

## Advanced Search

- [🏠](#)
[เกี่ยวกับ TCI ▼](#)
[ฐานข้อมูล TCI ▼](#)
[ค่า T-JIF](#)
[เกณฑ์คุณภาพวารสาร ▼](#)
[ThaiJO ▼](#)
[FAQ](#)
[TH EN \(eng/](#)

## Advanced Search

Show 10 entries

**Search: 2586-9531**

| No. | Journal Name English | Journal Name Local    | ISSN | E-ISSN    | TCI Tier | Date for next submission  |
|-----|----------------------|-----------------------|------|-----------|----------|---------------------------|
| 575 | KKU Science Journal  | วารสารวิทยาศาสตร์ มข. | –    | 2586-9531 | 2        | ไม่ก่อนวันที่ 1 ม.ค. 2565 |

Showing 1 to 1 of 1 entries (filtered from 951 total entries)

Previous 1 Next

(http

Thai-Journal Citation Index Centre (<https://tci-thailand.org/>) ↑

ps:/

/so

cial

-

plu

gin

s.lin

e.m

e/li

neit

/sh

are

?

url=

http

s%

3A

%2

F%

2Ft

ci-

thai

lan

d.or

g%

2F

%3

Fp

%3

D3

796

)

## Manage consent

## อีเมลตอบรับการตีพิมพ์

แจ้งผลการพิจารณาบทความ วารสารวิทยาศาสตร์ มข. >> คลังงานบทความ >

KKU Science Journal : 1432-0009(2021)24:1(1)>

ส่งถึง :

ฉบับที่ 22 ก.ย. 2021 13:56

✕ ☰ ↻

เรียน เจ้าของบทความ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความ เรื่อง **รายงานครั้งแรกทางพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาขมิ้นไฟแถบขาว (Danio albolineatus)** เพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ มข. นั้น มีมติรับบทความของท่านได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ซึ่งผลการพิจารณา คือ **"เห็นควรให้ตีพิมพ์ในฉบับที่ 4 ปีที่ 2564"** ดังรายละเอียดที่แนบมาพร้อมนี้

ในการนี้ขอให้ผู้เขียนบทความแก้ไขเนื้อหาต่างๆ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และรูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงตามข้อกำหนดของวารสารที่ระบุไว้ในเอกสารที่แนบมา พร้อมนี้ให้สมัคร ครบถ้วนแล้ว ต้องชี้แจงการแก้ไขต่างๆ หรือหากมีข้อสงสัยใดๆ กรุณาแจ้งเหตุผลประกอบด้วย (ตามไฟล์ที่แนบมาพร้อมนี้) แล้วส่งไฟล์บทความที่ได้รับการแก้ไขในรูปแบบ .docx และ .pdf ทางอีเมล: [kku.scjournal@kku.ac.th](mailto:kku.scjournal@kku.ac.th) **ภายในวันที่ 4 สิงหาคม 2564**

\*\*\* หมายเหตุ : หากท่านได้รับอีเมลแล้ว กรุณาตอบกลับมาทางอีเมลนี้ด้วยจึงขอบพระคุณยิ่ง \*\*\*

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ฝ่ายจัดการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.

ขอแนบเอกสารแนบ  
กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
อีเมล: [kku.scjournal@kku.ac.th](mailto:kku.scjournal@kku.ac.th)  
web: [www.kku.ac.th/scjournal](http://www.kku.ac.th/scjournal)



ฉบับนี้ผลิตขึ้นโดย : ปทุมมา



# วารสาร วิทยาศาสตร์ มข.

ปีที่ 49 ฉบับที่ 1 ( เมษายน - มิถุนายน 2564 )

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
[www.sc.kku.ac.th](http://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](mailto:kku_scijournal@kku.ac.th) เว็บไซต์: <http://scijournal.kku.ac.th>

|                        |                                |                                                                       |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| ❖ <b>ที่ปรึกษา</b>     | ผศ.ดร.สมเกียรติ ศรีจารนัย      | (คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)                              |
|                        | ผศ.ดร.ธนสิทธิ์ บุรินทร์ประโคน  | (รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น) |
|                        | ศ.ดร.ประนอม จันทโรทัย          | (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)                                   |
|                        | รองศาสตราจารย์ณัฏฐมล แสงประดับ | (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)                                   |
| ❖ <b>บรรณาธิการ</b>    | รศ.ดร.รจนา บุระคำ              | (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)                                   |
| ❖ <b>รองบรรณาธิการ</b> | รศ.ดร.จักรชัย โสอินทร์         | (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)                                   |
|                        | รศ.ดร.วิภู กุตะนันท์           | (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)                                   |

### ❖ **กองบรรณาธิการวิชาการ**

|                                 |                                |                               |                               |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ศ.ดร.ม.ร.ว.ชิษณุสรร สวัสดิวัตน์ | (มหาวิทยาลัยมหิดล)             | ศ.ดร.ชิดชนก เหลือสินทรัพย์    | (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)       |
| ศ.ดร.ประมวล ตั้งบริบูรณ์รัตน์   | (มหาวิทยาลัยมหิดล)             | ศ.ดร.สมบูรณ์ ธนาศุภวัฒน์      | (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)       |
| ศ.ดร.เกตุ กรุดพันธ์             | (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)         | ศ.ดร.วินิช พรหมอารักษ์        | (สถาบันวิทยสิริเมธี)          |
| ศ.ดร.สำรวม จงเจริญ              | (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) | ศ.ดร.สันติ แม่นศิริ           | (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) |
| ศ.ดร.จตุพร วิทยาคุณ             | (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี)  | รศ.ดร.ไชยวัฒน์ รักสกุลพิวัฒน์ | (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี) |
| รศ.ดร.สุพรรณิ อึ้งปัญญสวดค์     | (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)           | รศ.ดร.ธีรศักดิ์ สมดี          | (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)          |
| ผศ.ดร.อรุณี เหมือนวงศ์          | (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)           | ผศ.ดร.พิสิษฐ์ เจริญสุดใจ      | (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)          |
| ผศ.ดร.พิมพ์ดี พรพงษ์รุ่งเรือง   | (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)           | ผศ.ดร.คมกร ลมไธสง             | (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)          |
| ผศ.ดร.วุฒิชัย ศรีโสตาพล         | (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)           | ผศ.ดร.วีระชัย สาระคร          | (มหาวิทยาลัยขอนแก่น)          |

### ❖ **คณะกรรมการประจำกองบรรณาธิการ**

|                            |                        |                          |                        |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| นางกิตติยา ค้อชากุล        | นางสาวสุภาพร พิมพ์วาปี | นางสาวจิราภรณ์ พิมพ์ภูมิ | นายศักดิ์สิทธิ์ สุวรรณ |
| นางสาวกฤษณีย์ ราชพลแสนวงศ์ | นายวัฒนา สวดประโคน     | นางสาวพิศมัย คชโคตร      | นางสาวชลณภัทร ทศนพงษ์  |
| นายสุชาติ เทพภูเขียว       | นายสุขทวี คลังตระกูล   |                          |                        |

บทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ  
และมีได้อยู่ในความรับผิดชอบของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



# วารสารวิทยาศาสตร์ มข.

## KKU SCIENCE JOURNAL

ISSN : 2586-9531

ปีที่ 49 เล่มที่ 2 (เมษายน - มิถุนายน 2564)

Volume 49 Number 2 (April - June 2021)

### บรรณาธิการแถลง

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ฉบับนี้เป็นฉบับที่ 2 ของปี พ.ศ. 2564 (เมษายน-มิถุนายน 2564) ซึ่งเป็นปีที่ 49 ในการดำเนินงานของวารสาร สำหรับเนื้อหาของผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์ในฉบับนี้ประกอบด้วยบทความวิจัยและบทความวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลากหลายสาขา ซึ่งได้ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง และเจ้าของบทความได้มีการปรับแก้ตามคำแนะนำ เพื่อให้บทความมีคุณภาพและสามารถนำไปอ้างอิงได้ต่อไป

วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ดำเนินการเผยแพร่บทความทั้งฉบับปัจจุบันและฉบับย้อนหลังทางเว็บไซต์ ซึ่งนักวิจัยสามารถสืบค้นและดาวน์โหลดได้ฟรีที่ <http://scijournal.kku.ac.th> ทั้งนี้ หากท่านมีข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับการพัฒนาและปรับปรุงเชิงคุณภาพของวารสาร สามารถติดต่อกับคณะทำงานประจำกองบรรณาธิการฯ ได้ทางอีเมล [kku\\_scijournal@kku.ac.th](mailto:kku_scijournal@kku.ac.th) คำแนะนำของท่านจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบการจัดการวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ต่อไป

ในช่วงที่เกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) อีกครั้งนี้ ขอให้ทุกท่านรักษาสภาพของตนเองให้ปลอดภัย ทั้งนี้ กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข. ขอร่วมเป็นกำลังใจให้กับบุคลากรทุกภาคส่วน โดยเฉพาะบุคลากรทางการแพทย์ และประชาชนให้ผ่านวิกฤตินี้ไปได้โดยเร็ว

รองศาสตราจารย์ ดร. รจนา บุระคำ  
บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ มข.



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



|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P.000-4                                                                           | <b>สารบัญ</b><br><b>สารบัญ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| P.134-145                                                                         | <b>Potassium-ion Batteries: An Alternative Energy Storage Technology from Domestic Mineral Resources</b><br><b>แบตเตอรี่ชนิดโพแทสเซียมไอออน: เทคโนโลยีกักเก็บพลังงานทางเลือกใหม่ ที่ใช้วัตถุดิบภายในประเทศ</b><br>สัฏฐา โพธิ์โพธิ์ กัทยากรณ์ ลำเกตุ สุพิชญา ลอองเงิน กานต์ชัย นสีวงศ์ สุรตปารักษ์ ศรีชาติ นริศกรณ์ สันติธารุ อาธิญากรณ์ ปิยะชาติ ศิริเดช กุศลเชษฐ์ศรี กุศลิตา มรรห อธิรัตน์ พูลเงิน ภริชา พันธ์สอาด และ นงลักษณ์ มีทอง*<br>Potassium-ion batteries (KIBs) have attracted considerable interest for use as alternative energy storage systems due to their fast ionic conductivity, high operating voltage, low flammability, low cost, and high energy density. However, the research on KIBs is still in its infancy compared with the commercialized Lithium-ion batteries (LIBs). Therefore, it is very essential for battery researchers to understand effects of each component and charge storage mechanisms in electrode materials for further developments of high performance KIBs. This will enable KIBs to become the alternative energy storage technology to compensate limitations of LIBs in the future. In this review, we summarize recent research on the important issues of electrode materials, electrolytes and challenges facing of KIBs technology for commercialization.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| P.146-156                                                                         | <b>Quality of reduced-fat salad dressing containing purple passion fruit albedo powder</b><br><b>คุณภาพของน้ำสลัดลดไขมันที่มีผงอัลเบโดเสาวรสสีม่วงเป็นส่วนประกอบ</b><br>จันทร์ณี ณ นครพนม* รุ่งฟ้า พิลลศรี และ เรืองภมร ไชว่อง<br>Nowadays, transformation by products from food industries into food ingredients are receiving more attention because of decreasing waste and valorization of agricultural residues. The objective of this research was to study effect of purple passion fruit albedo powder on the quality of reduced-fat salad dressing, which the oil level was decreased about 50% from control. Albedo powder was added at 0, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% to salad dressing. The results showed that increasing in the concentration of albedo powder increased the viscosity of salad dressing (p<0.05). The maximum content of albedo powder for improving the quality of salad dressing was 1.0% by weight of salad dressing. After storage for 4 weeks at room temperature (30±2°C), the color and pH of salad dressing did not change (p<0.05) and microorganism was not detected. The salad dressing had total phenolic content and antioxidant activity as 79.00±2.57 mg GAE/100g and 21.33±1.89%, respectively. Moreover, TBARS value of the salad dressing lower than control (p<0.05). This research demonstrated that purple passion fruit albedo powder could be used as a food ingredient for improving the viscosity and                                                                                                                                      |
| P.157-164                                                                         | <b>Optimization of bioactive compounds extract from Clitoria ternatea Linn. by microwave-assisted extraction</b><br><b>การหาสภาวะที่เหมาะสมของการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากดอกอัญชัน ด้วยไมโครเวฟ</b><br>ญารัตน์ โพธิ์เกษ* และ อธิภร ศรีมาด<br>Butterfly peas (Clitoria ternatea Linn.) are contain anthocyanins that as antioxidant activity. The extracted from the butterfly peas were used as an ingredient or supplement in food products. Microwave-assisted (MWA) extraction was an effective extraction method that reduces extraction time and maintains antioxidant activity. The objective of this research was to select the appropriated conditions for the extraction of bioactive compounds extract from the butterfly. The three levels of MWA output power including 150, 450 and 750 W and three levels of extraction times including 3, 5 and 10 mins. Compare extraction methods between MWA, conventional (90°C, 2 hr) and ultrasonic methods. The results were found that the microwave-assisted extraction at 150 W for 10 min had the highest of total phenolic content (44.37 ± 0.97 mg/100g) and antioxidant capacity by ABTS assay (7788 ± 0.92 mg/100g) (p<0.05). The MWA at 750 W for 5 minutes found that the highest of % inhibition was 13.37 ± 0.34 by DPPH assay (p<0.05). The MWA extraction at 150 W could reduce extraction times 91.67% when comparing with the conventional extraction method. Therefore, MWA extraction at 150W for 10 mins. was the optimal conditions and it was an alternative extraction method for potential butterfly peas extract. |
| P.165-173                                                                         | <b>Bimetallic of Pd-CeOx/C Electrocatalyst for Electro-Oxidation Reaction of Xylitol Fuels in Alkaline Solutions</b><br><b>ตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงไฟฟ้าโลหะผสม Pd-CeOx/C สำหรับปฏิกิริยาออกซิเดชันของเชื้อเพลิงไซลิตอลในสารละลายอัลคาไลน์</b><br>กัทยากร สุวรรณรักษา ปิยะรัตน์ มาตส และ จักรพงษ์ โชษณู*<br>The bimetallic palladium-carbon oxide on carbon support electrocatalyst (Pd-CeOx/C) was prepared by calcination the temperature at 200°C for electro-oxidation reaction of the xylitol solution of the anode electrode. The morphology of the composition and electrocatalytic properties were investigated by scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive x-ray spectroscopy (EDX), respectively. The average particle size catalyst ca. 175.53(nm, 3.70) nm with metals narrow distribution. The electrochemical surface area (ECSA) of the Pd-CeOx/C catalyst was more than the Pd/C catalyst. The electrochemical performance studied by cyclic voltammetry (CV) showed excellent catalytic activity of the Pd-CeOx/C catalysts. Then, the peak current density of the Pd-CeOx/C catalyst for xylitol fuel oxidation was ca. 1.67 mA.cm <sup>-2</sup> at -0.09 V. The stability of the catalyst was investigated by chronoamperometry for 3600 s ca. 0.23 mA.cm <sup>-2</sup> . This catalyst may be used as an anodic catalyst effective for alkaline direct xylitol fuel cells (ADFCs).                                                                                                                                                                                 |
| P.174-183                                                                         | <b>Fabrication of CH3NH3Pb1-xGexBr2xI3-2x Perovskite Films as Light Absorber in Carbon-Based Hole-Transporting-Layer-Free Perovskite Solar Cells</b><br><b>การประดิษฐ์ฟิล์มเพอโรฟสไทต์ CH3NH3Pb1-xGexBr2xI3-2x สำหรับใช้เป็นชั้นดูดกลืนแสง ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเพอโรฟสไทต์แบบไม่มีชั้นนำส่งโฮล และใช้คาร์บอนเป็นชั้นนำไฟฟ้า</b><br>นภาพ อนุธิง นาคกร ไทวันนัง พรหมธีรา คำสังวรรณ อนุติษฐ์ ทองบัว วัชรป เจริญบุญ สมศักดิ์ พิณแพง* เขมธรา จันทพันธ์ และ รัชชา อมรภิมากร<br>In this research, CH3NH3Pb1-xGexBr2xI3-2x perovskite films were prepared by a hot-casting method with 4 different GeBr2 concentrations (x = 0, 1/128, 2/128 and 3/128). The absorbance spectra of CH3NH3Pb1-xGexBr2xI3-2x at x = 2/128 has the highest intensity, and the energy band gap of all CH3NH3Pb1-xGexBr2xI3-2x films is approximately 1.60 eV. SEM images of all perovskite films represent the continuous and smooth perovskite film covering entire titanium dioxide (TiO2) surface. The CH3NH3Pb1-xGexBr2xI3-2x perovskite films were used as the light absorption layer in carbon-based hole-transport-layer-free (HTL-free) perovskite solar cells (PSCs). The performance of carbon-based HTL-free CH3NH3Pb1-xGexBr2xI3-2x PSCs in the first day was 3.97%, 5.37%, 2.96% and 2.54% for x = 0, 1/128, 2/128 and 3/128, respectively. The efficiency of the solar cell devices increased significantly to 5.33%, 4.53%, 5.90% and 5.96% for x = 0, 1/128, 2/128 and 3/128, respectively, after 1,000 hr.                                                                                               |
| P.184-193                                                                         | <b>Light Curve Analysis of All-Sky Automated Survey for Supernovae Data on a Sample of W Ursae Majoris Eclipsing Binary Stars in the Constellation Ursa Minor</b><br><b>การวิเคราะห์กราฟแสงจากตัวอย่างข้อมูลดาวคู่อุปราคาประเภทดับเบิลยูเออร์ซามเจอร์ส ของโครงการสำรวจอัตโนมัติบนท้องฟ้าทั้งหมดสำหรับซูเปอร์โนวาในกลุ่มดาวหมีเล็ก</b><br>ประวิทย์ พันธุ์พิบูลย์<br>In this research, I study fifty W Ursae Majoris eclipsing binaries of constellation Ursa Minor from a sample of the ASAS-SN Catalog of Variable Stars. The light curve with PHOEBE program based on the Wilson-Devinney algorithm was used. The results show that the fifty systems are the A-subtype of W Ursae Majoris eclipsing binary. I found the mass ratio of all systems less than 1. The primary component of all systems is the massive one. The light curve of AT UMi binary displays the effective temperature of secondary component more than primary component. The secondary components of all systems have radii larger than 2AMS evolution of about the same mass. The all of stars sample are the main sequence stars. The cool spots appear on the secondary component of the AP UMi and the RZ UMi binary. The degree of contact, the phase shift and the orbital inclination of all systems are corresponding to the geometric structure modeling.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| P.193-202                                                                         | <b>Karyotypes of three grasshopper species (Orthoptera: Acrididae/Pyrgomorphidae) in Udon Thani province</b><br><b>แคโรไทป์ของตั๊กแตนสามชนิด (Orthoptera: Acrididae/Pyrgomorphidae) ในจังหวัดอุดรธานี</b><br>This research aimed to examine karyotypes of some grasshopper species in the family Acrididae and Pyrgomorphidae. Ten adult male specimens of each species were collected in the area of Sangroo campus, Udon Thani Rajabhat University. The metaphase chromosomes were prepared from mitotic dividing cells in testes (spermatogonia). Conventional staining was applied using 10% Giemsa's solution. The results showed that white-tipped grasshopper (Phlaeoba antennata) had a diploid chromosome number of 2n = 23. Karyotype was consisted of all telocentric chromosomes, and karyotype formula was 2n (23) = 18-M2-5(1)-X0. Testaceous oblique-faced grasshopper (P. infumata) had a diploid chromosome number of 2n = 25, karyotype comprised all telocentric chromosomes, and karyotype formula was 2n (25) = 14(1)-M6(4)-S4-X0. Orange-winged dark-faced grasshopper (Tegopis marginellus) had a diploid chromosome number of 2n = 19, karyotype was composed of all telocentric chromosomes, and karyotype formula was 2n (19) = 12-M(1)-S(2)-X0. Sex determination of these grasshopper species was XX and XO system. These cytogenetic data can be employed as a source of taxonomic information which is provide more details for evolutionary relationship knowledge of these insect groups in the future.                                                            |
| P.203-211                                                                         | <b>Classical Cytogenetics of Pearl Danio, Danio albolineatus (Cyprinidae, Cypriniformes): First Karyomorphological Report</b><br><b>รายงานครั้งแรกทางพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาขิวไม้ไผ่แถบขาว (Danio albolineatus)</b><br>สุชาติ พันธุ์สินธุ์* สุระเชษฐ เข้มยี่สาธ และ ศตกริต แทบอทอง<br>A cytogenetic analysis was carried out on specimens of Pearl Danio (Danio albolineatus) by classical technique. Mitotic chromosome preparation was prepared directly from kidney cells follow by standard protocol, and stained by conventional staining and Ag-NOR banding techniques. The result show that diploid number (2n) of this species is 50 and the fundamental number (NF) is 100 in both male and female. The karyotype consisted of eight metacentric, 14 submetacentric and 28 acrocentric chromosomes classifying as 18 large and 32 medium. No heteromorphic sex chromosome was observed in this species. Nucleolus organizer regions (NORs) appeared in the terminal position of the long arms of chromosome pair 5. The Karyotype formula of D. albolineatus is 2n (50) = 18m + 1Lm + 32m + La8 + Ma8 + M sm8 + M a20.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

P.212-219

Feeding Behavior of Sesarmid Crab, *Episesarma mederi* (H. Milne Edwards, 1853) (Decapoda; Sesarmidae) in the Mangrove of Pattani Bay, Thailand



พฤติกรรมการกินของปูแสม *Episesarma mederi* (H. Milne Edwards, 1853) (Decapoda; Sesarmidae) ในป่าชายเลนของอ่าวปัตตานี, ประเทศไทย

พัน ยี่สั้น และ สมศักดิ์ บัวทิพย์\*

Feeding behavior and stomach content of mangrove crab decide to be the important information for their conservation measures and future aquaculture. Therefore, this study aimed to investigate the feed components of mangrove crab, *Episesarma mederi* (H. Milne Edwards, 1853) (dwelling in mangrove forest around Pattani Bay in the South of Thailand). A total 360 mangrove crabs were monthly collected from the local fish landing port in 2013-2014. The crab samples were categorized into six groups based on body size and then their stomach contents were examined. The results showed that collecting mangrove crabs were mostly 25-50 mm on carapace width. The major dietary constituents, based on occurrence, were fish, mud sand, highly digested detritus, vegetation, crustacean, and polychaete. Based on frequency occurrence estimate volumetric (FCEV) technique, vegetation detritus, mud sand and highly digested detritus were the major trophic components comprising 60.08%, 10.52% and 9.40% of the total feed volumetric, respectively. Vegetation detritus was the major food group in all crab size groups. Our finding indicated that the *E. mederi* was a detritivore. In addition, male and female consumed closely food items. However, the animals were more favorite food during rainy season, whereas the vegetation detritus predominant occurred in dry season.

P.220-230

The study of factors influencing the decision to purchase facial skincare products at cosmetic brand level



การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้า ในระดับตราสินค้าเครื่องสำอาง

เกรียง กิจบำรุงรัตน์

Facial skincare products are currently considered a part of life. The primary purpose of using facial skincare products is self-care in terms of beauty, health, and personality enhancement. The research objective is to study of factors influencing the decision to purchase facial skincare products at the cosmetic brand level. This is quantitative research using a survey research method that consists of 405 samples of consumers' behavior when purchasing facial skincare products in Bangkok. The data collection was conducted through questionnaires. The independent variables were the 4Ps marketing mix factors, including product, price, distribution channel, and marketing promotion factors. The dependent variable was the decision to purchase facial skincare products. The statistics used in the data analysis were descriptive statistics, including percentage, average, and standard deviation. The inferential statistics used in this research were factor analysis and multiple regression analysis. The results of the study of factors influencing the decision to purchase facial skincare products at the cosmetic brand level consisted of 4 factors: 1) marketing promotion factors, 2) brand and product quality factors, 3) factors of ease of travel and proven research results, and 4) price factors, respectively. This can create an equation multiple regression models as follows: the decision to purchase facial skincare products at the cosmetic brand level =  $1.658 + 0.243$  marketing promotion  $+ 0.139$  price  $+ 0.198$  brand and product quality  $+ 0.143$  ease of travel and proven research results





# รายงานครั้งแรกทางพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาซิวไบไฟผ่องขาว (*Danio albolineatus*)

## Classical Cytogenetics of Pearl Danio, *Danio albolineatus* (Cyprinidae, Cypriniformes): First Karyomorphological Report

สุมาลี พิมพันธ์<sup>1\*</sup> สุระเชษฐ เอี่ยมสำอาง<sup>1</sup> และ อลงกลด แทนอมทอง<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

<sup>2</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

Sumalee Phimphan<sup>1\*</sup> Surachest Aiumsumang<sup>1</sup> and Alongklod Tanomtong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biology Program, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun, 67000, Thailand

<sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen, 40002, Thailand

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

Received: 10 April 2021 | Revised: 24 July 2021 | Accepted: 30 August 2021

### บทคัดย่อ

วิเคราะห์ลักษณะทางพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาซิวไบไฟผ่องขาว (*Danio albolineatus*) ด้วยเทคนิคการย้อมสีแบบดั้งเดิม การเตรียมโครโมโซมใช้วิธีการเตรียมโดยตรงจากเนื้อเยื่อไต ย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาด้วยสีจิมซ่าและย้อมเทคนิคแถบสีแบบบอร์ (Ag-NOR banding) ผลการศึกษาโครโมโซมของปลาซิวไบไฟผ่องขาวทั้งเพศผู้และเพศเมียพบจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 50 แห่ง จำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 100 นำมาการจัดเรียงแคริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก 8 แห่ง โครโมโซมชนิดซันเมทาเซนทริก 14 แห่ง และ โครโมโซมชนิดอะโครเซนทริก 28 แห่ง จำแนกตามขนาดของโครโมโซมประกอบด้วยโครโมโซมขนาดใหญ่ 18 แห่ง และโครโมโซมขนาดกลาง 32 แห่ง การศึกษาโครโมโซมของปลาซิวไบไฟผ่องขาวไม่พบความแตกต่างของโครโมโซมเพศ จากการย้อมแถบสีแบบบอร์ พบตำแหน่งนอร์บริเวนปลายแขนขายาวของโครโมโซมคู่ที่ 5 ผลการศึกษาโครโมโซมของปลาซิวไบไฟผ่องขาวเขียนเป็นสูตรแคริโอไทป์ได้ ดังนี้  $2n (50) = L^m_4 + L^{sm}_6 + L^a_8 + M^m_4 + M^{sm}_8 + M^a_{20}$

### ABSTRACT

A cytogenetic analysis was carried out on specimens of Pearl Danio (*Danio albolineatus*) by classical technique. Mitotic chromosome preparation was prepared directly from kidney cells follow by standard protocol and stained by conventional staining and Ag-NOR banding techniques. The result show that diploid number (2n) of this species is 50 and the fundamental number (NF) is 100 in both male and female. The karyotype consisted of eight metacentric, 14 submetacentric and 28 acrocentric chromosomes classifying as 18 large and 32 medium. No heteromorphic sex chromosome was observed in this species. Nucleolus organizer regions (NORs) appeared in the terminal position of the long arms of chromosome pair 5. The Karyotype formula of *D. albolineatus* is  $2n (50) = L^m_4 + L^{sm}_6 + L^a_8 + M^m_4 + M^{sm}_8 + M^a_{20}$ .



คำสำคัญ: แคริโอไทป์ โครโมโซมปลา ปลาซิวไบโด้แถบขาว

Keywords: Karyotype, Fish chromosome, *Danio albolineatus*

## INTRODUCTION

The pearl danio (*D. albolineatus*) belongs to the family Cyprinidae (Cypriniformes) which, with about 2,010 species, grouped in 210 genera, is the most speciose family among the freshwater fishes (Nelson, 2006). It is located within the *D. rerio* species group, but it can be considered as a separate species subgroup – the *D. albolineatus* species subgroup (McCluskey and Postlethwait, 2015). Within the *D. rerio* species group, the *D. albolineatus* species subgroup was found to be most distantly related to *D. rerio* (Sola and Gornung, 2001). The zebrafish (*D. rerio*) is a cyprinid species adopted in research as a model system for the analysis of vertebrate development (Quigley et al., 2004). *D. albolineatus* has seven dorsal soft rays (total) and 12-13 anal soft rays. Incomplete lateral line, without infraorbital process; with 6-7 branched dorsal fin rays and 13-14 branched anal fin rays. Two pairs of long barbels. Rostral barbels reaching to or slightly anterior to vertical through the middle of the orbit. Maxillary barbels exceed the origin of pectoral fin (Fang, 2000). This species has body pink with two light yellow-white (iridescent in life) stripes from below dorsal origin to caudal base (Kottelat, 2001) (Figure 1).

Studies of cytogenetics are important in an aquaculture context in the use of chromosome manipulation techniques, including induction of polyploidy, gynogenesis, androgenesis, and inter- or intra-species hybridization. For the family Cyprinidae, there were some cytogenetical studies reported about *Danio*. The first report on the chromosomes of *Danio* species dates back to the sixties, when Post (1964) proposed a diploid number ( $2n$ ) of 48, based on the observation of meiotic cells. A few years later the

chromosome were reported of *D. rerio* has  $2n=50$ , karyotype several independent papers such as 50 bi-arm chromosomes (Endo and Ingalls, 1968), 10m (metacentric) + 40sm (submetacentric) (Fontana et al., 1970), 10m + 12sm + 28a (acrocentric) (Rishi, 1976), 16m + 32sm + 2a (Schreeb et al., 1993), 12m + 26sm + 12a (Pijnacker and Ferwerda, 1995), 4m + 16sm + 30a (Daga et al., 1996; Gornung et al., 1997), female: 7m + 7sm + 36a, male: 6m + 8sm + 36a (Sharma et al., 1998), 12m + 26sm + 12a (Ueda and Naoi, 1999), 4m + 30sm + 16a (Amores and Postlethwait, 1999) and 4m + 16sm + 30a (Phillips and Reed, 2000; Sola and Gornung, 2001).

This cytogenetic study, provide the very first report on chromosome standardization, including chromosome measurements of shape and size, karyotype formulation, idiogramming and chromosomal characteristics of the nucleolar organizer regions (NORs) of *D. albolineatus*. Among the species of Cyprinidae, *D. albolineatus* is probably the one species that has been the examined from a cytogenetic point of view. This is why it might encourage future cytotaxonomic and cytogenetic studies on representatives of this family, as well as in teleosts, in general and could be applied to several studies, especially for their extinction protection.

## MATERIAL AND METHODS

### Biological Materials and Chromosome preparation

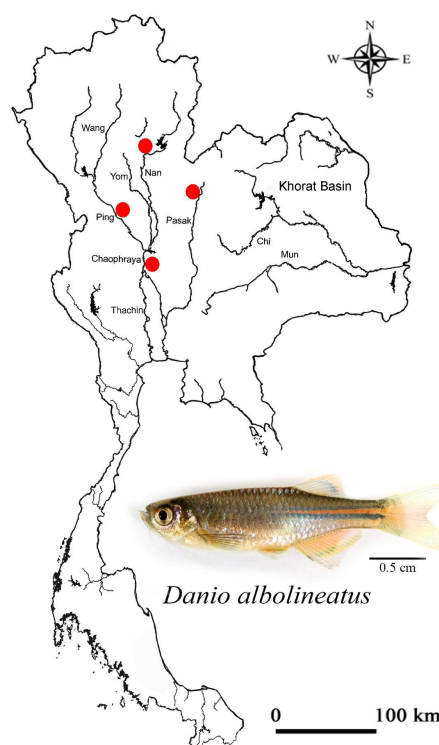
Individuals from both sexes of *D. albolineatus* analyzed were collected from various river basins in Thailand (Figure 1 and Table 1). The fish were transferred to laboratory aquaria and were kept under standard condition to the experiments. All the experiments followed ethical protocols, as approved by the Ethics of Animal Experimentation of the National

Research Council of Thailand U1-04498-2559 and anesthesia with clove oil was used prior to sacrificing the animals to minimize suffering. Mitotic chromosomes were obtained from cell suspensions of the anterior kidney, using the conventional air-drying method as follows (Supiwong et al., 2014). The colchicine was injected into the fish's intramuscular and/or its abdominal cavity at a dose of 0.05mL/100 g of body weight and then left for one hour. Kidney were cut into small pieces then squash mixed with 0.075 M KCl. After discarding all large piece tissues, 8 ml of cell sediments were transferred to a centrifuge tube and incubated for 30 minutes. The KCl was discarded from the supernatant after centrifugation at 1,500 rpm for 8 minutes. Cells were fixed in fresh cool fixative (3 methanol: 1 glacial acetic acid) to which up to 7 mL were gradually added before being centrifuged again at 1,500 rpm for 10 minutes, at which time the supernatant was discarded. The fixation was repeated until the supernatant was clear and the pellet was mixed with 1 mL fixative. The mixture was dropped onto a clean and cold slide by micropipette followed by air-drying technique.

#### **Giemsa's staining, Ag-NORs banding technique and karyotype**

The chromosomes were conventionally stained with 20 % Giemsa's solution for 30 minutes

(Phimphan et al., 2017). Ag-NOR banding technique was performed according to Howell and Black (1980) by applying four drops of 50% silver nitrate and 2% gelatin on slides. The slides were then sealed with cover glasses and incubated at 60°C for 5 minutes. Next, the slides were soaked in distilled water until the cover glasses were separated and allow slide to air dry at room temperature. Approximately 30 metaphase spreads per specimen were analyzed to confirm the diploid chromosome number and karyotype structure. Metaphases were observed under the Nikon ECLIPSE microscope and photographed with digital CCD camera (Cannon EOS 500D). The chromosomes were measured and the centromeric index (CI) and relative length (RL) were estimated. The metaphase figures were analyzed according to the chromosome classification of Chaiyasut (1988). The centromeric index (CI) between 0.500-0.599, 0.600-0.699, 0.700-0.899, and 0.900-1.000 were described as metacentric (m), submetacentric (sm), acrocentric (a), and telocentric (t) chromosomes, respectively. The fundamental number (NF, number of chromosome arms) were obtained by assigning a value of two to metacentric, submetacentric and acrocentric chromosomes and one to telocentric chromosome. All parameters were used in karyotyping and idiogramming.



**Figure 1.** Collection sites of cyprinid fishes studied herein and general characteristics of the Pearl Danio (*D. albolineatus*).

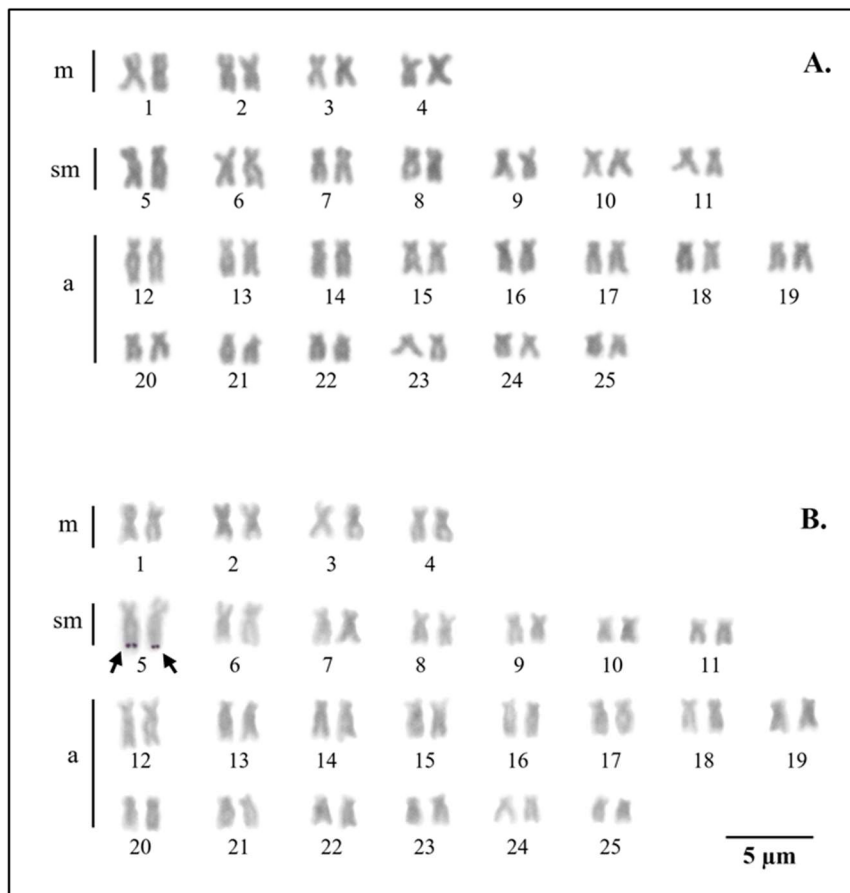
**Table 1.** Collection sites of the analyzed *D. albolineatus* with the sample size.

| Collection sites    | N                    |
|---------------------|----------------------|
| – Nan Basin         | (05 Female; 05 Male) |
| – Ping Basin        | (07 Female; 08 Male) |
| – Pa Sak Basin      | (10 Female; 10 Male) |
| – Chao Phraya Basin | (08 Female; 05 Male) |

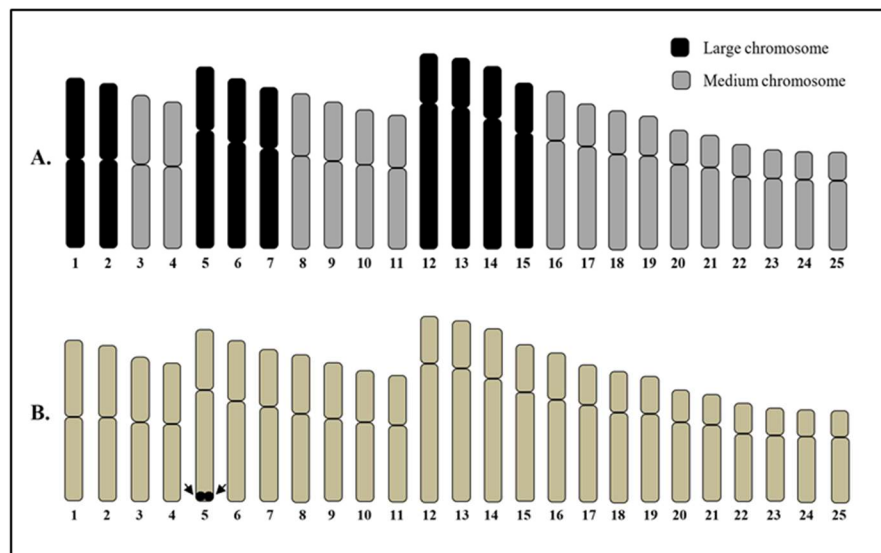
## RESULTS

The present investigation revealed that the somatic chromosome number of *D. albolineatus* is  $2n=50$ , the results of samples from different sources are the same. The respective fundamental number (NF) was 100 in both males and females. No cytologically distinguishable sex chromosomes were observed in this species analyzed. The chromosome types comprise two large metacentric, three large submetacentric, four large acrocentric, two medium metacentric, four medium submetacentric and ten medium acrocentric chromosomes (Figure 2A). The average lengths of each chromosome including short and long arm length, total

length, relative length, and centromeric index were calculated and are presented in Table 2. The mean values calculated from twenty mitotic metaphases showed the relative length of chromosomes complement ranging from  $0.043 \pm 0.01$  to  $0.029 \pm 0.001$ . Ag-NOR banding result showed clearly observable nucleolar organizer regions (NORs) were found appeared in the terminal position of the long arms chromosome pair 5 (Figure 2B). The standard idiogram of *D. albolineatus* showed the gradually decreasing length and size of the chromosomes from conventional staining and Ag-NOR banding techniques are shown in Figure 3.



**Figure 2.** Karyotype of *D. albolineatus* from conventional staining (A.) and Ag-NOR banding techniques (B.),  $2n=50$ , m=metacentric, sm=submetacentric and a=acrocentric chromosomes. The arrows indicate nucleolar organizer regions (NORs) on chromosome pair 5.



**Figure 3.** Idiogram of *D. albolineatus* from conventional staining (A.) and Ag-NOR banding techniques (B.) Arrows indicate NORs bearing.

**Table 2.** Karyomorphological details of *D. albolineatus* from 20 metaphases chromosome,  $2n$  (diploid)=50.

| Chro.<br>pairs | Ls<br>( $\mu\text{m}$ ) | LL<br>( $\mu\text{m}$ ) | LT<br>( $\mu\text{m}$ ) | CI $\pm$ SD       | RL $\pm$ SD       | Chro.<br>size | Chro.<br>type  |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|---------------|----------------|
| 1              | 1.628                   | 1.851                   | 3.479                   | 0.532 $\pm$ 0.037 | 0.043 $\pm$ 0.001 | Large         | metacentric    |
| 2              | 1.576                   | 1.879                   | 3.455                   | 0.544 $\pm$ 0.030 | 0.043 $\pm$ 0.000 | Large         | metacentric    |
| 3              | 1.414                   | 1.774                   | 3.188                   | 0.556 $\pm$ 0.007 | 0.040 $\pm$ 0.000 | Medium        | metacentric    |
| 4              | 1.302                   | 1.694                   | 2.996                   | 0.565 $\pm$ 0.022 | 0.037 $\pm$ 0.001 | Medium        | metacentric    |
| 5              | 1.295                   | 2.955                   | 4.250                   | 0.695 $\pm$ 0.003 | 0.053 $\pm$ 0.002 | Large         | submetacentric |
| 6              | 1.196                   | 2.496                   | 3.692                   | 0.676 $\pm$ 0.025 | 0.046 $\pm$ 0.000 | Large         | submetacentric |
| 7              | 1.222                   | 2.311                   | 3.533                   | 0.654 $\pm$ 0.002 | 0.044 $\pm$ 0.000 | Large         | submetacentric |
| 8              | 1.150                   | 2.089                   | 3.239                   | 0.645 $\pm$ 0.006 | 0.040 $\pm$ 0.001 | Medium        | submetacentric |
| 9              | 1.049                   | 1.940                   | 2.990                   | 0.649 $\pm$ 0.013 | 0.037 $\pm$ 0.000 | Medium        | submetacentric |
| 10             | 0.988                   | 1.645                   | 2.634                   | 0.625 $\pm$ 0.012 | 0.033 $\pm$ 0.001 | Medium        | submetacentric |
| 11             | 0.963                   | 1.603                   | 2.566                   | 0.625 $\pm$ 0.044 | 0.032 $\pm$ 0.001 | Medium        | submetacentric |
| 12             | 1.035                   | 3.356                   | 4.391                   | 0.764 $\pm$ 0.009 | 0.055 $\pm$ 0.003 | Large         | acrocentric    |
| 13             | 0.871                   | 2.907                   | 3.779                   | 0.769 $\pm$ 0.030 | 0.047 $\pm$ 0.001 | Large         | acrocentric    |
| 14             | 0.887                   | 2.746                   | 3.632                   | 0.756 $\pm$ 0.010 | 0.045 $\pm$ 0.001 | Large         | acrocentric    |
| 15             | 0.818                   | 2.481                   | 3.299                   | 0.752 $\pm$ 0.013 | 0.041 $\pm$ 0.002 | Large         | acrocentric    |
| 16             | 0.845                   | 2.367                   | 3.212                   | 0.737 $\pm$ 0.014 | 0.040 $\pm$ 0.002 | Medium        | acrocentric    |
| 17             | 0.852                   | 2.433                   | 3.284                   | 0.741 $\pm$ 0.006 | 0.041 $\pm$ 0.000 | Medium        | acrocentric    |
| 18             | 0.784                   | 2.227                   | 3.010                   | 0.740 $\pm$ 0.004 | 0.037 $\pm$ 0.001 | Medium        | acrocentric    |
| 19             | 0.775                   | 2.286                   | 3.061                   | 0.747 $\pm$ 0.016 | 0.038 $\pm$ 0.001 | Medium        | acrocentric    |
| 20             | 0.788                   | 2.002                   | 2.789                   | 0.718 $\pm$ 0.010 | 0.035 $\pm$ 0.001 | Medium        | acrocentric    |
| 21             | 0.708                   | 2.202                   | 2.910                   | 0.757 $\pm$ 0.007 | 0.036 $\pm$ 0.000 | Medium        | acrocentric    |
| 22             | 0.685                   | 2.143                   | 2.828                   | 0.758 $\pm$ 0.013 | 0.035 $\pm$ 0.001 | Medium        | acrocentric    |
| 23             | 0.684                   | 1.924                   | 2.608                   | 0.738 $\pm$ 0.004 | 0.032 $\pm$ 0.000 | Medium        | acrocentric    |
| 24             | 0.709                   | 1.756                   | 2.465                   | 0.712 $\pm$ 0.004 | 0.031 $\pm$ 0.000 | Medium        | acrocentric    |
| 25             | 0.655                   | 1.706                   | 2.361                   | 0.723 $\pm$ 0.017 | 0.029 $\pm$ 0.001 | Medium        | acrocentric    |

**Remarks:** Ls=short arm chromosome, LL=length of long arm chromosome, LT=length of total chromosomes, RL=relative length, CI=centromeric index, SD=standard deviation, Chro.=chromosome and \*=NORs bearing chromosomes (satellite chromosome).

## DISCUSSION

The karyotype and other chromosomal markers as revealed by Giemsa staining and Ag-NOR banding techniques were studied in *D. albolineatus*. This information is the first report for the following members of this species. Other species previously studied have a common karyotype consisting of  $2n = 48-50$  and  $NF=100$  (all bi-arm chromosomes). The cytogenetic features reported here for the examined specimens of *D. albolineatus* revealed that the species has  $2n=50$  (all bi-arm chromosomes), which is shared by

most of *Danio* species previously analyzed, such as chromosomes Post (1964); Endo and Ingalls (1968); Fontana et al. (1970); Rishi (1976); Schreeb et al. (1993); Pijnacker and Ferwerda (1995); Daga et al. (1996); Gornung et al. (1997); Sharma et al. (1998); Ueda and Naoi (1999); Amores and Postlethwait (1999); Phillips and Reed (2000); and Sola and Gornung (2001) (Table 3). The karyotype in Figure 2 has been ordered numbering chromosomes according to their type and length, indicating the morphological classification based on the centromere position under the single



chromosome pair, as done by Chaiyasut (1988). The karyotype complements of *D. albolineatus* composed of 8m + 14sm + 28a chromosomes, there are a few differences in chromosome type for previous report (*D. rerio*) shown on Table 3.

The analysis of the NORs with the Ag-NOR banding technique detected a maximum of two Ag-positive signals in this species. In *D. albolineatus*, the Ag-positive signals are located along the long arm chromosome pair 5. The objective of the Ag-NOR band technique is to determine the nucleolar organizer region (NOR), which represents the location of genes (loci) that function in ribosome synthesis (Sharma et al., 2002). Normally, most fishes have only one pair of small NORs on chromosomes. Only some fishes have more

than two NORs, which may be caused by the translocation between some parts of the chromosomes that have NOR and another chromosome (Sharma et al., 2002). Our present study showed that the species we analyzed had a NOR site on a single chromosome pair in a subtelomeric position. This chromosome study has no heteromorphic pairs of chromosomes were observed in both sexes. It may be possible that the fish sex chromosomes are at the initiation of differentiation, and hence these chromosomes which contain the sex determination genes cannot be detected by cytogenetic analyses (Supiwong et al., 2013). Our results providing a rich source of information for comparative karyological analyses in *Danio* species and in related fish species.

**Table 3.** Karyological studies on genus *Danio*.

| Species                | 2n | NF  | Karyotype formula                      | References                      |
|------------------------|----|-----|----------------------------------------|---------------------------------|
| <i>Danio rerio</i>     | 48 | -   | -                                      | (Post, 1964)                    |
|                        | 50 | 100 | 50m, sm, a                             | (Endo and Ingalls, 1968)        |
|                        | 50 | 100 | 10m + 40sm                             | (Fontana et al., 1970)          |
|                        | 50 | 100 | 10m + 12sm + 28a                       | (Rishi, 1976)                   |
|                        | 50 | 100 | 16m + 32sm + 2a                        | (Schreeb et al., 1993)          |
|                        | 50 | 100 | 12m + 26sm + 12a                       | (Pijnacker and Ferwerda, 1995)  |
|                        | 50 | 100 | 4m + 16sm + 30a                        | (Daga et al., 1996)             |
|                        | 50 | 100 | 4m + 16sm + 30a                        | (Gornung et al., 1997)          |
|                        | 50 | 100 | F: 7m + 7sm + 36a<br>M: 6m + 8sm + 36a | (Sharma et al., 1998)           |
|                        | 50 | 100 | 12m + 26sm + 12a                       | (Ueda and Naoi, 1999)           |
|                        | 50 | 100 | 4m + 30sm + 16a or*                    | (Amores and Postlethwait, 1999) |
|                        |    | 100 | 4m + 20sm + 26a                        |                                 |
|                        | 50 | 100 | 4m + 16sm + 30a                        | (Phillips and Reed, 2000)       |
|                        | 50 | 100 | 4m + 16sm + 30a                        | 9Sola and Gornung, 2001)        |
| <i>D. albolineatus</i> | 50 | 100 | 8m + 14sm + 28a                        | This study                      |

Remarks: 2n=diploid chromosome, NF=fundamental number (arm of chromosome), m=metacentric, sm=submetacentric, a=acrocentric chromosomes and \*depending on the degree of chromosome condensation

## CONCLUSION

This study reported the cytogenetics of *D. albolineatus*, obtained through classical techniques. The results showed that the diploid chromosome number was  $2n=50$ , and the arm number was 100 in both male and female. No strange-sized chromosomes related to sex were observed. The analysis of nucleolus organizer regions (NORs) by silver staining has also revealed the existence of variable NORs, in addition to those on the appear terminal regions of the long arms of the chromosome pair 5. The karyotype formula of the species could be deduced as:  $2n (50) = L_4^m + L_6^{sm} + L_8^a + M_4^m + M_8^{sm} + M_{20}^a$ .

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research was financial supported by research and development institute Phetchabun Rajabhat University year 2020 (No. PCRU-2020-RK005). We would like to thank the laboratory of animal cytogenetic group in the Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University.

## REFERENCES

- Amores, A. and Postlethwait, J. H. (1999). Banded chromosomes and the zebrafish karyotype. *Methods in Cell Biology* 60: 323–338.
- Chaiyasut, K. (1989). Cytogenetics and Cytotaxonomy of the Family *Zephyranthes*. Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok.
- Daga, R. R., Thode, G. and Amores, A. (1996). Chromosome complement, C banding, Ag-NOR and replication banding in the zebrafish *Danio rerio*. *Chromosome Research* 4(1): 29–32.
- Endo, A. and Ingalls, T. H. (1968). Chromosomes of the Zebra Fish: a model for cytogenetic, embryologic, and ecologic study. *Journal Heredity* 59: 382–384.
- Fang, F. (2000). A review of Chinese *Danio* species (Teleostei: Cyprinidae). *Acta Zootaxonomica Sinica* 25: 214–227.
- Fontana, F., Chiarelli, B. and Rossi, A. C. (1970). Il cariotipo di alcune specie di Cyprynidae, Centrarchidae, Characidae studiata mediante colture 'in vitro'. *Caryologia* 23: 549–564.
- Gornung, E., Gabrielli, I., Cataudella, S. and Sola, L. (1997). CMA3-banding pattern and fluorescence *in situ* hybridization with 18S rRNA genes in zebrafish chromosomes. *Chromosome Research* 5: 40–46.
- 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.
- Kottelat, M. (2001). *Fishes of Laos*. Colombo 5, Sri Lanka: WHT Publications.
- McCluskey, B. M. and Postlethwait, J. H. (2015). Phylogeny of zebrafish, a “model species,” within *Danio*, a “model genus”. *Molecular Biology and Evolution* 32: 635–52.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the World*, 4<sup>th</sup> Edition. New Jersey: John Wiley & Sons. p. 601.
- Phillips, R. B. and Reed, K. M. (2000). Localization of repetitive DNAs to zebrafish (*Danio rerio*) chromosomes by fluorescence *in situ* hybridization (FISH). *Chromosome Research* 8: 27–35.
- Phimphan, S., Supiwong, W., Tanomtong, T., Pinthong, K., Sangpakdee, W. and Kaewsri, S. (2017). Karyotypic Study of Five Lutjanid Species Using Conventional and Ag-NORs Banding Techniques. *Cytology and Genetics* 51(4): 315–324.
- Pijnacker, L. P. and Ferwerda, M. A. (1995). Zebrafish chromosome banding. *Genome* 38: 1052–1055.
- Post, A. (1964). Vergleichende Untersuchungen der Chromosomenzahlen bei Süsswasserteleosteen. *Journal Zoological Systematics and Evolutionary Research* 3: 47–93.
- Quigley, K. I., Manuel, L. J., Roberts, A. R., Nuckels, J. R., Emily, R. H., MacDonald, L. E. and Parichy, M. D. (2005). Evolutionary diversification of pigment pattern in *Danio* fishes: differential *fms* dependence and stripe loss in *D. albolineatus*. *Development* 132(1): 89–104.
- Rishi, K. K. (1976). Karyotypic studies on four species of fishes. *Nucleus* 19: 95–98.
- Schreeb, K. H., Groth, G., Sachsse, W. and Freundt, K. J. (1993). The karyotype of the zebrafish. *Journal of Experimental Animal Science* 36: 27–31.

- Sharma, K. K., Sharma, O. P. and Tripathi, N. K. (1998). Female heterogamety in *Danio rerio* (Cypriniformes: Cyprinidae). Proceedings of the National Academy of Sciences India 68: 123–126.
- Sharma, O. P., Tripathi, N. K. and Sharma, K. K. (2002). A review of chromosome banding in fishes. In: Sobti, R. C. and Obe, G. (eds.). Some Aspects of Chromosome Structure and Functions. Narosa New Delhi: Publishing House.
- Sola, L. and Gornung, E. (2001). Classical and molecular cytogenetics of the zebrafish, *Danio rerio* (Cyprinidae, Cypriniformes): an overview. Genetica 111: 397–412.
- Supiwong, W., Tanomtong, A., Jumrusthanasan, S., Khakhong, S., Neeratanaphan, L. and Sanoamuang, L. (2013). Standardized karyotype and idiogram of titan triggerfish, *Balistoides viridescens* (Tetraodontiformes, Balistidae) in Thailand. Cytologia 78: 345–351.
- Supiwong, W., Liehr, T., Cioffi, B. M., Chaveerach, A., Kosyakova, N., Pinthong, K., Tanee, T. and Tanomtong, T. (2014). Chromosomal evolution in naked catfishes (Bagridae, Siluriformes): A comparative chromosome mapping study. Zoologischer Anzeiger 253: 316–320.
- Ueda, T. and Naoi, H. (1999). BrdU-4Na-EDTA-Giemsa band karyotypes of three small freshwater fish, *Danio rerio*, *Oryzias latipes*, and *Rhodeus ocellatus*. Genome 42: 531–535.

