

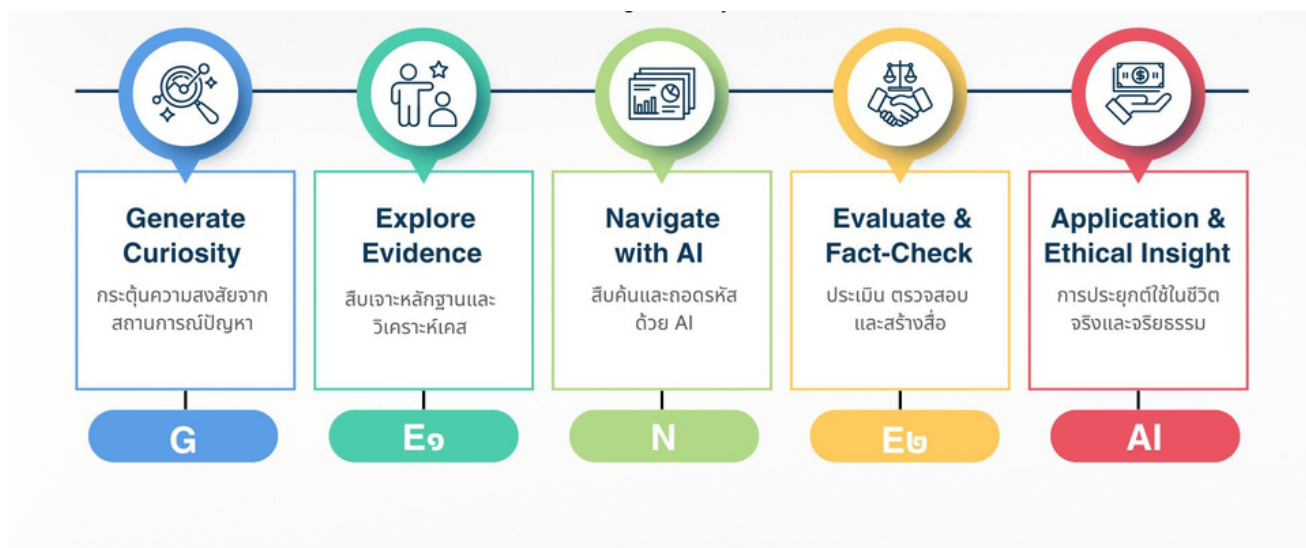


รายงานวิธีการปฏิบัติที่ดี (BEST PRACTICE)

การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาสู่การพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (ACTIVE LEARNING)

“ครูสอนดีมีนวัตกรรม ปีที่ ๕”

นวัตกรรม G-E-N-E-AI MODEL รูปแบบการจัดการเรียนรู้
ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้
ด้านพันธุศาสตร์และ AI LITERACY ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓
โรงเรียนบ้านปางเป็ย



นางสาวเมญาลินทร์ ดวงชตา

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

โรงเรียนบ้านปางเป็ย

รายงานวิธีการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาสู่การพัฒนา
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)
“ครูสอนดีมีนวัตกรรม ปีที่ ๕”

“นวัตกรรม G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวน
ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนบ้านปางเป๋ย”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

โรงเรียนบ้านปางเป๋ย อำเภอเมือง จังหวัดน่าน
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา น่าน เขต ๑
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

รายงานวิธีการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาสู่การพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) “ครูสอนดีมีนวัตกรรม ปีที่ ๕” นำเสนอนวัตกรรม G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนบ้านปางเป๋ย ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ ๒๑ และแนวทางการพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

นวัตกรรมดังกล่าวมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้กระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการประยุกต์ใช้ AI เป็นเครื่องมือในการสืบค้น วิเคราะห์ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง การทำงานร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสะท้อนผลการเรียนรู้ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทัน ตลอดจนเสริมสร้าง AI Literacy และความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์ อันเป็นทักษะสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตในอนาคต

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานวิธีการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนผู้บริหารสถานศึกษา ตลอดจนผู้ที่สนใจในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการบูรณาการ AI ในการศึกษา อีกทั้งสามารถนำแนวทางและนวัตกรรม G-E-N-E-AI Model ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสำคัญ มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอย่างยั่งยืน

ท้ายที่สุดนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ นายวิชาญ ปวนสุรินทร์ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปางเป๋ย ที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริม และให้คำปรึกษาในการดำเนินงาน ตลอดจนขอขอบคุณคณะครู นักเรียน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย ที่ให้ความร่วมมือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจ จนทำให้การพัฒนานวัตกรรมและการจัดทำรายงานวิธีการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

ครูโรงเรียนบ้านปางเป๋ย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๗
ชื่อผลงานหรือนวัตกรรม	๑
วัตถุประสงค์ KPA	๑
กระบวนการหรือขั้นตอนการดำเนินงาน	๑ - ๖
การนำนวัตกรรมไปใช้	๖ - ๗
วิธีการวัดผลและประเมินผล	๘
ปัจจัยหรือสิ่งสนับสนุนให้เกิดความสำเร็จ	๙
การเผยแพร่ผลงานหรือนวัตกรรม	๙
ภาคผนวก	
- หน่วยการเรียนรู้	๑๑
- แผนการสอน	๖๓
- QR Code คลิปวิดีโอการเรียนรู้	๑๐๖
- ร่องรอยหลักฐานอื่นๆ	๑๐๗

รายงานวิธีการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาสู่การพัฒนา
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)
“ครูสอนดีมีนวัตกรรม ปีที่ ๕”
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต ๑ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๙

๑. ชื่อผลงานหรือนวัตกรรม

G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนบ้านปางเป๋ย

๒. วัตถุประสงค์ KPA

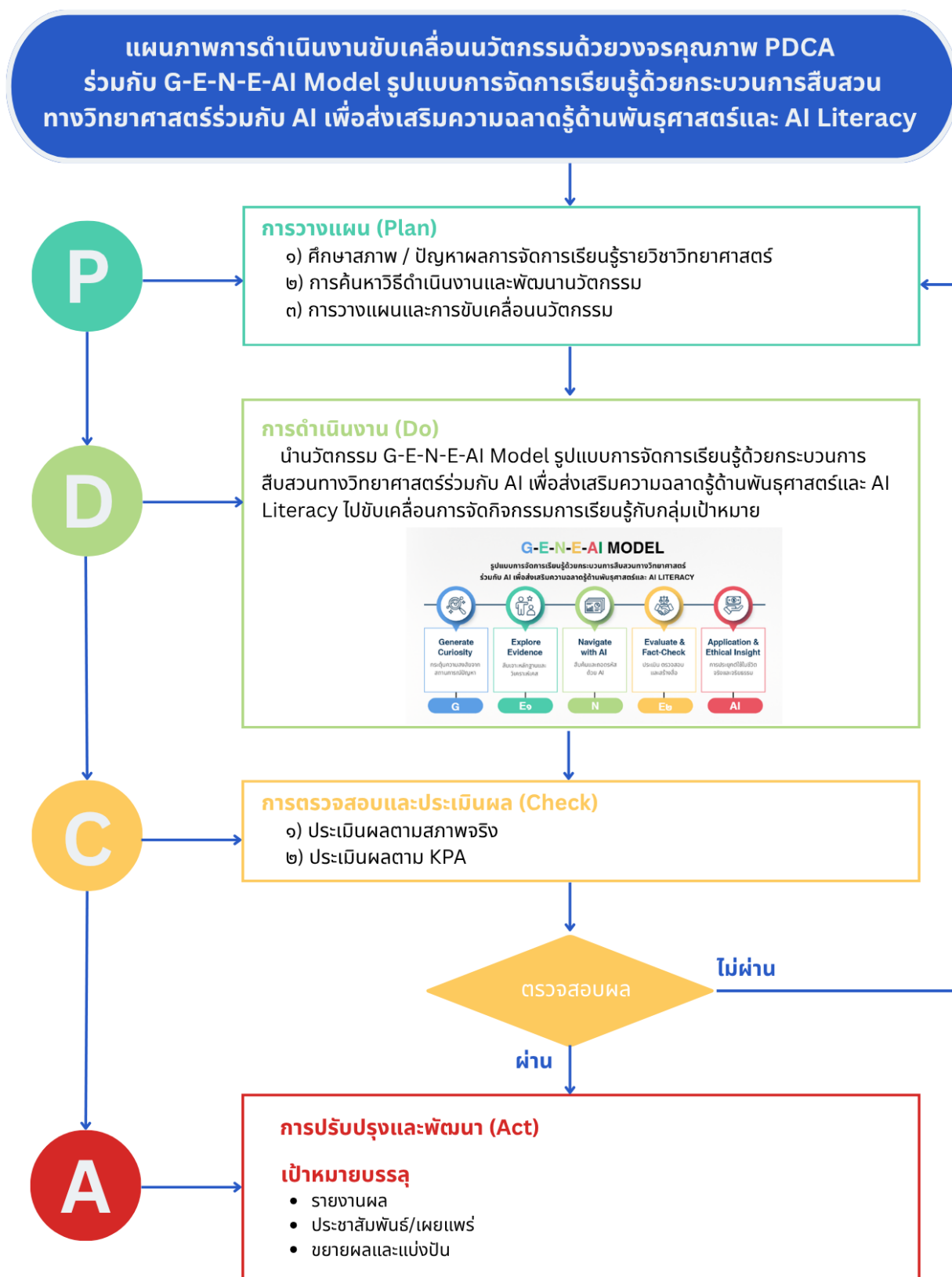
๑. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุการเกิดโรคทางพันธุกรรมจากการเปลี่ยนแปลงของยีน (โรคทาลัสซีเมีย, ภาวะตาบอดสี) และโครโมโซม (กลุ่มอาการดาวน์) พร้อมทั้งคำนวณโอกาสการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากกรณีศึกษาได้ถูกต้อง

๒. เพื่อส่งเสริมสมรรถนะความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและความสามารถในการคิด ผ่านการเขียนคำสั่ง AI (Prompt Engineering) การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Check) ข้อมูล AI เทียบกับหนังสือเรียน และการสรุปองค์ความรู้เป็นสื่อดิจิทัล Infographic

๓. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยเสนอแนวทางการป้องกันการวางแผนครอบครัว และมีวิจาร์ณญาณทางจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีพันธุศาสตร์และปัญญาประดิษฐ์

๓. กระบวนการหรือขั้นตอนการดำเนินงาน

นวัตกรรมวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) เรื่อง G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนบ้านปางเป๋ย ดำเนินการภายใต้หลักวงจรคุณภาพ PDCA (Plan – Do – Check – Act) สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการและนวัตกรรมวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศตาม Flow chart ดังต่อไปนี้



ภาพที่ ๑ แผนภาพการดำเนินงานขับเคลื่อนนวัตกรรมด้วยวงจรคุณภาพ PDCA ร่วมกับ G-E-N-E-AI Model

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นที่ ๑ การวางแผน (Plan)

๑. ศึกษาสภาพ / ปัญหาผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เรื่องพันธุกรรม ในปีการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า พบประเด็นปัญหาสำคัญ ๓ มิติ ดังนี้

๑.๑ ด้านองค์ความรู้ เนื้อหาเรื่องโรคทางพันธุกรรมมีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม นักเรียนมักใช้วิธีท่องจำ ขาดความเข้าใจเชิงลึก และไม่สามารถเชื่อมโยงไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

๑.๒ ด้านทักษะกระบวนการ รูปแบบการสอนเดิมเน้นครูเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนขาดโอกาสในการฝึกทักษะการสืบสอบ (Inquiry) และแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง ส่งผลให้ขาดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

๑.๓ ด้านสมรรถนะเทคโนโลยี นักเรียนเข้าถึง Generative AI ได้ง่าย แต่ยังขาดทักษะการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy) หลงเชื่อข้อมูลที่คลาดเคลื่อนหรือข้อมูลลวงทันทีโดยขาดการตรวจสอบ

๒. การค้นหาวิธิดำเนินงานและพัฒนานวัตกรรม ครูผู้สอนได้ศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ จึงได้ผสมกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์เข้ากับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเปลี่ยนบทบาทผู้เรียนให้เป็นนักสืบพันธุศาสตร์ จนเกิดเป็นนวัตกรรมเฉพาะที่ชื่อว่า “G-E-N-E-AI Model”

๓. การวางแผนและการขับเคลื่อนนวัตกรรม

๓.๑ ศึกษาเป้าหมายและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. ๒๕๕๑ ฉบับปรับปรุงแก้ไข พ.ศ. ๒๕๖๖ ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านปางเป๋ย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

๓.๒ กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้และตัวชี้วัด นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๙ คน

๑) เป้าหมายด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุการเกิดโรคทางพันธุกรรมจากการเปลี่ยนแปลงของยีน (โรคทาลัสซีเมีย, ภาวะตาบอดสี) และการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม (กลุ่มอาการดาวน์) จากกรณีศึกษา (Case File) ได้ในระดับดีมากขึ้นไป ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๘๐

๒) เป้าหมายด้านทักษะ (P) นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-check) ของข้อมูลที่ได้จาก AI เทียบกับแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ และสรุปองค์ความรู้เป็นสื่อดิจิทัล Infographic ได้อย่างเป็นระบบ ได้ในระดับดีมากขึ้นไป ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๘๐

๓) เป้าหมายด้านเจตคติ (A) นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยเสนอแนวทางการป้องกันและการตัดสินใจด้านสุขภาพ (เช่น การวางแผนครอบครัวและการรักษาแพทย์ก่อนแต่งงาน) ในชีวิตจริง ได้ในระดับดีมากขึ้นไป ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๘๐

๓.๓ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ จัดทำหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม โดยใช้ G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy เพื่อเน้นย้ำทักษะการคิดวิเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูลขั้นสูง

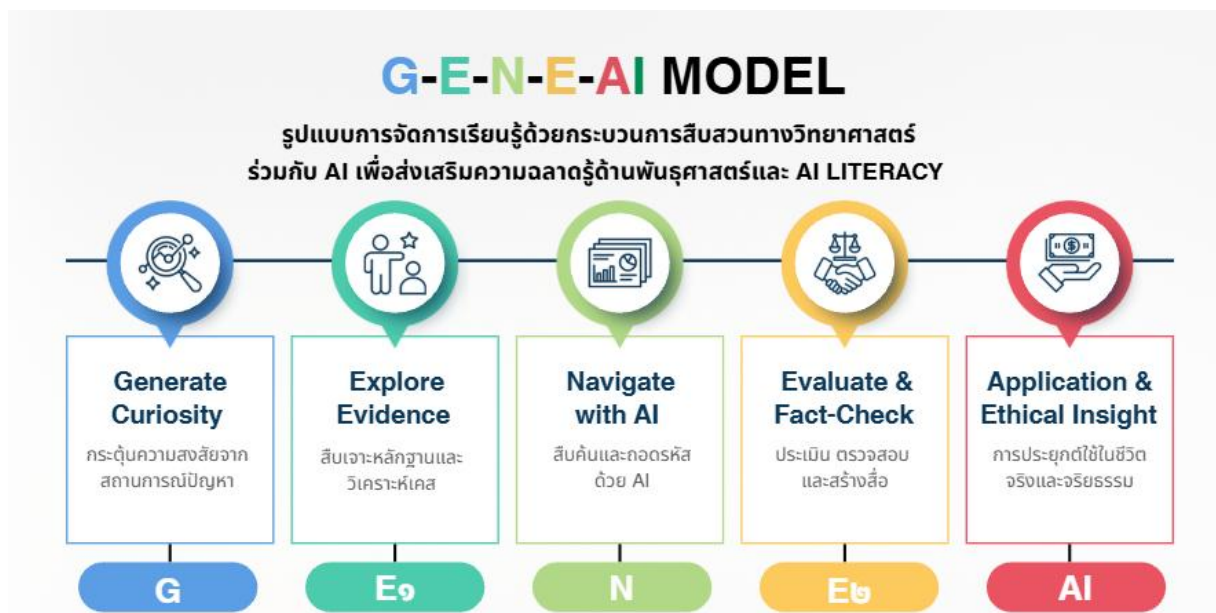
๓.๔ วางแผนการประเมิน โดยกำหนดวิธีการและเครื่องมือประเมินวัดผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง ๓ ด้าน

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

ขั้นที่ ๒ การดำเนินงาน (Do)

๑. นำนวัตกรรม G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy ไปขับเคลื่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนบ้านปางเป๋ย จำนวน ๙ คน โดยมีลำดับขั้นตอนปฏิบัติการตามวงจรการเรียนรู้ ๕ ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ ๒ โมเดลนวัตกรรม G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy

ขั้นที่ ๑ G - Generate Curiosity (กระตุ้นความสงสัยจากสถานการณ์ปัญหา)

ดำเนินกิจกรรมกระตุ้นนักเรียนโดยจำลองสถานการณ์และมอบหมายบทบาทสมมติให้นักเรียนเป็น นักสืบพันธุศาสตร์ (Genetic Detective) เพื่อสร้างแรงขับเคลื่อนภายในและเปลี่ยนห้องเรียนให้เป็นพื้นที่สืบสวนคดีลับทางการแพทย์

ขั้นที่ ๒ E๑ - Explore Evidence (สืบเจาะหลักฐานและวิเคราะห์เคส)

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์แฟ้มคดีลับ (Case File) ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลอาการวิทยา ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ และประวัติครอบครัวของผู้ป่วย เพื่อฝึกทักษะการจำแนกข้อมูลแยกแยะระหว่างโรคที่เกิดจากความผิดปกติของยีนและโครโมโซม

ขั้นที่ ๓ N - Navigate with AI (สืบค้นและถอดรหัสด้วย AI)

นักเรียนใช้เทคโนโลยี Generative AI เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ โดยปฏิบัติการตาม AI Prompt Guide ที่ครูผู้สอนออกแบบขึ้น เพื่อสืบค้นข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกการเกิดโรค และคำนวณค่าสถิติโอกาสความเสี่ยงในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

ขั้นที่ ๔ E๒ - Evaluate & Fact-Check (ประเมิน ตรวจสอบ และสร้างสื่อ)

กระบวนการสำคัญในการสร้างการเรียนรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (Literacy) โดยให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จาก AI มาทำการประเมินและคัดกรอง เปรียบเทียบข้อเท็จจริงกับหนังสือเรียนและแหล่งอ้างอิงของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อสืบค้นหาจุดลวง ก่อนจะนำองค์ความรู้ที่กลั่นกรองแล้วมาสังเคราะห์เป็นสื่อดิจิทัล Infographic ผ่านแพลตฟอร์มสร้างสรรค์

ขั้นที่ ๕ AI – Application & Ethical Insight (การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงและจริยธรรม)

นักเรียนร่วมกันถอดบทเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้สู่การดำเนินชีวิตจริง เช่น การตรวจคัดกรองสภาพทางพันธุกรรมก่อนการสมรส พร้อมทั้งร่วมกันสร้างข้อตกลงเกี่ยวกับจริยธรรมในการใช้งานเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และวิทยาศาสตร์การแพทย์อย่างปลอดภัย

ขั้นที่ ๓ การตรวจสอบและประเมินผล (Check)

ครูผู้สอนได้ดำเนินการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๙ คน หลังสิ้นสุดกิจกรรม พบผลลัพธ์ดังนี้

๑. ด้านองค์ความรู้ (Cognitive) นักเรียนร้อยละ ๑๐๐ ผ่านเกณฑ์การประเมินจากแฟ้มคดีลับ สามารถวิเคราะห์สาเหตุของโรคทางพันธุกรรมได้อย่างถูกต้องเชิงลึก เปลี่ยนพฤติกรรมจากการท่องจำ มาสู่ความเข้าใจที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

๒. ด้านทักษะกระบวนการ (Process) นักเรียนร้อยละ ๑๐๐ มีส่วนร่วมในกิจกรรมเชิงรุก (Active Learning) ในระดับดีมาก สามารถสวมบทบาทเป็นนักสืบวิทยาศาสตร์ ค้นหาและแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

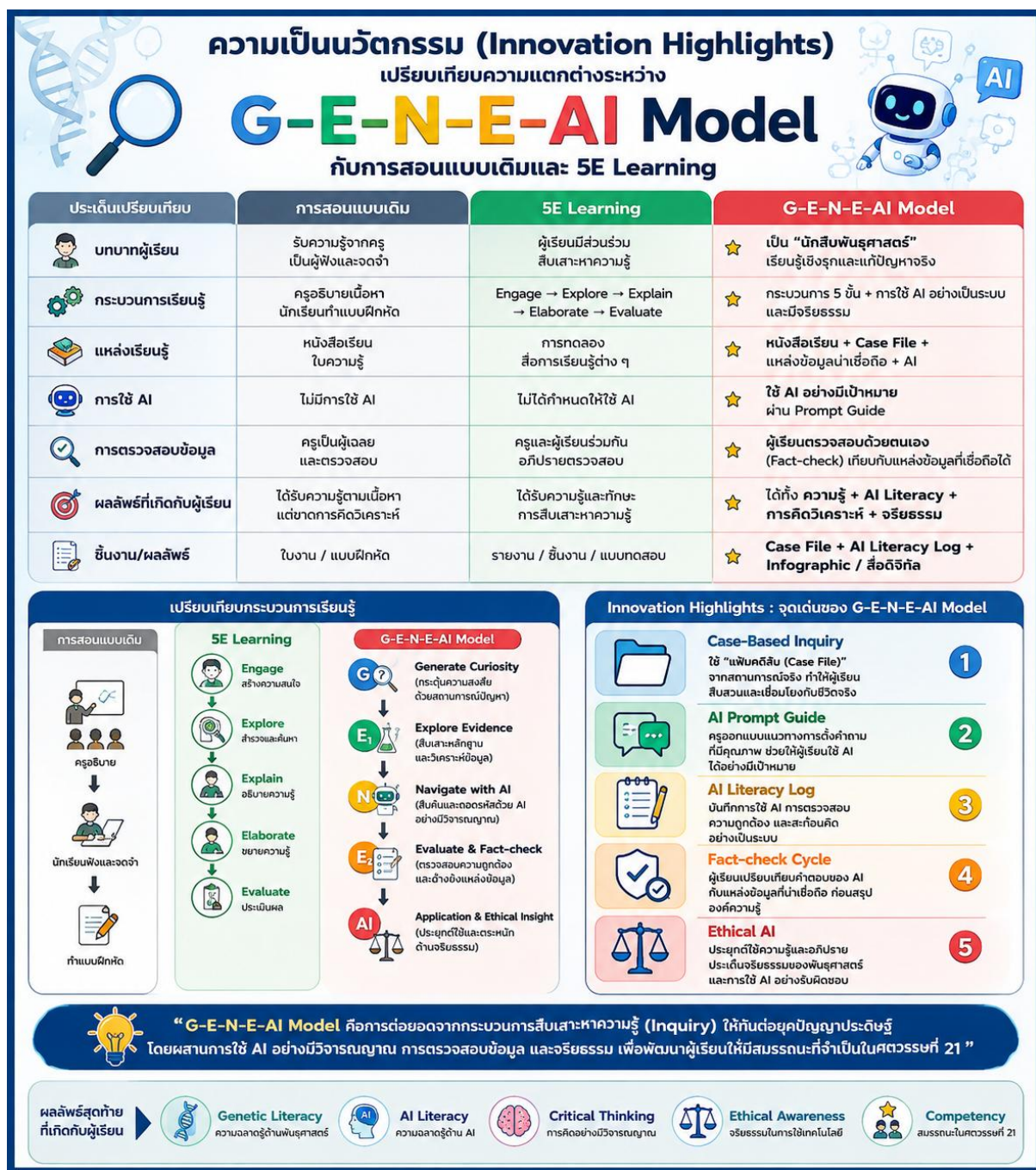
๓. ด้านสมรรถนะเทคโนโลยี (Digital) นักเรียนร้อยละ ๑๐๐ เกิดทักษะการสั่งงาน AI (Prompt Engineering) และผ่านเกณฑ์ประเมินชิ้นงาน Infographic โดยแสดงให้เห็นถึงทักษะการคิดขั้นสูงในการตรวจสอบข้อมูล (Fact-check) เพื่อจับผิดข้อผิดพลาดของ AI ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ ๔ การปรับปรุงและพัฒนา (Act)

๑. นำผลการประเมินมาปรับปรุงแผนการสอน โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินมาปรับปรุงกลวิธีการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ และสื่อการสอนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถและความต้องการของผู้เรียน ออกแบบกิจกรรมเสริมสำหรับผู้เรียนที่ยังต้องการการพัฒนาเพิ่มเติม และกิจกรรมท้าทายสำหรับผู้เรียนที่มีศักยภาพสูง

๒. พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยเข้าร่วมการอบรมสัมมนาเกี่ยวกับรูปแบบการสอนและเทคนิคการสอน ศึกษาค้นคว้างานวิจัยและนวัตกรรมใหม่ ๆ ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เข้าร่วมชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และขอคำแนะนำจากเพื่อนครู

๓. ขยายผลและแบ่งปัน โดยนำเสนอผลงานและแนวปฏิบัติที่ดีที่ประสบความสำเร็จในเวทีวิชาการ หรือในกลุ่ม PLC ของโรงเรียน จัดทำสื่อเผยแพร่ที่เป็นประโยชน์สำหรับครูท่านอื่น ๆ



ภาพที่ ๓ ความเป็นนวัตกรรมของ G-E-N-E-AI Model ซึ่งพัฒนาต่อยอดจากแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) และรูปแบบ 5E Learning โดยบูรณาการการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) อย่างมีวิจารณญาณ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Fact-check) และการตระหนักรู้ด้านจริยธรรมในการใช้ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy อันนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ ๒๑

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”
นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

๔. การนำนวัตกรรมไปใช้

๔.๑ ด้านนักเรียน

ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ (เชิงปริมาณและคุณภาพ)

๑) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนบ้านปางเป๋ย จำนวน ๙ คน สามารถอธิบายสาเหตุการเกิดโรคทางพันธุกรรมจากการเปลี่ยนแปลงของยีน (โรคทาลัสซีเมีย, ภาวะตาบอดสี) และการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม (กลุ่มอาการดาวน์) จากกรณีศึกษา (Case File) ได้อย่างถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ ๙.๓๓ คะแนน (คิดเป็นร้อยละ ๙๓.๓๓)

๒) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนบ้านปางเป๋ย จำนวน ๙ คน สามารถตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-check) ของข้อมูลที่ได้จาก AI เทียบกับแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ และสรุปองค์ความรู้เป็นสื่อดิจิทัล (Infographic) ได้อย่างเป็นระบบ คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ ๑๙.๓๓ คะแนน (คิดเป็นร้อยละ ๙๖.๖๗)

๓) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนบ้านปางเป๋ย จำนวน ๙ คน ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยเสนอแนวทางการป้องกันและการตัดสินใจด้านสุขภาพ (เช่น การวางแผนครอบครัวและการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน) ในชีวิตจริง คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ ๙.๕๖ คะแนน (คิดเป็นร้อยละ ๙๕.๕๖)

ชิ้นงาน/ภาระงานเชิงประจักษ์ที่เกิดขึ้นจริง

๑) แฟ้มคดีลับ (Case File) ที่ได้รับการแก้ไขและวิเคราะห์ถูกต้อง จำนวน ๓ ชุด

๒) แบบบันทึก AI Literacy Log แสดงร่องรอยการสั่งงาน (Prompt) และการจับผิด AI จำนวน ๓ แผ่น

๓) สื่อดิจิทัล Infographic สรุปโรคทางพันธุกรรมผ่านแอปพลิเคชัน ChatGPT จำนวน ๓ ชิ้นงาน

๔.๒ ด้านครูผู้สอน

๑) ครูผู้สอนได้นำวัตกรรมการจัดการเรียนรู้รูปแบบใหม่ (G-E-N-E-AI Model) ที่ปรับบทบาทจากการเป็นผู้บรรยายหน้าชั้นเรียนมาเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และใช้ด้านเทคโนโลยีโดยทำหน้าที่กระตุ้นความคิด แนะนำแนวทางการสืบค้นข้อมูล และคอยช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

๒) ครูผู้สอนได้ยกระดับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคนิคการสอนเชิงรุก และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) สามารถออกแบบเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ที่ทันสมัย เช่น AI Prompt Guide และ AI Literacy Log ซึ่งเป็นนวัตกรรมการสอนชิ้นใหม่ที่น่าไปต่อยอดใช้กับเนื้อหาบทเรียนอื่น ๆ ได้

๓) ครูผู้สอนมีผลงานนวัตกรรมการปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ที่เป็นรูปธรรม และผ่านการประเมินจากผู้บริหารสถานศึกษาในระดับดีมาก พร้อมทั้งจะนำไปเผยแพร่ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชุมชนวิชาชีพ (PLC) ทั้งในระดับโรงเรียนและระดับเขตพื้นที่การศึกษา

๔.๓ ด้านสถานศึกษา

๑) โรงเรียนบ้านปางเป๋ยประสบความสำเร็จในการขับเคลื่อนหลักสูตรสถานศึกษาสู่การพัฒนาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน มีต้นแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง ตอบโจทย์ตามเกณฑ์และมาตรฐานตัวชี้วัดฉบับปรับปรุง พุทธศักราช ๒๕๖๖

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

๒) โรงเรียนบ้านปางเป๋ยมีรูปแบบห้องเรียนวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าเทคโนโลยีศตวรรษที่ ๒๑ มีการส่งเสริมให้นักเรียนใช้สมาร์ทโฟนและอินเทอร์เน็ตในการสร้างองค์ความรู้และสร้างวัฒนธรรมการใช้เทคโนโลยีอย่างมีจริยธรรมให้เกิดขึ้นในสถานศึกษา

๓) โรงเรียนบ้านปางเป๋ยส่งเสริมให้ครูสร้างสรรค์นวัตกรรมร่วมกับ AI จนเกิดเป็นผลงาน Best Practice ช่วยยกระดับวิทยฐานะของบุคลากร และสร้างภาพลักษณ์ความทันสมัยให้แก่โรงเรียนในฐานะสถานศึกษาที่พร้อมพัฒนาผู้เรียนให้มีความฉลาดรู้ดิจิทัล (Digital Literacy) แก่ชุมชนและสาธารณชน

๕. วิธีการวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
๑. เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุการเกิดโรคทางพันธุกรรมจากการเปลี่ยนแปลงของยีน (โรคทาลัสซีเมีย, ภาวะตาบอดสี) และโครโมโซม (กลุ่มอาการดาวน์) พร้อมทั้งคำนวณโอกาสการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากกรณีศึกษาได้ถูกต้อง (K)	- ตรวจแฟ้มคดีลับ (Case File)	- เฉลยแฟ้มคดีลับ (Case File) - แบบประเมิน การตอบคำถามใน Case File	ได้คะแนนรวม ๘ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐ ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
๒. เพื่อส่งเสริมสมรรถนะความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและความสามารถในการคิด ผ่านการเขียนคำสั่ง AI (Prompt Engineering) การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Check) ข้อมูล AI เทียบกับหนังสือเรียน และการสรุปองค์ความรู้เป็นสื่อดิจิทัล Infographic (P)	- ตรวจแบบบันทึก AI Literacy Log - ตรวจผลงาน Infographic สรุปโรคทางพันธุกรรม	- Rubric ประเมิน AI Literacy Log - Rubric ประเมิน ผลงาน Infographic	ได้คะแนนรวม ๑๖ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๒๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐ ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
๓. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยเสนอแนวทางการป้องกันการวางแผนครอบครัว และมีวิจาร์ณญาณทางจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีพันธุศาสตร์และปัญญาประดิษฐ์ (A)	- สังเกตการอภิปรายและการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนครอบครัวและการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน	- แบบสังเกตพฤติกรรมการอภิปรายและการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตจริง	ได้คะแนนรวม ๘ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐ ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

๖. ปัจจัยหรือสิ่งสนับสนุนให้เกิดความสำเร็จ

๑. การออกแบบนวัตกรรมสื่อที่สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยการใช้ธีมแฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม (TOP SECRET) และสวมบทบาทนักสืบกระตุ้นความใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน

๒. การจัดทำ AI Prompt Guide (บัตรคำสั่งสำเร็จรูป) ช่วยลดความสับสนและแนะนำแนวทางการตั้งคำถาม AI ที่ถูกต้อง ป้องกันไม่ให้นักเรียนหลงทางในการสืบค้น

๓. ระบบการตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-check) AI Literacy Log เป็นปัจจัยสำคัญที่ฝึกให้นักเรียนไม่เชื่อ AI ทั้งหมด แต่นำข้อมูลมาเทียบเคียงกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์

๔. การสนับสนุนด้านบรรยากาศและเทคโนโลยีในชั้นเรียน การได้รับการสนับสนุนสัญญาณอินเทอร์เน็ต สมาร์ทโฟน และการนิเทศกำกับดูแลจากผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปางเป้อย่างต่อเนื่อง

๗. การเผยแพร่ผลงานหรือนวัตกรรม

๑. นำนวัตกรรม G-E-N-E-AI Model เข้าสู่กระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชุมชนวิชาชีพครู (PLC) ของโรงเรียนบ้านปางเป้อย เพื่อเป็นแนวทางให้คุณครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ นำรูปแบบไปปรับใช้ในการพัฒนาการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy) ในรายวิชาของตนเอง

๒. จัดทำคลังข้อมูลดิจิทัล เผยแพร่แฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม (TOP SECRET) ซึ่งประกอบด้วย Case File (แฟ้มคดี ๐๐๑, ๐๐๒ และ ๐๐๓), AI Prompt Guide (บัตรคำสั่งสำเร็จรูป), AI Literacy Log (แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์) และตัวอย่างชิ้นงานของนักเรียนผ่านช่องทางออนไลน์ เว็บไซต์โรงเรียนบ้านปางเป้อย เพื่อให้สถานศึกษาอื่นที่มีบริบทใกล้เคียงกันสามารถนำนวัตกรรมนี้ไปประยุกต์ใช้ในการยกระดับสมรรถนะผู้เรียนในศตวรรษที่ ๒๑ ได้อย่างกว้างขวาง

ภาคผนวก

- หน่วยการเรียนรู้
- แผนการจัดการเรียนรู้
- คลิปวิดีโอ การนำแผนสู่การปฏิบัติ
- ร่องรอยหลักฐานอื่นๆ

หน่วยการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว ๒๓๑๐๑
หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เวลาเรียน ๑๕ ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒

๑. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว ๒๓๑๐๑

หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เวลาเรียน ๑๕ ชั่วโมง

๒. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว ๑.๓

เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดระหว่างทาง

- ว ๑.๓ ม.๓/๑ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน ดีเอ็นเอ และโครโมโซม โดยใช้แบบจำลอง
- ว ๑.๓ ม.๓/๒ อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากการผสม โดยพิจารณาลักษณะเดี่ยวที่แอลลีลเด่นข่ม แอลลีลด้อยอย่างสมบูรณ์
- ว ๑.๓ ม.๓/๓ อธิบายการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูก และคำนวณอัตราส่วนการเกิดจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของรุ่นลูก
- ว ๑.๓ ม.๓/๔ อธิบายความแตกต่างของการแบ่งเซลล์ แบบไมโทซิสและไมโอซิส
- ว ๑.๓ ม.๓/๕ บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมอาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรค ทางพันธุกรรม
- ว ๑.๓ ม.๓/๗ อธิบายการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้

ตัวชี้วัดปลายทาง

- ว ๑.๓ ม.๓/๖ ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่ก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์ เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรค ทางพันธุกรรม
- ว ๑.๓ ม.๓/๘ ตระหนักถึงประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยการเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุน

๓. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ลักษณะทางพันธุกรรม เช่น หน้าตา เส้นผม ตีงหู เชิงหน้าผาก ลักยิ้ม การห่อลิ้น สันจมูก และการกระดกนิ้วหัวแม่มือสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม

โครโมโซมมีลักษณะคล้ายตัว X แต่ละโครโมโซมประกอบด้วย ๒ โครมาทิด ยึดติดกันตรงตำแหน่งที่เรียกว่า เซนโทรเมียร์ ทำหน้าที่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกหลาน

สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน ส่วนสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันอาจมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือแตกต่างกันได้

มนุษย์มีโครโมโซม ๒๓ คู่ เป็นออโตโซม ๒๒ คู่ และโครโมโซมเพศ ๑ คู่ เพศหญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX เพศชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY

โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนมีความสัมพันธ์กันโดยโครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอและโปรตีน ขดอยู่ในนิวเคลียส ซึ่งบางส่วนของดีเอ็นเอทำหน้าที่เป็นยีนที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต

เมนเดลได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของต้นถั่วชนิดหนึ่ง ซึ่งนำมาสู่หลักการพื้นฐานของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมเป็น ๒ ชุด ยีนแต่ละตำแหน่งบนโครโมโซมคู่เหมือนมี ๒ แอลลีล โดยแอลลีลหนึ่งมาจากพ่อ และอีกแอลลีลหนึ่งมาจากแม่ ซึ่งอาจมีรูปแบบเดียวกัน หรือแตกต่างกัน แอลลีลที่แตกต่างกันนี้ แอลลีลหนึ่งอาจมีการแสดงออกข่มอีกแอลลีลหนึ่งได้ เรียกแอลลีลนั้นว่า แอลลีลเด่น ส่วนแอลลีลที่ถูกข่มอย่างสมบูรณ์ เรียกว่า แอลลีลด้อย เมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แอลลีลที่เป็นคู่กันในแต่ละโครโมโซมคู่เหมือนจะแยกจากกันไปสู่เซลล์สืบพันธุ์แต่ละเซลล์ โดยแต่ละเซลล์สืบพันธุ์จะได้รับเพียง ๑ แอลลีล และจะมาเข้าคู่กับแอลลีลที่ตำแหน่งเดียวกันของอีกเซลล์สืบพันธุ์หนึ่งเมื่อเกิดการปฏิสนธิ ทำให้เกิดเป็นจีโนไทป์และแสดงฟีโนไทป์ในรุ่นลูก

การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมี ๒ แบบ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ได้เซลล์ใหม่ ๒ เซลล์ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ได้เซลล์ใหม่ ๔ เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น

การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เช่น โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน กลุ่มอาการดาวน์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม

โรคทางพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่ไปยังลูกได้ ดังนั้นก่อนแต่งงานและมีบุตรจึงควรป้องกันโดยการตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงจากการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม

พันธุวิศวกรรม คือ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการดัดแปลงยีน เพื่อให้ได้ยีนที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

ความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์มีความก้าวหน้ามากขึ้น นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้และเทคนิคทางชีววิทยาที่เรียกว่า เทคโนโลยีชีวภาพ มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านการผลิตอาหาร และด้านกฎหมาย

แม้ว่าเทคโนโลยีชีวภาพจะสามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ได้อย่างหลากหลาย แต่การใช้เทคโนโลยีชีวภาพก็จำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปด้วยเสมอ

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

๔. สารการเรียนรู้

๔.๑ สารการเรียนรู้แกนกลาง

- ลักษณะทางพันธุกรรม
- โครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน
- การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต (ทฤษฎีของเมนเดล)
- การแบ่งเซลล์
- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
- โรคทางพันธุกรรม (กลุ่มอาการดาวน์, โรคทาลัสซีเมีย และภาวะตาบอดสี)
- การป้องกันการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม
- เทคโนโลยีชีวภาพ
- การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ
- ผลของเทคโนโลยีชีวภาพ

๔.๒ สารการเรียนรู้ท้องถิ่น

- การศึกษาการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม หรือพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นในชุมชน

๕. สมรรถนะที่สำคัญ

- ☒ ๑. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ ๒. ความสามารถในการคิด
- ☒ ๓. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☒ ๔. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☒ ๕. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

๖. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ๑. มีวินัย
- ๒. ใฝ่เรียนรู้
- ๓. มุ่งมั่นในการทำงาน
- ๔. มีจิตวิทยาศาสตร์

๗. ชิ้นงาน/ภาระงาน

ระหว่างการจัดกิจกรรม

- สังเกตลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม
- สังเกตโครโมโซม
- สืบค้นข้อมูลจำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต
- สืบค้นข้อมูลการสร้างอสุจิและไข่
- สร้างแบบจำลองโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน
- สังเกตโอกาสการเข้าคู่กันของยีน

- สังเกตการแบ่งเซลล์
- สืบค้นข้อมูลการแบ่งเซลล์
- สร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์
- สืบค้นข้อมูลโรคทางพันธุกรรม
- Infographic สรุปโรคทางพันธุกรรม
- สืบค้นข้อมูลการป้องกันการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม
- สืบค้นข้อมูลพันธุวิศวกรรม
- สืบค้นข้อมูลการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ

สิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- การประเมินด้วยแบบทดสอบ

๘. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

๘.๑ การประเมินระหว่างการจัดการเรียนรู้ (ตัวชี้วัดระหว่างทาง)

แผนการจัดการเรียนรู้	ด้านความรู้ (K)	ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และจิตวิทยาศาสตร์ (A)
แผนที่ ๑ เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม	๑. ซักถามความรู้เรื่องลักษณะทางพันธุกรรม ๒. ตรวจสอบงานหรือภาระงานของกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน ๓. ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน	๑. ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินทักษะการคิดโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม ๓. ประเมินทักษะการแก้ปัญหาโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม ๔. ประเมินพฤติกรรมในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	ด้านความรู้ (K)	ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และจิตวิทยาศาสตร์ (A)
แผนที่ ๒ เรื่อง โครโมโซม	๑. ซักถามความรู้เรื่องโครโมโซม ๒. ตรวจชิ้นงานหรือภาระงานของกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม ๓. ประเมินทักษะการแก้ปัญหาโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม ๔. ประเมินพฤติกรรมในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม โดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
แผนที่ ๓ เรื่อง จำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต	๑. ซักถามความรู้เรื่องจำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต ๒. ตรวจชิ้นงานหรือภาระงานของกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	ด้านความรู้ (K)	ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และจิตวิทยาศาสตร์ (A)
แผนที่ ๔ เรื่อง โครโมโซม ในร่างกายของ มนุษย์	๑. ซักถามความรู้เรื่อง โครโมโซมในร่างกายของ มนุษย์ ๒. ตรวจสอบงานหรือภาระ งานของกิจกรรมฝึกทักษะ ระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงาน กลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมใน การปฏิบัติกิจกรรมเป็น รายบุคคลหรือรายกลุ่มโดย การสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทาง วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์
แผนที่ ๕ เรื่อง ความสัมพันธ์ของ โครโมโซม ดีเอ็น เอ และยีน	๑. ซักถามความรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน ๒. ตรวจสอบงานหรือภาระ งานของกิจกรรมฝึกทักษะ ระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัด ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงาน กลุ่ม ๓. ประเมินทักษะการ แก้ปัญหาโดยการสังเกต การทำงานกลุ่ม ๔. ประเมินพฤติกรรมใน การปฏิบัติกิจกรรมเป็น รายบุคคลหรือรายกลุ่มโดย การสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทาง วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์
แผนที่ ๖ เรื่อง ทฤษฎีของ เมนเดล	๑. ซักถามความรู้เรื่อง ทฤษฎีของเมนเดล ๒. ตรวจสอบงานหรือภาระ งานของกิจกรรมฝึกทักษะ ระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงาน กลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมใน การปฏิบัติกิจกรรมเป็น รายบุคคลหรือรายกลุ่มโดย การสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทาง วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	ด้านความรู้ (K)	ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และจิตวิทยาศาสตร์ (A)
แผนที่ ๗ เรื่อง โอกาสการ เข้าคู่กันของยีน	๑. ซักถามความรู้เรื่อง โอกาสการเข้าคู่กันของยีน ๒. ตรวจชิ้นงานหรือภาระ งานของกิจกรรมฝึกทักษะ ระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงาน กลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมใน การปฏิบัติกิจกรรมเป็น รายบุคคลหรือรายกลุ่มโดย การสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทาง วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์
แผนที่ ๘ เรื่อง การแบ่ง เซลล์ (๑)	๑. ซักถามความรู้เรื่องการ แบ่งเซลล์ ๒. ตรวจชิ้นงานหรือภาระ งานของกิจกรรมฝึกทักษะ ระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงาน กลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมใน การปฏิบัติกิจกรรมเป็น รายบุคคลหรือรายกลุ่มโดย การสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทาง วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์
แผนที่ ๙ เรื่อง การแบ่ง เซลล์ (๒)	๑. ซักถามความรู้เรื่องการ แบ่งเซลล์ ๒. ตรวจชิ้นงานหรือภาระ งานของกิจกรรมฝึกทักษะ ระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงาน กลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมใน การปฏิบัติกิจกรรมเป็น รายบุคคลหรือรายกลุ่มโดย การสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทาง วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์เป็น รายบุคคลโดยการสังเกต และใช้แบบวัดเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	ด้านความรู้ (K)	ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และจิตวิทยาศาสตร์ (A)
แผนที่ ๑๐ เรื่อง การแบ่งเซลล์ (๓)	๑. ซักถามความรู้เรื่องการแบ่งเซลล์ ๒. ตรวจสอบงานหรือภาระงานของกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
แผนที่ ๑๑ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม	๑. ตรวจแฟ้มคดีลับ (Case File)	๑. ตรวจสอบบันทึก AI Literacy Log ๒. ตรวจสอบผลงาน Infographic สรุปโรคทางพันธุกรรม	๑. สังเกตการอภิปรายและการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนครอบครัวและการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน
แผนที่ ๑๒ เรื่อง การป้องกันการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม	๑. ตรวจสอบบันทึก Case File / AI Literacy Log	๑. ตรวจสอบ AI Literacy Log ๒. ตรวจสอบผลงาน Infographic รณรงค์การป้องกันโรคทางพันธุกรรม	๑. สังเกตการอภิปรายการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน และประเด็นจริยธรรมเทคโนโลยี
แผนที่ ๑๓ เรื่อง พันธุวิศวกรรม	๑. ซักถามความรู้เรื่องพันธุวิศวกรรม ๒. ตรวจสอบงานหรือภาระงานของกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิด โดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	ด้านความรู้ (K)	ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)	ด้านคุณธรรม จริยธรรม และจิตวิทยาศาสตร์ (A)
แผนที่ ๑๔ เรื่อง การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ	๑. ซักถามความรู้เรื่องการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ ๒. ตรวจสอบงานหรือภาระงานของกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิดโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
แผนที่ ๑๕ เรื่อง ผลของเทคโนโลยีชีวภาพ	เทคโนโลยีชีวภาพ ๒. ตรวจสอบงานหรือภาระงานของกิจกรรมฝึกทักษะระหว่างเรียน ๓. ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน	๑. ประเมินทักษะการคิดโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม ๒. ประเมินพฤติกรรมในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มโดยการสังเกตการทำงานกลุ่ม	๑. ประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ๒. ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคลโดยการสังเกตและใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

๘.๒ การประเมินเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ (ตัวชี้วัดปลายทาง)

- การประเมินด้วยแบบทดสอบ

๙. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ ๑ เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม

ครูดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความพร้อมและพื้นฐานของนักเรียน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

- เพราะอะไรคนในครอบครัวเดียวกันจึงมีหน้าตาหรือลักษณะบางอย่างที่คล้ายคลึงกัน (แนวคำตอบ เพราะมีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษไปยังรุ่นลูกรุ่นหลาน)
- ยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกถ่ายทอดจากบรรพบุรุษไปยังรุ่นลูกรุ่นหลานมา ๒ ลักษณะ (แนวคำตอบ เชิงหน้าผากและลักยิ้ม)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(๑) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมที่ครูมอบหมายให้ไปเรียนรู้ล่วงหน้าให้เพื่อนๆ ในกลุ่มฟัง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอข้อมูลหน้าห้องเรียน

(๒) ครูตรวจสอบว่านักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายไปหรือไม่ โดยตรวจสอบจากการจดบันทึกของนักเรียน และถามคำถามเกี่ยวกับภาระงาน ดังนี้

- เพราะอะไรคนเชื้อชาติต่างกันจึงมีรูปร่างหน้าตาหรือสีผิวแตกต่างกัน (แนวคำตอบ เพราะได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน)
- ลักษณะที่ปรากฏของนักเรียน มีลักษณะใดที่เหมือนพ่อ แม่ ปู่ ย่า ตา และยาย (แนวคำตอบ ผมหยักศก)

(๓) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อยคนละ ๑ คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

(๔) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับภาระงาน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งมีชีวิตเมื่อมีการสืบพันธุ์จะถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังรุ่นลูกรุ่นหลานโดยอาศัยเซลล์สืบพันธุ์

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องลักษณะทางพันธุกรรม จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งมีชีวิตเมื่อมีการสืบพันธุ์จะถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังรุ่นลูกรุ่นหลาน โดยอาศัยเซลล์สืบพันธุ์ การถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังรุ่นลูกรุ่นหลาน เรียกว่า พันธุกรรม

การศึกษาพันธุกรรมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยหลักเกณฑ์ของการถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นต่อ ๆ ไป เรียกว่า พันธุศาสตร์

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

ลักษณะที่ถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกรุ่นหลาน เรียกว่า ลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อและแม่ทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดความแตกต่างกัน

(๒) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ – ๖ คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมตามขั้นตอน ดังนี้

– แต่ละกลุ่มสังเกตลักษณะที่ปรากฏในตัวนักเรียนและเพื่อนๆ เช่น เส้นผม เชิงหน้าผาก สีผิว หน้าที่ตา ดั้งหู การห่อลิ้น ลักยิ้ม และการกระดกนิ้วหัวแม่มือ แล้วเลือกลักษณะที่สนใจมา ๑ ลักษณะ

– เลือกครอบครัวของเพื่อนที่มีพี่น้องอย่างน้อย ๒ คนขึ้นไป แล้วสังเกตการถ่ายทอดลักษณะที่สนใจภายในครอบครัวที่เลือก และบันทึกผล

– สรุปข้อมูลที่ได้และอภิปรายร่วมกัน

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๔) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

– ลักษณะที่นักเรียนศึกษาคืออะไร

(แนวคำตอบ หน้าที่ตา)

– ลักษณะที่นักเรียนศึกษาในแต่ละรุ่นมีลักษณะปรากฏอย่างไร

(แนวคำตอบ รุ่นปู่ย่า-ตายาย: ปู่มีหน้าที่ตาสองชั้น ย่ามีหน้าที่ตาสองชั้น ตามีหน้าที่ตาสองชั้น ยายมีหน้าที่ตาชั้นเดียว รุ่นพ่อแม่: พ่อมีหน้าที่ตาชั้นเดียว แม่มีหน้าที่ตาสองชั้น รุ่นลูก: ลูกชายคนที่ ๑ มีหน้าที่ตาชั้นเดียว ลูกชายคนที่ ๒ มีหน้าที่ตาสองชั้น ลูกชายคนที่ ๓ มีหน้าที่ตาสองชั้น ลูกสาวคนที่ ๔ มีหน้าที่ตาสองชั้น)

– ลักษณะที่นักเรียนศึกษามีการถ่ายทอดอย่างไร

(แนวคำตอบ หน้าที่ตามีการถ่ายทอดลักษณะซึ่งปรากฏในทุกรุ่น โดยมีลักษณะที่ถ่ายทอด ๒ ลักษณะ คือ หน้าที่ตาชั้นเดียวและหน้าที่ตาสองชั้น)

– นักเรียนสังเกตได้อย่างไรว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม (แนวคำตอบ ลักษณะที่ปรากฏในรุ่นลูกเหมือนกับรุ่นพ่อแม่หรือรุ่นปู่ย่า-ตายาย)

– ลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมของมนุษย์

(แนวคำตอบ เส้นผม เชิงหน้าผาก สีผิว หน้าที่ตา ดั้งหู การห่อลิ้น ลักยิ้ม และการกระดกนิ้วหัวแม่มือ)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า ลักษณะหน้าที่ตาของครอบครัวที่ศึกษามี ๒ ลักษณะ คือ หน้าที่ตาชั้นเดียวและหน้าที่ตาสองชั้น ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะหน้าที่ตาเกิดขึ้นได้ทั้ง ๒ ลักษณะ คือ ลูกชายคนที่ ๑ มีหน้าที่ตาชั้นเดียวเหมือนกับพ่อและยาย ส่วนลูกชายคนที่ ๒ ลูกชายคนที่ ๓ และลูกสาวคนที่ ๔ มีหน้าที่ตาสองชั้นเหมือนกับแม่ ปู่ ย่า และตา

๔) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

(๑) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมให้นักเรียนเข้าใจว่า หนึ่งตา เส้นผม ตีงหู เติงหน้าผาก ลักยิ้ม การห่อลิ้น สันจมูก และการกระดกนิ้วหัวแม่มือเป็นลักษณะทางพันธุกรรม เนื่องจากลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะที่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่งได้ โดยมียีนเป็นหน่วยควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมและยีนดังกล่าวสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกหลานได้ทางเซลล์สืบพันธุ์

(๒) นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรม จากหนังสือเรียน ภาษาต่างประเทศหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง คัดคำศัพท์พร้อมทั้งคำแปลลงสมุดส่งครู

๕) ขั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

– ลูกได้รับยีนจากพ่อและแม่โดยผ่านทางใด

(แนวคำตอบ เซลล์สืบพันธุ์)

– สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีลักษณะแตกต่างกันเนื่องจากอะไร

(แนวคำตอบ ได้รับการถ่ายทอด

ลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่แตกต่างกัน)

ขั้นสรุป

๑) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรม โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิด หรือผังมโนทัศน์

๒) ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเนื้อหาของบทเรียนชั่วโมงหน้า เพื่อจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยให้นักเรียนศึกษาค้นคว่าล่วงหน้าในหัวข้อโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

๓) ครูให้นักเรียนเตรียมประเด็นคำถามที่สงสัยมาอย่างน้อยคนละ ๑ คำถาม เพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันในห้องเรียนครั้งต่อไป

ชั่วโมงที่ ๒ เรื่อง โครโมโซม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑) ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้วโดยใช้คำถามต่อไปนี้

– เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีส่วนประกอบสำคัญอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส)

– ส่วนประกอบใดของเซลล์ทำหน้าที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

(แนวคำตอบ นิวเคลียส)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง โครโมโซม

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(๑) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนที่ครูมอบหมายให้ไปเรียนรู้ล่วงหน้าให้เพื่อนๆ ในกลุ่มฟัง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอข้อมูลหน้าห้องเรียน

(๒) ครูตรวจสอบว่านักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายไปหรือไม่ โดยตรวจสอบจากการจดบันทึกของนักเรียน และถามคำถามเกี่ยวกับภาระงาน ดังนี้

– นิวเคลียสควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้อย่างไร

(แนวคำตอบ ภายในนิวเคลียสมีโครโมโซมซึ่งทำหน้าที่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

บนโครโมโซมมีดีเอ็นเอซึ่งทำหน้าที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม และบนดีเอ็นเอมียีนซึ่งทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละลักษณะ)

(๓) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อย ๑ คนละ ๑ คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

(๔) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับภาระงาน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีส่วนประกอบสำคัญ คือ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส โดยนิวเคลียสทำหน้าที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องส่วนประกอบของเซลล์ จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีเซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่สำคัญ เซลล์ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ ๓ ส่วน คือ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส

(๒) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครโมโซมให้นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูภายในนิวเคลียสจะเห็นว่าภายในมีโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเส้นใยเล็กๆ ขดพันกันอยู่ เรียกโครงสร้างนี้ว่า โครมาติน โครมาตินประกอบด้วยโมเลกุลของดีเอ็นเอขดจับตัวกับโปรตีน เมื่อมีการแบ่งเซลล์ โครมาตินจะขดแน่นมากขึ้นและหดสั้นเข้าจนมีลักษณะเป็นแท่ง เรียกว่า โครโมโซม ที่มีลักษณะคล้ายตัว X โครโมโซมแต่ละโครโมโซมประกอบด้วย ๒ โครมาทิด ยึดติดกันตรงตำแหน่งที่เรียกว่า เซนโทรเมียร์ โครโมโซมทำหน้าที่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกหลาน

(๓) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ – ๖ คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตโครโมโซม ตามขั้นตอน ดังนี้

– สังเกตเซลล์ปลายรากหอมจากสไลด์สำเร็จรูปด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำสุด เลือกเซลล์ในสไลด์สำเร็จรูปที่เห็นนิวเคลียสมีลักษณะเป็นเส้นติดสีม่วงเข้ม และบริเวณที่เซลล์เป็นแท่งสั้นๆ ติดสีม่วงเข้มอยู่ในไซโทพลาซึม

– ใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงส่องดูนิวเคลียส ปรับความชัดเจนของภาพ สังเกตลักษณะของโครโมโซมในแต่ละเซลล์

– วาดรูปและอธิบายลักษณะโครโมโซมของเซลล์ปลายรากหอมที่สังเกตเห็นลงในตารางบันทึกผล

(๔) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๕) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

– โครโมโซมที่เห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีลักษณะใด

(แนวคำตอบ บางเซลล์โครโมโซม มีลักษณะเป็นเส้นยาวอยู่ภายในนิวเคลียส บางเซลล์ไม่มีนิวเคลียสจะเห็นโครโมโซมเป็นแท่งสั้นๆ หลายแท่งเรียงตัวอยู่ตรงกลางเซลล์ และบางเซลล์เห็นโครโมโซมแท่งสั้นๆ แยกเป็น ๒ กลุ่ม)

– การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมในเซลล์ปลายรากหอมเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ โครโมโซมมีการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะๆ โดยเริ่มจากโครโมโซมขดพันกันแน่นและหดสั้นเข้า โครโมโซมเรียงตัวอยู่ตรงกลางเซลล์ โครโมโซมเริ่มแยกตัวออกจากกัน โครโมโซมแยกตัวออกจากกันมากขึ้น และโครโมโซมแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม กลายเป็นเซลล์ใหม่ ๒ เซลล์)

– เซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมเป็นระยะต่างๆ เป็นเซลล์ที่อยู่ในระยะใด

(แนวคำตอบ ระยะที่เซลล์กำลังแบ่งเซลล์)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูเซลล์ปลายรากหอมจะสังเกตเห็นลักษณะของนิวเคลียสในเซลล์แต่ละเซลล์แตกต่างกัน โดยภายในนิวเคลียสของเซลล์บางเซลล์มีเส้นใยเล็กๆ ขดพันกันอยู่ และบางเซลล์ไม่เห็นนิวเคลียส แต่เห็นแท่งสั้นๆ หลายแท่ง เรียงตัวอยู่ตรงกลางเซลล์ หรือแยกเป็น ๒ กลุ่มตรงตำแหน่งที่เคยเป็นนิวเคลียสเดิม

๔) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

(๑) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับดีเอ็นเอ ให้นักเรียนเข้าใจว่า ดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรมชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นเส้นใยเล็กๆ ๒ เส้น เชื่อมต่อและพันกันเป็นเกลียว และขดจับกันเป็นโครมาทินหรือโครโมโซม ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม

(๒) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับยีน ให้นักเรียนเข้าใจว่า ยีนเป็นส่วนประกอบในสายดีเอ็นเอ ทำหน้าที่กำหนดลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละชนิด โดยควบคุมการสร้างสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานของเซลล์

(๓) ครูอธิบายเรื่องน่ารู้ เรื่อง ดีเอ็นเอในไวรัส ให้นักเรียนเข้าใจว่า ไวรัสมีสสารพันธุกรรมห่อหุ้มด้วยโปรตีน ไวรัสบางชนิดมีดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรมซึ่งจะเพิ่มจำนวนในนิวเคลียสของเซลล์ที่ติดเชื้อและแพร่กระจายสู่เซลล์อื่น ทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคตาแดง โรคอีสุกอีใส โรคเริม โรคงูสวัด และโรคมะเร็ง

(๔) นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับโครโมโซม จากหนังสือเรียนภาษาต่างประเทศหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนฟัง คัดคำศัพท์พร้อมทั้งคำแปลลงสมุดส่งครู

๕) ขั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

- หากนักเรียนต้องการสังเกตโครโมโซมในพืช นักเรียนควรสังเกตจากเซลล์บริเวณใด เพราะอะไร (แนวคำตอบ เซลล์บริเวณปลายรากหรือปลายยอด เพราะโครโมโซมเป็นโครงสร้างที่เกิดขึ้นเมื่อมีการแบ่งเซลล์ และบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์มาก)
- โครมาทินมีเยื่อหรือไม่ เพราะอะไร (แนวคำตอบ มี เพราะโครมาทินเป็นโครงสร้างที่เกิดจากดีเอ็นเอและยีนเป็นส่วนประกอบของดีเอ็นเอชุดจับตัวกับโปรตีน)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโครโมโซม โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังโน้ตค้น

ชั่วโมงที่ ๓ เรื่อง จำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑) ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้อยู่แล้วโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- โครโมโซมมีลักษณะเป็นแบบใด

(แนวคำตอบ โครโมโซมมีลักษณะคล้ายตัว X แต่ละโครโมโซมประกอบด้วย ๒ โครมาทิด ยึดติดกันตรงตำแหน่งที่เรียกว่า เซ็นโทรเมียร์)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง จำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

- สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือไม่ (แนวคำตอบ เท่ากัน)
- สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือไม่ (แนวคำตอบ อาจเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิต)

(๒) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องจำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า จำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่เป็นเลขคู่ โดยสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน ส่วนสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันอาจมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือแตกต่างกันได้

(๒) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ - ๖ คน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต ตามขั้นตอนดังนี้

- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น มนุษย์ สัตว์ และพืช

- สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากหนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน หรืออินเทอร์เน็ต

- สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน

- สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๔) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

- ถ้าสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันจะมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกันหรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ ไม่ เพราะนอกจากจำนวนโครโมโซมแล้ว ลักษณะทางพันธุกรรมยังมี

ปัจจัยอื่นควบคุม เช่น ขนาดของโครโมโซมและชนิดของโครโมโซม)

- เซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างจากเซลล์ร่างกายหรือไม่ ลักษณะใด

(แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยเซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน ในขณะที่สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันมักมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน

๔) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูอธิบายเรื่องน่ารู้ เรื่อง จำนวนโครโมโซมของแบคทีเรียให้นักเรียนเข้าใจว่า แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ซึ่งมีโครโมโซมเป็นวงแหวนและมีเพียง ๑ โครโมโซม โดยโครโมโซมของแบคทีเรีย ไม่อยู่ในนิวเคลียส แต่อยู่ในส่วนที่เรียกว่า nucleoid ซึ่งคล้ายกับสารพันธุกรรมในไซโทพลาซึมของพืชและสัตว์

๕) ขั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

– ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันมา ๒ ชนิด

(แนวคำตอบ ไก่และสุนัขมีจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกาย ๗๘ โครโมโซม)

– ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากันมา ๒ ชนิด

(แนวคำตอบ มนุษย์มีจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกาย ๔๖ โครโมโซม และลิงมีจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกาย ๔๘ โครโมโซม)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิด หรือผังมโนทัศน์

ชั่วโมงที่ ๔ เรื่อง โครโมโซมในร่างกายของมนุษย์

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

– นักเรียนและเพื่อนมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือไม่ ลักษณะใด

(แนวคำตอบ มีจำนวนเท่ากัน คือ ๔๖ โครโมโซม)

– เซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายของนักเรียนมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ ไม่เท่ากัน เพราะเซลล์ร่างกายมีโครโมโซม ๔๖ โครโมโซม ส่วนเซลล์สืบพันธุ์มี

โครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย คือ ๒๓ โครโมโซม)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง โครโมโซมในร่างกายของมนุษย์

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

– เซลล์ร่างกายของนักเรียนมีโครโมโซมทั้งหมดกี่คู่ (แนวคำตอบ ๒๒ คู่)

– เซลล์สืบพันธุ์ของนักเรียนมีโครโมโซมทั้งหมดกี่คู่ (แนวคำตอบ ๑ คู่)

(๒) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องโครโมโซมในร่างกายของมนุษย์ จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า โครโมโซมในเซลล์ร่างกายแต่ละเซลล์มีขนาดและรูปร่างที่เหมือนกันเป็นคู่ ๆ

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

เรียกว่า โครโมโซมคู่เหมือน เช่น มนุษย์มีโครโมโซมจำนวน ๔๖ โครโมโซม จึงมีโครโมโซมคู่เหมือนจำนวน ๒๓ คู่ จัดเป็นโครโมโซมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเพศ ๒๒ คู่ ซึ่งโครโมโซมดังกล่าวจะเหมือนกันทั้งในเพศหญิงและเพศชายเรียกว่า ออโตโซม ส่วนที่เหลืออีก ๑ คู่ เป็นโครโมโซมเพศ โดยโครโมโซมเพศในเพศหญิงจะเป็น ๔๔ + XX ส่วนโครโมโซมเพศในเพศชายจะเป็น ๔๔ + XY

- (๒) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ - ๖ คน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างอสุจิและไข่ ตามขั้นตอนดังนี้
- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น การสร้างอสุจิในเพศชาย และการสร้างไข่ในเพศหญิง
 - สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากหนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน หรืออินเทอร์เน็ต
 - สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน
 - สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสร้างอสุจิและไข่
- (๓) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม
- (๔) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

- (๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน
- (๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น
- สิ่งที่กำหนดเพศในมนุษย์คืออะไร
- (แนวคำตอบ โครโมโซมเพศ)
- เมื่อเกิดการปฏิสนธิระหว่างอสุจิกับไข่ จำนวนโครโมโซมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด
- (แนวคำตอบ โครโมโซมของอสุจิ ๒๓ โครโมโซม และโครโมโซมของไข่ ๒๓ โครโมโซมจะมาเข้าคู่กัน ได้เซลล์ใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซม ๒๓ คู่ หรือ ๔๖ โครโมโซม)
- (๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีการแบ่งเซลล์โดยลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง แล้วเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ไปเป็นอสุจิซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชาย และเป็นไข่ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิง

๔) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสร้างอสุจิและไข่ให้นักเรียนเข้าใจว่า ภายในนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายมนุษย์ จะมีโครโมโซมจำนวนเท่ากัน คือ ๔๖ โครโมโซมทุกเซลล์ แต่ในเซลล์สืบพันธุ์จะมีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย เนื่องจากในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีการแบ่งเซลล์โดยลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง แล้วเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ไปเป็นอสุจิซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชาย และเป็นไข่ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิง และเมื่ออสุจิและไข่เกิดการปฏิสนธิกัน โครโมโซมจากอสุจิของพ่อ ๒๓ โครโมโซม และโครโมโซมจากไข่ของแม่ ๒๓ โครโมโซมจะมาเข้าคู่กัน ได้เซลล์ใหม่เรียกว่า ไซโกต ที่มีจำนวนโครโมโซม ๒๓ คู่ หรือ ๔๖ โครโมโซม เท่ากับเซลล์ร่างกายตามเดิม

๕) ขั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

– เพราะอะไรเซลล์ร่างกายจึงมีจำนวนโครโมโซมมากกว่าเซลล์สืบพันธุ์

(แนวคำตอบ เพราะเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์มีการแบ่งเซลล์ที่ต่างกัน โดยเซลล์สืบพันธุ์จะแบ่งเซลล์ได้เซลล์ใหม่ ๔ เซลล์ ที่มีโครโมโซมจำนวนครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโครโมโซมในร่างกายของมนุษย์ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

ชั่วโมงที่ ๕ เรื่อง ความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

– เซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างจากเซลล์ร่างกายหรือไม่ ลักษณะใด

(แนวคำตอบ แตกต่างกัน โดยเซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย)

– ยกตัวอย่างเซลล์ของมนุษย์ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ ๔๖ โครโมโซม

(แนวคำตอบ เซลล์ผิวหนังและเซลล์กล้ามเนื้อ)

– ยกตัวอย่างเซลล์ของมนุษย์ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ ๒๓ โครโมโซม

(แนวคำตอบ อสุจิและไข่)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

– เพศหญิงและเพศชายมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน แต่มีลักษณะบางลักษณะแตกต่างกันเพราะอะไร (แนวคำตอบ เพราะทั้ง ๒ เพศมีโครโมโซมเพศแตกต่างกัน ซึ่งโครโมโซมเพศจะควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับเพศ)

(๒) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องยีนบนโครโมโซม จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า โครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะอยู่กันเป็นคู่ๆ ตามลักษณะรูปร่างและขนาดที่เหมือนกัน โดยยีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมเดียวกันจะอยู่บนคู่โครโมโซมที่ตำแหน่งเดียวกันด้วย แต่ในโครโมโซมคู่หนึ่งๆ อาจมียีนที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ หลายลักษณะทำให้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน

(๒) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ – ๖ คน ปฏิบัติกิจกรรม สร้างแบบจำลองโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนตามขั้นตอน ดังนี้

- แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน
- นำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน แล้วสร้างแบบจำลองโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน
- นำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๔) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

- โครโมโซมมีตำแหน่งอยู่ที่ใดภายในเซลล์

(แนวคำตอบ อยู่ภายในนิวเคลียส)

- แบบจำลองโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีนที่นักเรียนสร้างขึ้นมีลักษณะใด

(แนวคำตอบ ยีนเป็นส่วนหนึ่งของดีเอ็นเอและดีเอ็นเอเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซม)

- โครโมโซมทำหน้าที่อะไร

(แนวคำตอบ ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม)

- ดีเอ็นเอทำหน้าที่อะไร

(แนวคำตอบ ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม)

- ยีนเกี่ยวข้องกับดีเอ็นเอลักษณะใด

(แนวคำตอบ ยีนเป็นส่วนหนึ่งของดีเอ็นเอ ทำหน้าที่กำหนด

ลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละลักษณะ)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า ยีนเป็นส่วนหนึ่งของดีเอ็นเอ ซึ่งดีเอ็นเอเป็นส่วนหนึ่งของโครโมโซมที่อยู่ภายในนิวเคลียส

๔) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูอธิบายเรื่องน่ารู้ เรื่อง จีโนมให้นักเรียนเข้าใจว่า จีโนม คือ จำนวนยีนทั้งหมดของสิ่งมีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันอาจมีจำนวนยีนเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้ เช่น มนุษย์มี ๒๕,๐๐๐ ยีน หมูมี ๒๕,๐๐๐ ยีน มัสตาร์ดมี ๒๕,๐๐๐ ยีน แมลงหวี่มี ๑๓,๐๐๐ ยีน และแบคทีเรียมี ๓,๒๐๐ ยีน

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

๕) ขั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

– องค์ประกอบหนึ่งของเซลล์มีลักษณะเป็นแท่งอยู่ในนิวเคลียส ประกอบด้วยดีเอ็นเอและโปรตีนคืออะไร

(แนวคำตอบ โครโมโซม)

– ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนโครโมโซม คืออะไร

(แนวคำตอบ ยีน)

ขั้นสรุป

๑) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของโครโมโซม ดีเอ็นเอ และยีน โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

๒) ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเนื้อหาของบทเรียนชั่วโมงหน้า เพื่อจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าล่วงหน้าในหัวข้อการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

๓) ครูให้นักเรียนเตรียมประเด็นคำถามที่สงสัยมาอย่างน้อยคนละ ๑ คำถาม เพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันในห้องเรียนครั้งต่อไป

ชั่วโมงที่ ๖ เรื่อง ทฤษฎีของเมนเดล

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

– เพราะอะไรนักเรียนจึงมีลักษณะบางอย่างเหมือนพ่อและลักษณะบางอย่างเหมือนแม่
(แนวคำตอบ เพราะได้รับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาจากพ่อครึ่งหนึ่งและมาจากแม่ครึ่งหนึ่ง)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ทฤษฎีของเมนเดล

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(๑) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ครูมอบหมายให้ไปเรียนรู้ล่วงหน้าให้เพื่อนๆ ในกลุ่มฟัง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอข้อมูลหน้าห้องเรียน

(๒) ครูตรวจสอบว่านักเรียนทำการงานที่ได้รับมอบหมายไปหรือไม่ โดยตรวจสอบจากการจดบันทึกของนักเรียน และถามคำถามเกี่ยวกับการงาน ดังนี้

– บิดาแห่งพันธุศาสตร์คือใคร

(แนวคำตอบ เกรกอร์ โยฮันน์ เมนเดล)

– เพราะอะไรเมนเดลจึงเลือกต้นถั่วลันเตามาใช้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

(แนวคำตอบ เพราะต้นถั่วลันเตาเป็นพืชที่หาง่าย มีหลายพันธุ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน สามารถหาพันธุ์แท้มาทดลองได้ง่าย และมีดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ)

(๓) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำการงานอย่างน้อยคนละ ๑ คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

(๔) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการงาน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า เมนเดลเป็นนักพันธุศาสตร์ผู้ค้นพบทฤษฎีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต เมนเดลพบว่า มีหน่วยพันธุกรรมหรือยีนที่ทำหน้าที่กำหนดลักษณะต่างๆ ในสิ่งมีชีวิตโดยลักษณะทางพันธุกรรมจะถูกถ่ายทอดผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ไปยังรุ่นลูกรุ่นหลาน

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องทฤษฎีของเมนเดล จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า บุคคลแรกที่ค้นพบและสามารถอธิบายแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้ถูกต้อง คือ เมนเดล เขาได้รับการยกย่องให้เป็นบิดาแห่งพันธุศาสตร์

(๒) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ – ๖ คน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองผสมพันธุ์ต้นถั่วลันเตาของเมนเดล ตามขั้นตอนดังนี้

– แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ลักษณะที่ปรากฏในลูกรุ่นที่ ๑ (F๑) และลักษณะที่ปรากฏในลูกรุ่นที่ ๒ (F๒)

– สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากหนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน หรืออินเทอร์เน็ต

– สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน

– สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการทดลองผสมพันธุ์ต้นถั่วลันเตาของเมนเดล

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๔) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

– จากการทดลองของเมนเดล ลักษณะของต้นถั่วลันเตาลักษณะใดเป็นลักษณะเด่น

(แนวคำตอบ ลักษณะของต้นถั่วลันเตาที่เป็นลักษณะเด่น ได้แก่ เมล็ดกลม เมล็ดสีเหลือง ฝักอวบ ฝักสีเขียว ดอกเกิดที่ลำต้น ดอกสีม่วง และต้นสูง)

– จากการทดลองของเมนเดล ลักษณะของต้นถั่วลันเตาลักษณะใดเป็นลักษณะด้อย

(แนวคำตอบ ลักษณะของต้นถั่วลันเตาที่เป็นลักษณะด้อย ได้แก่ เมล็ดขรุขระ เมล็ดสีเขียว ฝักแฟบ ฝักสีเหลือง ดอกเกิดที่ยอด ดอกสีขาว และต้นเตี้ยแคระ)

– ตามกฎการแยกตัวของยีนที่เมนเดลได้อธิบายไว้ว่า คู่ของหน่วยพันธุกรรมหรือยีนของสิ่งมีชีวิตที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะแยกออกจากกันเมื่อใด

(แนวคำตอบ ขณะสร้างเซลล์สืบพันธุ์)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า ทฤษฎีของเมนเดลศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยการผสมพันธุ์ต้นถั่วลันเตา ซึ่งลักษณะของต้นถั่วลันเตาที่สังเกต ได้แก่ รูปร่างของเมล็ด สีของเมล็ด รูปร่างของฝัก สีของฝัก ตำแหน่งที่เกิดดอก สีของดอก และความสูงของลำต้น

๔) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

(๑) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับทฤษฎีของเมนเดล ให้นักเรียนเข้าใจว่า ผลการทดลองของเมนเดลได้ข้อสรุปว่า ลักษณะทั้ง ๗ ลักษณะ เป็นการถ่ายทอดลักษณะอย่างมีแบบแผนแน่นอนเหมือนกัน กล่าวคือ ลูกรุ่นที่ ๑ แสดงลักษณะของรุ่นพ่อแม่เพียงแบบเดียว ส่วนลูกรุ่นที่ ๒ แสดงลักษณะของรุ่นพ่อแม่ทั้ง ๒ แบบ ในอัตราส่วน ๓:๑

(๒) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะเด่นและลักษณะด้อยให้นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งมีชีวิตมีหน่วยที่ควบคุมลักษณะแต่ละลักษณะที่เรียกว่า ยีน ซึ่งลักษณะที่ปรากฏในลูกรุ่นที่ ๑ เป็นลักษณะเด่น ส่วนลักษณะที่แฝงอยู่และยังไม่ปรากฏในลูกรุ่นที่ ๑ แต่มาปรากฏในลูกรุ่นที่ ๒ ในอัตราส่วนที่น้อยกว่าเป็นลักษณะด้อย

(๓) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแยกตัวเมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการรวมตัวกันของยีนหลังการปฏิสนธิ ให้นักเรียนเข้าใจว่า การแยกตัวเมื่อมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการรวมตัวกันของยีนหลังการปฏิสนธิ โดยโอกาสของการเข้าคู่กันของยีนหลังการปฏิสนธิเป็นไปตามทฤษฎีของเมนเดล

(๔) นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับทฤษฎีของเมนเดล จากหนังสือเรียนภาษาต่างประเทศหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง คัดคำศัพท์พร้อมทั้งคำแปลลงสมุดส่งครู

๕) ขั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

- ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมีประโยชน์ต่อเราในเรื่องใด (แนวคำตอบ มนุษย์ได้นำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาสายพันธุ์พืชและสัตว์ เพื่อช่วยลดต้นทุนในการดูแลพืชและสัตว์ และได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับทฤษฎีของเมนเดล โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

ชั่วโมงที่ ๗ เรื่อง โอกาสการเข้าคู่กันของยีน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑) ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้อยู่แล้วโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ลักษณะเด่นคืออะไร

(แนวคำตอบ ลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงออกมาได้แม้ยีนที่ควบคุมลักษณะนั้นจะจับคู่อยู่กับยีนที่มีลักษณะด้อย)

- ลักษณะด้อยคืออะไร

(แนวคำตอบ ลักษณะทางพันธุกรรมที่ไม่สามารถแสดงออกมาได้เมื่อยีนที่ควบคุมลักษณะนั้นจับคู่อยู่กับยีนลักษณะเด่น แต่ถ้ายีนจับคู่อยู่กับยีนลักษณะด้อยด้วยกันจะแสดงลักษณะนั้นออกมาได้)

- แอลลีลคืออะไร

(แนวคำตอบ ยีนที่เป็นคู่กันหรือยีนที่แสดงลักษณะเดียวกัน)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง โอกาสการเข้าคู่กันของยีน

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

- เพราะอะไรลูกรุ่นที่ ๑ จึงปรากฏเพียงลักษณะเดียว

(แนวคำตอบ เพราะแอลลีลด้อยถูกข่มเมื่อเข้าคู่กับแอลลีลเด่น ลูกรุ่นที่ ๑ จึงปรากฏลักษณะเด่นเพียงลักษณะเดียว)

(๒) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ – ๖ คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตโอกาสการเข้าคู่กันของยีน ตามขั้นตอนดังนี้

- นำลูกปัดสีดำและลูกปัดสีขาวอย่างละ ๒๕ เม็ด ใส่รวมกันในโหลพลาสติกใบที่ ๑ และ ๒

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

– ใช้มือคนหรือเขี่ยลูกปิดในโหลพลาสติกแต่ละใบให้เข้ากัน แล้วหยิบลูกปิดขึ้นมาจากโหลพลาสติก

– กำหนดให้ลูกปิดแต่ละเม็ดแทนยีนในเซลล์สืบพันธุ์ โดยลูกปิดสีดำแทนยีนที่ควบคุมลักษณะเด่น เช่น ความสูงของต้นถั่วลันเตา ลูกปิดสีขาวแทนยีนที่ควบคุมลักษณะด้อย เช่น ความเตี้ยแคระของต้นถั่วลันเตา

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๓) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

– เพราะอะไรในการทำกิจกรรมจึงต้องใช้ลูกปิดจำนวนมากและต้องหยิบหลายครั้ง

(แนวคำตอบ เพราะต้องการลดความผิดพลาด โดยให้ลูกปิดแต่ละเม็ดมีโอกาสได้รับการเลือกเท่ากันหมด)

– จากการทำกิจกรรม อัตราส่วนของลูกปิดที่หยิบได้แต่ละกลุ่มเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ ได้อัตราส่วน ๑:๒:๑ โดยได้คู่สีดำ-สีดำ สีดำ-สีขาว และสีขาว-สีขาว)

– จำนวนครั้งที่หยิบลูกปิดมีผลต่ออัตราส่วนที่เกิดขึ้นหรือไม่ เพราะอะไร

(แนวคำตอบ มีผล เพราะถ้าจำนวนครั้งที่หยิบมากเท่าใด ย่อมทำให้ผลที่ได้มีค่าความน่าเชื่อถือสูง และมีความผิดพลาดน้อยลง)

– ถ้าให้ลูกปิดแต่ละเม็ดแทนยีนในเซลล์สืบพันธุ์ ผลสรุปของกิจกรรมนี้คืออะไร

(แนวคำตอบ ยีนที่ควบคุมลักษณะใดลักษณะหนึ่งอยู่เป็นคู่ จะแยกตัวออกจากกันในขณะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ และจะจับคู่กันอีกเมื่อเซลล์สืบพันธุ์จากพ่อรวมกับเซลล์สืบพันธุ์จากแม่ โดยมีอัตราส่วนการเข้าคู่กันของยีนในรุ่นลูกเป็น ๑:๒:๑)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า ลูกปิดที่หยิบได้ในแต่ละครั้งเป็นสีดำ-สีดำ สีดำ-สีขาว และสีขาว-สีขาว มีอัตราส่วนเป็น ๑:๒:๑ ซึ่งอัตราส่วนของลูกปิดที่หยิบได้จะเท่ากับ ๑:๒:๑ เมื่อใช้ลูกปิดสีจำนวนมากมาทำการทดสอบจากการกำหนดให้ลูกปิดแต่ละเม็ดแทนยีนในเซลล์สืบพันธุ์ โดยลูกปิดสีดำแทนยีนที่ควบคุมลักษณะเด่น ส่วนลูกปิดสีขาวแทนยีนที่ควบคุมลักษณะด้อย

๔) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

(๑) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับจีโนไทป์และฟีโนไทป์ให้นักเรียนเข้าใจว่า ลักษณะต่างๆ ที่มีอยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละลักษณะถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่กันเป็นคู่เรียกว่า จีโนไทป์ สามารถเขียนโดยกำหนดให้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่แทนยีนที่ควบคุมลักษณะเด่น และตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กแทนยีนที่ควบคุมลักษณะด้อย และเรียกลักษณะที่แสดงออกในสิ่งมีชีวิตว่า ฟีโนไทป์ เช่น ลักษณะต้นสูงและลักษณะต้นเตี้ยแคระ

(๒) ครูอธิบายเรื่องน่ารู้ เรื่อง หมู่เลือดให้นักเรียนเข้าใจว่า หมู่เลือดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีน ๓ แอลลีล คือ I^A , I^B และ i และแสดงลักษณะทางพันธุกรรม ๔ แบบ คือ หมู่เลือด AB

มีจีโนไทป์ $I^A I^B$ หมู่เลือด A มีจีโนไทป์ $I^A I^A$ หรือ $I^A i$ หมู่เลือด B มีจีโนไทป์ $I^B I^B$ หรือ $I^B i$ และหมู่เลือด O มีจีโนไทป์ ii

๕) ชั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

– ถ้าผสมพันธุ์ต้นถั่วลิ้นเตาพันธุ์แท้ ๒ ต้น โดยต้นหนึ่งมีเมล็ดกลม (WW) อีกต้นหนึ่งมีเมล็ดขรุขระ (ww) จงเขียนคู่อินและลักษณะที่ปรากฏในลูกรุ่นที่ ๒

(แนวคำตอบ ได้คู่อิน ๓ แบบ คือ WW ลักษณะเมล็ดกลม Ww ลักษณะเมล็ดกลม และww ลักษณะเมล็ดขรุขระ)

– ฟีนไทป์และจีโนไทป์ของลูกรุ่น F_1 และ F_2 ที่เกิดจากการผสมพันธุ์กันของต้นถั่วลิ้นเตาเมล็ดกลม Aa และเมล็ดขรุขระ aa ถ้ากำหนดให้ A เป็นแอลลีเด่น และ a เป็นแอลลีด้อย อัตราส่วนของ ฟีนไทป์และจีโนไทป์ของลูกรุ่น F_1 และ F_2 จะเป็นเท่าใด

(แนวคำตอบ เมื่อผสมพันธุ์ต้นถั่วเมล็ดกลมพันธุ์ผสม Aa กับเมล็ดขรุขระพันธุ์แท้ aa จะได้ลูกรุ่น F_1 และ F_2 ที่มีจีโนไทป์ ๒ แบบ คือ Aa และ aa ในอัตราส่วน ๑:๑ และมีฟีนไทป์ ๒ ลักษณะ คือ เมล็ดกลมและเมล็ดขรุขระในอัตราส่วน ๑:๑)

ขั้นสรุป

๑) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับโอกาสการเข้าคู่กันของยีน โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

๒) ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเนื้อหาของบทเรียนชั่วโมงหน้า เพื่อจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าล่วงหน้าในหัวข้อการแบ่งเซลล์

๓) ครูให้นักเรียนเตรียมประเด็นคำถามที่สงสัยมาอย่างน้อยคนละ ๑ คำถาม เพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันในห้องเรียนครั้งต่อไป

ชั่วโมงที่ ๘ เรื่อง การแบ่งเซลล์ (๑)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑) ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้วโดยใช้คำถามต่อไปนี้

– นักเรียนเคยศึกษาเรื่องการแบ่งเซลล์หรือไม่

(แนวคำตอบ เคย)

– ส่วนใดของพืชที่นิยมนำมาศึกษาเรื่องการแบ่งเซลล์

(แนวคำตอบ เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดและปลายรากของพืช)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง การแบ่งเซลล์

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(๑) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ที่ครูมอบหมายให้ไปเรียนรู้ล่วงหน้าให้เพื่อนๆ ในกลุ่มฟัง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอข้อมูลหน้าห้องเรียน

(๒) ครูตรวจสอบว่านักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายไปหรือไม่ โดยตรวจสอบจากการจดบันทึกของนักเรียน และถามคำถามเกี่ยวกับภาระงาน ดังนี้

– การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีกี่แบบ อะไรบ้าง

(แนวคำตอบ ๒ แบบ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส)

– การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนแตกต่างจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสในลักษณะใด

(แนวคำตอบ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนของเซลล์ร่างกายได้เซลล์ใหม่ ๒ เซลล์ ส่วนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยแบ่ง ๒ ครั้ง ได้เซลล์ใหม่ ๔ เซลล์)

(๓) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อยคนละ ๑ คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

(๔) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับภาระงาน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตมี ๒ แบบ คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกายและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ – ๖ คน ปฏิบัติกิจกรรม สังเกตการแบ่งเซลล์ ตามขั้นตอน ดังนี้

– นำปลายรากหอมที่เตรียมไว้วางบนแผ่นสไลด์ ๒ แผ่น

– หยดน้ำกลั่น ๒ หยด ลงบนสไลด์แผ่นที่ ๑ แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์

– สไลด์แผ่นที่ ๒ ชุบน้ำให้แห้ง แล้วหยดสารละลายแอซีโตคาร์มินลงไป ๔-๕ หยด นำไปลงไฟโดยเคลื่อนแผ่นสไลด์ไปมาเหนือเปลวไฟอ่อน ๆ ประมาณ ๒-๓ ครั้ง ตั้งทิ้งไว้ประมาณ ๕-๑๕ นาที ระวังอย่าให้สารละลายแห้ง ถ้าเกือบจะแห้งให้หยดสารละลายลงไปอีก แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์

– พับกระดาษชำระเป็นแถบกว้างประมาณ ๒ เซนติเมตร จำนวน ๒ แผ่น วางทาบบนกระจกปิดสไลด์ทั้ง ๒ แผ่น

– ใช้นิ้วหัวแม่มือกดลงบนกระดาษชำระที่วางทาบบนแผ่นกระจกปิดสไลด์ตรงบริเวณที่มีปลายรากหอมอยู่ แล้วขยี้ให้ปลายรากหอมแตกกระจายทั้ง ๒ แผ่น

– ส่องดูเซลล์ปลายรากหอมที่อยู่บนสไลด์ทั้ง ๒ แผ่น ด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายต่ำสุด เลือกระบวณในสไลด์ที่เห็นนิวเคลียสลักษณะต่างๆ กัน แล้วจึงใช้เลนส์ใกล้วัตถุ

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

ที่มีกำลังขยายสูง และปรับความชัดเจนของภาพ สังเกตความแตกต่างระหว่างภาพที่มองเห็นจากสไลด์ที่ย้อมสี กับสไลด์ที่ไม่ย้อมสี

– สังเกตการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสและโครโมโซมของเซลล์ปลายรากหอมระยะต่างๆ และบันทึกผล

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๓) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

– เซลล์ที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์บนสไลด์ทั้ง ๒ แผ่นเหมือนกันหรือไม่ ลักษณะใด

(แนวคำตอบ ไม่เหมือนกัน เซลล์ในสไลด์ซึ่งหยดน้ำกลั่นมองไม่เห็นนิวเคลียสหรือส่วนประกอบอื่นๆ ส่วนเซลล์ที่ย้อมสีมองเห็นนิวเคลียส โครโมโซม และส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น ผนังเซลล์ได้ชัดเจน)

– สารละลายแอซีโตคาร์มินทำหน้าที่อะไร

(แนวคำตอบ ย้อมสีโครโมโซม เพื่อให้มองเห็นรูปร่างได้ชัดเจน)

– นักเรียนต้องกดนิ้วหัวแม่มือลงบนปลายรากหอมเพื่ออะไร

(แนวคำตอบ เพื่อให้ปลายรากหอมแตกกระจาย ทำให้มองเห็นเซลล์ได้ชัดเจน)

– ระหว่างการแบ่งเซลล์ โครโมโซมของเซลล์ปลายรากหอมเปลี่ยนแปลงลักษณะใด

(แนวคำตอบ ช่วงต้นของการแบ่งเซลล์ นิวเคลียสเป็นจุดสีม่วงเข้ม ลักษณะเป็นก้อนกลม ภายในนิวเคลียสเห็นโครโมโซมเป็นเส้นเนื่องจากโครมาทิดเริ่มชิดตัวกันแน่น ช่วงกลางของการแบ่งเซลล์ จะมองไม่เห็นนิวเคลียสเนื่องจากเยื่อหุ้มนิวเคลียสเกิดการสลายตัว ขณะที่เห็นโครโมโซมเป็นแท่งชัดเจนโดยเคลื่อนมาเรียงตัวอยู่บริเวณกึ่งกลางเซลล์ ต่อมาโครโมโซมเริ่มแยกตัวออกจากกันมากขึ้น จนกระทั่งแบ่งเป็น ๒ กลุ่ม เนื่องจากโครมาทิดแยกออกจากกัน ส่วนช่วงท้ายเห็นนิวเคลียสปรากฏอีกครั้ง และมีการแบ่งไซโทพลาซึมจนกระทั่งได้เซลล์ใหม่ ๒ เซลล์ โดยแต่ละช่วงเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า

– เซลล์ปลายรากหอมบนสไลด์แผ่นที่ ๑ ที่หยดน้ำกลั่นมองไม่เห็นนิวเคลียส หรือส่วนประกอบอื่นๆ ส่วนเซลล์ปลายรากหอมบนสไลด์แผ่นที่ ๒ ที่หยดสารละลายแอซีโตคาร์มินมองเห็นนิวเคลียส โครโมโซม และส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ได้ชัดเจน

– ส่วนที่ติดสีม่วงอมแดงในนิวเคลียสหรือที่เป็นแท่งสีม่วงเข้ม คือ โครโมโซม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะๆ เช่น บางระยะโครโมโซมปรากฏเป็นเส้นคู่ บางระยะโครโมโซมเรียงตัวอยู่ตรงกลางเซลล์ บางระยะโครโมโซมแยกออกจากกัน บางระยะเห็นเส้นสีม่วงเข้มคั่นตรงกลางระหว่างโครโมโซม ๒ กลุ่ม ซึ่งต่อมากลายเป็นก้อนนิวเคลียส และกลายเป็นเซลล์ใหม่ ๒ เซลล์ อย่างไรก็ตาม จำนวนโครโมโซมภายในเซลล์ใหม่นี้ก็ไม่แตกต่างไปจากเซลล์เดิม เพราะเป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

๔) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ จากหนังสือเรียนภาษาต่างประเทศ หรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนฟัง คัดคำศัพท์พร้อมทั้งคำแปลลงสมุดส่งครู

๕) ขั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

- การแบ่งเซลล์สืบพันธุ์มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในลักษณะใด
(แนวคำตอบ ทำให้สิ่งมีชีวิตมีโครโมโซมคงที่ในทุกรุ่น)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

ชั่วโมงที่ ๙ เรื่อง การแบ่งเซลล์ (๒)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

- ๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น
 - การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่ออะไร
(แนวคำตอบ เพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง การแบ่งเซลล์

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- (๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น
 - ยกตัวอย่างเซลล์ของพืชที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
(แนวคำตอบ เซลล์ราก เซลล์ลำต้น และเซลล์ใบ)
 - ยกตัวอย่างเซลล์ของสัตว์ที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
(แนวคำตอบ เซลล์ผิวหนัง เซลล์กล้ามเนื้อ และเซลล์ประสาท)

(๒) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย เมื่อสิ้นสุดการแบ่งเซลล์จะได้เซลล์ใหม่ ๒ เซลล์ โดยเซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะเหมือนเซลล์เริ่มต้นทุกประการ

(๒) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับวัฏจักรเซลล์ให้นักเรียนเข้าใจว่า ก่อนที่เซลล์จะแบ่งเซลล์ เซลล์จะต้องมีการเตรียมตัวให้พร้อม ช่วงที่เซลล์เตรียมจะแบ่งเซลล์เรียกว่า ระยะอินเตอร์เฟส จากนั้นเซลล์จะเข้าสู่ระยะของการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิสและการแบ่งไซโทพลาซึมจนสิ้นสุดการแบ่งเซลล์เรียกว่า วัฏจักรเซลล์ แบ่งเป็น ๒ ระยะ ดังนี้

- ระยะอินเตอร์เฟส เป็นระยะที่เซลล์มีการเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมที่จะแบ่งเซลล์ แบ่งเป็น ๓ ระยะ คือ ระยะก่อนสร้างดีเอ็นเอ ระยะที่มีการสร้างดีเอ็นเอ และระยะหลังสร้างดีเอ็นเอ

- ระยะการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เรียกว่า ระยะเอ็ม เป็นระยะที่มีการแบ่งนิวเคลียสซึ่งเป็นระยะที่มองเห็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ลักษณะของโครโมโซมชัดเจน

(๓) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ – ๖ คน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ ตามขั้นตอนดังนี้

- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

- สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากหนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน หรืออินเทอร์เน็ต

- สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน

- สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์

(๔) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๕) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสทำให้ได้เซลล์ใหม่กี่เซลล์

(แนวคำตอบ ๒ เซลล์)

- การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสทำให้ได้เซลล์ใหม่กี่เซลล์

(แนวคำตอบ ๔ เซลล์)

- เซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีลักษณะอย่างไร

(แนวคำตอบ มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์เริ่มต้นทุกประการ)

- โครมาทิดของโครโมโซมแต่ละแท่งเริ่มแยกออกจากกันเป็นระยะใดของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (แนวคำตอบ ระยะแอนาเฟส)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสพบในเซลล์ร่างกาย ทำให้ได้เซลล์ใหม่ ๒ เซลล์ ที่มีลักษณะเหมือนเซลล์เริ่มต้น ทุกประการ ส่วนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสพบในเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้ได้เซลล์ใหม่ ๔ เซลล์ ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เริ่มต้น

๔) ขั้น ขยายความรู้ (Elaboration)

(๑) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมขณะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของเซลล์ปลายรากหอมให้นักเรียนเข้าใจว่า การแบ่งเซลล์ปลายรากหอมเป็นตัวอย่างของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะๆ ดังนี้

- ระยะโพรเฟส โครมาตินหดแน่นและหดสั้นเข้า ปรากฏเห็นเป็นแท่งโครโมโซม
- ระยะเมทาเฟส โครโมโซมมาเรียงตัวอยู่บริเวณกึ่งกลางเซลล์ เป็นระยะที่โครโมโซมหดสั้นที่สุด
- ระยะแอนาเฟส โครมาตินของโครโมโซมแต่ละแท่งเริ่มแยกออกจากกัน
- ระยะเทโลเฟส โครมาตินแยกตัวออกจากกันมากยิ่งขึ้น และเคลื่อนที่ไปยังขั้วตรงข้ามของเซลล์
- ระยะเทโลเฟสตอนปลาย มีการแบ่งไซโทพลาซึม โครโมโซมเริ่มคลายตัวกลับเป็นโครมาติน

และแยกออกเป็น ๒ กลุ่ม ทำให้ได้เซลล์ใหม่ ๒ เซลล์

(๒) นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จากหนังสือเรียน ภาษาต่างประเทศหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง คัดคำศัพท์พร้อมทั้งคำแปลลงสมุดส่งครู

๕) ขั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

- โครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์ปลายรากหอมขณะเริ่มแบ่งเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนแรกในลักษณะใด

(แนวคำตอบ ขดกันแน่น หดสั้น และเห็นเป็นคู่)

- การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส โครโมโซม ๑ โครโมโซมจะจำลองตัวเองมาเป็นเส้นคู่ แต่ละเส้นของโครโมโซมเรียกว่าอะไร

(แนวคำตอบ โครมาติน)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

ชั่วโมงที่ ๑๐ เรื่อง การแบ่งเซลล์ (๓)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

- ๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น
 - การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่ออะไร
 (แนวคำตอบ เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ เรื่อง การแบ่งเซลล์

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- (๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น
 - ยกตัวอย่างเซลล์ของพืชที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
 (แนวคำตอบ สเปิร์มและไข่)
 - ยกตัวอย่างเซลล์ของสัตว์ที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
 (แนวคำตอบ อสุจิและไข่)

(๒) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ มีการแบ่งเซลล์ ๒ ขั้นตอน คือ ไมโอซิส I และไมโอซิส II เมื่อสิ้นสุดการแบ่งเซลล์จะได้เซลล์ใหม่ ๔ เซลล์ ที่มีโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งจากเซลล์เดิม

(๒) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ - ๖ คน ปฏิบัติกิจกรรม สร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์ ตามขั้นตอนดังนี้

- แต่ละกลุ่มเลือกสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสหรือแบบไมโอซิส กลุ่มละ ๑ แบบ แล้วออกแบบขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

- แบ่งกลุ่มช่วยกันหาอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม แล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ จากนั้นนำเสนอผลการออกแบบและการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๔) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

- นักเรียนเลือกสร้างแบบจำลองการแบ่งเซลล์แบบใด (แนวคำตอบ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส)

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

- นักเรียนใช้อุปกรณ์ใดในการสร้างแบบจำลอง
(แนวคำตอบ ดินน้ำมันสีต่างๆ และกระดาษแข็ง)
- การแบ่งเซลล์แบบที่นักเรียนเลือกมีการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมภายในเซลล์ลักษณะใด
(แนวคำตอบ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมภายในเซลล์ ดังนี้
 - ๑) ระยะโพรเฟส โครมาตินหดแน่นและหดสั้นเข้า ปรากฏเห็นเป็นแท่งโครโมโซม
 - ๒) ระยะเมทาเฟส โครโมโซมมาเรียงตัวอยู่บริเวณกึ่งกลางเซลล์
 - ๓) ระยะแอนาเฟส โครมาทิดของโครโมโซมแต่ละแท่งเริ่มแยกออกจากกัน
 - ๔) ระยะเทโลเฟส โครมาทิดแยกตัวออกจากกันมากยิ่งขึ้น และเคลื่อนที่ไปยังขั้วตรงข้ามของเซลล์
 - ๕) ระยะเทโลเฟสตอนปลาย มีการแบ่งไซโทพลาซึม โครโมโซมเริ่มคลายตัวกลับเป็น โครมาติน และแยกออกเป็น ๒ กลุ่ม ทำให้ได้เซลล์ใหม่ ๒ เซลล์)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ ๒ เซลล์ที่มีลักษณะและจำนวนโครโมโซมเหมือนเซลล์เริ่มต้น ไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ผลจากการแบ่งจะได้เซลล์ใหม่ ๔ เซลล์

๔) ขยายความรู้ (Elaboration)

นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จากหนังสือเรียน ภาษาต่างประเทศหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง คัดคำศัพท์พร้อมทั้งคำแปลลงสมุดส่งครู

๕) ประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

- การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในเพศชายและเพศหญิงมีการแบ่งเซลล์ในลักษณะใด และเซลล์ใหม่ที่ได้มีจำนวนโครโมโซมเป็นเท่าใด
(แนวคำตอบ การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีการแบ่งเซลล์โดยลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง แล้วเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ไปเป็นสูกิจซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชาย และไข่ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ของเพศหญิง ทำให้อสุจิและไข่แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซม ๒๓ โครโมโซม)

ขั้นสรุป

๑) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

๒) ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเนื้อหาของบทเรียนชั่วโมงหน้า เพื่อจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าล่วงหน้าในหัวข้อโรคทางพันธุกรรม

๓) ครูให้นักเรียนเตรียมประเด็นคำถามที่สงสัยมาอย่างน้อยคนละ ๑ คำถาม เพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันในห้องเรียนครั้งต่อไป

ชั่วโมงที่ ๑๑ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

๑) ขั้น G = Generate Curiosity (กระตุ้นความสงสัยจากสถานการณ์ปัญหา) (๕ นาที)

(๑) ครูถือแฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม (TOP SECRET) เข้าสู่ชั้นเรียน พร้อมแจ้งนักเรียนว่า

“วันนี้ทุกคนได้รับการกิจเป็น นักสืบพันธุศาสตร์ (Genetic Detective) เพื่อไขคดีลับทางพันธุกรรม โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการสืบค้นหาความจริง”

(๒) ครูนำเสนอ เคสตัวอย่าง “เด็กชาย A เรียนรู้ช้ากว่าเพื่อน กล้ามเนื้ออ่อนแรง ใบหน้ามีลักษณะเฉพาะ แพทย์สงสัยว่าเกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม” จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นการคิด ได้แก่

- นักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้นกับเด็กคนนี้

(แนวคำตอบ เด็กอาจมีความผิดปกติทางพันธุกรรม)

- นักเรียนคิดว่าอาการดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับยีนหรือโครโมโซมหรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ อาจเกี่ยวข้องกับโครโมโซม แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ ต้องรวบรวมหลักฐานเพิ่มเติม)

- หากนักเรียนเป็นนักสืบพันธุศาสตร์ นักเรียนต้องการหลักฐานเพิ่มเติมอะไรเพื่อไขคดีนี้

(แนวคำตอบ ผลตรวจ DNA, ผลตรวจโครโมโซม, ประวัติครอบครัว, หรือข้อมูลจาก AI และแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ)

(๓) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่ภารกิจการเรียนรู้ โดยกล่าวว่า

“จากหลักฐานที่มีอยู่ในขณะนี้ ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าผู้ป่วยเป็นโรคใด ภารกิจของนักสืบพันธุศาสตร์ คือ การสืบค้น รวบรวม และตรวจสอบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อระบุชื่อโรค อธิบายสาเหตุทางพันธุกรรม และเสนอแนวทางการป้องกันหรือดูแลผู้ป่วยอย่างมีเหตุผลและมีจริยธรรม”

๒) ขั้น E๑ – Explore Evidence (สืบเจาะหลักฐานและวิเคราะห์เคส) (๑๐ นาที)

(๑) นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็น ๓ กลุ่ม สวมบทบาทเป็น “นักสืบพันธุศาสตร์” (Genetic Detective) เพื่อปฏิบัติการกิจไขคดีลับทางพันธุกรรม

(๒) นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์อาการและหลักฐานทางห้องปฏิบัติการจาก Case File (คดี ๐๐๑, ๐๐๒ และ ๐๐๓)

- กลุ่มที่ ๑ (คดี ๐๐๑) เด็กชาย A (หน้าตาเฉพาะ, ลิ้นจุกปาก, โครโมโซมคู่ที่ ๒๑ เกิน)

- กลุ่มที่ ๒ (คดี ๐๐๒) เด็กหญิง B (ซีด, ตับม้ามโต, เม็ดเลือดแดงผิดปกติ, พ่อแม่เป็นพาหะ

Tt x Tt)

- กลุ่มที่ ๓ (คดี ๐๐๓) วัชรุน C (มองเห็นสีผิดเพี้ยน, อ่านแผ่น Ishihara ไม่ได้, ประวัติคุณตาเป็น)

๓) ชั้น N – Navigate with AI (สืบค้นและถอดรหัสด้วย AI) (๑๕ นาที)

(๑) นักเรียนทำภารกิจนักสืบโดยใช้ AI (ChatGPT) ในการสืบค้น โดยป้อนคำสั่งตาม AI Prompt Guide (บัตรคำสั่งสำเร็จรูป) เพื่อวิเคราะห์ชื่อโรค สาเหตุ (ยีน/โครโมโซม) และคำนวณโอกาสการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

(๒) นักเรียนบันทึกคำสั่งและคำตอบลงในแบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ AI Literacy Log (ส่วนที่ ๑)

๔) ชั้น E๒ – Evaluate & Fact-Check (ประเมิน ตรวจสอบ และสร้างสื่อ) (๑๕ นาที)

(๑) นักเรียนนำข้อมูลจาก AI มาตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Check) กับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.๓ บันทึกลงในแบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ AI Literacy Log (ส่วนที่ ๒) ว่ามีข้อมูลใดถูกต้อง หรือ AI เกิดอาการหลอน (Hallucination)/ข้อมูลคลาดเคลื่อนหรือไม่

(๒) นักเรียนประมวลความรู้สร้างผลงานสื่อดิจิทัล Infographic สรุปคดีโรคทางพันธุกรรม ผ่าน ChatGPT

(๓) ตัวแทนกลุ่มออกมาอภิปรายสรุปผลคดีสั้นๆ หน้าชั้นเรียน

๕) ชั้น AI – Application & Ethical Insight (การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงและจริยธรรม) (๑๕ นาที)

(๑) ครูตั้งประเด็นชวนคิด “หากในอนาคตนักเรียนจะแต่งงานและสร้างครอบครัว เราจะนำความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรมไปใช้อย่างไร?” เพื่อให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนคิดถึงความสำคัญของการตรวจสอบสุขภาพ และการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน (Genetic Counseling)

(แนวคำตอบ ตรวจสอบสุขภาพก่อนแต่งงาน คัดกรองการเป็นพาหะของโรคทางพันธุกรรม ปรึกษาแพทย์เมื่อมีความเสี่ยง วางแผนครอบครัวโดยใช้ข้อมูลที่ถูกต้อง ใช้ AI เป็นผู้ช่วยค้นข้อมูล โดยตรวจสอบข้อมูลจากแพทย์หรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือก่อนตัดสินใจ)

(๒) นักเรียนใช้ AI ร่วมระดมสมอง โดยป้อนคำสั่งตาม AI Prompt Guide (บัตรคำสั่งสำเร็จรูป)

“เทคโนโลยีการแพทย์สมัยใหม่ใดบ้าง ที่ช่วยป้องกันหรือรักษาโรค (ระบุชื่อโรคของกลุ่ม) ได้ และเทคโนโลยีนี้มีข้อดี ข้อจำกัด หรือประเด็นจริยธรรมที่ต้องระวังอย่างไรบ้าง?”

(๓) นักเรียนร่วมกันกำหนด “ข้อตกลงจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีพันธุศาสตร์และ AI”

(แนวคำตอบ ใช้ AI อย่างมีวิจารณญาณ ตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ เคารพข้อมูลส่วนบุคคล ไม่เลือกปฏิบัติต่อผู้ป่วยหรือผู้ที่เป็นพาหะ ใช้เทคโนโลยีเพื่อประโยชน์ของมนุษย์)

(๔) ครูใช้คำถามสะท้อนคิด (Reflection) “วันนี้ฉันได้เรียนรู้อะไร” เพื่อให้นักเรียนสังเคราะห์องค์ความรู้และสะท้อนผลการเรียนรู้จากกิจกรรม โดยให้นักเรียนเขียนคำตอบคนละ ๑ ประโยค ลงบนกระดานไวท์บอร์ด ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ ประเด็นที่ยังสงสัย หรือแนวทางการนำความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม และการใช้ AI อย่างมีวิจารณญาณไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

(แนวคำตอบ ฉันรู้ว่าการตรวจพหุช่วยลดความเสี่ยงของโรคทางพันธุกรรมได้, ฉันรู้ว่า AI ช่วยค้นหาข้อมูลได้ แต่ต้องตรวจสอบกับแพทย์, ฉันรู้ว่าการใช้เทคโนโลยีต้องคำนึงถึงจริยธรรมและสิทธิของผู้อื่น)

ชั่วโมงที่ ๑๒ เรื่อง การป้องกันการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ “G-E-N-E-AI Model กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และการรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์” ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ชั้น G – Generate Curiosity (กระตุ้นความสงสัยจากสถานการณ์ปัญหา) (๕ นาที)

(๑) ครูเปิดวิดีโอสั้น/สถานการณ์จำลอง “คูรักคู่หนึ่งกำลังจะแต่งงานกัน แต่วางแผนจะตรวจเลือดเพื่อประเมินความเสี่ยงโรคธาลัสซีเมียก่อนมีบุตร”

(๒) ครูเสนอสถานการณ์ปัญหาท้าทาย “หากผลการตรวจพบว่าทั้งคู่เป็นพาหะของโรคธาลัสซีเมีย ทั้งสองคนควรมีแนวทางในการป้องกันและการวางแผนครอบครัวอย่างไร เพื่อไม่ให้ลูกเกิดมาเป็นโรค?”

(๓) กระตุ้นให้นักเรียนสวมบทบาทเป็น “ที่ปรึกษาทางพันธุกรรม” (Genetic Counselor) เพื่อปฏิบัติภารกิจหาแนวทางป้องกันการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม

๒) ชั้น E๑ - Explore Evidence (สืบเจาะหลักฐานและวิเคราะห์เคส) (๑๐ นาที)

(๑) นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ ๔-๕ คน รับแฟ้มเคสที่ปรึกษาทางพันธุกรรม (Genetic Counseling Case)

(๒) นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยเสี่ยงของการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรมในชีวิตประจำวัน เช่น

- การแต่งงานระหว่างเครือญาติ
- การได้รับสารเคมีหรือรังสีที่เป็นมิวทาเจน (Mutagen)
- การวางแผนตั้งครรภ์โดยไม่ผ่านการตรวจคัดกรองพาหะ

(๓) นักเรียนบันทึกข้อสงสัยและประเด็นสำคัญที่ต้องหาแนวทางป้องกันลงในแบบบันทึกกิจกรรม

๓) ชั้น N – Navigate with AI (สืบค้นและถอดรหัสด้วย AI) (๑๕ นาที)

(๑) นักเรียนทำกิจกรรมโดยใช้ AI (เช่น ChatGPT) ในการสืบค้นข้อมูลป้องกันการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม โดยป้อนคำสั่งตาม AI Prompt Guide (บัตรคำสั่งสำเร็จรูป) เช่น

Prompt “ในฐานะแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการวางแผนครอบครัว ช่วยแนะนำแนวทางการป้องกันการถ่ายทอดโรคทางพันธุกรรม (เช่น ธาลัสซีเมีย) ตั้งแต่ระยะก่อนแต่งงาน ระยะตั้งครรภ์ และการหลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงในชีวิตประจำวัน อธิบายให้เข้าใจง่ายสำหรับนักเรียน ม.๓”

(๒) นักเรียนบันทึกคำสั่ง (Prompt) และสรุปแนวทางการป้องกันโรคทางพันธุกรรมลงใน AI Literacy Log (ส่วนที่ ๑)

๔) ชั้น E๒ – Evaluate & Fact-Check (ประเมิน ตรวจสอบ และสร้างสื่อ) (๑๕ นาที)

(๑) นักเรียนนำข้อมูลแนวทางการป้องกันที่ได้จาก AI มาตรวจสอบความถูกต้องเทียบกับหนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ ม.๓ บันทึกลงใน AI Literacy Log (ส่วนที่ ๒) เพื่อตรวจสอบว่า AI ให้ข้อมูลถูกต้องหรือคลาดเคลื่อนหรือไม่

(๒) นักเรียนประมวลความรู้สร้างสื่อดิจิทัลณรงค์ Infographic คู่มือการวางแผนครอบครัวและการป้องกันโรคทางพันธุกรรม ผ่าน Canva หรือ Gamma AI

(๓) สมาชิกกลุ่มร่วมกันสรุปข้อควรปฏิบัติที่สำคัญ ๔ ประการ (การหลีกเลี่ยงแต่งงานในเครือญาติ, หลีกเลี่ยงสารเคมีพิษ, การตรวจเลือดก่อนแต่งงาน/ฝากครรภ์, การปรึกษาแพทย์)

๕) ชั้น AI – Application & Ethical Insight (การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงและจริยธรรม) (๑๔ นาที)

(๑) ครูอภิปรายเน้นย้ำถึงความสำคัญของการพบแพทย์เพื่อตรวจวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกก่อนการแต่งงาน

(๒) นักเรียนใช้ AI ร่วมระดมสมองและโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นเทคโนโลยีทางการแพทย์สมัยใหม่กับการป้องกันโรคทางพันธุกรรม เช่น การตรวจคัดกรองตัวอ่อนก่อนการฝังตัว (PGT-M) หรือการใช้เทคโนโลยีตัดแต่งยีน (CRISPR)

(๓) นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ถึง “ประโยชน์ ผลกระทบ และข้อควรระวังทางจริยธรรม” ของเทคโนโลยีดังกล่าวต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ขั้นสรุป (๑ นาที)

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า “โรคทางพันธุกรรมแม้จะรักษาให้หายขาดได้ยาก แต่สามารถป้องกันได้โดยการตรวจเลือดปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน การฝากครรภ์ และการหลีกเลี่ยงปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ”

ครูมอบหมายให้นักเรียนนำ Infographic ที่สร้างขึ้นไปเผยแพร่ผ่านช่องทางออนไลน์ของชั้นเรียน หรือติดที่ป้ายนิเทศของโรงเรียน เพื่อขยายความรู้สู่ชุมชน

ชั่วโมงที่ ๑๓ เรื่อง พันธุวิศวกรรม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

– ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์นำความรู้สาขาใดมาช่วยในการเพิ่มผลผลิตให้เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย

(แนวคำตอบ เทคโนโลยีชีวภาพ)

– เทคโนโลยีชีวภาพช่วยเพิ่มผลผลิตด้านต่างๆ ได้อย่างไร

(แนวคำตอบ เทคโนโลยีชีวภาพสามารถนำมาใช้ปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ทำให้มี

คุณสมบัติตามที่ต้องการ จึงช่วยเพิ่มผลผลิตด้านต่าง ๆ ได้ตามความต้องการของมนุษย์)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง พันธุวิศวกรรม

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(๑) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนแล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพที่ครูมอบหมายให้ไปเรียนรู้ล่วงหน้าให้เพื่อนๆ ในกลุ่มฟัง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอข้อมูลหน้าห้องเรียน

(๒) ครูตรวจสอบว่านักเรียนทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายไปหรือไม่ โดยตรวจสอบจากการจดบันทึกของนักเรียน และถามคำถามเกี่ยวกับภาระงาน ดังนี้

– เทคโนโลยีชีวภาพคืออะไร

(แนวคำตอบ การทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดการเปลี่ยนแปลง)

– เทคโนโลยีชีวภาพถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านใด

(แนวคำตอบ ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านการผลิตอาหาร และด้านกฎหมาย)

(๓) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อย

คนละ ๑ คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

(๔) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับภาระงาน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้และเทคนิคทางชีววิทยาที่เรียกว่า เทคโนโลยีชีวภาพ มาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านการผลิตอาหาร และด้านกฎหมาย

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องประเภทของความหลากหลายทางชีวภาพ จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ความหลากหลายทางชีวภาพประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ๆ ๓ ประเภท คือ ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต และความหลากหลายของระบบนิเวศ

(๒) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ – ๖ คน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหลากหลายทางพันธุกรรมตามขั้นตอนดังนี้

– แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ความหมายของความหลากหลายทางพันธุกรรมและตัวอย่างของความหลากหลายทางพันธุกรรม

– สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากหนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน หรืออินเทอร์เน็ต

– สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน

– สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความหลากหลายทางพันธุกรรม

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

(๔) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

– สิ่งมีชีวิตที่ได้จากกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมเรียกว่าอะไร

(แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม)

– ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่ได้จากกระบวนการทางพันธุวิศวกรรม

(แนวคำตอบ ฝ้าย มะเขือเทศ ถั่วเหลือง ข้าวโพด หนู และปลา)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า พันธุวิศวกรรม คือ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตัดแต่งยีน เพื่อให้ได้ยีนที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการทำให้ได้สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เช่น ฝ้าย มะเขือเทศ ถั่วเหลือง ข้าวโพด หนู และปลา

๔) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

(๑) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมให้นักเรียนเข้าใจว่า สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมหรือจีเอ็มโอ คือ สิ่งมีชีวิตที่ได้รับการถ่ายโอนยีนจากกระบวนการทางพันธุวิศวกรรม เช่น ฝ้าย มะเขือเทศ ถั่วเหลือง ข้าวโพด หนู และปลา

(๒) นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับพันธุวิศวกรรม จากหนังสือเรียนภาษาต่างประเทศหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง คัดคำศัพท์พร้อมทั้งคำแปลลงสมุดส่งครู

๕) ขั้นประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

– พันธุวิศวกรรมคืออะไร

(แนวคำตอบ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตัดแต่งยีน เพื่อให้ได้ยีนที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ)

– เพราะอะไรกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมจึงต้องนำเซลล์ที่มีดีเอ็นเอลูกผสมไปเพาะเลี้ยง

(แนวคำตอบ เพราะต้องการเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอลูกผสมที่มียีนที่ต้องการ)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับพันธุวิศวกรรม โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังโน้ต

ชั่วโมงที่ ๑๔ เรื่อง การใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม และผลกระทบที่อาจมีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

- ผลผลิตจากกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หรือไม่ ลักษณะใด

(แนวคำตอบ ได้ เนื่องจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพโดยเฉพาะกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านการผลิตอาหาร และด้านกฎหมาย)

2) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(1) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น

- เทคโนโลยีชีวภาพมีประโยชน์ต่อมนุษย์หรือไม่ ลักษณะใด

(แนวคำตอบ เทคโนโลยีชีวภาพมีประโยชน์ต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก มนุษย์นำผลผลิตจากเทคโนโลยีชีวภาพในด้านต่างๆ มาใช้ ทำให้ได้รับความสะดวกสบายในการดำรงชีวิตมากขึ้น เช่น มีผักและผลไม้ที่สามารถเก็บไว้รับประทานได้นานมากขึ้น เพาะปลูกพืชในพื้นที่ที่แห้งแล้งหรือน้ำท่วมได้ ผลิตวัคซีนเพื่อป้องกันเชื้อโรคได้ และสามารถพิสูจน์ความเกี่ยวข้องทางพันธุกรรมของบุคคลในครอบครัวเดียวกันได้)

(2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(1) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่โดยเฉพาะกระบวนการทางพันธุวิศวกรรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านการผลิตอาหาร และด้านกฎหมาย

(2) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับด้านการเกษตรให้นักเรียนเข้าใจว่า เทคโนโลยีชีวภาพที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ต้านทานต่อโรคและแมลงต่างๆ ได้ การปรับปรุง

พันธุ์พืชให้สุกอมช้า การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี และการตัดแต่งยีนตรงโนโตรเจนใส่ลงในพืช ทำให้พืชสามารถตรึงไนโตรเจนได้

(3) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับด้านการแพทย์ให้นักเรียนเข้าใจว่า เทคโนโลยีชีวภาพที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ เช่น การใช้จุลินทรีย์ในการผลิตยาปฏิชีวนะ การใช้จุลินทรีย์ในการผลิตวัคซีน และการตรวจวินิจฉัยโรค

(4) ครูอธิบายเรื่องน่ารู้ เรื่อง เซอร์ อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง ให้นักเรียนเข้าใจว่า เซอร์ อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Fleming, Sir Alexander) เป็นบุคคลแรกที่ค้นพบราเพนิซิลเลียม โนตาตัม (*Penicillium notatum*) ซึ่งเป็นราที่ใช้ในการผลิตสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

(5) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับด้านการผลิตอาหารให้นักเรียนเข้าใจว่า เทคโนโลยีชีวภาพที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการผลิตอาหาร เช่น การผลิตอาหารเพื่อเพิ่มวิตามิน หรือเอนไซม์ชนิดต่างๆ ให้อาหารมีปริมาณมากเพียงพอและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น และการถ้ายาถนอมเพื่อเพิ่มปริมาณเนื้อ หรือเร่งการเจริญเติบโตในสัตว์ให้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าปกติ

(6) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับด้านกฎหมายให้นักเรียนเข้าใจว่า เทคโนโลยีชีวภาพที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านกฎหมาย เช่น การพิสูจน์หาหลักฐานเกี่ยวกับคดีอาชญากรรมที่ซับซ้อน โดยการวิเคราะห์โมเลกุลของดีเอ็นเอ และการพิสูจน์ความเป็นพ่อแม่ลูกในกรณีที่ต้องการตรวจสอบความสัมพันธ์ของบุคคลในครอบครัว

(7) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5 – 6 คน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพตามขั้นตอนดังนี้

- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น เทคโนโลยีด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านการผลิตอาหาร และด้านกฎหมาย

- สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากหนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน หรืออินเทอร์เน็ต

- สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคิดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน

- สมาชิกกลุ่มช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้ทั้งหมดเป็นผลงานของกลุ่ม และช่วยกันจัดทำรายงานการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ

(8) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(9) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

3) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

(2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

- ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพในด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านการผลิตอาหาร และด้านกฎหมายมาอย่างละ 1 ตัวอย่าง

(แนวคำตอบ ด้านการเกษตร เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืชให้ต้านทานแมลง ด้านการแพทย์ เช่น การใช้จุลินทรีย์ในการผลิตยาปฏิชีวนะ ด้านการผลิตอาหาร เช่น การถ่ายฝากยีน เพื่อเร่งการเจริญเติบโตในสุกร และด้านกฎหมาย เช่น การวิเคราะห์โมเลกุลของดีเอ็นเอในคดีที่มีผู้ต้องสงสัยหลายคน)

(3) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าเทคโนโลยีชีวภาพนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านการผลิตอาหาร และด้านกฎหมาย

4) ขยายความรู้ (Elaboration)

(1) ครูอธิบายเรื่องนำรู้ เรื่อง การโคลนนิ่งสัตว์สุญพันธุ์ ให้นักเรียนเข้าใจว่า ปัจจุบันมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการโคลนนิ่งสัตว์สุญพันธุ์ โดยมีวิธีการดังนี้

- สร้างดีเอ็นเอจากชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่เหลืออยู่
- ผลิตยีนและถ่ายยีนเข้าสู่เซลล์ต้นกำเนิด (stem cell)
- ถ่ายเซลล์เข้าสู่สัตว์และเลี้ยงจนได้สัตว์ที่มีลักษณะของสัตว์สุญพันธุ์
- ขยายพันธุ์และศึกษาต่อไปจนได้สัตว์ที่มีลักษณะเหมือนสัตว์สุญพันธุ์

(2) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5 – 6 คน เล่นเกมเทคโนโลยีชีวภาพกับการแพทย์ โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกว่าสิ่งใดเป็นประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพด้านการแพทย์ กลุ่มใดเลือกได้ถูกต้องมากที่สุดเป็นฝ่ายชนะ

(3) นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพจากหนังสือเรียนภาษาต่างประเทศหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง คัดคำศัพท์พร้อมทั้งคำแปลลงสมุดสักรู

5) ประเมิน (Evaluation)

(1) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(2) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(3) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(4) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

- “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรให้มีคุณภาพดีตามความต้องการของมนุษย์ ผลิตภัณฑ์ที่

ได้จะต้องใช้กระบวนการทางพันธุวิศวกรรมเสมอ” คำกล่าวนี้เป็นจริงหรือไม่ เพราะอะไร
(แนวคำตอบ ไม่เป็นจริง เพราะการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรสามารถใช้วิธีการคัดเลือกพันธุ์หรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดีตามความต้องการของมนุษย์ได้เช่นกัน จึงไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางพันธุวิศวกรรมเสมอไป)
– ยกตัวอย่างการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์ควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
(แนวคำตอบ การนำจุลินทรีย์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์และพัฒนาให้มีคุณลักษณะดีตามต้องการมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียในท้องถิ่น)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

ชั่วโมงที่ ๑๕ เรื่อง ผลของเทคโนโลยีชีวภาพ

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

- ๑) ครูให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้วโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - นักเรียนได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพในด้านใดมากที่สุด อธิบาย
(แนวคำตอบ ด้านการเกษตร โดยการปรับปรุงพันธุ์ผลไม่ให้อายุเก็บเกี่ยวช้า ทำให้ได้รับประทานผลไม้นอกจากต่างประเทศที่ต้องใช้ระยะเวลาในการขนส่งนาน)
 - ประโยชน์ที่ได้รับจากการพิสูจน์ความเป็นพ่อแม่ลูกเป็นการนำความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์ในด้านใด
(แนวคำตอบ ด้านกฎหมาย)

๒) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง ผลของเทคโนโลยีชีวภาพ

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับแบบกลับด้านชั้นเรียน (flipped classroom) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- (๑) ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น
 - นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีข้อดีและข้อเสียหรือไม่ อย่างไร
(แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดี คือ ได้สิ่งมีชีวิตที่มีคุณลักษณะดีตามต้องการ ข้อเสีย คือ มีความเสี่ยงต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม)
- (๒) นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

๒) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

(๑) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องผลของเทคโนโลยีชีวภาพ จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า แม้ว่าเทคโนโลยีชีวภาพจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ได้อย่างมากมาย แต่การนำเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ประโยชน์อาจนำไปสู่ความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดผลในทางลบได้ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางชีวภาพในการอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยมีหน่วยงานที่เรียกว่า ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ทำหน้าที่วิจัยพัฒนา และกำหนดมาตรการการนำพืชตัดแต่งยีนเข้ามาในประเทศ

(๒) ครูเชื่อมโยงความรู้เข้ากับบูรณาการอาเซียน โดยครูอธิบายเกี่ยวกับการเข้าร่วมอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศต่างๆ ในอาเซียนว่า ประเทศต่างๆ ในอาเซียนได้เข้าร่วมอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ ดังต่อไปนี้

- พ.ศ. ๒๕๓๖: ฟิลิปปินส์
- พ.ศ. ๒๕๓๗: เมียนมา เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย
- พ.ศ. ๒๕๓๘: กัมพูชา สิงคโปร์
- พ.ศ. ๒๕๓๙: ลาว
- พ.ศ. ๒๕๔๙: ไทย
- พ.ศ. ๒๕๕๑: บรูไนดารุสซาลาม

(๓) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ ๕ – ๖ คน ปฏิบัติกิจกรรม สืบค้นข้อมูลเทคโนโลยีชีวภาพในประเทศไทยตามขั้นตอน ดังนี้

- สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพที่คิดค้นในประเทศไทย
- นำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน แล้วนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๔) ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม

(๕) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

๓) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(๑) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(๒) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

- ประเทศไทยได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยีชีวภาพในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในเรื่องใด (แนวคำตอบ ช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีจากการปรับปรุงพันธุ์พืช ทำให้พืชมีคุณสมบัติต้านทานโรคและแมลง จึงลดปริมาณสารเคมีตกค้างในพืชและดินได้)

- นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์ในประเทศไทย เพราะอะไร (แนวคำตอบ เห็นด้วย เพราะการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้ประโยชน์ในประเทศไทยทำให้ประเทศไทยได้รับประโยชน์จากผลผลิตพืชและสัตว์ที่มีลักษณะที่ต้องการ ซึ่งเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศ)

- นักเรียนคิดว่ารัฐบาลไทยควรให้การสนับสนุนการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพมากน้อยเพียงใด เพราะอะไร

- (แนวคำตอบ รัฐบาลไทยควรให้การสนับสนุนการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ เพราะ

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

เป็นการพัฒนาพันธุ์พืชและสัตว์ให้มีคุณลักษณะที่ดีตามต้องการ แต่ต้องมีการควบคุมดูแลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิด เพื่อป้องกันผลเสียที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต)

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า

- เทคโนโลยีชีวภาพสามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี มนุษย์นำเทคโนโลยีชีวภาพมาทำให้สิ่งมีชีวิต ได้แก่ พืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์ เกิดการเปลี่ยนแปลง เพื่อผลิตสิ่งต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์
- แม้ว่าเทคโนโลยีชีวภาพจะสามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ได้อย่างมากมาย หากการนำไปใช้และการพัฒนาไม่ได้รับการควบคุมอย่างระมัดระวัง อาจส่งผลกระทบต่อมนุษย์ พืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อมได้

๔) ขยายความรู้ (Elaboration)

(๑) ครูเชื่อมโยงความรู้เข้ากับหลักเศรษฐกิจพอเพียง โดยครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ไปโอเทคได้ดำเนินงานเพื่อพัฒนาสังคม ชุมชนชนบท และคุณภาพชีวิต เช่น การส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกข้าวหอมชลสิทธิ์ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พร้อมกับส่งเสริมให้ใช้ราเพื่อป้องกันแมลงศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรพึ่งพาตนเองได้ และสามารถทำการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

(๒) นักเรียนค้นคว้าคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเกี่ยวกับผลของเทคโนโลยีชีวภาพ จากหนังสือเรียนภาษาต่างประเทศหรืออินเทอร์เน็ต และนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง คัดคำศัพท์พร้อมทั้งคำแปลลงสมุดส่งครู

๕) ประเมิน (Evaluation)

(๑) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(๒) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(๓) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(๔) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

- ยกตัวอย่างผลเสียของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพ
(แนวคำตอบ มีความเสี่ยงที่สิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมจะมีเปลี่ยนแปลงปลอมซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม)
- หากนักเรียนต้องการนำพืชดัดแปรพันธุกรรมมาปลูก นักเรียนจะต้องขออนุญาตจากองค์กรใด
(แนวคำตอบ กรมวิชาการเกษตร)
- เทคโนโลยีชีวภาพเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในลักษณะใด
(แนวคำตอบ เทคโนโลยีชีวภาพทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลง เพื่อประโยชน์ของมนุษย์ ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่เข้ามาแทนที่สิ่งมีชีวิตชนิดเดิมที่อยู่ในธรรมชาติ ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตชนิดเดิมสูญพันธุ์ได้)

ขั้นสรุป

๑) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับผลของเทคโนโลยีชีวภาพ โดยร่วมกันเขียนเป็นแผนที่ความคิดหรือผังมโนทัศน์

๒) ครูดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้า/ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ ของนักเรียน

๓) ครูเชื่อมโยงเนื้อหาจากบทเรียนนี้กับหน่วยการเรียนรู้ที่ ๓ เพื่อให้นักเรียนเตรียมความพร้อมโดยใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

– มันสำปะหลังที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะรากใหญ่และเจริญเติบโตได้เร็วสามารถนำไปผลิตเป็นพลาสติกได้หรือไม่

(แนวคำตอบ สามารถนำไปผลิตเป็นพลาสติกได้)

๔) ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าเนื้อหา เพื่อจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยให้นักเรียนศึกษาค้นคว่าล่วงหน้าในหัวข้อพอลิเมอร์

๕) ครูให้นักเรียนเตรียมประเด็นคำถามที่สงสัยมาอย่างน้อยคนละ ๑ คำถาม เพื่อนำมาอภิปรายร่วมกันในห้องเรียนครั้งต่อไป

๑๐. เวลา ๑๕ ชั่วโมง

๑๑. เกณฑ์การประเมินชิ้นงานและภาระงาน

แบบบันทึกการประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (Rubrics Scoring Sheet)

หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

รหัสวิชา ว ๒๓๑๐๑ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓

ชื่อ - สกุล นักเรียน/กลุ่ม ชั้น ม.๓ เลขที่/กลุ่มที่.....

๑. แบบประเมิน การสร้างแบบจำลอง (โครโมโซม DNA ยีน / การแบ่งเซลล์)

(สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๕ และ ๑๐)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ / คะแนน				คะแนนที่ได้
	๔ (ดีมาก)	๓ (ดี)	๒ (พอใช้)	๑ (ปรับปรุง)	
๑. ความถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ (K)	แสดงองค์ประกอบโครงสร้างและตำแหน่งความสัมพันธ์ (หรือขั้นตอนแบ่งเซลล์) ถูกต้องสมบูรณ์ ๑๐๐%	แสดงองค์ประกอบ/โครงสร้าง ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย	แสดงองค์ประกอบ/โครงสร้าง ถูกต้องเพียงบางส่วน มีข้อผิดพลาดในจุดสำคัญ	แสดงองค์ประกอบ ไม่ถูกต้อง หรือไม่ตรงตามหลักการทางวิทยาศาสตร์	 / ๔
๒. ความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบ (P)	มีความสวยงาม ประณีต ใช้วัสดุเหลือใช้/ ประหยัดได้ อย่างมีประสิทธิภาพ	มีความสวยงาม ใช้วัสดุเหมาะสม ออกแบบได้ ชัดเจน	ชิ้นงานเรียบง่าย ใช้วัสดุตามที่มี ไม่ค่อยโดดเด่น	ชิ้นงานไม่สมบูรณ์ ขาดความประณีต และใช้วัสดุไม่เหมาะสม	 / ๔
๓. การนำเสนอและความเข้าใจ (P/A)	อธิบายรายละเอียดและตอบคำถามเกี่ยวกับแบบจำลองได้ ถูกต้อง ฉะฉานมั่นใจ	อธิบายรายละเอียดได้ ถูกต้อง ตอบคำถามได้ดี	อธิบายได้ บางส่วน ต้องอาศัยคำถามกระตุ้นจากครู	ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดของแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้	 / ๔
รวมคะแนน					 / ๑๒

๒. แบบประเมิน รายงาน/แฟ้มคดีลับทางพันธุศาสตร์ (Genetic Case File Log & Report)

(สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๓, ๔, ๖, ๑๑, ๑๒, ๑๓, ๑๔)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ / คะแนน				คะแนนที่ได้
	๔ (ดีมาก)	๓ (ดี)	๒ (พอใช้)	๑ (ปรับปรุง)	
๑. การสืบค้นและรวบรวมข้อมูล (P)	สืบค้นจากแหล่งข้อมูลหลากหลาย น่าเชื่อถือ บันทึกเป็นระบบครบถ้วน	สืบค้นข้อมูลได้ครบถ้วน จัดหมวดหมู่ข้อมูลได้ดี	สืบค้นได้เพียงบางประเด็น ข้อมูลยังไม่ครอบคลุม	ไม่มีการสืบค้นหรือข้อมูลไม่ถูกต้อง/ไม่ตรงประเด็น	 / ๔
๒. การวิเคราะห์ คำนวน และสรุปผล (K/P)	วิเคราะห์สาเหตุ คำนวนอัตราส่วนจีโนไทป์/ฟีโนไทป์ ได้ถูกต้องแม่นยำ	วิเคราะห์และคำนวณถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่ ผิดพลาดเล็กน้อย	วิเคราะห์/คำนวณได้บางส่วน สรุปผลยังไม่ชัดเจน	ไม่สามารถวิเคราะห์ ค้นหาสาเหตุหรือคำนวณผลลัพธ์ได้	 / ๔
๓. ความเป็นระเบียบและตรงต่อเวลา (A)	จัดทำเป็นระเบียบ เรียบร้อย อ่านง่าย และส่งตรงตามกำหนดเวลา	จัดทำเป็นระเบียบ เรียบร้อย ส่งตรงตามกำหนดเวลา	ขาดความเป็นระเบียบ เล็กน้อย ส่งช้ากว่ากำหนด	ชิ้นงานไม่เรียบร้อย และส่งช้ากว่ากำหนดมาก	 / ๔
รวมคะแนน					 / ๑๒

๓. แบบประเมิน สื่อดิจิทัล Infographic (โรคทางพันธุกรรม / การณรงค์ป้องกันโรค)

(สอดคล้องกับนวัตกรรม G-E-N-E-AI ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑๑ และ ๑๒)

ประเด็นการ ประเมิน	ระดับคุณภาพ / คะแนน				คะแนนที่ได้
	๔ (ดีมาก)	๓ (ดี)	๒ (พอใช้)	๑ (ปรับปรุง)	
๑. สารสำคัญ และความ ถูกต้อง (K)	เนื้อหาถูกต้อง ตามหลัก วิชาการ ระบุ สาเหตุ อาการ การป้องกัน ได้ กระชับชัดเจน	เนื้อหาถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่ ครบถ้วนตาม หัวข้อหลักที่ กำหนด	เนื้อหาถูกต้อง บางส่วน ขาด รายละเอียด สำคัญบาง ประเด็น	เนื้อหาไม่ ถูกต้อง ให้ ข้อมูล คลาดเคลื่อน ขาด สารสำคัญ	 / ๔
๒. การเลือกใช้ เทคโนโลยีและ AI (P)	ใช้ AI/ โปรแกรมสร้าง สื่อได้อย่างมี ประสิทธิภาพ ออกแบบ สวยงาม อ่าน ง่าย	ใช้เทคโนโลยี สร้างสื่อได้ดี จัดวาง องค์ประกอบได้ น่าสนใจ	ใช้เทคโนโลยี สร้างสื่อ พื้นฐานได้ การ จัดวางอ่านยาก เล็กน้อย	สื่อขาดความ น่าสนใจ ไม่จัด วาง องค์ประกอบ อ่านเข้าใจยาก	 / ๔
๓. การ ตระหนักรู้และ คุณค่า จริยธรรม (A)	สะท้อนความ ตระหนักถึงการ ปรึกษาแพทย์ ก่อนแต่งงาน และจริยธรรม ได้ลึกซึ้ง	แสดงออกถึง ความตระหนัก ในคุณค่าของ การป้องกันโรค ทางพันธุกรรม ได้ชัดเจน	แสดงความ ตระหนักรู้เพียง เล็กน้อย ประเด็น จริยธรรมยังไม่ ชัดเจน	ไม่มีการแสดง ความคิดเห็น หรือสะท้อน คุณค่า/ จริยธรรม	 / ๔
รวมคะแนน					 / ๑๒

๔. แบบประเมิน แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log & Fact-Checking)
(สอดคล้องกับกิจกรรม G-E-N-E-AI ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑๑ และ ๑๒)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ / คะแนน				คะแนนที่ได้
	๔ (ดีมาก)	๓ (ดี)	๒ (พอใช้)	๑ (ปรับปรุง)	
๑. การเขียนคำสั่ง (Prompt Engineering)	ป้อนคำสั่ง (Prompt) ได้ชัดเจน ตรงประเด็น ได้ข้อมูลตรงความต้องการ	ป้อนคำสั่งได้ดี ข้อมูลที่ได้รับจาก AI สอดคล้องกับภารกิจ	ป้อนคำสั่งแบบกว้างๆ ได้ ข้อมูลจาก AI ไม่ค่อยตรงประเด็น	เขียนคำสั่งไม่ได้ หรือใช้คำสั่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา	 / ๔
๒. การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Check)	ตรวจสอบเทียบกับหนังสือเรียนละเอียด ระบุข้อถูกต้อง/ข้อคลาดเคลื่อนได้แม่นยำ	ตรวจสอบข้อมูลเทียบกับแหล่งอ้างอิงได้ดี บอกข้อถูกต้องได้	ตรวจสอบข้อมูลเพียงบางส่วน ไม่ได้เปรียบเทียบอย่างชัดเจน	ยอมรับข้อมูลจาก AI ทั้งหมดโดยไม่มีการตรวจสอบ	 / ๔
๓. การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ (A)	โต้แย้ง/สะท้อนผลกระทบของ GMOs/CRISPR ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างมีเหตุผล	แสดงความคิดเห็นและผลกระทบของเทคโนโลยีชีวภาพได้มีเหตุผล	แสดงความคิดเห็นได้ แต่ขาดข้อมูลสนับสนุนทางวิทยาศาสตร์	ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นหรือโต้แย้งในประเด็นวิทยาศาสตร์ได้	 / ๔
รวมคะแนน					 / ๑๒

ตารางสรุปคะแนนรวม และระดับคุณภาพ (Summary Sheet)

ชิ้นงาน / ภาระงาน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	สรุประดับคุณภาพ
๑. แบบจำลอง (โครโมโซม DNA ยีน / การแบ่งเซลล์)	๑๒		☐ ๔ ☐ ๓ ☐ ๒ ☐ ๑
๒. รายงาน/แฟ้มคดีลับทางพันธุศาสตร์ (Genetic Case File)	๑๒		☐ ๔ ☐ ๓ ☐ ๒ ☐ ๑
๓. สื่อดิจิทัล Infographic (โรคทางพันธุกรรม/การป้องกัน)	๑๒		☐ ๔ ☐ ๓ ☐ ๒ ☐ ๑
๔. แบบบันทึกความฉลาดรู้ AI (AI Literacy Log)	๑๒		☐ ๔ ☐ ๓ ☐ ๒ ☐ ๑
รวมคะแนนทั้งสิ้น	๔๘		ร้อยละ %

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ (คิดจากคะแนนรวมทั้งหมด ๔๘ คะแนน)

คะแนน ๓๙ – ๔๘ คะแนน	(ร้อยละ ๘๐ – ๑๐๐)	= ระดับคุณภาพ ๔ (ดีมาก)
คะแนน ๓๔ – ๓๘ คะแนน	(ร้อยละ ๗๐ – ๗๙)	= ระดับคุณภาพ ๓ (ดี)
คะแนน ๒๙ – ๓๓ คะแนน	(ร้อยละ ๖๐ – ๖๙)	= ระดับคุณภาพ ๒ (พอใช้)
คะแนน ๐ – ๒๘ คะแนน	(ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐)	= ระดับคุณภาพ ๑ (ปรับปรุง)

เกณฑ์การผ่าน ต้องได้ระดับคุณภาพ ดี (๓) ขึ้นไป (คะแนนรวมไม่ต่ำกว่า ๓๔ คะแนน)

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน (ครูผู้สอน)
 (นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา)
 วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว ๒๓๑๐๑

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑๑ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เวลาเรียน ๑ ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑๑

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์

รหัสวิชา ว ๒๓๑๐๑

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓

ภาคเรียนที่ ๑

ปีการศึกษา ๒๕๖๙

หน่วยการเรียนรู้ที่ ๒ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม

เวลา ๑ ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวเมณุลินทร์ ดวงขตา

สอนวันที่ ๘ เดือน มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๙

๑. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดระหว่างทาง

ว ๑.๓ ม.๓/๕ บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมอาจทำให้เกิดโรคทางพันธุกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรค ทางพันธุกรรม

ตัวชี้วัดปลายทาง

ว ๑.๓ ม.๓/๖ ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยรู้ว่ก่อนแต่งงานควรปรึกษาแพทย์ เพื่อตรวจและวินิจฉัยภาวะเสี่ยงของลูกที่อาจเกิดโรค ทางพันธุกรรม

๒. สาระสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เช่น โรคธาลัสซีเมียเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของยีน กลุ่มอาการดาวน์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม

๓. จุดประสงค์การเรียนรู้

๓.๑ ด้านความรู้ (Knowledge)

นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุการเกิดโรคทางพันธุกรรมจากการเปลี่ยนแปลงของยีน (โรคธาลัสซีเมีย, ภาวะตาบอดสี) และการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม (กลุ่มอาการดาวน์) จากกรณีศึกษา (Case File) ได้อย่างถูกต้อง

๓.๒ ด้านทักษะกระบวนการ (Process)/ทักษะ (Skill)

นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-check) ของข้อมูลที่ได้จาก AI เทียบกับแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ และสรุปองค์ความรู้เป็นสื่อดิจิทัล (Infographic) ได้อย่างเป็นระบบ

๓.๓ ด้านเจตคติ (Attitude)

นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยเสนอแนวทางการป้องกันและการตัดสินใจด้านสุขภาพ (เช่น การวางแผนครอบครัวและการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน) ในชีวิตจริง

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมณุลินทร์ ดวงขตา

๔. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attribute)

๑. มีวินัย
๒. ใฝ่เรียนรู้
๓. มุ่งมั่นในการทำงาน
๔. มีจิตวิทยาศาสตร์

๕. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (Competency)

- ☒ ๑. ความสามารถในการสื่อสาร
- ☒ ๒. ความสามารถในการคิด
- ☒ ๓. ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ☐ ๔. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ☒ ๕. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

๖. สารการเรียนรู้

โรคทางพันธุกรรม (กลุ่มอาการดาวน์, โรคทาลัสซีเมีย และภาวะตาบอดสี)

๗. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Active Learning

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้

๑) ขั้น G = Generate Curiosity (กระตุ้นความสงสัยจากสถานการณ์ปัญหา) (๕ นาที)

(๑) ครูถือแฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม (TOP SECRET) เข้าสู่ชั้นเรียน พร้อมแจ้งนักเรียนว่า

“วันนี้ทุกคนได้ภารกิจเป็น นักสืบพันธุศาสตร์ (Genetic Detective) เพื่อไขคดีลับทางพันธุกรรม โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการสืบค้นหาความจริง”

(๒) ครูนำเสนอ เคสตัวอย่าง “เด็กชาย A เรียนรู้ช้ากว่าเพื่อน กล้ามเนื้ออ่อนแรง ใบหน้ามีลักษณะเฉพาะ แพทย์สงสัยว่าเกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม” จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นการคิด ได้แก่

- นักเรียนคิดว่าเกิดอะไรขึ้นกับเด็กคนนี้

(แนวคำตอบ เด็กอาจมีความผิดปกติทางพันธุกรรม)

- นักเรียนคิดว่าอาการดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับยีนหรือโครโมโซมหรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ อาจเกี่ยวข้องกับโครโมโซม แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ ต้องรวบรวมหลักฐานเพิ่มเติม)

- หากนักเรียนเป็นนักสืบพันธุศาสตร์ นักเรียนต้องการหลักฐานเพิ่มเติมอะไรเพื่อไขคดีนี้

(แนวคำตอบ ผลตรวจ DNA, ผลตรวจโครโมโซม, ประวัติครอบครัว, หรือข้อมูลจาก AI แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ)

(๓) ครูเชื่อมโยงเข้าสู่ภารกิจการเรียนรู้ โดยกล่าวว่า

“จากหลักฐานที่มีอยู่ในขณะนี้ ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าผู้ป่วยเป็นโรคใด ภารกิจของนักสืบพันธุศาสตร์ คือ การสืบค้น รวบรวม และตรวจสอบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อระบุชื่อโรค อธิบายสาเหตุทางพันธุกรรม และเสนอแนวทางการป้องกันหรือดูแลผู้ป่วยอย่างมีเหตุผลและมีจริยธรรม”

๒) ชั้น E๑ – Explore Evidence (สืบเจาะหลักฐานและวิเคราะห์เคส) (๑๐ นาที)

(๑) นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็น ๓ กลุ่ม สวมบทบาทเป็น “นักสืบพันธุศาสตร์” (Genetic Detective) เพื่อปฏิบัติการกิจไชคตีสืบทางพันธุกรรม

(๒) นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์อาการและหลักฐานทางห้องปฏิบัติการจาก Case File (คดี ๐๐๑, ๐๐๒ และ ๐๐๓)

- กลุ่มที่ ๑ (คดี ๐๐๑) เด็กชาย A (หน้าตาเฉพาะ, ลิ้นจุกปาก, โครโมโซมคู่ที่ ๒๑ เกิน)
- กลุ่มที่ ๒ (คดี ๐๐๒) เด็กหญิง B (ซีด, ตับม้ามโต, เม็ดเลือดแดงผิดปกติ, พ่อแม่เป็นพาหะ

Tt x Tt)

- กลุ่มที่ ๓ (คดี ๐๐๓) วัยรุ่น C (มองเห็นสีผิดเพี้ยน, อ่านแผ่น Ishihara ไม่ได้, ประวัติคุณตาเป็น)

๓) ชั้น N – Navigate with AI (สืบค้นและถอดรหัสด้วย AI) (๑๕ นาที)

(๑) นักเรียนทำภารกิจนักสืบโดยใช้ AI (ChatGPT) ในการสืบค้น โดยป้อนคำสั่งตาม AI Prompt Guide (บัตรคำสั่งสำเร็จรูป) เพื่อวิเคราะห์ชื่อโรค สาเหตุ (ยีน/โครโมโซม) และคำนวณโอกาสการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

(๒) นักเรียนบันทึกคำสั่งและคำตอบลงในแบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ AI Literacy Log (ส่วนที่ ๑)

๔) ชั้น E๒ – Evaluate & Fact-Check (ประเมิน ตรวจสอบ และสร้างสื่อ) (๑๕ นาที)

(๑) นักเรียนนำข้อมูลจาก AI มาตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Check) กับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.๓ บันทึกลงในแบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ AI Literacy Log (ส่วนที่ ๒) ว่ามีข้อมูลใดถูกต้องหรือ AI เกิดอาการหลอน (Hallucination)/ข้อมูลคลาดเคลื่อนหรือไม่

(๒) นักเรียนประมวลความรู้สร้างผลงานสื่อดิจิทัล Infographic สรุปคดีโรคทางพันธุกรรม ผ่าน ChatGPT

(๓) ตัวแทนกลุ่มออกมาอภิปรายสรุปผลคดีสั้นๆ หน้าชั้นเรียน

๕) ชั้น AI – Application & Ethical Insight (การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงและจริยธรรม) (๑๕ นาที)

(๑) ครูตั้งประเด็นชวนคิด “หากในอนาคตนักเรียนจะแต่งงานและสร้างครอบครัว เราจะนำความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรมไปใช้อย่างไร?” เพื่อให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนคิดถึงความสำคัญของการตรวจสุขภาพและการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน (Genetic Counseling)

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมณูลีนทร์ ดวงขตา

(แนวคำตอบ ตรวจสอบสภาพก่อนแต่งงาน คัดกรองการเป็นพาหะของโรคทางพันธุกรรม ปรีกษาแพทย์ เมื่อมีความเสี่ยง วางแผนครอบครัวโดยใช้ข้อมูลที่ถูกต้อง ใช้ AI เป็นผู้ช่วยค้นข้อมูล โดยตรวจสอบข้อมูลจาก แพทย์หรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือก่อนตัดสินใจ)

(๒) นักเรียนใช้ AI ร่วมระดมสมอง โดยป้อนคำสั่งตาม AI Prompt Guide (บัตรคำสั่งสำเร็จรูป)

“เทคโนโลยีการแพทย์สมัยใหม่ใดบ้าง ที่ช่วยป้องกันหรือรักษาโรค (ระบุชื่อโรคของกลุ่ม) ได้ และเทคโนโลยีนี้มีข้อดี ข้อจำกัด หรือประเด็นจริยธรรมที่ต้องระวังอย่างไรบ้าง?”

(๓) นักเรียนร่วมกันกำหนด “ข้อตกลงจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีพันธุศาสตร์และ AI”

(แนวคำตอบ ใช้ AI อย่างมีวิจารณญาณ ตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ เคารพข้อมูลส่วนบุคคล ไม่เลือกปฏิบัติต่อผู้ป่วยหรือผู้ที่เป็พาหะ ใช้เทคโนโลยีเพื่อประโยชน์ของมนุษย์)

(๔) ครูใช้คำถามสะท้อนคิด (Reflection) “วันนี้ฉันได้เรียนรู้อะไร” เพื่อให้นักเรียนสังเคราะห์องค์ความรู้และสะท้อนผลการเรียนรู้จากกิจกรรม โดยให้นักเรียนเขียนคำตอบคนละ ๑ ประโยค ลงบนกระดาษโพสต์อิท ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ ประเด็นที่ยังสงสัย หรือแนวทางการนำความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม และการใช้ AI อย่างมีวิจารณญาณไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

(แนวคำตอบ ฉันรู้ว่าการตรวจพาหะช่วยลดความเสี่ยงของโรคทางพันธุกรรมได้, ฉันรู้ว่า AI ช่วยค้นหาข้อมูลได้ แต่ต้องตรวจสอบกับแพทย์, ฉันรู้ว่าการใช้เทคโนโลยีต้องคำนึงถึงจริยธรรมและสิทธิของผู้อื่น)

๘. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดและประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน	ผู้ประเมิน
ด้านความรู้ (K)				
นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุการเกิดโรคทางพันธุกรรมจากการเปลี่ยนแปลงของยีน (โรคทาลัสซีเมีย, ภาวะตาบอดสี) และการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม (กลุ่มอาการดาวน์) จากกรณีศึกษา (Case File) ได้อย่างถูกต้อง	- ตรวจแฟ้มคดีลับ (Case File)	- เฉลยแฟ้มคดีลับ (Case File) - แบบประเมิน การตอบคำถามใน Case File	ได้คะแนนรวม ๘ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐ ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์	ครูผู้สอน
ด้านทักษะกระบวนการ (P)				
นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-check) ของข้อมูลที่ได้จาก AI เทียบกับแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ และสรุปองค์ความรู้เป็นสื่อดิจิทัล (Infographic) ได้อย่างเป็นระบบ	- ตรวจแบบบันทึก AI Literacy Log - ตรวจผลงาน Infographic สรุปโรคทางพันธุกรรม	- Rubric ประเมิน AI Literacy Log - Rubric ประเมิน ผลงาน Infographic	ได้คะแนนรวม ๑๖ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๒๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐ ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์	ครูผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้น/เพื่อนร่วมกลุ่ม (Peer Assessment)
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)				
นักเรียนตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องโรคทางพันธุกรรม โดยเสนอแนวทางการป้องกันและการตัดสินใจด้านสุขภาพ (เช่น การวางแผนครอบครัวและการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน) ในชีวิตจริง	- สังเกตการอภิปรายและการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนครอบครัวและการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน	แบบสังเกตพฤติกรรมการอภิปรายและการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตจริง	ได้คะแนนรวม ๘ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐ ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์	ครูผู้สอน

๙. สื่อการเรียนรู้

๑. สื่อประกอบการสอน Canva เรื่อง Genetics โรคทางพันธุกรรม
๒. แฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม (TOP SECRET) ประกอบด้วย
 - Case File (แฟ้มคดี ๐๐๑, ๐๐๒ และ ๐๐๓)
 - AI Prompt Guide (บัตรคำสั่งสำเร็จรูป)
 - AI Literacy Log (แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์)
๓. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เล่ม ๑
๔. สมาร์ทโฟน พร้อมสัญญาณอินเทอร์เน็ต
๕. แอปพลิเคชันปัญญาประดิษฐ์ (ChatGPT)

๑๐. ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา แล้วมีความเห็นดังนี้

๑. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☒ ดีมาก
☐ ดี
☐ พอใช้
☐ ควรปรับปรุง

๒. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- ☒ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
☐ ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

๓. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ☒ นำไปใช้ได้จริง
☐ ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

๔. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

แผนการจัดการเรียนรู้ มีข้อบกพร่องด้านความรู้ที่ ๓.๗ มีตรรกะไม่สมเหตุสมผล
 ที่นำเสนอ มีกระบวนการเรียนการสอน ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เกิดการเรียนรู้
 อย่างเต็มที่ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา

ลงชื่อ.....

(นายวิชาญ ปวนสุรินทร์)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปางเป๋ย

๑๑. บันทึกผลหลังการสอน

๑๑.๑ สรุปผลหลังการสอน

๑. นักเรียนจำนวน ๙ คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐

ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

นักเรียนที่ไม่ผ่าน มีดังนี้

๑..... ๒.....

๓..... ๔.....

๕..... ๖.....

แนวทางแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้

.....
.....

๒. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ (K)

นักเรียนทุกคน (๑๐๐%) สามารถวิเคราะห์และอธิบายสาเหตุการเกิดโรคทางพันธุกรรมจาก Case File ได้ถูกต้องตามเกณฑ์

๓. นักเรียนมีความรู้เกิดทักษะ (P)

นักเรียนทุกคน (๑๐๐%) สามารถใช้ AI สืบค้น ทำ Fact-checking เทียบกับหนังสือเรียน และสร้าง Infographic ได้อย่างมีระบบ

๔. นักเรียนมีเจตคติ ค่านิยม คุณธรรมจริยธรรม (A)

นักเรียนทุกคน (๑๐๐%) สะท้อนความตระหนักถึงการปรึกษาแพทย์ก่อนแต่งงาน และมีส่วนร่วมในการอภิปรายจริยธรรมการใช้ AI

๑๑.๒ ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข

ปัญหา อุปสรรค นักเรียนบางคนไม่ได้นำโทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์ที่สามารถใช้งาน AI มาในชั้นเรียน ทำให้ไม่สามารถสืบค้นข้อมูล ตรวจสอบข้อเท็จจริง (Fact-checking) ได้ด้วยตนเองในช่วงเวลาที่กำหนด ส่งผลให้ต้องอาศัยการทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งทำให้การดำเนินกิจกรรมล่าช้ากว่าที่วางแผนไว้เล็กน้อย

แนวทางแก้ไข จัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยแบ่งปันอุปกรณ์ร่วมกันเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการใช้ AI และการสร้างชิ้นงาน

๑๑.๓ ข้อเสนอแนะ

๑. ควรตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก่อนเริ่มกิจกรรมทุกครั้ง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างราบรื่น

๒. ควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้ AI อย่างมีวิจารณญาณ โดยฝึกการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากหลายแหล่ง (Fact-checking) และอ้างอิงแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”

นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

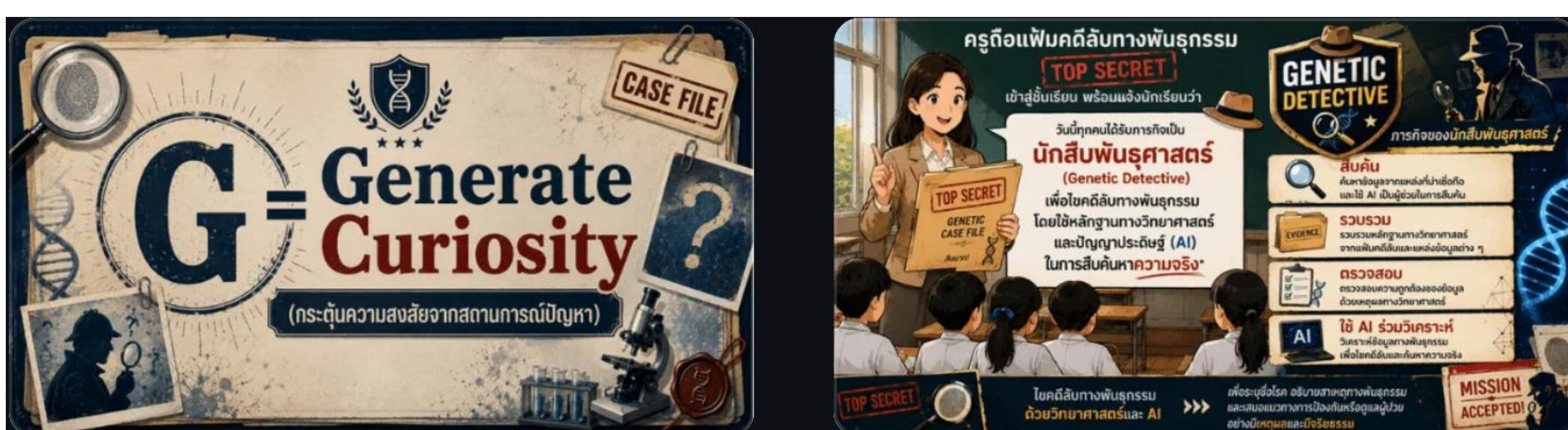


ลงชื่อ.....

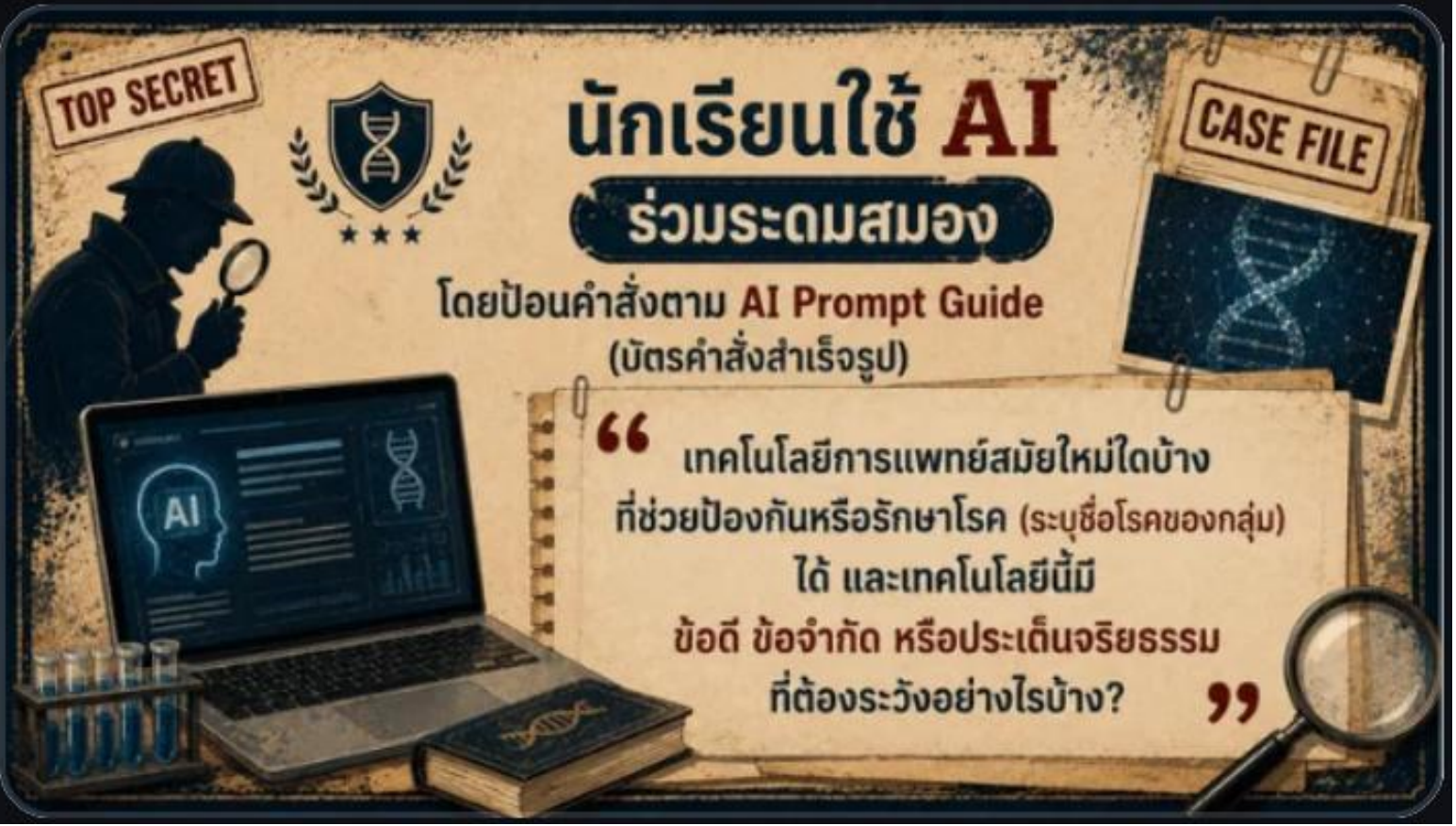
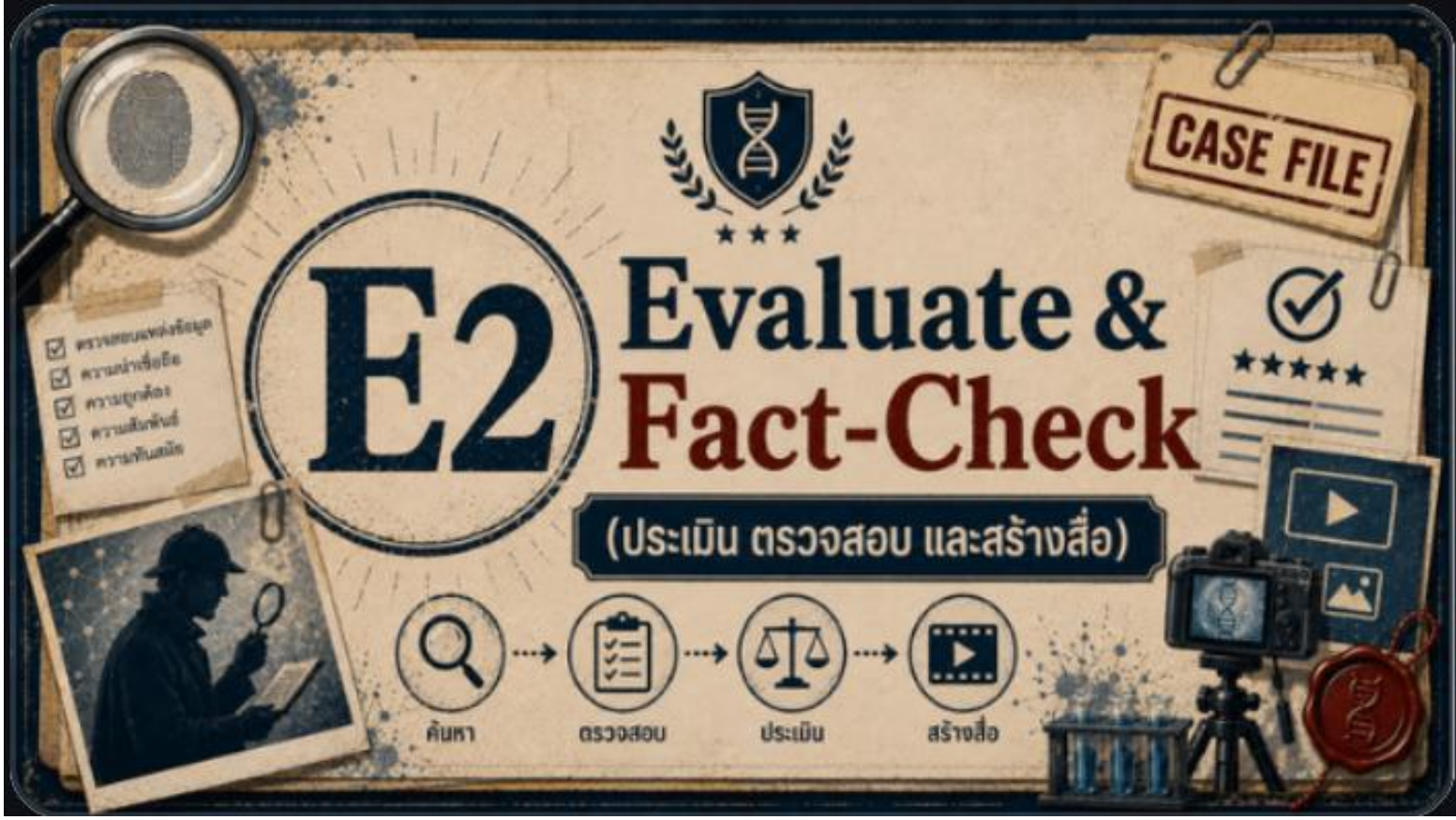
(นางสาวเมญาลินทร์ ดวงชตา)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

สื่อประกอบการสอน Canva เรื่อง Genetics โรคทางพันธุกรรม



Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”
 นางสาวเมญาลินทร์ ดวงชตา



Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”
นางสาวเมญาลินทร์ ดวงชดา





เทคโนโลยีการแพทย์สมัยใหม่โด่งดัง

ที่ช่วยป้องกันหรือรักษาโรค (โรคตาบอดสี) ได้

และเทคโนโลยีนี้จะมีข้อดี ข้อจำกัด หรือประเด็นจริยธรรมที่ต้องระวังก่อนหรือไม่?



CASE FILE

1

เลนส์ตาเทียม
(Color Filter Lens)



เลนส์ตาเทียมสามารถใส่ได้บนแว่นตาธรรมดา
เปลี่ยนสีตามแสงที่เข้าตา
เปลี่ยนสีตามสีของเลนส์

ข้อดี

- ใส่ได้กับแว่นตาทุกชนิด
- ใส่ได้กับเลนส์สีต่างๆ
- ใส่ได้กับเลนส์ที่ใส่น้ำยา
- ใส่ได้กับเลนส์ที่ใส่น้ำมัน

ข้อเสีย

- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์ใส
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี

2

แว่นตาป้องกัน/เลนส์กรองสี
(Color Recognition App)



ใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน
หรือแว่นตาที่มีเลนส์กรองสี

ข้อดี

- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์ใส
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี

ข้อเสีย

- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์ใส
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี

3

การบำบัดด้วยยีน
(Gene Therapy)



การบำบัดด้วยยีนเป็นการนำยีนที่ดี
มาใส่ในเซลล์ที่ผิดปกติเพื่อเปลี่ยนยีนที่ผิดปกติ

ข้อดี

- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์ใส
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี

ข้อเสีย

- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์ใส
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี

4

การปลูกถ่ายเซลล์
สีตามธรรมชาติ (Stem Cell Therapy)



การปลูกถ่ายเซลล์สีตามธรรมชาติเป็นการนำเซลล์สีตามธรรมชาติ
มาปลูกถ่ายในเซลล์ที่ผิดปกติ

ข้อดี

- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์ใส
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี

ข้อเสีย

- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์ใส
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี
- ใส่ได้กับแว่นตาที่มีเลนส์สี

สรุป

ปัจจุบันยังไม่มียาหรือแว่นตาที่สามารถช่วยแก้ไขการมองเห็นได้ 100% แต่เทคโนโลยีทางการแพทย์สมัยใหม่สามารถช่วยแก้ไขการมองเห็นได้บางส่วน

อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีทางการแพทย์สมัยใหม่อาจมีข้อดี ข้อจำกัด หรือประเด็นจริยธรรมที่ต้องระวังก่อนหรือไม่

ครูผู้สอนได้เสนอแนะ





“ใช้เทคโนโลยีอย่างมีความรู้ รอบคอบ และมีจริยธรรม เพื่อประโยชน์ของทุกคน”





TOP SECRET

*** นักเรียนร่วมกันกำหนด ***

ข้อตกลงจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีพันธุศาสตร์และ AI

CASE FILE

1 ใช้ AI อย่าง มีจริยธรรม

ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีของ AI จะฉลาดก็ตาม แต่เราไม่ควรใช้มันโดยไม่ไตร่ตรอง

2 ตรวจสอบข้อมูลจาก แหล่งที่น่าเชื่อถือ

ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ และใช้ให้ตรงตามเจตนา

3 เคารพ ขีดเส้นส่วนบุคคล

ไม่เปิดเผยข้อมูลที่เป็นข้อมูลส่วนตัวไปยังบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้อง และเคารพข้อมูลทุกชุด

4 ไม่เลือกปฏิบัติต่อผู้ป่วย หรือผู้เป็นพาหะ

ปฏิบัติตามแนวทางที่เข้มงวดทางพันธุศาสตร์โดยไม่เลือกปฏิบัติ ไม่เลือกปฏิบัติ

5 ใช้เทคโนโลยีเพื่อ ประโยชน์ของมนุษย

มุ่งเน้นใช้ข้อมูล ชุดมาเพื่อใช้ และความเป็นอยู่ที่ดี ไม่ใช้เทคโนโลยีที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษยชาติ

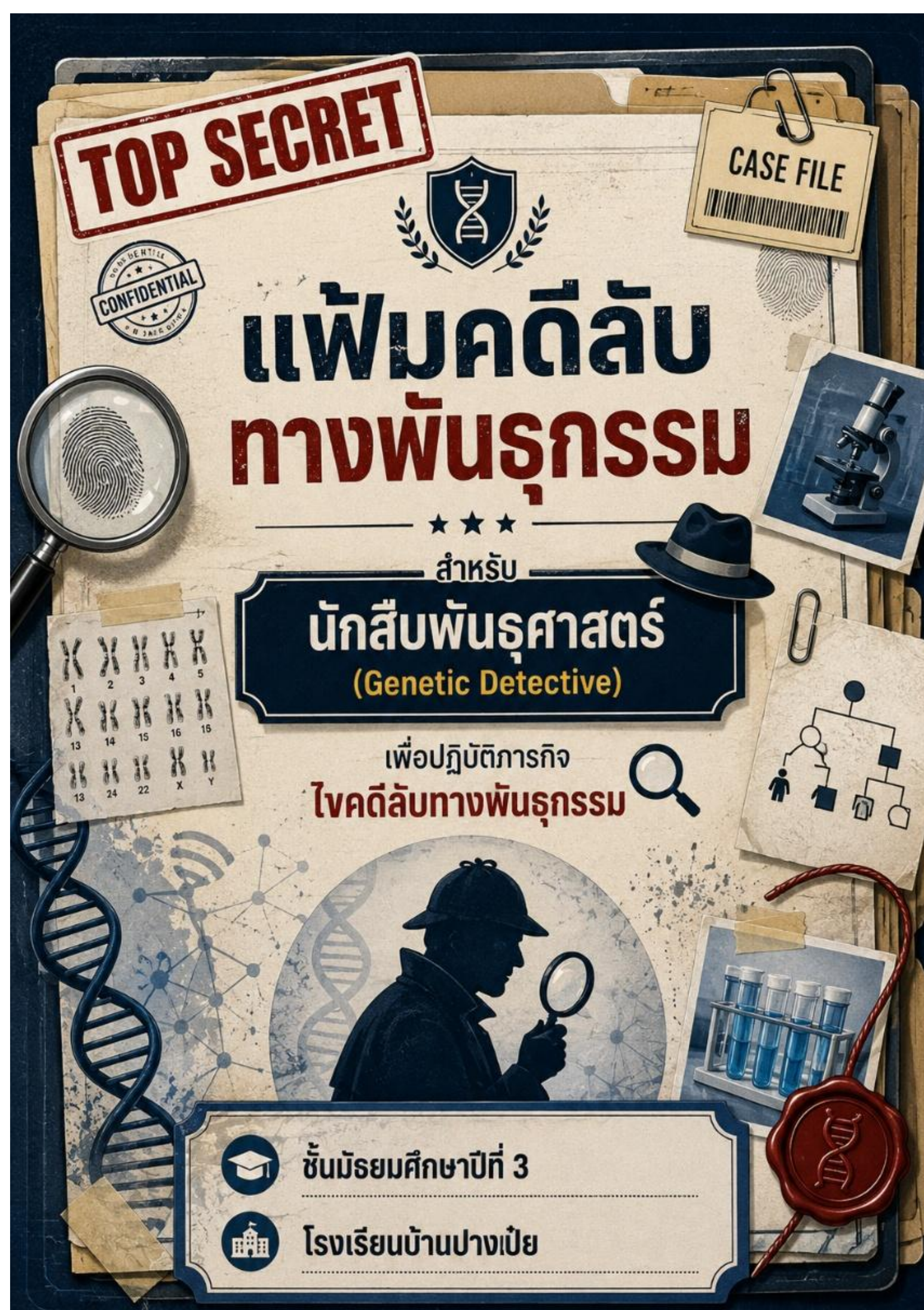
6 ใช้เทคโนโลยีอย่างมีความรับผิดชอบ

ปฏิบัติตามแนวทางที่เข้มงวดทางพันธุศาสตร์โดยไม่เลือกปฏิบัติ ไม่เลือกปฏิบัติ

"ใช้เทคโนโลยีด้วยความรู้ คู่คุณธรรม สร้างอนาคตที่ดีสำหรับทุกคน"

[illegible]

แฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม (TOP SECRET)



SCAN ME



QR Code แฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”
นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

Case File (แฟ้มคดี ๐๐๑, ๐๐๒ และ ๐๐๓)

TOP SECRET ★ แฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม ★

แฟ้มคดีที่ 001 : ปริศนาเด็กชาย A

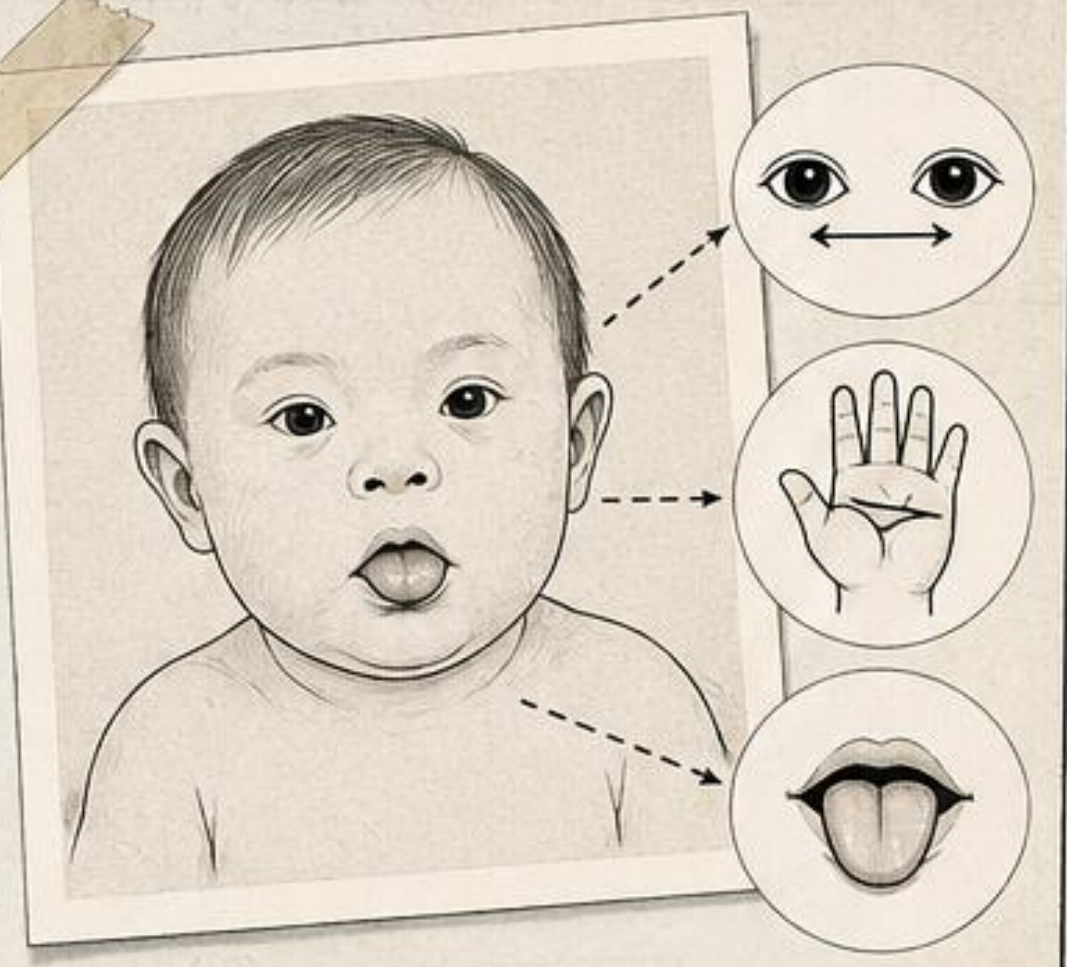
CONFIDENTIAL



1 บันทึกอาการจากแพทย์

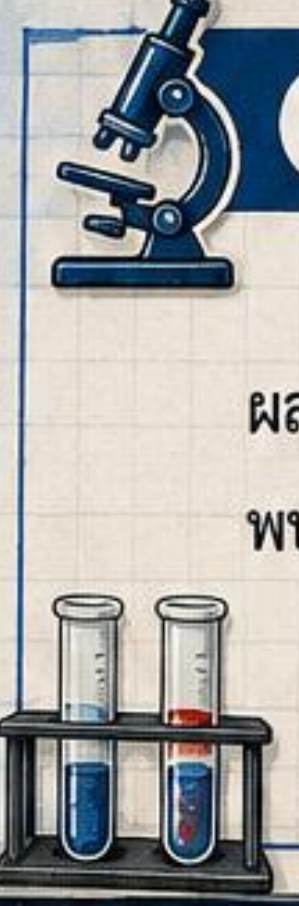
CASE FILE

- ทารกแรกเกิดเพศชาย มีลักษณะใบหน้าเฉพาะเด่นชัด
ตั้งจมูกค่อนข้างแบน หางตาชี้ขึ้นเล็กน้อย
ดวงตาทั้งสองข้างอยู่ห่างกันมากกว่าปกติ
- นิ้วมือสั้นป้อม และมีเส้นลายมือเพียงเส้นเดียว
(Simian crease)
- พัฒนาการทางสมองและสติปัญญาช้ากว่าเด็กวัยเดียวกัน
- ลิ้นจุกคับปาก



2 หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ

ผลตรวจนับจำนวนโครโมโซม
พบความผิดปกติในโครโมโซมกลุ่มที่ **21**



1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	X	Y

3 การก๊อปปี้

INVESTIGATION ONGOING

1. จงใช้ AI วิเคราะห์ว่า เด็กชาย A ป่วยเป็นโรคทางพันธุกรรมใด?

.....

.....

.....

2. สาเหตุเกิดจากความผิดปกติของ 'ยีน' หรือ 'โครโมโซม' (ระบุรายละเอียด)

.....

.....

.....

CONFIDENTIAL

ชื่อ-สกุล :

ชั้น :

เลขที่ :

★ แพ้มคดีลับทางพันธุกรรม ★

แพ้มคดีที่ 002 : ปริศนาเด็กหญิง B

TOP SECRET

CASE FILE
002

GUU-002-B



1 บันทึกอาการจากแพทย์

- เด็กหญิงอายุ 5 ขวบ ถูกส่งตัวมาด้วยอาการอ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย และมีภาวะซีด (โลหิตจาง) อย่างรุนแรง
- ร่างกายเจริญเติบโตช้า ตัวเตี้ยกว่าเกณฑ์
- ผลการตรวจร่างกายอย่างละเอียดพบว่า ตับและม้ามมีขนาดโตผิดปกติ
- ลักษณะโครงสร้างใบหน้าเริ่มเปลี่ยนไป โดย หน้าผากโหนก โหนกแก้มสูง และดั้งจมูกแบน
- ประวัติครอบครัวพบว่าคุณพ่อและคุณแม่แข็งแรงดี แต่คุณหมอบอกว่าเป็น "พาหะ" ของโรค



อาการเด่น

- ☐ อ่อนเพลีย
- ☐ ซีด (โลหิตจาง)
- ☐ ตับและม้ามโต
- ☐ เจริญเติบโตช้า
- ☐ โครงสร้างใบหน้าเปลี่ยนแปลง

ประวัติครอบครัว


 พ่อ
(พาหะ)


 แม่
(พาหะ)

2 หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ



ผลตรวจเลือดพบว่า เซลล์เม็ดเลือดแดงมีรูปร่างผิดปกติ เปราะ และแตกง่าย ทำให้ไม่สามารถสร้างเฮโมโกลบิน ได้อย่างสมบูรณ์



ลักษณะเม็ดเลือดแดงผิดปกติ

- รูปร่างเปลี่ยนแปลงหลายแบบ
- เปราะ แตกง่าย
- อายุสั้น
- ทำให้เกิดภาวะซีดรุนแรง

3 การสืบค้น

1 จงใช้ AI วิเคราะห์ว่า เด็กหญิง B ป่วยเป็นโรคทางพันธุกรรมใด?



2 หากพ่อและแม่เป็นพาหะทั้งคู่ (Tt x Tt) จงคำนวณโอกาสที่ลูกคนถัดไปจะเป็นโรคนี้อีก (คิดเป็นร้อยละ)?

T

t

	T	t
T		
t		



ชื่อ-สกุล : _____

ชั้น : _____

เลขที่ : _____

CONFIDENTIAL

★ แฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม ★

แฟ้มคดีที่ 003 : ปริศनावัยรุ่น C

CASE FILE
003
CTF-003-C

1 บันทึกอาการจากแพทย์

- ผู้ป่วยเพศชาย อายุ 15 ปี เข้ามาปรึกษาเนื่องจากมีปัญหาในการเรียนวิชาศิลปะและการใช้ชีวิตประจำวัน โดยผู้ป่วยไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างผลแอปเปิ้ลสีแดงและสีเขียวบนต้นไม้ได้ และมักจะมองเห็นสีของสัญญาณไฟจราจรผิดเพี้ยนไปจากเพื่อนๆ
- แต่สภาพร่างกายส่วนอื่นๆ แข็งแรงและมีพัฒนาการเป็นปกติทุกประการ
- ประวัติครอบครัวพบว่าคุณตาของเขาเคยมีอาการแบบเดียวกันนี้

ประวัติครอบครัว

คุณตา
(มีอาการแบบเดียวกัน)

2 หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ

ผลการตรวจคัดกรองด้วยแผ่นภาพทดสอบสี (Ishihara Test)

พบว่าไม่สามารถอ่านตัวเลขที่ซ่อนอยู่บนแผ่นภาพส่วนใหญ่ได้

EVIDENCE

3 การก๊อปปี้

1 จงใช้ AI วิเคราะห์ว่า วัยรุ่น C ประสบภาวะผิดปกติใด?

2 ภาวะนี้เกิดจากความผิดปกติของยีนบนโครโมโซมแท่งใด (X หรือ Y) และมักพบในเพศใดมากกว่ากัน?

X Y

ชื่อ-สกุล : _____

ชั้น : _____

เลขที่ : _____

เฉลย Case File (แฟ้มคดี ๐๐๑, ๐๐๒ และ ๐๐๓)

TOP SECRET

★ แฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม ★

CONFIDENTIAL

แฟ้มคดีที่ 001 : ปริศนาเด็กชาย A

CASE FILE

1

บันทึกอาการจากแพทย์

- ทารกแรกเกิดเพศชาย มีลักษณะใบหน้าเฉพาะเด่นชัด
ตั้งจมูกค่อนข้างแบน หางตาชี้ขึ้นเล็กน้อย
ดวงตาทั้งสองข้างอยู่ห่างกันมากกว่าปกติ
- นิ้วมือสั้นป้อม และมีเส้นลายมือเพียงเส้นเดียว
(Simian crease)
- พัฒนาการทางสมองและสติปัญญาช้ากว่าเด็กวัยเดียวกัน
- ลิ้นจุกคับปาก

2

หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ

ผลตรวจนับจำนวนโครโมโซม

พบความผิดปกติในโครโมโซมกลุ่มที่ **21**

* พบโครโมโซมคู่ที่ 21 จำนวน 3 แท่ง (Trisomy 21)

3

ภารกิจนักสืบ

AI Analysis

AI Explanation

1. จงใช้ AI วิเคราะห์ว่า เด็กชาย A ป่วยเป็นโรคทางพันธุกรรมใด?

เด็กชาย A ป่วยเป็นโรคดาวน์ซินโดรม (Down Syndrome)
เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่ 21 จำนวน 3 แท่ง (Trisomy 21)
2. สาเหตุเกิดจากความผิดปกติของ 'ยีน' หรือ 'โครโมโซม' (ระบุรายละเอียด)

สาเหตุเกิดจากความผิดปกติของ 'โครโมโซม' ไม่ใช่ความผิดปกติของ 'ยีน'
เนื่องจากมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง ทำให้มีสารพันธุกรรมมากเกินไป
ส่งผลต่อพัฒนาการและลักษณะทางกายภาพ

CONFIDENTIAL

ชื่อ-สกุล : _____

ชั้น : _____

เลขที่ : _____

TOP SECRET

★ แพ้มคดีลับทางพันธุกรรม ★

แพ้มคดีที่ 002 : ปริศนาเด็กหญิง B



CASE FILE

002

GUU-002-B

1 บันทึกอาการจากแพทย์

- เด็กหญิงอายุ 5 ขวบ ถูกส่งตัวมาด้วยอาการอ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย และมีภาวะซีด (โลหิตจาง) อย่างรุนแรง
- ร่างกายเจริญเติบโตช้า ตัวเล็กกว่าช่วงปกติ
- ผลการตรวจร่างกายอย่างละเอียดพบว่า ตับและม้ามมีขนาดโตผิดปกติ
- ลักษณะโครงสร้างใบหน้าเริ่มเปลี่ยนไป โดย หน้าผากโก่งนูน โหนกแก้มสูง และตั้งจมูกแบน
- ประวัติครอบครัวพบว่าคุณพ่อและคุณแม่แข็งแรงดี แต่คุณหมอบอกว่าเป็น “พาหะ” ของโรค



อาการเด่น

- ☒ อ่อนเพลีย
- ☒ ซีด (โลหิตจาง)
- ☒ ตับและม้ามโต
- ☒ เจริญเติบโตช้า
- ☒ โครงสร้างใบหน้าเปลี่ยนแปลง

ประวัติครอบครัว


 พ่อ (พาหะ)


 แม่ (พาหะ)



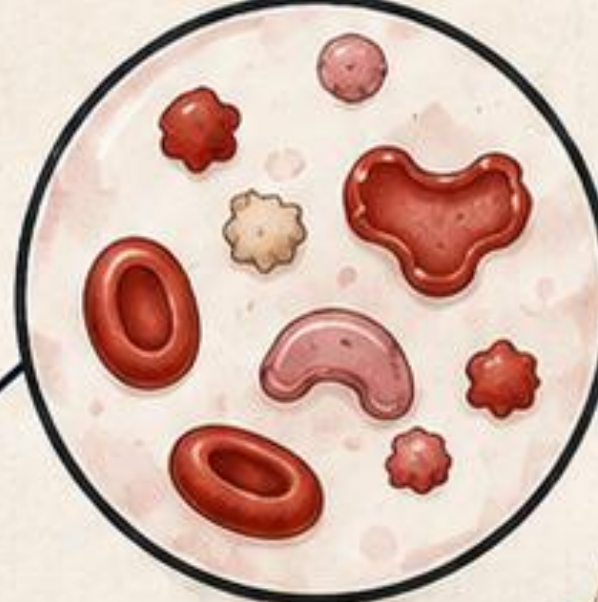
2 หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ

ผลตรวจเลือดพบว่า

เซลล์เม็ดเลือดแดงมีรูปร่างผิดปกติ

เปราะ และแตกง่าย

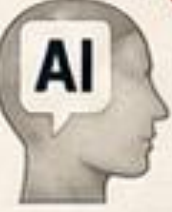
ทำให้ไม่สามารถสร้างเฮโมโกลบินได้อย่างสมบูรณ์



ลักษณะเม็ดเลือดแดงผิดปกติ

- รูปร่างเปลี่ยนแปลงหลายแบบ
- เปราะ แตกง่าย
- อายุสั้น
- ทำให้เกิดภาวะซีดรุนแรง

3 การสืบค้น



1 จงใช้ AI วิเคราะห์ว่า เด็กหญิง B ป่วยเป็นโรคทางพันธุกรรมใด?

เด็กหญิง B ป่วยเป็นโรคธาลัสซีเมียชนิดบีต้า (Beta-thalassemia) เป็นโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของยีนสร้างโกลบินชนิดบีต้า ทำให้ร่างกายสร้างเฮโมโกลบินได้น้อยลง ส่งผลให้เกิดภาวะโลหิตจางรุนแรง

INVESTIGATION ON GOING



2 หากพ่อและแม่เป็นพาหะทั้งคู่ (Tt x Tt) จงคำนวณโอกาสที่ลูกคนถัดไปจะเป็นโรคนี (คิดเป็นร้อยละ)?

ผลจากการผสมพันธุ์ Tt x Tt

- TT = ปกติ (ไม่เป็นพาหะ) 1 ส่วน
- Tt = พาหะ 2 ส่วน
- tt = เป็นโรคธาลัสซีเมีย 1 ส่วน

ดังนั้น โอกาสที่ลูกจะเป็นโรค = 1/4 = 25%

	T	t
T	TT (ปกติ)	Tt (พาหะ)
t	Tt (พาหะ)	tt (เป็นโรค)



- ปกติ 25%
- พาหะ 50%
- เป็นโรค 25%

CONFIDENTIAL

ชื่อ-สกุล : _____ ชั้น : _____ เลขที่ : _____

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”
นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

★ แพ้มคัลลับทางพันธุกรรม ★

แพ้มคัลที่ 003 : ปริศनावัยรุ่น C

CASE FILE
003
CTF-003-C

1 บันทึกอาการจากแพทย์

- ผู้ป่วยเพศชาย อายุ 15 ปี เข้ามาปรึกษาเนื่องจากมีปัญหาในการเรียนวิชาศิลปะและการใช้ชีวิตประจำวัน โดยผู้ป่วยไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างผลแอปเปิ้ลสีแดงและสีเขียวบนต้นไม้ได้ และมักจะมองเห็นสีของสัญญาณไฟจราจรผิดเพี้ยนไปจากเพื่อนๆ
- แต่สภาพร่างกายส่วนอื่นๆ แข็งแรงและมีพัฒนาการเป็นปกติทุกประการ
- ประวัติครอบครัวพบว่าคุณตาของเขาเคยมีอาการแบบเดียวกันนี้

ประวัติครอบครัว

คุณตา
(มีอาการแบบเดียวกัน)

2 หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ

ผลการตรวจคัดกรองด้วยแผ่นภาพทดสอบสี (Ishihara Test)

พบว่าไม่สามารถอ่านตัวเลขที่ซ่อนอยู่บนแผ่นภาพส่วนใหญ่ได้

EVIDENCE

3 การก๊อปปี้

1 จงใช้ AI วิเคราะห์ว่า วัยรุ่น C ประสบภาวะผิดปกติใด?

วัยรุ่น C ป่วยเป็นภาวะตาบอดสี (Color Blindness) ซึ่งเป็นความผิดปกติทางพันธุกรรมที่ทำให้ไม่สามารถแยกแยะสีบางสี โดยเฉพาะสีแดงและสีเขียวได้

2 ภาวะนี้เกิดจากความผิดปกติของยีนบนโครโมโซมแท่งใด (X หรือ Y) และมักพบในเพศใดมากกว่ากัน?

เกิดจากความผิดปกติของยีนบนโครโมโซม X (ยีนด้อยบนโครโมโซม X) และมักพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง เพราะเพศชายมีโครโมโซม X เพียง 1 แท่ง หากได้รับยีนผิดปกติจะแสดงอาการทันที

X (เกี่ยวข้อง)
Y (ไม่เกี่ยวข้อง)

ชื่อ-สกุล : _____

ชั้น : _____

เลขที่ : _____

AI Prompt Guide (บัตรคำสั่งสำเร็จรูป)



AI Prompt Guide

บัตรคำสั่งสำเร็จรูปสำหรับแจกนักเรียน

คำสั่งโค้ดสำหรับการสืบค้นและถอดรหัสโรคทางพันธุกรรม



คำสั่งที่
1

วิเคราะห์โรคและหาสาเหตุ (สำหรับทุกกลุ่ม)

Prompt:

“คุณคือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุศาสตร์ ช่วยวิเคราะห์เคสผู้ป่วยจากข้อมูลต่อไปนี้:
[พิมพ์อาการเด่นและผลตรวจจาก Case File ของกลุ่มตัวเอง]
ผู้ป่วยน่าจะเป็นโรคทางพันธุกรรมใด?
โรคนี้อาจเกิดจากความผิดปกติของ ‘ยีน’ หรือ ‘โครโมโซม’
(ระบุรายละเอียด เช่น โครโมโซมคู่ที่เท่าไร หรือยีนด้อย/เด่นบนโครโมโซมประเภทใด)
ช่วยตอบด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3”



คำสั่งที่
2

คำนวณโอกาสการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (เฉพาะคดี B และ C)

สำหรับกลุ่มคดี 002
(เด็กหญิง B - ธาลัสซีเมีย)

Prompt:

“หากพ่อและแม่ต่างก็เป็น ‘พาหะ’ ของโรคธาลัสซีเมีย (จีโนไทป์ Tt x Tt) ช่วยแสดงตาราง Punnett Square และคำนวณโอกาส (คิดเป็นร้อยละ) ที่ลูกคนถัดไปจะ:

	t	t
T		
t		

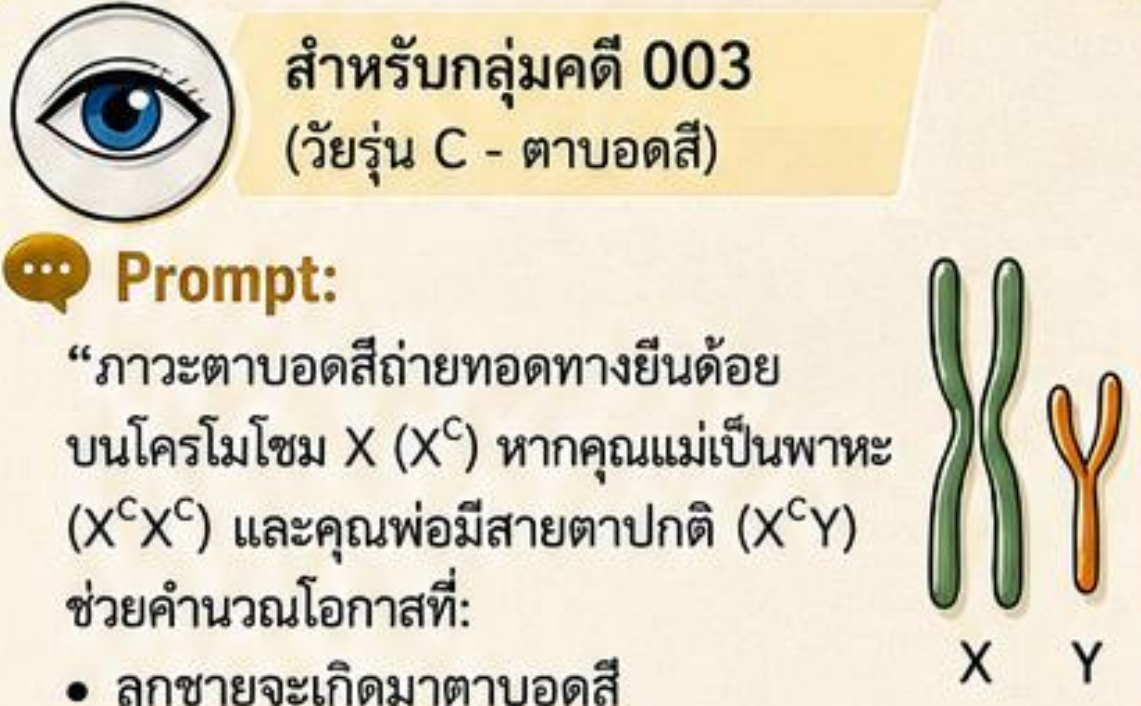
- เป็นโรคธาลัสซีเมีย
- เป็นพาหะของโรค
- ปกติและไม่เป็นพาหะ

สำหรับกลุ่มคดี 003
(วัยรุ่น C - ตาบอดสี)

Prompt:

“ภาวะตาบอดสีถ่ายทอดทางยีนด้อยบนโครโมโซม X (X^c) หากคุณแม่เป็นพาหะ (X^cX^c) และคุณพ่อมีสายตาสปกติ (X^cY) ช่วยคำนวณโอกาสที่:

- ลูกชายจะเกิดมาตาบอดสี (คิดเป็นร้อยละเท่าใดของลูกชาย)
- ลูกสาวจะเกิดมาตาบอดสี (คิดเป็นร้อยละเท่าใดของลูกสาว)



คำสั่งที่
3

ระดมสมองเทคโนโลยีทางการแพทย์และจริยธรรม (สำหรับชั้น AI)

Prompt:

“ปัจจุบันและอนาคต มีเทคโนโลยีการแพทย์สมัยใหม่ใดบ้าง (เช่น CRISPR, การตรวจคัดกรองตัวอ่อน PGT-M หรือการตรวจ DNA คุณแม่ NIPT) ที่ช่วยป้องกัน หรือรักษาโรค [ระบุชื่อโรคของกลุ่ม] ได้? และเทคโนโลยีนี้มีข้อดี ข้อจำกัด หรือประเด็นจริยธรรมที่ต้องระวังอย่างไรบ้าง?”





DETECTIVE TIP

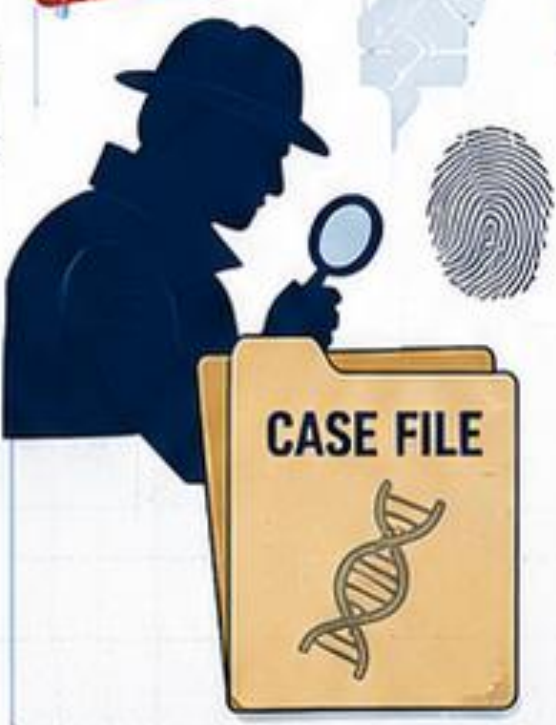
ใช้ AI เป็นผู้ช่วยคิด วิเคราะห์ และค้นหาไอเดีย แต่ต้องตรวจสอบข้อมูลกับแหล่งที่เชื่อถือได้เสมอ!

- กติกาการใช้ AI อย่างมีความรับผิดชอบ
- ☒ ใช้ข้อมูลอย่างสุภาพและเหมาะสม
- ☒ ตรวจสอบแหล่งที่มาและความถูกต้องเสมอ
- ☒ เคารพสิทธิผู้อื่นและจริยธรรมทางสังคม

CONFIDENTIAL

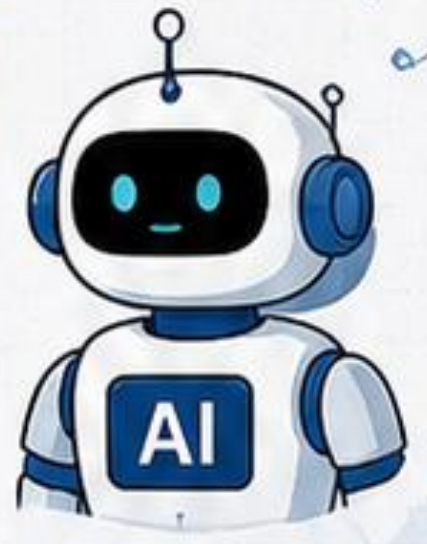


แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log)

CASE FILE

แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log)



คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกระบวนการใช้ AI ในการสืบสวนโรคทางพันธุกรรม เพื่อสะท้อนทักษะการสังเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูล

กลุ่มที่สมาชิก:

ชั้น ม.3







ส่วนที่ 1: บันทึกการส่งคำสั่ง (Prompt Engineering Log)



ให้นักเรียนระบุคำสั่งที่ใช้พิมพ์คุยกับ AI และผลลัพธ์ที่ได้

● คำสั่ง (Prompt) ที่กลุ่มเราเลือกใช้ครั้งที่ 1:

● ผลลัพธ์จาก AI (สรุปประเด็นสำคัญ):



ส่วนที่ 2: การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Checking & Validation)



ข้อมูลที่ AI ให้มา ถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่? เมื่อเทียบกับหนังสือเรียนหรือแหล่งข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข

● ประเด็นที่ AI บอกถูกต้อง:

● ประเด็นที่ AI บอกคลาดเคลื่อน / มีอาการหลอน (Hallucination) หรือข้อมูลไม่ครบ:

● แหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ตรวจสอบ:

📖 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.3 หน้า

🌐 เว็บไซต์:

**THINK
VERIFY
LEARN**



“ใช้ AI อย่างฉลาด ตรวจสอบอย่างรอบคอบ
เรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ”





เฉลย แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log)

CASE FILE

แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log)

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกระบวนการใช้ AI ในการสืบสวนโรคทางพันธุกรรม เพื่อสะท้อนทักษะการสังเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูล

กลุ่มที่สมาชิก: ชั้น ม.3

ส่วนที่ 1: บันทึกการส่งคำสั่ง (Prompt Engineering Log)

ให้นักเรียนระบุคำสั่งที่ใช้พิมพ์คุยกับ AI และผลลัพธ์ที่ได้

- คำสั่ง (Prompt) ที่กลุ่มเราเลือกใช้ครั้งที่ 1:
 “คุณคือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุศาสตร์ช่วยวิเคราะห์เคสผู้ป่วยจากข้อมูลต่อไปนี้:
 [เด็กชาย A (หน้าตาเฉพาะ, ลิ้นจุกปาก, โครโมโซมคู่ที่ 21 เกิน)]
 ผู้ป่วยน่าจะเป็นโรคทางพันธุกรรมใด? โรคนี้เกิดจากความผิดปกติของ ‘ยีน’ หรือ ‘โครโมโซม’
 (ระบุรายละเอียด เช่น โครโมโซมคู่ที่เท่าไร หรือยีนด้อย/เด่นบนโครโมโซมประเภทใด)
 ช่วยตอบด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3”
- ผลลัพธ์จาก AI (สรุปประเด็นสำคัญ):
 เด็กชาย A น่าจะเป็นโรคดาวน์ซินโดรม (Down syndrome) เนื่องจากมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกิน
 เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม (โครโมโซมคู่ที่ 21 มี 3 แท่ง แทนที่จะเป็น 2 แท่ง ปกติคือ 46 แท่ง
 แต่ผู้ป่วยมี 47 แท่ง) ทำให้ร่างกายและพัฒนาการบางอย่างช้ากว่าปกติ
 ลักษณะเด่นที่พบได้ เช่น หน้าแบน จมูกแบน ลิ้นจุกปาก ตาเฉียงเล็กน้อย พัฒนาการช้า
 ปัญญาบกพร่องเล็กน้อยถึงปานกลาง

ส่วนที่ 2: การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Checking & Validation)

ข้อมูลที่ AI ให้มา ถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่? เมื่อเทียบกับหนังสือเรียนหรือแหล่งข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข

- ประเด็นที่ AI บอกถูกต้อง: โรคดาวน์ซินโดรมเกิดจากโครโมโซมคู่ที่ 21 เกิน (3 แท่ง) ผู้ป่วยมี 47 แท่ง
 ลักษณะเด่น เช่น หน้าแบน จมูกแบน ลิ้นจุกปาก พัฒนาการช้า ปัญญาบกพร่อง
- ประเด็นที่ AI บอกคลาดเคลื่อน / มีอาการหลอน (Hallucination) หรือข้อมูลไม่ครบ:
 -ไม่มี-
- แหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ตรวจสอบ:
 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.3 หน้า 162-163
 เว็บไซต์กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (www.dms.go.th)

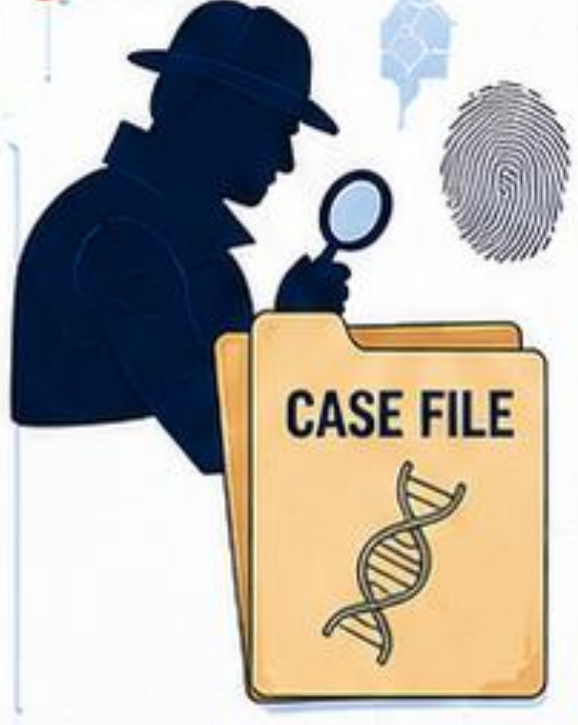
เว็บไซต์: www.dms.go.th
 ศูนย์ความรู้เรื่องดาวน์ซินโดรม

THINK
VERIFY
LEARN

“ใช้ AI อย่างฉลาด ตรวจสอบอย่างรอบคอบ
เรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ”

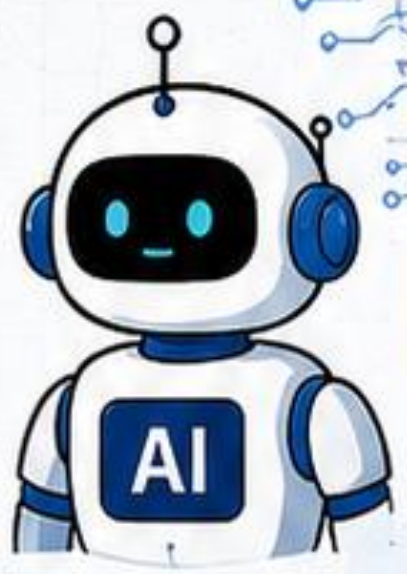


แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log)



CASE FILE

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกระบวนการใช้ AI ในการสืบสวนโรคทางพันธุกรรม เพื่อสะท้อนทักษะการสังเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูล



AI

กลุ่มที่สมาชิก:

ชั้น ม.3



ส่วนที่ 1: บันทึกการส่งคำสั่ง (Prompt Engineering Log)



ให้นักเรียนระบุคำสั่งที่ใช้พิมพ์คุยกับ AI และผลลัพธ์ที่ได้

- 

● คำสั่ง (Prompt) ที่กลุ่มเราเลือกใช้ครั้งที่ 1:

“คุณคือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุศาสตร์ช่วยวิเคราะห์เคสผู้ป่วยจากข้อมูลต่อไปนี้:
[เด็กหญิง B (ชิต, ตับม้ามโต, เม็ดเลือดแดงผิดปกติ, พ่อแม่เป็นพาหะ Tt x Tt)]
ผู้ป่วยน่าจะเป็นโรคทางพันธุกรรมใด? โรคนี้เกิดจากความผิดปกติของ ‘ยีน’ หรือ ‘โครโมโซม’
(ระบุรายละเอียด เช่น โครโมโซมคู่ที่เท่าไร หรือยีนด้อย/เด่นบนโครโมโซมประเภทใด)
ช่วยตอบด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3”
- 

● ผลลัพธ์จาก AI (สรุปประเด็นสำคัญ):

เด็กหญิง B น่าจะเป็นโรคธาลัสซีเมียชนิดเมเจอร์ (Beta-thalassemia major)
เกิดจากความผิดปกติของยีนที่สร้างฮีโมโกลบิน ทำให้ร่างกายสร้างฮีโมโกลบินได้น้อยหรือผิดปกติ
ยีนนี้เป็นยีนด้อยบนโครโมโซมคู่ที่ 11 (ยีน HBB)
เนื่องจากพ่อและแม่เป็นพาหะ (Tt x Tt) เด็กมีโอกาสเป็นโรค 25%
ผู้ป่วยจะมีอาการซีด เหนื่อยง่าย ตับม้ามโต เม็ดเลือดแดงผิดปกติ เพราะเม็ดเลือดแดงแตกง่าย
ต้องได้รับการดูแลรักษาและตรวจเลือดอย่างสม่ำเสมอ



ส่วนที่ 2: การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Checking & Validation)



ข้อมูลที่ AI ให้มา ถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่? เมื่อเทียบกับหนังสือเรียนหรือแหล่งข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข

- 

● ประเด็นที่ AI บอกถูกต้อง: โรคธาลัสซีเมียเกิดจากความผิดปกติของยีนที่สร้างฮีโมโกลบิน (ยีน HBB)
บนโครโมโซมคู่ที่ 11 เป็นยีนด้อย พ่อแม่พาหะ (Tt x Tt) มีโอกาสที่ลูกจะเป็นโรค 25%
อาการของโรค ได้แก่ ซีด เหนื่อยง่าย ตับม้ามโต เม็ดเลือดแดงผิดปกติ
- 

● ประเด็นที่ AI บอกคลาดเคลื่อน / มีอาการหลอน (Hallucination) หรือข้อมูลไม่ครบ:
-ไม่มี-
- 

● แหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ตรวจสอบ:

 - หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.3 หน้า 158 – 159 เรื่อง โรคทางพันธุกรรม
 - เว็บไซต์กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (www.dms.go.th)

**THINK
VERIFY
LEARN**

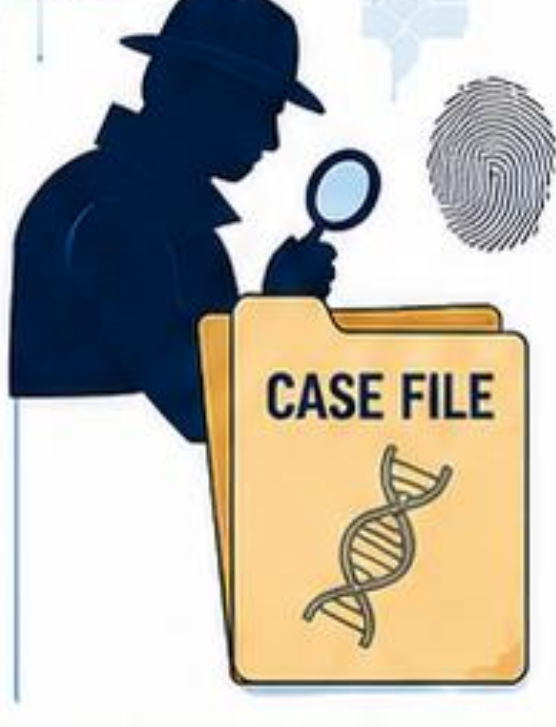


“ใช้ AI อย่างฉลาด ตรวจสอบอย่างรอบคอบ
เรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ”



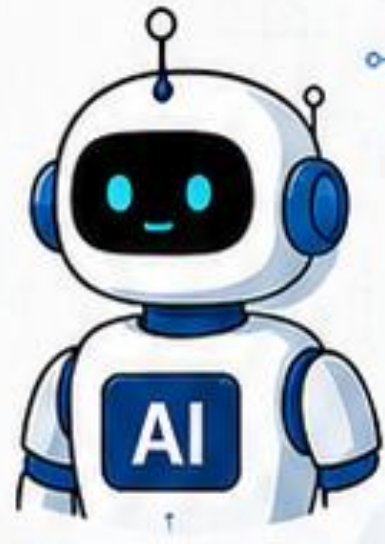


แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log)



CASE FILE

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกระบวนการใช้ AI ในการสืบสวนโรคทางพันธุกรรม เพื่อสะท้อนทักษะการสังเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูล



AI

กลุ่มที่สมาชิก: ชั้น ม.3





ส่วนที่ 1: บันทึกการส่งคำสั่ง (Prompt Engineering Log)



ให้นักเรียนระบุคำสั่งที่ใช้พิมพ์คุยกับ AI และผลลัพธ์ที่ได้

- 

● คำสั่ง (Prompt) ที่กลุ่มเราเลือกใช้ครั้งที่ 1:

“คุณคือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุศาสตร์ช่วยวิเคราะห์เคสผู้ป่วยจากข้อมูลต่อไปนี้:
[วัยรุ่น C (มองเห็นสีผิดเพี้ยน, อ่านแผ่น Ishihara ไม่ได้, ประวัติคุณตาเป็น)
ผู้ป่วยน่าจะเป็นโรคทางพันธุกรรมใด? โรคนี้เกิดจากความผิดปกติของ ‘ยีน’ หรือ ‘โครโมโซม’
(ระบุรายละเอียด เช่น โครโมโซมคู่ที่เท่าไร หรือยีนด้อย/เด่นบนโครโมโซมประเภทใด)
ช่วยตอบด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3”
- 

● ผลลัพธ์จาก AI (สรุปประเด็นสำคัญ):

วัยรุ่น C น่าจะเป็นโรคตาบอดสี (Color Blindness) ซึ่งเป็นความผิดปกติทางพันธุกรรม
เกิดจากความผิดปกติของยีนบนโครโมโซมเพศ X (X-linked recessive)
โดยยีนด้อย c ทำให้การทำงานของเซลล์รูปกรวยที่รับแสงบางชนิดผิดปกติ
ถ้ามี X^cY (เพศชาย) จะป่วย เพราะมี X เพียงตัวเดียวที่มียีนผิดปกติ
ประวัติคุณตาเป็น สนับสนุนว่าเป็นโรคตาบอดสีแบบถ่ายทอดทางพันธุกรรมแบบยีนด้อยบนโครโมโซม X



ส่วนที่ 2: การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Checking & Validation)



ข้อมูลที่ AI ให้มา ถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่? เมื่อเทียบกับหนังสือเรียนหรือแหล่งข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข

- 

● ประเด็นที่ AI บอกถูกต้อง: โรคตาบอดสีเกิดจากความผิดปกติของยีนบนโครโมโซม X แบบยีนด้อย (X-linked recessive) เพศชาย (XY) ที่มียีนด้อยบน X จะป่วย เพราะลักษณะอาการคือมองเห็นสีผิดเพี้ยน โดยเฉพาะสีแดง-เขียว และอ่านแผ่น Ishihara ไม่ได้
- 

● ประเด็นที่ AI บอกคลาดเคลื่อน / มีอาการหลอน (Hallucination) หรือข้อมูลไม่ครบ: -ไม่มี-
- 

● แหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ตรวจสอบ:

📄 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.3 หน้า 46-48 เรื่อง พันธุกรรมและโครโมโซมเพศ

🌐 เว็บไซต์กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข : www.dms.go.th

**THINK
VERIFY
LEARN**



“ใช้ AI อย่างฉลาด ตรวจสอบอย่างรอบคอบ
เรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ”



ผลงาน Infographic สรุปโรคทางพันธุกรรมที่ออกแบบด้วย AI

การวิเคราะห์โรคดาวน์ซินโดรมและหาสาเหตุ

วิเคราะห์เคสผู้ป่วยจากอาการเด่นและผลตรวจ เพื่อหาว่าเป็นโรคทางพันธุกรรมใด และเกิดจากความผิดปกติของยีนหรือโครโมโซม

ข้อมูลเคสผู้ป่วย

ผู้ป่วย : ทารกแรกเกิดเพศชาย



อาการเด่นที่พบ

- ใบหน้าลักษณะเฉพาะ
- ดั้งจมูกแบน
- หางตาขึ้นเล็กน้อย
- ดวงตาท่างกว่าปกติ
- ลิ้นค่อนข้างใหญ่และแบน
- นิ้วมือสั้นป้อม
- ฝ่ามือมีลายมือเส้นเดียว
- พัฒนาการทางสมองและสติปัญญาช้ากว่าเด็กวัยเดียวกัน

ผลตรวจทางพันธุกรรม (คาริโอไทป์)

พบว่าเป็น 47,XY,+21

หมายความว่า มีโครโมโซมทั้งหมด 47 แท่ง และโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง

1. ผู้ป่วยน่าจะเป็นโรคอะไร?

ผู้ป่วยน่าจะเป็น “โรคดาวน์ซินโดรม (Down syndrome)”

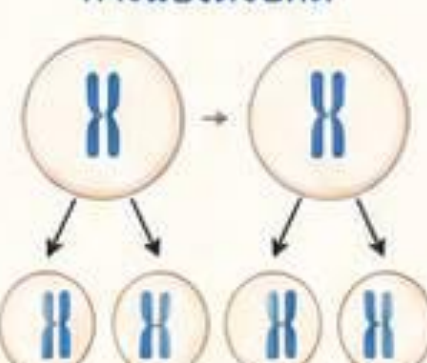
เป็นโรคทางพันธุกรรมที่พบได้บ่อยที่สุดชนิดหนึ่ง เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซม ไม่ใช่ความผิดปกติของยีน



3. โครโมโซมเกินเกิดจากอะไร?

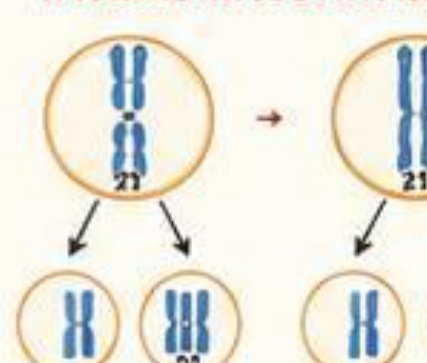
เกิดจากความผิดพลาดในการแบ่งตัวของเซลล์สืบพันธุ์ (เซลล์ไข่หรือเซลล์อสุจิ) เรียกว่า การไม่แยกตัวของโครโมโซม (Nondisjunction) ทำให้โครโมโซมคู่ที่ 21 แยกออกจากกันไม่สมบูรณ์

การแบ่งตัวปกติ



ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มีโครโมโซมคู่ที่ 21 จำนวน 1 แท่ง

การไม่แยกตัวของโครโมโซมคู่ที่ 21



ได้เซลล์สืบพันธุ์ที่มีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง หรือขาดไป 1 แท่ง

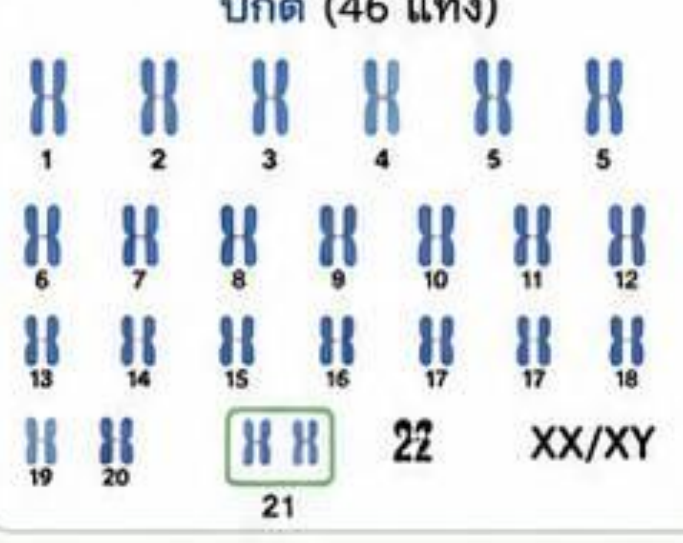
เมื่อปฏิสนธิจะทำให้ทารกมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง (Trisomy 21)

2. โรคนี้เกิดจากความผิดปกติของยีนหรือโครโมโซม?

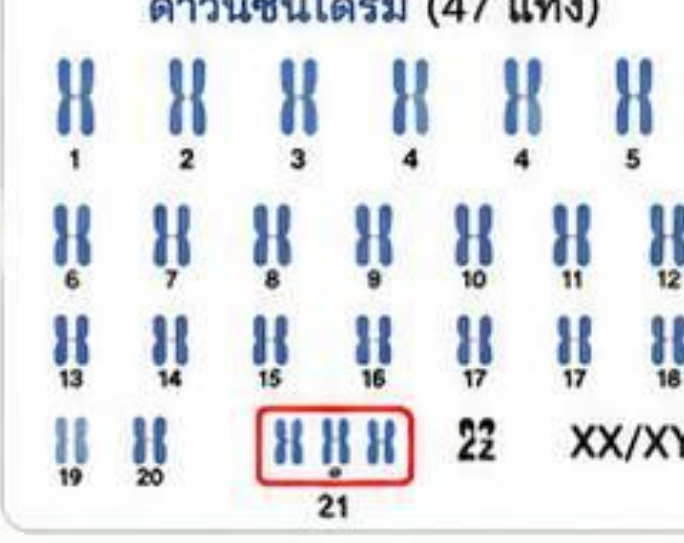
เกิดจากความผิดปกติของ “โครโมโซม”

ผู้ป่วยมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง ทำให้มีโครโมโซมทั้งหมด 47 แท่ง แทนที่จะเป็น 46 แท่ง ความผิดปกตินี้เรียกว่า ไตรโซมี 21 (Trisomy 21)

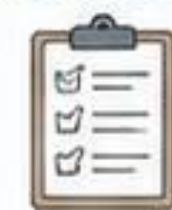
ปกติ (46 แท่ง)



ดาวน์ซินโดรม (47 แท่ง)



5. ป้องกันและตรวจคัดกรองอย่างไร?

วางแผนมีบุตรในช่วงอายุที่เหมาะสม	เข้ารับการตรวจสุขภาพก่อนตั้งครรภ์	ฝากครรภ์ตั้งแต่ระยะแรกและพบแพทย์ตามนัด	ตรวจคัดกรองดาวน์ซินโดรมระหว่างตั้งครรภ์	หากผลคัดกรองมีความเสี่ยงสูงตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติม
 มารดาอายุน้อยกว่า 35 ปี จะมีความเสี่ยงน้อยกว่า	 ดูแลสุขภาพให้แข็งแรง งดสูบบุหรี่และแอลกอฮอล์	 เพื่อติดตามพัฒนาการของทารกอย่างใกล้ชิด	 เช่น การตรวจเลือด (NIPT, Quad test) และอัลตราซาวด์	 เช่น การเจาะน้ำคร่ำ หรือ CVS ตามคำแนะนำแพทย์

4. อาการที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยดาวน์ซินโดรม

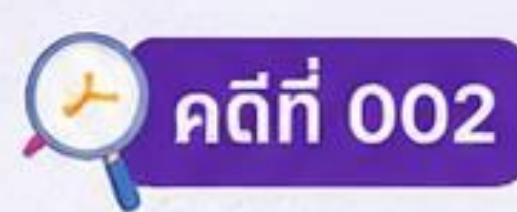
 ใบหน้าแบน	 ดั้งจมูกแบน	 หางตาขึ้นเล็กน้อย	 ดวงตาท่างกว่าปกติ	 ลิ้นค่อนข้างใหญ่และแบน
 นิ้วมือสั้นป้อม	 ฝ่ามือมีลายมือเส้นเดียว	 คอสั้น	 กล้ามเนื้ออ่อนแรง	 พัฒนาการทางสมองและสติปัญญาช้า

❤ บางรายอาจมีโรคหัวใจพิการแต่กำเนิด การได้ยิน/การมองเห็นผิดปกติ หรือโรคเกี่ยวกับต่อมไทรอยด์ร่วมด้วย

6. สรุป

ผู้ป่วยน่าจะเป็น โรคดาวน์ซินโดรม (Down syndrome) ซึ่งเกิดจากความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่ 21 โดยมีโครโมโซมเกินมา 1 แท่ง (Trisomy 21) ทำให้มีโครโมโซมทั้งหมด 47 แท่ง สาเหตุเกิดจากการไม่แยกตัวของโครโมโซม ในระหว่างการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ไม่ใช่ความผิดปกติของยีนเด่นหรือยีนด้อย โรคนี้ไม่สามารถป้องกันได้ทั้งหมด แต่การตรวจคัดกรองและดูแลระหว่างตั้งครรภ์จะช่วยให้ทราบความเสี่ยงและเตรียมการดูแลได้อย่างเหมาะสม





คดีโรคทางพันธุกรรม

โรคธาลัสซีเมีย

(Thalassemia)



1. รู้จักโรคธาลัสซีเมีย

ธาลัสซีเมียเป็นโรคทางพันธุกรรมที่ทำให้ร่างกายสร้างฮีโมโกลบินผิดปกติ ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่ายและมีจำนวนลดลง ส่งผลให้ร่างกายขาดออกซิเจนเรื้อรัง

อาการสำคัญ

- เหนื่อยง่าย
- มีภาวะซีด
- เจริญเติบโตช้า
- ตับและม้ามโต
- โครงสร้างใบหน้าเปลี่ยนแปลง



2. สาเหตุของโรค

เกิดจากความผิดปกติของยีนที่ควบคุมการสร้างฮีโมโกลบิน ทำให้ร่างกายสร้างสายโกลบิน (α หรือ β) ผิดปกติหรือน้อยกว่าปกติ

- ไม่ใช่ความผิดปกติของจำนวนโครโมโซม
- เป็นการกลายพันธุ์ของยีน (Gene mutation)
- ถ่ายทอดแบบยีนด้อยบนโครโมโซมร่างกาย (Autosomal recessive)

ยีนที่เกี่ยวข้อง

- ยีน HBB บนโครโมโซมคู่ที่ 11 (พบในธาลัสซีเมียชนิดเบต้า)
- ยีน HBA1 และ HBA2 บนโครโมโซมคู่ที่ 16 (พบในธาลัสซีเมียชนิดอัลฟา)



3. การถ่ายทอดทางพันธุกรรม



ธาลัสซีเมียถ่ายทอดแบบยีนด้อยบนโครโมโซมร่างกาย (Autosomal recessive inheritance)

สัญลักษณ์ที่ใช้

- T = ยีนปกติ (สร้างฮีโมโกลบินได้ปกติ)
- t = ยีนผิดปกติ (สร้างฮีโมโกลบินไม่ได้)
- TT = ปกติ ไม่เป็นพาหะ
- Tt = พาหะ (ไม่แสดงอาการ)
- tt = เป็นโรคธาลัสซีเมีย

4. วิเคราะห์ตาราง Punnett Square

กรณี พ่อและแม่เป็นพาหะ (Tt x Tt)

พ่อ (พาหะ) Tt	แม่ (พาหะ) Tt	
		ผลลัพธ์
	T	Tt ปกติ ไม่เป็นพาหะ
	t	Tt พาหะ
T	T	TT ปกติ ไม่เป็นพาหะ
T	t	Tt พาหะ
t	T	Tt พาหะ
t	t	tt เป็นโรคธาลัสซีเมีย

อัตราส่วนจีโนไทป์

1 TT : 2 Tt : 1 tt

อัตราส่วนฟีโนไทป์

- 25% ปกติ ไม่เป็นพาหะ (TT)
- 50% พาหะ (Tt)
- 25% เป็นโรคธาลัสซีเมีย (tt)

ดังนั้น ลูกคนถัดไปมีโอกาส

- เป็นโรคธาลัสซีเมีย = 25%
- เป็นพาหะ = 50%
- ปกติ ไม่เป็นพาหะ = 25%

หมายเหตุ

หากพ่อหรือแม่เป็นพาหะเพียงคนเดียว (Tt x TT) ลูกจะไม่เป็นโรค แต่มีโอกาสเป็นพาหะ 50% และปกติ 50%



5. แนวทางการป้องกันและลดความเสี่ยง

1. ตรวจคัดกรองก่อนสมรส



ตรวจเลือดหาพาหะธาลัสซีเมียก่อนแต่งงาน

2. ตรวจคัดกรองระหว่างตั้งครรภ์



หากพ่อแม่เป็นพาหะ ควรตรวจวินิจฉัยทารกในครรภ์

3. ให้ความรู้และความเข้าใจ



สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโรคและการถ่ายทอด

4. วางแผนครอบครัวอย่างเหมาะสม



ปรึกษาแพทย์และนักพันธุศาสตร์ก่อนมีบุตร

5. การรักษาและดูแลอย่างต่อเนื่อง



หากเป็นโรค ควรรับการรักษาและติดตามอาการสม่ำเสมอ

รู้หรือไม่?



ประเทศไทยมีอัตราการเป็นพาหะธาลัสซีเมียค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การตรวจคัดกรองจึงสำคัญมากในการลดการเกิดโรคในเด็ก



รู้เร็ว ป้องกันได้ ตรวจคัดกรองก่อน มีลูกสุขภาพดี ห่างไกลธาลัสซีเมีย

จัดทำโดย : กลุ่ม 002 | รายวิชา วิทยาศาสตร์ | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



คดีที่ 003



โรคตาบอดสี

ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากยีนบนโครโมโซม X



โรคตาบอดสี (Color Blindness) เป็นภาวะที่มองเห็นสีผิดเพี้ยนหรือแยกบางสีไม่ได้ พบได้บ่อยในเพศชายมากกว่าเพศหญิง เกิดจากความผิดปกติของยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนในเซลล์รับแสงของจอประสาทตา ทำให้ไม่สามารถแยกแยะสีบางสีได้ชัดเจน

1 คืออะไร?

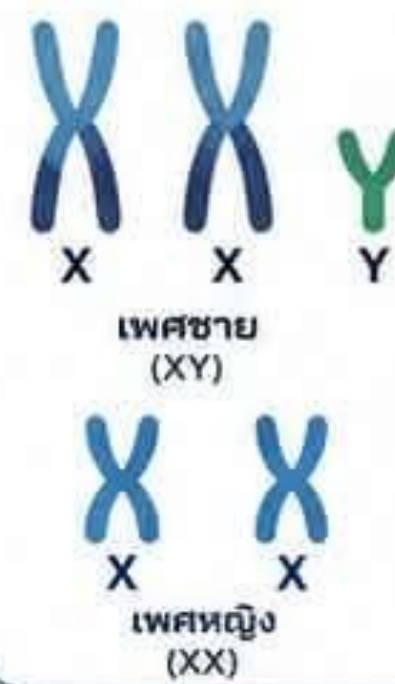


- เป็นความผิดปกติในการมองเห็นสี โดยเฉพาะสีแดงและสีเขียว
- มองเห็นสีเพี้ยน หรือแยกสีบางสีไม่ออก
- ไม่ทำให้ตาบอดสนิท และสามารถใช้ชีวิตได้ปกติ

ประเภทที่พบบ่อย

- Protanopia : แยกสีแดงไม่ได้
- Deutanopia : แยกสีเขียวไม่ได้
- Tritanopia : แยกสีน้ำเงิน/เหลืองไม่ได้ (พบน้อย)

2 สาเหตุทางพันธุกรรม



เกิดจากการกลายพันธุ์ของยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนในเซลล์รูปกรวย (cone cell) บนจอประสาทตา โดยยีนที่เกี่ยวข้องอยู่บนโครโมโซม X

- ยีนด้อยบนโครโมโซม X (X-linked recessive)
- เพศชายมีโครโมโซม XY จึงมี X เพียงตัวเดียว ถ้ามียีนผิดปกติจะเป็นโรคทันที
- เพศหญิงมีโครโมโซม XX ถ้ามียีนผิดปกติ 1 ตัว มักเป็นพาหะ (ไม่แสดงอาการ)

3 ลักษณะอาการ



- ✓ แยกสีแดงกับสีเขียวไม่ได้
- ✓ เห็นสีเพี้ยนไปจากปกติ
- ✓ ไม่สามารถเห็นตัวเลขหรือรูปภาพในแผ่นทดสอบตาบอดสีได้
- ✓ มักตรวจพบเมื่ออายุ 5-10 ปี
- ✓ ไม่มีผลต่อการมองเห็นระยะไกลหรือใกล้

4 การถ่ายทอดทางพันธุกรรม



ถ่ายทอดแบบ ยีนด้อยบนโครโมโซม X (X-linked recessive)

- พ่อที่เป็นโรค จะถ่ายทอดยีนผิดปกติไปให้ลูกสาวทุกคน (เป็นพาหะ) แต่ไม่ถ่ายทอดให้ลูกชาย
- แม่ที่เป็นพาหะ มีโอกาสถ่ายทอดยีนผิดปกติให้ลูกชาย (เป็นโรค) 50% และถ่ายทอดให้ลูกสาว (เป็นพาหะ) 50%

5 วิเคราะห์ตาราง Punnett Square และคำนวณโอกาสการเกิดโรค

กำหนดสัญลักษณ์

X^N = ยีนปกติ (มองเห็นสีปกติ)
 X^c = ยีนผิดปกติ (ตาบอดสี)
 Y = โครโมโซม Y

		พ่อ (ปกติ)	
		X^N	Y
แม่ (พาหะ)	X^N	$X^N X^N$ (หญิงปกติ)	$X^N Y$ (ชายปกติ)
	X^c	$X^N X^c$ (หญิงพาหะ)	$X^c Y$ (ชายตาบอดสี)

ผลลัพธ์

- ลูกสาวปกติ 25% ($X^N X^N$)
- ลูกสาวพาหะ 25% ($X^N X^c$)
- ลูกชายปกติ 25% ($X^N Y$)
- ลูกชายตาบอดสี 25% ($X^c Y$)

สรุป : ลูกชายมีโอกาสตาบอดสี 50% (เพราะมี 1 ใน 2 ได้รับ X^c)

กรณีที่ 2 : แม่ปกติ ($X^N X^N$) × พ่อเป็นโรค ($X^c Y$)

กำหนดสัญลักษณ์

X^N = ยีนปกติ (มองเห็นสีปกติ)
 X^c = ยีนผิดปกติ (ตาบอดสี)
 Y = โครโมโซม Y

		พ่อ (ตาบอดสี)	
		X^c	Y
แม่ (ปกติ)	X^N	$X^N X^c$ (หญิงพาหะ)	$X^N Y$ (ชายปกติ)
	X^N	$X^N X^c$ (หญิงพาหะ)	$X^N Y$ (ชายปกติ)

ผลลัพธ์

- ลูกสาวพาหะ 50% ($X^N X^c$)
- ลูกชายปกติ 50% ($X^N Y$)
- ไม่มีลูกชายตาบอดสีในกรณีนี้

สรุป : ลูกสาวทุกคนเป็นพาหะ 100%
 ลูกชายทุกคนปกติ 100%

6 แนวทางการป้องกันและการดูแล



1. ตรวจคัดกรองก่อนสมรส โดยเฉพาะครอบครัวที่มีประวัติ



2. ให้คำปรึกษาทางพันธุกรรม เพื่อประเมินความเสี่ยงก่อนมีบุตร



3. ตรวจวินิจฉัยก่อนคลอด (BVN หรือ Amniocentesis) ในครอบครัวที่มีความเสี่ยงสูง



4. ให้ความรู้และเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับโรคตาบอดสี



5. ใช้ชีวิตตามปกติ เลือกอาชีพที่เหมาะสม และปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม

ข้อควรรู้



- ✓ ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ แต่สามารถปรับตัวและใช้ชีวิตได้ปกติ
- ✓ ไม่ใช่โรคติดต่อ
- ✓ พบมากในเพศชาย ประมาณ 8% ของผู้ชาย และ 0.5% ของผู้หญิง

ความรู้คือเกราะป้องกันที่ดีที่สุด เข้าใจพันธุกรรม วางแผนก่อน เพื่ออนาคตที่แข็งแรงของครอบครัว

ผลงาน Case File ของนักเรียน

TOP SECRET

★ แพมคัดลบบางพันธุกรรม ★

แพมคัดที่ 001 : ปริศนาเด็กชาย A

CONFIDENTIAL

1
บันทึกอาการจากแพทย์

CASE FILE

- ทารกแรกเกิดเพศชาย มีลักษณะใบหน้าเฉพาะเด่นชัด
คิ้วงมุกค่อนข้างแบน หางตาชี้ขึ้นเล็กน้อย
ดวงตาทั้งสองข้างอยู่ห่างกันมากกว่าปกติ
- นิ้วมือสั้นป้อม และมีเส้นลายมือเพียงเส้นเดียว
(Simian crease)
- พัฒนาการทางสมองและสติปัญญาช้ากว่าเด็กวัยเดียวกัน
- ลิ้นจุกคับปาก

2
หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ

ผลตรวจนับจำนวนโครโมโซม
พบความผิดปกติในโครโมโซมกลุ่มที่ 21

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	X	Y

3
ภารกิจนักสืบ

INVESTIGATION ONGOING

1. จงใช้ AI วิเคราะห์ว่า เด็กชาย A ป่วยเป็นโรคทางพันธุกรรมใด?

โรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของโครโมโซมคู่ที่ 21 จำนวน 36 แท่ง (Trisomy 21)

2. สาเหตุเกิดจากความผิดปกติของ 'ยีน' หรือ 'โครโมโซม' (ระบุรายละเอียด)

สาเหตุเกิดจากโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง ทำให้มีโครโมโซมทั้งหมด 47 แท่ง แทนที่จะเป็น 46 แท่ง สาเหตุนี้เรียกว่า โครโมโซม 21

ชื่อ-สกุล : ด.ญ. อัญญา น. น. ด.ญ. กัญญา ธ. น. น. ด.ญ. อธิชา น. น.

เลขที่ : 2, 6, 9

★ แพ้มคดียลับทางพันธุกรรม ★

แพ้มคดียที่ 002 : ปริศนาเด็กหญิง B

TOP SECRET

CASE FILE
002

GUU-002-B

1 บันทึกอาการจากแพทย์



- เด็กหญิงอายุ 5 ขวบ ถูกส่งตัวมาด้วยอาการอ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย และมีภาวะซีด (โลหิตจาง) อย่างรุนแรง
- ร่างกายเจริญเติบโตช้า ตัวเตี้ยกว่าเกณฑ์
- ผลการตรวจร่างกายอย่างละเอียดพบว่า ตับและม้ามมีขนาดโตผิดปกติ
- ลักษณะโครงสร้างใบหน้าเริ่มเปลี่ยนไป โดย หน้าผากโหนก โหนกแก้มสูง และดั้งจมูกแบน
- ประวัติครอบครัวพบว่าคุณพ่อและคุณแม่แข็งแรงดี แต่คุณหมอระบุว่าเป็น "พาหะ" ของโรค



อาการเด่น

- ☐ อ่อนเพลีย
- ☐ ซีด (โลหิตจาง)
- ☐ ตับและม้ามโต
- ☐ เจริญเติบโตช้า
- ☐ โครงสร้างใบหน้าเปลี่ยนแปลง

ประวัติครอบครัว


 พ่อ (พาหะ)


 แม่ (พาหะ)

2 หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ



ผลตรวจเลือดพบว่า เซลล์เม็ดเลือดแดงมีรูปร่างผิดปกติ เปราะ และแตกง่าย ทำให้ไม่สามารถสร้างเฮโมโกลบิน ได้อย่างสมบูรณ์



ลักษณะเม็ดเลือดแดงผิดปกติ

- รูปร่างเปลี่ยนแปลงหลายแบบ
- เปราะ แตกง่าย
- อายุสั้น
- ทำให้เกิดภาวะซีดรุนแรง

3 การก๊อมนักสืบ



1 จงใช้ AI วิเคราะห์ว่า เด็กหญิง B ป่วยเป็นโรคทางพันธุกรรมใด?

โรคธาลัสซีเมีย โรคนี้เกิดจาก ความผิดปกติของ ยีน เป็นโรคที่ถ่ายทอดแบบจีนด้อยบนโครโมโซมร่างกาย ยีน ที่เกี่ยวข้อง : HBA1 / HBA2 โครโมโซมคู่ที่ 16



INVESTIGATION ON GOING

2 หากพ่อและแม่เป็นพาหะทั้งคู่ (Tt x Tt) จงคำนวณโอกาสที่ลูกคนถัดไปจะเป็นโรคนี้อีก (คิดเป็นร้อยละ)?

TT ปกติ 25% Tt = พาหะ 50% tt เป็นโรคธาลัสซีเมีย 25%

	T	t	
T	TT	Tt	
t	Tt	tt	

9.5% 19

CONFIDENTIAL

ชื่อ-สกุล : _____ ชั้น : 2.3 เลขที่ : 3, 5, 11

TOP SECRET — ★ แฟ้มคดีลับทางพันธุกรรม ★ —

แฟ้มคดีที่ 003 :
ปริศनावัยรุ่น C

CASE FILE
003
CTF-003-C

1 บันทึกอาการจากแพทย์

- ผู้ป่วยเพศชาย อายุ 15 ปี เข้ามาปรึกษาเนื่องจากมีปัญหาในการเรียนวิชาศิลปะและการใช้ชีวิตประจำวัน โดยผู้ป่วยไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างผลแอปเปิ้ลสีแดงและสีเขียวบนต้นไม้ได้ และมักจะมองเห็นสีของสัญญาณไฟจราจรผิดเพี้ยนไปจากเพื่อนๆ
- แต่สภาพร่างกายส่วนอื่นๆ แข็งแรงและมีพัฒนาการเป็นปกติทุกประการ
- ประวัติครอบครัวพบว่าคุณตาของเขาเคยมีอาการแบบเดียวกันนี้

ประวัติครอบครัว

คุณตา
(มีอาการแบบเดียวกัน)

2 หลักฐานทางห้องปฏิบัติการ

ผลการตรวจคัดกรองด้วยแผ่นภาพทดสอบสี (Ishihara Test)

พบว่าไม่สามารถอ่านตัวเลขที่ซ่อนอยู่บนแผ่นภาพส่วนใหญ่ได้

EVIDENCE

3 การก๊อปปี้

1 จงใช้ AI วิเคราะห์ว่า วัยรุ่น C ประสบภาวะผิดปกติใด?

โรคทางประสาท - เฉื่อยชา ซึ่งเป็นความผิดปกติทางพันธุกรรมที่ทำให้ไม่สามารถแยกแยะสีเขียวและสีแดงและสีเขียวได้

2 ภาวะนี้เกิดจากความผิดปกติของยีนบนโครโมโซมแท่งใด (X หรือ Y) และมักพบในเพศใดมากกว่ากัน?

เกิดจากความผิดปกติของยีนบนโครโมโซมแท่ง X และพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง

X Y

ชื่อ-สกุล : วิไลรัตน์ , สอนวิชา , วิชาชีววิทยา ชั้น : 2.3 เลขที่ : 1, 4, 8, 10

ผลงาน AI Literacy Log ของนักเรียน



แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log)



คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกระบวนการใช้ AI ในการสืบสวนโรคทางพันธุกรรม เพื่อสะท้อนทักษะการสังเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูล

กลุ่มที่สมาชิก: ๑, ๒, ๓ ชั้น ม.3



ส่วนที่ 1: บันทึกการส่งคำสั่ง (Prompt Engineering Log)

ให้นักเรียนระบุคำสั่งที่ใช้พิมพ์คุยกับ AI และผลลัพธ์ที่ได้

- 
คำสั่ง (Prompt) ที่กลุ่มเราเลือกใช้ครั้งที่ 1:
 คุณคือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุศาสตร์ช่วยวิเคราะห์ผลจากข้อมูล 1. โรคหายๆ
 ลักษณะอาการ, นิ้วมืออันป้อมๆ โรคนี้เกิดมาจากพันธุกรรมหรือไม่ช่วยดูด้วยก็ได้
- 
ผลลัพธ์จาก AI (สรุปประเด็นสำคัญ):
 โรคหายๆ เป็นโรคพันธุกรรมที่หายากพบได้บ่อยๆ ที่
 ช่วงอายุที่ ๑-๒ เดือน



ส่วนที่ 2: การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Checking & Validation)

ข้อมูลที่ AI ให้มา ถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่? เมื่อเทียบกับหนังสือเรียนหรือแหล่งข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข

- 
ประเด็นที่ AI บอกถูกต้อง: โรคหายๆ หายากพบได้บ่อยๆ ที่ ๑-๒ เดือน
- 
ประเด็นที่ AI บอกคลาดเคลื่อน / มีอาการหลอน (Hallucination) หรือข้อมูลไม่ครบ:
หายากพบได้บ่อยๆ
- 
แหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ตรวจสอบ:
 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.3 หน้า ๗๕ เว็บไซต์:

THINK
VERIFY
LEARN

“ใช้ AI อย่างฉลาด ตรวจสอบอย่างรอบคอบ
เรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ”





แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log)



CASE FILE

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกระบวนการใช้ AI ในการสืบสวนโรคทางพันธุกรรม เพื่อสะท้อนทักษะการสังเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูล

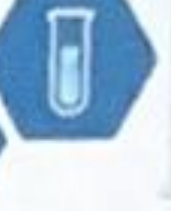


AI

กลุ่มที่สมาชิก: ๙, ๕, ๑๑

ชั้น ม.3







ส่วนที่ 1: บันทึกการส่งคำสั่ง (Prompt Engineering Log)



ให้นักเรียนระบุคำสั่งที่ใช้พิมพ์คุยกับ AI และผลลัพธ์ที่ได้

● คำสั่ง (Prompt) ที่กลุ่มเราเลือกใช้ครั้งที่ 1:

คุณคือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุศาสตร์ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยจากข้อมูลต่อไปนี้ ระบุสาเหตุของโรคที่อาจเกิดจากพันธุกรรมได้หรือไม่ และให้คำแนะนำการดูแลสุขภาพที่เหมาะสม

โรคที่เกิดจากพันธุกรรมที่พบบ่อยในคนไทย หรือ โรคใดโรคหนึ่งที่พบบ่อยในคนไทย

● ผลลัพธ์จาก AI (สรุปประเด็นสำคัญ):

โรคธาลัสซีเมีย สาเหตุของโรคเกิดจากพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนแบบด้อยโรคธาลัสซีเมียพบในคนไทยประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์



ส่วนที่ 2: การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Checking & Validation)



ข้อมูลที่ AI ให้มา ถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่? เมื่อเทียบกับหนังสือเรียนหรือแหล่งข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข

● ประเด็นที่ AI บอกถูกต้อง: โรคธาลัสซีเมียเกิดจากพันธุกรรมที่พบบ่อยในคนไทย

● ประเด็นที่ AI บอกคลาดเคลื่อน / มีอาการหลอน (Hallucination) หรือข้อมูลไม่ครบ: ไม่มี

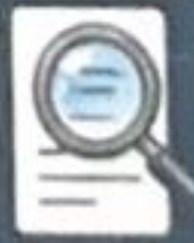
● แหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ตรวจสอบ:

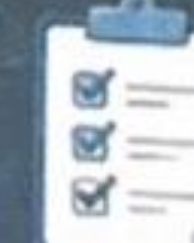
หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.3 หน้า ๙๐ เว็บไซต์: www.aksorn.com

THINK
VERIFY
LEARN



“ใช้ AI อย่างฉลาด ตรวจสอบอย่างรอบคอบ
เรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ”







แบบบันทึกความฉลาดรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy Log)



CASE FILE

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกระบวนการใช้ AI ในการสืบสวนโรคทางพันธุกรรม เพื่อสะท้อนทักษะการสังเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูล

กลุ่มที่สมาชิก: 003 ด.ช.สรศักดิ์ นพ.โสภา ชั้น ม.3





ส่วนที่ 1: บันทึกการส่งคำสั่ง (Prompt Engineering Log)

ให้นักเรียนระบุคำสั่งที่ใช้พิมพ์คุยกับ AI และผลลัพธ์ที่ได้



- 

● คำสั่ง (Prompt) ที่กลุ่มเราเลือกใช้ครั้งที่ 1:

คุณคือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุศาสตร์ ช่วยวิเคราะห์การถ่ายทอดลักษณะจากข้อมูลต่อไปนี้
[วิจัยค้นพบยีนที่ผิดปกติบนโครโมโซม - เจียวิไล ดนตรีเป็น]
- 

● ผลลัพธ์จาก AI (สรุปประเด็นสำคัญ):

โรคดาวน์ซินโดรม - เจียวิไล เกิดจาก ความผิดปกติของยีนที่ควบคุม การรับรู้
ไม่ใช้ความผิดปกติของยีนบนโครโมโซม อยู่บนโครโมโซมเพศ



ส่วนที่ 2: การตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-Checking & Validation)

ข้อมูลที่ AI ให้มา ถูกต้องและน่าเชื่อถือหรือไม่ เมื่อเทียบกับหนังสือเรียนหรือแหล่งข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข



- 

● ประเด็นที่ AI บอกถูกต้อง: ยีนความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับยีนดอมแนนโครโมโซมX ซึ่งเป็น
ยีนที่ควบคุมการเจริญตัวรับไขว้หลังคลอด
- 

● ประเด็นที่ AI บอกคลาดเคลื่อน / มีอาการหลอน (Hallucination) หรือข้อมูลไม่ครบ:

ไม่มี -
- 

● แหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ตรวจสอบ:

หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.3 หน้า 81 เว็บไซต์:

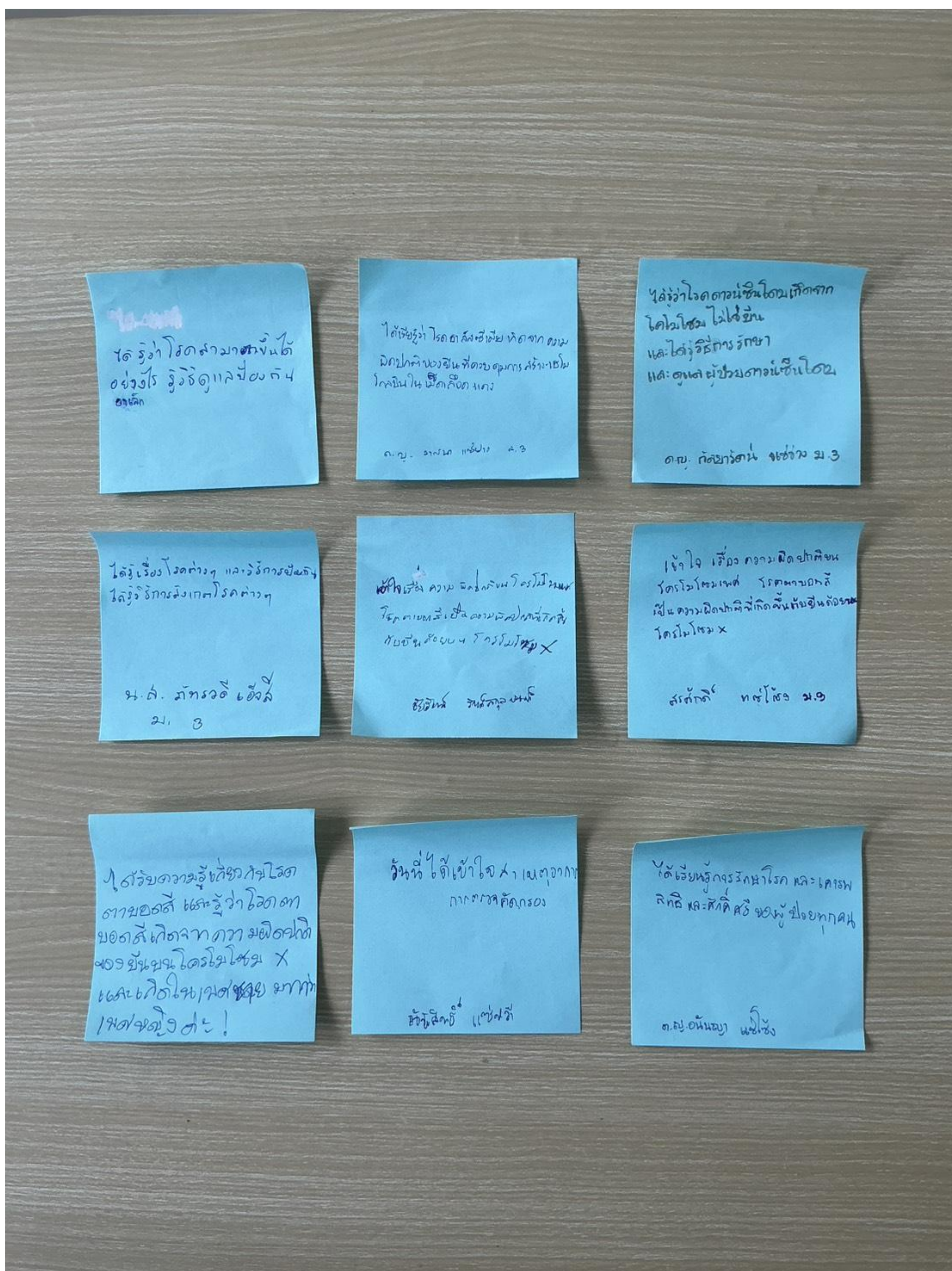
THINK
VERIFY
LEARN



“ใช้ AI อย่างฉลาด ตรวจสอบอย่างรอบคอบ
เรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ”



คำถามสะท้อนคิด (Reflection) “วันนี้ฉันได้เรียนรู้อะไร”



แบบประเมินผลการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑๑ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม
จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทาง
วิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน			คะแนนรวม (๕๐ คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	
		ด้านความรู้ (K) (๑๐ คะแนน)	ด้านทักษะ (P) (๒๐ คะแนน)	ด้านเจตคติ (A) (๑๐ คะแนน)			ผ่าน	ไม่ผ่าน
๑	ด.ช. ชัยรัตน์ รัตนสกุลพัฒน์	๙	๑๙	๙	๓๗	๙๓	√	
๒	ด.ช. สรศักดิ์ แซ่เซ็ง	๙	๑๙	๙	๓๗	๙๓	√	
๓	ด.ช. ญัฐสิทธิ์ แซ่หว่า	๙	๑๙	๙	๓๗	๙๓	√	
๔	ด.ช. อาเล็ก	๑๐	๑๙	๙	๓๘	๙๕	√	
๕	ด.ญ. ภัทรวดี เอ็จสี	๑๐	๒๐	๑๐	๔๐	๑๐๐	√	
๖	ด.ญ. อนันญา แซ่เซ็ง	๙	๑๙	๑๐	๓๘	๙๕	√	
๗	ด.ญ. ศิลาภรณ์ แซ่ฟ่าน	๙	๒๐	๑๐	๓๙	๙๘	√	
๘	ด.ญ. กัลยารัตน์ แซ่ว่าง	๙	๑๙	๑๐	๓๘	๙๕	√	
๙	ด.ญ. วาสนา แซ่ย่าง	๑๐	๒๐	๑๐	๔๐	๑๐๐	√	

เกณฑ์การผ่านการประเมินทั้งหมด

นักเรียนทุกคนจะต้องได้คะแนนภาพรวมตั้งแต่ ๓๒ คะแนนขึ้นไป (คิดเป็นร้อยละ ๘๐.๐๐ ขึ้นไป)
ระดับ ดีเยี่ยม

ผลการประเมิน

นักเรียนทั้งหมด ๙ คน

ผ่าน จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐
ไม่ผ่าน จำนวน คน คิดเป็นร้อยละ


ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา)
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”
นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพภาพรวม (๔๐ คะแนนเต็ม)

คะแนน	ร้อยละ	ระดับ
๓๖ -๔๐	๙๐ -๑๐๐	ดีเยี่ยม
๓๒-๓๕	๘๐-๘๙	ดีมาก
๒๘-๓๑	๗๐-๗๙	ดี
๒๔-๒๗	๖๐-๖๙	พอใช้
๐-๒๓	ต่ำกว่า ๖๐	ควรปรับปรุง

แบบประเมินด้านความรู้ (Knowledge - K)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑๑ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม
จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทาง
วิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมินด้านความรู้		คะแนนรวม (๑๐ คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	
		วิเคราะห์หลักฐานจาก Case File (๕ คะแนน)	อธิบายสาเหตุของโรคทาง พันธุกรรม(๕ คะแนน)			ผ่าน	ไม่ผ่าน
๑	ด.ช. ชัยรัตน์ รัตนสกุลพัฒน์	๕	๔	๙	๙๐	√	
๒	ด.ช. สรศักดิ์ แซ่โซ้ง	๕	๔	๙	๙๐	√	
๓	ด.ช. ณัฐสิทธิ์ แซ่หว้า	๕	๔	๙	๙๐	√	
๔	ด.ช. อาเล็ก	๕	๕	๑๐	๑๐๐	√	
๕	ด.ญ. ภัทรวดี เอ็จสี	๕	๕	๑๐	๑๐๐	√	
๖	ด.ญ. อนันญา แซ่โซ้ง	๕	๔	๙	๙๐	√	
๗	ด.ญ. ศิลาภรณ์ แซ่ฟ่าน	๕	๔	๙	๙๐	√	
๘	ด.ญ. กัลยารัตน์ แซ่ว่าง	๕	๔	๙	๙๐	√	
๙	ด.ญ. วาสนา แซ่ย่าง	๕	๕	๑๐	๑๐๐	√	

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนรวม ๘ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐ ขึ้นไป
ถือว่าผ่านเกณฑ์

ผลการประเมิน

นักเรียนทั้งหมด ๙ คน

ผ่าน จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐
ไม่ผ่าน จำนวน คน คิดเป็นร้อยละ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา)
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

Best Practice “ครูสอนดีมีนวัตกรรมปีที่ ๕”
นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (Knowledge - K)

เป้าหมาย อธิบายสาเหตุการเกิดโรคทางพันธุกรรมจากการเปลี่ยนแปลงของยีน/โครโมโซม และวิเคราะห์โอกาสการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจาก Case File (ประเมินจากแฟ้มคดีลับ Case File ๐๐๑-๐๐๓)

ตัวชี้วัด	ดีเยี่ยม (๕)	ดีมาก (๔)	ดี (๓)	พอใช้ (๒)	ควรปรับปรุง (๑)
๑. วิเคราะห์หลักฐานจาก Case File	วิเคราะห์อาการ ผลตรวจ และหลักฐานทุกประเด็น เชื่อมโยงข้อมูลได้สมบูรณ์	วิเคราะห์ได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด	วิเคราะห์ถูกต้องส่วนใหญ่	วิเคราะห์ได้เพียงบางประเด็น	ไม่สามารถวิเคราะห์จากหลักฐานได้
๒. อธิบายสาเหตุของโรคทางพันธุกรรม	อธิบายสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม พร้อมใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน	อธิบายได้ถูกต้อง แต่หลักฐานยังไม่ครบ	อธิบายถูกต้องบางส่วน	มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน	ไม่สามารถอธิบายได้

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนรวม ๘ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐ ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ (Process/Skill - P)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑๑ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม
จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทาง
วิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน ด้านทักษะกระบวนการ				คะแนนรวม (๒๐ คะแนน)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	
		Prompt Engineering (๕ คะแนน)	Fact-check (๕ คะแนน)	Scientific Reasoning (๕ คะแนน)	Infographic Design (๕ คะแนน)			ผ่าน	ไม่ผ่าน
๑	ด.ช. ชัยรัตน์ รัตน์สกุลพัฒน์	๕	๕	๔	๕	๑๙	๙๕	✓	
๒	ด.ช. สรศักดิ์ แซ่โซ้ง	๔	๕	๕	๕	๑๙	๙๕	✓	
๓	ด.ช. ณัฐสิทธิ์ แซ่หว่า	๕	๕	๔	๕	๑๙	๙๕	✓	
๔	ด.ช. อาเล็ก	๕	๕	๔	๕	๑๙	๙๕	✓	
๕	ด.ญ. ภัทรวดี เอ็จสี	๕	๕	๕	๕	๒๐	๑๐๐	✓	
๖	ด.ญ. อนันญา แซ่โซ้ง	๔	๕	๕	๕	๑๙	๙๕	✓	
๗	ด.ญ. ศิลาภรณ์ แซ่พ่าน	๕	๕	๕	๕	๒๐	๑๐๐	✓	
๘	ด.ญ. กัลยารัตน์ แซ่ว่าง	๔	๕	๕	๕	๑๙	๙๕	✓	
๙	ด.ญ. วาสนา แซ่ย่าง	๕	๕	๕	๕	๒๐	๑๐๐	✓	

ผลการประเมิน

นักเรียนทั้งหมด ๙ คน
ผ่าน จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐
ไม่ผ่าน จำนวน คน คิดเป็นร้อยละ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา)
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

เกณฑ์การประเมินด้านทักษะกระบวนการ (Process/Skill - P)

เป้าหมาย สั่งการ AI (Prompt Engineering), ตรวจสอบความถูกต้อง (Fact-check) และสรุปองค์ความรู้เป็นสื่อดิจิทัล (Infographic)
(ประเมินจาก AI Literacy Log และ ผลงาน Infographic)

ตัวชี้วัด	ดีเยี่ยม (๕)	ดีมาก (๔)	ดี (๓)	พอใช้ (๒)	ควรปรับปรุง (๑)
๑. Prompt Engineering	ออกแบบ Prompt มี Role Goal Context Constraint ชัดเจน ได้ คำตอบตรงประเด็น	Prompt ครบ เกือบทั้งหมด	Prompt ยังขาด รายละเอียด บางส่วน	Prompt กว้าง ต้องแก้หลายครั้ง	ไม่สามารถออกแบบ Prompt ได้
๒. Fact-check	ตรวจสอบ ข้อมูลจาก AI กับหนังสือเรียน หรือแหล่งอ้างอิง พร้อมอธิบาย Hallucination ได้อย่างถูกต้อง	ตรวจสอบได้ ครบ แต่ วิเคราะห์ Hallucination ยังไม่ลึก	ตรวจสอบ ข้อมูลได้ บางส่วน	ตรวจสอบเพียงผิวเผิน	ใช้ข้อมูล AI โดยไม่ตรวจสอบ
๓. Scientific Reasoning	ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ อธิบายเหตุผล ทุกข้ออย่างเป็นระบบ	ใช้เหตุผลได้ดี	ใช้เหตุผลได้ บางส่วน	เหตุผลยังไม่สอดคล้องกับหลักฐาน	ไม่มีเหตุผลรองรับ
๔. Infographic Design	ถ่ายทอดองค์ความรู้ถูกต้องสวยงาม อ่านง่าย สื่อสารยอดเยี่ยม	สื่อสารดี เนื้อหาถูกต้อง	เข้าใจได้ แต่ยังขาดความน่าสนใจ	ข้อมูลไม่ครบ	คัดลอกจาก AI โดยไม่สังเคราะห์

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนรวม ๑๖ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๒๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐ ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินด้านเจตคติ / คุณลักษณะ (Attitude - A)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๑๑ เรื่อง โรคทางพันธุกรรม
จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมินด้านความรู้		คะแนนรวม (๑๐ คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	
		การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (๕ คะแนน)	จริยธรรม AI และพันธุศาสตร์ (๕ คะแนน)			ผ่าน	ไม่ผ่าน
๑	ด.ช. ชัยรัตน์ รัตนสกุลพัฒน์	๔	๕	๙	๙๐	√	
๒	ด.ช. สรศักดิ์ แซ่โซ้ง	๔	๕	๙	๙๐	√	
๓	ด.ช. ณัฐสิทธิ์ แซ่หว่า	๔	๕	๙	๙๐	√	
๔	ด.ช. อาเล็ก แซ่เฮ้อ	๔	๕	๙	๙๐	√	
๕	ด.ญ. ภัทรวดี เอ็จสี	๕	๕	๑๐	๑๐๐	√	
๖	ด.ญ. อนันญา แซ่โซ้ง	๕	๕	๑๐	๑๐๐	√	
๗	ด.ญ. ศิลาภรณ์ แซ่ฟ่าน	๕	๕	๑๐	๑๐๐	√	
๘	ด.ญ. กัลยารัตน์ แซ่ว่าง	๕	๕	๑๐	๑๐๐	√	
๙	ด.ญ. วาสนา แซ่ย่าง	๕	๕	๑๐	๑๐๐	√	

ผลการประเมิน

นักเรียนทั้งหมด ๙ คน

ผ่าน จำนวน ๙ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐

ไม่ผ่าน จำนวน คน คิดเป็นร้อยละ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวเมญาลินทร์ ดวงขตา)
ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

เกณฑ์การประเมินด้านเจตคติ / คุณลักษณะ (Attitude - A)

เป้าหมาย ตระหนักถึงประโยชน์ เสนอแนวทางการป้องกัน/วางแผนครอบครัว และสะท้อนคิดด้านจริยธรรมเทคโนโลยี
(ประเมินจากสังเกตพฤติกรรมการอภิปรายกลุ่มและการสะท้อนคิด Reflection)

ตัวชี้วัด	ดีเยี่ยม (๕)	ดีมาก (๔)	ดี (๓)	พอใช้ (๒)	ควรปรับปรุง (๑)
๑. การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง	เสนอแนวทางการป้องกันโรคทางพันธุกรรม การตรวจสุขภาพก่อนแต่งงาน และการวางแผนครอบครัวอย่างเป็นรูปธรรม	เสนอแนวทางได้ครบเกือบทั้งหมด	เสนอแนวทางได้บางส่วน	แนวทางยังไม่เหมาะสม	ไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้
๒. จริยธรรม AI และพันธุศาสตร์	แสดงความตระหนักด้านจริยธรรม เคารพศักดิ์ศรี ความเป็นมนุษย์ ใช้ AI อย่างรับผิดชอบ	มีความตระหนักดี	มีความเข้าใจพื้นฐาน	ยังต้องได้รับการชี้แนะ	ไม่ตระหนักถึงจริยธรรม

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนรวม ๘ คะแนนขึ้นไป (จากคะแนนเต็ม ๑๐ คะแนน) คิดเป็นร้อยละ ๘๐.๐๐ ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

คลิปวิดีโอ การนำเสนอสู่การปฏิบัติ



QR CODE วิธีเ้าการสอน

<https://canva.link/jhfapt๒vxdos๔๓>

ร่องรอยหลักฐานอื่นๆ

ภาพถ่ายการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ G-E-N-E-AI Model รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบสวนทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับ AI เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านพันธุศาสตร์และ AI Literacy





