclusion

The study on morphology, feeding strategies, and phylogeny of hybodont shark remains found in the Khok Kruat Formation of the Khok Pha Suam locality in northeastern Thailand, revealed as follows;

1. Six taxa of hybodont sharks were recovered in the sediment of the Khok Pha Suam. They are *hybodus*, *thaiodus*, *heteroptychodus*, *acrorhizodus*, Sp#1, and Sp#3. These sharks had different feeding strategies; durophagous, predation on soft bodied prey and opportunistic feeding according to their dentition (crushing: *Lonchidion*, *Parvodus* and *Acrorhizodus*, cutting: *Thaiodus*, clenching-grinding: *Isanodus* and grinding: *Heteroptychodus*, Sp#1 and Sp#3).

2. The phylogenetic tree show three main groups of hybodont sharks

including: Hybodontidae (*Hybodus*, *Hybodus* sp A, *Priohybodus* and *Thaiodus*), Lonchididae (*Lonchidion*, *Parvodus*, *Isanodus*) and Ptychodontidae (*Heteroptychodus*, *Acrorhizodus*, Sp#3, *P.decurrrens* and *P.mortoni*)

3. The phylogenetic analysis confirms that Thai hybodonts do not form a monophyletic group, but are the result of the endemic evolution of several lineages that developed a wide array of tooth morphology in order to adapt to various kind of diet.

Suggestion

1. Suggestion for this study

The methodology used in the present study can be applied for Paleaobiological study of the other fossil taxa of the Khok Kruat formation

2. Suggestion for further study

Future studies should focus to identify additional characters in order to test whether convergence may not bias the work of this study.

Reference

- Buffetaut, E. and others. "A Pterodactyloid Tooth from the Sao Khua Formation (Early Cretaceous) of Thailand," Maharakham University Journal. 22(22 Special Issue) : 92-98 ; October, 2003.
- Buffetaut, E. and others "Jurassic Vertebrates from the Southern Peninsula of Thailand and Their Implication," in A Preliminary Report. Proceedings of the International Symposium on Stratigraphic Correlation of Southeast Asia. P. 253-256. Bangkok : Department of Mineral, 1994.
- Cappetta, H. and others. "A New Hybodont from the Lower Cretaceous of Thailand," Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie Monatshefte. 11 : 659-666, 1990.
- Cuny, G. and others. "Hybodont Sharks from the Mesozoic Khorat Group of Thailand," Maharakham University Journal. 22(22 Special Issue) : 48-49 ; October, 2003.
- Cuny, G. "Freshwater Hybodont Shark from Lower Cretaceous of Thailand," Department of Mineral Resources. Geology of Thailand. Bangkok : Department of Mineral Resources, 1999.
- International Congress on the Biology of Fish. 21(6) : 1-5 ; August, 2004.
- Maisey, J.G. "*Hamiltonichthys mapei*, g. and sp. nov. (Chondrichthyes; Elasmobranchii), from the Upper Pennsylvanian of Kansas," American Museum Novitates. 2931 : 1-42 ; February, 1986.
- Yabe, H. and T. Obata. "On Some Fossil Fishes from the Cretaceous of Japan," Japanese Journal of Geography. 8 : 1-8, 1930.

Appendix

สรุป OUTPUTS ที่ได้จากการดำเนินงาน

ชื่อโครงการ:	ความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์ที่พบในหมวดหินโคกกรวด ยุคแอบเทียน บริเวณบ้านโคกผาส้วม อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี
Project Title:	Phylogenetic Relationships of the hybodont sharks from the Khok Kruat Formation (Aptian), Khok Pha Suam Locality, Sri Muang Mai District, Ubon Ratchani Province
รหัสโครงการ:	BRT T_148029

1. การตีพิมพ์บทความในวารสารวิชาการ

1.1 ตีพิมพ์เรียบร้อยแล้ว จำนวน 1 เรื่อง ดังนี้

Cuny G., Suteethorn V., **Khamha S.**, Buffetaut E., (2006) – A New hybodont shark assemblage from the Lower Cretaceous of Thailand. **Historical Biology**, March, 21-31pp.

1.2 อยู่ในระหว่างการทำต้นฉบับ จำนวน 1 เรื่อง ดังนี้

Khamha S., Cuny G., Suteethorn V. and Suksringram J. - (in manuscript) -Phylogenetic Relationship of Hybodont Shark From Khok Pha Saum, Khok Kruat Formation (Aptian) of Thailand.

2. การตีพิมพ์ผลงานในรูปแบบ Proceeding/คู่มือ/หนังสือ/อื่นๆ จำนวน 2 เรื่อง ดังนี้

Cuny G., Suteethorn V., **Khamha S.** (2005)- A review of the hybodont sharks from the Mesozoic of Thailand. **International Conference on Geology**, November, 588-593pp.

Khamha S., Cuny G., Suteethorn V. and Suksringram J. - (2006) -Phylogenetic Relationship of Hybodont Shark From Khok Pha Saum, Khok Kruat Formation (Aptian) of Thailand. **Oral presentation in 11th Biological Sciences Graduate Congress at Chulalongkorn University**, December 15-17.

3. การนำเสนอผลงานในรูปแบบโปสเตอร์จำนวน 1 เรื่อง

Khamha S., Cuny G., Suteethorn V. and Suksringram J. -Phylogenetic Relationship of Hybodont Shark From Khok Pha Saum, Khok Kruat Formation (Aptian) of Thailand. 10th BRT annual Meeting, Krabi, 8-11 October, poster presentation.

4. จำนวนนิสิตระดับปริญญาโท จำนวน 1 คน ดังนี้

นางสาวสุชาดา คำหานิสิตรปริญญาโท สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
วิทยานิพนธ์ เรื่อง ความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์ที่พบในหมวดหินโคกกรวด ยุคแอบเทียน บริเวณบ้านโคกผาส้วม อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี

สรุปรายงานการเงินฉบับสมบูรณ์

โครงการวิทยานิพนธ์ เรื่องความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของกลามน้ำจืดไฮโปคอนท์ที่พบในหมวดหิน
โคกกรวด ยุคแอบเทียน บริเวณบ้านโคกฝาสาม อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี

รหัสโครงการ: BRT T_148029

รายงานในช่วงตั้งแต่ 1 กันยายน 2547 ถึง กรกฎาคม 2549

รายรับ

เงินงวดที่1 69,500 บาท

รวมรายรับทั้งสิ้น 69,500 บาท

รายจ่าย

1. หมวดค่าตอบแทนนักศึกษา น.ส. สุชาดา คำหา	38,000 บาท
2. หมวดค่าวัสดุ	2,565 บาท
3. หมวดค่าใช้สอย	30,000 บาท
รวมทั้งสิ้น (38,000+1,500+30,000)	69,441 บาท
คงเหลือ	59.00 บาท

ลายมือชื่อ.....

(นางสาวสุชาดา คำหา)

นิสิต

ลายมือชื่อ.....

รองศาสตราจารย์จรัสพรรณ สุขศรีงาม

อาจารย์ที่ปรึกษา

รายงานการเงินสะสม

ชื่อโครงการวิจัย ความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบดอนท์ที่พบในหมวดหินโคกกรวด
ยุคแอบเทียน บริเวณบ้านโคกผาล้อม อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี

Phylogenetic Relationships of the hybodont sharks from the Khok Kruat Formation (Aptian), Khok Pha
Suam Locality, Sri Muang Mai District, Ubon Ratchani Province

รหัสโครงการ: BRT T_148029

ตั้งแต่ 1 กันยายน 2547 ถึง กรกฎาคม 2549

หมวดงบประมาณ	งบประมาณที่ได้รับแล้ว	ยอดค่าใช้จ่ายสะสมจากการรายงานครั้งก่อน	ยอดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในงวดปัจจุบัน	ยอดรวมค่าใช้จ่าย	ยอดคงเหลือ
1. ค่าตอบแทนนักศึกษา					
- น.ศ. สุชาดา คำหา	38,000 บาท	-	38,000 บาท	38,000 บาท	0.00 บาท
2. หมวดค่าวัสดุ	1,500 บาท	-	2,565 บาท	2,565 บาท	-1,065 บาท
- ถังน้ำ (2 x85 บาท)		-	170 บาท	170 บาท	
- กระดาษมั่ง(2x89 บาท)		-	178 บาท	178 บาท	
- เลี่ยมชุด (1x25 บาท)		-	25 บาท	25 บาท	
- สายยาง (1x145บาท)		-	145 บาท	145 บาท	
- ตะแกรงร่อน (2x169บาท)		-	338 บาท	338 บาท	
- กล่องถือเดือนเก็บอุปกรณ์ (1X195 บาท)		-	195 บาท	195 บาท	
- พลาสติกมไม้ (2x200 บาท)		-	200 บาท	200 บาท	
- ถุงปุ๋ย(20x 5บาท)		-	100 บาท	100 บาท	
- เกรียง (2x50 บาท)		-	100 บาท	100 บาท	
- ถังปูน (5x 40 บาท)		-	200 บาท	200 บาท	
- เชือกฟาง (1x55 บาท)		-	155 บาท	155 บาท	
- กาวตราช้าง (24x25บาท)		-	600 บาท	600 บาท	
- แปรงปัด (5x30 บาท)		-	150 บาท	150 บาท	
3. หมวดค่าใช้จ่าย	30,0000 บาท	-	28,876 บาท	28,876 บาท	1,124 บาท
3.1 ค่าใช้จ่ายในการออกภาคสนามและเปรียบเทียบตัวอย่าง					
- ค่าจ้างเหมารถ (2x1500 บาท)		-	3,000 บาท	3,000 บาท	
- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง		-	4,620 บาท	4,620 บาท	
- ค่าน้ำดื่ม (2 แพ็คx57)		-	114 บาท	114 บาท	
- ค่าจ้างนิสิตเก็บ/ร่อนตัวอย่าง (5 คนx 21 วันx180 บาท)		-	18,900 บาท	18,900 บาท	

หมวดงบประมาณ	งบประมาณที่ได้รับแล้ว	ยอดค่าใช้จ่าย สะสมจากการ รายงานครั้ง ก่อน	ยอดค่าใช้จ่ายที่ เกิดขึ้นในงวด ปัจจุบัน	ยอดรวมค่าใช้จ่าย	ยอดคงเหลือ
3.2 ค่าถ่ายเอกสาร		-	1,190 บาท	1,190 บาท	
3.3 ค่าลงทะเบียนเข้าร่วมประชุม BRT		-	1,000 บาท	1,000 บาท	
3.4 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ - ค่าจัดส่งเอกสาร		-	52 บาท	52 บาท	
รวมทั้งสิ้น (38,000+1,500+30,000)	69,500	-	69,441	69,441	59.00 บาท

ลายมือชื่อ.....
(นางสาวสุชาดา คำหา)
ผู้จัดทำ

ลายมือชื่อ.....
รองศาสตราจารย์ระพรรณ สุขศรีงาม
อาจารย์ที่ปรึกษา

1998

$$(\mathbb{R}^n)^{\otimes k} \otimes (\mathbb{R}^n)^{\otimes k} \rightarrow (\mathbb{R}^n)^{\otimes k} \otimes (\mathbb{R}^n)^{\otimes k} \rightarrow (\mathbb{R}^n)^{\otimes k}$$

1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 26

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-x^2} dx = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-x^2} dx$$

• 附註(續)：

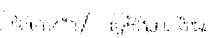
1991 1, 139), (200

Q. Now?

1. $\text{Gr}_n^{\text{ord}}(C)$

75. 3d

1,160.00



(อ.ส. สุชาติ คำหา)

ej/Add

28 Nov 88.

วันที่/Date

ได้รับชำระเงินเรียบร้อยแล้ว จะออกใบเสร็จรับเงินถูกต้องตามกฎหมาย
เงิน/Collector.....

2104/Received by

ผู้ส่งมอบ / Delivered by

ស្ថាប័ន ចាត់តាំង

(สุภาพ คำนำ)

A

ใบรับรองแทนใบเสร็จรับเงิน

โครงการ

อน ป	รายละเอียดการจ่ายเงิน	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
2548	อุปกรณ์จากสมาคม	1,405-	
	รวมทั้งสิ้น	1,405-	

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร) หนึ่งพันสี่ร้อยห้าบาทถ้วน

ข้าพเจ้า..... พ.ศ. ๒๕๔๘
.....

ตำแหน่งในโครงการ

ขอรับรองว่ารายการข้างต้นนี้ไม่อาจเรียกใบเสร็จรับเงินจากผู้รับเงินได้ และข้าพเจ้าได้จ่ายไปในงานของโครงการโดย
แท้

ลงชื่อ ห้วนนำโครงการ/ผู้รับทุน

ลงชื่อ ผู้จ่ายเงิน

(.....)

(.....)

วันที่เขียน 28 10 2548

วันที่เขียน 28 10 2548

A

ใบรับรองแทนใบเสร็จรับเงิน

โครงการ

วัน เดือน ปี	รายละเอียดการจ่ายเงิน	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
28 กค 48	ค่าจ้างช่างไม้ 2 คน	3,000	-
รวมทั้งสิ้น		3,000	

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

สาม พัน บาทถ้วน

ข้าพเจ้า น.ส. สุภาวดี คำสา ตำแหน่งในโครงการ เจ้าหน้าที่ควบคุม

ขอรับรองว่ารายจ่ายข้างต้นนี้ไม่อาจเรียกใบเสร็จรับเงินจากผู้รับเงินได้ และข้าพเจ้าได้จ่ายไปในงานของโครงการโดยแท้

ลงชื่อ ผู้จ่ายเงิน

(..... น.ส. สุภาวดี คำสา)

ลงชื่อ หัวหน้าโครงการ/ผู้รับทุน

(..... น.ส. สุภาวดี คำสา)

วันที่เขียน 28 กค 48

วันที่ 28 กค 48

B

ใบสำคัญรับเงิน

วันที่ 28 กรกฎาคม 2548

ข้าพเจ้า ส.อ. น.ส. สุภาวดี อยู่บ้านเลขที่ 85 ซอย

ถนน แขวง/ตำบล เขต/อำเภอ จังหวัด กรุงเทพมหานคร

ได้รับเงินดังรายการต่อไปนี้

รายการ	จำนวนเงิน
ค่าจ้างช่างไม้จำนวน 2 คน เป็นจำนวนเงิน	3,000
รวมทั้งสิ้น	3,000

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

สาม พัน บาทถ้วน

(ลงชื่อ) ผู้รับเงิน

(.....)

(ลงชื่อ) ผู้จ่ายเงิน

(..... น.ส. สุภาวดี คำสา)


(ผู้รับทุน/ผู้รับมอบอำนาจ)

190

180

170

160



190

180

170

160

เลขหมายประจำตัวของผู้ถือบัตร

3 4699 00064 48 9

ชื่อ นาย วิชานนท์

ชื่อสกุล นระแสน

เกิดวันที่ 26 พ.ค. 2526

ศาสนา พุทธ

หมู่โลหิต โอ

4699-3-025704

ที่อยู่ 75 ถ.โสมพะมิตร ต.กาฬสินธุ์ อ.เมืองกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์

5 ก.ค. 2547

25 พ.ค. 2554

นายไพโรจน์ น.สิงห์ทอง

นอกบัตร

บัตรหมดอายุ

เจ้าพนักงานออกบัตร

บัตรประจำตัวประชาชน

กรมการปกครอง

กระทรวงมหาดไทย

๔ 2287275 3

สำเนาถูกต้อง
อ.ไพโรจน์ น.สิงห์ทอง

พจก.ฉัตรชัย ออเยล์ เจริญทรัพย์

188 หมู่ 3 ถ.แจ้งสนิท ต.จระแม อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000

โทร. 0-4528-5428-9 โทรสาร. 0-4528-5428-9

เลขประจำตัวผู้เสียภาษี 3 35 2 01798 6

ស្ថិតិ។

100-100000

(19) (20) (21) (22) (23) (24)

Q. 74493 2016 Q. 74497 2017

ថ្នាក់

[Faint handwritten notes or signatures]

เลือก
งาน

เลขที่ ๒๓๐๓๘๗๕๔
วันที่ ๒๓/๐๗/๕๘

BLDG 100

No.	รายละเอียด	จำนวน	หน่วยละ	รวมรวมภาษี
1	ค่าเช่าที่ดิน (ที่ดิน)	102.390	รูบรู	2,400.00
				2,242.99

รวมเป็นเงิน
จำนวนภาษีมูลค่าเพิ่ม
ราคาที่ดินค่า
7.00%

2,400.00
157.01
2,242.99

ผู้รับสินค้า.....

ผู้ขาย.....

ต้นฉบับ-ถูกค่า



ใบเสร็จรับเงิน/ใบกำกับภาษี

ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล

เลขที่ 1483

อิสานบริการ

(ตัวแทนค้าต่างประเทศวิโตรเลียมแห่งประเทศไทย)

131 หมู่ 11 ถ.แจ้งสนิท ต.เขวาส อ.เมือง จ.มหาสารคาม

เลขที่ 13

โทร. 0-4371-1334, 0-4372-1505, Fax. 0-4372-1509

เลขประจำตัวผู้เสียภาษี 3 46300001 3

วันที่ 28 / 8 / 25 48

นามผู้ซื้อ น.ส. สุชาดา คำดา

ที่อยู่ ภาณุวิทยาวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

จำนวน	รายการ	ราคา	บาท	สต.
ลิตร	น้ำมันเบนซินพิเศษไร้สารฯ 95			
ลิตร	น้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารฯ 91			
47.48 ลิตร	น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว	23.38	1,110	-
รวมราคาทั้งสิ้น			1,037	38
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %			72	62
รวมเงิน			1,110	-

ขอขอบคุณที่ให้ "อิสานบริการ" รับใช้ท่าน

ผู้รับสินค้า

ผู้รับเงิน

รับรองว่าจ่ายจริง

น.ส. สุชาดา คำดา

เล่มที่ 009

เลขที่ 12



ใบเสร็จรับเงิน/ใบกำกับภาษี

สถาบันบริการน้ำมันเพื่อสวัสดิการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

โทร.(043)725666, 725462, 725531, 01-1179831

เลขประจำตัวผู้เสียภาษี 4 4610 0050 0

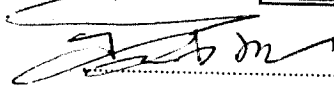
วันที่ 30, 12, 25 48

นามผู้ซื้อ % ส. สุทธิยา คำชะ

ที่อยู่ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์มหาสารคาม

จำนวน	รายการ	ราคา	บาท	สต.
ลิตร	น้ำมันเบนซินพิเศษไร้สารฯ 95			
ลิตร	น้ำมัน GASSOHAL			
31.9 ลิตร	น้ำมันเบนซินธรรมดาไร้สารฯ 91	25.35	810	-
ลิตร	น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว			
ลิตร	น้ำมันเครื่อง			

รวมราคาทั้งสิ้น	757	01
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	52	99
รวมเงิน	810	-

 ผู้รับเงิน

ฉันขอรับเงิน



(ส.สุทธิยา คำชะ)



ใบรับรองแทนใบเสร็จรับเงิน

โครงการ

วัน เดือน ปี	รายละเอียดการจ่ายเงิน	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
30 สิงหาคม 2548	1. ค่าจ้างรถเก็บขยะอยู่ประจำ 21 คัน X 180 บาท		
	606780		
รวมทั้งสิ้น		3,780 -	

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร) สามพันเจ็ดร้อยแปดสิบบาทถ้วน

ข้าพเจ้า น.ส. สุธาภา ตำแหน่งในโครงการ นักศึกษาฝึกปฏิบัติ

ขอรับรองว่ารายจ่ายข้างต้นนี้ไม่อาจเรียกใบเสร็จรับเงินจากผู้รับเงินได้ และข้าพเจ้าได้เข้าไปในงานของโครงการ โดยแท้

ลงชื่อ ผู้จ่ายเงิน

(..... น.ส. สุธาภา)

วันที่เขียน 30 8 48

ลงชื่อ หัวหน้าโครงการ/ผู้รับทุน

(..... น.ส. สุธาภา)

วันที่ 30 8 48



ใบสำคัญรับเงิน

วันที่ 30 / 8 / 48

ข้าพเจ้า อยู่บ้านเลขที่ ซอย.....

ถนน..... แขวง/ตำบล..... เขต/อำเภอ..... จังหวัด.....

ได้รับเงินดังรายการต่อไปนี้

รายการ	จำนวนเงิน
1. ค่าจ้างรถเก็บขยะอยู่ประจำ/606780 21 คัน	3,780 (21x180)
รวมทั้งสิ้น	3,780 -

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร) สามพันเจ็ดร้อยแปดสิบบาทถ้วน

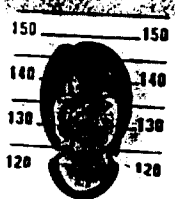
(ลงชื่อ) ผู้รับเงิน

(..... น.ส. สุธาภา)

(ลงชื่อ) ผู้จ่ายเงิน

(..... น.ส. สุธาภา)

(ผู้รับทุน/ผู้รับมอบอำนาจ)



กองบัญชาการตำรวจนครบาล
 5 607 00039 43 8
 โฉ. น.ส. ไทรจตุร
 โฉ. น.ส. ไทรจตุร
 เกิดวันที่ 18 มี.ค. 2526

1607-3-080098
 พิกัด 102 หมู่ที่ 19 ต.บางตลาด อ.บางตลาด
 จ.กาฬสินธุ์
 19 มี.ค. 2547
 วันออกบัตร
 17 มี.ค. 2554
 บัตรหมดอายุ
 (นายไทรจตุร น.ส.ไทรจตุร)
 (โฉ. น.ส.ไทรจตุร)



บัตรประจำตัวประชาชน

กรมการปกครอง



กระทรวงมหาดไทย

๗ 7076796 4

Handwritten signatures and stamps at the bottom of the page.



ใบรับรองแทนใบเสร็จรับเงิน

โครงการ

วัน เดือน ปี	รายละเอียดการจ่ายเงิน	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
30 ธค 48	1. ค่าจ้างงานติดตั้งส้วมอย่างถาวร และ รื้อถอนส้วมเก่า	21 ชั่วโมง X 180 บาท	
รวมทั้งสิ้น		3780	

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

สามพันเจ็ดร้อยแปดสิบบาทถ้วน

ข้าพเจ้า น.ส. สุรยา ด้วง ตำแหน่งในโครงการ นักศึกษาฝึกงาน
ขอรับรองว่ารายจ่ายข้างต้นนี้ไม่อาจเรียกใบเสร็จรับเงินจากผู้รับเงินได้ และข้าพเจ้าได้จ่ายไปในงานของโครงการ
โดยแท้

ลงชื่อ ผู้จ่ายเงิน
(..... น.ส. สุรยา ด้วง)

ลงชื่อ หัวหน้าโครงการ/ผู้รับทุน
(..... น.ส. สุรยา ด้วง)

วันที่เขียน 30 ธค 48

วันที่ 30 ธค 48



ใบสำคัญรับเงิน

วันที่ 30 ธค 2548

ข้าพเจ้า พริ้งเพียร บัญชี อยู่บ้านเลขที่ 95 ซอย
ถนน แขวง/ตำบล กิ่งกษาราชบุรี เขต/อำเภอ กันทรวิชัย จังหวัด มหาสารคาม
ได้รับเงินดังรายการต่อไปนี้

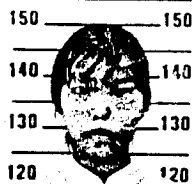
รายการ	จำนวนเงิน
1. ค่าจ้างงานติดตั้งส้วมอย่างถาวร และ รื้อถอนส้วมเก่า	3780 บาท (21 x 180 บาท)
รวมทั้งสิ้น	3,780 -

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

สามพันเจ็ดร้อยแปดสิบบาทถ้วน

(ลงชื่อ) ผู้รับเงิน
(..... น.ส. พริ้งเพียร)

(ลงชื่อ) ผู้จ่ายเงิน
(..... น.ส. สุรยา ด้วง (ผู้รับทุน/ผู้รับมอบอำนาจ))



เลขหมายประจำตัวของผู้ถือบัตร

3 4404 00008 15 8

ชื่อ น.ส. พัชรินทร์

ชื่อสกุล บุญหล้า

เกิดวันที่ 30 ส.ค. 2526

ศาสนา พุทธ

หมู่ใดทิศ บี

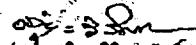
4404-3-056075

ที่อยู่ 93 หมู่ที่ 1 ต.คันธารราษฎร์ อ.กันทรวิชัย

จ.มหาสารคาม

14 ต.ค. 2547
วันออกบัตร

29 ส.ค. 2554
วันหมดอายุ


(นายสุวิทย์ วิริยะสวัสดิ์)
เจ้าพนักงานออกบัตร



บัตรประจำตัวประชาชน



กรมการปกครอง

กระทรวงมหาดไทย

0 4605726 3

สำเนา ถูกต้อง

พัชรินทร์

บุญหล้า

(นางสาวพัชรินทร์

บุญหล้า)

A

ใบรับรองแทนใบเสร็จรับเงิน

โครงการ

วัน เดือน ปี	รายละเอียดการจ่ายเงิน	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
30 ธ.ค. 48	1. ค่าจ้างเก็บตัวอย่างและร้อยละ ๑๐๖	๒,๗๘๐ บาท (21 x 130 บาท)	
รวมทั้งสิ้น		๒,๗๘๐ บาท	

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

จำนวนเงินสองร้อยแปดสิบบาทถ้วน

ข้าพเจ้า ๑๑. ๑๑๑๑ ตำแหน่งในโครงการ ผู้ศึกษาผู้รับทุน.....

ขอรับรองว่ารายจ่ายข้างต้นนี้ไม่อาจเรียกใบเสร็จรับเงินจากผู้รับเงินได้ และข้าพเจ้าได้จ่ายไปในงานของโครงการ
โดยแท้

ลงชื่อ ผู้จ่ายเงิน

ลงชื่อ หัวหน้าโครงการ/ผู้รับทุน

(..... ๑๑. ๑๑๑๑)

(..... ๑๑. ๑๑๑๑)

วันที่เขียน 30 ธ.ค. 48

วันที่ 30 ธ.ค. 48

B

ใบสำคัญรับเงิน

วันที่ 30 ธ.ค. 2548

ข้าพเจ้า นาย อดิเรก อยู่บ้านเลขที่ 81 ซอย -

ถนน แขวง/ตำบล เขต/อำเภอ จังหวัด 1000

ได้รับเงินดังรายการต่อไปนี้

รายการ	จำนวนเงิน
1. ค่าจ้างเก็บตัวอย่างและร้อยละ ๑๐๖	๒,๗๘๐ - (21 x 130 บาท)
รวมทั้งสิ้น	๒,๗๘๐ -

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

จำนวนเงินสองร้อยแปดสิบบาทถ้วน

(ลงชื่อ) ผู้รับเงิน

(..... ๑๑. ๑๑๑๑)

(ลงชื่อ) ผู้จ่ายเงิน

(..... ๑๑. ๑๑๑๑)

(ผู้รับทุน/ผู้รับมอบอำนาจ)



4214-3-018407

ที่อยู่ 81 หมู่ที่ 10 ต.หนองหิน อ.เมืองหนองหิน

จ.เลย

18 ต.ค. 2547
วันออกบัตร

17 ส.ค. 2554
วันหมดอายุ


(นายศิริกร วิริยะกุล)
เจ้าพนักงานสอบสวน

เลขหมายประจำตัวของผู้ถือบัตร
3 4210 00363 18 1

ชื่อ น.ส. แคทรียา

ชื่อสกุล อีระเดชากุล

เกิดวันที่ 18 ส.ค. 2526

ศาสนา พุทธ

หมู่เลือด เอ



บัตรประจำตัวประชาชน



กรมการปกครอง

กระทรวงมหาดไทย

จ 4911193 3

เจ้าหญิงคยอง

11 ต.ค. 2547

(น.ส. แคทรียา อีระเดชากุล)



ใบรับรองแทนใบเสร็จรับเงิน

โครงการ

วัน เดือน ปี	รายละเอียดการจ่ายเงิน	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
๒๐ ๕๑ ๔๕	๑. ค่าจ้างเก็บตัวอย่าง ร้อยละ ๑๐๐	๒,๗๕๐ บาท (๒๑×๑๓๐บาท)	
รวมทั้งสิ้น		๒,๗๕๐ บาท	

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

ค่าจ้างเก็บตัวอย่าง ๒๑๐ สิบบาทถ้วน

ข้าพเจ้า ๑. ๕. ๕๑๐๓ ตำแหน่งในโครงการ นักศึกษาฝึกงาน
ขอรับรองว่ารายจ่ายข้างต้นนี้ไม่อาจเรียกใบเสร็จรับเงินจากผู้รับเงินได้ และข้าพเจ้าได้จ่ายไปในงานของโครงการ
โดยแท้

ลงชื่อ ผู้จ่ายเงิน
(..... ๑. ๕. ๕๑๐๓)

ลงชื่อ หัวหน้าโครงการ/ผู้รับทุน
(..... ๑. ๕. ๕๑๐๓)

วันที่เขียน ๒๐ ๕๑ ๔๕

วันที่ ๒๐ ๕๑ ๔๕



ใบสำคัญรับเงิน

วันที่ ๒๑ ๕. ๑. ๔๕

ข้าพเจ้า ๑. ๕. ๕๑๐๓ อยู่บ้านเลขที่ ๒๐๓ ซอย ๑๐๓
ถนน แขวง/ตำบล เขต/อำเภอ จังหวัด
ได้รับเงินดังรายการต่อไปนี้

รายการ	จำนวนเงิน
๑. ค่าจ้างเก็บตัวอย่าง และ ร้อยละ ๑๐๐	๒,๗๕๐- (๒๑×๑๓๐บาท)
รวมทั้งสิ้น	๒,๗๕๐ บาท

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

ค่าจ้างเก็บตัวอย่าง ๒๑๐ สิบบาทถ้วน

(ลงชื่อ) ผู้รับเงิน
(..... ๑. ๕. ๕๑๐๓)

(ลงชื่อ) ผู้จ่ายเงิน
(..... ๑. ๕. ๕๑๐๓)



160 160
150 150
140 140
130 130

1101-2-252906

เลขหมายประจำตัวของผู้ถือบัตร
3 4504 00481 46 5

ชื่อ น.ส. กาญจนวดี

ชื่อสกุล ภูศรี

เกิดวันที่ 18 ก.ย. 2526

ศาสนา พุทธ หมู่เลือกตั้ง เอบี

ที่อยู่ 203 หมู่ที่ 7 ต.ท้ายบ้านใหม่ อ.เมืองสมุทรปราการ
จ.สมุทรปราการ

18 ต.ค. 2547
ในขอถนัด

17 ก.ย. 2554
บัตรหมดอายุ


 (นายสุวิทย์ วิริยะสวัสดิ์)
 เจ้าพนักงานเลือกตั้ง



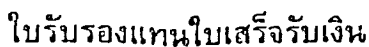
บัตรประจำตัวประชาชน



กรมการปกครอง
กระทรวงมหาดไทย

3 4504006 5

สำเนาถูกต้อง
กาญจนวดี ภูศรี



โครงการ

วัน เดือน ปี	รายละเอียดการจ่ายเงิน	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
๑๐ ๑๑ ๖๕	1. ค่าจ้างเก็บขยะอย่างและรถขนขยะ	3,780 บาท (29 x 80 บาท)	
	รวมทั้งสิ้น	3,780 บาท	

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

วันที่ ๒๖ สิงหาคม ๒๕๖๑

ข้าพเจ้า น.ส. ฐิติภา คัญหา ตำแหน่งในโครงการ น.ส.กัญญา วัฒนวิญญู
ขอรับรองว่ารายจ่ายข้างต้นนี้ไม่อาจเรียกใบเสร็จรับเงินจากผู้รับเงินได้ และข้าพเจ้าได้จ่ายไปในงานของโครงการ
โดยแท้

ลงชื่อ ผู้จ่ายเงิน

(.....๑๖.๕.๕๕๐๑.....๑๑๗.....)

วันที่เขียน 30 ธ.ค. 48

ลงชื่อ หัวหน้าโครงการ/ผู้รับทุน

(..... ၁၆.၈.၁၅၇၈)

วันที่ ๑๐ มี.ค. ๕๖



ใบสำคัญรับเงิน

วันที่

ข้าพเจ้า นางสาว นิตยา นิลน้อย นางสาว นิตยา นิลน้อย อยู่บ้านเลขที่ ๕๐ ซอย —

ถนน..... แขวง/ตำบล..... เขตอำเภอ..... จังหวัด.....

ได้รับเงินดังรายการต่อไปนี้

รายการ	จำนวนเงิน
๑. ค่าจ้างเก็บขยะ ๒๔๖๗/๐๕๓๗๓๖๐๖	๒,๗๘๐ บาท (๒๑ x ๑๓๐ บาท)
รวมทั้งสิ้น	๒,๗๘๐ -

รวมทั้งสิ้น (ตัวอักษร)

၎င်းတို့သည် ခုနစ်ရာစုလောက်က နေထိုင်ခဲ့သော လူမျိုးတို့၏ နေထိုင်မှုပုံစံကို ဖော်ပြနေသည်။

(ลงชื่อ) ผู้รับเงิน

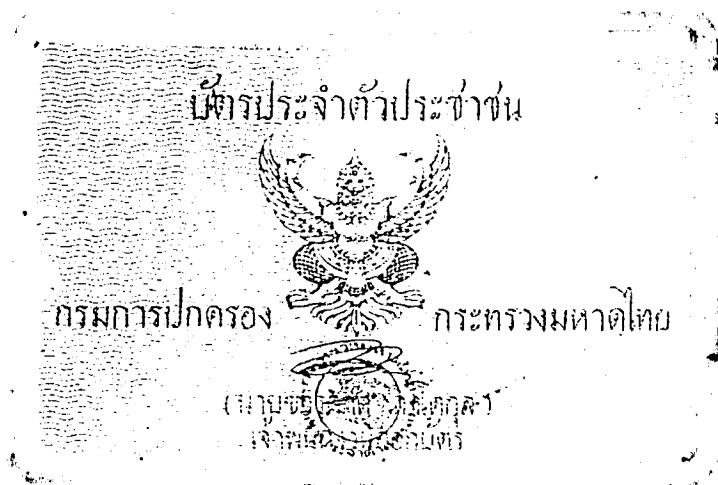
(273510) (1975)

(ลงชื่อ).....ผู้จ่ายเงิน

(..... ၂.၀.၂၀၁၈)

(ผู้รับทบทวน/ผู้รับมอบอำนาจ)

เลขหมายประจำตัวผู้ถือบัตร
 3 4504 00481 09 1
 ชื่อ น.ส. ปิยะธิดา
 ชื่อสกุล พิมพารีย์
 เกิดวันที่ 29 ส.ค. 2526
 26 เม.ย 2542 28 ส.ค. 2548
 ต.ค. 30 ม. 9 ต.หนองผือ
 อ.จตุรพักตรพิมาน จ.ร้อยเอ็ด



ด้านนอก ห้าง
 ฝั่งวัด ฝั่งวัด
 (เม.ส. ฝั่งวัด) ฝั่งวัด

เล่มที่ 020



เลขที่ 17

ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อาคารวิทยบริการ B ชั้น 2 ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150
โทรศัพท์ (043) 754174-5

ใบเสร็จรับฝากไปรษณีย์ในประเทศ

RECEIPT

ได้รับเงินจาก.....

วันที่ 29-4-48

Received From

Date

ลำดับ	รายการ	ประเภท	จำนวนเงิน
	ฝากเลขหมาย BRT 1	E	๖๒
		รวมเงิน	๖๒

ผู้รับเงิน

รับฝากด้วยควม

(น.ส. สุชาดา วัฒน)



The Thai Response to Biodiversity

โครงการพัฒนาศักยภาพและศักยภาพในการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

โครงการความร่วมมือระหว่างสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 73/1 ถนนพระราม 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 0-2644-8150-4 ต่อ 512-513, 532-534, 552-554 โทรสาร 0-2644-8106

เล่มที่ 96

เลขที่ 13

ใบสำคัญรับเงิน

วันที่ 10/10/49

ได้รับเงินจาก ดร. ศิวะ สิวะ

ที่อยู่ ถนนวิภาวดีรังสิต กม. 5 แขวงจตุจักร กทม.

ชำระค่า

☒ ค่าลงทะเบียนประชุมประจำปีครั้งที่ 1

☐ ค่าหนังสือ

จำนวนเงิน

— หนึ่งพันบาทถ้วน —

จำนวนเงิน

☐ เงินสด

☐ เช็คเลขที่

☒ ชำนาญดีเลขที่

ธนาคาร

ลงวันที่

ลงวันที่

จำนวนเงิน	
1000	-
1000	-

ผู้รับเงิน

เจ้าหน้าที่ผู้รับมอบอำนาจ

ใบสำคัญรับเงินฉบับนี้จะสมบูรณ์เมื่อขีดผ่านการเรียกเก็บเรียบร้อยแล้ว พร้อมลายเซ็นผู้รับเงินและเจ้าหน้าที่ผู้รับมอบอำนาจ

ใบเสร็จรับเงิน

ศูนย์เอกสารไฮเทค

เลขที่ 226/1-2 (ทางเข้า มมส.) หมู่ 1 ต.ท่าขอนยาง

อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม โทร. (043) 754221 Fax. (043) 754209

เล่มที่ 045 เลขประจำตัวผู้เสียภาษี 3 4501 00807 12 8

เลขที่ 2249

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ๒๕๔๑
 นาม/ที่อยู่ สุชาดา ตำบ.

จำนวน	รายการ	ราคา ต่อหน่วย	จำนวนเงิน	
			บาท	สต.
7 โฉม	แผ่นใส/60/1๔๙๙ + เทปเล่ม	170	1,190	
รวมเงิน			1,190	

และเงินนี้ได้รับจาก.....

ผู้รับเงิน.....

(.....)

ความสัมพันธ์ทางลำดับวิวัฒนาการของฉลามน้ำจืดไฮโบริดอนที่พบในหมวดหินโครกรวด

ยุคออบเทียน บริเวณโลกผาส้วม อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี

Phylogenetic Relationship of Hybodont Shark From Khok Pha Saum, Khok Kruat Formation (Aptain) of Thailand.

S. Khamha¹, G. Cuny², V. Suteethorn³ and J. Suksringram¹

¹Department of Biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Mahasarakham, 44150
skhamha@yahoo.com

²Geological Museum University of Copenhagen, Øster Voldgade 5-7, 1350 Copenhagen K,

³Department of Mineral Resources, Rama VI Road, Bangkok 10400

Abstract: Search for vertebrate microremains at the outcrop of Khok Pha Saum, Sri Muang Mai district, Ubon Ratchathani Province yielded 6 genera of hybodont sharks, *Hybodus* sp., *Thaiodus ruchae*, *Heteroptychodus steinmani*, *Acrorhizodus Khoratensis* and a taxon not yet named. The Phylogenetic relationships of these sharks were analyzed using the cladistic method and a data matrix of 20 characters and 14 taxa. The Carboniferous hybodont *Hamiltonichtys* was used as outgroup to polarize our characters. The most parsimonious tree found was 46 steps long, and showed a Consistency Index (CI) of 0.47, and a Retention Index (RI) of 0.53. This tree indicates that the Thai hybodonts do not form a monophyletic group, but are the result of the endemic evolution of several lineages that developed a wide array of tooth morphology in order to adapt to various kind of diet.

Key words: Chondrichthyes, Hybodontiformes, Thailand, Early Cretaceous, Phylogenetic

Introduction

The Mesozoic continental formation of the Khorat Group in northeastern Thailand have yielded a wide array of fossil vertebrates, including freshwater sharks, actinopterygian fishes, lungfishes, temnospondyl amphibians, crocodilians, dinosaurs, and pterosaurs (Buffetaut *et al.*, 2003).

Among these vertebrate fossils, several genera of freshwater hybodont sharks have been identified (Cuny *et al.*, 2003). Hybodont sharks are represented by small remains such as teeth, spines and dermal denticles, which are relatively easy to find in quantity using sediment screen washing techniques.

These hybodonts have been found in the Late Jurassic- Lower Cretaceous of the Indochina and Shan Thai blocks. All the materials from the Indochina block come from the Khorat plateau and were collected in the Khok Kruat Formation, Sao Khua Formation and Phu Kradung Formation. And the material from the Shan Thai block has been collected in the Huai Hin Formation.

The materials from Khok Pha Saum, Ubon Ratchathani province, Khok Kruat Formation (Early Cretaceous) has yielded at least six genera of hybodont sharks including *Hybodus*, *Thaiodus*, *Heteroptychodus* and three new genera. These fossils show that these sharks were well adapted to freshwater environments and

they have developed a wide array of diet, with both crushing and cutting dentition. Moreover, these sharks were not only restricted to Thai freshwater environments, but were also found in Japan, Tibet, Kirghisia, and Mongolia (Cuny *et al.*, 2003).

Although have been found several genera of sharks in the Khok Kruat Formation (Early Cretaceous), the phylogenetic relationships of these hybodonts are still poorly known. Their study will help to understand the phylogenetic relationships of Asian hybodonts and will be an opportunity to study their feeding strategy.

Methods

2,000 kilograms of fine grained red and white sandstone have been screen-washed using 0.5 and 1.7 mm mesh-sized sieves from the Khok Pha Suam locality (Si Muang Mai, Ubon Ratchathani Province), Khok Sanam (Kalasin Province) and Phi Phan Thong (Nong Bua Lamphu Province). In addition, larger teeth were surface collected specimens from Sam Ran (Khon Kaen Province) and Phu Phok locality were mainly surface collected from fine grained red sandstone. Nearly 200 kg of sediments were also collected for screen-washing, but they yielded only a few teeth. The specimens were identified by comparison with those kept in the collection of the Phu Khum Khao Dinosaur Research Centre.

For the Cladistic analysis, the author shall focus on the hybodont sharks from Khok Pha Suam including *Hybodus*, *Thaiodus*, *Heteroptychodus*, *Acrorhizodus Khoratensis* nov. gen. nov. sp., new genus and species #1, new genus and species #3. Due to a lack of complete material only dental characters are included in the cladistic analysis. The character states in each taxa will be determined using information from the literature and direct observation. The polarity of characters was determined by outgroup comparison. *Hamiltonichthys mapesi*, the oldest complete hybodont hitherto found (Maisey, 1989) was used as outgroup for this study.

Result

The Khorat plateau has yielded a rich hybodont shark fauna, although it was deposited in a nonenvironment. The diversity seem to increase from the uppermost Jurassic Phu Kradung Formation to the Aptian Khok Kruat Formation, 3 taxa in the Phu Kradung Formation, 6 taxa in the Sao Kua Formation and 6 taxa in the Khok Kruat Formation.

The phylogenetic relationships of these sharks were analyzed using the cladistic method and a data matrix of 20 characters and 14 taxa. The Carboniferous hybodont *Hamiltonichtys* was used as outgroup to polarize our characters. The analysis generated a single most parsimonious tree (MPT) with a length of 45 step, consistency index (CI) of 0.47, retention index (RI) of 0.53 that there showed three main groups of hybodontiformes: Hybodontidae, Ptychodontidae and Lonchidiidae.

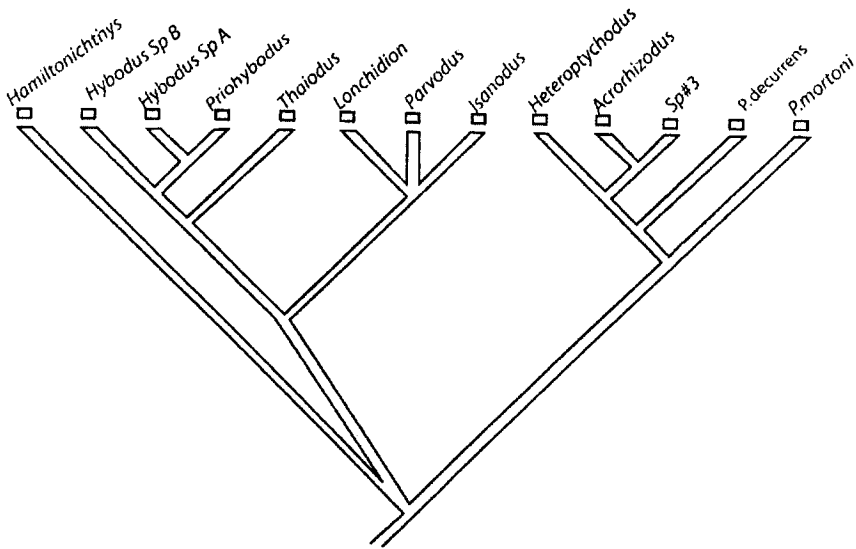


Figure 1. Phylogenetic interrelationship of Hybodont sharks; showed three main group of Thai hybodonts.

Discussion

The phylogenetic analysis revealed that there are three main group of Hybodontiformes: Hybodontidae, Ptychodontidae, and Lonchidiidae. For sp#1, the researcher removed it from the analysis because it makes the tree become a multichotomy. This result may be caused by some characters in the matrix that are missing, especially the characters of the root. The CI and RI values are low (CI=0.47, RI=0.53) in this analysis, and the interpretation of the topologies. Most of the taxa used in this study are know only from isolated teeth, which maybe contributed to the high level of convergences observed in the tree (appendixes). However, this is the most parsimonious hypothesis available for now Thai hybodont sharks.

This tree indicates that Thai hybodonts do not a monophyletic group. They show differences in feeding strategies according to their dentition characters. From the cladogram *Hybodus* sp B, *Hybodus* sp A, *Priohybodus* and *Thaiodus*, showed as a synapomorphy the presence of cusplets. *Thaiodus* is the sister group of Hybodontidae. Cuny (2004) considered *Thaiodus* as *incertae sedis*, because they thought it shows characters between Hybodontidae and Steinbachodontidae. According to my analysis, *Thaiodus* should belong to the Family Hybodontidae, as it is the sister group of this family. This result corresponds to the study by Cappetta and others (1990).

The second group, Lonchidiidae including *Lonchidion*, *Parvodus*, and *Isanodus* are nested in the same clade and show that Lonchiidae is a monophyletic group by similar morphology, labial peg and low main cusp. Therefore, although *Isanodus*, shows some pattern similar to the Ptychodontidae (the development of ridges parallel to the longitudinal crest), it belong to the monophyletic Lonchidiidae, and it should not be the origin of Ptychodus. Contrary

to the claim made by Cuny (2004). Maybe this convergent ornament suitable for diet.

The last clade, Ptychodontidae, is just a crushing including the durophagous shark *Heteroptychodus*, *Acrorhizodus*, Sp#3, *Ptychodus decurrens* and *P. mortoni*. This study supports therefore the study of Cuny and others (2004) that *Heteroptychodus* is the oldest representative of this Family. For *Acrorhizodus*, Cuny and others (2004) consider it as *incertae sedis* because it shares some character belonging to Steinbachodontidae (a convex labial face and a concave, basally flared lingual face), but its well developed root morphology is different from that of the Steinbachodontidae. According to the analysis, *Acrorhizodus* belongs to Ptychodontidae, because of these characters: ridges attaining the best of the crown on lingual side, ridges attaining the base of the crown on labial side, presence of a row of large foramina at the base of the root, root higher than crown. It therefore should belong to this family.

This phylogenetic analysis identified three main groups of hybodont sharks that have evolved in South East Asian fresh-water in the Cretaceous. These lineages are characterized by different feeding strategies (durophagous: *Lonchidion*, *Parvodus*, *Acrorhizodus*, *Isanodus*, *Heteroptychodus*, Sp#1 and Sp#1, predation on soft bodied preys: *Thaiodus* and opportunistic feeding: *Hybodus* sp A and *Hybodus* sp B) according to their dentition (crushing: *Lonchidion*, *Parvodus* and *Acrorhizodus*, cutting: *Thaiodus*, clutching-grinding: *Isanodus* and grinding: *Heteroptychodus*, Sp#1 and Sp#1). In addition, it demonstrates that the fauna from the Khok Kruat Formation reveals a decrease of diversity at supra-genetic level (so far no member of Lonchididae have been found in the Khok Kruat Formation). Some hybodont sharks from the Sao Khua and the Khok Kruat Formations (*Isanodus*, *Acrorhizodus*, Sp#1 and Sp #3) show an endemic pattern during the Cretaceous while others were more widely distributed (Cuny. 2003 ; Cuny. 2004). This feature may be related to difference in habitat tolerance (some being more ubiquitous and able to live in marine waters, and some being more stenohaline). Maisey (1989) suggested that many hybodont genera (*Hamiltonichthys*, *Hybodus*, *Lissodus*) were euryhaline. Such a mode of life would explain the distribution of *Heteroptychodus* and *Thaiodus* around the Asian continent, following the coastline to invade several freshwater systems. *Heteroptychodus* is found both in Sao Khua and Khok Kruat Formation, although it occurred some dramatic changes in the shark faunas between the deposition of these two formations, *Heteroptychodus* was not affected.

Interestingly, when looking at the distribution of the characters in the tree, we see that different groups of Thai hybodonts have convergently developed similar such as *Lonchidion* (crushing dentition) and the Ptychodontidae; *Acrorhizodus* (crushing dentition). This indicates that we have a convergence and they have developed a wide array of tooth morphologies in order to adapt to various kinds of diet.

Conclusion

The study on morphology, feeding strategies, and phylogeny of hybodont shark remains found in the Khok Kruat Formation of the Khok Pha Suam locality in northeastern Thailand, revealed as follows;

1. Six taxa of hybodont sharks were recovered in the sediment of the Khok Pha Suam. They are *hybodus*, *thaiodus*, *heteroptychodus*, *acrorhizodus*, Sp#1. and Sp#3. These sharks had different feeding strategies; durophagous, predation on soft bodied prey and opportunistic feeding according to their dentition (crushing: *Lonchidion*, *Parvodus* and *Acrorhizodus*, cutting: *Thaiodus*, clutching-grinding: *Isanodus* and grinding: *Heteroptychodus*, Sp#1 and Sp#1).

2. The phylogenetic tree show three main groups of hybodont sharks including: Hybodontidae (*Hybodus*, *Hybodus* sp A, *Priohybodus* and *Thaiodus*), Lonchididae (*Lonchidion*, *Parvodus*, *Isanodus*) and Ptychodontidae (*Heteroptychodus*, *Acrorhizodus*, Sp#3, *P.decurrrens* and *P.mortoni*)

3. The phylogenetic analysis confirms that Thai hybodonts do not form a monophyletic group, but are the result of the endemic evolution of several lineages that developed a wide array of tooth morphology in order to adapt to various kind of diet.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Danish Natural Science Research Council and the TRF-CNRS Special Program for Biodiversity Research and Training Programme (BRT/BIOTEC/NSTDA) Grant BRT R_148029, as well as the Department of Mineral Resources in Bangkok, the University of Maha Sarakham. We would also like to thank all the persons who took part in field works, including Lionel Cavin, Suwanna Chitsing, Julien Claude, Utoomporn Deesri, Teeraporn Katisart, Komsorn Lauprasert, Jean Le Loeuff, Tida Saenyamoon, Christel Souillat, Paladej Srisuk, Suravech Suteethorn, Haiyan Tong, and Somkiat Trisivakul.

Reference

- Buffetaut, E. and others. "A Pterodactyloid Tooth from the Sao Khua Formation (Early Cretaceous) of Thailand," Mahasarakham University Journal. 22(22 Special Issue) : 92-98 ; October, 2003.
- Cappetta, H. and others. "A New Hybodont from the Lower Cretaceous of Thailand," Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaeontologie Monatshefte. 11 : 659-666, 1990.
- Cuny, G. and others. "Hybodont Sharks from the Mesozoic Khorat Group of Thailand," Mahasarakham University Journal. 22(22 Special Issue) : 48-49 ; October, 2003.
- Cuny, G. "Freshwater Hybodont Shark from Lower Cretaceous of Thailand," International Congress on the Biology of Fish. 21(6) : 1-5 ; August, 2004.
- Maisey, J.G. "*Hamiltonichthys mapesi*, g. and sp. nov. (Chondrichthyes; Elasmobranchii), from the Upper Pennsylvanian of Kansas," American Museum Novitates. 2931 : 1-42 ; February, 1986.

Appendix

Character-taxa on matrix

<i>Hybodus</i> sp. B	01100	10000	00100	10000
<i>Thaiodus</i>	01211	00110	01100	00011
<i>Heteroptychodus</i>	00200	01101	10001	10110
<i>Acrorhizodus</i>	00211	01100	00001	10000
Sp#1	00201	0??00	0?100	010?0
Sp#3	00201	01101	00111	10110
<i>Hybodus</i> sp.A	01000	00100	00111	10000
<i>Lonchidion Khoratensis</i>	00200	1??00	0?110	00010
<i>Parvodus</i>	01100	10000	1111	00010
<i>Isanodus paladeji</i>	00200	10001	10110	00010
<i>P.mortoni</i>	10110	00000	00110	00110
<i>P.decurrens</i>	00200	00001	00001	10110
<i>Priohybodus</i>	11200	00110	00111	00000

Definition of characters:

1. Main cusp: low (0); high (1) (low cusp = mesio distal length \geq 5 time height of the crown)
2. Cusplets: absence (0); presence (1)
3. Longitudinal crest: weak (0); moderate (1); well developed (2)
4. Basally flared lingual face: no (0); yes (1)
5. Labial node: absence (0); presence (1)
6. Relative height of the root: root lower or high as crown(0) or higher than crown (1)
7. Row of large foramina at the base of the root: absence (0); presence(1)
8. Serrated teeth: absence (0); presence (1); complex (2)
9. Number of parallel ridges running mesio-distally: one or less (0); more than one (1)
- 10.Short non-branching secondary ridges originating from main ridge:absence (0) presence (1)
- 11.Deep transversal groove separating crown from root: absence (0);presence (1)
- 12.Dense ornamentation: presence (0); absence (1)
- 13.Ornamentation made of anastomosed ridges: presence (0); absence (1)
- 14.Ridges attaining the base of the crown on labial side: absence (0); presence (1)
- 15.Ridges attaining the base of the crown on lingual side: absence (0); presence (1)
- 16.Crown mesio-distal length more than five time its labio-lingual width: absence (0), presence (1).
- 17.Presence of radiating ridges on the margin of the crown: no (0); yes (1)
- 18.Crown overhangs the root: absence (0); presence (1)
19. Basally flared labial face: no (0), yes (1)
20. Basally flared labial face: no (0), yes (1)