



รายงานสืบเนื่อง จากการประชุมวิชาการระดับชาติ

PROCEEDINGS

การประชุมวิชาการระดับชาติพืบุลสงครามวิจัย

ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ. 2563

วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2563

กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ศ.เกียรติคุณ ดร.ไมตรี สุทธจิตต์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ศ.น.สพ.ดร. รุ่งโรจน์ ธนาวงษ์นุเวช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศ.ดร.ศักดิ์ ปั่นแห้งเพ็ชร	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ศ.ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศ.ดร.ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศ.ดร.จิรวัดน์ พระสันต์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ศ.ดร.กิจการ พรหมมา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ศ.ดร.สายสมร ลำยอง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ.วรินทร์ ววงค์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รศ.ดร.นฤมล มาแทน	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รศ.ดร.ดิเรก อีระภูธร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ธีรพร กงบังเกิด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.อิสระ อินจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
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. วัลลภช 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 ขาดรูปะชีวิน	มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

รศ.ดร.พนอนเื่อง สุทัศน์ ณ อยุธยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
รศ.ดร.ภาสกร ดอกจันทร์	มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย
รศ.ดร. ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. มนสิข สิริสมบุญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. จรินทร์ บุณยานุภาพ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สมิทธิ บุญชุติมา	มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์
รศ.ดร. ปริญญา มาสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ประภาพรรณ อุ่อบ	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.วัฒนชัย หมั่นยิ่ง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.จักรกฤษณ์ พิณญาพงษ์	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.กฤษฎากาญจน์ 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.กันต์ อินทวงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
ผศ.ดร.ธันช กนกเทศ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.วนาวลัย์ ดาดี	มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ผศ.ดร.ปิ่นททัย หนูนวล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร.พนมสิทธิ์ สอนประจักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.นันทน์ภัส รัตนศิลป์ชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผศ.ดร.อนุชา กอนพ่วง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. พีรธร บุญยรัตพันธุ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จิรภาส จงจิตวิมล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จิราพร โรจน์ทินกร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร. ศรัณยู เรือนจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ผศ.ดร.ชูรัตน์ ธารารักษ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผศ.ดร.ธีราพร กลุณนันทน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
ผศ.ดร.รัตนพร วังศิริ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. นิติพงศ์ จิตรีโกชน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.สรารุธ คำปวน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ภญ.วฐุ พรหมพิทยารัตน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ติเรก ธีระภูธร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.อุษา พัดเกิด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. อภิชัย รุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จรรยา สารินทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.วันวิสาข์ ปันศักดิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.จตุรงค์ สุภาพพร้อม	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.อรสา เตตวิวัฒน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.วรรณภา ลือภิตินันท์	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผศ.ดร.ขวัญเมือง แก้วดำเกิง	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 กษกรจารุพงศ์	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผศ.ดร.อนวัทย์ ภาลี	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผศ.จุไรรัตน์ โสภา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.พรหมพิสิฐ พันธุ์จันทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ยงยุทธ แฉล้มวงษ์	สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย
ดร.ศศิธร จันทโรทัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร. บุญสม บุษบรรณ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.วราวิชต์ มัชฌิมบุรุษ	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.ธัชณิน จงจิตวิมล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร. ธันวดี ศรีธาวีรัตน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.ณัฐริรา ทับทิม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.วิโรจน์ ตึกจ๊ะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร. สุขสมาน สังโยคะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร.อนุ เจริญวงศ์ระยับ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ไพโรจน์ เขียวระยง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.บุษบา หินเอว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.อุไรวรรณ รักผกาวงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ศิริสุภา เอมหยวก	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ขวัญชนก นัยจรรย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ณรมมล 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. กীরติ ดันเรือน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. กัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.เสาวนีย์ เสริมสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. รัตนา สิทธิอ่วม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. วราภรณ์ ผาดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. นิคม นาคอ้าย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. วราภรณ์ ชื่อประดิษฐ์กุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ชุตินันท์ ศรีสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ทศนีย์ ปัทมสนธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ปณณวิชญ์ ใบกุหลาบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. พิชราวลัย มีทรัพย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

ผศ.ดร. อนุชา ภูมิสิทธิพร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ธานินทร์ ไชยเชษฐ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ร่ำไผ่ โกฏสืบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.รพีพรรณ จันทรมะณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ธนวัตร คล้ายแท้	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. สลักจิต ตรีธรมโสภาส	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.จิตศิริณ ก้อนคง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. สุชาดา เจียพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.นงลักษณ์ ใจฉลาด	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ธนสาร เพ็งพุ่ม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. มนตรา ศรียะแย้ม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.สุภาวดี แหยมคง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. อรุณี นุสิทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.ศุภนิช เจริญสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ปิยะดา วชิระวงศ์กร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ยศจรัส ดือขุนทด	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ปิยมนัส วรวิทย์รัตนกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. กฤติกา สังขวดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ภาวิดา มหาวงค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. จิตติพร ตั้งควิเวชกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. นพรัตน์ วรรมเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ชนิกาญจน์ จันทร์มาทอง	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.ไกรลาส มาตรมูล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. อรชร นิมาจารย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.กึ่งแก้ว สำรวรัตน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.สุพจน์ พฤกษ์วัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ประภาศิริ ใจผ่อง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.เอกภพ จันทร์สุนันท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ปรารธนา ศิริสานต์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.พิชญพร ประครองใจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.สนทยา สาลี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.วิภาดา ศรีเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ว่าที่เรืออากาศตรี ดร.บัญชา สำรวรัตน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. สมหมาย อ้าดอนกลอย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร.ชัชวินทร์ นวลศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ศุภชัย อีระกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. เทิน สีนวน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พิมพ์รินทร์ ศิริรินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. อดุลย์ วังศรีคุณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. วรรัตน์ วรวิทย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พงษ์พันธ์ จุลทา	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. อรพรรณ ไพโรจน์คุณพิงค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พงษ์พันธุ์ พุทธิวิศิษฐ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. เสกสรรค์ ศิวาลัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ฐิติพร เจาจะจง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร.ปภาดา ขมภูณิตย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. วศิน สุขสมบูรณ์วงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พิงรัก รียะขัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ชัยยา นรเดชานันท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

ดร. เอกรงค์ ปั่นพงษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ปิยลักษณ์ พฤกษ์วัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ธัญญณ์ภัทร์ เจริญพานิช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. วาสินี มีเครือเอี่ยม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. พันธ์ มัตยะสุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. อุมารณย์ ยศเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.พัชรภรณ์ อินริราย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.พัฒนาภณ ทูลธรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.นภาพรณ อุ่นปรีชาวนิชย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.สุวิมล ทองแกมแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.นันท์ภักย์ พวงสถิต	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.กิริติญา สอนเนย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อ.ยุวดี พ่วงรอด	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

สารบัญ

	หน้า
การกระจายเชิงพื้นที่ของไมโครไฟเบอร์ และความสัมพันธ์ต่อคุณภาพของน้ำผิวดิน ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์	
กนกวรรณ เนตรสิงแสง พันธุ์ทิพย์ กล่อมเจ็ก และ จรูญ สารินทร์.....	268-280
การสะสมโลหะหนักในปลา และความสัมพันธ์ระหว่างโลหะหนักในปลา น้ำผิวดิน และตะกอนพื้นท้องน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์	
ธนาธิป แสงพ่ายพ์ พันธุ์ทิพย์ กล่อมเจ็ก และ จรูญ สารินทร์.....	281-295
การเปรียบเทียบเชื้อเพลิงชีวมวลผสมอัดแท่งสำหรับอุตสาหกรรมขนมอบ	
สุทธิเดช โตนชัยภูมิ ยศภัทรชัย คณิตปัญญาเจริญ และ พลิศภัทร์ คำฟู.....	296-305
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพตู้อบเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยพลังงานสะอาดและพลังงานสิ้นเปลือง	
ภูวดล เพ็ญนาดี และ ยศภัทรชัย คณิตปัญญาเจริญ.....	306-313
การประมาณค่าความเข้มแสงอาทิตย์แบบรายเดือนด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	
กิตติศักดิ์ คงสีไพร และ สมพร เรื่องลินชัยวานิช.....	314-323
* <u>โครโมโซมของตั๊กแตนลิงจูดเชื่อม (<i>Erianthus serratus</i>) และตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้า (<i>Pseudomorphacris hollisi</i>) จากจังหวัดเพชรบูรณ์</u>	
<u>สุปรียา ศิริวารินทร์ บุษยา แก้วย้อย สุรเชษฐ์ เอี่ยมสำอาง และ สุมาลี พิมพ์พันธุ์.....</u>	324-332 *
การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและการระบุชนิดของตั๊กแตนโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอบาร์โค้ด	
ณัฐนันท์ วันเพ็ญ อาภาณุช วังศิริ สุมาลี พิมพ์พันธุ์ และ สุรเชษฐ์ เอี่ยมสำอาง.....	333-340
การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของโพรไบโอติก <i>Lactobacillus johnsonii</i> ที่แยกจากมูลไก่	
อุทัยมาศ วงศ์ปันติ ปิยะนุช เนียมทรัพย์ และ ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน.....	341-348
โครโมโซมของจิ้งหรีดทองดำ (<i>Gryllus bimaculatus</i>) จิ้งหรีดทองแดง (<i>Acheta domesticus</i>) และจิ้งโกร่ง (<i>Brachytrupes portentosus</i>) ใน จังหวัดเพชรบูรณ์	
อารียา แสงลามก อีรพงษ์ ขุนเกี่ยม สุรเชษฐ์ เอี่ยมสำอาง และ สุมาลี พิมพ์พันธุ์.....	349-358
การคัดเลือกเอนไซม์เบต้ากลูโคซิเดสสำหรับการเพิ่มปริมาณสารไอโซฟลาโวนกลุ่มอะไกลโคโน	
อาภัสรา ศรีกุ่มภา ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน และ ปิยะนุช เนียมทรัพย์.....	359-365
ผลของการเติมเชื้อ <i>Streptomyces</i> sp. SEF11 เข้าต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของแครอท	
จุฑามาส เทียนสุข ขนิษฐา สมตระกูล อภิเดช แสงดี และ วราภรณ์ ญายาย.....	366-372
ผลของการตรึงเชื้อ <i>Streptomyces</i> sp. SEF11 ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักบุ้งในสภาวะแล้ง	
ศุฑามาส อยู่สนิท ขนิษฐา สมตระกูล อภิเดช แสงดี และ วราภรณ์ ญายาย.....	373-380
ผลของความร้อนต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำคั้นหัวหอมแขก (<i>Allium cepa</i> var. <i>viviparum</i>)	
รุ่งทิพย์ กาวารี สมคิด ดีจิง และ ชุติมา ปาวังค์.....	381-389
การพัฒนาแผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์แบบรูปประกอบพาราโบลาจากแผ่นอลูมิเนียม	
สรวิศ สอนสารี สมเด็จ แซ่ลี ศุภวิทย์ มะโนทน วรธนาย มณีพันธุ์ เพชรสยาม อุณทุโร เอกภูมิ บุญธรรม และ เอกกฤษ แก้วเจริญ.....	390-396

โครโมโซมของตั๊กแตนลิงจูดเชื่อม (*Erianthus serratus*) และตั๊กแตนหน้าเอียงขาสี่ฟ้า
(*Pseudomorphacris hollisi*) จากจังหวัดเพชรบูรณ์

CHROMOSOME STUDIES OF *ERIANTHUS SERRATUS* AND *PSEUDOMORPHACRIS HOLLISI*
FROM PHETCHABUN PROVINCE

สุปรียา ศิริวารินทร์¹ บุชยา แก้วย้อย¹ สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาง¹ และ สุมาลี พิมพ์พันธุ์^{1*}

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาโครโมโซมของตั๊กแตนลิงจูดเชื่อม (*Erianthus serratus*) และตั๊กแตนหน้าเอียงขาสี่ฟ้า (*Pseudomorphacris hollisi*) ที่เก็บจากพื้นที่ป่าในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นรายงานครั้งแรกของการศึกษาโครโมโซมของตั๊กแตนทั้ง 2 ชนิดนี้ในประเทศไทย ใช้ตัวอย่างตั๊กแตนชนิดละ 10 ตัว เตรียมโครโมโซมด้วยเทคนิคการเตรียมโดยตรงจากอันทะ ย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา และแถบสีเอ็นโออาร์ ผลการศึกษาพบว่าตั๊กแตนลิงจูดเชื่อมมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 19 แท่ง โครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 38 ประกอบไปด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แท่ง และอะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แท่ง และโครโมโซมเพศ 1 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ X0 โครโมโซม X เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ เขียนสูตรแคโรไทป์ได้ ดังนี้ $2n (19) = M^m_2 + L^{sm}_6 + M^{sm}_6 + L^a_4 + \text{โครโมโซมเพศ (X0)}$ ตั๊กแตนหน้าเอียงขาสี่ฟ้ามีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 19 แท่ง โครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 19 เป็นโครโมโซมชนิดเทโลเซนทริกทั้งหมด แบ่งเป็นโครโมโซมชนิดเทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง 12 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ X0 โครโมโซม X เป็นชนิดเทโลเซนทริกขนาดเล็ก เขียนสูตรแคโรไทป์ได้ ดังนี้ $2n (19) = L^t_6 + M^t_{12} + \text{โครโมโซมเพศ (X0)}$

คำสำคัญ : โครโมโซม แคโรไทป์ ตั๊กแตนลิงจูดเชื่อม ตั๊กแตนหน้าเอียงขาสี่ฟ้า

Abstract

This research aimed to study the chromosomes of *Erianthus serratus* and *Pseudomorphacris hollisi* obtained from the forest areas at Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun province. The chromosomal study of these two species was the first report in Thailand. The testes from ten grasshopper specimens in each species were prepared directly for chromosomal technique. Conventional and silver nor staining were applied on the metaphase chromosomes. The results demonstrated that *E. serratus* had diploid chromosome number ($2n$) = 19, with the fundamental number (NF) of 38. Consisting of 2 large metacentric, 6 large submetacentric, 6 medium submetacentric and 4 large acrocentric chromosomes. The sex-system has been characterized to be X0. The karyotype formula could be deduced as $2n (19) = M^m_2 + L^{sm}_6 + M^{sm}_6 + L^a_4 + \text{X-chromosome}$. The *P. hollisi* has $2n = 19$, NF=19. All chromosomes have found to be telocentric which included 6 large and 12 medium chromosomes. The sex-system had been characterized to be X0. The karyotype formula of this species could be deduced as $2n (19) = L^t_6 + M^t_{12} + \text{X-chromosome}$

Keywords : Chromosome, Karyotype, *Erianthus serratus*, *Pseudomorphacris hollisi*

บทนำ

ตั๊กแตนเป็นแมลง อันดับ Orthoptera มีปากแบบกัดกิน พบได้ตั้งแต่ในระยะตัวอ่อนจนถึงตัวเต็มวัย ตารวมเจริญดี มีปีกสองคู่ ปีกคู่แรกคล้ายแผ่นหนังขณะเกาะพัก ขณะที่ปีกคู่หลังเป็นเยื่อบาง ๆ จะพับอยู่ใต้ปีกคู่แรก และมีขาคู่หลังที่ปรับเปลี่ยนไปเพื่อใช้ในการกระโดด (ไสว นูรณพานิพพันธุ์, 2544) ตั๊กแตนเป็นแมลงที่มีความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์มากในเชิงบวก และเชิงลบ เนื่องจากตั๊กแตนส่วนใหญ่กินพืชเป็นอาหาร และบางชนิดเท่านั้นที่กินซากแมลงที่ตายแล้ว ตั๊กแตนจึงเป็นแมลงศัตรูพืชที่ทำลายพืชที่มนุษย์ปลูกและพืชที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ ในทางตรงข้ามตั๊กแตนยังสามารถทำเป็นอาหารได้อีกด้วย โดยเป็นแหล่งโปรตีนของมนุษย์และสัตว์ แต่ปัจจุบันจำนวนประชากรของตั๊กแตนลดลงอย่างรวดเร็วหรือบางชนิดแทบจะสูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย เนื่องจากการกระทำของมนุษย์ในด้านการใช้สารเคมีป้องกันศัตรูพืช และการนำไปประกอบอาหาร (สุมาลี พิมพ์พันธุ์ และคณะ, 2561) ตั๊กแตนลิงจูดเชื่อม (*Erianthus serratus*) และตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้า (*Pseudomorphacris hollisi*) ตั๊กแตนทั้ง 2 ชนิดเป็นตั๊กแตนหนวดสั้น ซึ่งตั๊กแตนลิงจูดเชื่อมอยู่ในวงศ์ตั๊กแตนลิง (Family Eumastacoidea) เป็นตั๊กแตนที่แปลกและหายาก มีคนรู้จักน้อย ตั๊กแตนกลุ่มนี้มีลักษณะที่สวยงาม โดยเฉพาะส่วนอก ท้อง และขาหลังมีสีเขียวสลับสีดำ ท้องด้านบนมีสีฟ้าเล็กน้อย ปีกสีดำมีจุดสีขาวใสสลับสีเขียว ลักษณะเด่นของตั๊กแตนลิงจูดเชื่อมคือ มีความยาวปีกอยู่ในช่วง 17-22 มิลลิเมตร และบริเวณส่วนท้ายของลำตัวจะมีแผ่นแข็งมีลักษณะคล้ายตะขอ (Ingrisch and Willemse 1988) (รูปที่ 1 ก-ข) และตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้าอยู่ในวงศ์ตั๊กแตนหน้าแหลม (Family Pyrgomorphidae) เป็นตั๊กแตนที่มีสีสดสวยงาม โดยเฉพาะบริเวณตามีแถบสีขาวไปถึงส่วนอก ปีกด้านในจะเป็นสีส้ม โคนปีกมีแต้มสีดำ ขาคู่หลังบริเวณข้างด้านในมีสีเขียวอมฟ้า (เกรียงไกร สุวรรณภักดี 2559) ลักษณะเด่นของตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้า คือ ขาคู่หลังบริเวณ tibiae จะมีสีเขียวอมฟ้า และ cerci ที่อยู่บริเวณปลายสุดของปล้องท้องจะมีลักษณะโค้งงอเล็กน้อย อวัยวะเพศมีลักษณะยาวและเรียว (Keith and Kevan 1968) (รูปที่ 1 ค-ง) การศึกษาโครโมโซมสามารถทำให้เราตอบคำถามเกี่ยวกับความแตกต่างของตั๊กแตนได้ โดยดูจากความแตกต่างของจำนวนและรูปแบบของโครโมโซม ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประกอบการศึกษาด้านวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ของตั๊กแตนได้ คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาโครโมโซมของตั๊กแตนลิงจูดเชื่อมและตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้า ซึ่งยังไม่มีรายงานผลการศึกษาคโครโมโซมตั๊กแตนทั้ง 2 ชนิดนี้มาก่อน โดยการศึกษานี้จะทำให้ทราบลักษณะครีโอลไพบั๊กแตน สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน และเป็นประโยชน์ในการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมตั๊กแตนในประเทศไทยต่อไปในอนาคต ซึ่งตั้งนั้งานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคโครโมโซมของตั๊กแตนลิงจูดเชื่อมและตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้าในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้เทคนิคการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (conventional staining) และการย้อมแถบสีแบบเอ็นโออาร์ (NOR-banding) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบจำนวน รูปร่าง และโครโมโซมเครื่องหมาย (chromosome marker) และเพื่อจัดครีโอลไพบั๊กแตนทั้งสองชนิด

วิธีดำเนินการวิจัย

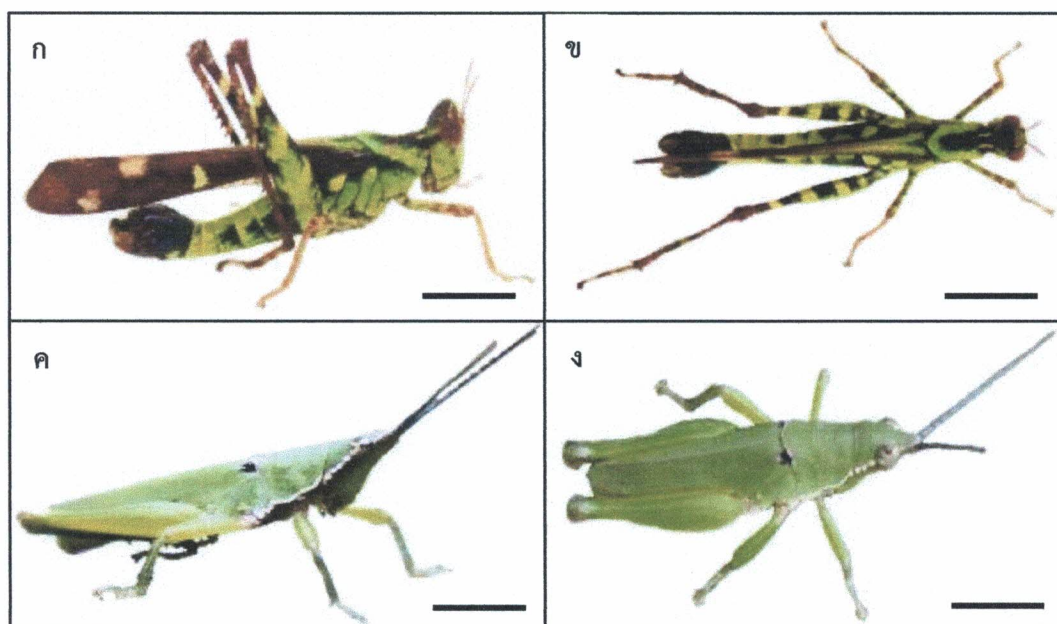
การเตรียมโครโมโซม

เก็บตัวอย่างตั๊กแตนทั้ง 2 ชนิดจากพื้นที่ป่าในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพศผู้ชนิดละ 10 ตัว นำตัวอย่างตั๊กแตนมาเตรียมโครโมโซมในห้องปฏิบัติการตามวิธีการของ Phimphan et al. (2017) เตรียมโดยฉีดสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เข้าที่ช่องท้องของตั๊กแตน ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นผ่าเอาอวัยวะมาล้างให้สะอาดในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ และบ่มไว้เป็นเวลา 30 นาที ย้ายเซลล์ใส่หลอดปั่นเหวี่ยง (centrifuge tube) แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ดูดสารละลายใสส่วนบน (supernatant) ทิ้งแล้วเติมน้ำยาคงสภาพ (fixative) ที่ละลายพร้อมเซลล์หลอดจนครบปริมาตร 7 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วและเวลาเท่าเดิม แล้วเทสารละลายส่วนใสทิ้ง ทำขั้นตอนดังกล่าวซ้ำจนกระทั่งสีของสารละลายในหลอดใส

ขั้นสุดท้ายให้เจือจางตะกอนเซลล์ในปริมาตรที่เหมาะสมโดยการเติมน้ำยาคงสภาพลงไปในหลอดให้มีปริมาตรเป็น 3 เท่า ของ ปริมาณตะกอนเซลล์

การย้อมสี

หยดสารละลายเซลล์แขวนลอยลงบนสไลด์ที่สะอาดและเย็น และปล่อยสไลด์ให้แห้งในอากาศ ย้อมสีโครโมโซมแบบ ธรรมดาด้วยสีจิมซา 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที และย้อมสีโครโมโซมแบบเอ็นโออาร์ดัดแปลงจาก Howell and Black (1980) มีวิธีการดังนี้ อบอุ่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 3 ชั่วโมงหรือข้ามคืน จากนั้นหยดเจลาตินความ เข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ และซิลเวอร์ไนเตรทความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ลงบนสไลด์จนท่วม ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์นำเข้า ตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นล้างสไลด์โดยการจุ่มลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่นจนกว่ากระจกปิด สไลด์จะหลุดออก ผึ่งสไลด์ให้แห้ง นำไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่กำลังขยาย 100 และ 1,000 เท่า จากนั้นทำการจัดแคร์โอไทป์โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Levan et al. (1964)

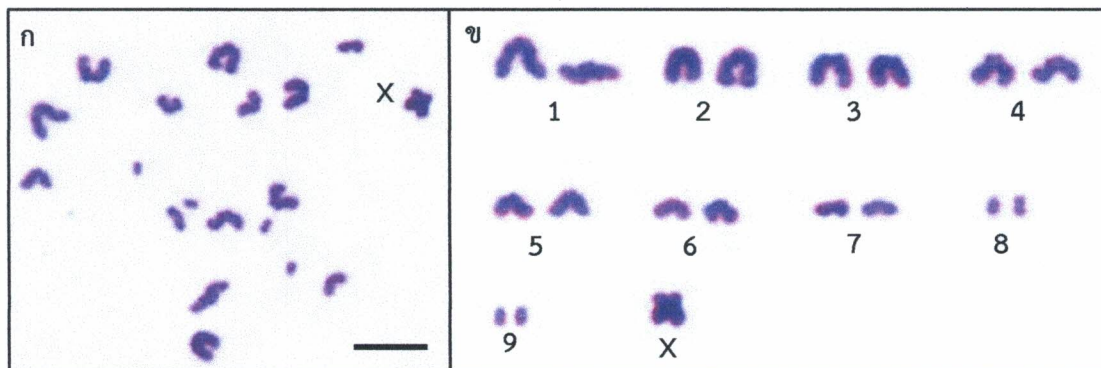


รูปที่ 1 ลักษณะภายนอกของตั๊กแตนลิงจูดเขมม (*E. serratus*) (ก) ด้านข้าง (ข) ด้านบน และลักษณะภายนอกของตั๊กแตน หน้าเอียงชาสีฟ้า (*P. hollisi*) (ค) ด้านข้าง (ง) ด้านบน (สเกลบาร์ = 10 มิลลิเมตร)

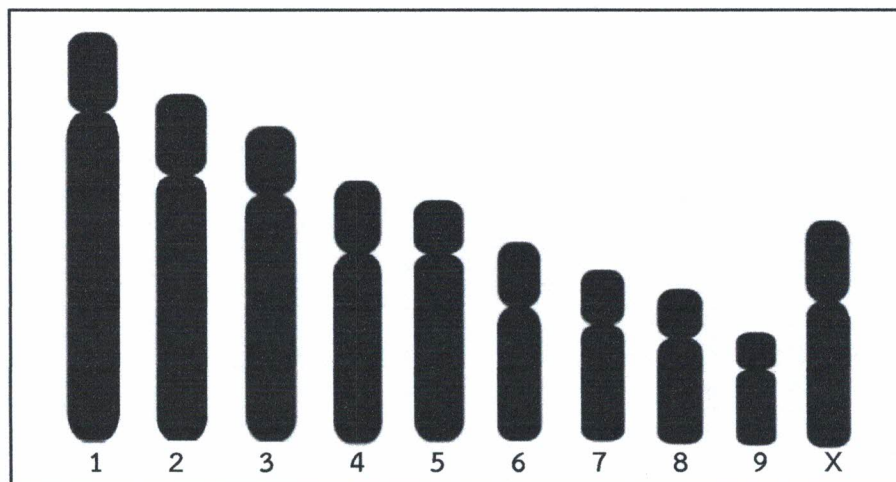
ผลการวิจัย

ตั๊กแตนลิงจูดเขมมมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 19 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 38 แคร์โอไทป์ ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดกลาง 2 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แท่ง และอะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แท่ง และโครโมโซมเพศ 1 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็น ชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 2 และอิตีโอแกรมมาตรฐานแสดงในรูปที่ 3

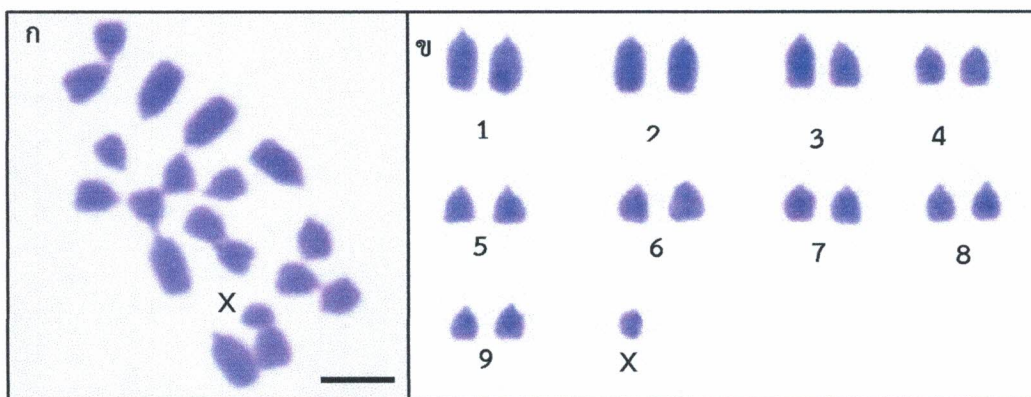
ตั๊กแตนหน้าเอียงชาสีฟ้ามีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 19 แท่ง โครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 19 เป็นโครโมโซมชนิด เทโลเซนทริกทั้งหมด แบ่งเป็นโครโมโซมชนิดเทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง 12 แท่ง ระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XO โครโมโซม X เป็นชนิดเทโลเซนทริกขนาดเล็ก ดังแสดงในรูปที่ 4 และอิตีโอแกรมมาตรฐาน แสดงในรูปที่ 5



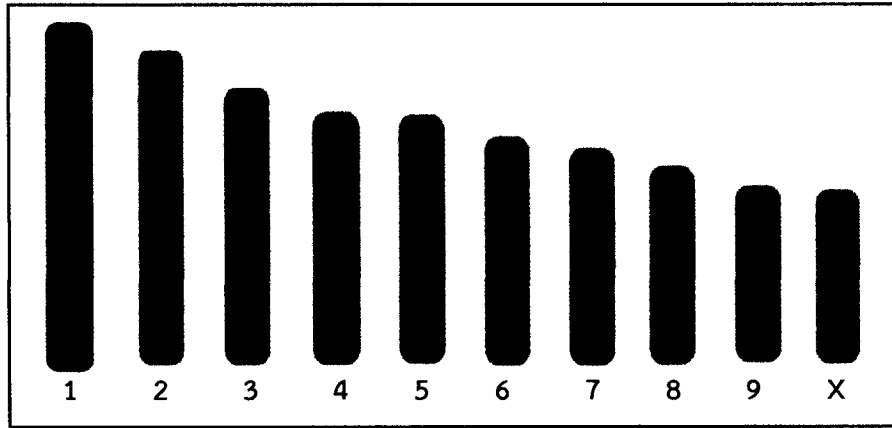
รูปที่ 2 เซลล์ระยะเมทาเฟส (ก) แคริโอไทป์ (ข) ของตักแตนลิงจุดเชื่อม $2n = 19, X0$ (เพศผู้) จากการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์ = 10 ไมโครเมตร)



รูปที่ 3 อิดิโอแกรมโครโมโซมของตักแตนลิงจุดเชื่อม $2n = 19, X0$ (เพศผู้)



รูปที่ 4 เซลล์ระยะเมทาเฟส (ก) แคริโอไทป์ (ข) ของตักแตนหน้าเอียงขาสี่ฟ้า $2n = 19, X0$ (เพศผู้) จากการย้อมสีแบบธรรมดา (สเกลบาร์ = 10 ไมโครเมตร)



รูปที่ 5 อีดิโอแกรมโครโมโซมของตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้า $2n=19,X0$ (เพศผู้)

จากข้อมูลสามารถเขียนสูตรคริโอไทป์ของตั๊กแตนลิงจุดเชื่อมดังนี้ $2n (19) = M_2^m + L_6^{sm} + M_6^{sm} + L_4^a + \text{โครโมโซมเพศ (X0)}$ และสามารถเขียนสูตรคริโอไทป์ของตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้าดังนี้ $2n (19) = L_6^m + M_{12}^l + \text{โครโมโซมเพศ (X0)}$ จากค่าความยาวเฉลี่ยของโครโมโซม ค่าความยาวสัมพันธ์ (Relative length, RL) และค่าดัชนีเซนโทรเมียร์ (Centromeric Index, CI) จากโครโมโซมตั๊กแตนลิงเขียวทั้งหมด 10 เมทาเฟส (ตารางที่ 1) และโครโมโซมตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้าทั้งหมด 10 เมทาเฟส (ตารางที่ 2) การศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสทำให้ทราบพฤติกรรมของโครโมโซม ซึ่งสามารถยืนยันจำนวนโครโมโซมและระบุโครโมโซมเพศได้ (รูปที่ 6 และ 7)

อภิปรายผล

คริโอไทป์ของตั๊กแตนลิงจุดเชื่อมและตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้าจัดอยู่ในกลุ่มของตั๊กแตนหนวดสั้น มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 19 แท่ง และมีระบบโครโมโซมเพศเป็นแบบ X0 ซึ่งเป็นรายงานแรกในประเทศไทย ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับตั๊กแตนชนิดอื่นที่มีรายงานพบว่า ไม่สอดคล้องกับการรายงานของผู้ที่ทำการศึกษโครโมโซมของตั๊กแตนหนวดสั้น ได้แก่ สุมาลี และคณะ (2561) ทำการศึกษาโครโมโซมของตั๊กแตนสีน้ำตาลที่อยู่ในวงศ์ Acrididae ซึ่งเป็นวงศ์ของตั๊กแตนหนวดสั้น มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 23 แท่ง และมีระบบโครโมโซมเพศเป็นเป็นระบบ X0, และการศึกษาของ Samuel, et al. (2012) ศึกษาโครโมโซมตั๊กแตนทั้งเพศผู้และเพศเมียที่อยู่ในวงศ์ Acridae และวงศ์ Tetrigidae พบโครโมโซมดิพลอยด์ในตั๊กแตนเพศผู้เท่ากับ 23 แท่ง และมีระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ X0 และพบโครโมโซมดิพลอยด์ในตั๊กแตนเพศเมียเท่ากับ 24 แท่ง และมีระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ XX, สุมาลี พิมพ์พันธุ์ และวิวรรธน์ แสงภักดี (2018) ทำการศึกษาโครโมโซมของตั๊กแตนสกุล *Pseudoxya diminuta* Walker, 1871 จัดอยู่ในวงศ์ตั๊กแตนหนวดสั้น พบจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 23 แท่ง และมีระบบโครโมโซมเพศเป็นเป็นระบบ X0, Bugrov, et.al. (1994) ทำการศึกษาโครโมโซมของตั๊กแตนสกุล *Podismini* จัดอยู่ในวงศ์ตั๊กแตนหนวดสั้น พบจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 23 แท่ง และมีระบบโครโมโซมเพศเป็นระบบ X0, Phimphan et al. (2017) ทำการศึกษาโครโมโซมตั๊กแตนชนิด *Oxya chinensis* จัดอยู่ในวงศ์ตั๊กแตนหนวดสั้นเช่นกัน พบจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 23 แท่ง และมีระบบโครโมโซมเพศเป็นเป็นระบบ X0, Chadha and Mehta, (2013) ทำการศึกษาตั๊กแตนชนิด *Acridids* ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ตั๊กแตนหนวดสั้น พบจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 23 แท่ง และมีระบบโครโมโซมเพศเป็นเป็นระบบ X0, Bridle et.al, (2002) ทำการศึกษาโครโมโซมตั๊กแตนชนิด *Chorthippus brunneus* และชนิด *C. jacobsoni* ซึ่งอยู่ในวงศ์ตั๊กแตนหนวดสั้น พบจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 17 แท่งและมีระบบโครโมโซมเพศเป็นเป็นระบบ X0 จากการศึกษาโครโมโซมตั๊กแตนลิงจุดเชื่อมและตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้ามีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากับการศึกษาโครโมโซมของตั๊กแตนชนิดต่าง ๆ ที่เคยมีคนรายงานมาก่อนหน้านี้เป็นไปได้ว่าตั๊กแตนลิง

จุดเชื่อมและตักแตงหน้าเอียงขาสีฟ้าอยู่คนละวงค์ กับตักแตงที่มีการศึกษามาก่อนหน้านี้ Phimpnan et al. (2017) ทำการย้อมสีแบบนอร์ด้วยเทคนิคการย้อมสีแบบเอ็นโออาร์พบตำแหน่งนอร์ทุกแห่งของโครโมโซม แต่จากการย้อมสีแบบนอร์ของตักแตงถึงจุดเชื่อมและตักแตงหน้าเอียงขาสีฟ้าไม่สามารถระบุตำแหน่งนอร์ได้จากเทคนิคการย้อมสีแบบเอ็นโออาร์ด้วยซิลเวอร์ไนเตรดเนื่องจากตำแหน่งนอร์อาจจะมีขนาดเล็กมากหรือตำแหน่งนอร์อาจกระจายตัวอยู่ทั่วทั้งโครโมโซม (รูปที่ 8)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (Mean) ความยาวของโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) ในหน่วยไมโครเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) centromeric index (CI) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) ของตักแตงลิงจุดเชื่อม (*Erianthus serratus*) เพศผู้ทั้งหมด 10 เซลล์

คู่ที่	Ls	LI	Lt	CI±SD	RL±SD	ขนาด	ชนิด
1	463.000	192.000	243.444	7.050±0.059	13.555±0.152	ใหญ่	อะโครเซนทริก
2	507.500	174.388	230.777	6.815±0.199	13.109±0.069	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
3	412.500	162.055	207.888	7.063±0.056	11.698±0.118	ใหญ่	อะโครเซนทริก
4	437.500	127.111	175.722	6.505±0.039	9.934±0.075	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
5	384.500	116.222	158.944	6.575±0.034	9.934±0.092	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
6	360.000	91.388	131.388	6.273±0.048	7.519±0.114	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
7	323.000	77.333	113.222	6.141±0.038	6.465±0.075	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
8	290.500	68.500	100.777	6.118±0.046	5.932±0.116	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
9	212.000	47.444	71.000	5.994±0.050	4.322±0.141	กลาง	เมทาเซนทริก
X	501.000	94.00	149.666	5.446±0.077	8.397±0.378	ใหญ่	เมทาเซนทริก

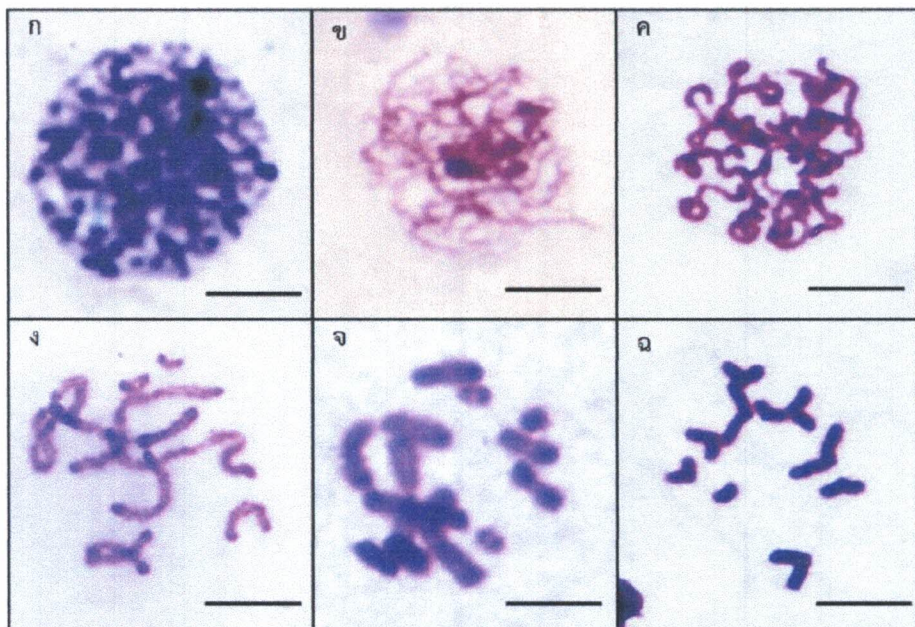
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (mean) ความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) ในหน่วยไมโครเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) centromeric index (CI) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) ของตักแตงหน้าเอียงขาสีฟ้า (*Pseudomorphacris hollisi*) เพศผู้ทั้งหมด 10 เซลล์

คู่ที่	Ls	LI	Lt	CI±SD	RL±SD	ขนาด	ชนิด
1	0.000	3663.000	3663.000	1.000±0.000	0.144±0.005	ใหญ่	เทโลเซนทริก
2	0.000	3261.000	3261.000	1.000±0.000	0.128±0.006	ใหญ่	เทโลเซนทริก
3	0.000	2910.000	2910.000	1.000±0.000	0.114±0.004	ใหญ่	เทโลเซนทริก
4	0.000	2605.000	2605.000	1.000±0.000	0.102±0.004	กลาง	เทโลเซนทริก
5	0.000	2567.000	2567.000	1.000±0.000	0.101±0.005	กลาง	เทโลเซนทริก
6	0.000	2359.000	2359.000	1.000±0.000	0.093±0.003	กลาง	เทโลเซนทริก
7	0.000	2255.000	2255.000	1.000±0.000	0.088±0.004	กลาง	เทโลเซนทริก
8	0.000	2055.000	2055.000	1.000±0.000	0.081±0.003	กลาง	เทโลเซนทริก
9	0.000	1844.000	1844.000	1.000±0.000	0.072±0.009	กลาง	เทโลเซนทริก
X	0.000	1828.000	1828.000	1.000±0.000	0.072±0.006	เล็ก	เทโลเซนทริก

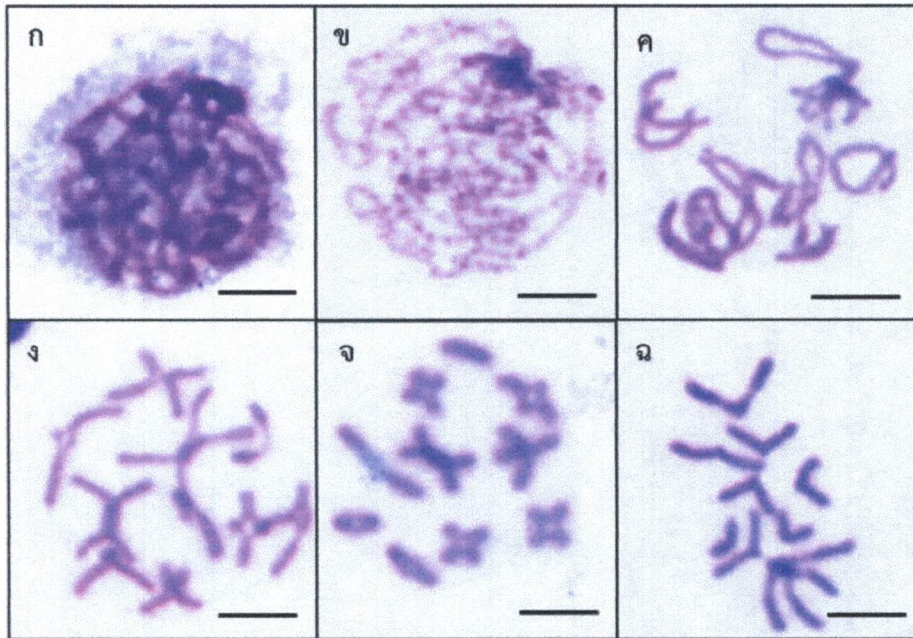
สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้วิเคราะห์โครโมโซมของดักแด้ตบลิ้งจุดเชื่อมจำนวน 10 เมทาเฟส และดักแด้ตบลิ้งหน้าเอียงขาสี่ฟ้าจำนวน 10 เมทาเฟสโดยเลือกเซลล์ที่มีความชัดเจนมากที่สุด เพื่อนำมาจัดแคริโอไทป์และวัดขนาดของโครโมโซมโดยวัดแขนข้างสั้น (Length of short arm, Ls) แขนข้างยาว (Length of long arm, Ll) ความยาวทั้งหมด (Length of total, LT) และนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อระบุชนิดโครโมโซมซึ่งได้จากค่า centromeric index (CI) และขนาดของโครโมโซมจากค่า relative length (RL) ซึ่งดักแด้ตบลิ้งจุดเชื่อมและดักแด้ตบลิ้งหน้าเอียงขาสี่ฟ้าพบโครโมโซมดิพลอยเท่ากับ 19 แท่ง เขียนสูตรแคริโอไทป์ของดักแด้ตบลิ้งจุดเชื่อมได้ ดังนี้ $2n(19) = M_{2+L}^{sm} + M_{6+L}^{sm} + L_4^a + \text{โครโมโซมเพศ (XO)}$ และสามารถเขียนสูตรแคริโอไทป์ของดักแด้ตบลิ้งหน้าเอียงขาสี่ฟ้าดังนี้ $2n(19) = L_6^t + M_{12}^t + \text{โครโมโซมเพศ (XO)}$

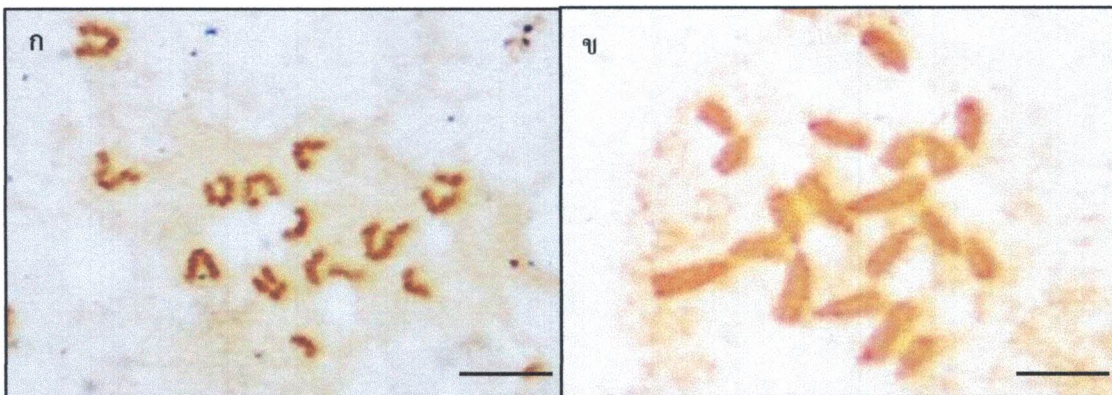
อย่างไรก็ตามการศึกษโครโมโซมของดักแด้ตบลิ้งจุดเชื่อมและดักแด้ตบลิ้งหน้าเอียงขาสี่ฟ้าในประเทศไทยยังไม่มีรายงานมาก่อน การศึกษานี้จึงเป็นการรายงานครั้งแรกของดักแด้ตบลิ้งจุดเชื่อมและดักแด้ตบลิ้งหน้าเอียงขาสี่ฟ้าในประเทศไทย ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านเซลล์อนุกรมวิธานและศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ รวมถึงการอนุรักษ์ชนิดของดักแด้ได้



รูปที่ 6 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของดักแด้ตบลิ้งจุดเชื่อม ระยะโพรเฟส (ก) เลปโททีน (ข) พาไคทีน (ค) ดิพโททีน (ง) ไดอะไคนีซิส (จ) เมทาเฟส II (ฉ)



รูปที่ 7 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของตักแตนหน้าเอียงขาสีฟ้า ระยะโพรเฟส (ก) เลปโททีน (ข) พาไคทีน (ค) ดิพโททีน (ง) ไดอะไคนีซิส (จ) เมทาเฟส II (ฉ) $2n = 19(XO)$ (สเกลบาร์ = 10 ไมโครเมตร)



รูปที่ 8 เซลล์ระยะเมทาเฟสของตักแตนลิงจุดเชื่อม (ก) และตักแตนหน้าเอียงขาสีฟ้า (ข) (สเกลบาร์ = 10 ไมโครเมตร)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหลักสูตรสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่สนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์และสถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงไกร สุวรรณภักดี. (2559). **คู่มือแมลง**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สารคดี.
- สุมาลี พิมพ์พันธุ์, อลงกลด แทนอมทอง, กฤติยา แสงภักดี และ วิวรรณ แสงภักดี. (2561). โครโมโซมและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของตั๊กแตนสีน้ำตาล (*Cyrtacantha cristatarica* Linnaeus, 1758) ในประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข**, 46(3), 469-477.
- สุมาลี พิมพ์พันธุ์ และวิวรรณ แสงภักดี. (2561). แครีโอไทป์ของตั๊กแตนข้าวปิกสัน (*Pseudoxya diminuta* Walker, 1871) ในประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี**, 14(2), 38-44.
- ไสว บุรณพานิชพันธุ์. (2544). อุณหภูมิของตั๊กแตน. สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2562, จาก [ushttp://www.dnp.go.th/FOREMIC/NForemic/Buddha_insect/locts.htm](http://www.dnp.go.th/FOREMIC/NForemic/Buddha_insect/locts.htm)
- Bugrov, A. Warchalowska, E. and Maryanska Nadachowska, A. (1994). Karyotype evolution and chromosome C-banding patterns in some *Podismini* grasshoppers (Orthoptera, Acrididae). **Caryologia**, 47(2), 183-191.
- Bridle, J.R., de la Torre, J., Bella, J.L., Butin, R. K. and Gosalvez, J. (2002). Low levels of chromosomal differentiation between the grasshoppers *Chorthippus brunneus* and *Chorthippus jacobsi* (Orthoptera; Acrididae) in northern Spain, **Genetica**, 114, 121-127.
- Chadha, P. and Mehta, A. (2013). Chromosome study in few species of *Acridids* (Acrididae: Tryxalinae): Karyotypic analysis and distribution patterns of constitutive heterochromatin. **International Journal of Nematology and Entomology**, 1(4), 078-082.
- Ingrisch, S. and Willemse, F. (1988). Revision of the genus *Erianthus* Stal in Thailand and Malaysia (Orthoptera : Eumastacoidea : Erianthinae). **Entomologica scandin**, 19, 87-107.
- Keith, D. and Kevan, McE. (1968). A revision of the Pseudomorphacridini (Orthoptera: Acridoidea: Pyrgomorphidae). **Oriental Insects**, 2:2, 141-154.
- Levan, A., Fredga, K. and Sandberg, A.A. (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosomes. **Hereditas**. 52: 201-220.
- 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.
- Phimphan, S., Sangpakdee, W., Sangpakdee, K. and Tanomtong A. (2017). Chromosomal analysis and meiosis studies of *Oxya chinensis* (Orthoptera: Acrididae) from Thailand. **Nucleus**, 60, 9-15.
- Samuel Berhanu, et al. (2012). Chromosome study of some grasshopper species from different localities in central Ethiopia. **Ethiopian Journal of Science**, 35(2), 117-128.

ที่ อว ๐๖๑๗/๖๐๗/๒๕๖๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
มอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

สุปรียา ศิริวารินทร์ บุษยา แก้วย้อย สุธะเชษฐ เอี่ยมสำอาง และ สุมาลี พิมพ์พันธุ์

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยแบบบรรยาย

เรื่อง โครโมโซมของตักแตนลิงจุดเชื่อม (*Erianthus serratus*)
และตักแตนหน้าเอียงขาสีฟ้า (*Pseudomorphacris hollisi*) จากจังหวัดเพชรบูรณ์
ในงานประชุมวิชาการระดับชาติพิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ ๖ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๓

ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๓

S. S.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ศรีสมบัติ)

ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

รักษาราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ที่ อว 0617.8/ว 77



สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก 65000

28 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ในรายงานสืบเนื่อง (Proceedings)

เรียน คุณสุปรียา ศิริวารินทร์ , อ. สุมาลี พิมพ์นุ้ย

ตามที่ท่านได้ส่งผลงานวิจัย เรื่อง โครโมโซมของตั๊กแตนลิงจูดเขี้ยว (Erianthus serratus) และตั๊กแตนหน้าเอียงขาสีฟ้า (Pseudomorphacris hollisi) จากจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อนำเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการระดับชาติ พิบูลสงครามวิจัย ครั้งที่ 6 ประจำปี พ.ศ. 2563 ในวันพุธ ที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 นั้น

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

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อันวดี ศรีธาวีรัตน์)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

โทรศัพท์ 055 - 267 - 038 ต่อ 7230

โทรสาร 055 - 267 - 038

e-mail : pibulresearch@gmail.com