รายงานวิจัย
ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2554

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

เรื่อง
ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกั้งกระดานสกุล *Thenus* ในประเทศไทย โดยใช้ยีนไซโทโครมซีออกซิเดส หน่วยย่อยที่หนึ่ง
(Genetic diversity of shovel-nosed lobster of the genus *Thenus* in Thailand using cytochrome c oxidase subunit I gene)

คณะผู้ดำเนินงาน
เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์
อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานวิจัย
ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2554

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

เรื่อง
ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกั้งกระดานสกุล *Thenus* ในประเทศไทยโดยใช้ยีนไซโทโครมซีออกซิเดส หน่วยย่อยที่หนึ่ง ในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ

(Genetic diversity of shovel-nosed lobster of the genus *Thenus* in Thailand using cytochrome c oxidase subunit I gene)

คณะผู้ดำเนินงาน
เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์
อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน การอนุรักษ์พันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อพ.สธ.จฬ.) ประจำปีงบประมาณ 2554 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา กองบัญชาการทหารสูงสุด และ โครงการอพสธ.-กฟผ. เขื่อนวชิราลงกรณ อ. ทองผาภูมิ จ. กาญจนบุรี ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยในพื้นที่ ขอขอบคุณศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาสาสมัครนำทางทุกท่าน และผู้ร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานภาคสนามมาเป็นอย่างดี

บทคัดย่อ

กั้งกระดาน (วงศ์ Scyllaridae สกุล *Thenus*) เป็นสัตว์น้ำที่กำลังมีความสำคัญมากขึ้นในประเทศไทย จากการศึกษาอนุกรมวิธานก่อนหน้านี้มีรายงานการพบกั้งกระดานในประเทศไทยเพียงหนึ่งสปีชีส์คือ *Thenus orientalis* อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการทบทวนสถานะทางอนุกรมวิธานของกั้งกระดานสกุลดังกล่าวขึ้นมาใหม่ได้เสนอแนะว่า ควรจะมีกั้งกระดานในประเทศไทยอยู่ถึงสามสปีชีส์ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการเก็บตัวอย่างกั้งกระดานที่เป็นตัวเต็มวัยจากสองจังหวัดที่อยู่บริเวณอ่าวไทยตอนบน ได้แก่ จังหวัดชลบุรี (ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย) ซึ่งเป็นพื้นที่ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และจังหวัดเพชรบุรี (ฝั่งตะวันตก) ทำการสกัดจีโนมิกดีเอ็นเอจากขาเดินของกั้งกระดานและเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของยีนไซโทโครมซีออกซิเดส หน่วยย่อยที่หนึ่งด้วยวิธีพีซีอาร์ จากนั้นส่งผลผลิตพีซีอาร์ที่ได้ไปอ่านลำดับดีเอ็นเอ นำลำดับดีเอ็นเอที่อ่านได้ซึ่งมีความยาว 399 คู่เบสไปจัดเรียงและสร้างแผนภูมิต้นไม้แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการด้วยวิธีมัธยัสถ์สูงสุด พบว่าสามารถจัดจำแนกกั้งกระดานที่พบออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มของ *Thenus indicus* 12 ตัวอย่างและกลุ่มของ *T. orientalis* 6 ตัวอย่าง ซึ่งผลดังกล่าวมีความสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของขาเดิน กล่าวคือ *T. orientalis* มีลายและจุดสีน้ำตาลปรากฏบนขาเดิน ขณะที่ *T. indicus* ไม่มีลวดลายหรือจุดสี บนขาเดิน ดังนั้นจึงเสนอชื่อท้องถิ่นสำหรับกั้งกระดานทั้งสองสปีชีส์ ให้เรียก *T. indicus* ว่า กั้งกระดานธรรมดา ขณะที่เรียก *T. orientalis* ว่า กั้งกระดานขาลาย ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นความรู้สำคัญในการจัดทำแผนการใช้ประโยชน์จากกั้งกระดานอย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ กั้งกระดาน, ประเทศไทย, ไฟโลเจเนติกส์เชิงโมเลกุล, *Thenus*

Abstract

Shovel-nosed lobster (family Scyllaridae, genus *Thenus*) or Kang Kradan (in Thai) is one of the increasingly important fishery resources in Thailand. Earlier taxonomic studies recognized only one species in Thailand - *T. orientalis*. However, a recent revision using morphological and nucleotide sequence analyses suggested that there should be three species of Thai shovel-nosed lobster. In this study, adult specimens were sampled from two provinces on both sides of the upper Gulf of Thailand: Chonburi (east) and Phetchaburi (west). Genomic DNA was extracted from periopods and mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene was amplified and sequenced. A phylogenetic tree of the 399-basepair nucleotide data matrix was reconstructed using maximum parsimony approach. The phylogenetic tree clearly separated the specimens to two groups: twelve individuals of *T. indicus* and six of *T. orientalis*. This molecular result agreed well with the recent morphological description that *T. orientalis* has spotted periopods but *T. indicus* does not. Therefore, new local Thai names were proposed: Kang Kradan Thammada (common shovel-nosed lobster) for *T. indicus* and Kang Kradan Kha-lai (spotted-leg shovel-nosed lobster) for *T.orientalis*. Additional samples will be collected from the lower Gulf of Thailand and Andaman Sea. These findings will be an important knowledge for establishing a sustainable management of their exploitation.

Keyword: molecular phylogenetics, shovel-nosed lobster, Thailand, *Thenus*.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทนำและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
วิธีดำเนินการศึกษา	4
ผลการศึกษา	9
สรุปและวิจารณ์ผล	12
เอกสารอ้างอิง	16
ประวัตินักวิจัยและคณะ	18

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	อักษรย่อของการวัดความยาวของส่วนต่างๆ ในการศึกษานี้ตาม Burton และ Davie (2007).....	7
ตารางที่ 2	อัตราส่วนความยาวเพื่อใช้ระบุสปีชีส์ของ *Thenus* ตามผลการวิจัยของ Burton และ Davie (2007).....	7
ตารางที่ 3	การระบุสปีชีส์ของตัวอย่างกั้งกระดาน ด้วยวิธีวัดอัตราส่วนความยาวของกั้งกระดาน 20 ตัวอย่างเกี่ยวกับสปีชีส์ที่ระบุด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก.....	11

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	บริเวณเก็บตัวอย่าง ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี (วงกลม) และ จังหวัดชลบุรี	5
ภาพที่ 2	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกและบริเวณที่วัดความยาวที่ใช้ศึกษา	6
ภาพที่ 3	ลักษณะของตัวอย่างกั้งกระดาน Phet08 ซึ่งเป็นตัวแทนของ *Thenus indicus*	10
ภาพที่ 4	แผนภูมิต้นไม้แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ หนึ่งในสี่แผนภูมิที่สร้างด้วยวิธีมัธยัสถ์สูงสุด	13
ภาพที่ 5	แผนภูมิต้นไม้สอดคล้องกึ่งเข้มงวด (semi-strict consensus) ที่ได้จากแผนภูมิต้นไม้แบบมัธยัสถ์สูงสุด (most parsimonious) จำนวน 4 แผนภูมิ	14

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกั้งกระดานสกุล *Thenus* ในประเทศไทยโดยใช้ยีนไซโทโครมซีออกซิเดส หน่วยย่อยที่หนึ่ง

Genetic diversity of shovel-nosed lobster of the genus *Thenus* in Thailand using cytochrome c oxidase subunit I gene

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์ และ อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข

Jessada Denduangboripant and Apinan Iamsuwansuk

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Phyathai road, Pathumwan, Bangkok, 10330

บทนำและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กั้งกระดาน (วงศ์ Scyllaridae, สกุล *Thenus*) เป็นสัตว์กลุ่มขาข้อซึ่งอาศัยอยู่ในทะเลและมหาสมุทรแถบอบอุ่นและเขตร้อน มีชื่อสามัญในภาษาอังกฤษหลายชื่อ ได้แก่ shovel-nosed lobster, slipper lobster และ bay lobster กั้งกระดานมีลำตัวแบนแบ่งออกเป็นส่วนลำตัวและส่วนท้อง ส่วนหัวที่มีลักษณะแบนนั้นถูกปกคลุมด้วยเปลือกแข็งที่มีผิวขรุขระ (carapace) กรี (rostrum) ตรงส่วนหัวลดรูปหายไป ตาของกั้งกระดานอยู่ในเบ้าตาซึ่งอยู่ด้านข้างบริเวณหัว ส่วนของหนวด (antenna) ค่อนข้างสั้น แผ่ออกเป็นแผ่นแบน และส่วนของหนวดเล็ก (antennule) มีขนาดเล็กและบาง ขาเดินมีห้าคู่และไม่มีก้าม ส่วนของลำตัวและแพนหางมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรง สามารถใช้ในการหลบหนีจากผู้ล่าได้ ตัวเต็มวัยมีความยาวตลอดตัวตั้งแต่ 12 ถึง 25 เซนติเมตร (กรมประมง, 2540; FAO, 2010) กั้งกระดานอาศัยอยู่ตามพื้นท้องทะเลที่เป็น ทรายปนโคลนที่มีความลึกตั้งแต่ 10 ถึง 50 เมตร (สรามิศร, 2521; Jones, 2007; FAO, 2010) กั้งกระดานมีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้ชิดกับกุ้งมังกร โดยดูจากหลักฐานซากฟอสซิลของ *Cancrinos claviger* มีอายุราว 100 ถึง 120 ล้านปี ซึ่งเชื่อว่าเป็นบรรพบุรุษของกั้งกระดาน (Webber และ Booth, 2007)

กั้งกระดานสกุล *Thenus* พบการกระจายในเอเชียและออสเตรเลีย และถือเป็นหนึ่งในผลผลิตที่สำคัญจากการทำประมงแบบอวนลาก (Jones, 1993; Burton และ Davie, 2007) นอกจากนี้ยังมีการส่งออกกั้งกระดานในรูปของเนื้อกั้งแช่แข็งอีกด้วย (Naiyanetr, 1963; สรามิศร, 2521; สันติ, 2523) ความต้องการบริโภคกั้งกระดานในประเทศไทยมีสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีรสชาติอร่อยแต่หายาก ในปี พ.ศ. 2546 กั้งกระดานมีราคาเพียง 140 ถึง 240 บาทต่อกิโลกรัม ขณะที่ปัจจุบัน พ.ศ. 2554 กั้งกระดานมีราคาสูงถึง 400 ถึง 600 บาทต่อกิโลกรัมหรือสูงกว่าในอดีตถึง 2.5 เท่า และยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด สาเหตุที่ทำให้ความต้องการบริโภคกั้งกระดานสูงขึ้นเนื่องจากปริมาณสัตว์น้ำอื่นๆ ที่ใช้เป็นอาหาร เช่น กุ้งทะเล มีปริมาณลดลง ทำให้ชาวประมงหันมาจับกั้งกระดานซึ่งสามารถขายได้ราคาดีเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่สามารถเพาะเลี้ยงกั้งกระดานได้และต้องอาศัยการเจริญเติบโตตามธรรมชาติเท่านั้น จากเหตุผลดังกล่าวกั้งกระดานในธรรมชาติจึงมีความเสี่ยงที่จะลดจำนวนประชากรลงอย่างรวดเร็วและสูญพันธุ์ได้ถ้าขาดการศึกษาวิจัยเพื่อการอนุรักษ์และการเพาะเลี้ยง

จากการศึกษาอนุกรมวิธานของกั้งกระดานในประเทศไทยจากงานวิจัยก่อนหน้านี้มีรายงานการพบกั้งกระดานในประเทศไทยเพียงหนึ่งสปีชีส์คือ *T. orientalis* (Naiyanetr, 2007) อย่างไรก็ตาม ในปี 2007 Burton และ Davie ได้ทำการศึกษาและทบทวนสถานะทางอนุกรมวิธานของกั้งกระดานสกุล *Thenus* ทั้งโลกขึ้นมาใหม่ โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนไซ

โทโครมซีออกซิเดส หน่วยย่อยที่หนึ่ง (cytochrome c oxidase subunit I หรือ COI) จากตัวอย่างกั้งกระดานที่รวบรวมมา 99 ตัวอย่าง สามารถจัดจำแนกกั้งกระดานออกเป็น 5 สปีชีส์ ได้แก่ *T. indicus, T. orientalis, T. australiensis, T. unimaculatus* และ *T. parindicus* (Burton และ Davie, 2007)จากรายงานดังกล่าว ในประเทศไทยถูกเสนอว่าควรมีกั้งกระดานอยู่ 3 สปีชีส์ คือ *T. indicus, T. orientalis* และ *T. unimaculatus*

ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนถูกต้อง และเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดจำแนกของกั้งกระดานในประเทศไทยต่อไป งานวิจัยนี้จึงได้ทำการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน COI ของตัวอย่างกั้งกระดานที่เก็บรวบรวมจากบริเวณที่มีการจับกั้งกระดานเพื่อการบริโภคเป็นอันมาก ได้แก่พื้นที่ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในบริเวณฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนบน ซึ่งผลจากการศึกษานี้จะช่วยให้สามารถประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของกั้งกระดานในประเทศไทยและนำไปจัดทำแผนการใช้ประโยชน์จากกั้งกระดานในประเทศไทยต่อไป จุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้คือเปรียบเทียบการศึกษาระบบวิทยาเชิงโมเลกุลโดยใช้ยีนไซโทโครมซีออกซิเดส หน่วยย่อยที่หนึ่งกับการระบุสปีชีส์ โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกของกั้งกระดานสกุล *Thenus* ในประเทศไทย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีรายงานการพบกั้งกระดานสกุล *Thenus* ทั้งในมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะในทะเลและมหาสมุทรแถบอินโดแปซิฟิก ตั้งแต่ประเทศญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ จีน เวียดนาม ออสเตรเลีย อินโดนีเซีย พม่า ไทย อินเดีย ซาอุดิอาระเบีย และชายฝั่งตะวันออกของทวีปแอฟริกา (Burton และ Davie, 2007) สำหรับในประเทศไทยมีรายงานการพบกั้งกระดานสกุล *Thenus* จากทั้งฝั่งอ่าวไทย และอันดามัน (Naiyanetr, 2007)

ในประเทศไทยเริ่มมีรายงานการศึกษากั้งกระดานในปี พ.ศ. 2504 โดย ไพบูลย์ นัยเนตร จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ศึกษาตัวอ่อนระยะฟิลโลโซมาของกั้งกระดานสกุลต่างๆ ในวงศ์ Scyllaridae ที่พบในอ่าวไทย พบว่ามีตัวอ่อนระยะฟิลโลโซมา 3 ชนิดในอ่าวไทย ได้แก่ ฟิลโลโซมาของ *T. orientalis*, *Scyllarus* sp. และ *Ibacus* sp. ซึ่งพบเป็นตัวอ่อนระยะต้น (ระยะ 2 ถึงระยะ 4) พบค่อนไปทางด้านตะวันออกของอ่าวไทย จากข้อมูลเหล่านี้ สันนิษฐานว่าฤดูวางไข่ของกั้งกระดานตัวเมียอาจจะอยู่ในระหว่างเดือนธันวาคมถึงมกราคม ต่อมาในปี พ.ศ. 2506 ไพบูลย์ นัยเนตร ได้สำรวจกั้งกระดานในวงศ์ Scyllaridae ที่พบในอ่าวไทย พบว่ามีตัวเต็มวัยของกั้งกระดาน 4 สปีชีส์และพบตัวอ่อนระยะฟิลโลโซมาของกั้งกระดาน 5 สปีชีส์ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างความยาวตัวกับน้ำหนักตัว และปริมาณของไข่และเนื้อของกั้งกระดานที่เป็นแบบเส้นโค้งลอการิทึม ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวตัวกับความยาวของหัว-ทรวงอก และระหว่างน้ำหนักตัวกับน้ำหนักของเนื้อเป็นแบบเส้นตรง

ในปี พ.ศ. 2515 ทรงชัย สหวัชรินทร์ นักวิจัยของสถานีประมงทะเลสงขลา ได้ศึกษาชีวประวัติของกั้งกระดาน สปีชีส์ *T. orientalis* และสันนิษฐานว่ากั้งกระดานอาจจะวางไข่ตลอดปี ต่อมาในปี พ.ศ. 2521 สรามิศร อุไรวรรณ์ นักวิจัยของกรมประมง ได้ศึกษาชีววิทยาของกั้งกระดาน *T. orientalis* ในอ่าวไทยพบว่ากั้งกระดานมีการแพร่กระจายทั่วอ่าวไทย พบชุกชุมที่สุดในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ ในบริเวณตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราชลงไปถึงปัตตานี สามารถจับตัวผู้ได้

มากกว่าตัวเมียโดยที่ตัวผู้มีความยาว 160 ถึง 170 มม. เพศเมียมีขนาดความยาว 190 ถึง 200 มม. มีปริมาณของไข่ตั้งแต่ 9,000 ถึง 30,000 ฟองขึ้นไป

จากนั้นในปี พ.ศ. 2522 สันติ สังข์ทอง นักวิจัยของกรมประมง ได้ศึกษากั้งกระดานโดยการติดเครื่องหมายแบบ internal anchor tag บนตัวกั้งกระดานที่เลี้ยงไว้ 3 ครั้ง พบว่ามีอัตราการตายร้อยละ 18.35, 34.78 และ 40 ตามลำดับ แต่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการกินอาหาร การเคลื่อนไหว และการลอกคราบ ส่วนงานวิจัยของกั้งกระดานในประเทศไทยชิ้นสุดท้ายที่เคยมีการเผยแพร่เป็นของ สมชัย บุศราวิช นักวิจัยของสถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล จังหวัดภูเก็ต ในปี พ.ศ. 2531 ศึกษาถึงชนิดและปริมาณของกุ้งทะเล กุ้งมังกรและกั้งกระดานจากการสำรวจประมงร่วมไทย-พม่า ในน่านน้ำพม่า และพบกั้งกระดานเพียง 1 สปีชีส์คือ *T. orientalis*

ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ในทางอนุกรมวิธานนับตั้งแต่มีการศึกษาในอดีตจนถึงปัจจุบันของกั้งกระดานเชื่อกันว่ากั้งกระดานสกุล *Thenus* มีเพียงสปีชีส์เดียวคือ *T. orientalis* ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการประมง สรีรวิทยา พฤติกรรม การสืบพันธุ์ ชีววิทยาตัวอ่อน สัณฐานวิทยา และพันธุศาสตร์ ต่อมา Clive M. Jones จาก Northern Fisheries Centre, Queensland Department of Primary Industries ประเทศออสเตรเลีย ในปี ค.ศ.1993 ได้เสนอให้มีการแยกเป็นอีกสปีชีส์คือ *T. indicus* เนื่องจากกั้งกระดานมีลักษณะของการเป็น cryptic species กล่าวคือชื่อสปีชีส์ *T. orientalis* จริงๆ แล้วน่าจะประกอบขึ้นจากกั้งกระดานมากกว่าหนึ่งสปีชีส์ แต่อย่างไรก็ตามชื่อ *T. indicus* นั้นยังไม่เป็นที่นิยมนัก ในเวลาต่อมาจึงได้ถูกลดสถานะให้เป็นเพียงชื่อพ้องของ *T. orientalis* เท่านั้น

จนกระทั่งเมื่อไม่นานมานี้ ในปี ค.ศ. 2007 T. E. Burton และ Peter J. F. Davie จาก Queensland museum ประเทศออสเตรเลีย ได้ทำการศึกษากั้งกระดานสกุล *Thenus* ทั่วโลกด้วยเทคนิคสมัยใหม่ โดยใช้ข้อมูลการวัดค่าเปรียบเทียบทางสัณฐานวิทยา (morphometrics) เปรียบเทียบร่วมกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนไซโทโครม ซี ออกซิเดส หน่วยย่อยที่หนึ่ง (cytochrome c oxidase subunit I หรือย่อว่า COI) บนดีเอ็นเอของไมโทคอนเดรีย ทำให้สามารถสรุปการจัดจำแนกของกั้งกระดานในสกุล *Thenus* ขึ้นใหม่ โดยแบ่งออกเป็น 5 สปีชีส์ได้แก่ *Thenus indicus, T. orientalis, T. australiensis, T. unimaculatus* และ *T. parindicus*

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกั้งกระดานสกุล *Thenus* ในประเทศไทย ด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนไซโทโครมซีออกซิเดสหน่วยย่อยที่หนึ่ง (COI) บนดีเอ็นเอของไมโทคอนเดรีย

วิธีดำเนินการศึกษา

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ออกสำรวจเพื่อเก็บตัวอย่างกั้งกระดานจากสะพานปลา ท่าเรือ หรือตลาดสดของจังหวัดจากจังหวัดที่ติดกับชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน 2 จังหวัด ได้แก่พื้นที่ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ตำบลช่องแสมสาร อำเภอแสมสาร จังหวัดชลบุรี (ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย) และอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี (ฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย) ดังแสดงในรูปที่ 1 จากนั้นติดฉลากป้ายชื่อ โดยกำหนดให้ Chon01 ถึง Chon10 แทนตัวอย่างที่เก็บจากจังหวัดชลบุรี และ Phet01 ถึง Phet10 แทนตัวอย่างที่เก็บจากจังหวัดเพชรบุรี

ทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างกั้งกระดานสปีชีส์ ในบริเวณดังกล่าวบริเวณละ 10 ตัวอย่าง ถ่ายภาพบันทึกลักษณะต่างๆ ของกั้งกระดาน และสัมภาษณ์ข้อมูลการจับจากคนในพื้นที่ ทำเครื่องหมายติดฉลากและเก็บตัวอย่างในสารละลายแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซนต์ นำกลับมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกเพื่อระบุชื่อสปีชีส์ตามรูปวิธานของ Burton และ Davie (2007) โดยเน้นที่ลักษณะความแตกต่างที่ปรากฏบนขาเดิน ได้แก่ ลักษณะสีและปุ่มที่พบบนของขาเดินคู่หน้า การมีขนเล็กๆ บริเวณปล้องที่สองนับจากปลายหรือปล้อง propodus บนขาเดินคู่ที่สอง การมีขนเล็กๆ บริเวณปล้องที่สี่นับจากปลายหรือปล้อง merus และการมีหนามบริเวณปล้องที่ห้านับจากปลายหรือปล้อง ischium บนระยางค์คู่ที่สามบริเวณปากหรือที่เรียกว่า 3rd maxilliped ทำการวัดความกว้างและความยาวแต่ละส่วนของร่างกายเพื่อนำไปคำนวณหาอัตราส่วนทางสัณฐานวิทยาตาม Burton และ Davie (2007) ตำแหน่งและอักษรย่อต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2A ถึง 2D และในตารางที่ 1 ทำการระบุสปีชีส์โดยใช้อัตราส่วนทางสัณฐานวิทยาในตารางที่ 2 ตามผลการศึกษาของ Burton และ Davie (2007)

ทำการสกัดดีเอ็นเอจากขาเดินของกั้งโดยการผ่าบริเวณขาปล้องล่างสุดที่ติดกับลำตัว นำเนื้อเยื่อขาที่ได้มาสกัดดีเอ็นเอด้วยชุดสกัดสำเร็จรูป QIAmp DNA Mini kit (QIAgen, Germany) ตามรายละเอียดวิธีการที่แนะนำมากับชุดสกัดดีเอ็นเอ โดยอาศัยการตรึงดีเอ็นเอในคอลัมน์ที่มีซิลิกาเจล จากนั้นนำดีเอ็นเอที่สกัดได้จากตัวอย่างมาทดสอบคุณภาพและหาความเข้มข้นของดีเอ็นเอด้วยอะกาโรสเจลอิเล็คโตรโฟเรซิส (agarose gel electrophoresis) ซึ่งอาศัยตัวกลางที่เป็นวุ้นอะกาโรสความเข้มข้น 1% ในสารละลายบัฟเฟอร์ทีบีอี (TBE หรือ Tris/Borate/EDTA buffer) และให้ดีเอ็นเอเคลื่อนที่ภายในสนามไฟฟ้า ความต่างศักย์ 80 โวลต์ นำวุ้นไปย้อมด้วยสารละลายเอทิเดียม โบรไมด์ (ethidium bromide) แล้วนำไปตรวจสอบดีเอ็นเอภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต

ภาพที่ 1 บริเวณเก็บตัวอย่าง ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี (วงกลม) และ จังหวัดชลบุรี (ดาว) รูปแผนที่นำมาจาก http://en.wikipedia.org/wiki/File:Thailand_map_CIA.png

ทำการทดลองเพิ่มปริมาณยีน COI บนดีเอ็นเอของไมโตคอนเดรีย ด้วยเทคนิคพีซีอาร์จากดีเอ็นเอที่สกัดได้ ยีน COI เป็นบริเวณที่นิยมนำมาใช้บอกความแตกต่างในระดับสปีชีส์ของสัตว์แต่ละชนิด ทั้งสัตว์ที่มีและไม่มีกระดูกสันหลัง หรือที่เรียกว่าการทำยีนบาร์โค้ด (barcoding gene) เตรียมส่วนผสมของพีซีอาร์ซึ่งประกอบด้วย เอนไซม์ *Taq* DNA polymerase สารละลาย dNTP สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) สารละลายของคู่ไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะกับยีนที่สนใจ และดีเอ็นเอของตัวอย่างกั้งกระดานที่สกัดไว้

คู่ไพร์เมอร์สากลที่จะใช้กับยีน COI (Folmer และคณะ, 1994) คือ COI-1490 (5' GGT CAA CAA ATC ATA AAG ATA TTG G 3') และ COI-2198 (5' TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAA AAT CA 3') ส่วนสภาวะที่ใช้ในปฏิกิริยาพีซีอาร์นั้นดัดแปลงจาก Folmer และคณะ (1994) คือ

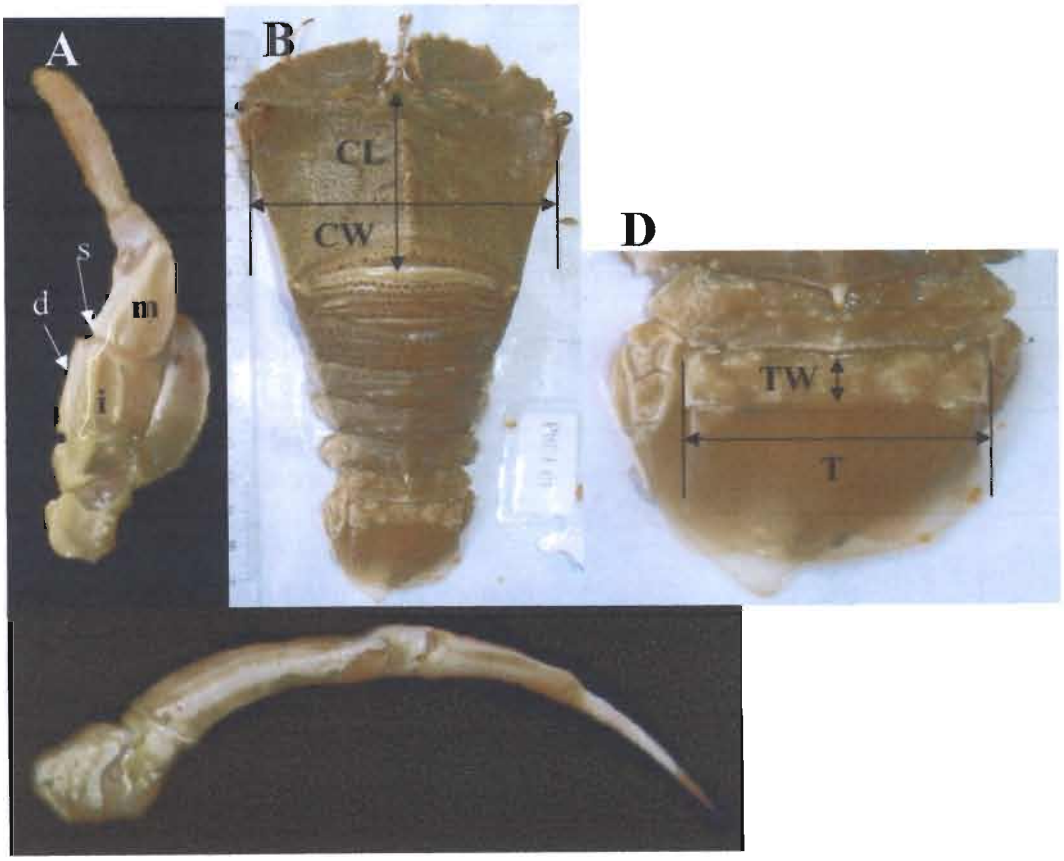
Initial denaturation	95°C นาน 5 นาที	
Denaturation	95°C นาน 1 นาที	35 รอบ
Annealing	52°C นาน 1 นาที	
Extension	72°C นาน 1 นาที 30 วินาที	
Final extension	72°C นาน 5 นาที	

จากนั้น ตรวจสอบผลของการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ด้วยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็คโตรโฟเรซิส โดยใช้วุ้นอะกาโรส ความเข้มข้น 1.8 % ใน 1X TBE buffer นำเจลไปย้อมด้วยสารละลายเอทิเดียมโบรไมด์ส่องดูภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลต และถ่ายรูปเจลเก็บไว้

ทำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ให้บริสุทธิ์ ปราศจากสารเคมีที่ปนเปื้อนค้างอยู่จากการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ ด้วยชุดคอลัมน์สำเร็จรูปสำหรับทำให้ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์บริสุทธิ์ QIAquick PCR purification kit (QIAgen, Germany) ก่อนที่จะส่งไปอ่านลำดับของนิวคลีโอไทด์ของผลิตภัณฑ์ พีซีอาร์ โดยบริษัทเอกชนที่รับบริการอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่อง automated sequencer (Macrogen

sequencing service) ทำการวิเคราะห์ผลเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของขนาดและลำดับนิวคลีโอไทด์ของชิ้นผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้จากการอ่านลำดับมาจัดเรียงและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแต่ละตัวอย่างด้วยโปรแกรม ClustalX (Larkin และคณะ, 2007) จากนั้นใช้โปรแกรม PAUP* (Swofford, 2002) ในการวิเคราะห์ระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) ระหว่างสายดีเอ็นเอ และการสร้างแผนภูมิต้นไม้ไฟโลเจเนติกส์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการและระบุชื่อสปีชีส์ที่เหมาะสมจากการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของกั้งกระดานในประเทศไทยกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอย่างอื่นๆ ที่มีเก็บไว้ในฐานข้อมูลดีเอ็นเอ GenBank ทำการสร้างแผนภูมิต้นไม้โดยวิธีมัธยัสถ์สูงสุด (maximum parsimony)



ภาพที่ 2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกและบริเวณที่วัดความยาวที่ใช้ศึกษา (A) รยางค์ปากคู่ที่สาม (3rd maxilliped) ที่มีหนาม (s) บนปล้องเมอรัส (m) และรอยหยัก (d) บนปล้องอิสเคียม (i), (B) เปลือกแข็ง (carapace); (C) ขาเดิน (periopod); (D) ลำตัวปล้องที่หก (sixth abdominal segment) และแพนหาง (telson)

ตารางที่ 1 อักษรย่อของการวัดความยาวของส่วนต่างๆ ในการศึกษานี้ตาม Burton และ Davie (2007)

อักษรย่อ	การวัดความยาว
เปลือกแข็ง (ด้าน dorsal) (รูปที่ 2B)	
CL	ความยาวของเปลือกแข็ง
CW	ความกว้างที่สุดของเปลือกแข็ง
ขาเดินคู่ที่ 1, 2 และ 3 (รูปที่ 2C)	
PL1, PL2	ความยาวของปล้องพรอพอดัส (propodus) ที่ขาเดินคู่ที่ 1 และ 2
PW1	ความกว้างของปล้องพรอพอดัสที่ขาเดินคู่ที่ 1
ML3	ความยาวของปล้องเมอรัส (merus)ที่ขาเดินคู่ที่ 3
MW1, MW2	ความกว้างของปล้องเมอรัสที่ขาเดินคู่ที่ 1 และ 2
แพนหาง (ด้าน dorsal) (รูปที่ 2D)	
TL	ความยาวของแพนหาง
TW	ความกว้างของแพนหาง

ตารางที่ 2 อัตราส่วนความยาวเพื่อใช้ระบุสปีชีส์ของ *Thenus* ตามผลการวิจัยของ Burton และ Davie (2007)

อัตราส่วนความยาว	สปีชีส์ที่ระบุ		
	T. indicus	*T. orientalis*	*T. unimaculatus*
CW/CL	-	-	> 1.29
ML3/CL	> 0.45	-	-
MW1/CL	< 0.07	-	-
MW2/CL	-	< 0.079	-
PL1/CL	-	-	< 0.23
PL2/CL	-	-	> 0.39
PW1/PL1	-	-	> 0.35
TL/TW	-	> 0.31	-

สถานที่ทำการศึกษาและเก็บข้อมูล

ได้ร่วมเดินทางสำรวจของโครงการ อพ.สธ. เข้าศึกษาพื้นที่สำรวจบริเวณอำเภอแสมสาร ในวันเสาร์ที่ 8 มกราคม 2554 ณ ตลาดขายอาหารทะเล 2 ที่ และสะพานปลา 1 ที่ ได้แก่ ตลาดเช้าสัตหีบ ตลาดขายอาหารทะเลบริเวณช่องแสมสาร และสะพานปลาประเทือง ผลปรากฏว่า ไม่พบตัวอย่างที่ตลาดเช้าสัตหีบ เนื่องจากไม่มีเรือประมงอวนลากที่จับกั้งกระดานมาขึ้นที่ท่าเรือบริเวณใกล้เคียง ประกอบกับกั้งกระดานที่จับได้มีจำนวนน้อยหรือไม่มีเลย สำหรับสะพานปลาประเทืองนั้น วันที่ออกสำรวจไม่มีเรือประมงอวนลากซึ่งจับกั้งกระดานเข้ามาเลย มีแต่เรือประมงอวนล้อมซึ่งจับปลาชนิดต่างๆ เข้ามาเทียบท่าเท่านั้น

สำหรับตลาดขายอาหารทะเลบริเวณช่องแสมสาร ผลปรากฏว่าสามารถเก็บตัวอย่างกั้งกระดานได้ 10 ตัวอย่าง จากการสอบถามพบว่า กั้งกระดานที่นำมาวางขายนั้นมีทั้งกั้งกระดานแช่แข็งและกั้งกระดานเป็น กั้งกระดานเป็นมีราคา 400 ถึง 500 บาทต่อกิโลกรัมซึ่งแพงกว่ากั้งกระดานแช่แข็งซึ่งราคากิโลกรัมละ 220 บาท กั้งกระดานเป็นมักจะติดมากับอวนดักปูของเรือประมงอวนลากขนาดเล็กที่ออกไปจับสัตว์น้ำไม่ไกลจากฝั่งนัก (ประมาณ 8 ถึง 9 ไมล์) ขณะที่กั้งกระดานตายมักจะมากับเรือประมงอวนลากขนาดใหญ่ซึ่งออกไปจับสัตว์น้ำเป็นระยะทางไกล โดยที่กั้งกระดานมักพบอาศัยอยู่ในบริเวณน้ำลึกกว่า 10 เมตรขึ้นไป และจะพบเป็นปริมาณมากในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน) ขณะที่พบน้อยที่สุดในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม)

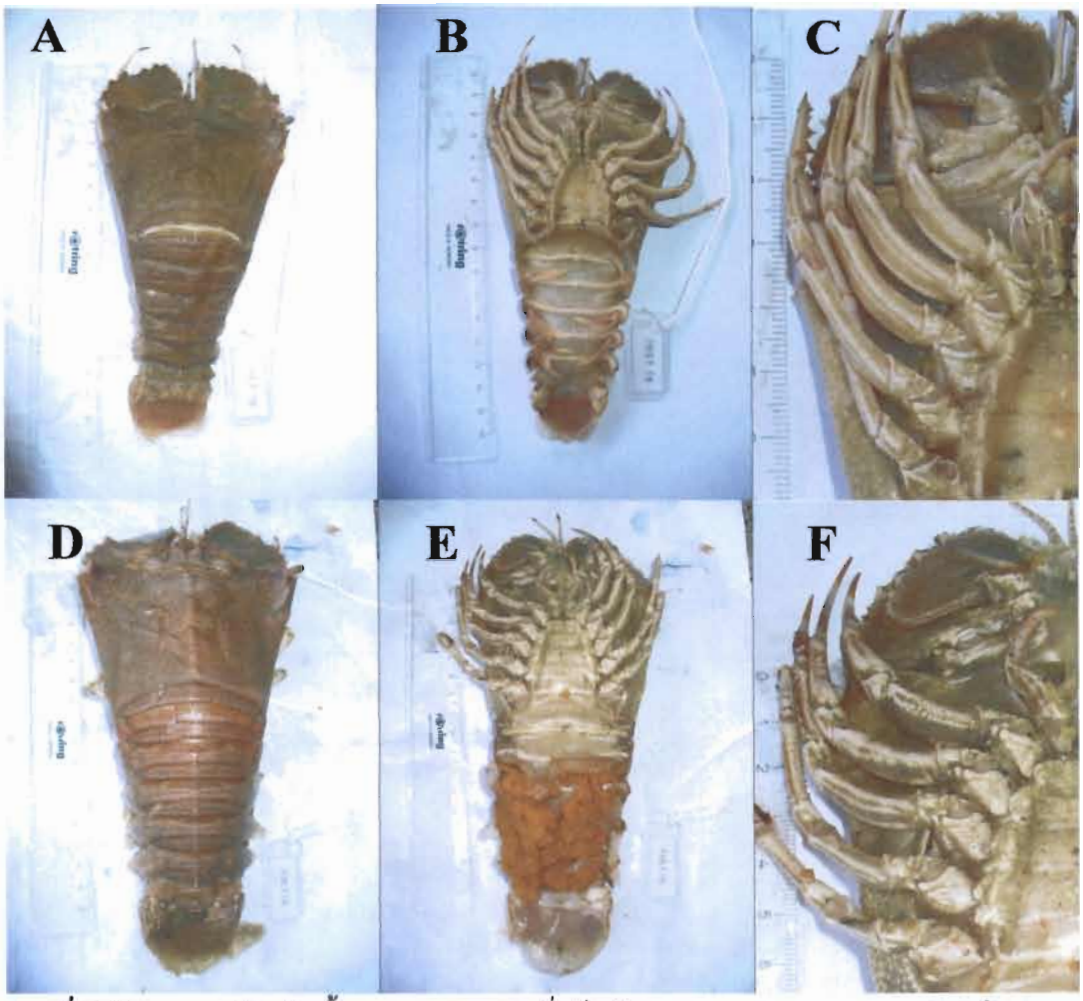
ออกเดินทางสำรวจสะพานปลา ณ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ในวันที่ 24 เมษายน 2554 ผลปรากฏว่าสามารถเก็บตัวอย่างกั้งกระดานได้ 10 ตัวอย่าง กั้งกระดานที่นำมาวางจำหน่ายนั้นมีทั้งกั้งกระดานแช่แข็งและกั้งกระดานเป็น โดยทั้งกั้งกระดานเป็นและแช่แข็งราคากิโลกรัมละ 420 ถึง 450 บาท

ผลการศึกษา

เมื่อระบุสปีชีส์โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกตาม Burton และ Davie (2007) แล้ว (ดูตัวอย่างการจำแนกในรูปที่ 3) พบว่าสามารถจำแนกตัวอย่างกั้งกระดาน 20 ตัวอย่างเป็น 2 สปีชีส์ คือกั้งกระดาน 13 ตัวอย่างถูกระบุว่าเป็น *T. indicus* (Chon01, Chon02, Chon03, Chon04, Chon05, Chon06, Chon07, Chon08, Chon09, Chon10, Phet01, Phet07 และ Phet08) และอีก 7 ตัวอย่างถูกระบุว่าเป็น *T. orientalis* (Phet02, Phet03, Phet04, Phet05, Phet06, Phet09 และ Phet10) ตามลักษณะที่ถูกเสนอไว้ว่า *T. orientalis* มีลวดลายสีน้ำตาลปรากฏบนขาเดิน ขณะที่ *T. indicus* ไม่มีลวดลายใดๆ บนขาเดิน (รูปที่ 3E และ 3F) จะเห็นว่า *T. indicus* นั้นพบได้จากทั้งจังหวัดชลบุรีและจังหวัดเพชรบุรี ขณะที่ *T. orientalis* นั้นพบเฉพาะที่จังหวัดเพชรบุรีเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าตามเปลือกแข็งที่หุ้มบริเวณส่วนหัวของ *T. orientalis* มีจุดสีชมพูและแต้มสีชมพูใกล้กับบริเวณเบ้าตา ขณะที่ *T. inidicus* ไม่มีอีกด้วย

สำหรับผลการวัดอัตราส่วนความยาวของอวัยวะต่างๆ ของกั้งกระดานเพื่อระบุสปีชีส์ตามวิธีการของ Burton และ Davie (2007) นั้นแสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยมีตัวอย่างกั้งกระดานเพียงแปดตัวอย่าง (Chon01, Chon03, Chon05, Chon09, Chon10, Phet03, Phet07 และ Phet08) สามารถใช้ในการระบุสปีชีส์ได้อย่างชัดเจน

จากผลการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน COI พบว่าสามารถสร้างตารางข้อมูลที่ยาว 399 คู่เบสจากตัวอย่างกั้งกระดานเพียง 18 ตัวอย่าง (ไม่สามารถเพิ่มปริมาณยีน COI ในตัวอย่าง Phet04 และ Phet08 ได้สำเร็จ) แผนภูมิต้นไม้แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการที่ถูกสร้างขึ้นด้วยวิธีมัธยัสถ์สูงสุดมีความยาวน้อยที่สุด 197 ขั้นของการเปลี่ยนแปลง (step change) และมีจำนวนแผนภูมิที่สั้นที่สุดเท่ากันนี้จำนวน 4 แผนภูมิ (แสดงตัวอย่างในรูปที่ 4) ซึ่งมีค่าดัชนี consistency index (CI) เท่ากับ 0.832 มีค่า retention index (RI) เท่ากับ 0.927 และค่า rescaled consistency index (RC) เท่ากับ 0.771 เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิต้นไม้สอดคล้องกึ่งเข้มงวด (semi-strict consensus) ที่ได้จากทั้ง 4 แผนภูมิ (รูปที่ 5) จะเห็นว่ากั้งกระดานทั้ง 18 ตัวอย่างที่เก็บมาจากจังหวัดชลบุรีและเพชรบุรีมีการจับกลุ่มกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของกั้งกระดานสปีชีส์ต่างๆ (*T. orientalis*, *T. unimaculatus*, *T. australiensis*, *T. indicus* and *T. parindicus*; จาก Burton และ Davie, 2007) อยู่เป็นกลุ่มโมโนไฟเลติก (monophyletic group) แยกออกจาก *Ibacus peroinii* ซึ่งกำหนดให้เป็นสิ่งมีชีวิตนอกกลุ่ม



ภาพที่ 3 ลักษณะของตัวอย่างกั้งกระดาน Phet08 ซึ่งเป็นตัวแทนของ *Thenus indicus* [(A) ด้าน dorsal (B) ด้าน ventral (C) ขาเดินที่ไม่มีลวดลาย] และตัวอย่างกั้งกระดาน Phet06 เป็นตัวแทนของ *T. orientalis* [(D) ด้าน dorsal (E) ด้าน ventral (F) ขาเดินที่มีจุดและลวดลายสีน้ำตาล]

ตารางที่ 3 การระบุสปีชีส์ของตัวอย่างกั้งกระดาน ด้วยวิธีวัดอัตราส่วนความยาวของกั้งกระดาน 20 ตัวอย่างเกี่ยวกับสปีชีส์ที่ระบุด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก ตัวเลขที่เป็นอักษรตัวเข้มแสดงค่าอยู่ในช่วงที่สามารถใช้ระบุสปีชีส์ตาม Burton และ Davie (2007) อักษรสำหรับแต่ละสปีชีส์ได้แก่ ind หมายถึง *T. indicus*, ori หมายถึง *T. orientalis* และ uni หมายถึง *T. unimaculatus*

ตัวอย่าง	อัตราส่วนความยาว								สปีชีส์ที่ระบุจากวิธีวัดความยาว	สปีชีส์ที่ระบุจากลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอก
	CW1/CL	ML3/CL	MW1/CL	MW2/CL	PL1/CL	PL2/CL	PW1/PL1	TL/TW		
Chon01 (live)	1.29	**0.46**	-[b]	0.088	-[b]	0.27	-[b]	0.27	ind	ind
Chon02 (live)	1.29	**0.51**	0.09	**0.077**	0.28	-[b]	0.19	0.25	ori, ind	ind
Chon03 (live)	1.20	**0.49**	0.27	0.081	0.27	-[b]	0.27	0.30	ind	ind
Chon04 (live)	1.24	**0.47**	0.10	0.083	0.27	0.33	0.27	**0.34**	ori, ind	ind
Chon05 (live)	1.29	**0.45**	0.10	0.083	0.27	0.35	0.30	0.25	ind	ind
Chon06 (live)	1.23	**0.48**	0.10	0.083	0.26	0.34	0.27	**0.33**	ori, ind	ind
Chon07 (live)	1.27	**0.49**	0.09	**0.078**	0.25	0.34	0.28	0.29	ori, ind	ind
Chon08 (live)	**1.43**	**0.54**	0.10	0.088	0.28	**0.51**	0.28	0.27	uni, ind	ind
Chon09 (live)	1.20	**0.47**	0.09	0.087	0.25	0.36	0.29	0.25	ind	Ind
Chon10 (live)	1.24	**0.47**	0.10	0.084	0.26	0.35	0.30	0.29	ind	ind
Phet01 (frozen)	1.25	**0.56**	0.35	0.468	**0.06**	0.06	**1.43**	0.26	uni, ind	ind
Phet02 (frozen)	1.24	**0.48**	0.10	0.093	0.27	0.33	0.30	**0.34**	ori, ind	ori
Phet03 (frozen)	1.24	0.44	0.10	0.091	0.24	0.31	0.34	**0.33**	ori	ori
Phet04 (frozen)	1.22	**0.46**	0.41	0.089	0.26	0.31	0.30	0.29	ind	ori
Phet05 (frozen)	1.21	**0.46**	0.09	0.084	0.26	0.35	0.31	**0.32**	ori, ind	ori
Phet06 (frozen)	1.21	**0.45**	0.09	0.085	0.26	0.32	0.33	0.29	ind	ori
Phet07 (frozen)	1.28	**0.53**	0.09	0.088	0.27	0.32	0.26	0.29	ind	ind
Phet08 (frozen)	1.27	**0.52**	0.10	0.080	0.29	0.38	0.27	0.27	ind	ind
Phet09 (frozen)	1.22	0.44	0.09	0.080	0.25	0.31	0.30	0.28	-[a]	ori
Phet10 (frozen)	1.24	**0.46**	0.09	0.086	0.26	0.32	0.29	0.31	ind	ori

[a] ตัวอย่าง Phet09 ไม่สามารถถูกระบุสปีชีส์ได้ด้วยวิธีวัดความยาว เนื่องจากอัตราส่วนไม่ตรงตามเกณฑ์ของ Burton และ Davie (2007) เลย

[b] ไม่สามารถวัดความยาวได้เนื่องจากขาเดินคู่ที่ 1 และ 2 เสียหาย

สรุปและวิจารณ์ผล

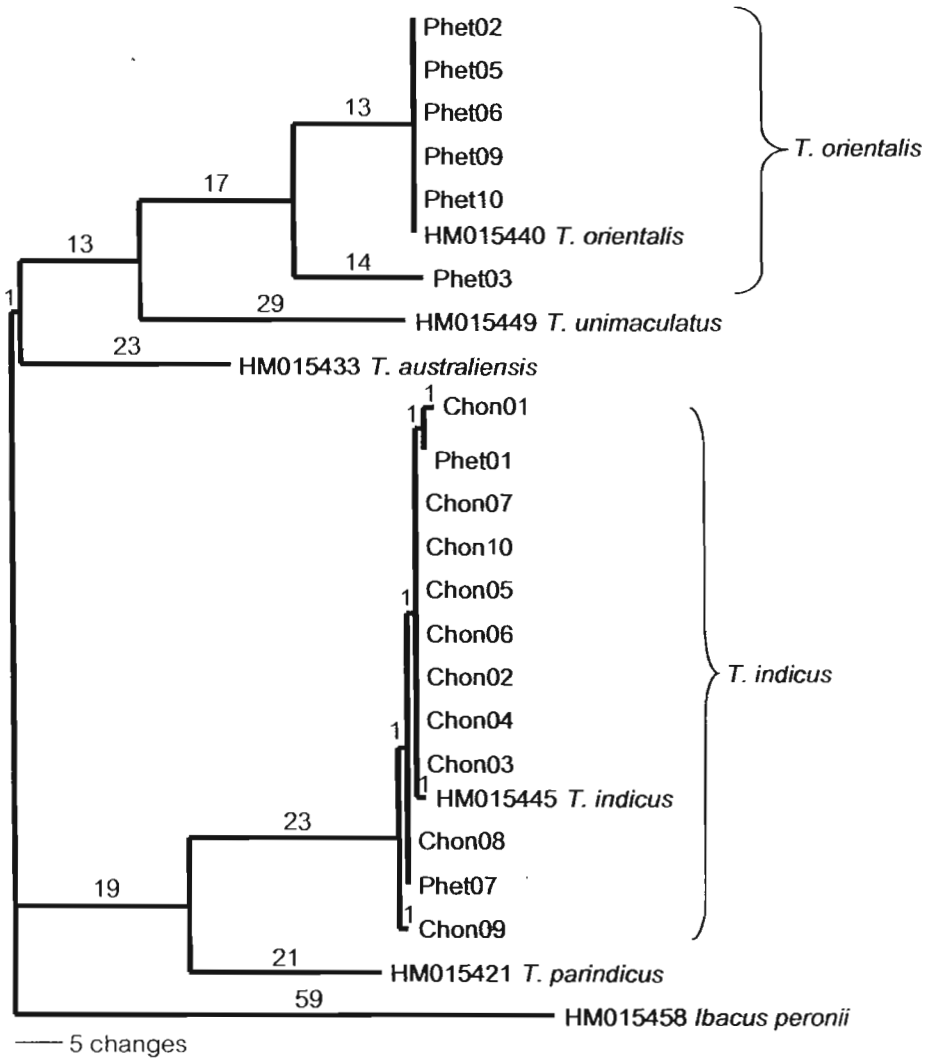
จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่ามีตัวอย่างกั้งกระดานเพียงแปดตัวอย่างที่สามารถระบุชื่อสปีชีส์โดยใช้วิธีอัตราส่วนและให้ผลสอดคล้องกับวิธีการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก ในขณะที่มีตัวอย่างกั้งกระดานอีกแปดตัวอย่างที่ถูกระบุชื่อสปีชีส์ที่อาจเป็นไปได้ไว้มากกว่าหนึ่งชื่อ ยกตัวอย่างเช่น ตัวอย่าง Chon02 ถูกระบุว่าเป็น *T. indicus* เนื่องจากมีอัตราส่วนระหว่าง ML3 และ CL เท่ากับ 0.51 ซึ่งมากกว่าค่า 0.45 ที่แนะนำ ขณะที่มีอัตราส่วนระหว่าง MW2 และ CL เท่ากับ 0.077 ซึ่งน้อยกว่าค่า 0.079 ที่แนะนำ และสามารถระบุว่าเป็น *T. orientalis* เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีกั้งกระดานอีก 3 ตัวอย่าง (Phet04, Phet06 และ Phet10) ที่ระบุชื่อสปีชีส์โดยใช้วิธีอัตราส่วนได้หนึ่งชื่อแต่ไม่สอดคล้องกับชื่อสปีชีส์ที่ได้จากวิธีการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก

จะเห็นได้ว่ามีตัวอย่างเพียง 40 เปอร์เซนต์เท่านั้นที่ถูกระบุชื่อสปีชีส์โดยวิธีวัดอัตราส่วนความยาวได้ถูกต้อง ดังนั้น เกณฑ์สำหรับอัตราส่วนต่างๆ ที่ใช้ในการจำแนกสปีชีส์ของ Burton และ Davie (2007) อาจต้องมีการปรับให้เหมาะสมสำหรับการระบุสปีชีส์ของกั้งกระดานสกุล *Thenus* ในประเทศไทยโดยเฉพาะ ตัวอย่างเช่น อัตราส่วนระหว่าง ML3 และ CL ควรปรับเป็นมากกว่า 0.48 สำหรับระบุ *T. indicus* และอัตราส่วนระหว่าง MW2 และ CL ควรปรับเป็นน้อยกว่า 0.077 สำหรับระบุ *T. orientalis* โดยที่ควรมีการเก็บตัวอย่างกั้งกระดานในประเทศไทยเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ได้อัตราส่วนที่ระบุได้ถูกต้องที่สุด

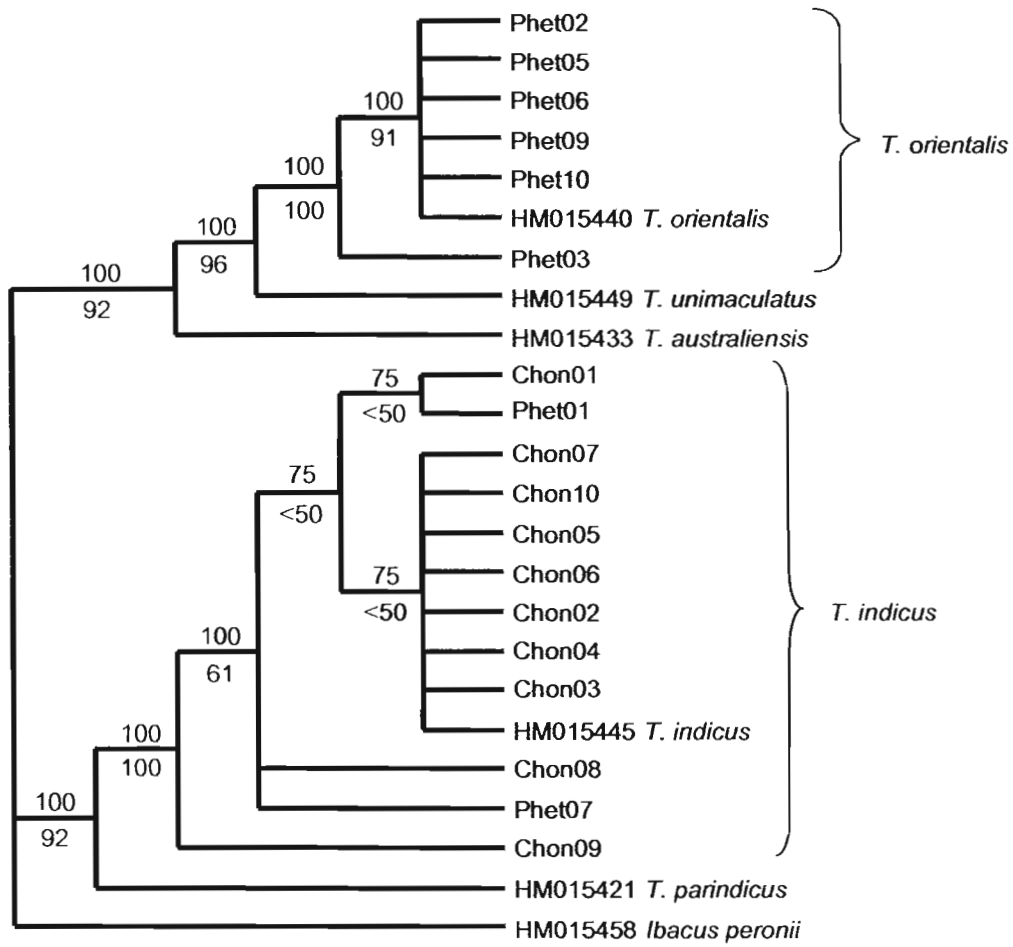
แผนภูมิต้นไม้แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการในรูปที่ 4 และ 5 สามารถนำมาใช้ระบุสปีชีส์ของกั้งกระดานสกุล *Thenus* ได้โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการในสองกลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มของ *T. indicus* มีการจับกลุ่ม ด้วยค่าสถิติบูทสแทร็ป 100 เปอร์เซนต์ระหว่างลำดับนิวคลีโอไทด์อ้างอิง HM015445 กับตัวอย่างกั้งกระดานทั้งหมดจากจังหวัดชลบุรี (Chon01 ถึง Chon10) รวมถึงตัวอย่างกั้งกระดานอีก 2 ตัวอย่างจากจังหวัดเพชรบุรี (Phet01 และ Phet07) ส่วนกลุ่มของ *T. orientalis* นั้น มีการจับกลุ่มด้วยค่าสถิติบูทสแทร็ป 100 เปอร์เซนต์ระหว่างลำดับนิวคลีโอไทด์อ้างอิง HM015440 กับตัวอย่างกั้งกระดาน 6 ตัวอย่างจากจังหวัดเพชรบุรี Phet02, Phet03, Phet05, Phet06, Phet09 และ Phet10 ที่แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ถึงแม้ว่าลำดับนิวคลีโอไทด์อ้างอิงของ *T. orientalis* (HM015440) จะมีลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมดเหมือนกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอย่าง Phet02, Phet05, Phet06, Phet09 และ Phet10 แต่กลับมีความแตกต่างกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอย่าง Phet03 ถึง 27 คู่เบส อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอย่าง Phet03 ยังมีความคล้ายคลึงกับของ *T. orientalis* มากกว่าของ *T. unimaculatus* (แตกต่างกัน 60 คู่เบส) ดังนั้นจึงควรที่จะระบุว่าตัวอย่าง Phet03 เป็น *T. orientalis*

จากผลการระบุสปีชีส์และแผนภูมิความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของตัวอย่างกั้งกระดานทั้งหมด จะพบว่าการกระจายพันธุ์ของ *T. orientalis* นั้นถูกจำกัดอยู่เฉพาะฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย ในทางกลับกันการจับกลุ่มกันระหว่างลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอย่างกั้งกระดาน *T. indicus* จากจังหวัดชลบุรี และตัวอย่างจากจังหวัดเพชรบุรี แสดงให้เห็นว่า *T. indicus* มีการแพร่กระจายกว้างกว่า *T. orientalis* เมื่อพิจารณารายงานการแพร่กระจายของ *T. orientalis* และ *T. indicus* ตามที่ Burton และ Davie (2007)

ได้เคยเสนอไว้ พบว่า *T. indicus* น่าจะสามารถพบได้จากทะเลทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ขณะที่ *T. orientalis* ควรจะมีอยู่เฉพาะในอ่าวไทยเท่านั้น (Burton และ Davie, 2007) สาเหตุที่ทำให้มีการแพร่กระจายของกั้งกระดานทั้ง 2 สปีชีส์นี้แตกต่างกันอาจเนื่องจากความแตกต่างความแตกต่างทางนิเวศวิทยาระหว่าง *T. orientalis* และ *T. indicus* โดยพบว่า *T. indicus* มักจะอยู่อาศัยในบริเวณที่น้ำตื้นกว่า *T. orientalis*



ภาพที่ 4 แผนภูมิต้นไม้แสดงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ หนึ่งในสี่แผนภูมิที่สร้างด้วยวิธีมัธยัสถ์สูงสุด แผนภูมินี้สร้างขึ้นโดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน COI ยาว 399 คู่เบส จากตัวอย่างกั้งกระดานที่นำมาวิจัยจำนวน 18 ตัวอย่าง โดยมีกั้ง *Ibacus peronii* เป็นสิ่งมีชีวิตนอกกลุ่ม ตัวเลขที่อยู่บนกิ่งแสดงความแตกต่างของวิวัฒนาการมีหน่วยเป็นคู่เบส



ภาพที่ 5 แผนภูมิต้นไม้สอดคล้องกึ่งเข้มงวด (semi-strict consensus) ที่ได้จากแผนภูมิต้นไม้แบบมัธยัสถ์สูงสุด (most parsimonious) จำนวน 4 แผนภูมิ โดยใช้วิธีค้นหาแผนภูมิต้นไม้แบบเฮอริสติก (heuristic) และใช้แมทริกซ์ข้อมูล (data matrix) ของยีน COI ยาว 399 คู่เบส ซึ่งเป็นของกั้งกระดานสกุล *Thenus* จำนวน 23 ตัว ตัวเลขที่อยู่เหนือกิ่งแสดงร้อยละของการเข้ากันได้ (percentages of congruency) ของแผนภูมิต้นไม้ที่สร้างได้ทั้งหมด และตัวเลขที่อยู่ใต้กิ่งแสดงค่าสถิติบูตสแทร็ป (bootstrap) โดยใช้ 1,000 ซ้ำ

ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่เราได้จากการสัมภาษณ์ชาวประมงในพื้นที่ กล่าวคือ *T. indicus* มักจะถูกจับแบบยังให้มีชีวิตอยู่ก่อนจะจำหน่ายโดยเรือประมงขนาดเล็กซึ่งออกไปทำประมงไม่ไกลจากฝั่งมากนัก ขณะที่ *T. orientalis* มักจะถูกจับแล้วนำไปแช่แข็งทันทีด้วยเรือประมงขนาดใหญ่ซึ่งออกไปทำประมงในบริเวณที่มีความลึกมากกว่า และต้องใช้เวลานานกว่าจะกลับเข้าฝั่ง ทั้งนี้มีการรายงานเกี่ยวกับความแตกต่างทางนิเวศวิทยาของกั้งกระดานสกุล *Thenus* สปีชีส์อื่น ได้แก่ *T. parindicus* โดยพบว่ามันมักจะอาศัยอยู่ในบริเวณที่น้ำตื้นกว่า *T. australiensis* โดยที่ *T. parindicus* มักจะอาศัยอยู่ในโคลน ขณะที่ *T.*

australiensis มักอาศัยอยู่ในทราย (Jones, 1993; 2007) อย่างไรก็ตาม ยังไม่เคยมีผู้ทำการศึกษานิเวศวิทยาของ *T. orientalis* และ *T. indicus* โดยละเอียด

สำหรับการแพร่กระจายพันธุ์ของ *T. indicus* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนนั้น ผลงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าประชากรของ *T. indicus* จากจังหวัดชลบุรีและเพชรบุรีมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกันอย่างใกล้ชิด อย่างไรก็ตาม การที่กั้งกระดานเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ตามพื้นท้องทะเลและไม่สามารถเคลื่อนที่เป็นระยะทางไกลอีกด้วย (Jones, 2007) จึงเป็นไปได้ว่า ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมอย่างใกล้ชิดระหว่างประชากรของกั้งกระดาน *T. indicus* ของบริเวณที่ห่างกันกว่า 100 กิโลเมตรนี้ อาจเป็นไปได้ว่ากระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนเป็นตัวการสำคัญที่ช่วยพัดพาเอาตัวอ่อนของ *T. indicus* จากทั้ง 2 บริเวณให้มีการแลกเปลี่ยนกันได้ในแต่ละช่วงฤดูกาลของปี โดยในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม กระแสน้ำจะมีทิศทางตามเข็มนาฬิกาโดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน กระแสน้ำจะมีทิศทวนเข็มนาฬิกาโดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อย่างไรก็ตาม ยังจะต้องมีการเก็บตัวอย่างกั้งกระดานเพิ่มเติมอีกเพื่อยืนยันแนวความคิดนี้

การใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาร่วมกับลำดับนิวคลีโอไทด์สามารถใช้บอกความหลากหลายทางพันธุกรรมและระดับสปีชีส์ของกั้งกระดานสกุล *Thenus* จากบริเวณพื้นที่ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และบริเวณอ่าวไทยตอนบนได้ โดยแสดงให้เห็นว่าสามารถแยกแยะกั้งกระดาน *T. orientalis* ออกเป็นคนละสปีชีส์กับ *T. indicus* โดยดูจากลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน COI และลักษณะของขาเดิน โดยที่ขาเดินของ *T. orientalis* มีลวดลายสีน้ำตาลอยู่บนขา และ *T. orientalis* มีการแพร่กระจายอยู่เฉพาะฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยตอนบนเท่านั้น ขณะที่ *T. indicus* พบกระจายอยู่ทั้งฝั่งตะวันตกและตะวันออกของอ่าวไทย จากการศึกษานี้ เราขอเสนอชื่อท้องถิ่น (local name) สำหรับกั้งกระดานทั้งสองสปีชีส์ดังนี้คือ ให้เรียก *T. indicus* ว่า กั้งกระดานธรรมดา (common shovel-nosed lobster) ขณะที่ *T. orientalis* ให้เรียกว่า กั้งกระดานขาลาย (spotted-leg shovel-nosed lobster) ส่วนคำถามอื่นที่น่าสนใจในการศึกษาวิจัยต่อไปนั้นได้แก่ การค้นหากั้งกระดานสปีชีส์อื่นๆ ของสกุล *Thenus* ที่อาจพบได้ในประเทศไทย รวมถึงโครงสร้างทางพันธุศาสตร์ประชากรของ *T. indicus* ซึ่งน่าจะพบได้ทั่วไปในประเทศไทย ข้อมูลเหล่านี้มีจะความจำเป็นต่อการจัดทำแผนเพื่อใช้ประโยชน์และอนุรักษ์กั้งกระดานของประเทศไทยต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : องค์การค้าของคุรุสภา, 2540.

ทรงชัย สหวัชรินทร์. การศึกษาชีวประวัติของกั้งกระดาน *Thenus orientalis* (Lund). รายงานประจำปี 2514-15. สถานีประมงทะเลสงขลา. 2515.

ไพบูลย์ นัยเนตร. Larval Stages of Three Phyllosoma Larvae and Their Distribution in The Gulf of Thailand. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต แผนกวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2504.

ไพบูลย์ นัยเนตร. Scyllarid Lobsters and Their Phyllosoma Larvae in The Gulf of Thailand. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2506.

สันติ สังข์ทอง. การทดลองติดเครื่องหมายบนตัวกั้งกระดานที่เลี้ยงในอ่างอะควาเรี่ยม. รายงานประจำปี 2522, งานสัตว์น้ำอื่นๆ, กองประมงทะเล, กรุงเทพฯ : กรมประมง, 2522.

สรามิศร อุไรวรรณ์. การศึกษาชีววิทยาของกั้งกระดานในอ่าวไทย. รายงานประจำปี 2521, งานสัตว์น้ำอื่นๆ, กองประมงทะเล, กรุงเทพฯ : กรมประมง, 2521.

Burton, T. E. and Davie, P. J. F. A revision of the shovel-nosed lobsters of the genus *Thenus* (Crustacea: Decapoda: Scyllaridae), with descriptions of three new species. Zootaxa 1429 (2007): 1-38.

Fisheries and Aquaculture department. Fishery Statistical Collections: Global Production. Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2010.

Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R. and Vrijenhoek, R. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. Molecular. Marine Biology and Biotechnology. 3 (1994) : 294-297.

Jones, C. M. Biology and fishery of the bay lobster, *Thenus* spp. In Lavalli, K. L. and Spanier, E. The Biology and Fisheries of the Slipper Lobster. Crustacean Issues, volume 17. CRC Press. Boca Ranton, Florida. 2007.

Jones, C. M. Population structure of *Thenus orientalis* and *T. indicus* (Decapoda: Scyllaridae) in northeastern Australia. Marine Ecology Progress Series. 97 (2) (1993) : 143–155.

Larkin, M.A., Blackshields, G., Brown, N.P., Chenna, R., McGettigan, P.A., McWilliam, H., Valentin, F., Wallace, I.M., Wilm, A., Lopez, R., Thompson, J.D., Gibson, T.J. and Higgins, D.G. Clustal W and Clustal X version 2.0. Bioinformatics. 23 (2007) : 2947-2948.

Lavelli, K. L. and Spanier, E. Introduction to the biology and fisheries of slipper lobsters. In Lavalli, K. L. and Spanier, E. The Biology and Fisheries of the Slipper Lobster. Crustacean Issues, volume 17. CRC Press. Boca Ranton, Florida. 2007.

Naiyanetr, P. Checklist of Crustaceans Fauna in Thailand (Decapoda, Stomatopoda, Anostraca, Myodopoca and Isopoda). Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand. 2007.

Swofford, D. L. PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, U.S.A. 2002.

Webber, W. R. and Booth, J. D. Taxonomy and evolution. In The Biology and Fisheries of the Slipper Lobster, K. L. Lavalli and E. Spanier, editors. Crustacean Issues, volume 17. CRC Press, Boca Ranton, Florida, U.S.A., pp 38-39. 2007.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อนามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ว่าที่ร้อยตรี เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์.
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ A-4
สถานที่ติดต่อ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ (02) 2185378 **โทรสาร** (02) 2185386
ที่อยู่ 27 ซอย 7 หมู่บ้านสวนแหลมทอง ถนนพัฒนาการ (ซอย 28) เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
E-mail address jessada.d@chula.ac.th

การศึกษา : วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (ชีววิทยาเชิงโมเลกุล) มหาวิทยาลัยเอดินเบอระ ประเทศสหราชอาณาจักร
: วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยมหิดล
: วิทยาศาสตรบัณฑิต (พันธุศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสบการณ์วิจัย : หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง "ระบบวิทยาและวิวัฒนาการระดับอณูของพืชสกุลไก่แดงในประเทศไทย" สนับสนุนโดย สกว. และ สกอ.

: หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง "การคัดเลือกเครื่องหมายทางโมเลกุลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสายพันธุ์ยาสูบในประเทศไทย" สนับสนุนโดย โรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง

: หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง "การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อตรวจสอบสายพันธุ์ของใบยาสูบที่ผ่านกระบวนการบ่มแล้ว" สนับสนุนโดย โรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง

: หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง "การระบุกลุ่มสายพันธุ์ของตัวอย่างยาสูบด้วยเครื่องหมายโมเลกุลแบบมัลติเพล็กซ์พีซีอาร์" สนับสนุนโดย โรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง

: หัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง "ความหลากหลายทางพันธุกรรมของกั้งกระดานสกุล *Thenus* ในประเทศไทยโดยใช้ยีนไซโทโครมซีออกซิเดส หน่วยย่อยที่หนึ่ง" สนับสนุนโดย โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สนองพระราชดำริโดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อพ.สธ.-จฬ.)

งานวิจัยและความเชี่ยวชาญ : ผลงานส่วนใหญ่เป็นการนำความชำนาญทางด้าน molecular phylogenetics มาใช้ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และวิวัฒนาการเชิงโมเลกุลของสิ่งมีชีวิตต่างๆ หลายชนิดในประเทศไทย ร่วมกับหน่วยงานวิจัยต่างๆ หลายแห่งทั้งในและนอกมหาวิทยาลัย เช่น กั้งกระดาน (*Thenus*) พืชสกุล *Aeschynanthus* พืชสกุล *Goniothalamus* พืชสกุล *Didymocarpus* ลิงหางยาว (macaque) กล้วย รวมถึงพืชและสัตว์อีกหลายชนิด รวมทั้งประยุกต์ใช้

molecular phylogenetics กับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้แก่ การวิจัยเกี่ยวกับโปรตีนในเชื้อพลาสโมเดียมที่ก่อโรคมาเลเรีย และการร่วมวิจัยด้านโรคพิษสุนัขบ้า (rabies) กับคณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาฯ ในการศึกษาพยาธิวิทยาและระบาดวิทยาเชิงโมเลกุลของโรคพิษสุนัขบ้า

นอกจากความเชี่ยวชาญด้าน molecular phylogenetics แล้ว ยังมีความชำนาญในด้านการคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุล (molecular marker) ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ด้วยเทคนิคทางดีเอ็นเอ โดยได้ทำวิจัยเชิงเทคโนโลยีชีวภาพให้กับภาคอุตสาหกรรม ดังเช่น การคัดเลือกเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับสายพันธุ์ยาสูบในประเทศไทย

ผลงานวิจัยตีพิมพ์ระดับนานาชาติ :

Iamsuwansuk A, **Denduangboripant J**, and Davie JFP. Molecular and morphological investigations of shovel-nosed lobsters, *Thenus* spp. (Crustacea Decapoda: Scyllaridae) in Thailand. Zoological Studies (in press).

Tenzin, Wacharapluesadee S , **Denduangboripant J**, Dhand NK, Dorji R, Tshering D, Rinzin K, Raika V, Dahal N, and Ward MP. 2011. Rabies virus strains circulating in Bhutan: implications for control. Epidemiology and Infection 139(10): 1457-1462.

Kammarnjesadakul P, Palaga T, Sritunyalucksana K, Mendoza L, Krajaejun T, Vanittanakom N, Tongchusak S, **Denduangboripant J**, Chindamporn A. Phylogenetic analysis of *Pythium insidiosum* Thai strains using cytochrome oxidase II (COX II) DNA coding sequences and internal transcribed spacer regions (ITS). Medical Mycology 49(3): 289-295.

Viraporn V, Yamazaki M, Saito K, **Denduangboripant J**, Chayamarit K, Chuanasa T, Sukrong S. 2011. Correlation of camptothecin-producing ability and phylogenetic in the genus *Ophiorrhiza* . Planta Medica 77(7): 759-764.

Noisangiam R, Nuntagij A, Pongsilp N, Boonkerd N, **Denduangboripant J**, Ronson C, Teaumroong N. 2010. Heavy metal tolerant *Metalliresistens boonkerdii* gen. nov., sp. nov., a new genus in the family Bradyrhizobiaceae isolated from soil in Thailand. Systematic and Applied Microbiology 33(7): 374-382.

Denduangboripant J, Piteekan T, and Nantharat M. 2010. Genetic polymorphism between tobacco cultivar-groups revealed by amplified fragment length polymorphism analysis. CCSE Journal of Agricultural Science 2(2): 41-48. .

Denduangboripant J, Setaphan S, Suwanprasart W, and Panha S. 2010. Determination of Local Tobacco Cultivars using ISSR Molecular Marker. Chiang Mai Journal of Science 37(2): 293-303.

Nantharat M, **Denduangboripant J,** and Suwanprasart W. 2009. Selection of highly variable chloroplast DNA sequences for genetic relationship study of tobacco varieties in Thailand. Proceedings of the 3rd Thailand Botanical Congress. Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok, Thailand. 25-27 March 2009. pp.57-62.

Ouithavon K, Bhumpakphan N, **Denduangboripant J,** Siriaroonrat B, and Trakulnaleamsai S. 2009. An analysis of the phylogenetic relationship of Thai cervids inferred from nucleotide sequences of protein kinase C iota (PRKCI) intron. Kasetsart University Journal. 43:709-719.

Denduangboripant J, Setaphan S, Suwanprasart W, and Panha S. 2008. ISSR molecular marker analysis to determine local varieties of tobacco grown in Thailand. Proceedings of the sixth regional IMT-GT Uninet conference 2008. The Gurney Resort Hotel & Residences, Penang, Malaysia. 28-30 September 2008. pp. 284-287.

Rueangsuttapha S, **Denduangboripant J,** Silayoi B, and Kanchanapoom K. 2008. Genetic relationships among Thai banana cultivars based on random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. In: Thangadurai D, Tang W, Ramachandran A, and Pinheirho de Carvalho MAA (eds.) Biotechnology for Food, Environment and Agriculture, Volume One. Agrobios (India), Jodhpur, India. pp.221-233.

Virunanon C, Chantaroopamai S, **Denduangbaripant** J, and Chulalaksananukul. 2008. Solventogenic-cellulolytic clostridia from 4-step-screening process in agricultural waste and cow intestinal tract. Anaerobe 14(2):109-117.

Yuyen Y, **Denduangboripant J,** Chalermglin P, Cronk QCB, and Anusarnsunthorn V. 2007. A study of *Goniothalamus* (Annonaceae) in Thailand based on chloroplast *trn*L and *trn*G intron sequences. The Natural History Bulletin of the Siam Society 55(2):307-322.

Sunpui W, Eimert K, Silayoi B, **Denduangboripant J,** Schröder M-B, Kanchanapoom K. 2007. Molecular phylogeny of banana cultivars from Thailand based on HAT-RAPD markers. Genetic Resources and Crop Evolution 54:1565-1572.

Denduangboripant J, Cronk QCB, Kokubugata G, and Möller M. 2007. Variation and inheritance of nuclear ribosomal DNA clusters in *Streptocarpus* (Gesneriaceae) and their biological and phylogenetic implications. International Journal of Plant Science 168:455-467.

Palee P, **Denduangboripant J,** Anusarnsunthorn V, Moller M. 2006. Molecular phylogeny and character evolution of Didymocarpus (Gesneriaceae) in Thailand. Edinburgh Journal of Botany 63(2&3):1-22.

Denduangboripant J, Wacharapluesadee S, Lumlertdacha B, Ruankaew N, Hoonsuwan W, Puanghat A, Hemachudha T. 2005. Transmission dynamics of rabies virus in Thailand: Implications for disease control. BMC Infectious Diseases 5:52.

Lumlertdacha B, Wacharapluesadee S, **Denduangboripant J**, Ruankaew N, Hoonsuwan W, Puanghat A, Sakarasaeranee P, Briggs D, and Hemachudha T. 2005. Complex genetic structure of rabies virus in Bangkok city and its surrounding provinces: Implications for canine rabies control. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 100:276-281.

Denduangboripant J, Malaivijitnond S, Hamada Y, Varavudhi Puttipong, Takenaka O. 2005. Genetic diversity and phylogeography of long-tailed macaques in Southeast Asia. The Natural History Journal of Chulalongkorn University supplement 1:89.

Malaivijitnond S, Takenaka O, Takenaka A, **Denduangboripant J**, Urasopon N, Suryobroto B, Hamada Y. 2004. Genetic diversity between local troops of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) in Thailand. Primate Research 20(supplement):41.

Rojpibulstit P, Kangsadalampai S, Ratanavalachai T, **Denduangboripant J**, Chavalitshewinkoon-Petmitr P. 2004. Glutathione-S-transferases from chloroquine-resistant and -sensitive strains of *Plasmodium falciparum*: What are their differences? Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health 35:292-299.

Malaivijitnond S, **Denduangboripant J**, Takenaka O, Hamada Y. 2004. Biodiversity of macaque monkeys in Thailand. In: Oishi T, Tsutsui K, Tanaka S, Kikuyama S (eds.). Trends in Comparative Endocrinology. Asia and Oceania Society for Comparative Endocrinology, pp.64-66.

Hemachuda T, Wacharapluesadee S, Lumlerdaecha B, Oriciari LA, Rupprecht CE, Laongpant M, Juntrakul S, **Denduangboripant J**. 2003. Sequence analysis of rabies virus in humans exhibiting encephalitic or paralytic rabies. The Journal of Infectious Diseases 188:960-966.

Denduangboripant J, Mendum M, Cronk QCB. Evolution in *Aeschynanthus* (Gesneriaceae) inferred from ITS sequences. Plant Systematics and Evolution 2001, 228; 181-197.

Denduangboripant J, Cronk QCB. Evolution and alignment of the hypervariable arm 1 of *Aeschynanthus* (Gesneriaceae) ITS2 nuclear ribosomal DNA. Molecular Phylogenetics and Evolution 2001, 20; 163-172.

Denduangboripant J, Cronk QCB. High intraindividual variation in internal transcribed spacer sequences in *Aeschynanthus* (Gesneriaceae): implications for phylogenetics.

Proceedings of the Royal Society of London series B- Biological Sciences 2000, 267; 1407-1415.

ผลงานวิจัยตีพิมพ์ระดับชาติ :

จันทนี มโนน้อม, **เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์**. 2547. การคัดเลือกเครื่องหมายทางโมเลกุลแบบไอเอสเอสอาร์เพื่อตรวจสอบสายพันธุ์ยาสูบ. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) 3:251-262.

ปองทิพย์ ใจดี, **เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์**, สมศักดิ์ ปัญหา, วรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล. 2547. การสำรวจจำนวนโครโมโซมของพืชสกุลไก่แดง (*Aeschynanthus* Jack) บางชนิดที่พบในประเทศไทย. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) 3:241-249.

นพัต จันทรวิสูตร, **เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์**. 2547. การยับยั้งการเจริญของเชื้อราจากข่าที่ผสมในเค้ก. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) 3:19-34.

หนังสือ:

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2554. โรคไต (ส่วนเด็กกลาง และส่วนเด็กเล็ก). ใน สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 36. โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว , กรุงเทพฯ. หน้า 277-282.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2551. อนาคตประเทศไทยกับการปัญหาด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อม. ใน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ทางรอด...ประเทศไทย. บริษัท ฐานการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 188-229.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2551. พืชจีเอ็ม : คำถามแห่งศตวรรษ. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2550. ชีวสนเทศศาสตร์ (ส่วนเด็กกลาง และส่วนเด็กเล็ก). ใน สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 32. โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, กรุงเทพฯ. หน้า 179-183.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2549. จากกำเนิดแห่งชีวิตถึงความหลากหลายของเซลล์. ใน สิทธิศักดิ์ หรรษาเวก และชัยวัฒน์ สว่างคง (บรรณาธิการ). เซลล์ชีววิทยาทางการแพทย์ 1 ชีวโมเลกุลและบทบาทของเซลล์. ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. หน้า 21-30.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2549. โรคอัลไซเมอร์ (ส่วนเด็กกลาง และส่วนเด็กเล็ก). ใน สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 31. โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, กรุงเทพฯ. หน้า 267-271.

พงชัย หาญยุธนากร และ เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์ (ผู้แปล). 2546. สำรวจโลกวิทยาศาสตร์: คู่มือครูน้ำของโลก. บริษัทเพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า จำกัด. กรุงเทพฯ.

พงชัย หาญยุธนากร และ เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์ (ผู้แปล). 2546. สำรวจโลกวิทยาศาสตร์: น้ำของโลก. บริษัทเพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า จำกัด. กรุงเทพฯ.

บทความทางวิชาการ:

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2553. จีที200 / สนิฟเฟ็กซ์ / อัลฟ่า6 ฯลฯ เครื่องตรวจมหัศจรรย์หรือไม้ล้างป่าช้า กายสิทธิ์. เนชั่น สุดสัปดาห์. ปีที่ 18 ฉบับที่ 920 วันที่ 15 มกราคม 2553 หน้า 22-23.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2550. จากมนุษย์ถ้ำจนเป็นคน. นิตยสาร สสวท. ปีที่ 35 ฉบับที่ 147 หน้า 52-55.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2548. สถานภาพการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบัน (ตอนที่ 2). วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) ปีที่ 4 ฉบับที่ 3 หน้า 159-170.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2548. สถานภาพการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบัน (ตอนที่ 1). วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 หน้า 79-86.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2548. ซูโอโนซิส มหันตภัยเงียบจากเพื่อนร่วมโลก. จุลสารพันธุศาสตร์ ปีที่ 25 ฉบับพิเศษ หน้า17-19.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2548. โฉมหน้าใหม่ของอนุกรมวิธาน จากสัณฐานวิทยามาสู่วงศ์วานวิวัฒนาการเชิงโมเลกุล. ใน ชีววิวัฒน์ 80 ปี ภาควิชาชีววิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ หน้า 81-89.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2548. พิษสุนัขบ้า โรคร้ายที่คนลืม. จุฬาวิชาการ'48, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2548. เกาะติดสถานการณ์ไข้หวัดนก มหันตภัยข้ามโลก : Avian Flu. จุฬาวิชาการ'48, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2547. วงศ์วานวิวัฒนาการเชิงโมเลกุล Molecular Phylogenetics. จุลสารพันธุศาสตร์ ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 หน้า 18-23.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2547. แผนที่ลิ้นลงโลก. วารสารอัพเดต ปีที่ 19 ฉบับที่ 207 หน้า 34-39.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2547. บทเรียนจากชาร์ส. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 หน้า 49-60.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2546. โครงสร้างเชิงโมเลกุลของกรดนิวคลีอิก: โครงสร้างของกรดดีออกซีไรโบสนิวคลีอิก. วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 57 ฉบับที่ 3 หน้า163-65.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์.2546. ชีวะอัศจรรย์. วารสารกรองสถานการณ์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 หน้า 105- 106.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2546. 10 สุดยอดของการค้นพบในรอบปี. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 หน้า 247-272.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2546. พืชไร่ดัดแปลงพันธุกรรม กับสถานการณ์ล่าสุดทั่วโลก. วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 57 ฉบับที่ 6 หน้า 363-381.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2545. ระบบวิทยาและวงศ์วานวิวัฒนาการ (systematics and phylogeny) เปิดโลกทัศน์ใหม่ทางชีววิทยา. วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 56 ฉบับที่ 3 หน้า168-175.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2545. การสร้างวงษ์วานวิวัฒนาการขึ้นมาใหม่ขั้นพื้นฐาน. ใน หนังสือการประชุมวิชาการเรื่อง Molecular techniques for biodiversity research, 11-12 ธันวาคม 2545, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2545. จากจีโนมสู่จีเอ็มโอ 1. จุฬาวิชาการ'45, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์. 2545. จากจีโนมสู่จีเอ็มโอ 2. จุฬาวิชาการ'45, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.