



รายงานสืบเนื่อง จากการประชุมวิชาการระดับชาติ

PROCEEDINGS

การประชุมวิชาการระดับชาติพิบูลสงครามวิจัย

ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ. 2563

วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2563

กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ศ.เกียรติคุณ ดร.ไมตรี สุทธจิตต์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ศ.น.สพ.ดร. รุ่งโรจน์ ธนาวงษ์เนเวช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศ.ดร.ศักดา ปั่นเหม่งเพ็ชร	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ศ.ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศ.ดร.ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศ.ดร.จิรวัดน์ พิระสันต์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ศ.ดร.กิจการ พรหมมา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ศ.ดร.สายสมร ล้ายอง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ.วรินทร์ ววงค์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รศ.ดร.นฤมล มาแทน	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รศ.ดร.ดิเรก อีระภูธร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ธีรพร กงบังเกิด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.อิสระ อินจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
รศ.ดร. นิรัช สุดสังข์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สิริลักษณ์ ชัยจำรัส	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สัญญา เคนาภูมิ	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
รศ.ดร.วัชรินทร์ อินทพรหม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
รศ.ดร.เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.พัชรินทร์ สิริสุนทร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. วัลลภ สุขสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. เนาวรัตน์ พลายน้อย	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร. ชัยรัตน์ สุทธิรัตน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.กณิดา ธนเจริญชนมาส	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.รณสรณ์ ชินรัมย์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รศ.ดร.ปกรณ์ ประจัญบาน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.วิทยา อยู่สุข	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รศ.ดร.อภิรักษ์ เพียรมงคล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.พร้อมพิไล บัวสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.เปรมวิทย์ วิวัฒน์เศรษฐ์	มหาวิทยาลัยพะเยา
รศ.ดร.ฉลอง ชาตรุประชีวิน	มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

รศ.ดร.พนอเนือง สุทัศน์ ณ อยุธยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
รศ.ดร.ภาสกร ดอกจันทร์	มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย
รศ.ดร. ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. มนสิข สิริสมบุญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. จรัณธร บุญญานุภาพ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สมิทธิ์ บุญชุติมา	มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์
รศ.ดร. ปริญญา มาสวัสต์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ประภาพรรณ อุ่นอบ	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.วัฒนชัย หมั่นยิ่ง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.จักรกฤษณ์ พิญาพวงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
รศ.ดร. ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.วารินทร์ แก้วอุไร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สมชาย ชวนอุดม	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.สนิท สัตโยภาส	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รศ.ดวงพร คำณวนวัฒน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ประทีป นักปี	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.กฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.โสภา มะสินาริ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ทวีศักดิ์ สว่างเมฆ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ภคพร วัฒนดำรงค์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จตุรพร รักษ์งาร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.กวินธร เสถียร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ธีรยุทธ์ เฟื่องชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ดร.ประทุมมา ฤทธิ์โพธิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.สมจิตร สิริรัตนวิทย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.อาพัทธ์ เตียวตระกูล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ภัทรพร พงศาปรมัตถ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.กนต์ อินทวงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ดร.ธนัช กนกเทศ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.วนาวลัย์ ดาดี	มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ผศ.ดร.ปิ่นททัย หนูนวล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร.พนมสิทธิ์ สอนประจักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.นันทน์นภัส รัตนศิลป์ชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผศ.ดร.อนุชา กอนพ่วง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. พิรธ บุษยรัตพันธุ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จิรภาส จงจิตวิมล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จิราพร โรจน์ทินกร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร. ศรัณยู เรือนจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ดร.ชูรัตน์ ธารารักษ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร.ธีราพร กุลนานันท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
ผศ.ดร.รัตนาพร วังศิริ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. นิติพงศ์ จิตรีโกชน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.สราวุธ คำปวน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ภญ.วฐุ พรหมพิทยารัตน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ดิเรก อีระภูธร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.อุษา พัดเกตุ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. อภิชัย รุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จรรณู สารินทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.วันวิสาข์ ปั่นศักดิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จตุรงค์ สุภาพพร้อม	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.อรสา เตติวัฒน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.วรรณภา ลือกิตินันท์	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผศ.ดร.ขวัญเมือง แก้วคำเกิง	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร.ฐิติอาภา ตั้งคำวานิช	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.อมรรัตน์ อังเวโรจน์วิทย์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ศรายุทธ ้วยวุฒิ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.สุภาภรณ์ สุดหนองบัว	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ณัฐดนัย ลิขิตตระการ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร.ชมพูนุช วรางคนากุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. ศักดา สมกุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ผศ.ดร.สมชาย เจียจิตต์สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ เสน่ห์ ณ มะหุด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ชูรัตน์ ธารารัตน์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร. ศศิธร แท่นทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผศ.ดร.เดือนเพ็ญ กขกรจารุพงศ์	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผศ.ดร.อนวัทย์ ผาลี	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผศ.จุไรรัตน์ โสภา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.พรหมพิสิฐ พันธุ์จันทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ยงยุทธ แฉล้มวงษ์	สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย
ดร.ศศิธร จันทโรทัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. บุญสม บุษบรรณ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.วราวิชต์ มัธยมบุรุษ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.ฤดีรัตน์ มหาบุญปิติ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.รัตนาวดี ทองบัวบาน	มหาวิทยาลัยพิษณุโลก
ดร.โชติกานต์ ใจบุญ	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.สันติภาพ คำสะอาด	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ดร.อนุสรณ์ สีนันท	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.กรกมล ธนะโรจน์รุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ดร.สาคร สร้อยสังวาลย์	

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

รศ.ดร.สุขแก้ว คำสอน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.คงศักดิ์ ศรีแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.โชติ บดีรัฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.ธัชคณิต จงจิตวิมล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร. ธีรวัดี ศรีธาวีรัตน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.ณัฐริรา ทับทิม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.วิโรจน์ ตึกจ๊ะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร. สุขสมาน สังโยคะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.อนุ เจริญวงศ์ระยับ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ไพโรจน์ เขียวระยอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.บุษบา หินเอาจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.อุไรวรรณ รักผกาวงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ศิริสุภา เอมหยวก	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ขวัญชนก นัยจรัญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ณรงค์มล เล่าห์รอดพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ณัฐินี ดีแท้	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. วิจิตรา จำลองราษฎร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. อุทาน บุญเมือง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. จักรกฤษ ศรีละออ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. อรรถพล รอดแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. กิรติ ต้นเรือน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. กัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.เสาวนีย์ เสริมสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. รัตนา สิทธิอ่วม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. วราภรณ์ ผาสี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. นิคม นาคอ้าย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. วราภรณ์ ชื่อประดิษฐ์กุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ชูติพนธ์ ศรีสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ทศนีย์ ปัทมสนธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ปณณวิชัย ไบกุลลาบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. พิชราวลัย มีทรัพย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

ผศ.ดร. อนุชา ภูมิสิทธิพร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ธานินทร์ ไชยเย็น	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ร่ำไผ่ โกฏสืบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.รพีพรรณ จันทร์มะณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ธนวัตร คล้ายแท้	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. สลักจิต ตรีธณโภาส	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.จิตติริน ก้อนคง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. สุชาดา เจียพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.นงลักษณ์ ใจฉลาด	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ธนसार เพ็งพุ่ม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. มนตรา ศรีชะแย้ม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.สุภาวดี แหยมคง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. อรุณี นุสสิทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ศุภนิช เจริญสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ปิยะดา วชิระวงศกร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ยศจรัส ดือขุนทด	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ปิยมนัส วรวิทย์รัตนกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. กฤติกา สังขวดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ภาวิดา มหาวงค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. จิตติพร ตั้งควิเวทกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. นพรัตน์ วรรณเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ชนิกาญจน์ จันท์มาทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. สกล เกิดผล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ยุวดี ตรงต่อกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. กมลธรรม เกื้อบุตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. กิตติพงษ์ สุวรรณราช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.วสุ พันไพศาล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.วิษณุ ธงไชย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.พิชิตชัย ปิมแปง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

ผศ.ดร. นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.คงเดช พะสีนาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.สมศักดิ์ แก้วนุช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ไกรลาศ มาตรมูล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. อรชร นิมาจารย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.กิ่งแก้ว สำรวยรีน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.สุพจน์ พฤกษ์วัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ประภาศิริ ใจผ่อง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.เอกภพ จันทรสุคนธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ปรารธนา ศิริสานต์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.พิชญพร ประครองใจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.สนทยา สาลี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.วิภาดา ศรีเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ว่าที่เรืออากาศตรี ดร.บัญชา สำรวยรีน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. สมหมาย อ่ำดอนกลอย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร.ชัชวินทร์ นวลศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ศุภชัย อีระกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. เทิน สีนวน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พิมรินทร์ ศิริรินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. อดุลย์ วงศ์ศรีคุณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. วรรัตน์ วรวิรัช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พงษ์พันธ์ จุลทา	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. อรวรรณ ไพโรจน์วุฒิพงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พงษ์พันธ์ พุทธิวิศิษฎ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. เสกสรรค์ ศิวาลัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. รุติพร เจาะจง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร.ปภาดา ชมภูณิตย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. วศิน สุขสมบูรณ์วงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พิงรัก ริยะขัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ชัยยา นรเดชานันท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

ดร. เอกรงค์ ปั่นพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ปิยลักษณ์ พฤกษ์วัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ธีรณัฏฐ์ เจริญพานิช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. วาสนี มีเครือเอี่ยม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พันธ์ มัตยะสุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. อุมารณ ยศเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.พัชรภรณ์ อินริราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.พัฒนภาณุ ทูลธรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.นภาพรณ์ อุ่นปรีชาวนิชย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.สุวิมล ทองแกมแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.นันทิภักย์ พวงสถิต	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.กীরติญา สอนเนย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.ยุวดี พ่วงรอด	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

สารบัญ

	หน้า
การกระจายเชิงพื้นที่ของไมโครไฟเบอร์ และความสัมพันธ์ต่อคุณภาพของน้ำผิวดิน ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์	
กนกวรรณ เนตรสิงแสง พันธุ์ทิพย์ กล่อมเจ็ก และ จริญญา สารินทร์.....	268-280
การสะสมโลหะหนักในปลา และความสัมพันธ์ระหว่างโลหะหนักในปลา น้ำผิวดิน และตะกอนพื้นท้องน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์	
ธนาธิป แสงพ่ายัพ พันธุ์ทิพย์ กล่อมเจ็ก และ จริญญา สารินทร์.....	281-295
การเปรียบเทียบเชื้อเพลิงชีวมวลผสมอัดแท่งสำหรับอุตสาหกรรมขนมอบ	
สุทธิเดช โตนชัยภูมิ ยศภัทรชัย คณิตปัญญาเจริญ และ พลิศาสตร์ คำฟู.....	296-305
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพตู้อบเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยพลังงานสะอาดและพลังงานสิ้นเปลือง	
ภูวดล เพ็ญนาดี และ ยศภัทรชัย คณิตปัญญาเจริญ.....	306-313
การประมาณค่าความเข้มแสงอาทิตย์แบบรายเดือนด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	
กิตติศักดิ์ คงสีไพร และ สมพร เรื่องสินชัยวานิช.....	314-323
โครโมโซมของด้กัแตนลิงจุดเชื่อม (<i>Erianthus serratus</i>) และด้กัแตนหน้าเอียงขาสี่ฟ้า (<i>Pseudomorphacris hollisi</i>) จากจังหวัดเพชรบูรณ์	
สุปรียา ศิริวารินทร์ บุษยา แก้วย้อย สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาง และ สุมาลิ พิมพันธ์.....	324-332
การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและการระบุชนิดของด้กัแตนโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอบาร์โค้ด	
ณัฐนันท์ วันเพ็ญ อาภาณุช วงศ์ศิริ สุมาลิ พิมพันธ์ และ สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาง.....	333-340
การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของโพรไบโอติก <i>Lactobacillus johnsonii</i> ที่แยกจากมูลไก่	
อุทัยมาศ วงศ์บัณฑิต ปิยะนุช เนียมทรัพย์ และ ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน.....	341-348
* <u>โครโมโซมของจิ้งหรีดทองดำ (<i>Gryllus bimaculatus</i>) จิ้งหรีดทองแดง (<i>Acheta domestica</i>) และจิ้งโกร่ง (<i>Brachytrupes portentosa</i>) ใน จังหวัดเพชรบูรณ์</u>	
<u>อารียา แสงวลาภ อีรพงษ์ ขุนเกี่ยม สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาง และ สุมาลิ พิมพันธ์.....</u>	<u>349-358</u> *
การคัดเลือกเอนไซม์เบต้ากลูโคซิเดสสำหรับการเพิ่มปริมาณสารไอโซฟลาโวนกลุ่มอะไกลโคน	
อากัสรา ศรีกุ่มภา ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน และ ปิยะนุช เนียมทรัพย์.....	359-365
ผลของการเติมเชื้อ <i>Streptomyces</i> sp. SEF11 ซ้ำต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของแครอท	
จุฑามาส เทียนสุข ขนิษฐา สมตระกูล อภิเดช แสงดี และ วราภรณ์ อู๋ฉาย.....	366-372
ผลของการตรึงเชื้อ <i>Streptomyces</i> sp. SEF11 ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้งในสภาวะแล้ง	
ศุฑามาส อยู่สนิท ขนิษฐา สมตระกูล อภิเดช แสงดี และ วราภรณ์ อู๋ฉาย.....	373-380
ผลของความร้อนต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำคั้นหัวหอมแขก (<i>Allium cepa</i> var. <i>viviparum</i>)	
รุ่งทิพย์ กาวาริ สมคิด ดีจิ่ง และ ชุตินา ปาวงค์.....	381-389
การพัฒนาแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาจากแผ่นอลูมิเนียม	
สรวิศ สอนสารี สมเด็จ แซ่ลี ศุภวิทย์ มะโนทน วรธนาย มณีพันธ์ เพชรสยาม อุณรุโร เอกภูมิ บุญธรรม และ เอกกฤษ แก้วเจริญ.....	390-396

โครโมโซมของจิ้งหรีดทองคำ (*Gryllus bimaculatus*) จิ้งหรีดทองแดง (*Acheta domesticus*)
และจิ้งโกร่ง (*Brachytrupes portentosus*) ใน จังหวัดเพชรบูรณ์
Chromosome of black gold crickets (*Gryllus bimaculatus*) Red foot cricket
(*Acheta domesticus*) And Wingless long-horned grasshopper
(*Brachytrupes portentosus*) In Phetchabun Province

อารียา แสงสลาภ¹ อีรพงษ์ ขุนเกี่ยม¹ สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาง¹ และ สุมาลี พิมพ์พันธุ์^{1*}
¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

*corresponding author E-mail : joodoof@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาโครโมโซมของจิ้งหรีดทองคำ (*G.bimaculatus*) จิ้งหรีดทองแดง (*A.domesticus*) และจิ้งโกร่ง (*B.portentosus*) ในจังหวัดเพชรบูรณ์ เก็บตัวอย่างจาก อำเภอลำสัก ใช้ตัวอย่างจิ้งหรีดชนิดละ 20 ตัว เตรียมโครโมโซมด้วยเทคนิคการเตรียมโดยตรงจากอวัยวะ ย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา และแถบสีเอ็นโออาร์ ผลการศึกษาพบว่า จิ้งหรีดทองคำมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับจำนวน 29 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 58 แคริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 8 แท่ง ขนาดกลาง 18 แท่ง โครโมโซมชนิดอะโครเซนทริกขนาดเล็ก 2 แท่ง และโครโมโซมเพศ 1 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ จิ้งหรีดทองแดงมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับจำนวน 29 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 58 แคริโอไทป์ ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แท่ง ขนาดกลาง 6 แท่ง โครโมโซมชนิดซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 12 แท่ง ขนาดเล็ก 6 แท่งและโครโมโซมเพศ 1 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ และจิ้งโกร่งมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับจำนวน 27 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 54 แคริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แท่ง ขนาดกลาง 2 แท่ง โครโมโซมซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 14 แท่ง ขนาดเล็ก 6 แท่ง และโครโมโซมเพศ 1 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่

คำสำคัญ: โครโมโซม แคริโอไทป์ จิ้งหรีดทองคำ จิ้งหรีดทองแดง จิ้งโกร่ง

Abstract

This research is aimed to studies the chromosome of *Gryllus bimaculatus*, *Acheta domesticus* and *Brachytrupes portentosus* from Phetchabun province the speci mens were colleted in Lom sak district. Chromosomal prepatation was performed directly from thir testes. Conventional and silver nor staining were applied on the metaphase chromosomes. The results demonstrate that *G.bimaculatus* has diploid chromosome number (an) = 29 with fundamental number (NF) of 58 consisting of 8 large submetacentric , 18 medium submetacentric and 2 small acrocentric chromosome. The sex-system has bee charactenrized to be xo. The *A.domesticus* has 2n= 29,NF=58 consisting of 4 large metacentric , 6 mediu metacentric , 12 medium submetacentric and 6 small submetacentric chromosomes the sex – system has been characterized to bx xo.the *B.poententosus* has 2n = 27 , NF = 54. Consisting of 4 larye metacentric 2 medium metacentric ,14 medium submetacentric and 6 smallsubetacentric chromosomes. The sex – system has been charaeterized to be xo.

Keywords: chromosomes, karyotype, *gryllus bimaculatus*, *acheta domesticus*, *brachytripes portentosus*.

บทนำ

จิ้งหรีดจัดอยู่ในอันดับ (Gryllidae) ที่รู้จักกันทั่วไปว่าเป็นจิ้งหรีดบ้านมีการกระจายพันธุ์อย่างแพร่หลาย และเป็นแมลงที่มีความสำคัญต่อมนุษย์มาก เนื่องจากจิ้งหรีดเป็นแมลงที่มีแหล่งโปรตีนสำคัญของมนุษย์ แต่ในปัจจุบันจำนวนประชากรของจิ้งหรีดลดลงอย่างรวดเร็ว หรือบางชนิดแทบจะสูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย เนื่องจากมนุษย์ใช้สารเคมีป้องกันศัตรูพืช และนิยมบริโภคจิ้งหรีดเป็นจำนวนมาก Octavio et al (2014) และ C.B. Portugal et al.(2007) จิ้งหรีดทอง (*G.bimaculatus*) เป็นจิ้งหรีดขนาดกลาง มีลำตัวสีดำ ตัวยาวประมาณ 3 ซม กว้าง 0.9 ซม. จิ้งหรีดตัวผู้ตัวเต็มวัยปีกบนจะมีลายหยักยื่น ปีกมีสีน้ำตาลออกเหลืองเล็กน้อย โดยเฉพาะโคนปีกที่มีสีเหลืองแกม โคนปีกมีแต้มสีเหลือง 2 จุด และปลายปีกหลังทั้งตัวผู้ตัวเมียยื่นยาวมากกว่าลำตัว ปลายท้องมีแพนหางยาว 1 คู่ ส่งเสียงร้องโดยใช้ปีกถูกัน (ลีลา กัญจน์ et al. 2545) จิ้งหรีดทองแดง (*A.domesticus*) เป็นจิ้งหรีดขนาดกลางเมื่อโตเต็มวัยลำตัวกว้างประมาณ 0.5-0.6 ซม. ยาวประมาณ 2.5-2.8 ซม. ลำตัวทุกส่วนมีสีน้ำตาลเข้มบริเวณหัวเหนือขอบตามีแถบสีน้ำตาลเข้มรูปตัว V ตัวผู้มีสีลำตัวทุกส่วนเข้มกว่าตัวเมียด้านล่างท้องมีสีครีมเคลื่อนที่ได้ว่องไวมีพฤติกรรมชอบอาศัยตามกองไม้กองใบไม้ร่องดินออกหากินในเวลากลางคืนและไม่ขุดรูอาศัย (ณัฐเสกสรรค์ ร้อยทองดี.2561) จิ้งโกร่ง (*B.portentosus*) เป็นแมลงในอันดับ และวงศ์เดียวกันกับตั๊กแตน หรือ จิ้งหรีด มีรูปร่างอ้วน มีหนวดยาวแบบเส้นด้าย หัวมีลักษณะกลมและใหญ่ ปากเป็นแบบกัดกิน ลำตัวมีสีน้ำตาล อมเหลือง อวัยวะวางไข่ของจิ้งโกร่งตัวเมียสั้นกว่าจิ้งหรีดชนิดอื่น ตัวผู้สามารถทำเสียงได้โดยใช้ขอบของปีกคู่หน้าสีกันไปมา อวัยวะวางไข่ของตัวเมียมีลักษณะคล้ายตะใบเรียกว่า file อยู่ที่ขอบด้านในของปีกคู่หน้า และมักใช้ file ถูเข้ากับเส้นขอบแข็ง ของปีกด้านซ้าย ทำให้เกิดเสียงส่วนขาคู่หน้าบริเวณ tibia จะมีอวัยวะคอยรับฟังเสียงพบได้ทั้งตัวผู้และตัวเมีย ตัวเต็มวัยมีขนาด 3.7 - 4.4 เซนติเมตร (สันติ กิตติบรรพชา. 2553) การศึกษาโครโมโซมสามารถทำให้เราตอบคำถามเกี่ยวกับความแตกต่างของจิ้งหรีดได้ โดยดูจากความแตกต่างของจำนวนและรูปแบบของโครโมโซม ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประกอบการศึกษาด้านวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ของจิ้งหรีดได้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาโครโมโซมของจิ้งหรีดทองคำ จิ้งหรีดทองแดง และจิ้งโกร่ง เพื่อเปรียบเทียบลักษณะความแตกต่างของรูปแบบโครโมโซม และลักษณะแคโรไโทป์ ผลการศึกษาโครโมโซมจิ้งหรีดทั้ง 3 ชนิดนี้ โดยการศึกษาจะทำให้ทราบลักษณะแคโรไโทป์จิ้งหรีด สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน และเป็นประโยชน์ในการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมจิ้งหรีดในประเทศไทยต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.เพื่อศึกษาโครโมโซมของจิ้งหรีดทองคำ จิ้งหรีดทองแดง และจิ้งหรีดทองน้ำตาลลาย ในอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้เทคนิคการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (conventional staining) และแบบเอ็นโออาร์ (Ag-Nor banding)
- 2.เพื่อศึกษาเปรียบเทียบจำนวน รูปร่าง โครโมโซมของจิ้งหรีดทอง จิ้งหรีดทองแดง และจิ้งหรีดทองน้ำตาลลาย ในอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์
- 3.เพื่อจัดแคโรไโทป์ และอิดิโอแกรม ของจิ้งหรีดทองคำ จิ้งหรีดทองแดง และจิ้งหรีดทองน้ำตาลลาย ในอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และนำมาเปรียบเทียบระหว่างจิ้งหรีดทองคำ จิ้งหรีดทองแดง และจิ้งหรีดทองน้ำตาลลาย

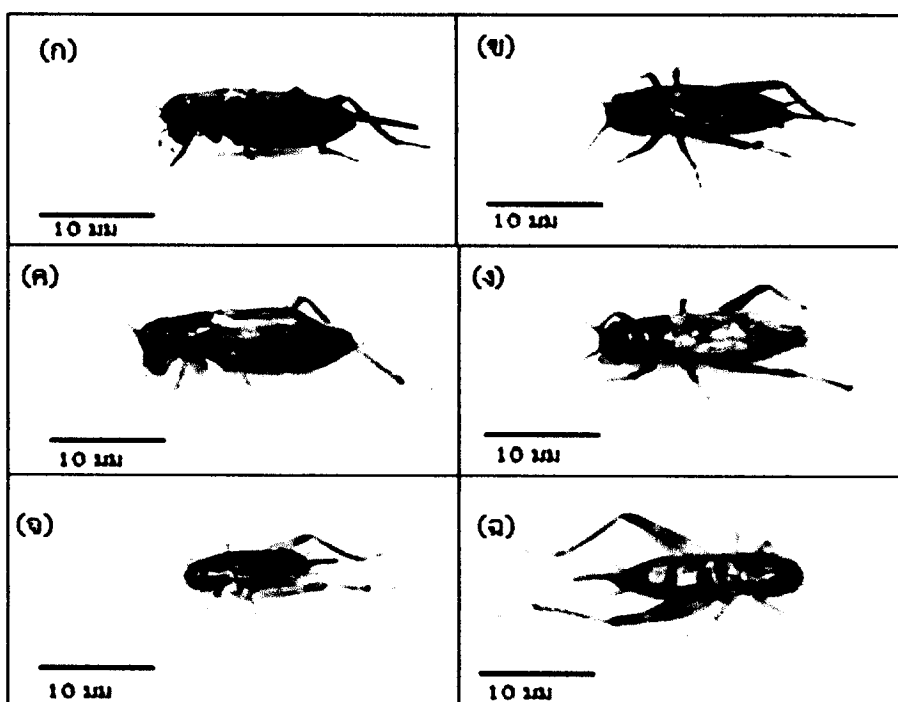
วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมโครโมโซม

เก็บตัวอย่างจิ้งหรีดทั้ง 3 ชนิดในอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เพศผู้ชนิดละ 20 ตัวนำตัวอย่างจิ้งหรีดมาเตรียมโครโมโซมในห้องปฏิบัติการตามวิธีการของ Octavio et al. (2014) เตรียมโดยฉีดยาละลายโคเลซีสตินความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เข้าที่บริเวณก้นของจิ้งหรีด ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นผ่าเอาอวัยวะมาสับให้ละเอียดในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ และบ่มไว้เป็นเวลา 30 นาที ย้ายเซลล์ใส่หลอดปั่นเหวี่ยง (centrifuge tube) แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ดูดสารละลายใสส่วนบน (supernatant) ทิ้งแล้วเติมน้ำยาคงสภาพ (fixative) ที่ละลายพร้อมเซลล์หลอดจนครบปริมาตร 4 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วและเวลา

เท่าเดิม แล้วเทสารละลายส่วนใสส่วนบนทิ้ง ทำขั้นตอนดังกล่าวซ้ำจนกระทั่งสีของสารละลายในหลอดใส ขึ้นสุดทำให้เจือจางตะกอนเซลล์ในปริมาตรที่เหมาะสมโดยการเติมน้ำยาคงสภาพลงไปในหลอดให้มีปริมาตรเป็น 3 เท่า ของปริมาณตะกอนเซลล์การย้อมสี

หยดสารละลายเซลล์แขวนลอยลงบนสไลด์ที่สะอาดและเย็น และปล่อยสไลด์ให้แห้งในอากาศ ย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาด้วยสีจิมซ่า 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที และย้อมสีโครโมโซมแบบเอ็นโออาร์ดัดแปลงจาก Howll and Blace (1980) มีวิธีการดังนี้ อบสไลด์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 3 ชั่วโมงหรือข้ามคืน จากนั้นหยดเจลาตินความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ และซิลเวอร์ไนเตรทความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ลงบนสไลด์จนท่วม ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นล้างสไลด์โดยการจุ่มลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่นจนกว่ากระจกปิดสไลด์จะหลุดออก ผึ่งสไลด์ให้แห้ง นำไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 100 และ 1,000 เท่าเท่า จากนั้นทำการจัดแคร์โอโทปัดแปลงจาก Levan et al.(1964)



รูปที่ 1

ลักษณะ

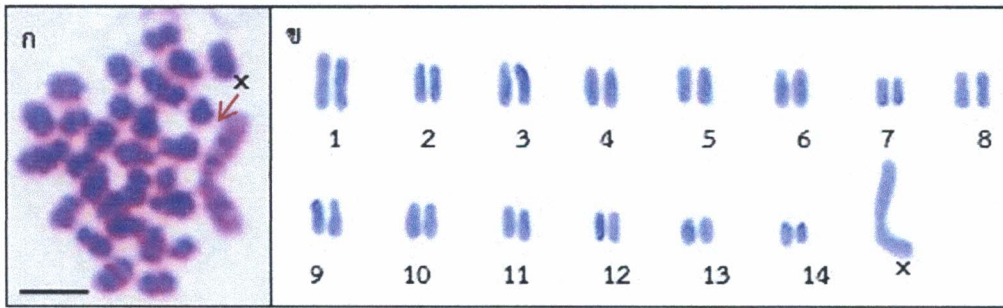
ภายนอกของจิ้งหรีดทองดำ (*G.bimaculatus*) (ก) ด้านข้าง (ข) ด้านบน ลักษณะภายนอกจิ้งหรีดทองแดง

(*A.demestica*) (ค) ด้านข้าง (ง) ด้านบน และลักษณะภายนอกของจิ้งโกร่ง (*B.portentosus*) (จ) ด้านข้าง

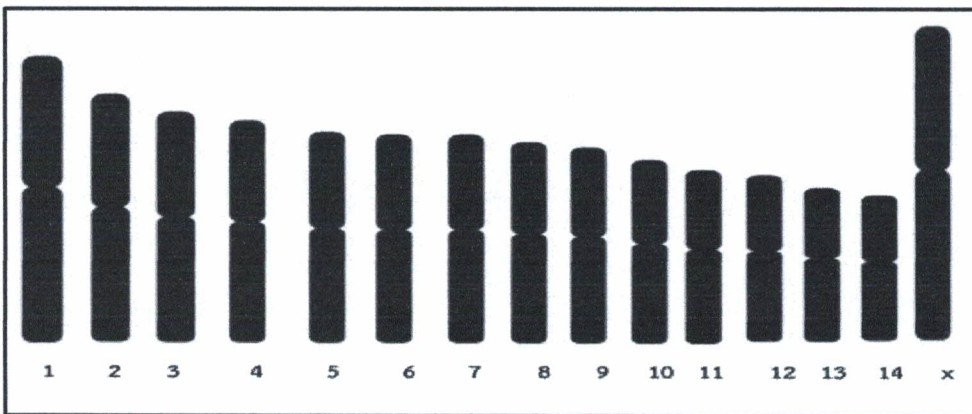
(ฉ) ด้านบน

ผลการวิจัย

จิ้งหรีดทองดำมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 29 แห่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 58 แคร์โอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 8 แห่ง ขนาดกลาง 18 แห่ง โครโมโซมชนิดอะโครเซนทริกขนาดเล็ก 2 แห่ง และโครโมโซมเพศ 1 แห่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนทริก ดังแสดงในรูปที่ 2 และอิตีโอแกรมมาตรฐานแสดงในรูปที่ 3



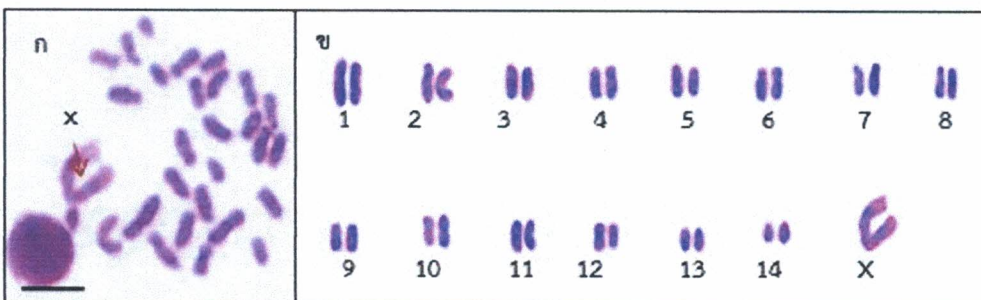
รูปที่ 2 เซลล์ระยะเมทาเฟส (ก) แคริโอไทป์ (ข) ของจิ้งหรีดทองดำ $2n = 29 (XO)$ (เพศผู้) จากการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์ = 10 ไมโครเมตร)



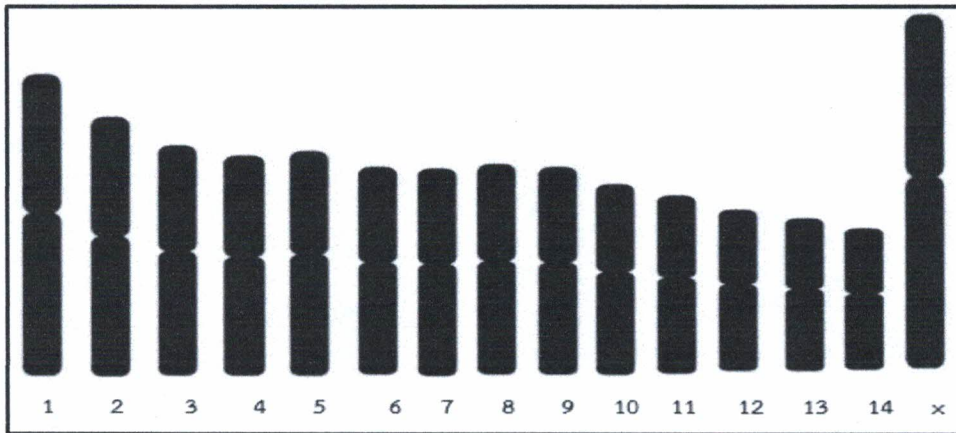
รูปที่ 3

อิดิโอแกรมโครโมโซมของจิ้งหรีดทองดำ $2n=29, XO$ (เพศผู้)

จิ้งหรีดทองแดงมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับจำนวน 29 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 58 แคริโอไทป์ ประกอบไปด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนตริกขนาดใหญ่ 4 แท่ง ขนาดกลาง 6 แท่ง โครโมโซมชนิดซันเมทาเซนตริกขนาดกลาง 12 แท่ง ขนาดเล็ก 6 แท่งและโครโมโซมเพศ 1 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนตริกขนาดใหญ่ และโครโมโซมเพศ 1 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนตริกขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 4 และอิดิโอแกรมมาตรฐานแสดงในรูปที่ 5



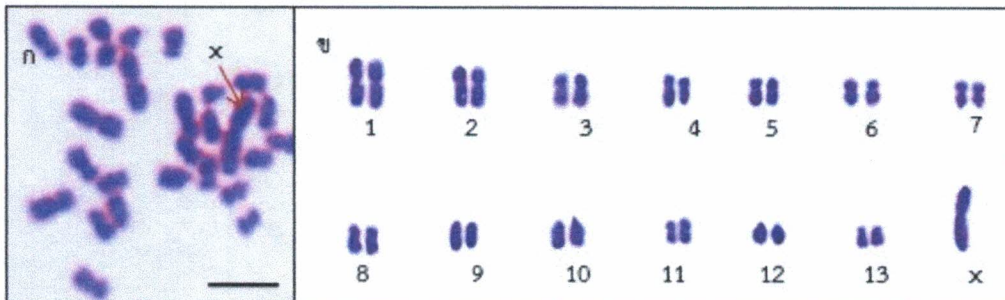
รูปที่ 4 เซลล์ระยะเมทาเฟส (ก) แคริโอไทป์ (ข) ของจิ้งหรีดทองแดง $2n = 29 (XO)$ (เพศผู้) จากการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์ = 10 ไมโครเมตร)



รูปที่ 5 อิติโอแกรมโครโมโซมของจิ้งหรีดทองแดง $2n=29,X0$ (เพศผู้)

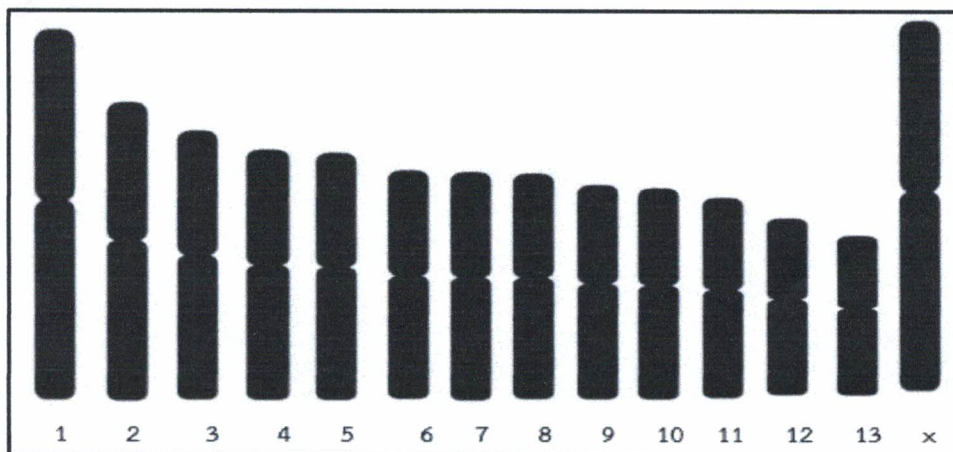
จิ้งโกร่งมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับจำนวน 27 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 54 แคริโอไทป์แคริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แท่ง ขนาดกลาง 2 แท่ง โครโมโซมซัมนาเซนทริกขนาดกลาง 14 แท่ง ขนาดเล็ก 6 แท่ง และโครโมโซมเพศ 1 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ X0 โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ดังแสดงในรูปที่ 6 และอิติโอแกรมมาตรฐานแสดงในรูปที่ 7

รูปที่



6

เซลล์ระยะเมทาเฟส (ก) แคริโอไทป์ (ข) ของจิ้งโกร่ง $2n = 27 (X0)$ (เพศผู้) จากการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์ = 10 ไมโครเมตร)



รูปที่ 7 อิติโอแกรมโครโมโซมของจิ้งโกร่ง $2n=27,X0$ (เพศผู้)

จากข้อมูลสามารถเขียนสูตรครีโโทไทป์ของจิ้งหรีดทองดำ ดังนี้ $2n(29) = L^{sm}_8 + M^{sm}_{18} + S^a_2 + \text{โครโมโซมเพศ (XO)}$ สามารถเขียนสูตรครีโโทไทป์ของจิ้งหรีดทองแดงดังนี้ $2n(29) = L^{sm}_4 + M^{sm}_6 + M^{sm}_{12} + S^{sm}_6 + \text{โครโมโซมเพศ (XO)}$ ครีโโทไทป์ของจิ้งโกร่งดังนี้ $2n(27) = L^{sm}_4 + M^{sm}_2 + M^{sm}_{14} + S^{sm}_6 + \text{โครโมโซมเพศ (XO)}$ จากการศึกษาทำให้ทราบพฤติกรรมของโครโมโซม ซึ่งสามารถยืนยันจำนวนโครโมโซมและระบุโครโมโซมเพศได้ (รูปที่ 8) (รูปที่ 9) (รูปที่ 10) ค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซม ค่าความยาวสัมพันธ์ (Relative length, RL) และค่าดัชนีเซนโทรเมียร์ (Centromeric Index, CI) จากโครโมโซมของจิ้งหรีดทองดำ ทั้งหมด 15 เมทาเฟส (ตารางที่ 1) โครโมโซมจิ้งหรีดทองแดงทั้งหมด 15 เมทาเฟส (ตารางที่ 2) และโครโมโซมของจิ้งโกร่งทั้งหมด 15 เมทาเฟส (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ความยาวของโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LL) ความยาวโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) ในหน่วยไมโครเมตร ค่าเฉลี่ย (relative length ,RL) (centromeric index ,CI) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation,SD) ของจิ้งหรีดทองดำ (*Gryllus bimaculatus*) เพศผู้ทั้งหมด 15 เซลล์

คู่ที่	Ls	LL	Lt	CI±SD	RL±SD	ขนาด	ชนิด
1	134.256	199.050	317.451	6.270±0.261	0.094±0.017	ใหญ่	ขับเคลื่อนเซนทริก
2	116.626	170.445	274.292	6.214±0.269	0.081±0.016	ใหญ่	ขับเคลื่อนเซนทริก
3	105.101	160.171	252.059	6.354±0.278	0.074±0.016	ใหญ่	ขับเคลื่อนเซนทริก
4	97.363	152.026	237.498	6.401±0.288	0.070±0.016	ใหญ่	ขับเคลื่อนเซนทริก
5	91.835	151.065	230.257	6.432±0.299	0.068±0.017	กลาง	ขับเคลื่อนเซนทริก
6	90.920	148.111	218.945	6.504±0.313	0.065±0.017	กลาง	ขับเคลื่อนเซนทริก
7	90.379	147.471	208.659	6.526±0.329	0.062±0.018	กลาง	ขับเคลื่อนเซนทริก
8	84.963	142.396	224.297	6.575±0.347	0.066±0.019	กลาง	ขับเคลื่อนเซนทริก
9	84.541	136.171	229.112	6.593±0.367	0.068±0.020	กลาง	ขับเคลื่อนเซนทริก
10	83.939	126.602	205.417	6.163±0.394	0.061±0.021	กลาง	ขับเคลื่อนเซนทริก
11	74.952	122.979	189.990	6.473±0.430	0.056±0.023	กลาง	ขับเคลื่อนเซนทริก
12	66.847	116.719	174.317	6.696±0.478	0.051±0.025	กลาง	ขับเคลื่อนเซนทริก
13	65.660	109.524	164.492	6.303±0.547	0.048±0.029	กลาง	ขับเคลื่อนเซนทริก
14	55.518	103.677	138.093	7.931±0.669	0.041±0.034	เล็ก	อะโครเซนทริก
×	158.666	196.489	327.937	5.992±0.425	0.097±0.031	ใหญ่	เมทาเซนทริก

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (Mean) ความยาวของโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LL) ความยาวโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) ในหน่วยไมโครเมตร ค่าเฉลี่ย relative length ,RL) centromeric index ,CI) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation,SD) ของจิ้งหรีดทองแดง (*Acheta domesticus*) เพศผู้ทั้งหมด 15 เซลล์

คู่ที่	Ls	LL	Lt	CI±SD	RL±SD	ขนาด	ชนิด
1	173.356	316.034	489.390	6.458±0.095	0.095±0.018	ใหญ่	เมทาเซนทริก
2	148.705	267.354	416.059	6.426±0.097	0.080±0.017	ใหญ่	เมทาเซนทริก
3	130.819	232.231	363.050	6.397±0.099	0.070±0.017	กลาง	เมทาเซนทริก
4	123.747	231.780	355.527	6.519±0.103	0.069±0.017	กลาง	เมทาเซนทริก

5	128.605	224.726	345.623	6.279±0.107	0.067±0.018	กลาง	เมทาเซนทริก
6	113.915	217.018	338.640	6.636±0.112	0.065±0.019	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
7	111.387	215.152	325.064	6.573±0.117	0.063±0.020	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
8	119.757	213.677	334.271	6.436±0.122	0.065±0.021	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
9	119.119	195.787	315.544	6.205±0.125	0.061±0.022	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
10	113.561	190.759	304.320	6.268±0.134	0.059±0.024	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
11	107.854	184.347	292.201	6.309±0.147	0.057±0.026	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
12	95.458	168.182	263.640	6.379±0.160	0.051±0.030	เล็ก	ซับเมทาเซนทริก
13	88.778	154.314	243.091	6.348±0.174	0.047±0.033	เล็ก	ซับเมทาเซนทริก
14	88.484	133.650	222.134	6.017±0.196	0.043±0.038	เล็ก	ซับเมทาเซนทริก
x	230.830	332.137	562.967	5.900±0.240	0.109±0.023	ใหญ่	เมทาเซนทริก

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (Mean) ความยาวของโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) ในหน่วยไมโครเมตร ค่าเฉลี่ย (relative length ,RL) (centromeric index ,CI) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation,SD) ของจิ้งโกร่ง (*Brachytrupes portentosus*) เพศผู้ทั้งหมด 15 เซลล์

คู่ที่	Ls	LI	Lt	CI±SD	RL±SD	ขนาด	ชนิด
1	166.163	224.119	390.282	5.742±0.046	0.114±0.022	ใหญ่	เมทาเซนทริก
2	124.757	182.592	307.349	5.941±0.046	0.090±0.019	ใหญ่	เมทาเซนทริก
3	97.133	159.343	256.476	6.213±0.046	0.075±0.018	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
4	96.212	149.977	241.677	6.019±0.047	0.071±0.019	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
5	95.268	145.464	241.309	6.215±0.045	0.071±0.019	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
6	94.679	143.575	238.254	6.026±0.044	0.070±0.020	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
7	91.332	140.549	234.913	5.945±0.045	0.069±0.021	กลาง	เมทาเซนทริก
8	90.781	139.645	231.330	6.076±0.047	0.068±0.023	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
9	78.623	131.723	210.124	6.269±0.049	0.062±0.025	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
10	78.400	129.135	207.758	6.216±0.051	0.061±0.027	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
11	65.236	114.154	179.389	6.363±0.055	0.053±0.030	เล็ก	ซับเมทาเซนทริก
12	59.745	101.463	161.208	6.294±0.059	0.047±0.034	เล็ก	ซับเมทาเซนทริก
13	52.781	99.389	152.170	6.531±0.070	0.045±0.039	เล็ก	ซับเมทาเซนทริก
x	153.398	207.267	360.665	5.747±0.031	0.106±0.029	ใหญ่	เมทาเซนทริก

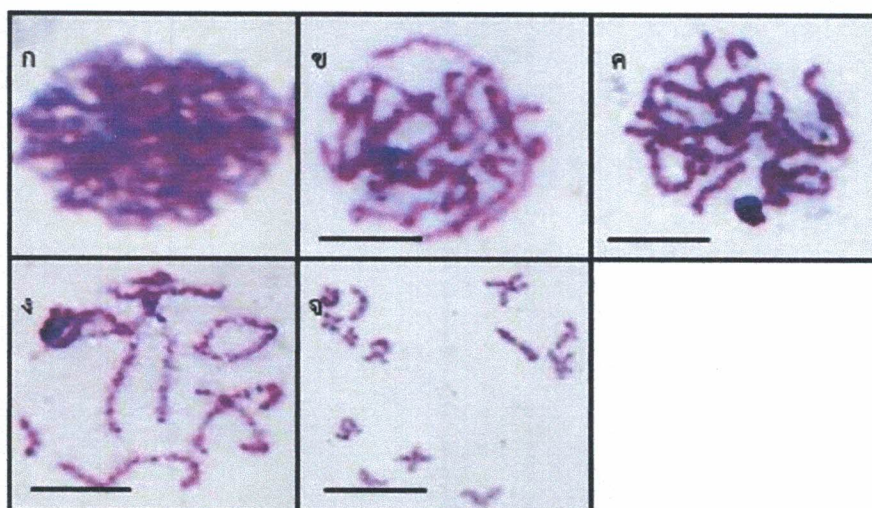
อภิปรายผล

แคโรโอไทป์ของจิ้งหรีดทองคำและจิ้งหรีดทองแดงมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 29 แห่ง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Octavio .et al. (2014) และ วันเพ็ญ กาคามุย (2559) ส่วนจิ้งโกร่งจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 27 แห่ง และมีระบบโครโมโซมเพศเป็นแบบ XO ซึ่งไม่สอดคล้องกับการรายงานของ Octavio .et al. (2014) ที่ทำการศึกษาโครโมโซมจิ้งหรีดทองคำ จิ้งหรีดทองแดง และจิ้งโกร่ง เนื่องจากมีลักษณะที่แตกต่างกัน และไม่สอดคล้องกับการรายงาน Octavio .et al.(2014) ที่ได้ทำการศึกษาโครโมโซมของจิ้งหรีดทองคำ จิ้งหรีดทองแดงและจิ้งโกร่ง โดยที่จิ้งหรีดทองคำจะประกอบไปด้วย

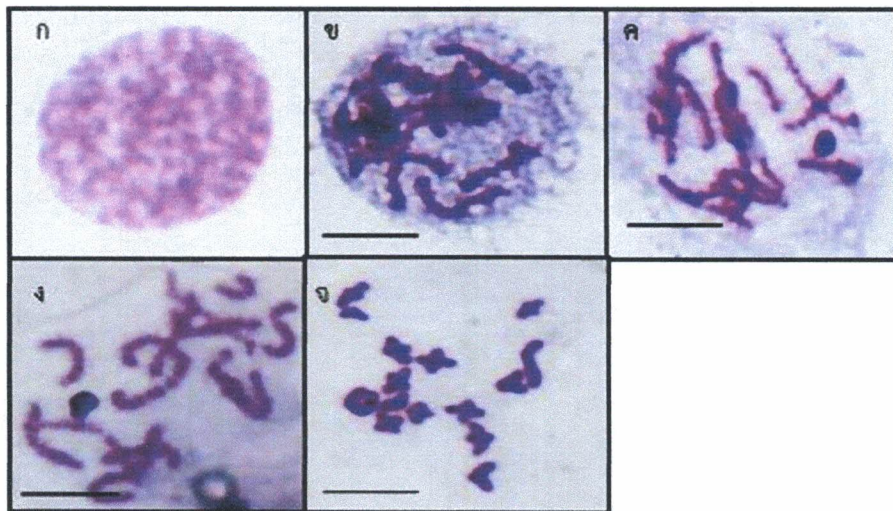
ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดซั่มเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 8 แห่ง ขนาดกลาง 18 แห่ง โครโมโซมชนิดอะโครเซนทริกขนาดเล็ก 2 แห่ง และโครโมโซมเพศ 1 แห่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เขียนสูตรแคโรไทป์ได้ ดังนี้ $2n(29) = L^{sm}_{8} + M^{sm}_{18} + S^a_{2} +$ โครโมโซมเพศ (Xo) Maria Cella et al. (2008) ในขณะที่จิ้งหรีดทองแดงจะประกอบไปด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง ขนาดกลาง 6 แห่ง โครโมโซมชนิดซั่มเมทาเซนทริกขนาดกลาง 12 แห่ง ขนาดเล็ก 6 แห่ง และโครโมโซมเพศ 1 แห่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ เขียนสูตรแคโรไทป์ได้ ดังนี้ $2n(29) = L^m_{4} + M^m_{6} + M^{sm}_{12} + S^{sm}_{6} +$ โครโมโซมเพศ (Xo) Luana S. et al.(2015) และจิ้งโกร่งจะประกอบไปด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง ขนาดกลาง 2 แห่ง โครโมโซมซั่มเมทาเซนทริกขนาดกลาง 14 แห่ง ขนาดเล็ก 6 แห่ง และโครโมโซมเพศ 1 แห่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ เขียนสูตรแคโรไทป์ได้ ดังนี้ $2n(27) = L^m_{4} + M^m_{2} + M^{sm}_{14} + S^{sm}_{6} +$ โครโมโซมเพศ (Xo) เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

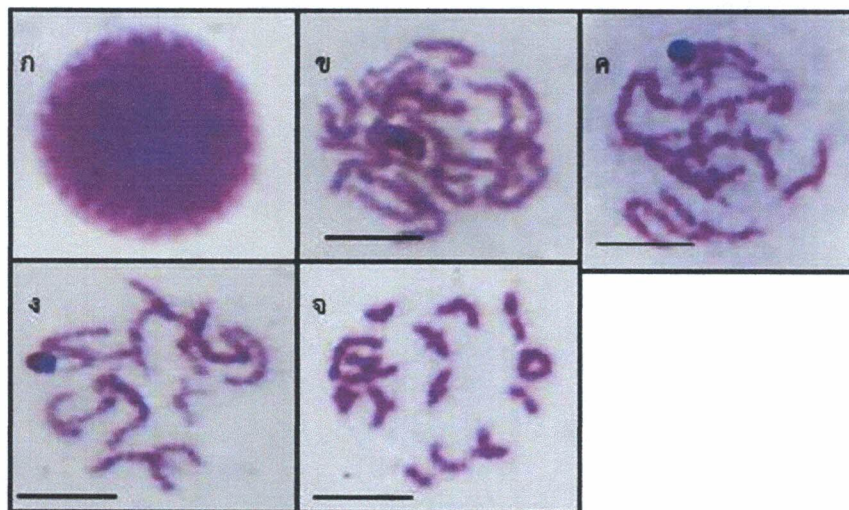
การศึกษครั้งนี้วิเคราะห์โครโมโซมของจิ้งหรีดทองดำจำนวน 15 เมทาเฟส จิ้งหรีดทองแดงจำนวน 15 เมทาเฟส และจิ้งโกร่งจำนวน 15 เมทาเฟส โดยเลือกเซลล์ที่มีความชัดเจนมากที่สุด เพื่อนำมาจัดแคโรไทป์และวัดขนาดของโครโมโซมโดยวัดแขนข้างสั้น แขนข้างยาว ความยาวทั้งหมด และนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อระบุชนิดโครโมโซมซึ่งได้จากค่า และขนาดของโครโมโซมจากค่า ซึ่งจิ้งหรีดทองดำ จิ้งหรีดทองแดงพบโครโมโซมดิพลอยเท่ากับ 29 แห่ง และจิ้งโกร่งเท่ากับ 27 แห่ง แคโรไทป์ของจิ้งหรีดทองดำ ประกอบไปด้วยประกอบด้วยโครโมโซมชนิดซั่มเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 8 แห่ง ขนาดกลาง 18 แห่ง โครโมโซมชนิดอะโครเซนทริกขนาดเล็ก 2 แห่ง และโครโมโซมเพศ 1 แห่ง ระบบโครโมโซมเพศ แคโรไทป์ของจิ้งหรีดทองแดง ประกอบไปด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง ขนาดกลาง 6 โครโมโซมชนิดซั่มเมทาเซนทริกขนาดกลาง 12 แห่ง ขนาดเล็ก 6 แห่ง โครโมโซมเพศ 1 แห่ง ระบบโครโมโซมเพศ และแคโรไทป์ของจิ้งโกร่ง ประกอบไปด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง ขนาดกลาง 2 แห่ง โครโมโซมซั่มเมทาเซนทริกขนาดกลาง 14 แห่ง ขนาดเล็ก 6 แห่ง และโครโมโซมเพศ 1 แห่ง ระบบโครโมโซมเพศ จากการย้อมสีแบบนอร์พบว่าจิ้งหรีดทองดำ มีตำแหน่งนอร์อยู่บริเวณเซนโทรเมียร์ของโครโมโซม 29 แห่ง จิ้งหรีดทองแดงมีตำแหน่งนอร์อยู่บริเวณเซนโทรเมียร์ของโครโมโซม 29 แห่ง ส่วนจิ้งหรีดทองน้ำตาลายมีตำแหน่งนอร์อยู่บริเวณเซนโทรเมียร์ของโครโมโซม 27 แห่ง ได้จากเทคนิคการย้อมสีแบบนอร์ด้วยซิลเวอร์ไนเตรด ใน (รูปที่ 11) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านเซลล์อนุกรมวิธานและศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ รวมถึงการอนุรักษ์ชนิดของจิ้งหรีดได้



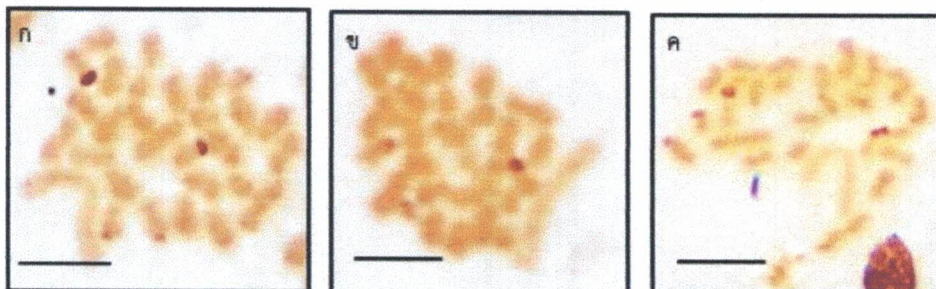
รูปที่ 8 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของจิ้งหรีดทองดำ ระยะโพรเฟส (ก) เลปโททีน (ข) พาไคทีน (ค) ดิพลโททีน (ง) ไดอะไคนีซิส (จ)



รูปที่ 9 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของจิ้งหรีดทองแดง ระยะโพรเฟส(ก) เลปโททีน (ข) พาไคทีน (ค) ดิพลโททีน (ง) ไดอะไคนีซิส (จ)



รูปที่ 10 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของจิ้งหรีดทองน้ำตาลลาย ระยะโพรเฟส (ก) เลปโททีน (ข) พาไคทีน (ค) ดิพลโททีน (ง) ไดอะไคนีซิส (จ)



รูปที่ 11 ลักษณะตำแหน่งนอร์ของจิ้งหรีดทองดำ (ก) ลักษณะตำแหน่งนอร์ของจิ้งหรีดทองแดง (ข) ลักษณะตำแหน่งนอร์ของจิ้งโกร่ง (ค)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่สนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์ งบประมาณ และสถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- วันเพ็ญ กาคามุย 2559 พันธุศาสตร์เซลล์และคุณค่าทางโภชนาการแมลงที่กินได้ ในเขตอุทยานแห่งชาติภูแล้งคา จังหวัดนครพนม คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม 31 (1): 23
- ลีลา กัญนันท์ และ จารึก สักดีวัฒนกำจร (2545) ชีววิทยาจิ้งหรีดเพื่อพัฒนาจัดการเพาะเลี้ยง ในประเทศไทย ส่วนวิจัยและพัฒนาผลผลิตป้าไม้สำนักวิชาการป้าไม้ กรมป้าไม้ 23 (1): 61-62.
- ณัฐเสกฐ์ สร้อยทองดี 2561 ต้นทุนและผลตอบแทนในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด เจริญพันธ์กรณศึกษา ภาคกลางของ ประเทศไทย คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 69(1): 24-25.
- สันติ กิตติบรรพชา 2553 จิ้งโกร่ง ชีววิทยา และแนวทางการเพาะเลี้ยง ในประเทศไทย กลุ่มงานกีฏวิทยาและ จุลชีววิทยาป้าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป้าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 17 (1): 5-12.
- C.B. Portugal et al. 2007 Karyotype of the cricket, *Zucchiella atlantica*, with an overview of the chromosomes of the subfamily Nemobiinae Brazil 7 (60): 1536-2442
- 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.
- Levan, A., Fredga, K. and Sandberg, AA. 1964. Nomenclature For centromeric position on chromosomes. *Hereditas*. 52: 201-220.
- Luana S., et al. 2015 Genes with Restricted Introgression in a Field Cricket t (*Gryllus firmus*/*Gryllus pennsylvanicus*) Hybrid Zone Are Concentrated on the X Chromosome and a Single Autosome New York doi: 10.1534/ 3.115.021246
- Maria Cella, et al. 2008 Karyotype plasticity in crickets: Numerical, morphological, and nucleolar organizerregion distribution pattern of *Anurogryllus* sp. Brazil 87 (10): 1536-2442
- Octavio, et al. 201 Repetitive DNA chromosomal organization in the cricket *Cycloptiloides americanus*: a case of the unusual X1X20 sex chromosome system in Orthoptera *Mol Genet Genomics* DOI 10.1007/s00438-014-0947-9.

ที่ อา ๐๖๑๗/๖๑๐/๒๕๖๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
มอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

อารียา แสงลาก ธีรพงษ์ ขุนเกี่ยม สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาน และ สุมาลี พิมพันธ์

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยาย

เรื่อง โครโมโซมของจิ้งหรีดทองดำ (*Gryllus bimaculatus*) จิ้งหรีดทองแดง (*Acheta domesticus*)

และจิ้งโกร่ง (*Brachytrupes portentosus*) ใน จังหวัดเพชรบูรณ์

ในงานประชุมวิชาการระดับชาติพิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ ๖ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๓

ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๓

S. M.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ศรีสมบัติ)

ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

รักษาราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ที่ อว 0617.8/ว 77



สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก 65000

28 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ในรายงานสืบเนื่อง (Proceedings)

เรียน คุณอารียา แสงลาภ , อ. สุมลั หิมพันธ์

ตามที่ท่านได้ส่งผลงานวิจัย เรื่อง โครโมโซมของจิ้งหรีดทองดำ (*Gryllus bimaculatus*) จิ้งหรีดทองแดง (*Acheta domesticus*) และจิ้งโกร่ง (*Brachytrupes portentosus*) ใน จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อนำเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการระดับชาติ พิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ. 2563 ในวันพุธที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 นั้น

บัดนี้ คณะกรรมการดำเนินงานจัดงานประชุมฯ ได้พิจารณาผลงานวิจัยดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว เห็นสมควรให้งานวิจัยของท่านตีพิมพ์เผยแพร่ในรายงานสืบเนื่อง (Proceedings) ในงานประชุมวิชาการระดับชาติพิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ. 2563

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธันวดี ศรีธาวีรัตน์)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

โทรศัพท์ 055 - 267 - 038 ต่อ 7230

โทรสาร 055 - 267 - 038

e-mail : pibulresearch@gmail.com