ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 4 พ.ศ. 2563-2567 และวารสารใหม่ที่ต้องการเข้าสู่ฐานข้อมูล TCI พ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2563

ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 3 (รับรองผลถึง 31 ธันวาคม 2562)

Show 10 entries Search:

No.	Journal Name English	Journal Name Local	ISSN	E-ISSN	TCI Tier	Date for next submission
524	KKU Science Journal	วารสารวิทยาศาสตร์ มข.	0125-2364	2586-9531	2	ไม่ก่อนวันที่ 1 ม.ค. 2564

ที่ อว 660301.1/1928

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จังหวัดขอนแก่น 40002

21 เมษายน 2563

เรื่อง รับรองการตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

เรียน คุณสุมาลี พิมพันธุ์

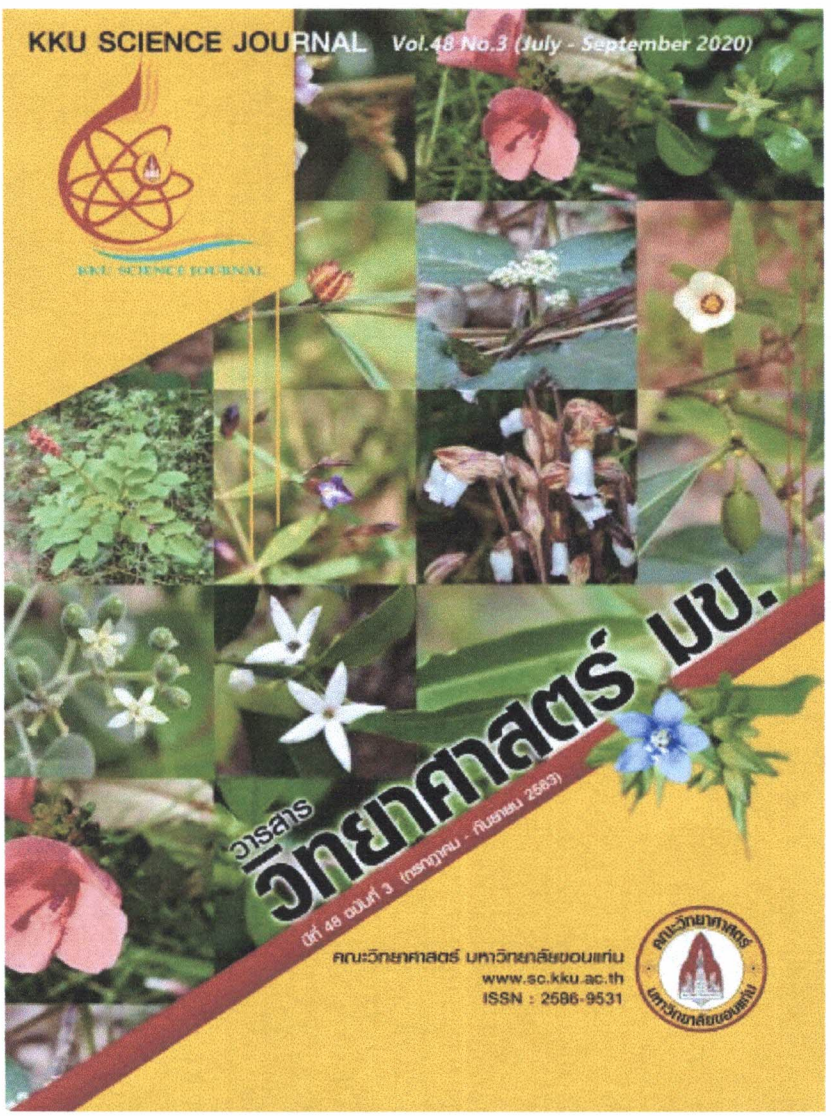
กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ขอรับรองว่า บทความวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์แคริโอไทป์ของอ้นเล็ก (*Cannomys badius*) ด้วยเทคนิคทางพันธุศาสตร์ระดับเซลล์แบบดั้งเดิมและระดับโมเลกุล (Karyological Analysis of Lesser Bamboo Rat, *Cannomys badius* (Rodentia, Rhizomyinae) by Classical and Molecular Cytogenetic Techniques) " โดย Sumalee Phimphan*, Rattanaporn Rojrung, Surachest Aiumsumang, Kan Koomsab and Alongklod Tanomtong ได้ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และบทความดังกล่าวจะได้รับตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ฉบับที่ 3 ปีที่ 48 ซึ่งมีกำหนดออกภายในเดือนกรกฎาคม - กันยายน ปี พ.ศ. 2563

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนูสิทธิ์ บุรินทร์ประโคน)
รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์
ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วารสารวิทยาศาสตร์ มข.
โทรศัพท์ 082-3235875, 043-009700 ต่อ 44886
E-mail: kku_scijournal@kku.ac.th


KKU SCIENCE JOURNAL Vol.48 No.3 (July - September 2020)
KKU SCIENCE JOURNAL
วารสาร
วิทยาศาสตร์ มข.
ปีที่ 48 ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม - กันยายน 2563)
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
www.sc.kku.ac.th
ISSN : 2586-9531

วารสารวิทยาศาสตร์ มข.
KKU SCIENCE JOURNAL

วัตถุประสงค์และขอบเขต วารสารวิทยาศาสตร์ มข. เป็นวารสารของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จัดทำขึ้นเพื่อตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ และผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทุกสาขา เพื่อนำเสนอองค์ความรู้ทางวิชาการในเชิงลึกที่ผ่านการประมวลและเรียบเรียงอย่างเป็นระบบ และเป็นสื่อในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักวิจัยหรือนักวิชาการ ผู้สนใจสามารถส่งผลงานวิจัยหรือผลงานวิชาการของท่านในรูปแบบของบทความต้นฉบับ หรือบทความปริทรรศน์ โดยบทความทุกเรื่องจะได้รับการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิและกองบรรณาธิการ บทความที่ผ่านการประเมินจะต้องเป็นผลงานที่ใหม่และไม่มีการคัดลอกผลงานของผู้อื่น วารสารวิทยาศาสตร์ มข. มีกำหนดออกปีละ 4 ฉบับ ในรูปแบบของวารสารอิเล็กทรอนิกส์

กำหนดการออก ปีละ 4 ฉบับ: ฉบับที่ 1 (ม.ค.–มี.ค.), ฉบับที่ 2 (เม.ย.-มิ.ย.), ฉบับที่ 3 (ก.ค.-ก.ย.) และ ฉบับที่ 4 (ต.ค.-ธ.ค.)

สถานที่ติดต่อ วารสารวิทยาศาสตร์ มข. อาคาร SC.06 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002
โทรศัพท์: 09-6168-2684, 09-1421-0058 อีเมล: kku_scijournal@kku.ac.th เว็บไซต์: http://scijournal.kku.ac.th

ที่ปรึกษา
ผศ.ดร.สมเกียรติ ศรีจารนัย (คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
ผศ.ดร.ธนูสิทธิ์ บุรินทร์ประโคน (รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
ศ.ดร.ประนอม จันทรโณทัย (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
รองศาสตราจารย์นฤมล แสงประดับ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

บรรณาธิการ รศ.ดร.รจนา บุระคำ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

รองบรรณาธิการ รศ.ดร.จักรชัย โสอินทร์ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
รศ.ดร.วิภู กุตะนันท์ (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

กองบรรณาธิการวิชาการ

ศ.ดร.ม.ร.ว.ชิษณุสรร สวัสดิวัตน์ (มหาวิทยาลัยมหิดล)
ศ.ดร.ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์ (มหาวิทยาลัยมหิดล)
ศ.ดร.เกตุ กรุดพันธ์ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)
ศ.ดร.สำรวม จงเจริญ (สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์)
ศ.ดร.จตุพร วิทยาคุณ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)
รศ.ดร.สุพรรณี อึ้งปัญสัตวงศ์ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
ผศ.ดร.อรรุจี เหมือนวงศ์ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
ผศ.ดร.พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
ผศ.ดร.วุฒิชัย ศรีโสดาพล (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
ศ.ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
ศ.ดร.สมบูรณ์ ธนาศุภวัฒน์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
ศ.ดร.วินิช พรมอารักษ์ (สถาบันวิทยสิริเมธี)
ศ.ดร.สันติ แม้นศิริ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)
รศ.ดร.ไชยวัฒน์ รักสกุลพิวัฒน์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)
รศ.ดร.ธีรศักดิ์ สมดี (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
ผศ.ดร.พิสิฏฐ์ เจริญสุดใจ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
ผศ.ดร.คมศร ลมไธสง (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)
ผศ.ดร.วีระชัย สาระคร (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

คณะทำงานประจำกองบรรณาธิการ

นางกิตติยา ค้อชากุล
นางสาวกุณฑ์ธยาน์ ราชพลแสนวงศ์
นายสุชาติ เทพภูเขียว
นางสาวสุภาพร พิมพ์วาปี
นายวัฒนา สวดประโคน
นายสุขทวี คลังตระกูล
นางสาวจิราภรณ์ พิมพ์ภูมี
นางสาวพิศมัย คชโคตร
นายศักดิ์สิทธิ์ สุวรรณ์
นางสาวชลณภัทร ทัศนพงษ์

บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ และมิได้อยู่ในความรับผิดชอบของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วารสารวิทยาศาสตร์ มข.
KKU SCIENCE JOURNAL
ISSN : 2586-9531

ปีที่ 48 เล่มที่ 3 (กรกฎาคม - กันยายน 2563) Volume 48 Number 3 (July - September 2020)

บรรณาธิการแถลง

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. เป็นวารสารที่จัดอยู่ในฐานข้อมูลของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index Center: TCI) กลุ่มที่ 2 ซึ่งการดำเนินงานของวารสารได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในฉบับนี้เผยแพร่เป็นฉบับที่ 3 ของปี พ.ศ. 2563 (กรกฎาคม – กันยายน 2563) มีบทความที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลากหลายสาขา โดยทุกบทความได้ผ่านการพิจารณากลั่นกรองจากกองบรรณาธิการฯและประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ ทางกองบรรณาธิการฯ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงบทความ และขอแสดงความยินดีกับนักวิจัยทุกท่านที่ดำเนินการวิจัยเสร็จสิ้นจนสามารถนำผลการวิจัยมาเผยแพร่ได้สำเร็จ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารวิทยาศาสตร์ มข. จะเป็นแหล่งอ้างอิงสำหรับการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยต่อไป

นักวิจัยสามารถสืบค้นและดาวน์โหลดบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ทั้งฉบับปัจจุบันและย้อนหลังได้ฟรีที่ http://scijournal.kku.ac.th ทั้งนี้ หากท่านมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาและปรับปรุงเชิงคุณภาพของวารสาร สามารถติดต่อกับคณะทำงานประจำกองบรรณาธิการฯ ได้ทางอีเมล kku_scijournal@kku.ac.th คำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบการจัดการวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร. รจนา บุระคำ
บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

SCAN ME

http://scijournal.kku.ac.th/

วารสารวิทยาศาสตร์ มข.
KKU SCIENCE JOURNAL
ISSN : 2586-9531

ปีที่ 48 เล่มที่ 3 (กรกฎาคม - กันยายน 2563) Volume 48 Number 3 (July - September 2020)

งานวิจัย

➢ ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่สัมพันธ์กับสารฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์จากเมล็ดของโคลงเคลงยวน
Antioxidant Activity Related to Phenolic and Flavonoid Compounds from Seeds of *Melastoma saigonense*
นัทธมน ประจุดทะศรี สุจินต์ อังกุราวิรุทธ์ และ มงคล นนทกิตติเจริญ
Natthamon Prajudtasri Sujint Anguravirutt and Mongkol Nontakitticharoen.....296

➢ การศึกษาชีวสารสนเทศและการแสดงออกของ Pyridoxal kinase ในแบคทีเรียชอบร้อน *Geobacillus* sp. H6a ที่ผลิตวิตามินบีหก
Bioinformatics and Expression Analysis of Pyridoxal Kinase in Vitamin B-6-producing Thermophilic Bacterium, *Geobacillus* sp. H6a
ชัยนรินท์ ไวทยวรรณฐิติ ชิดชนก อนุตระกูลชัย และ ยานี ตรองพาณิชย์
Chainarin Waithayawanthiti Chitchanok Anutakunchai and Yanee Trongpanich.....307

➢ การวิเคราะห์แคริโอไทป์ของอ้นเล็ก (*Cannomys badius*) ด้วยเทคนิคทางพันธุศาสตร์ระดับเซลล์แบบดั้งเดิมและระดับโมเลกุล
Karyological Analysis of Lesser Bamboo Rat, *Cannomys badius* (Rodentia, Rhizomyinae) by Classical and Molecular Cytogenetic Techniques
สุมาลี พิมพันธุ์ รัตนาภรณ์ โรจน์รุ่ง สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาง กาญจน์ คุ้มทรัพย์ และ อลงกลด แทนออมทอง
Sumalee Phimphan Rattanaporn Rojrung Surachest Aiumsumang Kan Koomsab and Alongklod Tanomtong.....318

➢ รายงานพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ครั้งแรกของงูสายม่านพระอินทร์ (*Dendrelaphis pictus*, Colubrinae) ด้วยการย้อมสีโครโมโซมแบบจิมซ่า
First Cytogenetic Report of Painted Bronzeback (*Dendrelaphis pictus*, Colubrinae) by Giemsa's Staining
ประวีรณ์ สุพรรณอ่วม สราวุธ แก้วศรี อิสสระ ปะทะวัง สิทธิศักดิ์ จันทรัตน์ ศรัณย์ จำรัสธนสาร และ อลงกลด แทนออมทอง
Praween Supanuam Sarawut Kaewsri Isara Patawang Sitthisak Juntarat Sarun Jumrusthanasan and Alongklod Tanomtong.....326

วารสารวิทยาศาสตร์ มข.

KKU SCIENCE JOURNAL

ISSN : 2586-9531

ปีที่ 48 เล่มที่ 3 (กรกฎาคม - กันยายน 2563) Volume 48 Number 3 (July - September 2020)

- **ความหลากหลายของมอลลัสค์ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช เขื่อนศรีนครินทร์ อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี**
  Mollusc diversity in the plant genetic protection area of Srinagarind Dam, Sisawat District, Kanchanaburi Province
  วีระชน สว่างเพราะ ไพพรรณ แพเจริญ ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์ และ จตุรงค์ จันทร์สี่ทิศ*
  Weerachon Sawangproh Paiphan Paejaroen Yutthana Phankamolsil and Chaturong Chanseetis*.....333
- **ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อปริมาณเบตากลูแคน และคุณลักษณะทางกายภาพของเห็ดแครงอบแห้ง**
  Effect of Temperature and Time on Beta Glucan Content and Characteristic of Dried Split Gill Mushroom
  เอื้อพร จรัสเพิ่มสุข กานต์สุดา วันจันทึก และ อำพร แจ่มผล*
  Euaphorn Jaraspermsuk Kansuda Wunjuntuk and Amporn Jamphon*.....342
- **การศึกษาองค์ความรู้ของตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคผิวหนังอักเสบที่บันทึกในเอกสารใบลานอีสาน**
  Study on Knowledge of Medicinal Plant Formulas for Dermatitis Treatment Recorded in Palm Leaf Manuscripts of Isan
  ชินพัฒน์ เฉลิมรัมย์ และ สุทธิรา เชดลัค*
  Chinnaphat Chaloemram and Sutthira Sedlak*.....350
- **ความหลากชนิดของไม้พื้นล่างในป่าโคกหนองขวาง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม**
  Species Diversity of Understory Plant in Khok Nong Khwang Forest, Kantharawichai District, Maha Sarakham Province
  ศรายุทธ รักอาชา สุรพล แสนสุข และปิยะพร แสนสุข*
  Sarayut Rakarcha Surapon Saensouk and Piyaporn Saensouk*.....364
- **องค์ประกอบสกุลและสถานภาพของปะการังแข็ง บริเวณเกาะไหง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะลันตา จังหวัดกระบี่**
  Genera Composition and Status of Stony Coral at Koh Ngai, Lan-ta National Park, Krabi, Thailand
  *ศักราช พัฒน์เอี่ยม ยุทธการ สวนแก้ว ทิฆัมพร ว่องธวัชชัย และ เอกนรินทร์ รอดเจริญ**
  *Sakarat Pat-iam Yuthakarn Suankaew Thikumpon Wongtawatchai and Eknarin Rodcharoen**.....377

วารสารวิทยาศาสตร์ มข.

KKU SCIENCE JOURNAL

ISSN : 2586-9531

ปีที่ 48 เล่มที่ 3 (กรกฎาคม - กันยายน 2563) Volume 48 Number 3 (July - September 2020)

- **การแยกบริสุทธิ์และศึกษาคุณสมบัติบางประการของไลโซไซม์ชนิด G จากไข่ขาวของไข่นกกระจอกเทศ**
  Purification and Characterization of G-type Lysozyme from Ostrich Egg White
  *มลฤดี กงชัยภูมิ ดาราพร เชื้ออ่อน ปรียานันท์ อันวิเศษ นิศาชล แจ้งพรมมา และ สมปอง คล้ายหนองสรวง**
  Monruedee Konkchaiyaphum Daraporn Chua-on Preeyanan Anwised
  *Nisachon Jangpromma and Sompong Klaynongsruang**.....386
- **การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาคอปเปอร์-อะลูมิเนียมบนตัวรองรับ SBA-15 ด้วยเถ้าจากลำต้นข้าวโพดเพื่อใช้ในปฏิกิริยาการรีดิวซ์ก๊าซไนตริกออกไซด์ด้วยก๊าซมีเทน**
  Synthesis of Cu-Al Catalysts over Green SBA-15 from Corn Stack Ash for Catalytic Reduction of Nitric Oxide by Methane
  พรพรรณ น้ำค้าง และ ไพศาล คงคาฉุยฉาย*
  Pornpan Namkhang and Paisan Kongkachuichay*.....398
- **การเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนเอทานอลเป็นไบโอเจ็ทด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาซีโอไลต์**
  Catalytic conversion of ethanol to biojet over zeolite catalysts
  *สุวิมล ไทยน้อย พัสตราภรณ์ กิจศิริ และ อาทิตย์ อัศวสุขี**
  *Suwimon Thainoi Phattraphorn Kijsiri and Artit Ausavasukhi**.....408
- **คุณภาพของเชื้อเพลิงผสมระหว่างน้ำมันดีเซลกับน้ำมันชีวภาพและอิมัลซิไฟเออร์หรือเอทานอลโดยใช้วิธีปั่นผสมความเร็วรอบสูงและการใช้คลื่นอัลตร้าโซนิค**
  Quality of blended fuel prepared by mixing of diesel, bio-oil and emulsifier or ethanol using high speed and ultrasonic mixing
  อาคม ปะหลามานิต พรทิพย์ คงภักดี ปฏิภาณ สกุลกิจ และ ธรณิศวร์ ดีทายาท*
  Arkom Palamanit Phonthip Khongphakdi Patipan Sakulkitand Thoranis Deethayat*.....418
- **การอบแห้งมะม่วงสุกด้วยเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์แบบพีวีไฮบริดจ์**
  Ripe mango drying using solar-PV hybrid dryer
  อดิศักดิ์ นาถกรณกุล นริส ประทินทอง กฤษณ์ อภิญญาวิศิษฐ์ และ สุวิทย์ แพงกันยา*
  Adisak Nathakaranakule Naris Pratinthong Krit Apinyawisit and Suwit Pangkanya*.....432
- **การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนภายในท่อกลมสอดใส่แผ่นบิดผิวคลื่นและสลับแกน**
  Heat transfer enhancement in a circular tube inserted with wavy twisted tape and alternate axes
  อนุชา สายสร้อย อุทัย ผ่องรัศมี ช่วงชัย ชุปวา และ จักรกฤษณ์ ขันทอง*
  Anucha Saysroy Uthai Phongrasamee Chuangchai Chooppava and Jakkrit Kuntong*.....440

การวิเคราะห์แคริโอไทป์ของอ้นเล็ก (*Cannomys badius*) ด้วยเทคนิคทางพันธุศาสตร์ระดับเซลล์แบบดั้งเดิมและระดับโมเลกุล

Karyological Analysis of Lesser Bamboo Rat, *Cannomys badius* (Rodentia, Rhizomyinae) by Classical and Molecular Cytogenetic Techniques

สุมาลี พิมพันธุ์[1*] รัตนาภรณ์ โรจน์รุ่ง[2] สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาง[1] กาญจน์ คุ้มทรัพย์[3] และ อลงกลด แทนออมทอง[2]

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

[2]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

[3]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

Sumalee Phimphan[1*] Rattanaporn Rojrung[2] Surachest Aiumsumang[1] Kan Koomsab[3] and Alongklod Tanomtong[2]

[1]Biology Program, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun, 67000 Thailand

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002, Thailand

[3]Education Science Program, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun, 67000 Thailand

*Corresponding Author, E-mail: joodoof@gmail.com

Received: 11 November 2019 | Revised: 11 April 2020 | Accepted: 21 April 2020

บทคัดย่อ

การศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของอ้นเล็ก (*Cannomys badius*) โดยเทคนิคแบบดั้งเดิมและเทคนิคฟลูออเรสเซนซ์อินไซทูไฮบริไดซ์เซชัน เก็บตัวอย่างจากจังหวัดเพชรบูรณ์ เตรียมโครโมโซมด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาว เก็บเกี่ยวเซลล์ ย้อมสีแบบธรรมดาด้วยสีจิมซ่า ย้อมแถบสีแบบนอร์ และย้อมด้วยเทคนิคฟลูออเรสเซนซ์อินไซทูไฮบริไดซ์เซชัน ผลการศึกษาพบว่าอ้นเล็กมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ (2*n*) เท่ากับ 50 แท่ง โครโมโซมพื้นฐาน (NF) เท่ากับ 94 ออโตโซมประกอบด้วยโครโมโซมชนิดอะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 12 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 2 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 10 แท่ง เมทาเซนทริกขนาดเล็ก 4 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดเล็ก 6 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดเล็ก 8 แท่ง และเทโลเซนทริกขนาดเล็ก 6 แท่ง โครโมโซมเอ็กซ์ เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ พบตำแหน่งนอร์ 3 คู่ อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 7, 10 และ 17 จากการย้อมด้วยเทคนิคฟลูออเรสเซนซ์อินไซทูไฮบริไดซ์เซชัน ใช้โพรบไมโครแซทเทลไลท์ $d(CA)_{15}$ พบจุดสัญญาณติดบริเวณแขนข้างยาวใกล้กับเซนโทรเมียร์ของโครโมโซมคู่ที่ 13 ซึ่งข้อมูลนี้สามารถใช้เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมสำหรับอ้นเล็กได้ และเป็นข้อมูลพื้นฐานไว้สำหรับการศึกษาขั้นสูงต่อไป

ABSTRACT

The lesser bamboo rat (*Cannomys badius*) from Phetchabun Province, Thailand was cytogenetically studied by classical and molecular cytogenetic techniques. Blood samples were taken from lesser bamboo rat and then subjected to standard whole blood T-Lymphocyte culture. The chromosomes were harvested by colchicine-hypotonic-fixation-air drying technique. Conventional, Ag-NOR banding and fluorescence *in situ* hybridization (FISH) techniques were used to apply on the metaphase chromosomes. The results showed that the karyotype of lesser bamboo rat had the diploid chromosome number of $2n$=50 and the fundamental number (NF) of 94. The autosomes consisting of 12 large acrocentric, two medium submetacentric, 10 medium acrocentric, four small metacentric, six small submetacentric, eight small acrocentric and six small telocentric chromosomes. The X chromosome is the largest metacentric chromosome. The nucleolar organizer regions (NORs) were observed in the short arms of chromosome pairs 7, 10 and 17 for the first time. In addition, the molecular probe, microsatellite $d(CA)_{15}$ was revealed the hybridization signal detected at subcentromeric region in the long arms of chromosomes pair 13. The obtained results suggested that NORs and microsatellite $d(CA)_{15}$ probe can be used as specific markers for this species. Our results are also fulfilled the basic cytogenetic knowledge for *C. badius*.

คำสำคัญ: อ้นเล็ก (*Cannomys badius*) โครโมโซม แคริโอไทป์ พันธุศาสตร์โมเลกุล

Keywords: *Cannomys badius*, Chromosome, Karyotype, Molecular Cytogenetics

INTRODUCTION

The subfamily Rhizomyinae (Spalacidae, Rodentia) is known in the fossil record since the Oligocene. It is represented by three modern genera (*Rhizomys*, *Cannomys*, *Tachyorystes*). There are 17 species of rat and classified in two tribes (Rhizomyina, Trachyoryctini). The tribes Rhizomyini includes four species namely Hoary bamboo rat (*R. pruinosus*), Chinese bamboo rat (*R. sinensis*), large bamboo rat (*R. sumatrensis*), and lesser bamboo rat, *C. badius* (Hodgson, 1841) (Lekagul and McNeely 1988; Wilson and Cole, 2000; Parr, 2003; Musser and Carleton, 2005). The distributions of *C. badius* range from Eastern Nepal, through Northeast India, Bhutan, Southeastern Bangladesh, Myanmar, South China, Northwest Vietnam, Thailand and Cambodia. (Musser and Carleton, 2005)

The *C. badius* is a small, fairly stocky rodent that is smaller size distinguishes it from other bamboo rat species. It is covered with soft, dense, chestnut brown fur over the entire body, head and limbs. Some individuals show a vertical white streak of fur the snout up over the forehead. The cheeks are slightly paler brown. The comparatively short tail is virtually naked, covered in hairs and its footpads are smooth (Figure 1). Behavior of *C. badius* is commonly burrowing and habitat found in bamboo groves in sub-mountain and mixed deciduous forest of western, Northern Thailand (Lekagul and McNeely, 1988; Parr, 2003).

Although the animal cytogenetics has been studied so far, the reports of cytogenetic studies of bamboo rat are scarce. There are only few previous reports by Hsu and Johnson (1963) that reveals the diploid chromosome number of $2n$=50 in male *R. sumatrensis* karyotype by conventional staining technique. The autosomes (24 pairs) compose of metacentric and submetacentric chromosomes. In

2013, Tanomtong et al. revealed the karyotype of the *R. pruinosus* from Thailand which had the diploid number 2*n*=50 and the fundamental number (NF) = 100 in both males and females. The numbers of bands in *R. pruinosus* are determined to be 234 and 280 by GTG-banding and high-resolution techniques, respectively. For the *C. badius* reported the standardization of karyotype, idiogram and described the chromosome banded by GTG-, CBG-, high-resolution techniques and Ag-NOR banding (Tanomtong et al., 2011). However, NORs could not be clearly observed (Table 1). In this study, we aim to confirm NORs and compare the results with previous reports. In addition, the molecular probe, microsatellite $d(CA)_{15}$ was used to detect if there is some specific hybridization pattern in *C. badius* that has not been studied yet. The results obtain can be fulfilled to the basic knowledge and accommodate for the further research.

Figure 1. General characteristic of the lesser bamboo rat, *C. badius*. Scale bar indicates 5 centimeters.

Table 1 Cytogenetic reviews of Asian bamboo rats in the subfamily Rhizomyinae (genera *Rhizomys* and *Cannomys*).

Species	2*n*	NF	NOR	G-	C-	FISH	Locality	Reference
R. pruinosus	50	-	-	-	-	-	Malaya	Hsu and Johnson (1963)
	50	100	+	+	+	-	Thailand	Tanomtong et al. (2013)
C. badius	50	94	-	+	+	-	Thailand	Tanomtong et al. (2011)
	50	94	+	-	-	+	Thailand	Present study

Remarks: 2*n* = diploid chromosome, NF = fundamental number (number of chromosome arms), NOR = Ag-NOR-banding, G- = G-banding, C- = C-banding, FISH = fluorescence *in situ* hybridization, + = available data and - = unavailable data.

MATERIALS AND METHODS

The sample collected from Petchabun Province, blood collections were taken from jugular vein of lesser bamboo rat and kept cooled in 10 mL heparinized vacuum tube to prevent blood clotting prior arriving to the laboratory. The lymphocytes were cultured using that of standard protocol (Rooney, 2001; Supanuam, et al. 2005; Jantarat, et al. 2007).

Cell culture

The RPMI 1640 medium was prepared with 1% PHA (Phytohemagglutinin) as a mitogen and kept in blood culture bottles of 5 mL each. The blood

samples of 0.4 mL were dropped into a medium bottle and mixed well. The culture bottle was loosely capped, incubate at 37 °C under 5% of carbondioxide environment and regular shake in the morning and evening. When reaching harvest time at the 72 hour of incubation, Karyo Max Colcemid (10 µm/ml) was introduced and mixed well followed by further incubation for 20 minutes.

Cell harvest

The blood sample mixture was centrifuged at 1,600 rpm for 10 minutes and discarded supernatant. Adding 5 mL of hypotonic solution (0.075 M KCl) to the pellet and incubated for 30 minutes. The discarded supernatant and centrifugation at 1,600 rpm for 10 minutes. Cells were then fixed with fresh cold fixative consisting of methanol and glacial acetic acid (3: 1) by gradually added up to 5 mL, centrifuged at the same setting and discarded the supernatant. The fixative was repeated until the supernatant was clear. Finally, adding 1 mL of fixative to the pellet. The cell suspension was dropped onto a cleaned-cold slide by using micropipette and air-dry.

Chromosome stanning

Conventional staining, the slides were then applied with 20% Giemsa's solution for 30 minutes. Ag-NOR banding was applied 1 drop of 2% gelatin followed by 2 drops of 50% silver nitrate on the area of metaphase chromosome. The slides were then sealed with cover glasses and incubated at 60 degree Celsius for 5 minutes. After that washing the slides in distilled water until a coverslip was removed. (Howell and Black, 1980)

FISH was performed under high stringency conditions on mitotic chromosome spreads (Kubat et al. 2008). The metaphase chromosome slides were incubated with pepsin treatment (95 mL dH_2O + 5 mL 0.2N HCl) for 3 minutes at 37 degree Celsius. After denaturation of chromosomal DNA in 70% formamide at 83 degree Celsius. The hybridization mixture (2.5 ng/µl probes, 2 µg/µl DNA, 50% deionized formamide, 10% dextran sulphate) was dropped on the slides, and the hybridization was performed overnight at 37 degree Celsius in a moist chamber containing distilled water. The post hybridization wash was carried out with 4x SSC for 5 minutes at room temperature (2 times). Finally, the slides were counterstained with DAPI and mounted in an antifade solution (Vectashield from Vector laboratories).

FISH experiments with the microsatellites $d(CA)_{15}$ as probe were performed as described in Pinkel et al. (1986), with slight modifications. These sequences were directly labeled with Cy3 at 5′ terminal during synthesis by Sigma (St. Louis, MO, USA). The chromosomes were counterstained with DAPI (1.2 µg/mL), mounted in antifading solution (Vector, Burlingame, CA, USA), and analyzed in fluorescence microscope Nikon ECLIPSE.

RESULTS AND DISCUSSION

Cytogenetic study of *C. badius* using conventional, Ag-NOR banding and FISH techniques revealed that *C. badius* had the diploid chromosome number of $2n$=50 that comprised 48 autosomes and two sex chromosomes (Figure 2A). The present results are accordance to the previous reports (Hsu and Johnson, 1963; Tanomtong et al., 2011; 2013) that the bamboo rat had $2n$=50 in both genera.

The *C. badius* has the number of chromosome arm or fundamental number, NF=94, which according to the previous study reported by Tanomtong et al. (2011). However, in comparison to *R. pruinosus*, the karyotype of *C. badius* has NF less than *R. pruinosus* (Tanomtong et al., 2013). This fact suggests that some pericentric inversions have

occurred in the karyotype differentiation of this genus. In fact, the occurrence of chromosomal rearrangements has been considered a relatively common evolutionary mechanism inside the mammals (Shafer, 1986).

Regarding the chromosome types, the results of present study are coincidently to the previous report (Tanomtong et al., 2011). The autosomes of *C. badius* consisting of 12 large acrocentric, two medium submetacentric, 10 medium acrocentric, four small metacentric, six small submetacentric, eight small acrocentric, six small telocentric and the sex chromosomes are the largest metacentric chromosome.

Interestingly, the active Ag-NOR regions are obviously found in three bi-armed autosomal pairs that are specifically in the telomeric regions of the short arms of those autosome pairs 7, 10 and 17 (Figure 2B). This result may be the first report of NORs detected in the *C. badius* which never reveals before. Theoretically, NORs represent the location of genes that function in ribosome synthesis (Sharma et al., 2002). The most striking variation is found in the morphology of the secondary constrictions. Generally, one major NOR is present per genome (*n*), which may vary in its position between species. However, closely related and often morphologically very similar species share the same type and location of their NORs, which can therefore provide an effective taxonomic marker (King, 1981).

The FISH results using microsatellites $d(CA)_{15}$ probe hybridized on *C. badius* metaphase chromosomes reveal the *in situ* localization positive signals on chromosome pair 13 nearly to subcentromeric regions (Figure 2C). However, microsatellites or simple sequence repeats, generally are located in the heterochromatic regions (telomeres, centromeres and in the sex chromosomes) of genomes. Due to their high polymorphism, co-dominant inheritance, ease of scoring and dense distribution throughout eukaryotic genomes, microsatellites are now generally considered to be the most powerful genetic markers for genetic mapping and evolutionary studies (Supiwong et al., 2014). Here, we suggested that hybridization signal of microsatellite $d(CA)_{15}$ probe was found on chromosome pair 13 and those of three NORs bearing chromosomes can be used as species specific marker for this species. The idiogram from Ag-NOR banding and $d(CA)_{15}$ microsatellite probe is shown in Figure 3.

CONCLUSION

In this study, the results revealed that the karyotype of *C. badius* has the same diploid number $2n=50$ same as previous reports. Here we provide more cytogenetic information that might be used as species specific marker in *C. badius* the NORs bearing chromosome was located on chromosome pairs 7, 10 and 17. The $d(CA)_{15}$ microsatellite also showed hybridization pattern on subcentromeric region in the long arms of chromosomes pair 13. These results provided the knowledge of the chromosomal distribution of repetitive DNA sequences in *C. badius* represents the pioneer for achieving an integrated view of the bamboo rat.

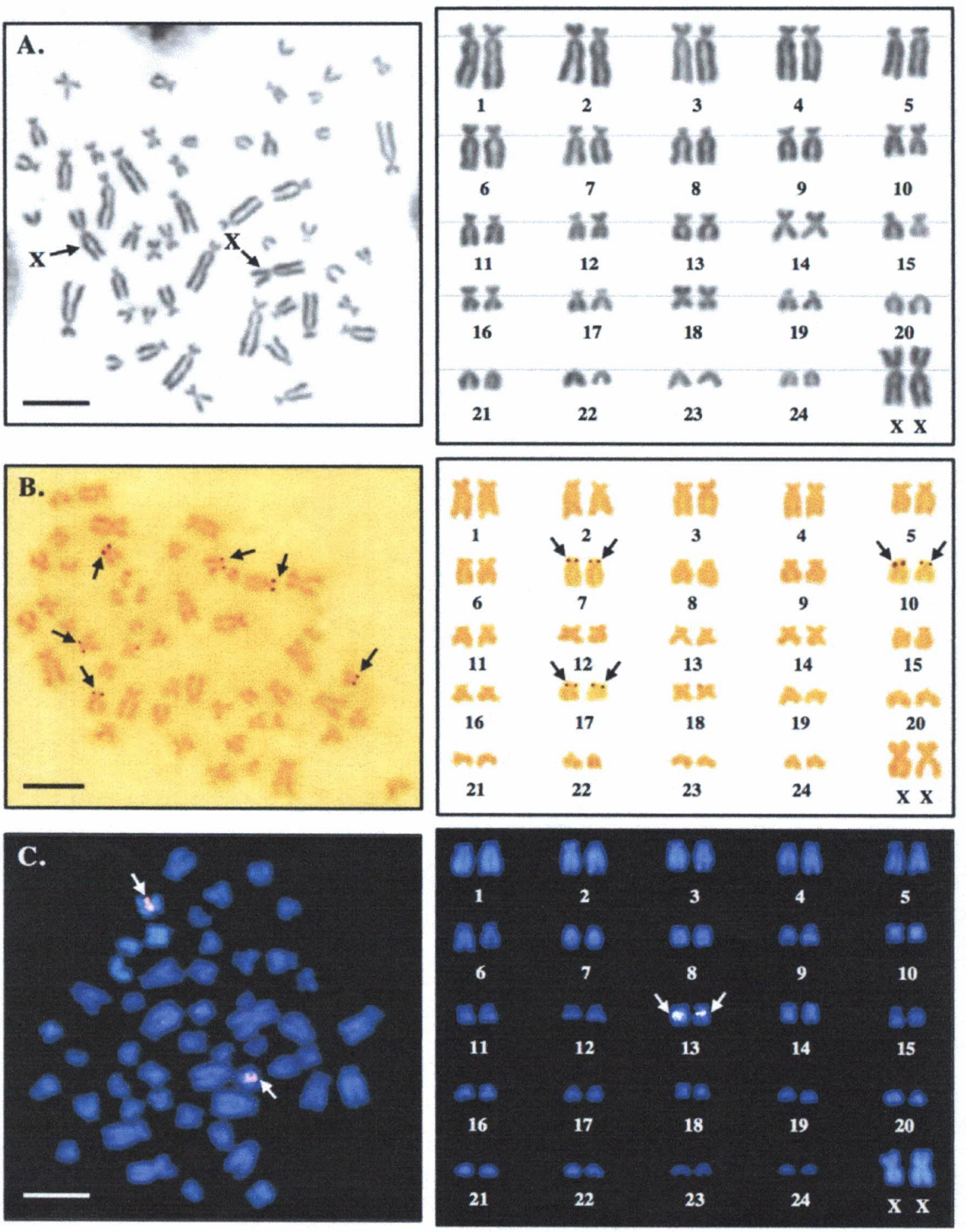


Figure 2. Metaphase chromosome plates and karyotypes of *C. badius* revealed $2n=50$ by conventional staining (arrows indicate sex chromosomes) [A.], Ag-NOR banding (arrows indicate NORs bearing chromosomes) [B.] and FISH technique using microsatellite $d(CA)_{15}$ probe (arrows indicate positive signal on chromosome pair 13) [C.]. Note scale bars indicate 10 micrometers.

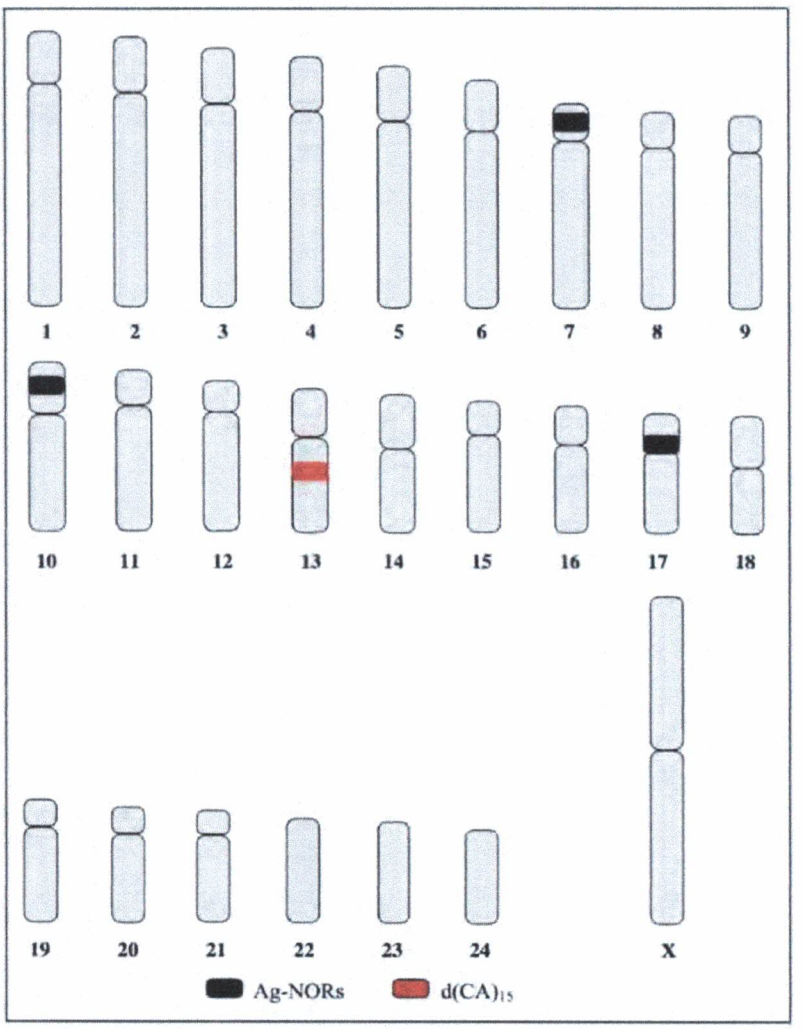


Figure 3. Idiogram showing lengths and shapes of *C. badius*, 2*n*=50 by Ag-NOR banding (black) and $d(CA)_{15}$ microsatellite probe (red).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to Phetchabun Rajabhat University and Toxic Substances in Livestock and Aquatic Animals Research Group Khon Kaen University.

REFERENCES

Howell, W. M. and Black, D. A. (1980). Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. Experientia 36: 1014–1015.

Hsu, T. C. and Johnson, M. L. (1963). Karyotypes of two mammals from Malaya. The American Naturalist 97: 127–129.

Jantarat, S., Tanomtong, A., Patawang, I., Chaiphech, S., Rattanayuvakorn, S. and Pinthong K. (2017). Cytogenetics study and characterization of Sumatra serow, *Capricornis sumatraensis* (Artiodactyla, Bovidae) by classical and FISH techniques. Cytologia 82(2): 127–135.

King, M. (1981). A cytotaxonomic analysis of Australian hylid frog of the genus *Litoria*. Proceedings of the Melbourne Herpetological Symposium, pp. 169–175.

Kubat, Z., Hobza, R., Vyskot, B. and Kejnovsky, E. (2008). Microsatellite accumulation in the Y chromosome of *Silene latifolia*. Genome 51: 350–356.

Lekagul, B. and McNeely, J. A. (1988). Mammals of Thailand. 2nd ed. Sahakarn Bhaet, Bangkok.

Musser, G. G. and Carleton, M. D. (2005). Superfamily Muroidae. In: Wilson, D. E. and Reeder, D. M. (eds.). Mammal Species of the World a Taxonomic and Geographic Reference. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Musser, G. G. and Carleton, M. D. (2005). Superfamily Muroidea. In: Wilson DE, Reeder DM (Eds) Mammal Species of the World, Third Edition. Balti-more: The Johns Hopkins University Press. 894–1531.

Parr, J. W. K. (2003). Large mammals of Thailand. Sarakadee Press, Bangkok.

Pinkel, D., Straume, T. and Gray, J. (1986). Cytogenetic analysis using quantitative, high sensitivity, fluorescence hybridization. PNAS 83: 2934–2938.

Rooney, D. E. (2001). Human Cytogenetics: Constitutional Analysis. Oxford: Oxford University Press.

Sharma, O. P., Tripathi, N. K. and Sharma, K. K. (2002). A review of chromosome banding in fishes. In: Sobti, R. C. (ed.). Some Aspects of Chromosome Structure and Functions. New Delhi: Narosa Publishing House.

Supanuam, P., Tanomtong, A., Khunsook, S., Khrueanet, W., Pinthong, K. and Wonkaonoi, W. (2015). First report of standardized karyotype and idiogram of Indochinese silvered langur, *Trachypithecus germaini germaini* (Primate, Colobinae) in Thailand. Cytologia 80(2): 183–192.

Supiwong, W. Liehr, T. Cioffi B. M. Chaveerach, A. Kosyakova, N. Pinthong, K. Tanee, T. Tanomtong, A. (2014). Chromosomal evolution in naked catfishes (Bagridae, Siluriformes): A comparative chromosome mapping study. Zoologischer Anzeiger 253: 316–320.

Tanomtong, A. Khunsook, S. Boonhan, P. Sangpadee, W. Pinthong, K. and Sanoamuang, L. (2011). The first karyotype study of lesser bamboo rat, *Cannomys badius* (Rodentia, Rhizomyinae) by conventional, GTG-, CBG-, Ag-NOR banding, and high-resolution techniques. Cytologia 76(4): 445–454.

Tanomtong, A. Khunsook, K. Boonhan, P. Kaewmad, P. Maneechot, N. and Sanoamuang, L. (2013). The first karyological analysis, natural NOR polymorphism, and delineation of the X1Y,X2Y/X1X2 multiple sex chromosome system of the hoary bamboo rat (*Rhizomys pruinosus*). Cytologia 78(4): 353–365.

Wilson, D. E. and Cole, F. R. (2000). Common Names of Mammals of the World. Washington: Smithsonian Institution.

Shafer, D. A. (1986). Evolutionary cytogenetics of the siabon (gibbonsiamang) hybrid apes. In: Current perspectives in primate biology. Taub, D.M., King, F.A. (eds.). New York: Van Nostrand Reinhold Company.