โครงสร้างประชากรปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) จากฝั่งทะเลอันดามันโดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์จากยีน Cytochrome b เป็นเครื่องหมายพันธุกรรม

นางสาวปวันรัตน์ บัวโรย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

The population structure of Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) from the Andam an sea coast of Thailand on the Cytochrome b sequences

Miss Pawanrat Bouroy

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Marine Science
Department of Marine Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โครงสร้างประชากรปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) จากฝั่งทะเลอันดามันโดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์จากยีน Cytochrome b เป็นเครื่องหมายพันธุกรรม
โดย	นางสาวปวันรัตน์ บัวโรย
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศานิต ปิยพัฒนากร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศานิต ปิยพัฒนากร)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิติธรรมยง)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี พุ่มพวง)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปวันรัตน์ บัวโรย : โครงสร้างประชากรปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) จากฝั่งทะเลอันดามันโดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์จากยีน Cytochrome b เป็นเครื่องหมายพันธุกรรม (The population structure of Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) from the Andaman sea coast of Thailand on the Cytochrome b sequences) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร. ศานิต ปิยพัฒนากร{, 102 หน้า.

ปลาลังเป็นปลาที่มนุษย์ใช้บริโภคมาตั้งแต่โบราณ พบได้ทั่วไปในบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือทำการประมงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นทำให้สามารถจับปลาลังได้มากขึ้นส่งผลกระทบต่อปริมาณปลาลังหากไม่มีการจัดการทรัพยากรอย่างถูกต้อง การจัดการทรัพยากรปลาที่ดีต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างประชากรของปลาชนิดนั้นๆ การศึกษานี้เป็นการสำรวจกลุ่มประชากรย่อยของปลาลังในประเทศไทยเขตชายฝั่งทะเลอันดามัน โดยใช้เครื่องหมายพันธุกรรมบริเวณที่ครอบคลุมลำดับนิวคลีโอไทด์ส่วนไซโตโครมบี (Cytochrome b) ภายในสารพันธุกรรมไมโตคอนเดรีย (Mitochondrial DNA) เก็บตัวอย่างปลาจากชายฝั่งทะเลอันดามันโดยแบ่งสถานีในการเก็บตัวอย่างออกเป็นจำนวน 18 สถานี กระจายอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัด ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และ สตูล เป็นจำนวนทั้งหมด 104 ตัวอย่าง การวิเคราะห์โครงสร้างประชากรไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชากรปลาลัง ($P>0.001$) แผนผังแสดงความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการพบการแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ภายในสองกลุ่มประกอบไปด้วยปลาลังจากทุกสถานี ไม่พบการแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยตามระยะห่างของสถานี สอดคล้องกับลักษณะทางชีววิทยาของปลาลังและลักษณะกระแสน้ำชายฝั่งทะเลอันดามัน ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้จัดการทรัพยากรปลาให้มีความยั่งยืนต่อไปได้ในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา	2557	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5472239323 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEYWORDS: INDIAN MACKEREL / GENETIC MARKER / POPULATION STRUCTURE / ANDAMAN SEA

PAWANRAT BOUROY: The population structure of Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) from the Andaman sea coast of Thailand on the Cytochrome b sequences. ADVISOR: JES KETTRATAD, CO-ADVISOR: SANIT PIYAPATTANAKORN{, 102 pp.

Indian Mackerel has been used for human consumption since ancient times and generally found in every coastal regions of Thailand. At present day fishing gear have been developed to make fishing more efficient and certainly impacts its abundance, if it is not managed effectively. Genetic structure is a vital information in managing a fishery resource. This study surveyed genetic structure of Indian Mackerel from Andaman Sea by using the Cytochrome b genetic marker. One hundred and four samples were collected from 18 sites within Andaman coastal province (Ranong, Phanga, Phuket, Krabi, Trang and Satull). The hierarchical analysis of molecular variance did not show genetic differences among populations (P>0.001). Neighbor – jointing cladogram based on Tamura Nei's genetic distances showed two clades of population consist of samples from mixed sampling stations within each clade and did not show sub – population structure. This result can be used to improve fishery management of Indian mackerel fishery in Thailand.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Marine Science	Student's Signature	.....
Field of Study:	Marine Science	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2014	Co-Advisor's Signature	.....

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ครบทั้งหมด ผู้มีพระคุณท่านแรกที่ผู้ศึกษาใคร่ขอกราบพระคุณคือ อ.ดร.เจษฎ์ เกษตระทัต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้โอกาส คอยให้คำแนะนำและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งกำลังใจและความกรุณาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ศานิต ปิยพัฒนากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สำหรับคำปรึกษาต่างๆ ในกระบวนการทำงานวิจัยทุกๆด้าน ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ขอขอบคุณอาจารย์คณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าและขอขอบคุณ ผศ.ดร. สุภาวดี พุ่มพวง กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณเพราลัย นุชหมอน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีประมงทะเล ขอขอบคุณกรมประมง ขอขอบคุณองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) และหน่วยงานวิจัยระหว่างประเทศ Bay of Bengal Large Marine Ecosystem project (BOBLME) สำหรับทุนในการศึกษาวิจัยของข้าพเจ้า นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณเพื่อนๆ รุ่นพี่ และรุ่นน้องทุกๆ คนในสาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและในห้องปฏิบัติการ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นแรงใจสำคัญยิ่งในการทำการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งให้ความกรุณาเป็นอย่างสูง ที่เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้ศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนให้ความเข้าใจ คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญรูปภาพ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ญ
บทที่ 1 1
บทนำ 1
บทที่ 2 3
ทบทวนเอกสาร 3
2.1 ชีววิทยาของปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* 3
2.1.2 ลักษณะการกินอาหาร 4
2.1.3 ชีววิทยาการสืบพันธ์ของปลาลัง 5
2.1.4 การกระจายตัว 6
2.2 สภาวะการประมงและการใช้ทรัพยากรปลาลัง 7
2.3 ลักษะโครงสร้างประชากรปลาลังทางพันธุศาสตร์ 9
2.4 เทคนิคทางโมเลกุล 11
2.4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของสารพันธุกรรม DNA (Deoxyribonucleic Acid) 11
2.4.2 สารพันธุกรรมภายในเซลล์ไมโตคอนเดรียล 11
บทที่ 3 14
วิธีการศึกษา 14
3.1. พื้นที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่าง 14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

บทที่ 4 21

ผลการศึกษา 21

บทที่ 5 27

วิจารณ์ผลการศึกษา 27

5.1 สรุปผลการศึกษา 34

รายการอ้างอิง 36

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 102

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 ปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816).....3

รูปที่ 2 การแพร่กระจายของปลาลัง.....6

รูปที่ 3 จำนวนปลาลังเฉลี่ยทั่วโลกที่ถูกจับในการทำประมง.....8

รูปที่ 4 โครงสร้างและส่วนประกอบพื้นฐานของ สารพันธุกรรมบริเวณไมโทคอนเดรีย 12

รูปที่ 5 แผนที่แสดงที่ทำการเก็บตัวอย่างปลา จำนวน 18 สถานี.....15

รูปที่ 6 กำหนดประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อการทำการวิเคราะห์ amova.....20

รูปที่ 7 ความถี่รูปแบบสารพันธุกรรม (haplotypes) จำนวน 75 รูปแบบ ของปลาลัง.....22

รูปที่ 8 แผนภูมิวงกลมแสดงรูปแบบสารพันธุกรรมของปลาลัง.....23

รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเชิงวิวัฒนาการ (bootstrap neighbor – joining tree).....25

รูปที่ 10 กระแสน้ำทะเลอันดามันช่วงเดือนธันวาคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ข้อมูลตำแหน่งสถานีในการเก็บตัวอย่างปลา.....16

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ amova จากตัวอย่างปลาลังจำนวน 104 ตัวอย่าง 26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

ปลาลัง (*Rastrelliger kanagurta*) จัดอยู่ในอันดับ Perciformes เป็นปลาผิวน้ำเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ปลาชนิดนี้ได้รับความนิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ทำให้ความต้องการปลาลังของผู้บริโภคในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้น สวนทางกับปริมาณปลาลังในธรรมชาติโดยเฉพาะในเขตทะเลอันดามันที่มีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง ปริมาณปลาลังที่จับได้ในประเทศไทยมีจำนวนลดลง จากการสำรวจข้อมูลกรมประมงพบว่า ในปี พ.ศ. 2542 มีการจับปลาลังได้เป็นปริมาณ 30,365 ตัน ซึ่งน่าจะเป็นการจับปลาลังขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นปริมาณมากเกินศักยภาพการผลิตของท้องทะเล จึงส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2544 สามารถจับปลาได้เพียง 5,363 (จันทรทิพย์ บันลือเดช และคณะ, 2549) นอกจากนี้ปริมาณปลาลังที่ลดลง อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และการพัฒนาเครื่องมือทางการประมง ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวอาจจะทำให้ทรัพยากรปลาลังในธรรมชาติมีแนวโน้มที่จะเข้าสู่สภาวะวิกฤตและหายไปจากทะเลฝั่งอันดามันในที่สุด แนวทางการบริหารหรือจัดการทรัพยากรปลาลังให้ยั่งยืนนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจบูรณการความรู้หลายด้าน ถึงแม้ว่ามีการศึกษาเกี่ยวกับด้านอื่นๆ ของปลาลัง เช่น ชีววิทยาการสืบพันธุ์วางไข่ โดย ธเนศ ศรีธกล และคณะ (2549) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดย (Collette and Nauen, 1983) การอพยพย้ายถิ่นโดย Ganga (2010) แล้วก็ตาม แต่ยังไม่มีรายงานถึงการศึกษาเรื่องโครงสร้างประชากรของปลาลังในทะเลฝั่งอันดามัน ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวจะทำให้สามารถทราบถึงจำนวนกลุ่มย่อยของปลาลังที่อาศัยในเขตทะเลอันดามัน และสามารถนำข้อมูลใช้ในการวางแผนการใช้ทรัพยากรปลาได้

ในการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์และสมมติฐานดังนี้คือเพื่อทำการสำรวจความแตกต่างขององค์ประกอบทางพันธุกรรมของปลาลังที่พบในเขตทะเลอันดามัน และคาดว่าจะพบลักษณะโครงสร้างประชากรปลาลัง และสามารถจำแนกโครงสร้างประชากรปลาลังออกเป็นกลุ่มย่อยได้ โดยทำการเก็บปลาลังในเขตทะเลอันดามัน แบ่งจุดการเก็บตัวอย่างออกเป็น 18 สถานี กระจายอยู่ในจังหวัด ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และ สตูล การจำแนกสถานีเก็บปลาได้แบ่งโดยบริเวณการทำการประมงที่สำคัญของแต่ละจังหวัด เพื่อนำมาปลาตรวจสอบความแตกต่างของสารพันธุกรรมด้วยวิธีการทางด้านอณูชีวโมเลกุล โดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนบริเวณ ไซโตโครมบี ที่อยู่ภายในสาร

พันธุกรรมไมโตคอนเดรีย เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรม เนื่องจากยีนบริเวณไซโตโครมบีนั้นประกอบไปด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และบางส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ยีนมีการเก็บรักษาลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งส่วนที่คงที่ ขณะเดียวกันก็มีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องหมายพันธุกรรมได้ ยีนดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่จะมาใช้งานตั้งแต่การศึกษาความสัมพันธุ์เชิงวิวัฒนาการขั้นสูง ไปจนถึงศึกษาการแยกกลุ่มของประชากรในครั้งนี้ (Kumazawa and Nishida, 2002) ในการศึกษานี้คาดว่าจะสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ร่วมกับข้อมูลด้านอื่นๆ ในการจัดการการใช้ทรัพยากรปลาลังได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไปในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

2.1 ชีววิทยาของปลาลัง *Rastrelliger kanagurta*

ปลาลังมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) และมีชื่อสามัญคือ indian mackerel (รูปที่ 1) จัดอยู่ในอันดับ percifroms วงศ์ Scombridae และ สกุล *Rastrelliger* มีลักษณะการอยู่อาศัยแบบรวมฝูงและอาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำ

Chulalongkorn University

รูปที่ 1 ปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) (อ.ดร. เจษฎ์ เกษตระทัต)

2.1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ปลาลังมีรูปทรงแบบกระสวย (fusiform) เกล็ดมีขนาดเล็กและละเอียดลักษณะไซคลอยด์ (clycloid) ดวงตามีเยื่อไขมันปกคลุม ซี่กรองเหงือกสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเมื่อปลาอ้าปาก และมีจำนวนมากขึ้นตามขนาดที่ใหญ่ขึ้นของตัว ความยาวของลำไส้มีความยาวกว่าความยาวส้อมหาง 1.4 – 1.8 เท่า มีสีเทาเข้มกึ่งดำบริเวณซีกบนของตัวปลา มีแถบสีเหลืองพาดผ่านตัวปลาตามทางยาว และมีจุดสีดำกระจายเป็นแถบบริเวณใกล้ครีบหู ครีบหลังมีสีเหลือง

และมีปลายเป็นสีดำ ครีบหางและครีบหูเป็นสีออกเหลือง ครีบอื่นๆ มีสีเทาปนดำ (Collette and Nauen, 1983) ตัวเต็มวัยมีความยาวเหยียดเฉลี่ย 16.5 เซนติเมตร (ทวนทอง จุฑาเกตุ, 2540) และมีความยาวแรกเริ่มวัยสืบพันธุ์ประมาณ 16.5 เซ็นติเมตรเช่นกัน (ธเนศ ศรีถกล และคณะ, 2549) สามารถพบปลาในตัวเต็มวัยที่มีความยาวเหยียดได้ถึง 35 เซนติเมตร ในเขตชายฝั่งประเทศฟิลิปปินส์ (Ganga, 2010) ปลาลังมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับปลาทูและปลาทูปากจิ้งจกมาก ลักษณะความแตกต่างระหว่างปลาลังกับปลาทูที่สามารถนำมาจำแนกในขั้นต้นได้คือลำตัวปลาทูจะมีความกว้างมากกว่าปลาลัง ความยาวของตัวปลาทูจะมีขนาดเป็น 3.7 – 4 เท่า เมื่อเทียบกับความกว้างของหัว (บริเวณขอบแผ่นปิดเหงือก) ส่วนความยาวของตัวปลาลังจะมีความยาวเป็น 4 – 4.8 เท่าเมื่อเทียบกับความกว้างของหัว ลำไส้ของปลาทูจะมีความยาว 3.0 – 3.4 เท่าของความยาวเหยียด ในขณะที่ปลาลังมีลำไส้ที่ยาว 1.3 – 1.7 เท่าของความยาวเหยียด ลักษณะของปลายปากปลาทูจะมนและสั้น ในปลาลังจะมีปลายปากแหลมกว่า (Fischer and Bianchi, 1974) ทางด้านความแตกต่างระหว่างปลาลังและปลาทูปากจิ้งจกพบว่า ปลาทูปากจิ้งจกมีความยาวส่วนหัวสั้นกว่าปลาลัง มีลำตัวเรียวกว่า มีความยาวปากที่สั้นกว่า กระดูกส่วน mandible ขยายไม่ถึงบริเวณขอบตา ในขณะที่กระดูกส่วน maxillary ขยายไปถึงกลางดวงตา ไม่พบฟันบริเวณส่วน vomer และ palatine นอกจากนั้นแล้วพบว่ามีซี่กรองเหงือก 21 – 26 ซี่ บน gill arch (Matsui, 1967) ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าในปลาลัง ซึ่งจะพบเป็นจำนวน 30 – 46 ซี่ และเมื่อปลาทูปากจิ้งจกอ้าปากจะไม่สามารถมองเห็นซี่กรองเหงือกได้ชัดเจนเหมือนในปลาลัง ถึงอย่างไรก็ตาม ปลาในสกุลนี้มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมาก ทำให้การจำแนกด้วยตาเปล่าเป็นไปได้ยาก

2.1.2 ลักษณะการกินอาหาร

ปลาลังจัดเป็นปลากินแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ทั้งนี้ปลาจะมีการกินอาหารที่เปลี่ยนแปลงไปตามแต่ละช่วงวัย ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของร่างกายที่มีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ปลาลังในระยะวัยรุ่นกินอาหารจำพวกแพลงก์ตอนพืช เช่น ไดอะตอม หรือแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กจำพวก ไรทะเล ออสตราคอด และตัวอ่อนไส้เดือนทะเล ในขณะที่ปลาลังตัวเต็มวัยมักกินอาหารจำพวก ปลาวัยอ่อนหรือตัวอ่อนกุ้ง และ โคพีพอด (Chullasorn and Martosubroto, 1986) นอกจากนั้นยังพบว่าปลาลังตัวเต็มวัยกินตัวอ่อนของหอยในระยะเวลิเจอร์ และปลาขนาดเล็กอีกด้วย (Vivekanandan et al., 2009)

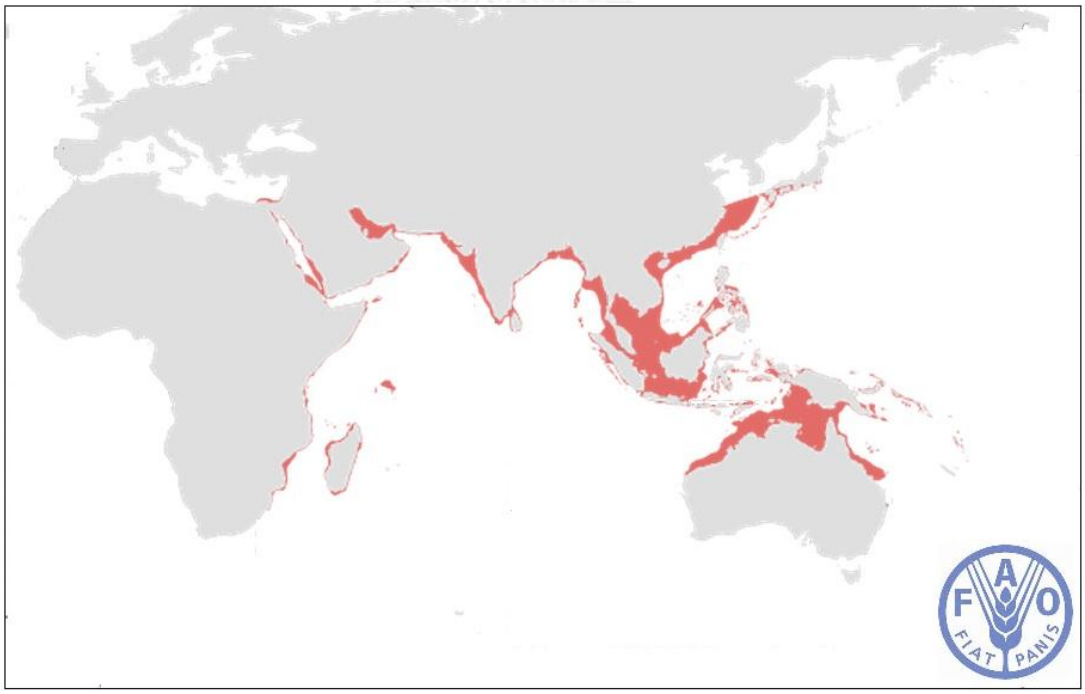
2.1.3 ชีววิทยาการสืบพันธ์ของปลาลัง

ปลาลังมีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อสืบพันธุ์วางไข่ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ จากการติดเครื่องหมายกำกับ (tag) ให้กับปลาลังบริเวณชายฝั่งทางด้านตะวันตกของประเทศอินเดียพบว่า ปลามีการอพยพไปตามแนวเหนือและใต้ตามแนวชายฝั่งเพื่อสืบพันธ์วางไข่ ในช่วงฤดูมรสุมซึ่งจะครอบคลุมเดือนมิถุนายน – กันยายน และ ตุลาคม – มกราคม (Ganga, 2010) ลักษณะการผสมพันธุ์ของปลาโตเต็มวัยจะมีการจับกลุ่มกันเป็นจำนวน 8 – 15 ตัว ที่ความลึกของน้ำ 18 – 25 เมตร เพื่อทำการสืบพันธุ์ใกล้กับพื้นท้องทะเลบริเวณที่เป็นแหล่งปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปลา การผสมพันธุ์ของปลาเป็นการผสมแบบภายนอก โดยปลาจะปล่อยให้ไข่และน้ำเชื้อผสมกันในมวลน้ำ ไข่ปลาที่ถูกปล่อยออกมาจะมีลักษณะเป็นไข่ลอย มีเปลือกไข่รูปทรงค่อนข้างกลม มีลักษณะใส และเห็นจุดน้ำมันสีเหลืองจุดใหญ่ชัดเจน ไข่แดงมีผิวเรียบ ไม่ปรากฏช่องว่างระหว่างเปลือกไข่กับไข่แดง (อุรุพันธ์ บุญประกอบ, 2509) ช่วงเวลาในการสืบพันธุ์วางไข่ของปลามักเกิดขึ้นในช่วงกลางคืน (Watanabe, 1970) ไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วมักฟักเป็นตัวภายใน 27.15 ชั่วโมง ระยะเวลาการฟักของไข่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ หากอุณหภูมิของน้ำมีค่า 27 – 30 องศาเซลเซียส ไข่ปลาจะใช้เวลา 20.30 ชั่วโมง ในการฟักเป็นตัว และหากอุณหภูมิของน้ำมีค่า 21.8 – 27 องศาเซลเซียส ไข่ปลาจะใช้เวลา 27.15 ชั่วโมง ในการฟักเป็นตัว ขนาดไข่ของปลาลังมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.72 มิลลิเมตร ถึง 0.90 มิลลิเมตร และหยดน้ำมันขนาด 0.20 - 0.25 มิลลิเมตร ซึ่งใหญ่กว่าไข่ของปลาทูเล็กน้อยและสามารถนำมาใช้จำแนกชนิดไข่ในเบื้องต้นได้ (Boonprakob, 1965) จากการศึกษาในไข่ปลาทูพบว่าเมื่อไข่ปลาฟักเป็นปลาวัยอ่อนแล้วจะมีระยะที่เป็นที่อยู่ในมวลน้ำที่ไม่สามารถว่ายทวนน้ำ เป็นระยะเวลาประมาณ 28 – 30 วัน ก่อนที่จะเข้าสู่ช่วงระยะวัยรุ่น (สุทธิชัย ฤทธิธรรม และคณะ, 2553) โดยจากการศึกษาในปลาวงศ์ Percidae พบว่าปลาชนิดที่อยู่ในวงศ์เดียวกันมักมีลักษณะการพัฒนาและทางชีววิทยาที่คล้ายคลึงกัน (Paine, 1990) ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาลูกปลาน้ำจืดวัยอ่อน ผลพบว่าลูกปลาที่อยู่ในวงศ์เดียวกันนั้นมีระยะการพัฒนาการที่ใกล้เคียงกัน (อภิชาต เติมวิชชากร และ สิริวรรณ สุขศรี, 2554) นอกจากนั้นจากการศึกษาพัฒนาการของปลาทะเลวัยอ่อน ที่มีลักษณะเป็นปลาผิวน้ำในชั้น Actinopterygii พบมีปลาวัยอ่อนบางสกุลเช่น *Icichthys* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Centrolophidae และ *Tetragonurus* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Tetragonuridae มีลักษณะพัฒนาการในช่วงวัยอ่อนที่คล้ายคลึงกัน (Ahlstrom et al., 1976) ทางด้านการศึกษาไข่และปลาวัยอ่อนของปลาลังและปลาทูนั้นพบว่าปลา

ทั้งสองมีลักษณะไข่และช่วงวัยอ่อนที่ลักษณะคล้ายคลึงกันมาก (Silas, 1974) ทำให้สันนิษฐานว่าระยะเวลาในการฟักไข่ของปลาทั้งสองชนิดมีระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน

2.1.4 การกระจายตัว

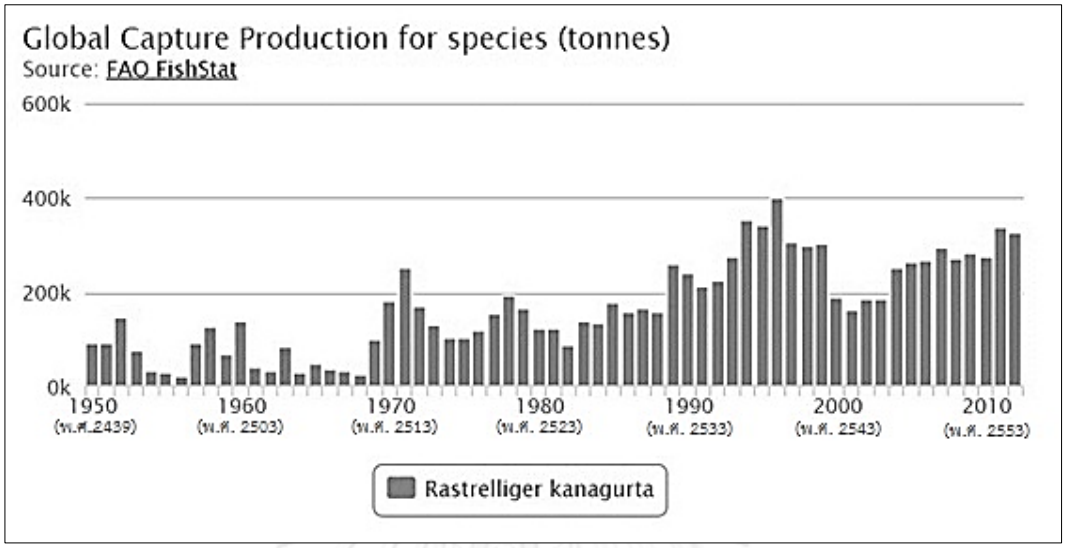
ปลาลังมีการแพร่กระจายอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตร ระหว่างละติจูด 30 องศาตะวันออก ถึง 160 องศาตะวันตก และละติจูด 30 องศาเหนือ ถึง 30 องศาใต้ (ทวนทอง จุฑาเกศ, 2540) โดยจะอาศัยอยู่ในน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิอย่างต่ำประมาณ 17 องศาเซลเซียส (Collette and Nauen, 1983) พบมากในบริเวณทะเลเขตอินโดแปซิฟิค ตั้งแต่เขตชายฝั่งทวีปแอฟริกาด้านตะวันออก ฝั่งตะวันออกของทะเลเมดิเตอเรเนียน ผ่านทางคลองสุเอช ไปจนถึงหมู่เกาะซีเชลล์ ทะเลแดง และชายฝั่งรอบประเทศอินเดียทั้งทางด้านตะวันตกและตะวันออก ผ่านชายฝั่งประเทศศรีลังกา บังคลาเทศ พม่า มาจนถึงประเทศไทยฝั่งอันดามัน และอ่าวไทย และพบต่อไปยังประเทศอินโดนีเซีย ตอนเหนือของทวีปออสเตรเลีย ประเทศเมลานีเซีย ไมโครนีเซีย หมู่เกาะซามัว ตอนใต้ของประเทศจีน และบริเวณเกาะริวกิวประเทศญี่ปุ่น โดยจะพบชุกชุมมากในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (รูปที่2) ปลาลังมักจะอาศัยอยู่ที่ความลึกเหนือระดับ thermocline เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีอาหารชุกชุม (Ganga, 2010)



รูปที่ 2 การแพร่กระจายของปลาลัง บริเวณที่สามารถพบปลาลังอยู่ในเขตเงาสีแดง (FAO, 2015)

2.2 สภาวะการประมงและการใช้ทรัพยากรปลาลัง

ปลาลังนับเป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยทางฝั่งทะเลอันดามัน นอกจากนั้นยังเป็นทรัพยากรปลาที่สำคัญต่อประชากรชาวอินเดีย และต่อกลุ่มประเทศอื่นๆที่อยู่อาศัยติดชายฝั่งทะเลอีกด้วย มีการศึกษาถึงการทำการประมงในประเทศอินเดียและในประเทศไทย ในประเทศอินเดียนั้นมีความนิยมบริโภคปลาลังเป็นอาหารหลักๆ และมีแนวโน้มในการจับปลาลังเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากชายฝั่งทะเลของประเทศอินเดียจะมีปลาลังอาศัยอยู่จำนวนมาก นอกจากนั้นแล้วปลาลังยังเป็นปลาที่เจริญเติบโตรวดเร็วให้ผลผลิตได้ตลอดปี พบว่าในช่วงปลายทศวรรษ 2520 ประเทศอินเดียได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีทางการประมงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้ชาวประมงสามารถทำการประมงได้แม้ในช่วงฤดูมรสุม จากการสำรวจข้อมูลปลาลังที่จับได้ในปี พ.ศ. 2532 ถึง ปี พ.ศ. 2534 พบมีปริมาณปลาลังที่ถูกจับประมาณ 113,009 ตัน และในปี พ.ศ. 2550 ถึงปี พ.ศ. 2551 พบปริมาณปลาลังที่ถูกจับมีจำนวน 165,000 ตัน ซึ่งปริมาณการจับปลาหรือใช้ทรัพยากรปลาลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากการพัฒนาการประมง ส่งผลให้สามารถจับปลาลังที่ยังมีขนาดเล็ก และปลาที่อยู่ในช่วงผสมพันธุ์วางไข่ขึ้นมาได้แม้ในช่วงเวลาที่ปลาลังอยู่ในช่วงสืบพันธุ์วางไข่ซึ่งตรงกับช่วงฤดูมรสุมพอดี (มิถุนายน – กันยายน) (Noble et al., 1992) ทางด้านการสำรวจข้อมูลการจับปลาลังในฝั่งทะเลอันดามันโดยกรมประมง พบว่าปลาลังนั้นเป็นเป็นสัตว์น้ำเป้าหมายหลักทางการประมงทั้งทางด้านประมงพื้นบ้านและประมงการพาณิชย์ (มณตรี สุมณฑา และคณะ, 2553) โดยปลาลังในประเทศไทยถูกจับเป็นปริมาณ 11.16 เปอร์เซ็นต์ ของสัดส่วนปลาผิวน้ำทั้งหมดที่จับขึ้นมาได้ด้วยเครื่องมืออวนล้อมทางฝั่งทะเลอันดามัน จากการสำรวจข้อมูลสภาวะการประมงปลาลังในฝั่งทะเลอันดามันที่ผ่านมาในช่วงปี พ.ศ. 2542 – พ.ศ. 2545 พบปลาลังที่ถูกจับมีปริมาณมากจนทำให้จำนวนปลาลังในฝั่งทะเลอันดามันนั้นลดลง โดยในปี 2542 ปริมาณปลาที่จับได้มีจำนวน 30,365 ตัน และมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงปี พ.ศ. 2544 ซึ่งสามารถจับปลาได้เพียง 5,363 ตันเท่านั้น จากข้อมูลทางการประมงพบว่าปริมาณปลาลังที่ลดลงเกิดจากการทำการประมงปลาลังในช่วงปี พ.ศ. 2542 ซึ่งจับปลาขึ้นมามากจนเกินศักยภาพการผลิตของท้องทะเลที่มีปริมาณเพียง 4,800 ตันต่อปี ส่งผลกระทบให้ปริมาณปลาในปีถัดๆ มามีปริมาณลดลง เนื่องจากจำนวนปลาลังมีการเติบโตแทนที่ปลาในรุ่นถัดๆ ไปมีจำนวนน้อยลง (จักร์ทิพย์ บันลือเดช และคณะ, 2549)



รูปที่ 3 จำนวนปลาลัง *R. kanagurta* ทั่วโลกที่ถูกจับขึ้นมาในระหว่างปี พ.ศ. 2439 – พ.ศ. 2553 (FAO, 2015)

ทางด้านการใช้ทรัพยากรปลาในประเทศไทย ใน พ.ศ. 2525 – พ.ศ. 2536 พบปลาลังความที่มียาวเหยียดระหว่าง 4.00 – 5.00 เซ็นติเมตร เป็นกลุ่มความยาวแรกที่เริ่มเข้าสู่ข่ายการประมง (มณตรี สุมณฑา และคณะ, 2553) ได้มีการศึกษาแนวทางการจัดการทรัพยากรปลาลังให้เกิดความยั่งยืน โดย มณตรี สุมณฑา และคณะ (2553) พบว่าการจัดการทรัพยากรปลาลังทางฝั่งทะเลอันดามัน หากต้องการให้เกิดประโยชน์สูงสุดและมีความยั่งยืนด้านผลผลิตนั้น ต้องลดปริมาณการลงแรงประมงลงอย่างน้อย 30 เปอร์เซ็นต์จากปริมาณการลงแรงประมงทั้งหมดใน พ.ศ. 2550 นอกจากนั้นในรูปที่ 3 ได้แสดงให้เห็นสภาวะการทำประมงปลาลังและปริมาณปลาลังเฉลี่ยที่ถูกจับขึ้นมายังฝั่งทั่วโลกในปีต่างๆ ปริมาณปลาลังที่ถูกจับมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากปริมาณความต้องการบริโภคปลาลังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด และจากการพัฒนาเครื่องมือทางการประมงให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นนั้น จึงทำให้ข้อมูลทางด้านโครงสร้างประชากรปลาและข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรปลาควรมีการศึกษาอย่างเป็นปัจจุบัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้นั้นไปใช้อนุรักษ์กลุ่มประชากรปลาลังได้อย่างเหมาะสม

2.3 ลักษะโครงสร้างประชากรปลาลังทางพันธุศาสตร์

ในการจัดการทรัพยากรปลาหรือสัตว์น้ำ จำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างประชากรและกลุ่มประชากรย่อยของสัตว์น้ำชนิดนั้นๆ ข้อมูลทางด้านโครงสร้างประชากรเป็นข้อมูลสำคัญในการนำไปวางแผนการจัดการทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพ (Waples et al., 2001)

โดยทั่วไปประชากรสัตว์น้ำทั้งหมดซึ่งอาศัยในพื้นที่หนึ่ง สามารถจำแนกโครงสร้างประชากรออกเป็นกลุ่มย่อย ได้ด้วยปัจจัยต่างๆ เช่นโครงสร้างประชากรทางพันธุศาสตร์ และโครงสร้างประชากรทางชีววิทยา ปัจจัยที่ใช้จำแนกโครงสร้างประชากรทางด้านชีววิทยาของสิ่งมีชีวิตออกจากกันนั้นมีดังต่อไปนี้คือ เป็นสัตว์น้ำที่มีชนิดเดียวกัน อยู่อาศัยในเขตบริเวณเดียวกันและสามารถผสมพันธุ์กันได้ ทางด้านการจัดการทรัพยากรสามารถเรียกโครงสร้างประชากรทางชีววิทยาว่าเป็น ‘manage stock’ ได้ การจำแนกกลุ่มโครงสร้างประชากรทางชีววิทยาสามารถแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่มย่อยในเบื้องต้น แต่การจำแนกดังกล่าวยังไม่สามารถนำมาใช้จำแนกโครงสร้างประชากรทางพันธุศาสตร์หรือนำข้อมูลไปใช้จัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพได้ การจัดการทรัพยากรให้เกิดความยั่งยืนและมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องทราบข้อมูลโครงสร้างประชากรทางชีววิทยาของสัตว์น้ำ ประกอบกับข้อมูลพื้นฐานทางด้านโครงสร้างประชากรทางพันธุศาสตร์ของสัตว์น้ำด้วย (Reiss et al., 2009) ทางด้านการศึกษาโครงสร้างประชากรทางพันธุศาสตร์ของสัตว์น้ำ เป็นการทำการศึกษาความแตกต่างของความถี่ของยีน หรืออัลลีลที่พบในสิ่งมีชีวิตภายในประชากรทั้งหมด โดยสามารถใช้เทคนิคในการตรวจสอบที่แตกต่างกันออกไปได้ เช่นการใช้โปรตีนเป็นเครื่องหมายในการตรวจสอบความแตกต่างกลุ่มประชากร ยกตัวอย่างเช่นการใช้โปรตีน allozymes (Adams, 1992) หรือการใช้สารพันธุกรรม เช่น สารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรีย ซึ่งแรกเริ่มนั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อตรวจสอบแยกชนิดของต้นไม้ (Lindholm and Gustafsson, 1991) เป็นเครื่องหมายในการตรวจสอบความแตกต่างของกลุ่มประชากร ข้อมูลดังกล่าวสามารถเพิ่มความชัดเจนของโครงสร้างประชากรสัตว์น้ำให้มากขึ้น และสามารถใช้จำแนกประชากรออกเป็นกลุ่มได้ด้วยลักษณะความแตกต่างทางพันธุกรรม ทำให้ทราบถึงที่แหล่งที่มาของสัตว์น้ำที่พบอยู่รวมกันในพื้นที่หนึ่ง นอกจากนั้นยังทำให้ทราบว่าสัตว์น้ำมีการอพยพย้ายถิ่นมาจากบริเวณต่างๆหรือไม่ ทั้งการอพยพของสัตว์น้ำภายในทะเล การอพยพภายในแหล่งน้ำจืด และการอพยพของสัตว์น้ำระหว่างน้ำเค็มและน้ำจืด (Carlsson et al., 1999) ข้อมูลโครงสร้างทางพันธุกรรมที่สำรวจพบสามารถนำไปจำแนกสัตว์น้ำออกเป็น stock ต่างๆเพื่อวางแผนจัดการทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพได้

สาเหตุที่ทำให้โครงสร้างประชากรทางด้านพันธุศาสตร์ในสัตว์น้ำหรือในปลาชนิดใดชนิดหนึ่งแยกออกจากกันและมีความชัดเจนของกลุ่มย่อยแตกต่างกันนั้น มักขึ้นอยู่กับลักษณะทางชีววิทยาของสัตว์ชนิดนั้นๆ ลักษณะดังกล่าวประกอบไปด้วย ลักษณะไข่ปลา ระยะเวลาที่เป็นปลาวัยอ่อนในมวลน้ำ (pelagic larval duration) และขอบเขตการอพยพของปลาที่โตเต็มวัย จากการศึกษาลักษณะโครงสร้างประชากรในปลา *Acanthochromis polyacanthus* หรือปลาสลิดหิน ซึ่งเป็นปลาที่มีลักษณะการอยู่อาศัยในแนวปะการัง เกรทแบริเออร์รีฟ ในประเทศออสเตรเลีย พบปลาชนิดนี้มีการวางไข่ที่มีลักษณะเป็นไข่จม ติดอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ ปลาตัวเต็มวัยไม่มีการอพยพย้ายถิ่นในช่วงฤดูสืบพันธุ์ นอกจากนั้นปลาวัยอ่อนที่ฟักออกจากไข่ยังมีขนาดใหญ่และได้รับการดูแลจากปลาตัวเต็มวัย จึงเป็นสาเหตุให้กลุ่มปลาชนิดนี้มีลักษณะแยกออกเป็นกลุ่มจากกันค่อนข้างชัดเจน เนื่องจากไข่และปลาวัยอ่อนของปลาดังกล่าวขาดกลไกในการแพร่กระจายออกไปยังพื้นที่บริเวณอื่นๆ ปลาที่โตเต็มวัยจึงมีโอกาสจับคู่ผสมพันธุ์ข้ามระหว่างกลุ่มประชากรได้น้อย (Doherty, 1982) นอกจากนั้นยังมีการศึกษาในปลา *Haemulon flavolineatum* ซึ่งเป็นปลาที่อาศัยอยู่ปริเวณแนวปะการังชายฝั่งทะเลแคริเบียน มีลักษณะการดำรงชีวิตคล้ายปลาสลิดหินในบริเวณเกรทแบริเออร์รีฟ ผลการศึกษาพบว่าปลามีการแยกกลุ่มประชากรออกจากกันค่อนข้างชัดเจนเช่นกัน (Purcell et al., 2006)

ในทางตรงกันข้าม ปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* มีลักษณะเป็นปลาผิวน้ำ มีการผสมพันธุ์ภายนอก ปล่อยไข่ในมวลน้ำ ไข่ปลามีลักษณะเป็นไข่ลอยที่สามารถแพร่กระจายไปกับกระแสน้ำก่อนที่จะฟักออกเป็นปลาวัยอ่อน (Collette and Nauen, 1983) และปลาในขั้นตัวเต็มวัยยังมีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อสืบพันธุ์วางไข่ อาจส่งผลให้ประชากรปลามีการแยกออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ได้ยาก เนื่องจากจากลักษณะทางชีววิทยาของปลาลังนั้นเอื้ออำนวยให้ประชากรจากแต่ละบริเวณเคลื่อนที่มาปะปนและแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมต่อกันได้ง่าย ยกตัวอย่างเช่น ปลาลังที่อยู่ในระยะวัยอ่อนในมวลน้ำจากหลายบริเวณสามารถถูกกระแสน้ำพัดมาปะปนกัน หรือปลาตัวเต็มวัยมีการอพยพย้ายถิ่นมาผสมพันธุ์กันในบริเวณแหล่งปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Faurby and Barber, 2012)

เมื่อทำการพิจารณาจากการศึกษาในปลาทูซึ่งมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับปลาลัง ในบริเวณฝั่งทะเลอันดามันด้วยการติดป้ายกำกับ (Tag) พบปลาทูในฝั่งทะเลอันดามันนั้นสามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มที่อยู่บริเวณชายฝั่งจังหวัดกระบี่ ซึ่งคาดว่าอาจจะมีกลุ่มร่วมกับปลาทูในประเทศพม่า และกลุ่มที่อาศัยอยู่ในชายฝั่งบริเวณจังหวัดสตูล ซึ่งคาดว่ามีกลุ่มร่วมกับปลาที่อยู่ในประเทศมาเลเซีย ทำให้เกิดการสันนิษฐานว่าอาจพบการแยกกลุ่มโครงสร้างประชากรย่อยลักษณะ

เดียวกันนี้ในกลุ่มประชากรปลาลังได้ เนื่องจากปลาทั้งสองชนิดมีลักษณะทางกายภาพและชีววิทยาใกล้เคียงกัน (Sinanun et al., 2005)

2.4 เทคนิคทางโมเลกุล

2.4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของสารพันธุกรรม DNA (Deoxyribonucleic Acid)

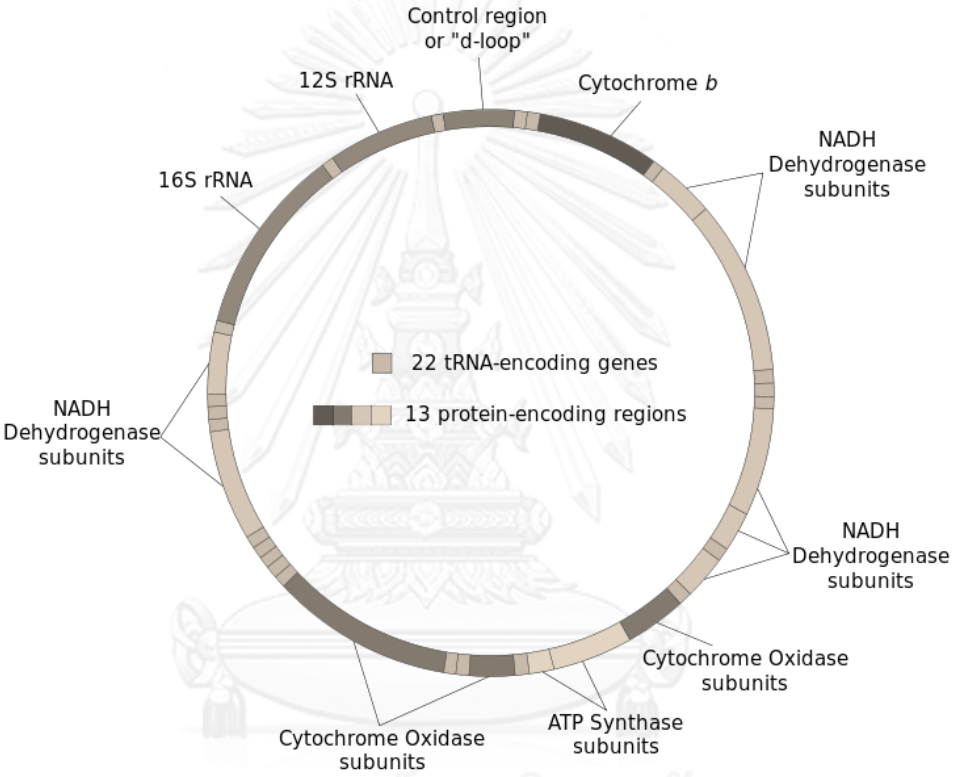
สารพันธุกรรม หรือ ดีเอ็นเอ ทำหน้าที่เป็นแหล่งบรรจุข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งในสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำและสิ่งมีชีวิตชั้นสูง โครงสร้างของ ดีเอ็นเอ ประกอบไปด้วย น้ำตาล (deoxyribose) และเบส (guanine cytosine thymine adenine) โดยดีเอ็นเอจะมีกระบวนการจำลองตัวเองเพื่อเปลี่ยนข้อมูลทางพันธุกรรมไปทำหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไป

สารพันธุกรรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด สามารถพบได้ใน นิวเคลียสของเซลล์ เซลล์คลอโรพลาสต์ และเซลล์ไมโตคอนเดรีย สารพันธุกรรมชนิดนิวเคลียดีเอ็นเอนั้นมีลักษณะเป็นเกลียวคู่ปลายเปิด ในมนุษย์สามารถพบจำนวนโครโมโซมหนึ่งคู่ หรือ 2n อย่างไรก็ตามมีการพบโครโมโซมจำนวน 3n หรือ 4n ได้ในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่น ในปลา และในพืชชนิดต่างๆ สารพันธุกรรมจำพวกถัดมาเรียกว่าคลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ ซึ่งสามารถพบในพืช สาหร่าย และสาหร่ายเซลล์เดียว มีลักษณะเป็นวงกลมปลายปิด สารพันธุกรรมในลักษณะสุดท้ายคือสารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรีย สามารถพบได้ในไซโตพลาซึมของเซลล์ มีลักษณะเป็นสายเดี่ยวและเป็นวงกลมปลายปิด มีจำนวนโครโมโซมเพียงชุดเดียว หรือ 1n

2.4.2 สารพันธุกรรมภายในเซลล์ไมโตคอนเดรียล

เซลล์ไมโตคอนเดรียลทำหน้าที่จัดเตรียมพลังงาน ATP สำหรับเซลล์ประเภทยูแคริโอต โดยผ่านกระบวนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดทีฟฟอสโฟรีเลชัน (oxidative phosphorylation) ลักษณะสารพันธุกรรมเป็นสายเกลียวคู่ขนาดเล็ก มีรูปร่างเป็นวงกลมปลายปิด พบเฉพาะภายในไซโตพลาซึมของสิ่งมีชีวิต มีจำนวนโครโมโซมแบบชุดเดียวหรือแบบ haploid (1n) เนื่องจากมีการถ่ายทอดผ่านทางแม่เท่านั้น ลักษณะพันธุกรรมจึงสืบทอดจากจากทางแม่เป็นหลัก เมื่อเปรียบเทียบอัตราการกลายพันธุ์ระหว่าง ไมโตคอนเดรียดีเอ็นเอ และนิวเคลียดีเอ็นเอ พบว่าสารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรียนั้นมีอัตราการกลายพันธุ์สูงกว่า เนื่องจากการตรวจสอบความผิดพลาดในกระบวนการการจำลองตัวเองของ DNA polymerase γ ที่เป็นเอ็นไซม์ในการจำลองตัวเองของไมโตคอนเดรียนั้น มีอัตราต่ำกว่า DNA Polymerase Δ / α / ε ที่ทำหน้าที่เป็นเอ็นไซม์การจำลองตัวสำหรับนิวเคลียดีเอ็นเอ

ส่งผลให้อัตราการเกิดการกลายพันธุ์ในสารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรียสูงกว่าในนิวเคลียดีเอ็นเอหลายเท่า สารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรียมีอัตราการกลายพันธุ์เกิดขึ้น 2 – 4 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 1 ล้านปี ซึ่งหากเปรียบเทียบกับนิวเคลียดีเอ็นเอ ซึ่งมีอัตราการเกิดมิวเทชั่นอยู่ที่ 0.2 – 0.4 เปอร์เซ็นต์ ต่อระยะเวลา 1 ล้านปี



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4 โครงสร้างและส่วนประกอบพื้นฐานของ สารพันธุกรรมบริเวณไมโทคอนเดรียที่พบในสัตว์มีกระดูกสันหลัง มีลักษณะเป็นเกลี่ยวคู่และเป็นวงกลมปลายปิด (https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AMitochondrial_DNA_en.svg)

สารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรียที่พบในไซโตพลาสซึมของเซลล์ สามารถมีปริมาณได้ถึง 1,000 ชุดต่อหนึ่งเซลล์ เซลล์ที่มีอัตราการเผาผลาญสูง เช่นเซลล์สมอง เซลล์กล้ามเนื้อ หรือเซลล์หัวใจ จะมีปริมาณของไมโตคอนเดรียมากกว่าเซลล์ชนิดอื่น ขนาดสารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรียของปลาและสิ่งมีชีวิตชั้นสูงมีความยาวประมาณ 16,000 – 20,000 คู่เบส (Guo, Liu, and Liu,

2006) การเรียงตัวของลำดับนิวคลีโอไทด์นั้นไม่มีส่วนของอินทรอนมาขั้นรหัสสารพันธุกรรม สารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรียมีการถอดรหัสเป็นโปรตีน 93 เปอร์เซ็นต์ โดยมียีนทั้งหมด 37 ยีน ส่วนมากทราบถึงหน้าที่ในการทำงานของยีนแต่ละบริเวณแล้วดังนี้คือ มียีน 2 ชุดที่ถอดรหัสเพื่อทำหน้าที่สร้าง ribosomal RNAs (12s และ 16s RNA) ยีน 22 ชุด ถอดรหัสเพื่อทำหน้าที่ขนส่ง RNAs และมียีนบริเวณ control region ที่ไม่มีการถอดรหัส (รูปที่7) เป็นบริเวณที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรมรวดเร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณอื่นๆภายในสารพันธุกรรมไมโตคอนเดรีย (Brown, 1985)

สารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรียมักถูกนำมาใช้เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมสำหรับการศึกษาสายสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการอย่างแพร่หลาย การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ของสารพันธุกรรมในบริเวณไซโตโครมบี (cytochromes b) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของสารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรียมาเป็นเครื่องหมายพันธุกรรมเพื่อศึกษาโครงสร้างประชากรทางพันธุศาสตร์

ไซโตโครมบีนั้นมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งอิเล็กตรอนในห่วงโซ่การหายใจสำหรับเซลล์ไมโตคอนเดรีย ทำหน้าทีรับส่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งจนไปถึงออกซิเจน ออกซิเจนที่ได้รับอิเล็คตรอนเมื่อรวมกับโปรตรอนจึงกลายเป็นน้ำอยู่ภายในไมโตคอนเดรีย

ไซโตโครมบี นั้นจัดเป็นเป็นหนึ่งในไซโตโครมหลายๆ ชนิดที่พบภายในไมโตคอนเดรีย เช่น ไซโตโครมเอ และ ไซโตโครมซี ยีนไซโตโครมบีมีขนาดเล็ก ประกอบไปด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีบางยีนซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ และบางยีนที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายีนภายในไซโตโครมบีนั้นมีการเก็บรักษาลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนที่คงที่ ขณะเดียวกันยังมีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วเพียงพอสำหรับนำมาใช้เป็นเครื่องหมายพันธุกรรมได้ ยีนดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมที่จะมาใช้เป็นเครื่องหมายตรวจสอบทางพันธุกรรมตั้งแต่การใช้ศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการขั้นสูง ไปจนถึงศึกษาการแยกกลุ่มของประชากร (Kumazawa and Nishida, 2002) มีการนำลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณไซโตโครมบีมาเป็นเครื่องหมายตรวจสอบทางพันธุกรรมเพื่อศึกษาในปลา *S. scrombrus* และ *S. australasicus* เพื่อสืบหากลุ่มประชากร (Scoles et al., 1998) นอกจากนั้นลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณไซโตโครมบีมักถูกนำมาใช้เป็นเครื่องหมายตรวจสอบทางพันธุกรรม เพื่อการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต เช่น การจำแนกปลาผิวน้ำในวงศ์ Scombridae จำนวน 3 ชนิด คือ *Trachuras trachurus T. mediterraneus* และ *T. picturatus* ซึ่งให้ผลที่สามารถจำแนกชนิดของปลาที่มีลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกันมากได้อีกด้วย (Karaiskou et al., 2003)

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1. พื้นที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่าง

พื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ตั้งแต่จังหวัดระนองจนถึงสตูล แบ่งสถานีออกเป็น 18 สถานี (รูปที่ 5 และ ตารางที่ 1) ประกอบไปด้วยจังหวัดดังนี้คือ ระนอง (RNK) พังงา (PGK, PGKII, PHIIK1, PHIIK2, PHIIK3, TLK1, TLK2, PNK) ภูเก็ต (PHIIK4, PHIIK5, PHIIK6) กระบี่ (KRK, KRN) ตรัง (TRK) และ สตูล (STU, STUKII1, STUKII2) จำนวนตัวอย่างปลาลังที่นำมาใช้ในการทดลองจากแต่ละจังหวัดมีดังต่อไปนี้ จังหวัดระนอง 18 ตัว จังหวัดพังงา 39 ตัว จังหวัดภูเก็ต 9 ตัว จังหวัดกระบี่ 7 ตัว จังตรังหวัด 8 ตัว และจังหวัดสตูล 21 ตัว ตัวอย่างปลามีความยาวเหยียดเฉลี่ยประมาณ 16 เซนติเมตร ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ตัวอย่างในการศึกษาได้รับการอนุเคราะห์จากกรมประมงโดยเก็บรวบรวมปลาด้วยเรือประมงพาณิชย์ ซึ่งทำการสุ่มเก็บปลาในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ครอบคลุมช่วงที่ปลาลังมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สูงสุดในรอบปี (Sutthakorn and Saranakomkul, 1987)

เมื่อเรือประมงรวบรวมตัวอย่างปลาลังแล้ว จึงนำตัวอย่างส่งมายังห้องปฏิบัติการภายใน 24 ชั่วโมง เพื่อเป็นการป้องกันการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อ ปลาตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการเก็บรวบรวมนั้นได้ถูกนำมาตรวจสอบลักษณะในเบื้องต้นโดยจำแนกจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาซึ่งอ้างอิงจาก FAO (1974) เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างปลาชนิดอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันคือ ปลาทูปากจิ้งจก (*Rastrelliger faughnj*) และปลาทูตัวสั้น (*R. brachysoma*) หลุดเข้ามาปะปนในการทำการทดลองในขั้นต้น

รูปที่ 5 แผนที่แสดงที่ทำการเก็บตัวอย่างปลา จุดสีแดงแสดงพิกัดของแต่ละสถานี ประกอบด้วยสถานีจำนวน 18 สถานี ครอบคลุมบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันตั้งแต่จังหวัดระนองถึงสตูล

ตารางที่ 1 ข้อมูลตำแหน่งสถานี และเครื่องมือเก็บตัวอย่างปลาลัง *Rastrelliger kanagurta*

ตารางข้อมูลการเก็บตัวอย่างปลาลัง									
สถานี	**วันที่เก็บ**	**จังหวัด**	**ตำบล**	**อำเภอ**	**เครื่องมือ**	**ละติจูด**	**ลองติจูด**	**ความลึก (m)**	**จำนวน**
1	15/12/2555	ระนอง	ปากน้ำ	เมือง	อวนล้อมปลากะตัก	9° 40’ 20’’	98° 20’ 00’’	40	18
2	14/12/2555	พังงา	คุระ	คุระบุรี	อวนล้อมจับ	9° 10’ 00’’	97° 40’ 00’’	80	1
3	11/12/2555	พังงา	บางมวง	ตะกั่วป่า	อวนล้อมจับปั่นไฟ	8° 46’ 00’’	98° 10’ 00’’	19	3
4	11/12/2555	พังงา	บางมวง	ตะกั่วป่า	อวนล้อมจับปั่นไฟ	8° 43’ 00’’	98° 08’ 00’’	22	6
5	11/12/2555	พังงา	บางมวง	ตะกั่วป่า	อวนล้อมจับปั่นไฟ	8° 39’ 00’’	98° 04’ 00’’	20	4
6	11/12/2555	พังงา	ลำแกน	ท้ายเหมือง	อวนล้อมซั้ง	8° 38’ 00’’	97° 45’ 00’’	60	2
7	11/12/2555	พังงา	ลำแกน	ท้ายเหมือง	อวนล้อมซั้ง	8° 29’ 00’’	97° 47’ 00’’	70	3
8	11/12/2555	พังงา	ลำแกน	ท้ายเหมือง	อวนล้อมซั้ง	8° 42’ 00’’	97° 42’ 00’’	63	10
9	14/12/2555	พังงา	ลำแกน	ท้ายเหมือง	อวนล้อมจับปั่นไฟ	8° 20’ 00’’	98° 08’ 00’’	30	12
10	10/12/2555	ภูเก็ต	รัษฎา	เมือง	อวนล้อมจับปั่นไฟ	7° 38’ 40’’	98° 21’ 30’’	40	4
11	10/12/2555	ภูเก็ต	รัษฎา	เมือง	อวนล้อมจับปั่นไฟ	7° 42’ 50’’	98° 23’ 00’’	30	5
12	10/12/2555	ภูเก็ต	รัษฎา	เมือง	อวนล้อมจับปั่นไฟ	7° 54’ 20’’	98° 10’ 20’’	67	0
13	21/12/2555	กระบี่	ไสไทย	เมือง	อวนล้อมซั้ง	7° 25’ 00’’	98° 50’ 00’’	40	7
14	10/12/2555	ตรัง	กันตัง	กันตัง	อวนล้อมจับปั่นไฟ	7° 11’ 00’’	99° 09’ 00’’	30 – 40	2
15	11/12/2555	ตรัง	กันตัง	กันตัง	อวนล้อมจับปั่นไฟ	7° 06’ 47’’	99° 09’ 29’’	40	6
16	13/12/2555	สตูล	ตำมะลัง	เมือง	อวนล้อมจับปั่นไฟ	6° 46’ 44’’	99° 34’ 23’’	27	9
17	19/12/2555	สตูล	ปากน้ำ	ละงู	อวนล้อมจับปั่นไฟ	6° 50’ 00’’	99° 19’ 00’’	45	12
18	19/12/2555	สตูล	ละงู	ละงู	อวนล้อมซั้ง	6° 57’ 00’’	99° 18’ 00’’	–	0

3.2 การเก็บรักษาเนื้อเยื่อปลาลัง

ตัดเนื้อเยื่อของปลาประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร บริเวณเหนือครีบอกด้านซีกขวาของตัวปลา บรรจุไว้ในหลอดไมโครเซนตริฟิวก์ ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และเติมเอธานอลเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อคงสภาพเนื้อเยื่อ เก็บรักษาตัวอย่างเนื้อเยื่อทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส ติดป้ายรหัสเนื้อเยื่อปลาให้ตรงกับตัวอย่างปลาที่ทำการเก็บเนื้อเยื่อโดยคล้องป้ายรหัสไว้ที่คอดหางของตัวปลา เนื้อเยื่อปลาจะทำป้ายรหัสใส่ไว้ในหลอดไมโครเซ็นตริฟิวก์ร่วมกับเนื้อเยื่อ ตัวอย่างปลาทั้งหมดนั้นจะนำไปเก็บรักษาไว้ในฟอร์มาลีนเพื่อใช้เป็นตัวอย่างเพื่ออ้างอิงต่อไป

3.3 วิธีการศึกษาทางชีวโมเลกุล

3.3.1. การสกัดสารพันธุกรรม

การสกัดสารพันธุกรรมใช้วิธีการสกัดด้วยเทคนิค salting out (Rivero et al., 2006) โดยตัดเนื้อเยื่อปลาลังประมาณ 20 มิลลิกรัม บรรจุลงในหลอดเซ็นติฟิวจ์ เติมสาร TNE+1%SDS ปริมาตร 390 ไมโครลิตร และ Proteinese K เข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ก่อนนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 55 – 60 องศาเซลเซียส จากนั้นใส่สาร NaCl ความเข้มข้น 6 โมลาร์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 8,000 รอบต่อนาที เมื่อปั่นเหวี่ยงเสร็จจึงดูดส่วนที่ใสนำไปใส่หลอดเซ็นติฟิวจ์หลอดใหม่ เติมเอทธานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสอย่างน้อย 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงอีกครั้งที่ความเร็วสูงสุด ก่อนนำไปตากให้แห้ง แล้วจึงเติม TE buffer ปริมาตร 20 ไมโครลิตร และนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อป้องกันสารพันธุกรรมที่ได้รับการสกัดแล้วเสื่อมสภาพ

Chulalongkorn University

3.3.2 การเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (polymerase chain reaction, PCR)

DNA ที่ได้รับการสกัดแล้ว จะนำไปเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมบริเวณไซโตโครมบี ภายในสารพันธุกรรมบริเวณไมโทคอนเดรีย ด้วยการทำปฏิกิริยาลูกโซ่พอริเมอเรส (polymerase chain reaction) โดยใช้ Primer L14724 = GTGACTTGAAAAACCACCG TTG และ H15979 = AACTGCAGTCAT CTCCGGTTTACAAGAC (Kocher et al., 1989) โดยผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ มีปริมาตร 25 ไมโครลิตร ประกอบไปด้วย genei red dye PCR master mix (Merck Inc.)

12.5 ไมโครลิตร, primers ความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์ ปริมาตร 2 ไมโครลิตร, ultrapure distilled water (Gibco, USA) 9.5 ไมโครลิตร และ genomic DNA ของปลา 1 ไมโครลิตร โดยมีความเข้มข้นประมาณ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลลิตร อุณหภูมิในการทำพีซีอาร์ดังนี้ ขั้นแรกประกอบด้วยอุณหภูมิที่ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ขั้นที่สองอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วินาที ขั้นที่สามอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที และขั้นที่สี่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.30 นาที จากนั้นทำซ้ำเป็นจำนวน 35 รอบ เมื่อกระบวนการเสร็จสิ้นจะกำหนดอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที ก่อนนำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้ไปตรวจด้วยเทคนิคเจลอิเล็คโทรโฟเรซิส เพื่อตรวจสอบผลต่อไป

เมื่อได้ผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ ที่เสร็จสมบูรณ์แล้วจึงนำไปเข้ากระบวนการทำให้บริสุทธ์ (purification) เพื่อเป็นการกำจัดเศษโปรตีนและเอ็นไซม์ที่ตกค้างอยู่ ด้วยชุด kit hi yield gel/pcr fragments extraction kit (Bioscience Inc.) หรือชุดอุปกรณ์การทำ purification สำเร็จรูป จากนั้นจึงนำไปทดสอบผลการ purification ด้วยเทคนิคเจลอิเล็คโทรโฟเรซิสเพื่อตรวจสอบปริมาณและคุณภาพ ก่อนนำส่งไปตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์ต่อไป

3.3.3 ตรวจวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของสารพันธุกรรม

การตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์ของสารพันธุกรรม กระทำโดยการส่งตัวอย่างผลผลิตพีซีอาร์ของสารพันธุกรรมปลาลังที่เสร็จสมบูรณ์และได้รับการทำให้บริสุทธิ์แล้ว ไปยังบริษัท Macrogen Inc., Korea เพื่อตรวจหาลำดับเบส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 การวิเคราะห์ผลลำดับเบส

3.4.1 การตรวจทานข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์

ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งหมดของปลาทุกตัวถูกนำมาตรวจทานความถูกต้องของลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยโปรแกรม Bioedit (Hall, 1999)

3.4.2 การจัดเรียงข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์

นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอย่างปลาทุกตัว มาจัดเรียงเข้าเป็นชุดเดียวกันด้วยโปรแกรม Bioedit (Hall, 1999) เพื่อทำการเรียงลำดับตัวอย่างแต่ละตัว ให้ตำแหน่งของลำดับนิวคลีโอด์ของตัวอย่างปลาลังอย่างอยู่ในตำแหน่งตรงกัน ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ผลด้วยการสร้างแผนภูมิวิวัฒนาการต่อไป

3.5 การสร้างแผนผังวิวัฒนาการ (Phylogenetic Analysis) และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ไฟล์ข้อมูลที่ได้รับการจัดเรียงตำแหน่งนิวคลีโอไทด์ให้ตรงกันจะถูกนำไปหา evolutionary model หรือ substitution model ที่เหมาะสมด้วยโปรแกรม modeltest 3.7 (Posada and Crandall, 1998) substitution model ที่ได้รับเลือกคือ TrN+I+G model (Tamura and Nei, 1993) เมื่อได้ substitution model ที่เหมาะสมแล้ว pairwise genetic distance สามารถคำนวณได้โดยใช้ win-paup4b10 (Swafford, 1998) โดยมีค่า G = 0.4634 และกำหนดให้มีค่า base frequencies ดังต่อไปนี้คือ A = 0.2450, C = 0.3293, G = 0.1414 และ T = 0.2840 และกำหนดค่า substitution model ดังต่อไปนี้คือ R (a) [A – C] = 0.0219, R (b) [A – G] = 0.1642, R (c) [A – T] = 0.0189, R (d) [C – G] = 0.1935, R (e) [C – T] = 0.1953 และ R (f) [G – T] = 0.0189 โดยกำหนดให้ตัวอย่าง Cytbrb ซึ่งเป็นลำดับนิวคลีโอไทด์ของ *Rastrelliger brachysoma* หรือปลาทูตัวสั้นซึ่งได้จาก gene bank โดยมี accession number = AB507245.1 มาเปรียบเทียบเป็นกลุ่มนอก (out group)

pairwise genetic distances ที่คำนวณได้ถูกนำมาใช้สร้าง phylogenetic tree ด้วย neighbor – jointing algorithms และกำหนดให้ใช้ bootstrap analysis (resampling 100 ครั้ง) เพื่อทดสอบความเชื่อมั่นของรูปแบบแผนภูมิโดยใช้กฎ 50 เปอร์เซ็นต์ majority – rule consensus

ทำการวิเคราะห์ analysis of molecular variance (AMOVA) โดยใช้โปรแกรม DNA – sequence polymorphism (DNAsp) (Rozas and Rozas, 1995) โดยกำหนดให้ประชากรปลาลังทั้ง 18 สถานีแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (รูปที่ 6) โดยมีแนวบรรจบของกระแสน้ำทะเลสองกระแสซึ่งไหลบรรจบกันบริเวณใกล้จังหวัดภูเก็ตและไหลออกสู่ทะเลอันดามันเป็นปัจจัยในการแบ่งกลุ่ม โดยกลุ่ม 1 มีพิกัดอยู่บริเวณทิศเหนือของกระแสน้ำ และกลุ่ม 2 มีพิกัดอยู่ทางทิศใต้ใต้ของกระแสน้ำ วิเคราะห์ตาราง AMOVA ด้วยโปรแกรม arlequin version 3.10 (Excoffier et al., 1992)

รูปที่ 6 กำหนดประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อการทำการวิเคราะห์ AMOVA เส้นประแสดงแนวบรรจบของกระแสน้ำทะเลจากประเทศพม่าและช่องแคบมะละกา

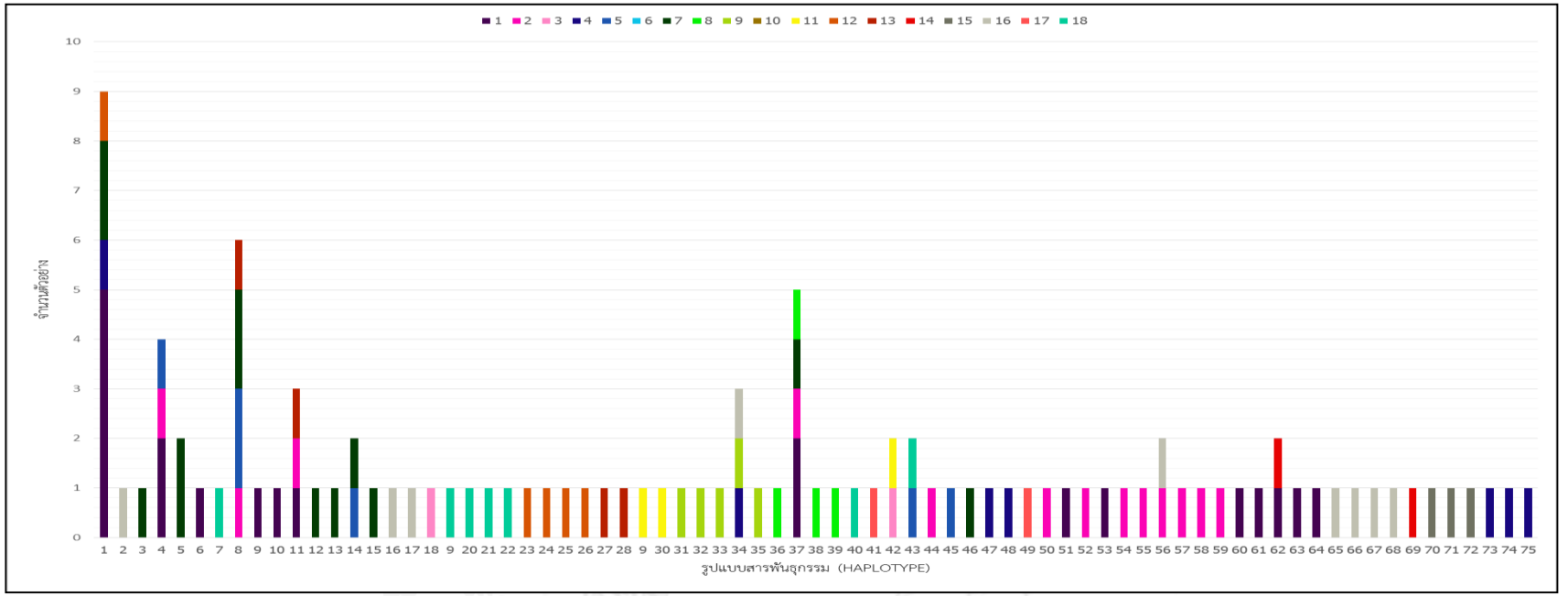
บทที่ 4

ผลการศึกษา

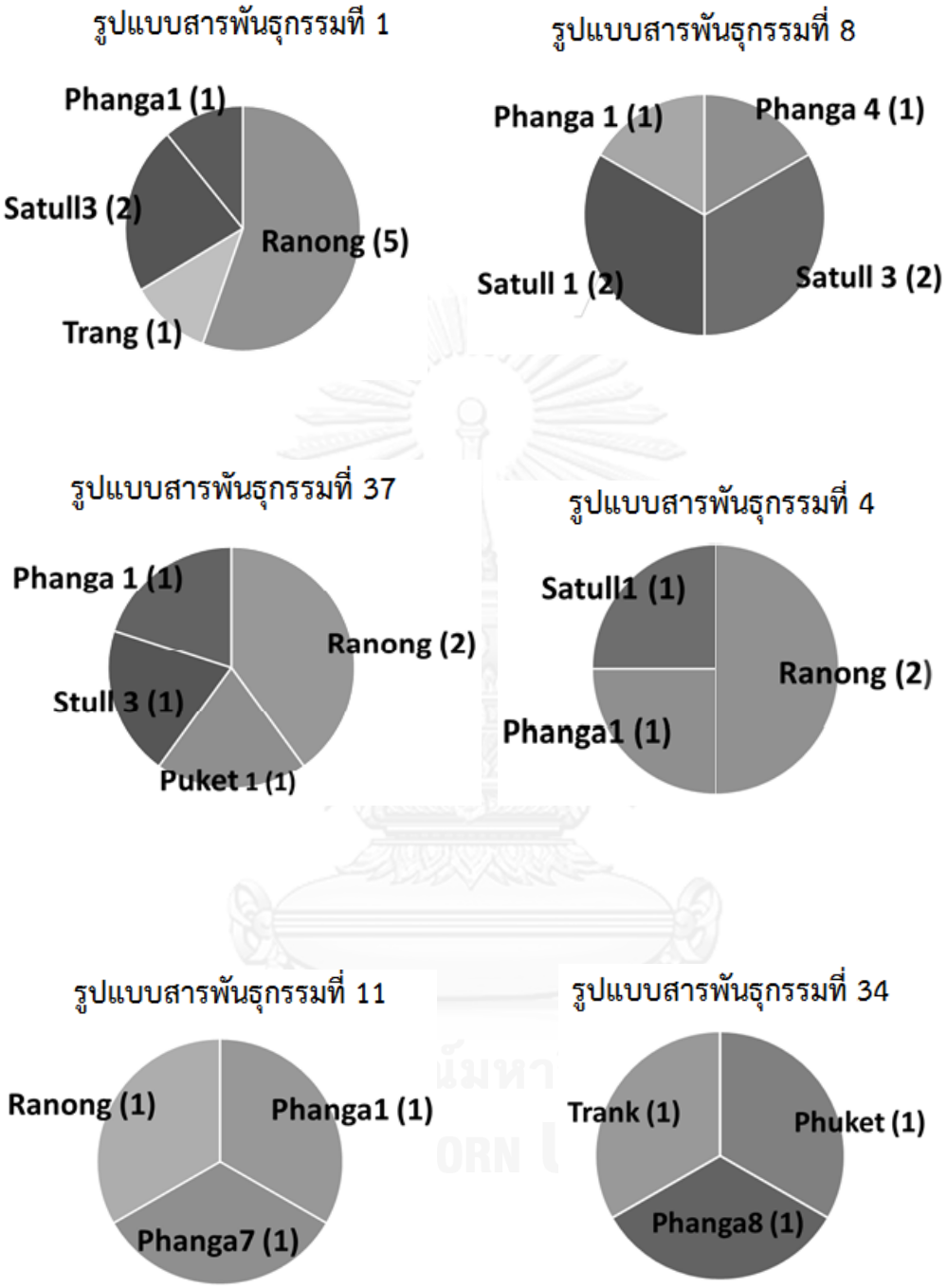
จากตัวอย่างปลาทั้งหมดจำนวน 120 ตัวอย่าง พบเป็นปลาลัง (*Rastrelliger kanagurta*) จำนวน 104 ตัว และพบมีปลาทูปากจิ้งจก (*Rastrelliger faughni*) ปะปนมาเป็นจำนวน 16 ตัว เมื่อตัด รูปแบบสารพันธุกรรมของปลาทูปากจิ้งจกที่ปะปนออกแล้ว ทำการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณไซโตโครมบี จำนวน 985 เบส จากปลาลังจำนวน 104 ตัว พบรูปแบบสารพันธุกรรม (haplotype) จำนวน 75 รูปแบบ (รูปที่7) โดยมี A – T Content และ C – G Content 51.1 เปอร์เซ็นต์ และ 47.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยลำดับนิวคลีโอไทด์ประกอบไปด้วย A (Adenine) จำนวน 237 เบส T (Thymine) จำนวน 280 เบส G (Guanine) จำนวน 143 เบส และ C (Cytosine) จำนวน 325 เบส และมีเบสคงที่ จำนวน 787 เบส พบตำแหน่งที่มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมจำนวน 183 ตำแหน่ง คิดเป็น 18.6 เปอร์เซ็นต์ของลำดับเบสทั้งหมด อัตรา Transition / Transversion ของตัวอย่างปลาลังมีค่าเท่ากับ 7.84

รูปแบบของสารพันธุกรรมที่มีความถี่มากที่สุดคือรูปแบบที่ 1 พบในปลาลังจำนวน 9 ตัวอย่าง รูปแบบสารพันธุกรรมที่มีความถี่รองลงมาคือรูปแบบที่ 8 พบในปลาลังจำนวน 6 ตัวอย่าง และรูปแบบที่ 37 เป็นรูปแบบสารพันธุกรรมที่มีความถี่มากเป็นอันดับที่สาม พบในปลาลังจำนวน 5 ตัวอย่าง ตามลำดับ (รูปที่ 7 – 8) รูปแบบของสารพันธุกรรมรูปแบบที่ 1 พบมากที่สุดในตัวอย่างปลาลังจากจังหวัด ตรัง สตูล พังงา ระนอง และรูปแบบที่ 8 พบในปลาลังจากจังหวัด สตูล กระบี่ และพังงา ตามลำดับ

Chulalongkorn University



รูปที่ 7แสดงความถี่รูปแบบสารพันธุกรรม (haplotypes) จำนวน 75 รูปแบบ ของปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* จาก 18 สถานี แสดงรูปแบบด้วยสีที่แตกต่างกัน แกน ปแสดงจำนวนของรูปแบบสารพันธุกรรม แกน y แสดงจำนวนตัวอย่าง สถานีจำแนกออกด้วยสีที่แตกต่างกันดังนี้ ม่วง = ระนอง ชมพูเข้ม = พังงา1 ชมพูอ่อน = ตรัง1 กรมท่า = ตรัง2 น้ำเงิน = สตูล1 ฟ้าเข้ม = สตูล2 เขียวเข้ม = สตูล3 เขียว = ภูเก็ต1 เขียวอ่อน = ภูเก็ต2 เขียวขี้ม้า = ภูเก็ต3 เหลือง = พังงา2 ส้มอ่อน = พังงา3 ส้มเข้ม = พังงา4 แดง = พังงา5 เทาเข้ม = พังงา6 เทาอ่อน = พังงา ชมพู = พังงา8 ฟ้าอ่อน = กระบี่



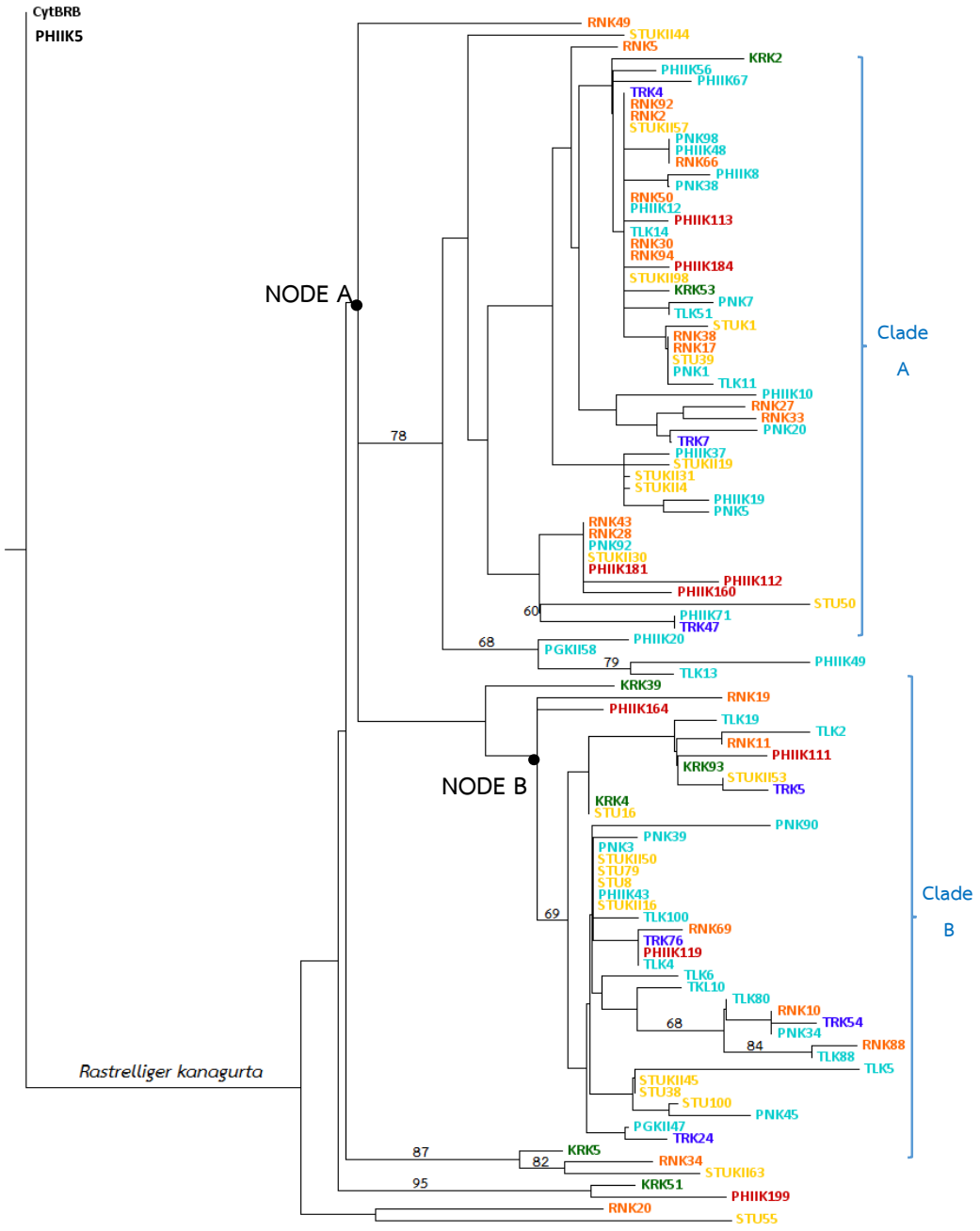
รูปที่ 8 แผนภูมิวงกลมแสดงรูปแบบสารพันธุกรรมของปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* ที่มีความถี่ของตัวอย่างปลาภายในรูปแบบสารพันธุกรรมมากกว่าสองตัวอย่างขึ้นไป ภายในแผนภูมิแสดงจำนวนตัวอย่างปลาที่พบซึ่งระบุไว้ภายในวงเล็บ และสถานีที่ทำการรวบรวมตัวอย่างปลา

ผลการทำแผนผังความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ (phylogenetic) ซึ่งได้จากการตรวจสอบหาลำดับ นิวคลีโอไทด์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ลำดับเบส โดยใช้ไพร์เมอร์ซึ่งครอบคลุมลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณไซโตโครมบี (รูปที่9) พบปลาลังทั้งหมดมีลักษณะการจับกลุ่มเป็นกลุ่มเดียวกัน และแสดงลักษณะมีบรรพบุรุษร่วมกัน (monophyletic group) มีการเกิดโพลิโทมิ (polytomy) ขึ้นภายในแผนผังบริเวณ node A ซึ่งเกิดขึ้นจากตัวอย่างปลาในการทำการศึกษามีจำนวน informative base pair เป็นจำนวนน้อย จึงทำให้เกิดลักษณะโพลิโทมิขึ้นภายในแผนผัง

จากรูปที่ 9 พบโครงสร้างประชากรปลาลังนั้นไม่แสดงการแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มย่อยที่ชัดเจนตามสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่าง แม้พบการแบ่งกลุ่มออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ ก็ตาม เนื่องจากภายในกลุ่มใหญ่ๆ สองกลุ่มคือ clade a และ clade b นั้นยังคงประกอบไปด้วยตัวอย่างปลาลังจากทุกสถานีซึ่งกระจายอยู่ในหลายจังหวัดปะปนกัน

จากผลการวิเคราะห์ค่า bootstrap พบว่าภายใน clade a มีค่า bootstrap 78 เปอร์เซ็นต์ และภายใน clade b (node b) มีค่า bootstrap 69 เปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (bootstrap neighbor – joining tree) สร้างจาก pairwise genetic distance ที่คำนวณโดยใช้ Tamura and Nei, 1993 (Tn93+G+I) substitution model สี เหลือง = ระนอง ฟ้า = พังงา แดง = ภูเก็ต เขียว = กระบี่ น้ำเงิน = ตรัง และ เหลือง = สตูล โดยมีตัวอย่าง CytBRB และ PHIIK5 ซึ่งเป็นปลาทูตัวสั้น (*Rastrelliger branchysoma*) เป็น out group

ในการวิเคราะห์โครงสร้างพันธุศาสตร์ประชากรปลาลัง ได้กำหนดปลาลังออกเป็น 2 กลุ่ม โดยมีปัจจัยในการจำแนกกลุ่มปลาด้วยลักษณะกระแสน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ซึ่งมีลักษณะเป็นสองกระแสไหลบรรจบกัน โดยกระแสหนึ่งไหลจากประเทศพม่าลงมายังประเทศไทย และกระแสถัดมาไหลจากช่องแคบมะละกาขึ้นมายังประเทศไทย กระแสน้ำไหลบรรจบกันบริเวณนอกชายฝั่งบริเวณจังหวัดภูเก็ต ปลาลังกลุ่มที่ 1 เป็นตัวอย่างปลาลังที่รวบรวมจากสถานีทิศเหนือของกระแสน้ำ และปลาลังในกลุ่มที่ 2 เป็นตัวอย่างปลาลังที่รวบรวมจากในสถานีบริเวณทิศใต้ของประแสน้ำ ซึ่งคาดว่ากระแสน้ำที่พบเป็นสาเหตุในการแบ่งแยกกลุ่มประชากรปลาลังออกจากกัน จากการวิเคราะห์โครงสร้างพันธุศาสตร์ประชากรปลาลังด้วยวิธี analysis of molecular variance (AMOVA) เมื่อจำแนกปลาลังออกเป็น 2 กลุ่มแล้ว ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างในปลาลังทั้ง 18 สถานี ในการวิเคราะห์ได้เปรียบเทียบประชากรปลาออกเป็นสามระดับคือ 1. among region 2. among population within region และ 3. within population ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่พบมีดังนี้คือ within population มีค่า 97.35 เปอร์เซ็นต์ among population within region มีค่า 2.6 เปอร์เซ็นต์ และ among region มีค่า 0.05 เปอร์เซ็นต์ สามารถวิเคราะห์ค่า fixation index ได้ดังนี้คือ F_{ST} มีค่า 0.02652 F_{SC} มีค่า 0.02599 และ F_{CT} มีค่า 0.00054 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ AMOVA (analysis of molecular variance) จากตัวอย่างปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* จำนวน 104 ตัวอย่าง จากฝั่งทะเลอันดามัน

Source of variation	d.f.	Sum of squares	Variance components	Percentage of variation	P	Fixation index
Among region	1	7.070	0.00304	0.05	0.29059	0.00054
Among population within region	14	89.836	0.14664	2.60	0.13455	0.02652
Within populations	92	505.548	5.49509	97.35	0.15683	0.02599
Total	107	602.454	5.64477			

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากลักษณะรูปแบบสารพันธุกรรม (haplotype) ของปลาลัง (*Rastrelliger kanagurta*) ที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากฝั่งทะเลอันดามันจำนวน 104 ตัวอย่าง สามารถนำมาจำแนกรูปแบบสารพันธุกรรมออกได้ 75 รูปแบบ พบว่าจำนวนรูปแบบสารพันธุกรรมมีสัดส่วนมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนตัวอย่างปลา แสดงลักษณะ high genetic diversity จากปรากฏการณ์ดังกล่าวสันนิษฐานว่าเกิดขึ้นจากการที่โครงสร้างประชากรของปลาลังมีลักษณะเป็นหนึ่งกลุ่มประขากรใหญ่ในเขตฝั่งทะเลอันดามัน ประชากรที่มีขนาดใหญ่ไม่มีการแยกกลุ่มประขากรย่อยตามระยะห่างของสถานี และประชากรภายในกลุ่มมีการผสมพันธุ์แบบสุ่ม ดังนั้นการเกิด genetic drift จึงส่งผลกระทบให้ประชากรมีความหลากหลายทางพันธุกรรมลดลงในอัตราน้อย (Gilespie, 2000) ในทางตรงกันข้ามผลการศึกษาปลาในกลุ่มปลาสินสมุทรซึ่งอาศัยในแนวปะการังบริเวณเกาะคริสมาสต์ และเกาะโคคอสประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมีลักษณะเป็นสายพันธุ์ที่พบเฉพาะถิ่น และมีขนาดประชากรขนาดเล็ก พบว่าปลาดังกล่าวมี genetic diversity ต่ำและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ง่าย (Hobbs et al., 2013) นอกจากนั้นความหลากหลายของรูปแบบสารพันธุกรรมสูงที่พบในสิ่งมีชีวิตที่พบนั้นสามารถเกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ เช่นการคัดเลือกตามธรรมชาติ การกลายพันธุ์ การถ่ายเทยีนระหว่างกลุ่มประชากร การเกิดปราปฏการณ์คอขวด และขนาดของประชากรในการศึกษา (Hobbs et al., 2013) ปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อ genetic diversity ดังที่กล่าวอาจมีสาเหตุจากสภาพแวดล้อมที่มนุษย์กระทำ เช่น มลภาวะจากสารเคมีทางการเกษตร หรือโรงงานอุตสาหกรรม จากการศึกษา genetic diversity ในแมลงริ้นดำในประเทศมาเลเซียและประเทศไทย พบว่าตัวอย่างแมลงในการศึกษาดังกล่าวมีค่า genetic diversity ที่สูง ในขณะที่ค่า genetic differentiation นั้นมีค่าต่ำ ซึ่งสภาวะดังกล่าวเกิดขึ้นจากการปรับตัวให้สามารถทนต่อสารเคมี ยาฆ่าแมลง และสารพิษจากอุตสาหกรรมในสภาพแวดล้อมในบริเวณนั้นได้ (Low et al., 2014)

เมื่อตรวจสอบผลที่ได้จากแผนผังความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (phylogenetic) สามารถแบ่งปลาลังออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆได้ 2 กลุ่ม (clade) คือ clade a และ clade b แต่ค่า bootstrap ในการแบ่ง clade นั้นพบว่ามีค่าที่ต่ำ อย่างไรก็ตามผลที่ได้นั้นมีลักษณะสอดคล้องกับการศึกษาในกลุ่ม

ประชากรปลาลังและปลาทูของ Darlina et al. (2011) ซึ่งใช้เทคนิค random amplification of polymorphic DNA และแบ่งกลุ่มปลาออกด้วยวิธี principal component analysis (PCA) ผลการศึกษาพบว่าปลาลังในเขตประเทศอินโดนีเซียมีการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม สอดคล้องกับลักษณะปลาลังในทะเลอันดามันที่แบ่ง clade ออกเป็นสอง clade นอกจากพบการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่มแล้ว ผลพบว่าปลาที่แยกออกเป็นสองกลุ่มมีความสอดคล้องกับข้อมูลทางสัณฐานวิทยาของปลาลังในการศึกษาดังกล่าว โดยพบว่าปลาลังสามารถแบ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาออกได้เป็นสองลักษณะ (Darlina et al., 2011) ถึงอย่างไรก็ตามข้อมูลทางสัณฐานวิทยาปลาลังทั้งสองกลุ่มที่แยกออกจากกันควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมว่าความแตกต่างที่พบอยู่ในระดับชนิดหรือไม่

จากผลการทดสอบ AMOVA เมื่อกำหนดปลาลังทั้งหมดออกเป็น 2 กลุ่มย่อยจากบริเวณทิศเหนือของกระแสน้ำและทิศใต้ของกระแสน้ำแล้ว พบว่าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของประชากรภายในกลุ่มย่อย (within population) มีค่า 97.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากที่สุดในการเปรียบเทียบสามระดับ คือภายในกลุ่มประชากรทั้งหมด ระหว่างกลุ่มประชากรย่อยภายในกลุ่มประชากรทั้งหมด และภายในกลุ่มประชากรย่อย แสดงให้เห็นว่าค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมของปลาลังในการศึกษาครั้งนี้เกิดจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมของประชากรภายในกลุ่มย่อยเป็นหลัก นอกจากนั้นพบค่า F_{st} (genetic fixation index) ซึ่งเป็นค่าแสดงอัตราการถ่ายเทยีนภายในกลุ่มประชากรทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 0.00054 โดยค่านี้จะมีค่าอยู่ที่ระหว่าง 0 และ 1 จากการศึกษาในปลาผิวน้ำที่สามารถเคลื่อนที่ได้ไกลและมีอัตราการถ่ายเทยีนสูงมักจะพบค่า fixation index น้อยกว่า 0.008 (Knutsen et al., 2003) ผลการวิเคราะห์ที่ได้นั้นมีความสอดคล้องกับลักษณะทางชีววิทยาของปลาที่มีลักษณะส่งเสริมการเกิดสภาวะการถ่ายเทยีน เนื่องจากลักษณะของปลาลังที่เป็นปลาผิวน้ำ มีไข่ลอยและไม่ดูแลไข่ มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อสืบพันธุ์ในช่วงชีวิต

จากผลการศึกษาที่พบว่าประชากรปลาลังในทะเลอันดามันนั้นไม่มีการแบ่งกลุ่มที่ชัดเจนออกจากกันอาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ คือ 1. ลักษณะทางชีววิทยาของปลาลัง 2. ลักษณะกระแสน้ำบริเวณฝั่งทะเลอันดามัน และลักษณะกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง และ 3. เครื่องหมายตรวจจับทางพันธุกรรม

สาเหตุแรกที่ส่งผลให้ประชากรปลาลังทั้งหมดไม่แสดงการแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยนั้น คือ ลักษณะทางชีวประวัติของปลาลัง โดยลักษณะทางชีวประวัติดังกล่าวสามารถแยกออกได้เป็น 2 ปัจจัยย่อยที่สำคัญคือ ลักษณะการสืบพันธุ์วางไข่ และลักษณะการอยู่อาศัยของปลา

ในปัจจัยแรกนั้นพบว่า ปลาลังเป็นปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อสืบพันธุ์วางไข่ในช่วงชีวิต จากการศึกษาการอพยพของปลาลังในประเทศอินเดียพบว่าเมื่อปลาลังเข้าสู่ช่วงฤดูการสืบพันธุ์วางไข่ จะมีการว่ายน้ำอพยพไปตามแนวเหนือ – ใต้ บริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของประเทศอินเดีย เพื่อไปสืบพันธุ์วางไข่ (Ganga, 2010) ในการสืบพันธุ์วางไข่ของปลานั้นหากปลามีการอพยพกลับไปยังแหล่งสืบพันธุ์วางไข่ในแหล่งเดิมจะส่งผลให้ลักษณะโครงสร้างประชากรของปลามีความชัดเจนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากปลาจะแบ่งออกเป็นกลุ่มที่แน่ชัดจากการกลับไปสืบพันธุ์วางไข่ยังแหล่งเดิมในแต่ละครั้ง จากการศึกษาในปลา British Columbia herring ซึ่งมีลักษณะกลับไปสืบพันธุ์วางไข่ในแหล่งสืบพันธุ์วางไข่แห่งเดิมพบว่าปลาดังกล่าวมีลักษณะ stock ที่มีความชัดเจน (Ware et al., 2000) แต่การศึกษาทางด้านการอพยพย้ายถิ่นไปยังแหล่งสืบพันธุ์วางไข่แห่งเดิมของปลาลังนั้นยังไม่มีการทำการศึกษาอย่างแน่ชัดมาก่อน จากผลการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งพบว่าปลาลังบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันมีลักษณะโครงสร้างประชากรไม่ชัดเจน และไม่พบการแยกกลุ่มประชากรย่อยนั้น ทำให้สันนิษฐานว่าปลาลังในบริเวณฝั่งทะเลอันดามันไม่มีการอพยพกลับไปยังแหล่งสืบพันธุ์วางไข่แหล่งเดิม แต่สามารถอพยพไปสืบพันธุ์วางไข่ยังบริเวณแหล่งสืบพันธุ์วางไข่อื่นๆนอกเหนือจากแหล่งเดิมได้จึงเป็นสาเหตุที่ส่งผลให้ไม่ตรวจไม่พบโครงสร้างประชากรย่อยดังกล่าว

จากการศึกษาลักษณะการสืบพันธุ์วางไข่ของปลาลังพบว่า การสืบพันธุ์วางไข่ของปลาลังมีลักษณะเป็นการผสมพันธุ์ภายนอก โดยปล่อยไข่และน้ำเชื้อให้ผสมกันในมวลน้ำ ปลาเพศผู้และเพศเมียจะรวมกลุ่มกันเป็นจำนวน 8 – 15 ตัวเพื่อปล่อยไข่และน้ำเชื้อให้ผสมกันเองในมวลน้ำ ไข่ที่ได้รับการผสมจะมีลักษณะกึ่งจมกึ่งลอยเนื่องจากเป็นไข่ที่มีหยดน้ำมันขนาดใหญ่ ไข่ปลาดังกล่าวสามารถลอยไปกับกระแสน้ำได้ และจะถูกปล่อยให้ลอยไปพร้อมกับมวลน้ำจนกว่าไข่ปลาที่ฟักออกเป็นปลาวัยอ่อนจะพัฒนาจนสามารถควบคุมทิศทางในการว่ายน้ำได้เอง ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ประชากรปลาลังแยกกลุ่มออกเป็นกลุ่มย่อยได้น้อยลงเนื่องจากไข่และปลาวัยอ่อนสามารถถูกพัดพาโดยกระแสน้ำให้ปะปนกันได้ เมื่อไข่ปลาได้รับการผสมพันธุ์และฟักเป็นปลาวัยอ่อนแล้วไข่ปลาลังจะมีพัฒนาการเข้าสู่ระยะปลาวัยอ่อนในมวลน้ำที่ยังไม่สามารถควบคุมทิศทางในการเคลื่อนที่ได้ หรือเรียกว่าปลาวัยอ่อนระยะ pelagic larva duration (PLD) ในช่วงเวลานี้ปลาลังวัยอ่อนจากบริเวณต่างๆ สามารถถูกพัดพาให้ปะปนกันได้ด้วยกระแสน้ำ จากการศึกษาในปลาทูพบว่าปลามีช่วง PLD ครอบคลุมเวลาประมาณ 28 – 30 วัน (สุทธิชัย ฤทธิธรรม และคณะ, 2555) และคาดว่าปลาทูและปลาลังวัยอ่อนนั้นมีระยะ PLD ที่ใกล้เคียงกันเนื่องจาก จากการศึกษาการพัฒนาการของลูกปลาน้ำจืด

วัยอ่อนพบว่าลูกปลาวัยอ่อนที่อยู่ในวงศ์เดียวกันนั้นมีระยะเวลาการพัฒนาการที่ใกล้เคียงกัน (อภิชาต เติมวิชชากร และ สิริวรรณ สุขศรี, 2554) และการศึกษาในปลาวงศ์ Percidae พบว่าปลาชนิดที่อยู่ในสกุลเดียวกันจะมีลักษณะการพัฒนาและทางชีววิทยาที่คล้ายคลึงกัน (Paine, 1990) ยกตัวอย่าง เช่น ปลาในสกุล *Leuciscus* จำนวนสามชนิดคือ *Leuciscus leuciscus L. idus* และ *L. cephalus* ที่มีอัตราการพัฒนาของปลาในช่วงวัยอ่อนในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน (Kupren et al., 2011) และจากการศึกษาพัฒนาการของปลาทะเลวัยอ่อน ที่มีลักษณะเป็นปลาผิวน้ำในชั้น Actinopterygii พบมีปลาวัยอ่อนบางสกุลเช่น *Icichthys* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Centrolophidae และ *Tetragonurus* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Tetragonuridae มีลักษณะพัฒนาการในช่วงวัยอ่อนที่คล้ายคลึงกัน (Ahlstrom et al., 1976) จึงนำผลการศึกษาดังกล่าวมาเป็นหลักอ้างอิงในการสันนิษฐานว่าปลาทูที่อยู่ในสกุลเดียวกับปลาลัง มีลักษณะทางชีววิทยาใกล้เคียงกับปลาลัง และมีลักษณะในช่วงวัยอ่อนคล้ายคลึงกับปลาลังมาก (Silas, 1974) จะมีช่วง PLD ที่มีระยะเวลาใกล้เคียงกัน ทางด้านการศึกษาระยะ PLD ของปลาวัยอ่อน พบว่าไข่ปลาที่มีระยะ PLD กินระยะเวลานานสามารถส่งผลให้ปลาวัยอ่อนสามารถแพร่กระจายไปได้ไกลพร้อมกระแสน้ำมากขึ้น (Shanks, 2009) และส่งผลให้ตรวจสอบพบโครงสร้างประชากรปลาได้น้อยลงอีกด้วย นอกจากนั้นในทางตรงกันข้ามพบว่าหากปลาวัยอ่อนมีระยะ PLD สั้น ปลาจะมีลักษณะโครงสร้างประชากรที่ชัดเจนมากขึ้น (Faurby and Barber, 2012) เช่น จากการศึกษาในปลา *Abudefduf troschelii* ซึ่งเป็นปลาในแนวปะการังนั้นพบว่ามีระยะเวลาที่อยู่ในช่วง PLD เป็นจำนวนเพียง 18.1 วัน (Victor, 2000) ซึ่งสั้นกว่าระยะ PLD ที่พบในปลาลัง นอกจากนั้นจากการสำรวจในปลาชนิด *Sebastes melanops* ซึ่งเป็นปลาผิวน้ำพบว่ามีระยะ PLD เป็นเวลา 83 -174 วัน และสามารถแพร่กระจายไปพร้อมกระแสน้ำได้เป็นระยะประมาณ 120 กิโลเมตร (Miller and Shanks, 2004) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระยะ PLD ที่มีเวลานานสามารถทำให้ปลาวัยอ่อนในระยะแพลงก์ตอนสามารถแพร่กระจายไปกับกระแสน้ำได้ไกล และเป็นสาเหตุทำให้โครงสร้างประชากรมีความชัดเจนน้อยลง

ปัจจัยย่อยที่สำคัญต่อมาคือลักษณะการอยู่อาศัยของปลาลัง จากการทำการศึกษาการอพยพของปลา โดยทำการติดเครื่องหมายติดตาม (tag) ลงบนปลาทูที่มีลักษณะทางชีววิทยาใกล้เคียงกับปลาลัง และทำการปล่อยปลาทูลงบริเวณเขตน่านน้ำชายแดนระหว่างประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย ผลพบว่าปลาส่วนหนึ่งจะว่ายขึ้นมายังประเทศไทย และอีกส่วนหนึ่งว่ายลงไปยังน่านน้ำชายฝั่งมาเลเซีย โดยสามารถตามเก็บปลาทู ส่วนหนึ่งได้จากบริเวณจังหวัดตรังของประเทศไทย และ

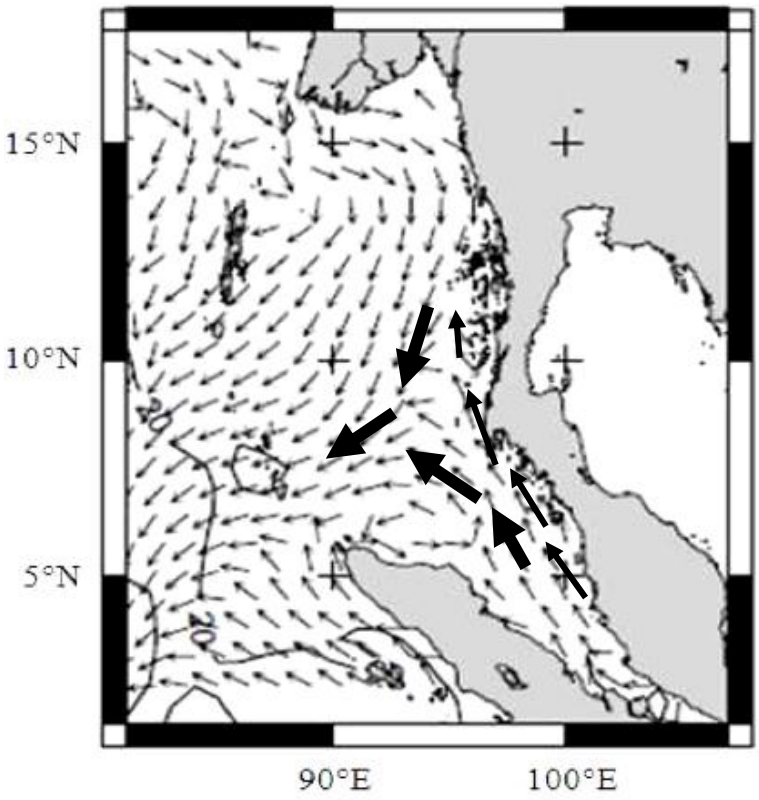
อีกส่วนหนึ่งบริเวณจังหวัดปีนัง ของประเทศมาเลเซีย (Sutthakorn and Saranakomkul, 1987) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นได้ว่าปลาทูที่มีลักษณะคล้ายปลาลังนั้นมีการเคลื่อนที่เป็นระยะทางค่อนข้างไกล ซึ่งแตกต่างจากปลาที่มีลักษณะอยู่อาศัยตามแนวปะการัง หรือปลาพื้นท้องน้ำ จากการศึกษาของ Hansen (1980) และ Palumbi (1992) ในปลาแนวปะการังที่มีลักษณะการใช้ชีวิตอยู่ติดกับพื้นที่ที่เป็นแหล่งอาศัยไปจนตลอดทั้งช่วงชีวิต จะส่งผลให้ปลาในแนวปะการังมีโอกาสผสมพันธุ์กับปลาในแนวปะการังอื่นๆ ได้น้อย และส่งผลให้ให้อัตราการเกิดการถ่ายเทยีนภายในชนิดนั้นต่ำลงด้วย (Hansen, 1980; Palumbi, 1992) แต่ลักษณะการเกิดการถ่ายเทยีนของปลาในแนวปะการังยังสามารถเกิดขึ้นได้จากปลาในแนวปะการังในระยะวัยอ่อนในมวลน้ำที่ยังไม่สามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่เองได้ถูกกระแสน้ำพัดพาให้ลอยไปยังแนวปะการังกลุ่มอื่นๆ ได้บ้าง

นอกจากสาเหตุเบื้องต้นดังกล่าวแล้ว ลักษณะของกระแสน้ำทะเลชายฝั่งทะเลอันดามันยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปลาวัยอ่อนจากหลายบริเวณเคลื่อนที่มาปะปนกัน เมื่อพิจารณาลักษณะของมวลน้ำและกระแสน้ำในบริเวณชายฝั่งทะเลบริเวณทะเลอันดามันพบว่ากระแสน้ำทะเลในฝั่งทะเลอันดามันมีลักษณะเป็นมวลน้ำสองกระแสใหญ่ ซึ่งไหลมาบรรจบกันในบริเวณนอกชายฝั่งของจังหวัดภูเก็ตโดยกระแสหนึ่งเคลื่อนที่ขึ้นมาจากช่องแคบมะละกา และอีกกระแสหนึ่งเคลื่อนที่มาจากบริเวณชายฝั่งประเทศพม่า เมื่อกระแสน้ำสองกระแสไหลเข้าบรรจบกันแล้วจึงมีทิศทางที่ไหลออกสู่มหาสมุทร นอกจากกระแสน้ำกระแสใหญ่ที่พบแล้ว พบกระแสน้ำเลียบชายฝั่งที่เคลื่อนที่เลียบชายฝั่งขึ้นมาจากบริเวณช่องแคบมะละกาไปจนถึงชายฝั่งจังหวัดระนองของประเทศไทยอีกด้วย (Rizal, 2012)

ลักษณะของกระแสน้ำดังกล่าวทั้งกระแสใหญ่ที่เคลื่อนที่มาบรรจบกัน และกระแสน้ำเลียบชายฝั่งนั้นเกิดขึ้นในช่วงเดือนธันวาคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาที่ครอบคลุมช่วงที่ปลาลังมีการสืบพันธุ์สูงสุดในรอบปี เนื่องจากการสำรวจการเจริญของรังไข่ปลาลังพบว่าช่วงที่ปลาลังมีการสืบพันธุ์วางไข่สูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม (Sutthakorn and Saranakomkul, 1987) และจากลักษณะทางชีววิทยาของปลาลัง เมื่อปลาทำการผสมพันธุ์วางไข่และปล่อยไข่ออกสู่มวลน้ำ ไข่ของปลาที่ได้รับการผสมแล้วซึ่งมีลักษณะเป็นไข่ลอยจากหลายบริเวณจะถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำจนกว่าปลาลังที่อยู่ในระยะวัยอ่อนจะพัฒนาเข้าสู่ระยะที่สามารถควบคุมทิศทางการว่ายน้ำได้ จากการศึกษาในปลาทูที่มีลักษณะทางชีววิทยาที่คล้ายคลึงกับปลาลัง พบว่ากระบวนการพัฒนาทั้งหมดนั้นกินระยะเวลาประมาณ 28 – 30 วัน (สุทธิชัย ฤทธิธรรม และคณะ, 2555) เมื่อศึกษาอัตราเร็วของ

กระแสน้ำทางฝั่งทะเลอันดามันแล้ว พบว่าอัตราความเร็วของกระแสน้ำทางฝั่งทะเลอันดามันมีอัตราเร็วประมาณ 2 เมตร ต่อ 1 วินาที (Global Ocean Associates, 2002) เมื่อคำนวณเป็นจำนวนวันจึงพบว่ามวลกระแสน้ำเลียบชายฝั่งที่ไหลจากจังหวัดสตูลขึ้นมาถึงจังหวัดระนองใช้เวลาในการเคลื่อนที่ทั้งหมด 5 วัน และ 12 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวเป็นระยะเวลาที่สั้นกว่าระยะ PLD ของปลา โดยระยะ PLD ในการศึกษาปลาทูนั้นครอบคลุมเวลาจำนวน 28 – 30 วัน และจากข้อมูลอ้างอิงว่าปลาทั้งสองชนิดมีช่วง PLD ที่มีระยะเวลาใกล้เคียงกัน จึงสามารถกล่าวได้ว่ากระแสน้ำเป็นตัวการหลักที่ทำให้ไข่ปลาที่ได้รับการผสมแล้วจากบริเวณต่างๆ ไหลมาปะปนกันจนเป็นสาเหตุที่ทำให้ปลาลังไม่มีการพัฒนาโครงสร้างประชากรย่อยภายในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 10 กระแสน้ำทะเลอันดามันช่วงเดือนธันวาคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ลูกศรขนาดใหญ่แสดงแนวทางการไหลของกระแสน้ำสองกระแสจากพม่าและช่องแคบมะละกาบรรจบกัน ลูกศรขนาดเล็กแสดงทิศทางของกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง (Rizel, 2012)

ในการศึกษาในครั้งนี้ ได้ใช้เครื่องหมายตรวจสอบพันธุกรรม ชนิดไซโตโครมบี ในการทำการศึกษาทดลอง เนื่องจากมีการศึกษาโครงสร้างประชากรปลาในสกุล *Scomber* ซึ่งเป็นปลาในสกุลเดียวกันกับปลาลัง และมีลักษณะเป็นปลาผิวน้ำ จำนวน 3 ชนิด ด้วยเครื่องหมายพันธุกรรมในบริเวณไมโทคอนเดรีย ให้ผลการทดลองซึ่งพบความแตกต่างของกลุ่มประชากรปลา และจากการศึกษาโครงสร้างประชากรปลา Atlantic cod ซึ่งมีลักษณะเป็นปลาผิวน้ำในบริเวณมหาสมุทรแอตแลนติค โดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณไซโตโครมบี พบผลการศึกษาสามารถแสดงความแตกต่างของกลุ่มประชากรปลาได้ (Carr and Marshall, 1991; Scoles et al., 1998)

แต่จากในการศึกษาทดลองในปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* ครั้งนี้พบว่าการนำไซโตโครมบีมาใช้เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมนั้นแสดงผลไม่พบการแยกโครงสร้างกลุ่มย่อยของประชากรปลาลังในฝั่งทะเลอันดามัน ซึ่งอาจเกิดจากปลาลังในฝั่งทะเลอันดามันนั้นไม่มีการแบ่ง

โครงสร้างประชากร หรืออาจเกิดจากลักษณะความไม่เหมาะสมของเครื่องหมายทางพันธุกรรมที่นำมาใช้ โดยลำดับนิวคลีโทด์บริเวณไมโตคอนเดรียลอาจมีความไม่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ตรวจโครงสร้างประชากรปลาทะเล โดยเฉพาะในปลาที่มีลักษณะเป็นปลาผิวน้ำซึ่งอาศัยอยู่ในทะเล (Dahle et al, 1990 ; Smith et al, 1989) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาที่ได้จากการใช้เครื่องหมายตรวจสอบชนิดอื่น พบว่าสามารถตรวจสอบพบโครงสร้างประชากรปลาได้ เช่น การใช้เครื่องหมายตรวจสอบทางพันธุกรรมที่ครอบคลุมลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณไมโครแซทเทิลไลท์ ในประชากรปลา Atlantic herring ซึ่งเป็นปลาผิวน้ำ เครื่องหมายพันธุกรรมลักษณะไมโครแซทเทิลไลท์สามารถนำมาตรวจสอบโครงสร้างประชากรและพบผลการแยกกลุ่มโครงสร้างประชากรของปลาดังกล่าวได้ ในขณะที่เมื่อทำการศึกษาโครงสร้างประชากรปลา Atlantic herring ด้วยเครื่องหมายพันธุกรรมที่ครอบคลุมสารพันธุกรรมบริเวณไมโตคอนเดรียลนั้นให้ผลตรวจไม่พบโครงสร้างประชากรของปลาดังกล่าว (Shaw et al., 1999)

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาโครงสร้างประชากรปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) ในทะเลอันดามันในครั้งนี้พบว่าประชากรปลาไม่มีการแยกกลุ่มออกเป็นกลุ่มย่อยตามระยะห่างของบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัยดังนี้คือ ปัจจัยแรกเกิดจากลักษณะทางชีววิทยาของปลาลังที่เป็นปลาผิวน้ำและมีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อสืบพันธุ์วางไข่ ลักษณะการสืบพันธุ์วางไข่ของปลาลังที่ปล่อยไข่เป็นไข่ลอย และปลาวัยอ่อนในช่วงระยะที่ไม่สามารถควบคุมทิศทางการว่ายน้ำได้ของปลาซึ่งกินระยะเวลา 28 – 30 วัน ทำให้ไข่ปลาสามารถลอยตามน้ำไปได้ไกล เป็นสาเหตุให้ไข่ปลาจากหลายบริเวณไหลปะปนกัน ปัจจัยที่สองเมื่อศึกษาสภาพกระแสน้ำบริเวณฝั่งอันดามันในช่วงเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่างปลานั้น พบลักษณะของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งที่ไหลจากจังหวัดสตูลขึ้นมายังจังหวัดระนอง และมีกระแสน้ำสองกระแสใหญ่จากช่องแคบมะละกาและพม่า ไหลมาบรรจบกันบริเวณเกาะภูเก็ต ซึ่งคาดว่ากระแสน้ำเหล่านี้จะเป็นปัจจัยสำคัญที่พัดพาให้ปลาลังวัยอ่อนในระยะนี้ ให้ไหลไปพร้อมกระแสน้ำและปะปนรวมกันได้

องค์ประกอบในการจัดการทรัพยากรปลาลัง *R. kanagurta* ให้เกิดความยั่งยืนนั้นประกอบไปด้วยหลักสามประการด้วยกันคือ 1. ชีวประวัติของปลา 2. ลักษณะทางพันธุกรรมของปลา และ 3. ลักษณะทางนิเวศวิทยาของปลา ร่วมกันทั้งหมด (Waples et al., 2001) เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มา

วางแผนการจัดการทรัพยากรเพื่อให้เกิดความยั่งยืนอย่างมีประสิทธิภาพ ผลจากการศึกษาทดลองเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างประชากรปลาลังในครั้งนี้แสดงผลว่าประชากรปลาลังทั้งหมดไม่มีการแยกกลุ่มออกเป็นกลุ่มย่อยตามสถานที่ เมื่อทำการศึกษาทบทวนข้อมูลเกี่ยวกับชีวประวัติ ลักษณะทางนิเวศวิทยาของปลาลัง และกระแสน้ำในเขตทะเลอันดามันเพิ่มเติมแล้ว พบว่าข้อมูลทั้งหมดส่งเสริมการไม่พบกลุ่มย่อยของประชากรปลาลังในเขตทะเลอันดามันเช่นกัน จึงอาจเป็นข้อยืนยันได้ว่ากลุ่มประชากรปลาลังที่มีลักษณะเป็นปลาผิวน้ำและมีการอพยพย้ายถิ่นนั้นในช่วงชีวิตนั้น ไม่มีการพัฒนาการแยกกลุ่มโครงสร้างประชากรออกเป็นกลุ่มย่อยในเขตทะเลอันดามัน แต่ถึงอย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาโดยใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรมชนิดอื่นๆ ต่อไป

ผลการศึกษาที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลด้านพันธุกรรมและนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาและจัดการทรัพยากรของปลาลังซึ่งเป็นทรัพยากรปลาที่สำคัญของประเทศให้มีความยั่งยืนต่อไปได้ในอนาคต ในการปฏิบัติการวางแผนการใช้ทรัพยากร และการเผยแพร่ข้อมูลในการจัดการทรัพยากรปลาลังให้มีความยั่งยืนนั้นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่าย เช่น กรมประมง ชาวประมง และผู้บริโภค เพื่อร่วมมือกันอนุรักษ์ทรัพยากรปลาลังที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจให้อยู่กับประเทศไทยอย่างยั่งยืนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Adams, W.T. 1992. Gene dispersal within forest tree populations New Forest. 6: 217-240.

Ahlstrom, H.E., Butler, J.L. and Sumida B.Y. 1976. Pelagic stromateoid fishes (pisces, perciformes) of the eastern pacific: kinds, distributions, and early life histories and observations on five of these from the northwest Atlantic. Bulletin of marine science. 26: 285-402

Boonprakob, U. 1695. Study on the Fecundity of the Indo-Pactfic Mackerel, *Rastrelliger* spp. In the Gulf of Thailand. Department of fishery. pp. 124–138.

Brown, W.M. 1985. The mitochondrial genome of animals. New York.

Carlsson, J., Olsen, K.H.,Nilsson, J., Overi, O. and Stabell, O.B. 1999. Microsatellites reveal fine-scale genetic structure in stream-living brown trout. Journal of fish Biology 55: 1209-1303.

Chullasorn, S., and Martosubroto, P. 1986. Distribution and important biological features of coastal fish resources in Southeast Asia. Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nations.

Collette, B., and Nauen, C. 1983. FAO SPECIES CATALOGUE. FAO Fisheries Synopsis 2: 48-49.

Darlina, M.N., Masazurah, A.R., Jayasankar, P., Jamsari, A.F. and Siti, A.M. 2011. Morphometric and molecular analysis of mackerel (*Rastrelliger* spp) from the west coast of Peninsular Malaysia. Genetics Molecular Research 10: 2078-2092.

Doherty, P.J. 1982. Some Effect of density on the juveniles of twp species of tropical, territorial damselfish. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 65: 149-261.

Excoffier, L., Smouse, P.E. and Quatrro, J.M. 1992. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. Genetics. 131: 479-491

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Species Fact Sheets *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817). [Online]. 2015. Available from : http://www.fao.org/fishery/species/2478/en

Faurby, S., and Barber, P.H. 2012. Theoretical limits to the correlation between pelagic larval duration and population genetic structure. Molecular Ecology. 21: 3419-3432.

Fischer, W., and Bianchi, G. 1974. FAO Species identification sheets for fishery purposes. Fisheries. Rome.

Ganga, U. 2010. Investigations on the biology of Indian Mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier) along the Central Kerala coast with special reference to maturation, feeding and lipid dynamics. Doctor of Philosophy, Marine Biology, Microbiology and Biochemistry school of Marine Sciences Cochin University of Science and Technology.

Gillespie, J.H. 2000. Genetic Drift in an Infinite Population: The Pseudohitchhiking Model. Genetics Society of Amerika. 155: 909-919

Global Ocean Associates. An Atlas of Oceanic Internal Solitary Waves. [Online]. 2002. Availablefrom: http://www.internalwaveatlas.com/Atlas_PDF/IWAtlas_Pg207_AndamanSea.PDF.

Guo, X., Liu, S., and Liu, Y. 2006. Evidence for recombination of mitochondrial DNA in triploid crucian carp. Genetics. 172: 1745-1759.

Hall, A. 1999. Bioedit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symposium 41: 95-98.

Hansen, T.A. 1980. Influence of larval dispersal and geographic distribution on species longevity in neogastropods Paleoboilogy. 6: 193-207.

Hobbs, J.P., Van Herwerden, L., Jerry, D., Jones, G. and Munday, P. 2013. High Genetic Diversity in Geographically Remote Populations of Endemic and Widespread Coral Reef Angelfishes (genus: Centropyge). Diversit. 5: 39-50

Karaiskou, N. Apostolidis, A. P., Triantafyllidis, A., Kouvatsi, A. and Triantaphyllidis, C. 2003. Genetic identification and phylogeny of three species of the genus

Trachurus based on mitochondrial DNA analysis. Marine Biotechnology (NewYork). 5: 493-504.

Knutsen, H., Jorde, P. E. Andre, C. Stenseth, N. CHR. 2003. Fine-scaled geographical population structuring in a highly mobile marine species: the Atlantic cod. Molecular Ecology. 12: 385-395.

Kocher, T.D., Thomas, W.K., Mayer, A., Edward, S.V., Paabo, S., Villablanca, F.X. and Wilson, A.C. 1989. Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: Amplification and sequencing with conserved primers. Proceedings of the National Academy of Sciences. 86: 6196-6200.

Kumazawa, Y., and Nishida, M. 2002. Molecular Phylogeny of Osteoglossoids: A New Model for Gondwanian Origin and Plate Tectonic Transportation of the Asian Arowana. Molecular Biology and Evolution. 17: 1869-1878.

Kupren, K., Mamcarz, A., and Kucharczyk, D. 2011. Effect of variable and constant thermal conditions on embryonic and early larval development of fish from the genus *Leuciscus* (*Cyprinidae, Teleostei*). Neotropical Ichthyology. 2: 70-80.

Lindholm, J., and Gustafsson, P. 1991. A three-step model for the rearrangement of the chloroplast trnK-psbA region of the gymnosperm Pinus contorta. Nucleic Acids Research. 19: 2881-2887.

Low, V.L. Adler, P.H., Takaoka, H., Ya cob, Z., Lim, P.E., Tan, T.K., Lim, Y.A., Chen, C.D., Norma-Rashid, Y. and Sofian-Azirun, M. 2014. Mitochondrial DNA Markers Reveal High Genetic Diversity but Low Genetic Differentiation in the Black Fly Simulium tani Takaoka & Davies along an Elevational Gradient in Malaysia. Journal pone. 9.

Matsui, T. 1967. Review of the Mackerel Genera Scomber and Rastrelliger with Description of a New Species of Rastrelliger. Copeia. 1: 71-83.

Noble, A. Gopakumar, N., Gopalakrishnapillai, G. M., Kulkarni, K., Narayanakurup, S., Reuben, M., Sivadas, M. and Yohannan, T.M.. 1992. Assessment of mackerel stock along the Indian coast. Indian Journal of Fisheries. Indian Journal of Fishery. 39: 111-124.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Paine, M.D. 1990. Life history tactics of darters (Pecidae: Etheostomatiini) and their relationship with body size, reproduction behavior, latitude and rarity. Journal of fish Biology. 37: 473 - 488.

Palumbi, R.S. 1992. Marine Speciation on a small planet. Trends in Ecology and Evolution. 7: 114-118.

Posada, D., and Crandall, K.A. 1998. MODELTEST: tedting the model of DNA sucstitution. Bioinformatic Application. 14: 817-818.

Purcell, J.F., Cowen, R.K., Hughes, C.R. and Williams, D.A. 2006. Weak genetic structure indicates strong dispersal limits: a tale of two coral reef fish. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 273: 1483-1490.

Reiss, H.,Hoarau, G.,Dickey-Collas, M. and Wolff, WJ. Genetic population structure of marine fish: mismatch between biological and fisheries management units. 2009. Fish and Fishery. 10:361-395.

Rivero, E.R., Neves, A.C., Silva-Valenzuela, M.G., Sousa, S.O.M. and Nunes, F.D.,. 2006. Simple salting-out method for DNA extraction from formalin-fixed, paraffin-embedded tissues. Pathology, research and practice. 202: 523-529.

Rizal, S., Damm, P., Wahid, M.A., Sundermann, J., Ilhamsyah, Y., Iskandar, T. and Muhammad. 2012. General Circulation in the Malacca Strait and Andaman Sea: A Numerical Model Study. American Journal of Environmental Sciences. 8: 479-488.

Rozas, J., and Rozas, R. 1995. DnaSP, DNA sequence polymorphism: an interactive program for estimating population genetics parameters from DNA sequence data. Computer Applications in the Biosciences. 6: 621-625.

Shanks, A.L. 2009. Pelagic Larval Duration and Dispersal Distance Revisited. The Biological Bulletin. 216: 373-385.

Shaw, P.W., Turan, C., Wright, J., O'connell M.M. and Carvalho G.R. 1999. Microsatellite DNA analysis of population structure in Atlantic herring (*Clupea harengus*), with direct comparison to allozyme and mtDNA RFLP analyses. Heredity. 83: 490-499.

Silas, E.G. 1974. Larvae of the indian mackerel, *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) from the west coast of india. Indian Journal of Fishery. 21: 234-253.

Sinanun, P., Munprasit, R., Boonsuk, S., Kaewmanee, P. and Thongsila, K. 2012. National Country Report for Thailand. The Southeast Asian Fisheries Development Center.

Swafford, D.L. 1998. Paup*: Phylogenetic Analysis Using Parsimony, version 4.0. Washington, DC: Smithsonian Institute.

Tamura, K., and Nei, M. 1993. Estimation of the Number of Nucleotide Substitutions in the Control Region of Mitochondrial DNA in Humans and Chimpanzees Molecular Biology and Evolution. 10: 5112-5126.

Vivekanandan, E. Vivekanandan, E., Gomathy, S., Thirumilu, P., Meiyappan, M.M. and Balakumar, S. K., 2009. Trophic level of fishes occurring along the Indian coast. Journal of the Marine Biological Association of India. 51: 44-51.

Victor, B. J. and Wellington, G. M. 2000. Endemism and the pelagic larval duration of reef fishes in the eastern Pacific Ocean. Marine eology progress series. 205 : 241-248.

Waples, R.S. Gustafson, R.G., Weitkamp, L.A., Myers, J.M., Johnson, O.W., Busby, P.J., Hard, J.J., Bryant, F.W., Waknitz, F.W., Neely, K., Teel, D., Grant, W.S., Winans, G.A., Phelps, S., Marskall, A. and Baker, B.M.,. 2001. Characterizing diversity in salmon from the Pacific Northwest. Journal of Fish Biology. 59: 1-41.

Watanabe, T. 1970. Morphology and ecology of early stages of life in Japanese common mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn, with special reference to fluctuation of population. Bulletin of Tokai Regional Fisheries Research Laboratory. 62: 283-294.

Ware, D.M., Tovey, D.H. and McCarter, B. 2000. Straying rates and stock structure of British Columbia Herring. Fisheries and Oceans Science. 6.

ภาคผนวก

รูปที่ 1 ลำดับนิวคลีโอไทด์จำนวน 895 เบส ของปลาลัง *Rastrelliger kanagurta* จำนวน 104 ตัวอย่าง

```
                  .... |.... |.... |.... |... .|.... |.... |.... |.... |.... |.... |.... |
                       5         15         25         35         45         55
TRK4              CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK2              CTCTCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUK1              CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK1              CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII4           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK5              CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
KRK2              CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII57           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII16          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK34             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK20             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK48           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK94             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII19          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII44          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII45          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII63          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTTC TTGCAATACA
TKL10             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK19             CTCTCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TRK54             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
KRK5              CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
KRK51             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
KRK53             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
KRK93             CTCTCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK8            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK10           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK12           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK19           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK20           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK37           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK43           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK49           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                      5         15         25         35         45         55
PHIIK56          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK67          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK111         CTCTCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK112         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK113         CTCTCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK119         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK160         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK164         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK181         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK184         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK199         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK66            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
KRK39            CTCTCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PGKII58          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PHIIK71          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
KRK4             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK7             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STU8             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STU16            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STU38            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STU39            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STU55            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STU79            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII30         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII31         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII50         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII53         CTCTCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STUKII98         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STU50            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
STU100           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PGKII47          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK45            TTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK11            CTCTCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK27            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK33            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK92            CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK3             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK5             CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                  ...  |....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                       5         15         25         35         45         55
PNK20          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK34          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK38          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK39          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK90          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK92          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
PNK98          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK2           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK10          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK17          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK19          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK28          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK30          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK38          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK43          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK49          CTCCCTGCTT GGTCTCTGCC TAATTTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK50          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK69          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
RNK88          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK4           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK5           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK6           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK11          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK13          CTCCCTGCTC GGCCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK14          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK51          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK80          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK88          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TLK100         CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TRK5           CTCTCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TRK7           CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TRK24          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TRK47          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TGATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
TRK76          CTCCCTGCTC GGTCTCTGCC TAATCTCCCA ACTCCTCACA GGACTATTCC TTGCAATACA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
     ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|....|
         65        75        85        95       105       115

TRK4      CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK2      CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUK1     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTTGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK1      CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTTGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII4   CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK5      CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
KRK2      CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII57  CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII16  CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK34     CTACACCCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK20     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK48   CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK94     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII19  CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII44  CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII45  CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII63  CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TKL10     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK19     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TRK54     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
KRK5      CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
KRK51     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
KRK53     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
KRK93     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK8    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK10   CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK12   CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK19   CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK20   CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTTGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK37   CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK43   CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK49   CTACACTCCC GAGGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                  ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                      65        75        85        95       105       115
PHIIK56     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK67     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK111     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK112     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK113     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK119     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK160     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK164     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK181     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK184     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK199     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK66       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
KRK39       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PGKII58      CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PHIIK71      CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
KRK4        CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK7        CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STU8        CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STU16       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STU38       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STU39       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTTGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STU55       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STU79       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII30     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII31     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII50     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII53     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STUKII98     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STU50       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
STU100       CTATACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PGKII47      CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK45       CTATACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK11       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK27       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC TTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK33       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC TTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK92       CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK3        CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK5        CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     65        75        85        95       105       115
PNK20    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK34    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK38    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK39    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK90    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK92    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
PNK98    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK2     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK10    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK17    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTTGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK19    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK28    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK30    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK38    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTTGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK43    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK49    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK50    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK69    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
RNK88    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK4     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK5     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK6     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK11    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTTGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK13    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK14    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK51    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK80    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK88    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TLK100   CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TRK5     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TRK7     CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TRK24    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TRK47    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
TRK76    CTACACTCCC GATGTTGAAT CAGCATTCGC CTCAGTCGCC CACATCTGCC GAGACGTAAA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                  ...|....|....|....|...|....|....|....|....|....|....|....|
                        125       135       145       155       165       175
TRK4        CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK2        CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUK1        CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK1        CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII4     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK5        CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
KRK2        CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII57     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII16    CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK34       CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK20       CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK48     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK94       CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII19    CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII44    CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTTCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII45    CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII63    CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TKL10       CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK19       CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TRK54       CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
KRK5        CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
KRK51       CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
KRK53       CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
KRK93       CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK8      CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK10     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCCTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK12     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK19     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK20     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK37     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCCTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK43     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK49     CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ...  |....  |....  |....  |... .|....  |....  |....  |....|....|....|....|
                      125          135          145          155          165          175
PHIIK56          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK67          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK111          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK112          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK113          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK119          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK160          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK164          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK181          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK184          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK199          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTTCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK66            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
KRK39            CTTCGGCTGA CTCATTCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PGKII58          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PHIIK71          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
KRK4             CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK7             CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STU8             CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STU16             CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STU38            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STU39            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STU55            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STU79            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII30         CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII31         CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII50         CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII53         CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STUKII98         CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
STU50            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATCTGCAT
STU100            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PGKII47          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTTTTCT TTATTTGCAT
PNK45            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK11            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK27            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK33            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK92            CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK3             CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK5             CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                  ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                      125       135       145       155       165       175
PNK20          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK34          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK38          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK39          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK90          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK92          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
PNK98          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK2           CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK10          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK17          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK19          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK28          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK30          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK38          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK43          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK49          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK50          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK69          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
RNK88          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK4           CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK5           CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK6           CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK11          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK13          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK14          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK51          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK80          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK88          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TLK100         CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TRK5           CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TRK7           CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
TRK24          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTTTTCT TTATTTGCAT
TRK76          CTTCGGCTGA CTCATCCGTA ACCTCCACGC AAATGGCGCT TCTTTCTTCT TTATTTGCAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     185       195       205       215       225       235
TRK4          CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK2          CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUK1          CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK1          CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII4       CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK5          CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
KRK2          CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII57       CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII16       CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK34         CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACGTGAAA
RNK20          CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTCTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK48       CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK94          CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII19       CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII44       CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII45       CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII63       CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACGTGAAA
TKL10         CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK19         CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TRK54         CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
KRK5          CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
KRK51         CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
KRK53         CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
KRK93         CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK8        CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK10        CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK12       CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK19       CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK20       CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK37       CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK43       CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK49       TTACATGCCC ATTGAACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     185       195       205       215       225       235
PHIIK56      CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK67      CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK111     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK112     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK113     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK119     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTACATAG AAACATGAAA
PHIIK160     CTACATGCAC ATCGGACGAG GTCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK164     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK181     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK184     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK199     CTACATGCAC ATTGGACAAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK66        CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
KRK39        CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PGKII58      CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PHIIK71      CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
KRK4         CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK7         CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STU8         CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STU16        CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STU38        CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STU39        CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STU55        CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STU79        CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII30     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII31     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII50     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII53     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STUKII98     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STU50        CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
STU100       CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PGKII47      CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK45        CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK11        CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
     ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
         185       195       205       215       225       235

RNK27    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK33    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK92    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK3     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK5     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK20    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTATTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK34    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK38    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK39    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK90    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK92    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
PNK98    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK2     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK10    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK17    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK19    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK28    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK30    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK38    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK43    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK49    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK50    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
RNK69    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTACATAG AAACATGAAA
RNK88    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK4     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTACATAG AAACATGAAA
TLK5     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK6     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK11    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK13    TTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK14    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK51    CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK80    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
     ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|
         185       195       205       215       225       235

TLK88     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TLK100    CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TRK5      CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TRK7      CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TRK24     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TRK47     CTACATGCAC ATCGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTATATAG AAACATGAAA
TRK76     CTACATGCAC ATTGGACGAG GCCTTTACTA CGGATCCTAC CTCTACATAG AAACATGAAA
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                          245       255       265       275       285       295
TRK4             CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK2             CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUK1             CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK1             CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII4          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK5             CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
KRK2             CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII57          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII16          CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK34            CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK20             CATCGGAGTT GTCCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK48          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK94            CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII19          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII44          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII45          CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII63          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TKL10            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK19            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TRK54            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
KRK5             CATCGGAGTT GTCCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
KRK51            CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
KRK53            CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
KRK93            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK8           CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK10          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK12          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK19          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK20          CATCGGGGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK37          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK43          CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK49          CATCGGGGTT GTTCTCCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK56          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                    ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                        245       255       265       275       285       295
PHIIK67          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK111         CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT AATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK112         CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK113         CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK119         CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK160         CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK164         CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK181         CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK184         CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK199         CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK66            CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
KRK39            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PGKII58          CATCGGGGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PHIIK71          CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
KRK4             CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK7             CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STU8             CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STU16            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STU38            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STU39            CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STU55            CATCGGAGTT GTCCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STU79            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII30         CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII31         CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII50         CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII53         CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STUKII98         CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STU50            CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT AATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
STU100           CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PGKII47          CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK45            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK11            CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK27            CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     245       255       265       275       285       295
RNK33       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK92       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK3        CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK5        CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK20       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK34       CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK38       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK39       CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK90       CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT AATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK92       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
PNK98       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK2        CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK10       CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK17       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK19       CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK28       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK30       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK38       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK43       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK49       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK50       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK69       CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
RNK88       CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK4        CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK5        CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK6        CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK11       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK13       CATCGGGGTT GTTCTCCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK14       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK51       CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK80       CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK88       CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TLK100      CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     245       255       265       275       285       295
TRK5        CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TRK7        CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TRK24        CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TRK47        CATCGGAGTT GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
TRK76        CATCGGAGTC GTTCTTCTCC TCTTAGTAAT GATAACCGCT TTCGTTGGCT ACGTCCTTCC
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     305       315       325       335       345       355
TRK4             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK2             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUK1             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK1             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII4          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK5             CTGGGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
KRK2             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII57          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII16          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK34             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK20             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK48          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GGGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK94             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII19          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII44          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII45          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTCT CCGCAGTCCC
STUKII63          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TKL10            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK19            CTGAGGACAA ATATCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TRK54            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
KRK5             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
KRK51            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
KRK53            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
KRK93            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK8           CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK10          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK12          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK19          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK20          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK37          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK43          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK49          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK56          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                          305       315       325       335       345       355
PHIIK67          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK111         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTTCC
PHIIK112         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK113         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK119         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK160         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK164         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK181         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK184         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK199         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK66            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GGGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
KRK39            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PGKII58          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PHIIK71          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
KRK4             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK7             CTGAGGACAA ATATCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STU8             CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STU16            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STU38            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTCT CCGCAGTCCC
STU39            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STU55            CTGAGGACAA ATATCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STU79            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII30         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII31         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII50         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII53         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STUKII98         CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STU50            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
STU100           CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTCT CCGCAGTCCC
PGKII47          CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK45            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTCT CCGCAGTCCC
RNK11            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK27            CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     305       315       325       335       345       355
RNK33       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK92       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK3        CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK5        CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK20       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK34       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK38       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK39       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK90       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK92       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
PNK98       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GGGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK2        CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK10       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK17       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK19       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK28       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK30       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK38       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK43       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK49       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTCT CCGCAGTCCC
RNK50       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK69       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
RNK88       CTGAGGACAA ATATCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK4        CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK5        CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTCT CCGCAGTCCC
TLK6        CTGAGGACAA ATATCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK11       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK13       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK14       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK51       CTGAGGACAA ATATCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK80       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK88       CTGAGGACAA ATATCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TLK100      CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     305       315       325       335       345       355
TRK5        CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCTAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TRK7        CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TRK24       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TRK47       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
TRK76       CTGAGGACAA ATGTCCTTCT GAGGTGCAAC TGTCATTACT AACCTCCTTT CCGCAGTCCC
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                           365        375        385        395        405        415
TRK4             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK2             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUK1             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK1             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII4          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK5             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
KRK2             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII57          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII16          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK34            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK20             TTATGTAGGC ACTTCCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK48          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK94            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII19          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII44          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII45          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII63          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TKL10            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK19            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TRK54            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
KRK5             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
KRK51             CTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
KRK53             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
KRK93             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK8           TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK10          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK12          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK19          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK20          CTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ATAATGCAAC
PHIIK37          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK43          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK49          CTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCA ACAATGCAAC
PHIIK56          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     365       375       385       395       405       415
PHIIK67          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK111         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK112         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCTGTCG ACAATGCAAC
PHIIK113         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK119         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK160         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK164         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK181         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK184         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK199         CTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK66            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
KRK39            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PGKII58          CTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PHIIK71          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGCGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
KRK4             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK7             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STU8             TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STU16            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STU38            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STU39            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STU55            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STU79            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII30         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII31         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII50         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII53         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STUKII98         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STU50            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
STU100           TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PGKII47          TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK45            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK11            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK27            TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     365       375       385       395       405       415
RNK33        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK92        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK3         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK5         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK20        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK34        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK38        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK39        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK90        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK92        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
PNK98        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK2         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK10        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK17        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK19        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK28        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK30        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK38        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK43        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK49        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK50        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK69        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
RNK88        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK4         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK5         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK6         TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK11        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK13        CTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK14        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK51        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK80        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK88        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TLK100       TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     365       375       385       395       405       415
TRK5        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TRK7        TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TRK24       TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TRK47       TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGAAT CTGAGGCGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
TRK76       TTATGTAGGC ACTACCCTAG TAGAATGGAT CTGAGGTGGC TTCTCCGTCG ACAATGCAAC
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     425       435       445       455       465       475
TRK4          CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK2          CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUK1          CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK1          CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII4       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK5          CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
KRK2          CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCGG CAATAACAAT
STUKII57       CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII16       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK34         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK20          CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCGTTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK48       CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK94          CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII19       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII44       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTT GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII45       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII63       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TKL10         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK19         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TRK54         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATGACAAT
KRK5          CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
KRK51         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATTGCAG CAATAACAAT
KRK53         CCTCACTCGG TTTTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
KRK93         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK8        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK10       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK12       CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK19       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK20       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK37       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK43       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK49       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK56       CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                  ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                      425       435       445       455       465       475
PHIIK67     CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK111    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK112    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK113    CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK119    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK160    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK164    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK181    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK184    CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK199    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATTGCAG CAATAACAAT
RNK66       CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
KRK39       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PGKII58     CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PHIIK71     CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCGG CAATAACAAT
KRK4        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK7        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STU8        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STU16       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STU38       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STU39       CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STU55       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCGTTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STU79       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII30    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII31    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII50    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII53    CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STUKII98    CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STU50       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCACTTCCT TTTTCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
STU100       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PGKII47     CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK45       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK11       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK27       CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     425       435       445       455       465       475
RNK33        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK92        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK3         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK5         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK20        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK34        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATGACAAT
PNK38        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK39        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK90        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK92        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
PNK98        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK2         CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK10        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATGACAAT
RNK17        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK19        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCGATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAAGAACAAT
RNK28        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK30        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK38        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK43        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK49        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK50        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK69        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
RNK88        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK4         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK5         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK6         CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK11        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK13        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK14        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK51        CCTCACTCGG TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK80        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK88        CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TLK100       CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     425       435       445       455       465       475
TRK5      CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TRK7      CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TRK24      CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
TRK47     CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCGG CAATAACAAT
TRK76     CCTCACTCGA TTCTTCGCAT TCCATTTCCT TTTCCCATTC GTCATCGCAG CAATAACAAT
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...|....|....|....|....|....|....|....|
                     485       495       505       515       525       535
TRK4          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TLK2          CCTGCACCTT CTCTTTCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUK1          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK1          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII4       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK5          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
KRK2          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII57       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII16       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK34          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK20          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK48       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK94          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII19       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG GTCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII44       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATAGGCC TAAACTCAAA
STUKII45       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII63       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TKL10         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATAGGCC TAAACTCAAA
TLK19         CCTGCACCTT CTCTTTCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TRK54          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATAGGCC TAAACTCAAA
KRK5          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
KRK51         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAGACTGG GTCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
KRK53         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
KRK93          CCTGCACCTT CTCTTTCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK8        CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK10       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK12       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK19       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK20       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK37       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK43       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK49       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK56       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     485       495       505       515       525       535
PHIIK67          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK111         CCTGCACCTT CTCTTTCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK112         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK113         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK119         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK160         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK164         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK181         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK184         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK199         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAGACTGG GTCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK66            CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
KRK39            CCTGCACCTT CTCTTTCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PGKII58          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PHIIK71          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
KRK4             CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK7             CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG GTCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STU8             CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STU16            CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STU38            CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STU39            CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STU55            CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STU79            CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII30         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII31         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII50         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII53         CCTGCACCTT CTCTTTCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STUKII98         CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STU50            CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
STU100           CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PGKII47          CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK45            CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK11            CCTGCACCTT CTCTTTCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK27            CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...|....|....|....|....|....|....|....|
                     485       495       505       515       525       535
RNK33      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK92      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK3       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK5       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK20      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK34      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATAGGCC TAAACTCAAA
PNK38      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK39      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK90      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK92      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
PNK98      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK2       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK10      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATAGGCC TAAACTCAAA
RNK17      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK19      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK28      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK30      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK38      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK43      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK49      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK50      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK69      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
RNK88      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATAGGCC TAAACTCAAA
TLK4       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TLK5       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TLK6       CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TLK11      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TLK13      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TLK14      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TLK51      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TLK80      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATAGGCC TAAACTCAAA
TLK88      CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATAGGCC TAAACTCAAA
TLK100     CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     485       495       505       515       525       535
TRK5     CCTGCACCTT CTCTTTCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TRK7     CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TRK24     CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TRK47     CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
TRK76     CCTGCACCTT CTCTTCCTAC ATGAAACTGG ATCAAACAAC CCAATGGGCC TAAACTCAAA
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                           545        555        565        575        585        595
TRK4             TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
TLK2             TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
STUK1             TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PNK1             TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STUKII4          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK5             TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
KRK2             TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STUKII57          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STUKII16          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
RNK34            CGCAGATAAA ATTTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK20             TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GACGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK48          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK94            TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STUKII19          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STUKII44          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STUKII45          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
STUKII63          CGCAGATAAA ATTTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
TKL10            TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TLK19            TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TRK54            TGCAGACAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
KRK5             CGCAGATAAA ATTTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
KRK51            TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
KRK53            TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
KRK93            TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PHIIK8           TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK10          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK12          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK19          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK20          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK37          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK43          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PHIIK49          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK56          TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                  ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                      545       555       565       575       585       595
PHIIK67     TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK111    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PHIIK112    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK113    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK119    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PHIIK160    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK164    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PHIIK181    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK184    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK199    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK66       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
KRK39       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PGKII58     TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PHIIK71     TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
KRK4        TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PNK7        TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STU8        TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
STU16       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
STU38       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
STU39       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STU55       TGCAGACAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT TACCTACAAA GATGCCCTGG GATTTGCCAT
STU79       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
STUKII30    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STUKII31    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STUKII50    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
STUKII53    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
STUKII98    TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STU50       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
STU100      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PGKII47     TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PNK45       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
RNK11       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
RNK27       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GACGCCCTAG GATTTGCCAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                           545        555        565        575        585        595
RNK33      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GACGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK92      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PNK3       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PNK5       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PNK20      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GACGCCCTAG GATTTGCCAT
PNK34      TGCAGACAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PNK38      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PNK39      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PNK90      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
PNK92      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
PNK98      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK2       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK10      TGCAGACAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
RNK17      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK19      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
RNK28      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK30      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK38      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK43      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK49      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK50      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
RNK69      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
RNK88      TGCAGACAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TLK4       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TLK5       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TLK6       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TLK11      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
TLK13      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
TLK14      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
TLK51      TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
TLK80      TGCAGACAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TLK88      TGCAGACAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TLK100     TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     605       615       625       635       645       655
TRK5        TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TRK7        TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GACGCCCTAG GATTTGCCAT
TRK24       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
TRK47       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCCAT
TRK76       TGCAGATAAA ATCTCCTTCC ACCCCTACTT CACCTACAAA GATGCCCTAG GATTTGCTAT
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     605       615       625       635       645       655
TRK4             CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK2             CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUK1             CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK1             CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII4          CCTTCTTATA GCTCTTACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK5             CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
KRK2             CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII57          CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII16          CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK34            CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK20             CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK48          CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK94            CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII19          CCTTCTTATA GCTCTTACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII44          CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII45          CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII63          CCTTCTTATG GCCCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TKL10            CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK19            CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TRK54            CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
KRK5             CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
KRK51            CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
KRK53            CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
KRK93            CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK8           CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK10          CCTTCTTATA GCCCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK12          CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK19          CCTTCTTATA GCTCTTACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK20          CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK37          CCTTCTTATA GCTCTTACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK43          CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK49          CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK56          CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                  ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                      605       615       625       635       645       655
PHIIK67           CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT TTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK111           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK112           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK113           CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK119           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK160           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK164           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK181           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK184           CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK199           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK66              CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
KRK39              CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PGKII58            CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PHIIK71            CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
KRK4               CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK7               CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STU8               CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STU16              CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STU38              CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STU39              CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STU55              CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STU79              CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII30           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII31           CCTTCTTATA GCTCTTACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII50           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII53           CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STUKII98           CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STU50              CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
STU100              CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PGKII47            CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK45              CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK11              CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK27              CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     605       615       625       635       645       655
RNK33        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK92        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK3         CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK5         CCTTCTTATA GCTCTTACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK20        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK34        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK38        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK39        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCG AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK90        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK92        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
PNK98        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK2         CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK10        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK17        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK19        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK28        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK30        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK38        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK43        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK49        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK50        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK69        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
RNK88        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK4         CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK5         CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK6         CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK11        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK13        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK14        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK51        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK80        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK88        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TLK100       CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AATCTCCTTG GCGACCCAGA
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     605       615       625       635       645       655
TRK5        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TRK7        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TRK24        CCTTCTTATA GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TRK47        CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
TRK76       CCTTCTTATG GCTCTCACAT CCCTAGCACT CTTCTCCCCC AACCTCCTTG GCGACCCAGA
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     665       675       685       695       705       715
TRK4          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK2          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTTAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUK1          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK1          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII4       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK5          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
KRK2          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII57       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII16       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK34         CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTTAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK20          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK48       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK94          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII19       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII44       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII45       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII63       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TKL10          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK19          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TRK54          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
KRK5          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
KRK51          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
KRK53          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
KRK93          CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK8        CAACTTCACG CCTGCTAATC CTATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK10       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK12       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK19       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK20       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK37       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK43       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK49       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK56       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                  ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                      665       675       685       695       705       715
PHIIK67     CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK111    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK112    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK113    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK119    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK160    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK164    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK181    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK184    CAACTTTACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK199    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK66       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
KRK39       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PGKII58     CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PHIIK71     CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
KRK4        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK7        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STU8        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STU16       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STU38       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STU39       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STU55       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AGTGATACTT
STU79       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII30    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII31    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII50    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII53    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATAGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STUKII98    CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STU50       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
STU100      CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PGKII47     CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK45       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK11       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTTAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK27       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AGTGATACTT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     665       675       685       695       705       715
RNK33        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK92        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK3         CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK5         CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK20        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK34        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK38        CAACTTCACG CCTGCTAATC CTATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK39        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK90        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK92        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
PNK98        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK2         CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK10        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK17        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK19        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK28        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK30        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK38        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK43        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK49        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK50        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK69        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
RNK88        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK4         CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK5         CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC ACCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK6         CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK11        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTTAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK13        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK14        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK51        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK80        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK88        CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TLK100       CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     665       675       685       695       705       715
TRK5     CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATAGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TRK7     CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TRK24     CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TRK47     CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
TRK76     CAACTTCACG CCTGCTAATC CCATGGTCAC CCCTCCCCAT ATCAAGCCTG AATGATACTT
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     725       735       745       755       765       775
TRK4          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK2          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUK1          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK1          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII4       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK5          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
KRK2          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII57       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII16       CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK34          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTAGCCCT
RNK20          CCTATTTGCC TACGCAATTC TGCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK48       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK94          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII19       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII44       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII45       CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII63       CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGGGGCG TCCTAGCCCT
TKL10         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK19         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TRK54         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
KRK5          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTAGCCCT
KRK51         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGGTCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGTG TCCTGGCCCT
KRK53          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
KRK93          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK8        CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK10       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK12       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK19       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK20       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK37       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK43       CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK49       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK56       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                      725       735       745       755       765       775
PHIIK67          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK111         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK112         CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK113         CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK119         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK160         CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTAGCCCT
PHIIK164         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTAGCCCT
PHIIK181         CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK184         CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK199         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGTG TCCTGGCCCT
RNK66            CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
KRK39            CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PGKII58          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PHIIK71          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
KRK4             CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK7             CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STU8             CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STU16            CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STU38            CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STU39            CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STU55            TCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STU79            CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII30         CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII31         CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII50         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII53         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STUKII98         CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
STU50            CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTCGGAGGCG TCCTGGCCCT
STU100           CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PGKII47          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK45            CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK11            CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK27            CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     725       735       745       755       765       775
RNK33          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK92          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK3           CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK5           CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK20          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK34          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK38          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK39          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK90          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK92          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
PNK98          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK2           CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK10          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK17          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK19          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK28          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK30          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK38          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK43          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK49          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK50          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK69          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
RNK88          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK4           CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK5           CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTAGGAGGCG TCGGGGGCCT
TLK6           CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK11          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK13          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK14          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK51          CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK80          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK88          CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TLK100         CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     725       735       745       755       765       775
TRK5        CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TRK7        CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TRK24        CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TRK47       CTTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
TRK76       CCTATTTGCC TACGCAATTC TTCGATCAAT TCCAAACAAA CTTGGAGGCG TCCTGGCCCT
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                          785       795       805       815       825       835
TRK4             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK2             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUK1             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT CCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK1             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII4          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TAATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK5             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
KRK2             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCTA AACAACGAGC
STUKII57          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII16          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK34            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK20             TCTAGCATCT ATCCTGGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK48          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK94            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII19          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TAATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII44          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TAATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII45          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII63          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TKL10            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK19            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TRK54            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
KRK5             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
KRK51            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
KRK53            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
KRK93            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK8           TCTAGCATCC ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK10          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCTA AACAACGAGC
PHIIK12          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK19          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TAATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK20          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK37          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TAATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK43          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK49          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK56          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|....|
                          785        795        805        815        825        835
PHIIK67          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK111         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK112         TCTAGCATCC ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAGCGAGC
PHIIK113         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK119         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK160         TCTAGCATCC ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK164         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK181         TCTAGCATCC ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK184         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK199         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK66            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
KRK39            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PGKII58          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PHIIK71          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
KRK4             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK7             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STU8             TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STU16            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STU38            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STU39            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STU55            TCTAGCATCT ATTCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STU79            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII30         TCTAGCATCC ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII31         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TAATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII50         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII53         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STUKII98         TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STU50            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
STU100           TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PGKII47          TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK45            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK11            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK27            TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     785       795       805       815       825       835
RNK33       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK92       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK3        TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK5        TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TAATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK20       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK34       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK38       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK39       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK90       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK92       TCTAGCATCC ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
PNK98       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK2        TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK10       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK17       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK19       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK28       TCTAGCATCC ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK30       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK38       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK43       TCTAGCATCC ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK49       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCTA AACAACGAGC
RNK50       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK69       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
RNK88       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK4        TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK5        TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK6        TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK11       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK13       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK14       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK51       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK80       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK88       TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TLK100      TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
     ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
         785       795       805       815       825       835
TRK5     TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT GCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TRK7     TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT TCCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TRK24    TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TRK47    TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TGATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
TRK76    TCTAGCATCT ATCCTAGTCC TTATACTAGT ACCCTTCTTA CACACATCCA AACAACGAGC
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                           845        855        865        875        885        895
TRK4             ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
TLK2             ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
STUK1             ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PNK1             ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STUKII4          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK5             ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
KRK2             ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STUKII57          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STUKII16         ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
RNK34            ACTTACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK20             ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK48          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK94             ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STUKII19          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STUKII44         ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STUKII45         ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
STUKII63          ACTTACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
TKL10            ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
TLK19            ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
TRK54            ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
KRK5             ACTTACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
KRK51            ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
KRK53            ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
KRK93            ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK8           ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK10          ACTAACATTC CGACCGATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK12          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK19          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK20          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK37          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK43          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK49          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK56          ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                    ....|....|....|....|...|....|....|....|....|....|....|....|
                        845       855       865       875       885       895
PHIIK67     ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK111    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK112    ACTAACATTC CGACCAATCT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK113    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK119    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK160    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK164    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK181    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK184    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK199    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK66       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
KRK39       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PGKII58     ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PHIIK71     ACTAACATTC CGTCCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
KRK4        ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PNK7        ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STU8        ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
STU16       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
STU38       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
STU39       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STU55       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STU79       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
STUKII30    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STUKII31    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STUKII50    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
STUKII53    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
STUKII98    ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STU50       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
STU100      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PGKII47     ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PNK45       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
RNK11       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
RNK27       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     845       855       865       875       885       895
RNK33      ACTAACATTC CGACCGATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK92      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PNK3       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PNK5       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PNK20      ACTAACATTC CGACCGATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PNK34      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PNK38      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PNK39      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PNK90      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
PNK92      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
PNK98      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK2       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK10      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
RNK17      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK19      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
RNK28      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK30      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK38      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK43      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK49      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK50      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
RNK69      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCTAT
RNK88      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCGG ATGTAGCAAT
TLK4       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
TLK5       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
TLK6       ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
TLK11      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
TLK13      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
TLK14      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
TLK51      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
TLK80      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
TLK88      ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCGG ATGTAGCAAT
TLK100     ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|... .|....|....|....|....|....|....|....|
                     845       855       865       875       885       895
TRK5     ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
TRK7     ACTAACATTC CGACCGATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
TRK24     ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
TRK47     ACTAACATTC CGTCCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATCGCAG ATGTAGCAAT
TRK76     ACTAACATTC CGACCAATTT CACAATTCCT CTTCTGAACC CTAATTGCAG ATGTAGCAAT
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...|....|....|....|....|....|....|....|
                     905       915       925       935       945       955
TRK4             CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK2             CCTAACCTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAAGTGGC
STUK1             CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK1             CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII4          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK5             CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
KRK2             CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGCGGC
STUKII57          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII16          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK34            CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK20             CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAAGTGGC
PHIIK48          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK94            CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII19          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII44          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII45          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII63          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TKL10            CTTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK19            CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TRK54            CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA GCAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
KRK5             CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
KRK51            CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTAGC
KRK53            CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
KRK93            CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK8           CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK10          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK12          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK19          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAGCCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK20          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK37          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK43          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK49          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK56          CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAAGTGGC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                  ....|....|....|....|...|....|....|....|....|....|....|....|
                      905       915       925       935       945       955
PHIIK67     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK111    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK112    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK113    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK119    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK160    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK164    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK181    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK184    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK199    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTAGC
RNK66       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
KRK39       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PGKII58     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PHIIK71     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
KRK4        CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK7        CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STU8        CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STU16       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STU38       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STU39       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STU55       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAAGTAGC
STU79       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII30    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII31    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII50    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII53    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STUKII98    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STU50       CCTAACTTGA ATTGGGGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
STU100      CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PGKII47     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK45       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK11       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK27       CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...|....|....|....|....|....|....|....|
                     905       915       925       935       945       955
RNK33    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK92    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK3     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK5     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTT ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK20    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAAGTGGC
PNK34    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK38    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK39    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK90    CCTAACTTGA ATTGGGGGCA TACCTGCAGA ACAGCCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTAGC
PNK92    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
PNK98    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK2     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK10    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK17    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK19    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATTG GCCAGGTGGC
RNK28    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK30    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK38    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK43    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK49    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK50    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK69    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
RNK88    CCTAACTTGA ATTGGAGACA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK4     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK5     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK6     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAAGTGGC
TLK11    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK13    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK14    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK51    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK80    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK88    CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TLK100   CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
```

รูปที่1 (ต่อ)

```
                 ....|....|....|....|...  .|....|....|....|....|....|....|....|....|
                     905       915       925       935       945       955
TRK5     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TRK7     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TRK24     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TRK47     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TGCCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
TRK76     CCTAACTTGA ATTGGAGGCA TACCTGCAGA ACAACCCTTC ATTATCATCG GCCAGGTGGC
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                    ....|....|....|....|...|
                        965       975       985
TRK4                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TLK2                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUK1                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK1                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII4             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK5                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
KRK2                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII57             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII16             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK34                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK20                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK48             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK94                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII19             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII44             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TGTTC
STUKII45             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII63             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TKL10               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TLK19               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TRK54               CTCTGTCCTT TACTTCTCCC TGTTC
KRK5                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
KRK51               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
KRK53               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
KRK93               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK8              CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK10             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK12             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK19             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK20             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK37             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK43             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK49             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK56             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                    ....|....|....|....|...|
                        965       975       985
PHIIK67             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK111            CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK112            CTCTGTCCTC TACTTCTCCT TATTC
PHIIK113            CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK119            CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK160            CTCTGTCCTC TACTTCTCCT TATTC
PHIIK164            CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK181            CTCTGTCCTC TACTTCTCCT TATTC
PHIIK184            CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK199            CTCTATCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK66               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
KRK39               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PGKII58             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PHIIK71             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
KRK4                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK7                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STU8                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STU16               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STU38               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STU39               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STU55               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STU79               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII30            CTCTGTCCTC TACTTCTCCT TATTC
STUKII31            CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII50            CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII53            CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STUKII98            CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STU50               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
STU100              CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PGKII47             CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK45               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK11               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK27               TTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                    ....|....|....|....|...  .|
                        965       975       985
RNK33               TTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK92               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK3                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK5                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK20               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK34               CTCTGTCCTT TACTTCTCCC TGTTC
PNK38               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK39               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK90               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
PNK92               CTCTGTCCTC TACTTCTCCT TATTC
PNK98               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK2                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK10               CTCTGTCCTT TACTTCTCCC TGGTC
RNK17               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK19               TTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK28               CTCTGTCCTC TACTTCTCCT TATTC
RNK30               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK38               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK43               CTCTGTCCTC TACTTCTCCT TATTC
RNK49               CTCTGTCCTC TACTTTTCCC TATTC
RNK50               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK69               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
RNK88               CTCTGTCCTT TACTTCTCCC TGTTC
TLK4                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TLK5                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TLK6                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TLK11               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TLK13               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TLK14               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TLK51               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TLK80               CTCTGTCCTT TACTTCTCCC TGTTC
TLK88               CTCTGTCCTT TACTTCTCCC TGTTC
TLK100              CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่1 (ต่อ)

```
                    ....|....|....|....|...  .|
                        965       975       985
TRK5                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TRK7                CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TRK24               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TRK47               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
TRK76               CTCTGTCCTC TACTTCTCCC TATTC
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล นางสาว ปวันรัตน์ บัวโรย

วัน-เดือน-ปี เกิด 24 ตุลาคม 2532

สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ทุนการศึกษาที่ได้รับ ทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University