

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

ผลของการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลที่มีต่อสารประกอบ  
ชีวเคมีและระบบสืบพันธุ์  
ในหอยนางรมที่เลี้ยงในบริเวณอ่างศิลา

อัมพร ทองภูเกียรติกุล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

460009663

13 ก.ย. 2561

379230

เริ่มบริการ  
- 1 ส.ค. 2564

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทนำ	1
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	2
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	5
สรุปผลการทดลอง และอภิปรายผล	8
บรรณานุกรม	10

## บทนำ

หอยนางรมเป็นหอยที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและมีคุณค่าอย่างยิ่งทางโภชนาการ เพราะประกอบด้วยธาตุอาหาร และเกลือแร่ต่างๆหลายชนิด หอยนางรมเป็นหอยที่เลี้ยงง่ายและมีราคาดี ในปีหนึ่งๆจะมีการบริโภคหอยนางรมเป็นจำนวนมาก ผลผลิตที่ได้จึงยังไม่เพียงพอกับการบริโภค ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงพันธุ์หอยให้มีขนาดใหญ่ น้ำหนักเพิ่มขึ้น มีอัตราการอยู่รอดมากขึ้น

การศึกษาลักษณะ จำนวน และชนิดของโครโมโซม จะมีประโยชน์อย่างยิ่ง ในการนำไปใช้เป็นข้อมูลขั้นพื้นฐาน ในการปรับปรุงพันธุ์ การผสมข้ามพันธุ์ การทำให้จำนวนโครโมโซมเป็นทวีคูณ (triploid) หรือเตตระพลอยด์ (tetraploid) ซึ่งอาจทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้นและคุณภาพดีขึ้น

### วัตถุประสงค์

เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะศึกษาโครโมโซมจากเซลล์เหงือก และศึกษาคาร์ิโอไทป์ของหอยนางรมปากจีบ

### ประโยชน์ที่ว่าจะได้รับ

เป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานสำหรับการศึกษาโครโมโซมทางด้านอื่น

## เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

### ชีววิทยาของหอยนางรมปากจีบ

ในประเทศไทย มีการเพาะเลี้ยงหอยนางรม 4 ชนิด คือ

- |                    |                             |  |
|--------------------|-----------------------------|--|
| หอยตะโกรม          | <i>Crassostrea lugubris</i> | - พบได้ในจังหวัดจันทบุรี, ตราด, สุราษฎร์ธานี, ปัตตานี และสงขลา |
| หอยนางรมพันธุ์เล็ก | <i>C. vitrefacta</i>        | - พบบริเวณท้องที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันตก                        |
|                    | <i>C. cucullata</i>         | - พบบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ชุมพร และประจวบคีรีขันธ์      |
|                    | <i>C. commercialis</i>      | - พบในจังหวัดชายฝั่งภาคตะวันออก ทุกจังหวัด (ไพโรจน์, 2526)     |

หอยนางรมพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงกันมากในบริเวณบ้านอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี คือ หอยนางรมปากจีบ หรือ *C. commercialis* (ไพโรจน์, 2526, รัชฎาภรณ์, 2522)

หอยนางรมปากจีบเป็นหอยสองฝา มีเปลือกรูปร่างยาว เปลือกทั้งสองมีลักษณะรูปร่างต่างกัน เปลือกด้านซ้ายเล็ก และมีลักษณะเป็นถ้วยติดกับวัสดุ (รัชฎาภรณ์, 2522, สมถวิล, 2527) ส่วนเปลือกขวาซึ่งอยู่ด้านบนมีขนาดเล็กกว่า และค่อนข้างเรียบ ทำหน้าที่เปิดปิด ให้น้ำ และอาหาร ผ่านเข้าออกได้ ฝาทั้งสองเชื่อมประสานด้วยบานพับ ผิวภายนอกของเปลือกมีลักษณะคล้ายเกล็ดเรียงซ้อนกัน ส่วนปลายสุดด้านบนบานพับมีลักษณะค่อนข้างแหลม ดำริม หรือขอบเป็นรอยหยัก บางตัวอาจมีขอบเรียบขึ้นกับอายุ ขนาดและสภาพแวดล้อมที่หอยอาศัย (ไพโรจน์, 2505) ลักษณะภายในพบเยื่อบางๆ สีขาวที่มีขอบสีน้ำตาลหรือดำ ปกคลุมอวัยวะภายในทั้งหมด เรียกว่า แมนเทิล (mantle) มีลักษณะเป็นริ้วแผ่ขยายออกไปถึงบริเวณช่องปาก มีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่อยู่ตรงกลางทำหน้าที่เปิดปิดฝาหอย มีเหงือก 2 คู่ ยาวเกือบตลอดตัว ทำหน้าที่กรองอาหารจากน้ำ ช่วยในการหายใจ และขับถ่ายของเสีย ลำตัวเป็นเนื้ออ่อนนุ่มเป็นที่รวมของอวัยวะระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบย่อยอาหาร ระบบประสาท ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบขับถ่ายของเสีย และระบบสืบพันธุ์

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### การเตรียมโครโมโซมด้วยวิธี สแปลช (splash technique)

มาเรียน และกราชไน (Marian and Krasznai; 1979) ศึกษาเปรียบเทียบคาริโอไทป์ของปลาการ์ปจีน 3 ชนิด คือ *Ctenopharyngodon idella*, *Aristichthys nobilis* และ *Hypophthalmichthys molitrix* โดยใช้ไตในการศึกษาโครโมโซม ใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลายไฮโปโทนิก (hypotonic solution) และใช้ 15% เจียมซ่า (Giemsa) ในการย้อมสีโครโมโซม พบว่าปลาทั้ง 3 ชนิดมีจำนวนโครโมโซม  $2n = 48$

# สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา

ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

มอยนิฮัน และเมอฮัน (Moynihan and Mahon : 1983) ศึกษาการโอโทปี ของหอยแมลงภู *Mytilus edulis* โดยใช้เนื้อเยื่อเหงือกในการศึกษา แชน์เหงือกใน 0.04% โคลชิซิน (colchicine) ใน 50% น้ำทะเล แล้วแช่ลงใน 25% น้ำทะเล ขึ้นตอนละ 30 นาที ตามลำดับ และใช้สีย้อม 2% เจียมซ่า ในการย้อมโครโมโซมพบว่า *Mytilus edulis* มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 28$

ดิกซอน และฟลาวเวลล์ (Dixon and Flavell; 1986) ใช้เนื้อเยื่อเหงือกในการศึกษาโครโมโซมของ *Mytilus edulis* และ *Mytilus galloprovincialis* โดยนำเหงือกแช่ลงใน 0.04% โคลชิซิน นาน 4 ชั่วโมง แล้วแช่ลงใน 50% น้ำทะเล และ 25% น้ำทะเล ขึ้นตอนละ 30 นาที ตามลำดับ สีย้อมที่ใช้คือ 2% เจียมซ่า พบว่าทั้ง *Mytilus edulis* และ *Mytilus galloprovincialis* มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 28$

ธีรיות-ควิฟรอกซ์ (thiriot-Quievreux ; 1987) ศึกษาโครโมโซมของหอยกาบเดี่ยว 9 ชนิด คือ *Limacina inflata*, *Creseis acicula*, *Creseis virgula*, *Clio pyramidata*, *Cavolinia inflexa*, *Peraclis reticulata*, *Cymbulia peroni*, *Pneumodermopsis canephora*, *Pneumoderma atlanticum* โดยใช้เอ็มบริโอ (embryo) และส่วนโกนาต (gonad) ของหอยระยะวัยรุ่น (juvenile) และระยะตัวเต็มวัย โดยแช่เนื้อเยื่อลงใน 0.005% โคลชิซินในน้ำทะเล นาน 2 ชั่วโมง แล้วแช่ใน 0.9% โซเดียมซิเตรต (sodium citrate) นาน 30 นาที ย้อมสีโครโมโซมด้วย 4% เจียมซ่า พบว่า *Limacina inflata*, *Creseis acicula* และ *Creseis virgula* มีจำนวนโครโมโซม  $2n=20$  *Clio pyramidata* มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 22$  *Cavolinia inflexa*, *Peraclis reticulata* มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 24$  *Cymbulia peroni* มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 34$  และทั้ง *Pneumodermopsis canephora*, *Pneumoderma atlanticum* มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 32$

## การเตรียมโครโมโซมด้วยวิธี สควอช (squash technique)

อาเหม็ด และสปาร์ค (Ahmed and Sparks ; 1974) ศึกษาโครโมโซมของหอยแมลงภู *Mytilus edulis* และ *Mytilus californianus* โดยศึกษาจากไข่ที่ไม่ได้รับการผสม ไข่ที่ได้รับการผสม เอ็มบริโอ และเอ็มบริโอระยะโมลูรา (moluræ stage) สีย้อมที่ใช้คือ อะซิโต-ออซิน (aceto-orcein) 1-2 หยด นาน 2-10 นาที พบว่าทั้ง *Mytilus edulis* และ *Mytilus californianus* มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 28$

บิวมีองด์ และกรัฟฟิดด์ (Beaumont and Gruffydd; 1974) ศึกษาโครโมโซมในหอยเชลล์ 6 ชนิด คือ *Pecten maximus*, *Chlamys distorta*, *Ch. varia*, *Ch. islandia*, *Ch. opercularis* และ *Placopecten magellanicus* โดยใช้เชลล์ไข่ที่ยังไม่ได้รับการผสม และเอ็มบริโออายุ 4 ชั่วโมง แช่ลงใน 0.02% โคลชิซินในน้ำทะเล นาน 30 นาที แล้วแช่ลงใน 25% น้ำทะเลนาน 15 นาที สีย้อมที่ใช้คือ 1-2% ออซิน (orcein) หรือ 1-2% ครามีน (cramine) ใน 45% อะซิติกแอซิด (acetic acid) พบว่า *Pecten maximus*,

379230

594.4  
๐๕๕๗  
๓.๒

*Chlamys distorta*, *Ch. varia*, *Ch. islandia* และ *Placopecten magellanicus* มีจำนวนโครโมโซม  $2n=38$  ส่วน *Ch. opercularis* มีจำนวนโครโมโซม  $2n=26$

ฟาร์มเมอร์ (Farmer; 1974) ศึกษาโครโมโซมของเตคาโปดา (Decapoda) ชนิดหนึ่ง คือ *Nephros norvegicus* โดยใช้ائنตะแซในน้ำกลั่นเป็นเวลานาน 10 นาที แต่ไม่มีการใช้โคลชิซิน และสีย้อมที่ใช้คือ ไฮเดนเฮนส์ ฮีมาทอกซิลิน (Heidenhain's haematoxylin) จากผลการศึกษาพบว่า *Nephros norvegicus* มีจำนวนโครโมโซม  $n = 75$

วาดะ (Wada ; 1978) ทำการศึกษาโครโมโซมจากไข่ที่ได้รับการผสม และเอ็มบริโอของหอยสองกาบ 3 ชนิด คือ *Isognomon alatus*, *Pinndata imbricata* และ *Argopecten irradians irradians* โดยใช้เซลล์ลงใน 0.02% โคลชิซิน นาน 15-30 นาที สีย้อมที่ใช้คือ 1-2% อะซิโต-ออซัน พบว่า *Isognomon alatus*, *Pinndata imbricata* มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 28$  ส่วน *Argopecten irradians irradians* มีจำนวนโครโมโซม  $2n = 32$

วิททური, ไมออร์กา และคาทาลาโน (Vitturi, Maiorca and Catalano; 1983) ศึกษาการโอโทไป์ของหอยสองกาบชนิดคือ คือ *Teredo utriculus* โดยใช้สปอร์มาโตไซต์ (spermatocyte), ไข่ที่ยังไม่ได้รับการผสม, ไข่หลังผสมทันที และเอ็มบริโอระยะ 4-8 บลาสโตเมียร์ พบว่า *Teredo utriculus* มีจำนวนโครโมโซม  $2n=38$

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### วัสดุ

1. หอยนางรมปากจีบ
2. บีกเกอร์
3. กระบอกตวง
4. ปิเปต
5. ปาสเจอร์ ปิเปต
6. กระจกสไลด์ และกระจกปิดสไลด์
7. เครื่องมือบดเนื้อเยื่อ
8. เครื่องมือผ่าตัด
9. โวลูเมตริก ฟลาสก์
10. สารเคมี
  - 10.1 โคลชิซิน (MW. 399.45 g/mol)
  - 10.2 เมทานอล
  - 10.3 แอ็บโซลูท เอทานอล
  - 10.4 60% อะซีติก เอซิด
  - 10.5 โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) (MW. 136.09 g/mol)
  - 10.6 ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) (MW. 141.96 g/mol)
  - 10.7 ไชลีน (Xylene)
  - 10.8 คานาดา บาลซัม (Canada balsam)

### อุปกรณ์

1. แอร์บีมพ์
2. สไลด์ วอร์มเมอร์ (Chicago Surgical & Electrical Co.)
3. เครื่องเซนตริฟิวจ์ (Dynac)
4. กล้องจุลทรรศน์ชนิดถ่ายภาพได้ (Bausch & Lomb)

## วิธีการทดลอง

1. เก็บหอยนางรมปากจีบขนาด 5- 7 เซนติเมตร จากแหล่งเพาะเลี้ยงหอยนางรมปากจีบ บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี
2. นำหอยนางรมที่ได้ แच्छงในสารละลาย 0.04% โคลชิซินในน้ำทะเล นาน 4 ชั่วโมง
3. นำส่วนเหงือกของหอยนางรม มาच्छงในน้ำทะเล 50%, 25%, 10% และ 0% ตามลำดับ โดยใช้ระยะเวลาในแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 1
4. นำส่วนเหงือกของหอยนางรมที่ได้จากข้อ 3 แच्छงใน ครานอยส์ ฟิกเซทีฟ (Cranoy's fixative) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง โดยเปลี่ยนครานอยส์ ฟิกเซทีฟ ทุก 15 นาที
5. นำส่วนเหงือกหอยนางรมที่ได้จากข้อ 4 แच्छงใน 60% อะซีติก เอซิด แล้วบดเหงือกหอยนางรมให้ละเอียด ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำสารละลายใสส่วนบนมาปั่นด้วยแรงเหวี่ยง 700 รอบ ต่อ นาที นาน 30 นาที นำตะกอนที่ได้จากการปั่นมาเติม 60% อะซีติก เอซิด
6. นำเซลล์เหงือกหอยนางรมใน 60% อะซีติก เอซิด ที่ได้จากข้อ 5 หยดลงบนสไลด์ที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยหยดสูงจากสไลด์ ประมาณ 2 เมตร แล้วปล่อยสไลด์ให้แห้ง
7. นำสไลด์ที่ได้จากข้อ 6 จำนวน 30 สไลด์ มาย้อมสี 2% เจียมซ่า นาน 3 ชั่วโมง
8. ล้างด้วยน้ำกลั่น ปล่อยให้สไลด์แห้ง
9. นำสไลด์มาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ และถ่ายภาพ
10. การทำสไลด์ถาวร ให้นำสไลด์ที่ได้จากข้อ 8 มาแช่ในไซลีน นานประมาณ 1-2 นาที แล้วหยดคานาดา บาลซัม แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำสไลด์ที่ได้ไปอุ่นที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

เก็บหอยนางรมปากจیب

↓  
แช่หอยนางรมทั้งตัวใน 0.04% โคลชิซินในน้ำทะเล นาน 4 ชั่วโมง

↓  
แช่เหงือกหอยนางรมใน 50% น้ำทะเล ระยะเวลาตามตารางที่ 1

↓  
แช่เหงือกหอยนางรมใน 25% ระยะเวลาตามตารางที่ 1

↓  
แช่เหงือกหอยนางรมใน 10% น้ำทะเล ระยะเวลาตามตารางที่ 1

↓  
แช่เหงือกหอยนางรมใน 0% ระยะเวลาตามตารางที่ 1

↓  
แช่เหงือกหอยนางรมในครานอยส์ ฟิกเซทีฟ นาน 1 ชั่วโมง

↓  
แช่เหงือกหอยนางรมใน 60% อะซีติก เอซิด

↓  
บดเหงือก และปั้นเซลล์

↓  
หยดเซลล์ลงบนสไลด์

↓  
ย้อมด้วยสีย้อม 2% เจียมซ่า นาน 3 ชั่วโมง

↓  
แช่สไลด์ใน ไฮลีน 1-2 นาที

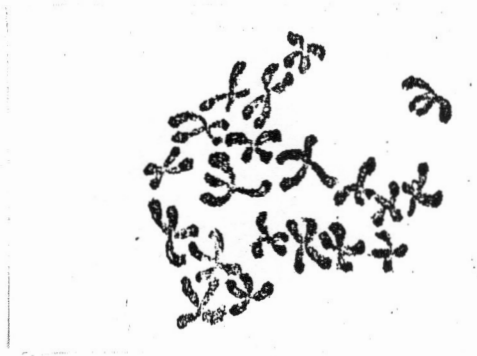
↓  
ปิดสไลด์ด้วย คานาดา บาลซัม

↓  
แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

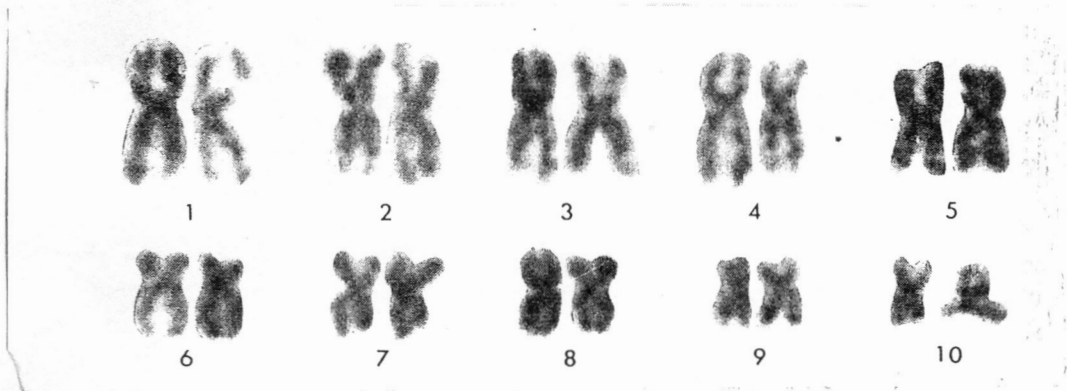
## สรุปผลการทดลองและอภิปรายผล

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาจำนวนของโครโมโซมของหอยนางรมปากจีบจำนวน 10 เซลล์ พบว่ามีโครโมโซมทั้งหมด 10 คู่ และจากการศึกษา kariotype พบว่า คู่ที่ 1,2,3,5,7,8 และ 10 เป็นเมตราเซนตริก (metacentric) คู่ที่ 4,6 และ 9 เป็นซับเม-ตราเซนตริก (submetacentric)



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครโมโซมของหอยนางรมปากจีบ



ภาพที่ 2 แสดงคาริโอไทป์ของหอยนางรมปากจیب

จากผลการทดลองข้างต้น ควรจะมีการเพิ่มจำนวนเซลล์ในการศึกษา

และศึกษา C -banding

## บรรณานุกรม

ชัยฤกษ์ มณีพงษ์. พันธุศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช , 2523.

พิชาญ สว่างวงศ์ , วรวิทย์ ชีวาพร และสมถวิล เดชะพรหมพันธุ์. ผลการเปลี่ยนแปลงประจำวันของความเค็ม และสภาวะแห่งช่วงน้ำลดต่อการทำงานของเอ็นไซม์ อัลฟา-เอมัยเลส และโปรติเอส ในกระเพาะอาหารของหอยนางรม ที่เลี้ยงบริเวณอ่างศิลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน , ม.ป.ป. อัดสำเนา.

ไพโรจน์ พรหมานนท์. การเลี้ยงหอยนางรม. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ สงขลา , 2526.

———. "ภาวะความอ้วน-ผอมของหอยนางรมพันธุ์เล็ก ที่บ้านแหลมแท่น ตำบลแสนสุข ชลบุรี," วารสารการประมง. 21(1) : 97-112 ; 2511.

———. "ฤดูวางไข่ของหอยนางรมพันธุ์เล็ก," วารสารการประมง. 15(3) : 283-305 ; 2505.

รัชฎาภรณ์ อุบลพันธ์. การศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของหอยนางรม (*Crassostrea commercialis*, Iradale and Roughley) ในภาวะความหนาแน่นของประชากรของหอย และระดับน้ำต่างกัน ที่ตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2522 อัดสำเนา.

ศรินครินทรวิโรฒ , มหาวิทยาลัย. คู่มือการเขียนบทนิพนธ์ (รายงาน ภาคนิพนธ์ และ ปริญญาานิพนธ์). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , 2530.

สมถวิล เดชะพรหมพันธุ์. ผลของอุณหภูมิ และโลหะหนักบางชนิดที่มีต่อการพัฒนาการของหอยนางรมปากจีบ (*Crassostrea commercialis*) วัยอ่อน และที่โตเต็มวัย. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2527 อัดสำเนา.

สุวรรณภรณ์ จึงเข้มปิ่น. การศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเกาะของหอยนางรมปากจیب  
(*Crassostrea commercialis*, Iradale and Roughley) บน  
วัสดุต่างชนิดในธรรมชาติ และห้องปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ วท.ม.  
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2525 อัดสำเนา.

Ahmed , M. and Albert K. Sparks. "Chromosome Number Structure  
and Autosomal Polymorphism in The Marine Mussels  
*Mytilus edulis* and *Mytilus californianus*," Biological  
Bulletin. 138 : 1-13 ; February , 1970.

Babrakzai , N. and Walter B. Miller. "Cytogenetic Study of  
Interspecific Hybrids of *Ashmunella* ( Mollusca :  
Pulmonata : Polygyridae ), *A. proxima* x *A. lenticula*  
F<sub>1</sub> Hybrids ," Malacologia. 25(2) : 413-426 : 1984.

Beaumont , A.R. and LL. D. Gruffydd. "Studies on The Chromo-  
somes of The Scallop *Pecten maximus* (L.) and Related  
Species ," Journal of The Marine Biological Association  
of The United Kingdom. 54 : 713-718 ; 1974.

Dixon , D.R. and N. Flavell. " A Comparative Study of The  
Chromosome of *Mytilus edulis* and *Mytilus  
galloprovincialis* ," Journal of The Marine Biological  
Association of The United Kingdom. 66 : 219-228 ; 1986.

Farmer , A.S. "A New Technique Applied to The Chromosomes of  
*Nephrops norvegicus* (L.) (Decapoda , Nephropidae),"  
Crustaceana. 27(1) : 17-20 ; 1974.

Levan , A., K. Fredga and A.A. Sandberg , " Nomenclature For  
Centromeric Positions on Chromosome ," Hereditas. 52  
: 201-220 ; 1964.

379230

- Macgregor , H.C. and Jenifer M. Varley. Working With Animal Chromosome. Great Britain : Bath Press ; 1983.
- Marian , T. and Zoltan Krasznai. " Comparative Karyological Studies Chinese Carps ," Aquaculture. 18 : 225-336 ; 1979.
- Moynihan , E.P. and G.A.T. Mahon. " Quantitative Karyotype Analysis in The Mussel *Mytilus edulis*, L.," Aquaculture 33 : 301-309 ; 1983.
- Thiriote-Quievreux , C. "Chromosome Studies in Pelagic Opisthrobranch Molluscs ," Canada Journal of Zoology. 66 : 1460-1473 ; September 1987.
- Vitturi , R. , A. Maiorca and E. Catalano. "The Karyology of *Teredo utriculus* (Gmelin) (Mollusca , Pelecycopoda)," Biological Bulletin. 165 : 450-457 ; October 1983.
- Vitturi , R. and others. "The Karyology of *Littorina neritoides* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Prosobranchia)," Malacologia. 29(2) : 319-324 ; 1988.
- Wada , K. "Chromosome Karyotypes of Three Bivalves : The Oyster, *Isognomon alatus* and *Pinctada imbricata* , and The Bay Scallop , *Argopecten irradians irradians*," Biological Bulletin. 155 : 235-245 ; August 1978.