



มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา
ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์
สำนักงานตั้งอยู่ในบริเวณ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท ปทุมวัน กทม. 10330
โทร. 0-2252-8916, 0-2252-8917, แฟกซ์ 0-2252-8917

ชีววิทยา เล่ม 2
(มัธยมศึกษาตอนต้น)
ISBN 978-616-8242-15-5
9 786168 242155
C 112
143000 199 บาท

ชีววิทยา เล่ม 2 (มัธยมศึกษาตอนต้น)

โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.



ชีววิทยา เล่ม 2

(มัธยมศึกษาตอนต้น)



โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา(สอวน.)

ชีววิทยา เล่ม 2

(มัธยมศึกษาตอนต้น)



**มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา
ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา
กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.)**

ความเป็นมา

ประเทศไทยส่งนักเรียนเข้าแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศครั้งแรกในปี พ.ศ. 2532 ที่ประเทศเยอรมนี โดยความร่วมมือระหว่างสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา (พระยศในขณะนั้น) ได้พระราชทานเงินส่วนพระองค์จำนวนหนึ่งเพื่อเป็นค่าใช้จ่าย

การคัดเลือกนักเรียนเพื่อไปแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ครั้งที่ 30 สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยฯ ได้จัดคณาจารย์มหาวิทยาลัยจำนวนหนึ่งมาช่วยฝึกอบรมรวมเป็นเวลาประมาณสองเดือน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเพิ่มเติมครอบคลุมหลักสูตรที่จะใช้แข่งขัน ซึ่งอยู่ในระดับชั้นปีที่ 1-2 ของมหาวิทยาลัย จากผลสำเร็จในปีแรก ทำให้รัฐบาลเห็นความสำคัญจึงได้จัดสรรงบประมาณให้กับโครงการนี้ผ่านสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตั้งแต่ พ.ศ. 2533 เป็นต้นมา สมทบกับเงินพระราชทานเป็นรายปีจากสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ เพื่อสนับสนุนการส่งนักเรียนไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ 5 สาขา จนถึงปัจจุบัน รวม 14 ปี นักเรียนไทยได้ทำชื่อเสียง ได้เหรียญทองรวม 17 เหรียญ เหรียญเงิน 53 เหรียญ เหรียญทองแดง 93 เหรียญ และเกียรติคุณประกาศอีก 35 ราย รวมทั้งสิ้น 198 รางวัล จากจำนวนนักเรียนที่ส่งไปเข้าแข่งขัน 276 คน (72%)

อย่างไรก็ตาม จากการที่ประเทศไทยดำเนินการจัดส่งนักเรียนเข้าร่วมการแข่งขันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกระหว่างประเทศ ตั้งแต่ พ.ศ. 2532 จนถึงปัจจุบัน ทำให้เห็นว่ามาตรฐานการศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของไทยยังต่ำกว่ามาตรฐานสากล การเตรียมตัวของนักเรียนยังใช้เวลาน้อยเกินไป

เพื่อให้การส่งเสริมและสนับสนุนโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ จึงมีพระดำริให้จัดตั้งมูลนิธิสอวน. และได้รับอนุมัติจากกระทรวงมหาดไทยเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2542 โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ

วัตถุประสงค์

1. ส่งเสริมให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีโอกาสได้รับการพัฒนาศักยภาพทางด้านคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ตามความถนัดทั้งด้านทฤษฎีและทักษะด้านปฏิบัติ ให้สามารถคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ โดยจัดให้มีศูนย์อบรมทั่วประเทศเป็นการเพิ่มเวลาฝึกอบรม เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมที่จะเข้ารับการคัดเลือกไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศให้ได้ผลดียิ่งขึ้น ตามพระดำริของสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ องค์ประธานมูลนิธิ สอวน.
2. เพื่อนำประสบการณ์ที่ได้จากการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศมาพัฒนามาตรฐานคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยให้สูงขึ้นเทียบเท่าระดับสากล

โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.

มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) ได้ร่วมมือกับคณาจารย์มหาวิทยาลัยของรัฐ 20 แห่ง และกระทรวงศึกษาธิการ ดำเนินการจัดตั้งศูนย์ สอวน. ในภูมิภาค 12 ศูนย์ และในกรุงเทพฯ 1 ศูนย์ (5 โรงเรียน) เพื่อพัฒนาศักยภาพทางปัญญาของนักเรียนที่มีความพร้อมในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์จากทั่วประเทศ เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้ความสามารถเทียบเท่ามาตรฐานสากล และพร้อมที่จะสอบคัดเลือกเป็นผู้แทนประเทศไทยไปร่วมการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศในสาขาวิชาต่างๆ ได้ และเพื่อขยายผลจากประสบการณ์ที่ได้เข้าแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศมาพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของไทยให้สูงขึ้นเทียบเท่าสากล

ในการอบรมนักเรียนของศูนย์ สอวน. มูลนิธิ สอวน. ได้พิจารณาเห็นว่าตำราที่มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาตามหลักสูตรของ สอวน. จะช่วยพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในศูนย์สอวน. ให้สูงขึ้นได้ นอกจากนั้นตำราเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสมบูรณ์ถูกต้องยังขาดแคลน นักเรียนและครูสามารถนำตำราที่พัฒนาขึ้นมาไปใช้เป็นหนังสืออ้างอิงประกอบการเรียนการสอนได้อีกด้วย มูลนิธิ สอวน. จึงได้มี “โครงการจัดทำตำราส่งเสริมพัฒนาศักยภาพของนักเรียนด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์” ขึ้น เพื่อผลิตตำราคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เคมี ชีววิทยาและฟิสิกส์ที่มีเนื้อหาหลักสูตรตามมาตรฐานสากล โดยมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นที่ระลึกในมหามงคลสมัยที่สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ทรงเจริญพระชนมายุ 80 พรรษา ซึ่งพระองค์ทรงมีพระมหากรุณาธิคุณต่อโครงการจัดส่งผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศและทรงสนับสนุนการดำเนินงานเพื่อพัฒนามาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของไทยอย่างหาที่สุดมิได้

2. เพื่อผลิตหนังสือคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เคมี ชีววิทยาและฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายถึงระดับชั้นปีที่ 1 ของคณะวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยให้มีคุณภาพเทียบเท่าสากล เรียบเรียงโดยคณาจารย์จากมหาวิทยาลัยของรัฐที่มีประสบการณ์สูงและที่มีส่วนร่วมในการฝึกอบรมนักเรียนในค่าย สอวน. ค่าย สวท. และควบคุมนักเรียนไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ เนื้อหาในหนังสือเน้นกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกฝนให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนทั้งในเชิงทฤษฎีและประยุกต์ได้โดยจัดพิมพ์บนกระดาษอาร์ตอย่างดีและมีภาพสีประกอบคำบรรยาย

โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของมูลนิธิ สอวน. มีเป้าหมายในการผลิตตำราคณิตศาสตร์ รวม 5 เล่ม คอมพิวเตอร์ 3 เล่ม เคมี 3 เล่ม ชีววิทยา 5 เล่ม และฟิสิกส์ 3 เล่ม โดยหนังสือชุดแรกจะนำขึ้นทูลเกล้าถวายในวันที่ 6 มิถุนายน 2547 ซึ่งเป็นวันประชุมสามัญประจำปี พ.ศ. 2547 ของคณะกรรมการบริหาร และสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ เสด็จเป็นองค์ประธานที่ประชุม ส่วนที่เหลือคาดว่าจะจัดพิมพ์ให้แล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2547 นี้ นอกจากนั้นคณะกรรมการโครงการผลิตตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. มีเป้าหมายจะผลิตตำราที่มีคุณภาพสูงในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยคณาจารย์จากมหาวิทยาลัย เพื่อวางรากฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐานและเพื่อสร้างแรงบันดาลใจและความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์แก่เยาวชนอีกด้วย หากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือด้านงบประมาณจากภาครัฐและเอกชน

คณะจัดทำหนังสือคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์หวังว่าโครงการตำราคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ของมูลนิธิ สอวน. จะมีส่วนร่วมในการปฏิรูปการเรียนรู้และยกระดับมาตรฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของไทยให้เทียบเท่ากับระดับสากลเพื่อสนองพระดำริของสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์

คณะกรรมการโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.

คณะกรรมการที่ปรึกษา

- | | |
|--|------------------------|
| 1. ศาสตราจารย์ นายแพทย์จรัส สุวรรณเวลา | รองประธานมูลนิธิ สอวน. |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร. คุณหญิงสมณทา พรหมบุญ | กรรมการมูลนิธิ สอวน. |
| 3. รองศาสตราจารย์บุญรักษา สุนทรธรรม | กรรมการมูลนิธิ สอวน. |

คณะกรรมการดำเนินงานโครงการตำราฯ

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.พินิติ รตะนานุกูล (เลขาธิการมูลนิธิ สอวน.) | ประธาน |
| 2. รองศาสตราจารย์เย็นใจ สมวิเชียร | รองประธาน |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระเดช เจียรสุขสกุล | กรรมการ (คณิตศาสตร์) |
| 4. รองศาสตราจารย์ยืน ภู่วรรณ | กรรมการ (คอมพิวเตอร์) |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา จุณวัฒน์กุล | กรรมการ (เคมี) |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุทธิพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ์ | กรรมการ (ฟิสิกส์) |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจอง ประทีตสุนทรसार | กรรมการ (ชีววิทยา) |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย นาคะผดุงรัตน์ | กรรมการ (วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ) |
| 9. รองศาสตราจารย์ผ่องศรี จันท้าว | กรรมการ (ภูมิศาสตร์) |

คณะผู้เขียนวิชาชีววิทยา (มัธยมศึกษาตอนต้น)

- | | |
|---|---------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ประคอง ดังประพฤทธิกุล | ประธานคณะอนุกรรมการ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง | อนุกรรมการ |
| 3. รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน | อนุกรรมการ |
| 4. รองศาสตราจารย์นันทนา อังกินันท์ | อนุกรรมการ |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณณ สัตยาลัย | อนุกรรมการ |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจอง ประทีตสุนทรसार | อนุกรรมการ |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หุมพล คุณวาสี | อนุกรรมการ |

คำนำ

หนังสือชีววิทยาสำหรับนักเรียนระดับมัธยมต้น เป็นเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ระดับหน่วยเล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต การสืบพันธุ์ ลักษณะพันธุกรรมและการถ่ายทอดทางพันธุกรรมไปจนถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในโลก

หนังสือชีววิทยานี้ เป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนระดับมัธยมต้น เพื่อไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ ตามวัตถุประสงค์ของมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนากรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) เนื่องจากมีเนื้อหาและศัพท์เทคนิคมากพอ และยังเหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมต้นที่สนใจศึกษาชีววิทยาในระดับสูงขึ้น รวมทั้งผู้ที่สนใจเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตทั่วไป

หนังสือชีววิทยามีอยู่ด้วยกัน 2 เล่ม เล่มนี้เป็นเล่มที่ 2 ประกอบด้วย การสืบพันธุ์ของพืชและสัตว์ การสืบทอดทางพันธุกรรม ระบบสืบพันธุ์และการเจริญ เทคโนโลยีชีวภาพ นิเวศวิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพ และเล่มที่ 1 ที่ได้พิมพ์ไปแล้วประกอบด้วย สิ่งมีชีวิต หน่วยสิ่งมีชีวิต การดำรงชีพของพืชและสัตว์ ซึ่งคณะกรรมการผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือนี้คงเป็นประโยชน์ที่จะให้ความรู้ความเข้าใจแก่นักเรียนและผู้สนใจเกี่ยวกับเรื่องราวของสิ่งมีชีวิต

ที่ปรึกษา

ISBN 978-616-8242-15-5

ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สิทธิกรกุล

สงวนลิขสิทธิ์

Ph.D.(Zoology) University of Wisconsin Madison, USA.

จัดพิมพ์โดย มูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและ

รองศาสตราจารย์ ดร.กิ่งแก้ว วัฒนเสริมกิจ

พัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาในพระอุปถัมภ์

ปร.ด. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหิดล

สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชนี สิงห์อาษา

กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์

Ph.D. (Physiology) Queensland University, Australia

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2565 (2022)

ออกแบบปกโดย นายกฤษฎา คทาฐพนันท์

ผู้เขียน เล่มที่ 2

พิมพ์ที่ บริษัทด้านสหภาพการพิมพ์ จำกัด

รองศาสตราจารย์ ดร.ประคอง ตั้งประพจน์กุล

ผู้จัดจำหน่าย ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ph.D. (Reproductive Endocrinology)

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

The Weizmann Institute of Science, Israel

โทร.0-2218-9872 โทรสาร 0-2254-9495

รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน

Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ)

วท.ม. (พันธุศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร.0-2255-4433

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรธรณ สัตยาลัย

<http://www.chulabook.com>

ปรด.(ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหิดล

facebook page: Chulabook

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาจอง ประทีตสุนทรสาร

ร้านค้าติดต่อ แผนกขายส่ง สาขาหัวหมาก

PhD.(Ecology) University of Aberdeen, Scotland,UK.

โทร. 0-2374-1375-6

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุมพล คุณวาสี

โทรสาร 0-2374-1374

Ph.D. in Botany University of Innsbruck

	หน้า
บทที่ 1 การสืบพันธุ์	1
1. โครโมโซมและดีเอ็นเอ	2
2. การสืบพันธุ์ระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	6
2.1 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสกับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ	6
2.2 บทบาทของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์	14
3. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสกับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ	15
3.1 บทบาทของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ	19
4. การสืบพันธุ์กับการสืบทอดข้อมูลทางพันธุกรรม	20
5. สรุปเกี่ยวกับการสืบพันธุ์	21
คำถามท้ายบท	22
บทที่ 2 การสืบพันธุ์ของพืชดอก	23
2.1 สปอโรไฟต์ของพืชดอก	24
2.2 แกมีโทไฟต์ของพืชดอก	25
2.3 การถ่ายเรณูและการปฏิสนธิในพืชดอก	25
2.4 การกระจายเมล็ด	26
2.5 ความหลากหลายของดอกกับกระบวนการสืบพันธุ์	26
คำถามท้ายบท	28
บทที่ 3 ระบบสืบพันธุ์และการเจริญ	29
3.1 การสืบพันธุ์ของมนุษย์	29
3.2 ระบบสืบพันธุ์เพศชาย	31
3.3 ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง	32
3.4 รอบประจำเดือน	34
3.5 การปฏิสนธิและการเจริญ	35
3.6 การคุมกำเนิดและเทคโนโลยีช่วยผู้มีบุตรยากให้มีบุตร	39
3.7 ระบบสืบพันธุ์ของสัตว์	41
คำถามท้ายบท	44

	หน้า
บทที่ 4 ลักษณะพันธุกรรมและการถ่ายทอดทางพันธุกรรม	45
4.1 การศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของเมนเดล	45
4.2 ส่วนขยายพันธุศาสตร์ของเมนเดล	55
4.3 การวิเคราะห์พันธุประวัติ	59
4.4 โครงสร้างของยีน	62
4.5 ความผิดปกติของยีนและโครโมโซม	66
4.6 การนำความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์	69
คำถามท้ายบท	70
บทที่ 5 เทคโนโลยีชีวภาพ	73
5.1 เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	73
5.2 เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม	74
คำถามท้ายบท	76
บทที่ 6 นิเวศวิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพ	77
6.1 นิเวศวิทยา	77
6.1.1 ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพ	78
6.1.2 ประชากร	79
6.1.3 กลุ่มสิ่งมีชีวิต	80
6.1.4 ระบบนิเวศ	82
6.1.5 ทรัพยากรธรรมชาติ	88
6.2 ความหลากหลายทางชีวภาพ	101
6.2.1 ความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญ 3 ระดับ	101
6.2.2 ประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์	106
6.2.3 สาเหตุที่ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง	110
คำถามท้ายบท	115

บทที่ 1

การสืบพันธุ์

ผศ.ดร.อรรวรรณ สัตยาลัย

เมื่อตอนที่เรายังเป็นเด็กเล็ก ๆ เราคงเคยสังเกตเห็นแมวหรือสุนัขมีลูก หลังจากลูกแมวหรือลูกสุนัขเติบโตจนเท่ากับตัวพ่อแม่แล้วก็จะมีการหลานรุ่นต่อ ๆ ไป เราเริ่มสังเกตเห็นได้ว่าสัตว์และพืชสามารถมีลูกหลานที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่และบรรพบุรุษรุ่นก่อน ๆ ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด นั่นคือเริ่มเข้าใจว่าแมวต้องมีลูกเป็นแมว หมีแพนด้าต้องมีลูกเป็นหมีแพนด้า ช้างต้องมีลูกเป็นช้าง (ภาพที่ 1.1) หรือเมื่อต้นมะลิมีต้นใหม่ก็ยังคงเป็นมะลิต่อไปไม่สามารถเปลี่ยนเป็นต้นเฟื่องฟ้าได้ เราเรียนรู้ว่าสิ่งมีชีวิตสามารถผลิตลูกหลานรุ่นต่อ ๆ ไปได้เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิดสามารถสืบพันธุ์ได้ อย่างไรก็ตามบางคนอาจจะสงสัยว่าทำไมแมวมีลูกเป็นสุนัขไม่ได้ หรือต้นกุหลาบมีต้นใหม่เป็นต้นกล้วยไม้ไม่ได้ แต่ก็ยังไม่ทราบคำตอบที่มีเหตุผลเพียงพอที่จะทำให้เราเข้าใจได้ชัดเจน นอกจากคำตอบเพียงกว้าง ๆ ว่า ธรรมชาติกำหนดให้เป็นแบบนี้ ซึ่งดูเหมือนว่าไม่ได้ช่วยให้เกิดความเข้าใจมากขึ้นเลย จึงหวังว่าการเรียนในบทนี้จะช่วยให้เราตอบคำถามต่าง ๆ ที่เคยสงสัยเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตได้มากขึ้น

ในบทเรื่องการสืบพันธุ์นี้เราจะได้เรียนรู้ว่า การสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตนั้นไม่ว่าจะเป็นในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ล้วนมีพื้นฐานมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดระดับเซลล์ทั้งสิ้น เซลล์มีวิธีการอย่างไรในการผลิตเซลล์รุ่นใหม่ ๆ ที่มีข้อมูลทางพันธุกรรมบรรจุอยู่ในเช่นเดียวกับเซลล์รุ่นก่อนหน้า และจะได้เรียนรู้การค้นพบที่น่าตื่นตาตื่นใจของนักวิทยาศาสตร์ว่าสิ่งมีชีวิตมีวิธีการส่งต่อข้อมูลทางพันธุกรรมจากรุ่นพ่อแม่หรือรุ่นบรรพบุรุษก่อนหน้าไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้อย่างไรบ้าง ซึ่งเราจะพบว่าวิธีการสืบทอดข้อมูลจากรุ่นสู่รุ่นนั้นเป็นวิธีการที่มีการจัดระบบเป็นอย่างดีมาก



ก.

ข.

ค.

ภาพที่ 1.1 แสดง รุ่นพ่อ แม่และรุ่นลูกของสัตว์

ก. แมว ข. หมีแพนด้า ค. ช้าง

จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ทำให้เราทราบว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดเก็บข้อมูลทางพันธุกรรมของแต่ละชนิดหรือแต่ละเผ่าพันธุ์ไว้ภายในเซลล์และมีวิธีที่จะส่งต่อหรือสืบทอดข้อมูลเหล่านั้นไปยังรุ่นลูกหลาน หรือรุ่นถัดลงมาตามลำดับได้อย่างต่อเนื่อง และข้อมูลเหล่านี้เองที่ทำให้เราสามารถสังเกตเห็นลูกหลานมีลักษณะโดยรวมเหมือนบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ดังนั้นการสืบพันธุ์นอกจากจะเป็นการผลิตสิ่งมีชีวิตรุ่นต่อไปแล้วยังเป็นการสืบทอดข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจากรุ่นบรรพบุรุษไปยังลูกหลานรุ่นหลังอีกด้วย

1. โครโมโซมและดีเอ็นเอ

ข้อมูลของสิ่งมีชีวิตที่บรรจุภายในเซลล์และสามารถสืบทอดต่อไปให้รุ่นหลัง ๆ ได้ เรียกว่า **ข้อมูลทางพันธุกรรม (genetic information)** สิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกนี้บรรจุข้อมูลทางพันธุกรรมของแต่ละชนิดไว้ในโมเลกุลที่มีคุณสมบัติจำเพาะที่เหมาะสมกับการทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บข้อมูลและสามารถถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมไปยังรุ่นต่อไปได้ โมเลกุลนั้นก็คือ **ดีเอ็นเอ (DNA)** หรือ **ดีออกซีไรโบนิวคลีอิก แอซิด (deoxyribonucleic acid)** หรือ **สารพันธุกรรม** (ภาพที่ 1.2) ในปัจจุบันเราคงเคยได้ยินเรื่องการตรวจดีเอ็นเอ เพื่อพิสูจน์ความเป็นพ่อแม่ และลูกซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับการสืบพันธุ์และการสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมผ่านทางโมเลกุล ดีเอ็นเอ นั่นเอง

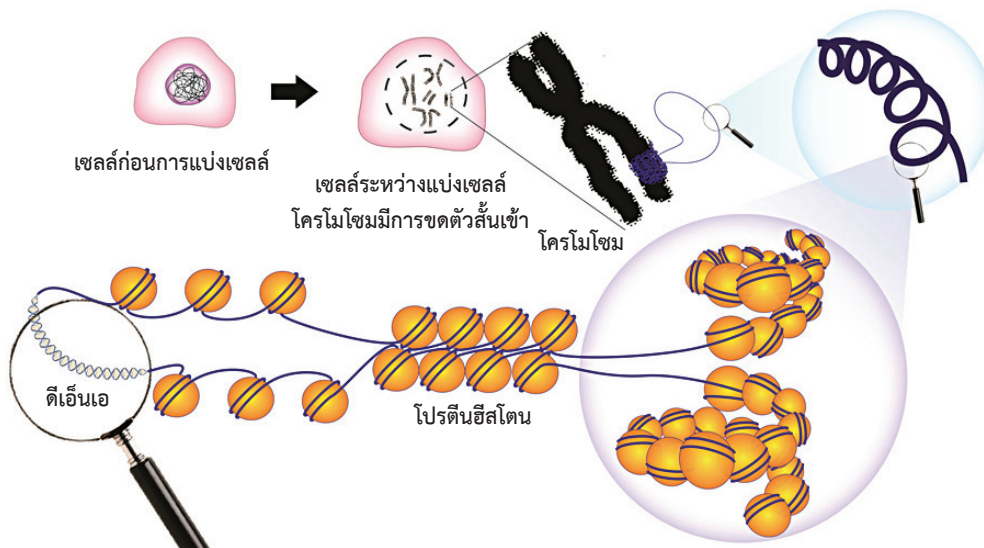


ภาพที่ 1.2 แสดงโครงสร้างระดับโมเลกุลของ ดีเอ็นเอ

ดัดแปลงจากภาพของ biology12victoria.blogspot.com และ Dreamstime.com

เมื่อศึกษาภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเพื่อติดตามว่า โมเลกุลดีเอ็นเอ อยู่ที่ใดภายในเซลล์ ซึ่งเราคงทราบว่าเซลล์เป็นหน่วยย่อยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง และนักวิทยาศาสตร์พบว่าสิ่งมีชีวิตบนโลกมีทั้งที่เป็น **สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (unicellular organism)** และ **สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (multicellular organism)** สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวนั้นมีขนาดเล็กมาก สามารถเห็นได้เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์เท่านั้น เช่น อมیب้า และ

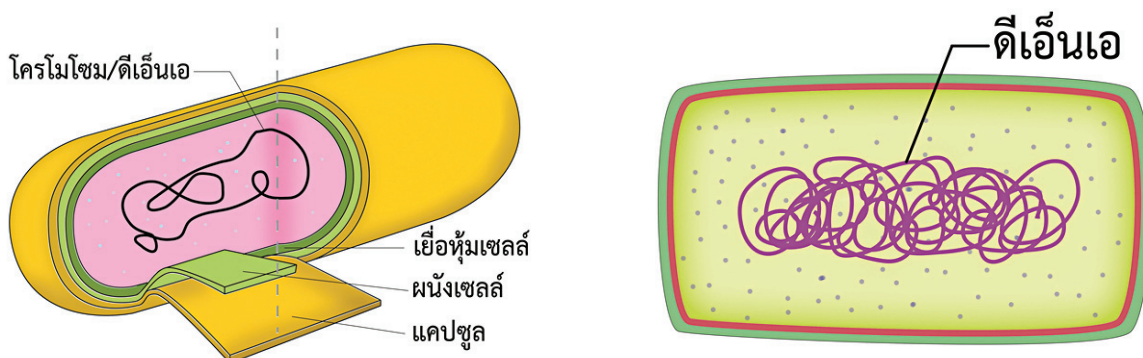
พารามีเซียม ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กรอบในน้ำ และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ได้แก่ พืชและสัตว์ต่าง ๆ ในแต่ละเซลล์ ไม่ว่าจะเป็นเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ล้วนมีหน่วยย่อยที่สำคัญ 2 ส่วนได้แก่ **นิวเคลียส (nucleus)** และ **ไซโทพลาซึม (cytoplasm)** ภายในนิวเคลียสซึ่งเป็นเสมือนศูนย์บัญชาการในการทำงานของเซลล์บรรจุโมเลกุลดีเอ็นเอซึ่งอยู่ร่วมกับโปรตีนฮิสโตน (histone) เกิดเป็นโครงสร้างภายในนิวเคลียสที่เรียกว่า **โครโมโซม (chromosome)** (ภาพที่ 1.3)



ภาพที่ 1.3 เซลล์ นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และ โครโมโซม

ดัดแปลงจากภาพของ adapainline.org

อย่างไรก็ดี ยังมีสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอีกกลุ่มหนึ่ง ได้แก่ แบคทีเรียต่าง ๆ ที่ไม่พบว่ามีนิวเคลียส แต่เซลล์เหล่านี้มีสารพันธุกรรมได้แก่ โมเลกุลดีเอ็นเออยู่ภายในเซลล์เช่นกัน (ภาพที่ 1.4) เพียงแต่ดีเอ็นเอของแบคทีเรียไม่ได้อยู่ร่วมกับโปรตีนฮิสโตนและไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสที่หุ้มเอาโครโมโซมไว้ในเช่นในเซลล์ที่มีนิวเคลียส การมีโมเลกุลของดีเอ็นเอในเซลล์แบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียสามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของแบคทีเรียแต่ละชนิดไปยังรุ่นลูกหลานถัดลงมาได้เช่นเดียวกับเซลล์ที่มีนิวเคลียส



ภาพที่ 1.4 เซลล์แบคทีเรีย และโมเลกุลดีเอ็นเอภายในเซลล์

ดัดแปลงจากภาพของ bbc.co.uk และ earthlife.net