

## พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA

### เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

|  |    |         |
|--|----|---------|
| 18.1 พันธุวิศวกรรม   | 1  | ชั่วโมง |
| 18.2 การโคลนนิ่ง   | 2  | ชั่วโมง |
| 18.3 การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม                           | 1  | ชั่วโมง |
| 18.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของ DNA                              | 4  | ชั่วโมง |
| 18.5 ความปลอดภัยของเทคโนโลยีทาง DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม | 2  | ชั่วโมง |
| รวม  | 10 | ชั่วโมง |

### จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของเทคโนโลยีชีวภาพทางด้านพันธุศาสตร์ได้
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการสร้าง DNA สายผสม หรือรีคอมบิแนนท์ DNA
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และเปรียบเทียบการโคลนนิ่งโดยอาศัยพลาสมิดและเทคนิคพีซีอาร์
4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และวิเคราะห์การนำเทคโนโลยีของ DNA ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ รวมทั้งผลกระทบทางด้านสังคม และจริยธรรมของมนุษย์

### สาระสำคัญ

เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นการนำเทคโนโลยีเพื่อทำให้สิ่งมีชีวิตหรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต มีสมบัติตามที่ต้องการ

พันธุวิศวกรรมเป็นเทคนิคการสร้าง DNA สายผสม หรือรีคอมบิแนนท์ DNA โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะตัด DNA ทั้งสองสายที่จุดตัดจำเพาะ ทำให้ได้สาย DNA ที่มีปลายเหนียวหรือปลายหูก เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ถ้าตำแหน่งที่เป็นจุดตัดของสองสายอยู่ตรงกัน จะทำให้เกิดปลายหูก แต่ถ้ามตำแหน่งบน DNA สองสายอยู่เอียงกัน จะทำให้เกิดปลายเหนียว เมื่อตัดสาย DNA ต่างโมเลกุลกัน ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกัน ปลายสายของ DNA จะมีลำดับเบสที่เข้าคู่กัน และเชื่อมต่อกันด้วยเอนไซม์ไลเกส ทำให้เกิด DNA สายผสม จากนั้นจึงเพิ่มจำนวนของ DNA สายผสมที่เหมือนกันเป็นจำนวนมาก เรียกว่า การโคลน DNA ถ้า DNA นั้นมีชิ้นที่ต้องการก็เรียกว่า การโคลนนิ่ง เพื่อศึกษาว่ามีชิ้นใดและชิ้นนั้นควบคุมการสร้างโปรตีนชนิดใด การโคลนนิ่งทำได้โดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย และการโคลนนิ่งในหลอดทดลองโดยเทคนิคพอลิเมอร์เชนรีแอคชัน หรือพีซีอาร์ (PCR) ซึ่งสามารถเพิ่มจำนวนโมเลกุลของ DNA ที่ต้องการจาก DNA แม่แบบที่มีปริมาณน้อยมากให้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในเวลาที่รวดเร็ว

DNA ที่ได้จากการโคลนจะถูกนำไปวิเคราะห์หาลำดับของนิวคลีโอไทด์ โดยใช้เทคนิคการแยกโมเลกุล DNA ที่มีขนาดประจุและรูปร่างแตกต่างกันออกจากกันในสนามไฟฟ้าผ่านตัวกลางที่เป็นแผ่นวุ้น เปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่ของโมเลกุล DNA ที่ทราบขนาด เรียกว่าเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส สิ่งมีชีวิตใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ชนิดเดียวกันก็ยังมีจีโนมแตกต่างกัน ซึ่งตรวจสอบโดยการตัด DNA ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ แล้วนำไปทำเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส ได้เป็นรูปแบบของแถบ DNA ที่แตกต่างกัน ความแตกต่างของรูปแบบของแถบ DNA นี้เรียกว่า เรสทริกชัน เลทท์ แฟรกเมนต์ พอลิเมอร์เฟซิม หรือ RFLP รูปแบบของแถบ DNA ที่ต่างกันนี้สามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ ซึ่งใช้เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรม และสร้างแผนที่เครื่องหมายทางพันธุกรรมบนโครโมโซม

โครงการจีโนมมนุษย์มีวัตถุประสงค์ประสงค์ในการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ทั้งจีโนมของมนุษย์ การศึกษาแผนที่ยีน และแผนที่เครื่องหมายทางพันธุกรรมเพื่อประยุกต์ใช้ประโยชน์

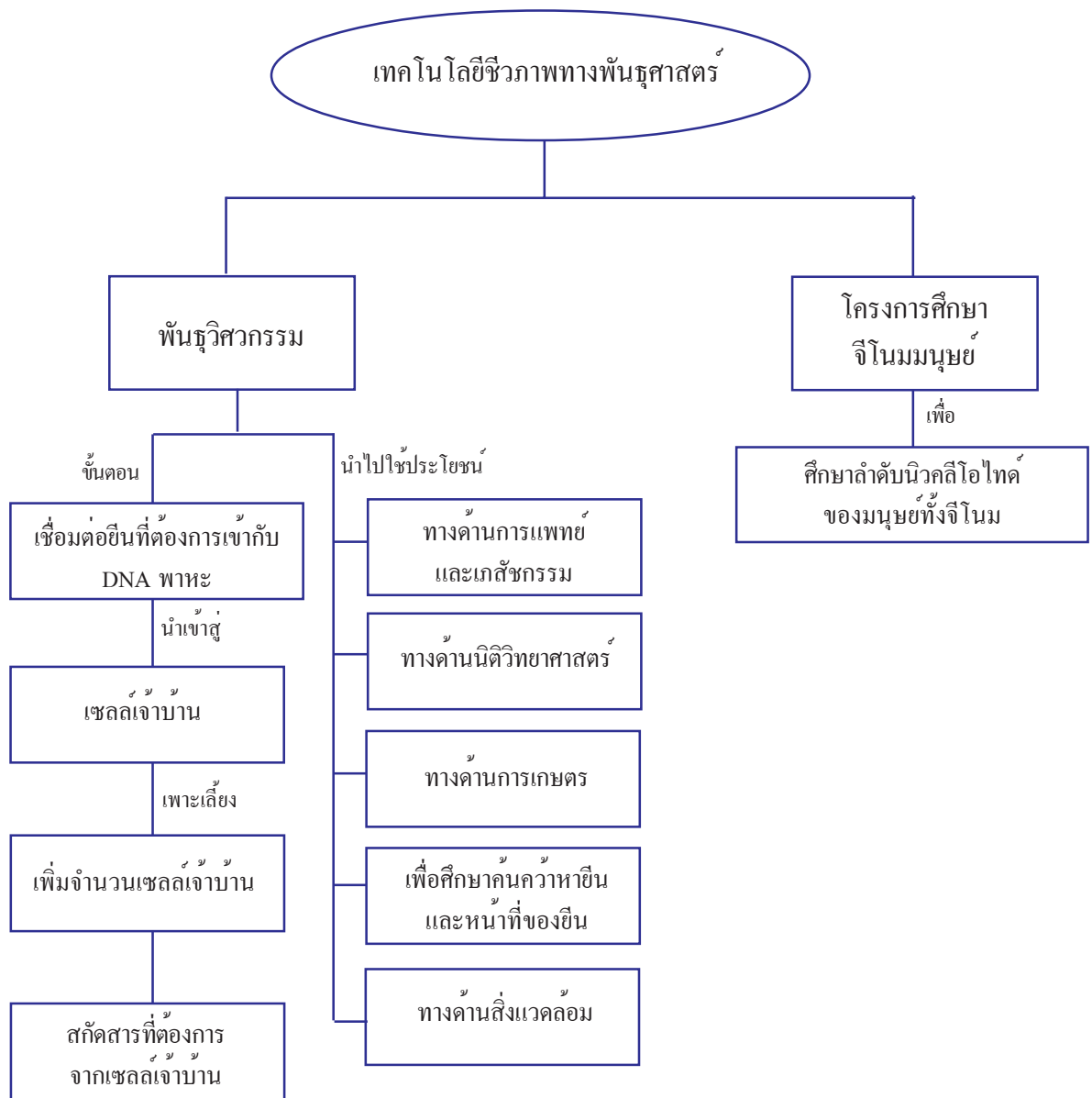
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของ DNA นำมาใช้ในทางด้านการแพทย์และเภสัชกรรมในการวินิจฉัยโรค นอกจากนี้ยังนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรม ส่วนในด้านนิติวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการสร้างลายพิมพ์ DNA ซึ่งแต่ละบุคคลมีรูปแบบของ DNA แตกต่างกัน สามารถนำไปพิสูจน์ตัวบุคคล ความสัมพันธ์ทางสายเลือด และคดีอาญาต่างๆ การประยุกต์ใช้ในเชิงการเกษตร การประยุกต์ใช้เพื่อสิ่งแวดล้อม โดยการสร้างสายพันธุ์จุลินทรีย์หรือพืชที่สามารถย่อยสลายสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีการสร้าง DNA สายผสม และการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมเป็นไปอย่างกว้างขวาง ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตลักษณะใหม่ๆ ขึ้นมาอย่างมากมาย ซึ่งอาจมีผลเสียจากการใช้เทคโนโลยีได้โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ (GMOs) สังคมกังวลว่าอาจทำให้เกิดเชื้อโรคสายพันธุ์ใหม่ๆ ที่คือยาปฏิชีวนะ อาจเป็นภัยต่อสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และจริยธรรมในการใช้ข้อมูลของจีโนมโดยเฉพาะจีโนมมนุษย์

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
ผังมโนทัศน์

## บทที่ 18 พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ



ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก  
พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA

## แนวทางการจัดการเรียนรู้

การนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ภาพนำบทที่แสดงถึงการนำเทคนิคพันธุวิศวกรรมมาใช้ในการตัดต่อยีนเคลื่อนย้ายยีนระหว่างสิ่งมีชีวิต แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปราย โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

จากภาพแบคทีเรียเรืองแสงได้อย่างไร

ถ้าแบคทีเรียที่เรืองแสงได้ไปใส่ในสิ่งมีชีวิตใด จะทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นเรืองแสงได้หรือไม่

นักเรียนสืบค้นจากคำบรรยายได้ภาพ แล้วร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า เมื่อนำยีนสร้างโปรตีนเรืองแสงฟลูออเรสเซนส์สีเขียวจากแมลงกะพรุนตัดต่อเข้าไปใส่ในแบคทีเรีย จะทำให้แบคทีเรียเรืองแสงได้ และเมื่อนำแบคทีเรียไปใส่ไว้ในสิ่งมีชีวิตอื่น ก็ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นเรืองแสงได้

ครูตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นและการอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

เทคโนโลยีชีวภาพคืออะไร นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างไร

จากการสืบค้นและการอภิปรายร่วมกัน นำไปสู่ข้อสรุปได้ว่า เทคโนโลยีชีวภาพเป็นการใช้เทคโนโลยีไปทำให้สิ่งมีชีวิตหรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตมีสมบัติตามที่ต้องการ

ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างและวิเคราะห์ว่า เทคโนโลยีชีวภาพที่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ชนิดต่างๆ อะไรบ้าง ซึ่งคำตอบอาจเป็นความรู้เดิมของนักเรียน และได้ข้อสรุปว่าเทคโนโลยีที่ใช้ปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ ได้แก่ เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การถ่ายฝากตัวอ่อน การผสมเทียม การโคลนนิ่ง เป็นต้น

ครูอาจชี้แจงเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่า เทคโนโลยีชีวภาพมีหลายแขนง เทคโนโลยีที่มีการตัดแต่งยีนและเคลื่อนย้ายยีนข้ามชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อสร้าง DNA สายผสม เรียกว่า เทคโนโลยีชีวภาพเกี่ยวกับ DNA

ครูอาจชี้แนะให้นักเรียนเห็นถึงการคัดเลือกพันธุ์แบบดั้งเดิมที่อาศัยการผสมพันธุ์แบบอาศัยเพศ ซึ่งจะเกิดภายในพันธุ์เดียวกันหรือใกล้ชิดกันทางสายพันธุ์เท่านั้น และเมื่อสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 มีการผสมพันธุ์กันยีนทั้งสองจะมารวมกัน ทำให้ได้ลูกที่มีลักษณะดีและลักษณะไม่ดีอยู่ในต้นเดียวกัน ซึ่งต้องอาศัยช่วงเวลาหลายปีในการคัดเลือกพันธุ์หลายชั่วรุ่นกว่าจะกำจัดยีนที่ไม่ดีออก ส่วนเทคโนโลยีชีวภาพ DNA เป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาพันธุ์ดั้งเดิมโดยการคัดเลือกลักษณะใดลักษณะหนึ่งจากพืช สัตว์ หรือจุลินทรีย์แล้วนำเข้าสู่พืชอีกต้นหนึ่ง หรือเรียกว่าการย้ายยีนพืชที่ได้รับการปรับแต่งใหม่ ทำให้สัตว์ พืช หรือสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการปรับแต่งยีนใหม่แสดงลักษณะเฉพาะที่เราต้องการ

ครูตั้งคำถามต่อไปเพื่อนำไปสู่หัวข้อพันธุวิศวกรรม ดังนี้

เทคนิคพันธุวิศวกรรมคืออะไร มีขั้นตอนอย่างไร

ครูให้นักเรียนตอบคำถาม ซึ่งคำตอบขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นหาคำตอบจากหัวข้อ 18.1

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

## 18.1 พันธุวิศวกรรม

**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพ และการใช้เทคโนโลยีชีวภาพเกี่ยวกับ DNA ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความหมายของพันธุวิศวกรรมและขั้นตอนของเทคนิคพันธุวิศวกรรม
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับเอนไซม์ตัดจำเพาะ การทำงานของเอนไซม์ตัดจำเพาะ
4. อธิบายและสรุปขั้นตอนการสร้าง DNA สายผสม หรือรีคอมบิแนนท์ DNA

**แนวการจัดการเรียนรู้**

ครูนำภาพข่าวมะละกอจีเอ็มโอให้นักเรียนดู แล้วร่วมกันอภิปราย โดยมีประเด็นการอภิปราย ดังนี้  
มะละกอจีเอ็มโอมีลักษณะได้อย่างไร

มะละกอจีเอ็มโอเกิดจากการเปลี่ยนแปลงยีนหรือไม่ และมีการใช้เทคนิคใด

จากการอภิปรายนำไปสู่ข้อสรุปได้ว่า มะละกอจีเอ็มโอเกิดจากการปรับแต่งยีน ได้สายพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะดีกว่าพันธุ์เดิม โดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม

### 18.1.1 เอนไซม์ตัดจำเพาะ

ครูให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับพันธุวิศวกรรม และเอนไซม์ตัดจำเพาะในตารางที่ 18.1 จากหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ โดยมีประเด็นการอภิปราย ดังนี้

เอนไซม์ตัดจำเพาะแยกออกมาจากสิ่งมีชีวิตพวกใด มีหน้าที่อย่างไร

เอนไซม์ตัดจำเพาะมีความจำเพาะในการตัดสาย DNA อย่างไร และเอนไซม์แต่ละชนิดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

เอนไซม์ตัดจำเพาะที่ตัดสาย DNA ที่มียีนที่ต้องการจากสิ่งมีชีวิต และเอนไซม์ตัดจำเพาะที่ตัดพลาสมิดเป็นชนิดเดียวกันหรือไม่ เพราะอะไร

เมื่อเอนไซม์ตัดจำเพาะตัดสาย DNA จะทำให้เกิดปลายเหนียวหรือปลายทู่ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไร

DNA สายผสมสร้างขึ้นได้อย่างไร

จากการสืบค้นและการอภิปราย นักเรียนควรสรุปได้ว่า เอนไซม์ตัดจำเพาะถูกแยกออกมาจากแบคทีเรีย ทำหน้าที่ตัดสาย DNA ทั้งสองสายตรงลำดับเบสจำเพาะ เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดมีความจำเพาะในการตัดสาย DNA ส่วนใหญ่เอนไซม์ตัดจำเพาะที่นิยมนำมาใช้ในการโคลน DNA จดจำลำดับเบสจำเพาะที่มีความยาว 4 หรือ 5 หรือ 6 คู่เบสในการตัด และมีจุดตัดจำเพาะในลำดับเบสเหล่านี้ ดังนั้นเอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดแตกต่างกันที่มีลำดับเบสจำเพาะและจุดตัดจำเพาะของสาย

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

DNA ที่ต่างกัน เช่น *EcoRI* มีลำดับเบสจำเพาะ 6 คู่เบส และมีจุดตัดระหว่าง A-G และ *HaeIII* มี 4 คู่เบส มีจุดตัดระหว่าง G-C เมื่อเอนไซม์ตัดจำเพาะตัดสาย DNA ทั้งสองสายจะทำให้เกิดปลายสายที่แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเอนไซม์ ถ้าตัดสาย DNA แล้วทำให้เกิดปลายสายเดี่ยวที่มีนิวคลีโอไทด์ยื่นออกมาเรียกว่า ปลายเหนียว หรือสติกกี้เอนด์ (sticky end) ซึ่งถ้าตัดสาย DNA อีกด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกันทำให้ปลายสายเดี่ยวมาเชื่อมต่อกันได้พอดี เอนไซม์ตัดจำเพาะมีจุดตัดอยู่ตรงกันทั้งสองสายของ DNA จะทำให้เกิดปลายทู่ หรือ blunt end สาย DNA ที่ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะจะรวมเข้ากับพลาสมิดซึ่งตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกัน เชื่อมต่อกันด้วยเอนไซม์ไลเกส ทำให้ได้ DNA สายผสม

ครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบ DNA สายผสม โดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะจากตารางที่ 18.1 และนำชิ้นส่วน DNA จากสิ่งมีชีวิตอื่นมาต่อ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า นักวิทยาศาสตร์ได้นำเทคโนโลยี DNA สายผสมไปประยุกต์ใช้ประโยชน์อย่างมากมาย ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนในหัวข้อต่อไป

ครูขยายความรู้ให้กับนักเรียนเกี่ยวกับเอนไซม์ตัดจำเพาะว่า เอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกันจะตัดสาย DNA ที่จุดตัดจำเพาะในตำแหน่งเดียวกัน ไม่ว่า DNA นั้นจะมาจากพืช สัตว์ มนุษย์ หรือแบคทีเรีย

ปัจจุบันมีเอนไซม์ตัดจำเพาะหลายร้อยชนิดให้เราเลือกได้ตามความต้องการ เอนไซม์ส่วนใหญ่จะเป็นสินค้านำเข้าและมีราคาแพง

#### ความรู้เสริมสำหรับครู

การเรียกชื่อเอนไซม์ตัดจำเพาะ มีหลักในการเรียกชื่อจากแบคทีเรียที่แยกเอนไซม์นั้นๆ ออกมา ตัวอักษรตัวแรกของเอนไซม์ คือ อักษรตัวแรกของจีโนมของแบคทีเรีย ใช้อักษรตัวเอียงและอักษรตัวใหญ่ตามด้วยอักษร 2 ตัวแรก ของชื่อสปีชีส์ของแบคทีเรีย ใช้อักษรตัวเอียงและอักษรตัวเล็ก ต่อไปจึงเป็นสายพันธุ์ของแบคทีเรีย ตัวสุดท้ายคือเลขโรมัน แสดงลำดับการค้นพบเอนไซม์

ตัวอย่างเช่น *EcoRI*

E มาจาก *Escherichia*

co มาจาก *coli*

R มาจาก สายพันธุ์ RY<sub>13</sub>

I มาจาก เอนโดนิวคลีเอสตัวแรก

สำหรับคำถามในหนังสือเรียนมีแนวการตอบคำถาม ดังนี้

- เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดมีลำดับเบสจำเพาะเท่ากันหรือไม่
- ✎ เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดมีลำดับเบสจำเพาะอาจเท่ากันหรือไม่เท่ากัน เอนไซม์ตัดจำเพาะที่มีลำดับเบสจำเพาะจำนวนเท่ากัน ก็จะมีคู่เบสและจุดตัดจำเพาะต่างกัน
- ลำดับเบสจำเพาะของเอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิด มีลักษณะร่วมกันอย่างไร
- ✎ เอนไซม์ตัดจำเพาะแต่ละชนิดมีลักษณะร่วมกันคือ การเรียงลำดับเบสในบริเวณลำดับเบสจำเพาะที่มีทิศทางจาก 5' ไปสู่ 3' เหมือนกันทั้งสองสายของ DNA

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### 18.1.2 การเชื่อมต่อสาย DNA ด้วยเอนไซม์ DNA ไลเกส

ให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 18-1 หรือแผ่นภาพโป่งใส แล้วร่วมกันอภิปรายการทำงานของเอนไซม์ตัดจำเพาะ และเอนไซม์ DNA ไลเกส ในการสร้าง DNA สายผสม โดยใช้คำถามในหนังสือเรียนมีแนวคำตอบ ดังนี้

- การเชื่อมสาย DNA ปลายทู่ จะเหมือนหรือแตกต่างจากการเชื่อมสาย DNA ปลายเหนียวอย่างไร
- ✍ เหมือนกัน

ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ต่อไปเกี่ยวกับลำดับขั้นการสร้าง DNA สายผสม จากการวิเคราะห์นักเรียนสรุปได้ดังนี้

1. ตัดสาย DNA ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ
2. ตัดสาย DNA ในโมเลกุลอื่นด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกัน
3. เชื่อมต่อสาย DNA จาก DNA ต่างโมเลกุลกันด้วยเอนไซม์ DNA ไลเกส เกิดเป็น DNA สายผสม หรือรีคอมบิแนนท์ DNA

จากนั้นครูควรเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงได้ว่า การสร้าง DNA สายผสมเป็นเทคนิคการตัดและเชื่อมต่อ DNA ต่างโมเลกุลเข้าด้วยกัน ซึ่งเรียกว่าเทคนิคพันธุวิศวกรรม

## 18.2 การโคลนยีน

**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการโคลนยีน หรือโคลน DNA
2. วิเคราะห์และเปรียบเทียบวิธีการโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรียและโดยเทคนิคพีซีอาร์

### แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อนำไปสู่การสืบค้นและการอภิปรายเกี่ยวกับการโคลนยีน โดยมีแนวคำถามดังนี้

DNA สายผสมที่สร้างขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งมีชีวิตให้มีลักษณะตามที่ต้องการได้อย่างไร

จากการสืบค้นในหนังสือเรียนและการร่วมกันอภิปราย ทำให้ได้ข้อสรุปว่า DNA ที่มียีนที่ต้องการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้จะต้องมีจำนวนมากและเหมือนกัน ซึ่งสามารถเพิ่มจำนวนขึ้น DNA ได้เมื่อนำเข้าสู่เซลล์ นิยมใช้เซลล์แบคทีเรีย *E. coli* เมื่อแบคทีเรียเพิ่มจำนวนก็จะเป็นการเพิ่มขึ้น DNA ที่เหมือนกันจำนวนมาก เรียกว่า การโคลน DNA และถ้า DNA มียีนตามต้องการ เรียกว่า การโคลนยีน

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

## 18.2.1 การโคลนยีนโดยอาศัยพลาสมิดของแบคทีเรีย

ครูนำเข้าสู่หัวข้อนี้โดยใช้ภาพที่ 18-2 แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์และอภิปราย โดยวิเคราะห์ในประเด็นต่อไปนี้

พลาสมิดคืออะไร เหตุใดจึงใช้พลาสมิดที่มียีนต้านทานยาปฏิชีวนะ ในการสร้าง DNA สายผสม แบคทีเรียเหมาะสมในการเป็นเซลล์ที่ให้ DNA สายผสมเข้าไปอยู่ เพราะอะไร การโคลนยีนหรือโคลน DNA มีขั้นตอนอย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นจากหนังสือเรียน แล้วร่วมกันวิเคราะห์และอภิปราย ซึ่งควรสรุปได้ว่า พลาสมิดเป็น DNA วงแหวนที่อยู่นอกโครโมโซมของแบคทีเรีย ทำหน้าที่เป็นพาหะนำ DNA หรือยีนที่ต้องการเข้าสู่เซลล์แบคทีเรีย เนื่องจากพลาสมิดส่วนใหญ่ที่อยู่ในเซลล์แบคทีเรีย มักมียีนต้านทานยาปฏิชีวนะ เพื่อใช้เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรม เมื่อพลาสมิดนำยีนเข้าสู่เซลล์แบคทีเรีย และนำแบคทีเรียไปเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวน ซึ่งจะทำให้พลาสมิด DNA สายผสมเพิ่มจำนวนตามด้วย ส่วนขั้นตอนการโคลนยีนก็ให้นักเรียนสรุปลำดับขั้นตอนการโคลนยีนได้จากภาพที่ 18.2

ครูควรเน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแบคทีเรียว่า เป็นสิ่งมีชีวิตที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ทางเทคโนโลยีรีคอมบิแนนท์ DNA แบคทีเรียที่เป็นที่นิยม คือ *E. coli* เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่เพาะเลี้ยงง่าย เพิ่มจำนวนได้รวดเร็วภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง จะได้เซลล์ใหม่เป็นล้านๆ เซลล์ และเพิ่มพลาสมิดเป็นล้านๆ ชุด ไม่ก่อโรคและเป็นแบคทีเรียที่มีการศึกษามานานและมีการพัฒนาสายพันธุ์ให้เหมาะสมในการที่จะรับ DNA พาหะเข้ามาในเซลล์

ครูชี้แจงว่า ถ้านักเรียนอยากทราบเกี่ยวกับเทคนิคการสร้าง DNA สายผสม และการโคลน DNA ให้ทำกิจกรรมที่ 18.1

### กิจกรรมที่ 18.1 การโคลน DNA

**จุดประสงค์ของกิจกรรม** เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สร้างแบบจำลอง DNA สายผสมในรูปแบบของพลาสมิดที่มี DNA ที่ต้องการแทรกอยู่กับพลาสมิด
2. วิเคราะห์ และอธิบายการโคลน DNA หรือการโคลนยีน โดยใช้พลาสมิดของแบคทีเรียจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น

**ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม**

1. เมื่อนักเรียนนำกระดาษที่เป็นพลาสมิด และชิ้น DNA ที่ต้องการต่อเข้ากับพลาสมิดจำนวนทั้งหมด 20 ชิ้น ใส่ลงในถุงทึบ เวลาเขย่านักเรียนต้องเขย่าโดยให้กระดาษกระจายให้ทั่ว แล้วถุงที่ใช้ต้องควรมีขนาดที่เหมาะสม หลังจากนั้นหยิบกระดาษพร้อมกัน 2 ชิ้น ออกจากถุงทึบ
2. ในการหยิบกระดาษออกจากถุงพร้อมกัน 2 ชิ้น หยิบชิ้นไหนได้ก็ต้องเลือกชิ้นนั้นขึ้นมา เพราะความสั้นยาวของกระดาษสองสีจะไม่เท่ากัน นักเรียนไม่ควรเลือกหยิบจากความสั้นยาวของกระดาษ

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น



### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ส่วนคำถามท้ายกิจกรรมมีแนวการตอบ ดังนี้

- นักเรียนได้ดีเอ็นเอสายผสมในรูปของพลาสมิดที่มีดีเอ็นเอที่ต้องการแทรกอยู่ทั้งหมดกี่วง
- ✎ จำนวนของ DNA สายผสมจะเป็นเท่าใด ขึ้นอยู่กับว่านักเรียนจะหยิบกระดาศสีใดมาต่อกัน ถ้าหยิบได้กระดาศสีแดงกับสีเขียวมาต่อกันเป็นวง ก็จะได้ DNA สายผสม 1 โมเลกุล
- นักเรียนได้พลาสมิดที่เหมือนเดิมกี่วง
- ✎ นักเรียนต้องนับเฉพาะพลาสมิดที่เป็นกระดาศสีเขียวที่ต่อกับกระดาศสีเขียวเท่านั้น
- นักเรียนได้ดีเอ็นเอที่ไม่ใช่พลาสมิดกี่โมเลกุล
- ✎ นักเรียนต้องนับเฉพาะ DNA ที่เป็นกระดาศสีแดงที่ต่อกับกระดาศสีแดงเท่านั้น
- ถ้ามีแบคทีเรียที่พร้อมรับพลาสมิดเข้าสู่เซลล์จำนวน 10 เซลล์ ถ้าโมเลกุลดีเอ็นเอจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นจะเข้าสู่เซลล์ได้เพียง 1 โมเลกุล แล้วนักเรียนนำเซลล์ที่ทำทรานฟอร์มชันด้วยดีเอ็นเอทั้ง 10 โมเลกุล ที่สร้างขึ้น ไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียาปฏิชีวนะ ซึ่งพลาสมิดสีเขียว จะมียีนต้านทานยาปฏิชีวนะอยู่ แบคทีเรีย 1 เซลล์ที่เติบโตได้ จะกลายเป็นโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 1 โคโลนี นักเรียนคิดว่าบนอาหารเลี้ยงเชื้อของนักเรียนจะมีโคโลนีเกิดขึ้นกี่โคโลนี ทุกโคโลนีที่เกิดขึ้นมีส่วนของยีนที่ต้องการ (กระดาศสีแดง) แทรกอยู่หรือไม่
- ✎ มี 10 โคโลนี ทุกโคโลนีมีแบคทีเรียที่มียีนที่ต้องการอยู่ด้วย เนื่องจากว่าเซลล์แบคทีเรียที่มียีนที่ต้านทานยาปฏิชีวนะจะช่วยให้เป็นยีนเครื่องหมาย ซึ่งเซลล์จะสามารถมีชีวิตได้ในอาหารที่มียาปฏิชีวนะ ส่วนเซลล์ที่ไม่มียีนเครื่องหมายนี้จะตาย
- นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่า โคโลนีใดมีพลาสมิดที่มีส่วนของดีเอ็นเอที่ต้องการแทรกอยู่
- ✎ โคโลนีที่มีพลาสมิดที่มียีนที่ต้องการ ยีนจะแสดงออกโดยการผลิตโปรตีน ซึ่งจะสามารถบอกได้ว่า พลาสมิดมียีนที่ต้องการแทรกเข้าไปอยู่ในเซลล์

ครูตั้งประเด็นคำถามเพิ่มเติมว่า เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากยีนที่โคลน โดยให้นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใสเกี่ยวกับการผลิตอินซูลิน โดยอาศัยพลาสมิดเป็นพาหะ โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

ยีนที่ได้จากการโคลนนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

จากการอภิปราย นักเรียนควรสรุปได้ว่า

ยีนที่ได้จากการโคลนนำเข้าสู่สิ่งมีชีวิตโดยการถ่ายยีน เมื่อยีนแสดงออกจะทำให้สิ่งมีชีวิตที่ได้รับการถ่ายยีนผลิตสารหรือโปรตีนตามที่ต้องการได้

### 18.2.3 การโคลนยีนในหลอดทดลองโดยเทคนิคพอลิเมอร์เชนรีแอกชัน หรือพีซีอาร์

ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 18-3 ในหนังสือเรียนที่แสดงการโคลนยีนในหลอดทดลอง โดยเทคนิคพอลิเมอร์เชนรีแอกชัน แล้วร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสืบค้น โดยมีประเด็นสำคัญ ดังนี้

การโคลนยีนโดยเทคนิคพีซีอาร์มีกระบวนการอย่างไร และมีลำดับขั้นตอนอย่างไร

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก  
พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**  
การโคลนนิ่งโดยเทคนิคพีซีอาร์ มีข้อดีและข้อเสียอย่างไรบ้าง

การเพิ่มจำนวนของส่วน DNA มีขั้นตอนที่การเพิ่มจำนวนมากโดยเทคนิคพีซีอาร์ นำมา  
ประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง

จากการสืบค้น การวิเคราะห์ และอภิปราย นักเรียนควรได้ข้อสรุปได้ว่า พอลิเมอร์สเซน-  
ริเอชัน หรือพีซีอาร์เป็นเทคนิคการโคลน DNA ในหลอดทดลองเพื่อเพิ่มจำนวนโมเลกุลของ DNA  
ในปริมาณมาก โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เทอร์มอลไซเคิลอร์ กระบวนการสังเคราะห์ DNA ทำได้โดย  
ใช้เอนไซม์ DNA พอลิเมอร์สที่แยกได้จากแบคทีเรีย DNA แม่แบบ ไพรเมอร์ และนิวคลีโอไทด์ 4  
ชนิด คือนิวคลีโอไทด์ที่มีเบส A T G C ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์ที่  
เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยา การเกิดปฏิกิริยาใน 1 รอบ มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. เพิ่มอุณหภูมิให้สูง ทำให้ DNA แม่แบบสายคู่แยกออกเป็นสายเดี่ยว
2. ลดอุณหภูมิลง ทำให้ไพรเมอร์จับกับสาย DNA แม่แบบด้วยพันธะไฮโดรเจน
3. ปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ DNA พอลิเมอร์ส ทำให้เกิด

การจำลองสาย DNA จากสาย DNA แม่แบบ

4. เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น ทำให้สาย DNA สายคู่ที่เกิดจากปฏิกิริยารอบที่ 1 แยกออกจากกัน

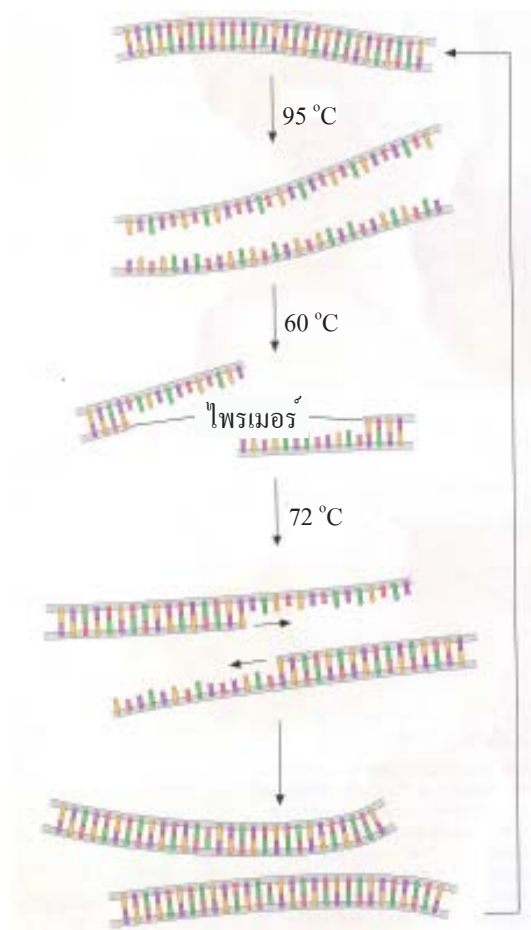
DNA สายคู่

DNA แยกเป็นสายเดี่ยว

การต่อไพรเมอร์เข้ากับ  
สาย DNA

DNA พอลิเมอร์ส ทำให้เกิด  
การจำลอง DNA จากสาย  
DNA แม่แบบ

ได้ DNA สายคู่สองสาย



**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

การโคลนนิ่งโดยเทคนิคพีซีอาร์มีข้อดี คือ สามารถเพิ่มปริมาณส่วนของ DNA ที่ต้องการได้ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว ข้อเสีย คือ การเพิ่มจำนวนชุดของ DNA อาจเกิดความผิดพลาดได้เนื่องจากเอนไซม์ที่ใช้ในปฏิกิริยานี้ไม่ทำงาน หรือไม่ได้ตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA ที่สร้างขึ้นเหมือนเช่นกับระบบในสิ่งมีชีวิต

## 18.3 การวิเคราะห์ DNA และการศึกษาจีโนม

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และวิเคราะห์การแยกขนาดชิ้น DNA โดยวิธีเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส
2. สืบค้นข้อมูล และวิเคราะห์ DNA ที่ได้จากการโคลน
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายวิธีการศึกษาจีโนมของสิ่งมีชีวิต และจีโนมของมนุษย์

### แนวการจัดการเรียนรู้

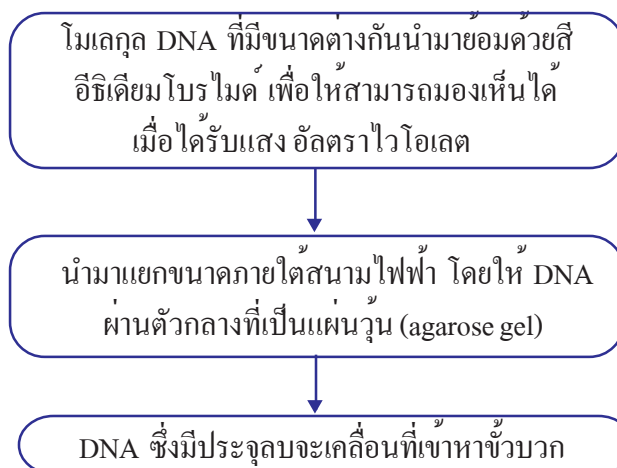
#### 18.3.1 การวิเคราะห์ DNA

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพยีนที่โคลนได้จากแผ่นภาพโปร่งใส เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการโคลนนิ่ง หรือ DNA ว่ายีนที่โคลนได้จำนวนมากนี้จะทำอะไรต่อไป ก่อนที่จะประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในด้านต่างๆ เพื่อนำเข้าสู่หัวข้อ 18.3.1 การวิเคราะห์ DNA

ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นและการอภิปราย โดยมีแนวคำถาม ดังนี้  
DNA ต่างๆ ที่โคลนได้มีลำดับนิวคลีโอไทด์อย่างไร และมีประโยชน์อย่างไร

จากการสืบค้นนักเรียนควรจะตอบได้ว่า จะทราบลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA ได้ โดยการแยกโมเลกุลของ DNA

จากนั้นให้นักเรียนศึกษาภาพการแยกขนาดของ DNA ด้วยวิธีเจลอิเล็กโทรโฟรีซิสจากแผ่นภาพโปร่งใส และสืบค้นจากหนังสือเรียน แล้วช่วยกันวิเคราะห์และอภิปราย จากการสืบค้นวิเคราะห์ และการอภิปรายควรได้ข้อสรุปว่า ชิ้น DNA ที่โคลนได้นั้นมีจำนวนมาก และมีขนาดแตกต่างกัน การแยกขนาดใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส โดยมีหลักการโดยสรุป ดังนี้

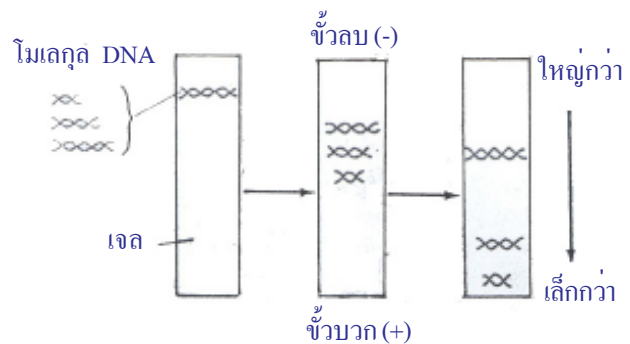
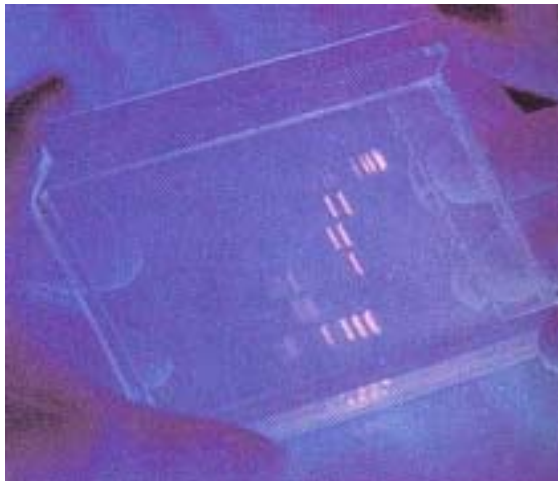


ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก  
พันธศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
DNA ที่มีขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ช้ากว่าโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก  
จึงอยู่ใกล้กับขั้วลบ ส่วน DNA ขนาดเล็กเคลื่อนที่เร็วกว่า  
ก็จะอยู่ใกล้กับขั้วบวก

การเคลื่อนที่ของโมเลกุล DNA ขนาดต่างๆ  
นี้จะเปรียบเทียบกับเคลื่อนที่ของ DNA ที่ทราบขนาด  
จะทำให้ทราบขนาดของโมเลกุล DNA ที่ต้องการศึกษาได้



ครูควรเน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการนำโมเลกุล DNA ที่ทราบขนาดแล้ว ไปใช้ประโยชน์ โดยการนำโมเลกุล DNA ขนาดต่างๆ ไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า automated sequence และเมื่อทราบลำดับนิวคลีโอไทด์ของโมเลกุล DNA แต่ละขนาดแล้ว ก็จะสามารถบอกได้ว่าลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณใดมียีนใดบ้าง และยีนนั้นๆ ทำงานอย่างไร โดยตรวจสอบได้จากผลผลิตโปรตีนที่สร้างขึ้น

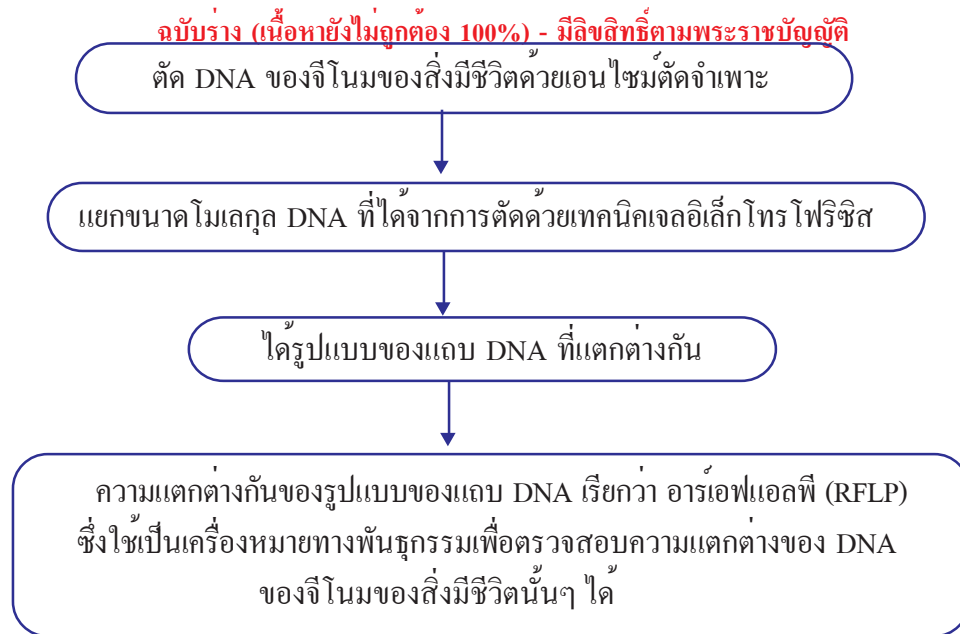
### 18.3.2 การศึกษาจีโนม

การนำเข้าสู่หัวข้อนี้ ครูอาจทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับความหมายของจีโนมและขนาดของจีโนม ที่นักเรียนเคยเรียนมาจากบทเรียนที่แล้วว่า จีโนม หมายถึง ปริมาณ DNA ทั้งหมดที่อยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต และสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีขนาดของจีโนมแตกต่างกัน จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นและการอภิปรายว่า จีโนมของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะแตกต่างกันหรือไม่ จะสามารถตรวจสอบได้อย่างไร

ครูให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการศึกษาจีโนมในหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงรูปแบบของแถบ DNA ของจีโนมกับลักษณะฟีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ได้

จากการสืบค้นและการอภิปราย ทำให้ได้ข้อสรุปว่า จีโนมของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะแตกต่างกัน การตรวจสอบความแตกต่างกันของจีโนมของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีวิธีการที่สรุปได้ ดังนี้

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น



ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเห็นว่า การศึกษาจีโนมของสิ่งมีชีวิต จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์อย่างมากในปัจจุบัน เช่น การหาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ทราบเกี่ยวกับความใกล้ชิดทางวิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ ความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว การควบคุมการแสดงออกของยีนที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต เป็นต้น

ครูควรให้นักเรียนทราบว่า ในการศึกษาจีโนมของสิ่งมีชีวิต ต้องใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะตัดจีโนม จะได้แถบ DNA จำนวนมาก จากนั้นจึงตรวจสอบลำดับนิวคลีโอไทด์ของแถบ DNA ต่างๆ

ครูตั้งคำถามเพิ่มเติม แล้วให้นักเรียนสืบค้นจากหนังสือเรียน หรือจากอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับโครงการจีโนมมนุษย์ โดยมีแนวคำถามดังนี้

โครงการจีโนมมนุษย์ มีวัตถุประสงค์อย่างไร

การศึกษาจีโนมมนุษย์เป็นการหาลำดับนิวคลีโอไทด์จากโครโมโซมใดบ้าง

โครงการศึกษาจีโนมของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตใดบ้าง และจะมีประโยชน์อย่างไร

จากการสืบค้น และการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า โครงการจีโนมมนุษย์มีวัตถุประสงค์เพื่อหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของมนุษย์ทั้งจีโนม โดยการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของออโตโซม 22 โครโมโซม โครโมโซม X และโครโมโซม Y สิ่งมีชีวิตที่ได้ศึกษาจีโนมแล้ว ได้แก่ แบคทีเรีย *E. coli* ยีสต์ หนู *Arabidopsis* ขาว และยังได้มีการศึกษาจีโนมของสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญไปมากแล้ว

การที่นักวิทยาศาสตร์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ในจีโนม ก็เพื่อจะหาบริเวณส่วนใดของลำดับนิวคลีโอไทด์เป็นยีน และยีนทำหน้าที่อย่างไร ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ของโครงการศึกษาจีโนมที่จะยังต้องศึกษาวิจัยต่อไป

**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**

**เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก  
พันธศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA**

111

สสวท.

## 18.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของดีเอ็นเอ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้น อภิปราย และอธิบายการนำเทคโนโลยีของ DNA ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์
2. สืบค้นข้อมูลตรวจสอบ และวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความบกพร่องทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์
3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายขั้นตอนการสร้างลายพิมพ์ DNA และประโยชน์ที่นำไปใช้ในเชิงนิติวิทยาศาสตร์
4. วิเคราะห์ลายพิมพ์ DNA ในการตรวจพิสูจน์บุคคลในคดีต่างๆ
5. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอภิปรายเกี่ยวกับการนำสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอมาใช้ประโยชน์
6. สืบค้น อภิปราย และตระหนักเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพในการใช้สิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอและจริยธรรมในการใช้ข้อมูลจีโนมของมนุษย์

### แนวการจัดการเรียนรู้

#### 18.4.1 การประยุกต์ใช้ในเชิงการแพทย์ เภสัชกรรม และการวินิจฉัยโรค

การนำเข้าสู่หัวข้อ โดยตั้งคำถามเพื่อไปสู่การสืบค้นและการอภิปรายว่า

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของ DNA ในการสร้าง DNA สายผสม เทคนิคพีซีอาร์ การค้นพบเครื่องหมายทางพันธุกรรม การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ในจีโนมของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วนั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์และเภสัชกรรมได้อย่างไร

นักเรียนอาจนำความรู้เดิม และจากบทความในหนังสือพิมพ์ หรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ที่เคยทราบมาบ้าง มาร่วมกันอภิปรายอย่างกว้างขวาง

ครูให้นักเรียนสืบค้นจากหนังสือเรียน และสื่ออื่นๆ ซึ่งครูอาจมอบหมายให้สืบค้นมาล่วงหน้าจากการสืบค้นและการอภิปรายนักเรียนควรได้ข้อสรุปว่า เทคโนโลยีของ DNA สามารถนำมาใช้วินิจฉัยโรคต่างๆ ได้ เช่น โรคที่เกิดจากการติดเชื้อไวรัส การตรวจวิเคราะห์การติดเชื้อ HIV วินิจฉัยโรคทางพันธุกรรมก่อนมีอาการของโรคหรือเป็นพาหะ การบำบัดด้วยยีน

ครูตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการรักษาโรคในอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งยังไม่แพร่หลายว่า

การรักษาโรคโดยการบำบัดด้วยยีนจะใช้ได้กับโรคที่มีลักษณะอย่างไร

นักเรียนควรตอบได้ว่า การบำบัดด้วยยีนจะใช้วิธีการนี้ได้กับคนที่เกิดจากความบกพร่องของยีน จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นจากหนังสือเรียน หรือภาพการบำบัดด้วยยีนจากแผ่นภาพโปร่งใสประกอบการวิเคราะห์และอภิปราย โดยมีแนวการวิเคราะห์ในประเด็นต่อไปนี้

การบำบัดด้วยยีนมีเป้าหมายอย่างไร

การบำบัดด้วยยีนมีวิธีการทำอย่างไร และยกตัวอย่างโรคที่ทำการบำบัดเป็นผลสำเร็จ

ปัญหาอะไรที่ทำให้การบำบัดด้วยยีนไม่ได้ผลรวมทั้งข้อโต้แย้งต่างๆ

เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น



### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

จากการวิเคราะห์และการอภิปรายครูอาจแนะนำให้เรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์การบำบัดด้วยยีนแล้วร่วมกันอภิปรายสรุปประเด็นที่สำคัญได้ดังนี้

1. เทคนิคพันธุวิศวกรรมจะช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงยีนที่บกพร่องในคนที่เป็โรคทางพันธุกรรมได้
2. ยีนที่ปกติถูกนำเข้าสู่เซลล์ร่างกายหรือเนื้อเยื่อที่มีความบกพร่องของยีน เมื่อยีนแสดงออกจะช่วยบำบัดอาการที่บกพร่องได้
3. เทคนิคที่ใช้ในการบำบัดด้วยยีนวิธีหนึ่งที่นิยมคือ การใช้ไวรัสเป็นตัวนำยีนที่ปกติด้วยเทคนิคพันธุวิศวกรรม แล้วถ่ายเข้าสู่เซลล์ซึ่งจะเข้าไปยังโครโมโซมของคนได้

ครูชี้แจงเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าโรคที่เกิดจากความบกพร่องของยีนในคนที่มีการรักษาด้วยยีนบำบัดเป็นผลสำเร็จ ได้แก่ โรค SCID ซึ่งผู้ป่วยไม่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันโรคได้ และจะเสียชีวิตด้วยการติดเชื้อ

ครูควรเน้นให้นักเรียนทราบว่า การรักษาโรคด้วยยีนบำบัดยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากยังมีปัญหาทางด้านเทคนิคที่ต้องระมัดระวัง เพื่อให้การรักษาประสบความสำเร็จได้ ปัญหาที่อาจพบ เช่น การควบคุมการแสดงออกของยีนที่ถ่ายเข้าสู่เซลล์ให้ผลิตโปรตีนที่ต้องการให้เหมาะสม ไวรัสที่เป็นพาห่นำยีนเข้าสู่โโนมของคนนำยีนได้ขนาดจำกัด ไวรัสนำยีนอาจก่อให้เกิดโรคในคนได้เป็นต้น

ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายดังนี้

การบำบัดด้วยยีนในเซลล์ร่างกายและเซลล์ตั้งต้นที่จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะมีการถ่ายทอดยีนไปยังลูกที่จะเกิดขึ้นว่าลูกจะมีโอกาสเกิดโรคเหมือนกันหรือไม่

จากการวิเคราะห์โดยใช้ความรู้เดิมและการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า การบำบัดด้วยยีนสามารถทำได้ทั้งเซลล์ร่างกายและเซลล์ตั้งต้นที่จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะแตกต่างกันที่การถ่ายทอดยีน คือ เซลล์ร่างกายที่ทำยีนบำบัดจะเป็นการรักษา ยีนบำบัดเฉพาะบุคคลไม่ถ่ายทอดไปสู่ลูก ดังนั้นลูกเป็นโรคได้ แต่เซลล์ตั้งต้นที่จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เมื่อยีนบำบัดแล้ว และเมื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่มียีนบำบัดและถ่ายทอดไปสู่ลูก ทำให้ลูกไม่เป็นโรค สำหรับการบำบัดยีนในเซลล์ตั้งต้นที่จะสร้างเซลล์ไข่และตัวสุจิ อาจจะมีผลต่อวิวัฒนาการของมนุษย์ในอนาคต จึงยังมีข้อโต้แย้งเชิงจริยธรรมในสังคม อยู่เวลานี้

ครูนำเข้าสู่หัวข้อการสร้างผลิตภัณฑ์ทางเกษตรกรรม โดยให้นักเรียนศึกษาภาพที่ 18-5 การผลิตฮอร์โมนอินซูลินในหนังสือเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปราย โดยใช้แนวคำถามดังนี้

การผลิตฮอร์โมนอินซูลินเพื่อรักษาโรคเบาหวานมีขั้นตอนอย่างไร

การโคลนยีนที่ผลิตฮอร์โมนอินซูลินให้มีจำนวนเพิ่มขึ้นอาศัยการโคลนยีนด้วยวิธีใด

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่า การผลิตฮอร์โมนอินซูลินใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม โดยการแยกและสกัด DNA ที่มียีนผลิตอินซูลินจากเซลล์ของคน นำ DNA

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก  
พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**  
มาตัดต่อด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ นำชิ้น DNA มาเชื่อมต่อกับพลาสมิดไคเป็น DNA สายผสม จากนั้น  
นำเข้าสู่แบคทีเรีย *E. coli* แล้วนำแบคทีเรีย *E. coli* มาเพาะเลี้ยงในอาหารเพื่อเพิ่มจำนวน DNA ที่มีชิ้น  
ผลิตภัณฑ์ชิ้น จากนั้นจึงสกัดฮอโมนอินซูลินออกมา

ครูอาจให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมว่า ผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรมที่ใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมที่  
ทำแล้วยังมีอีกหลายอย่าง เช่น ฮอโมนโกรทรักษาคนแคระ การผลิตยารักษาโรค การผลิตวัคซีน แล้วให้  
นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนและจัดทำป้ายนิเทศ

#### 18.4.2 การประยุกต์ใช้ในเชิงนิติวิทยาศาสตร์

ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการนำข่าวจากหนังสือพิมพ์ให้นักเรียนอ่านเกี่ยวกับการพิสูจน์  
ความสัมพันธุ์ทางสายเลือด คดีฆาตกรรม หรือการพิสูจน์ว่าผู้ตายเป็นใครในกรณีที่เกิดภัยพิบัติจาก  
คลื่นสึนามิทางภาคใต้ของประเทศไทย เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2547 ซึ่งมีผู้ตายจำนวนมาก  
และบางส่วนไม่สามารถจำแนกได้ เพื่อนำไปสู่การสืบค้นและการอภิปราย โดยมีแนวคำถามเพื่อการ  
อภิปรายดังนี้

เทคโนโลยีของ DNA สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

ลายพิมพ์ DNA คืออะไร สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างไร

ลายพิมพ์ DNA สามารถนำไปใช้เป็นหลักฐานทางศาลเพื่อตัดสินคดีความได้ เพราะเหตุใด

จากการสืบค้นข้อมูลในหนังสือเรียน ข่าวจากหนังสือพิมพ์แล้วร่วมกันอภิปราย ควรได้ข้อสรุป  
ดังนี้ เทคโนโลยีของ DNA มีความก้าวหน้าไปมากจึงนำมาใช้พิสูจน์บุคคล ลายพิมพ์ DNA ใช้หลักของ  
พันธุวิศวกรรม ลายพิมพ์ DNA คือ รูปแบบของแถบ DNA ซึ่งเป็นความแตกต่างของขนาดชิ้น DNA  
โดยใช้เทคนิค RFLP หรือ PCR รูปแบบของแถบ DNA เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล เรียกว่า ลายพิมพ์  
DNA สร้างมาจาก DNA ของแต่ละคน ซึ่งได้รับมาจากพ่อและแม่เท่า ๆ กัน เปลี่ยนไม่ได้ จึงสามารถ  
บอกความแตกต่างของบุคคลได้ ใช้ประกอบการพิจารณาทางศาลเพื่อพิสูจน์คดีอาญาต่าง ๆ ได้ จากนั้น  
ให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน โดยมีแนวคำถามดังนี้

■ นักเรียนคิดว่าผู้ต้องสงสัยคนใดเป็นฆาตกร

✎ ผู้ต้องสงสัยหมายเลข 4 เป็นฆาตกร เพราะมีรูปแบบของแถบ DNA ตรงกันกับคราบเลือด  
ของฆาตกรในแผนภาพ

ครูอาจยกสถานการณ์มาให้ให้นักเรียนมาช่วยกันอภิปราย โดยสามารถนำความรู้เดิมมาประกอบการ  
พิจารณา โดยมีคำถามดังนี้

เมื่อตำรวจพบคราบเลือดหรือตัวอย่าง DNA ที่ได้จากในที่เกิดเหตุมีปริมาณน้อยจะสามารถ  
นำมาใช้ตรวจพิสูจน์เพื่อหาตัวฆาตกรได้หรือไม่อย่างไร

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า ตัวอย่าง DNA ปริมาณน้อยมากก็สามารถนำมาเพิ่ม  
จำนวนให้เหมือนกันได้โดยใช้เทคนิคพีซีอาร์ เพราะเป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย และใช้  
ตรวจพิสูจน์บุคคลในคดีอาชญากรรมต่าง ๆ ได้เช่นกัน

**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**



### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เห็นประโยชน์ของลายพิมพ์ DNA โดยมีแนวคำถามดังนี้

#### ลายพิมพ์ DNA นำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

จากการอภิปรายและสืบค้นข้อมูลจากหนังสือเรียน ข่าวจากหนังสือพิมพ์ และครูอาจให้นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนและร่วมกันอภิปราย ซึ่งควรสรุปได้ว่า ลายพิมพ์ DNA สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น พิสูจน์ความเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล พิสูจน์ความเป็น พ่อ แม่ ลูก พิสูจน์หลักฐานหาผู้กระทำผิดในคดีทางเพศ หรืออาชญากรรมต่าง ๆ การศึกษาอิทธิพลที่มีผลต่อยีนในประชากร เช่น การอพยพ นอกจากนี้ยังใช้พิสูจน์ลูกผสมของพืช และสัตว์ การศึกษาทางวิวัฒนาการ การทำแผนที่ยีน เป็นต้น

ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 18.2 การวิเคราะห์ลายพิมพ์ DNA ว่านักเรียนจะใช้ลายพิมพ์ DNA วิเคราะห์ว่าบุคคลใดมีความสัมพันธ์กัน หรือบุคคลใดเป็นฆาตกรได้อย่างไร นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์ได้เมื่อใดทำกิจกรรมดังนี้

### กิจกรรมที่ 18.2 วิเคราะห์ลายพิมพ์ DNA

**จุดประสงค์ของกิจกรรม** เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. จำแนกบุคคลได้จากลายพิมพ์ DNA
2. วิเคราะห์ลายพิมพ์ DNA ในการตรวจพิสูจน์ความสัมพันธ์ทางสายเลือด และพิสูจน์บุคคลคดีอาชญากรรม

#### ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มศึกษาลายพิมพ์ DNA จากหนังสือเรียน
2. นักเรียนวิเคราะห์ลายพิมพ์ DNA จากกิจกรรมที่ 18.2 เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ลายพิมพ์ DNA เพื่อพิสูจน์บุคคล
3. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการอภิปรายหน้าชั้น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างอิสระ

### 18.4.3 การประยุกต์ใช้ในเชิงการเกษตร

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบการคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ตามแบบเดิม และโดยการใส่เทคโนโลยี DNA โดยมีแนวคำถามเพื่อไปสู่การอภิปรายดังนี้

**การผสมพันธุ์ การคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิตแบบเดิม มีข้อเสียเปรียบอย่างไรบ้าง**

จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ความรู้เดิม ซึ่งควรสรุปได้ว่า

1. การผสมพันธุ์แบบเดิมจะต้องผสมพันธุ์ในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือใกล้เคียงกันเท่านั้น
2. ลักษณะของลูกที่เกิดจากการผสมพันธุ์มีทั้งลักษณะที่ดีและลักษณะไม่ดี

**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**

**เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก**  
**พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA**

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**

3. การคัดเลือกพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ใช้เวลาานกว่าจะได้ลูกที่มีลักษณะตามที่มนุษย์ต้องการ เนื่องจากต้องผสมหลายชั่วรุ่น จนกว่าจะคัดเลือกยีนที่ดีไว้และกำจัดยีนที่ไม่ดีออกไป

ครูควรกระตุ้นความคิดของนักเรียน โดยการตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่หัวข้อการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม โดยมีแนวคำถามดังนี้

**เทคโนโลยี DNA นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิตให้ดีขึ้นกว่าแบบเดิมได้อย่างไร**

จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ความรู้เดิมเกี่ยวกับเทคนิคพันธุวิศวกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า เทคโนโลยี DNA ช่วยให้มีการปรับปรุงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตดียิ่งขึ้น โดยวิธีการค้นหา ยีนที่ต้องการ แล้วย้ายยีนเข้าสู่สิ่งมีชีวิตเพื่อให้แสดงลักษณะตามที่ต้องการ ใช้เวลาสั้นและสามารถย้ายยีนไปยังสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันได้

ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างภาพสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมจากหนังสือเรียน หรือจากแผ่นภาพ โปร่งใส แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปราย โดยมีประเด็นการอภิปรายดังนี้

**นักวิทยาศาสตร์ใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมมาใช้ในการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเพื่ออะไร**

**จีเอ็มโอ คืออะไร**

จากการอภิปรายโดยใช้ความรู้เดิมเกี่ยวกับเทคโนโลยี นักเรียนควรสรุปได้ว่า เทคนิคพันธุวิศวกรรมนำมาสร้าง DNA สายผสมโดยการตัดสาย DNA ที่มียีนที่ต้องการต่อกับพลาสมิดแล้วนำยีนที่ได้เข้าสู่สิ่งมีชีวิตเป้าหมาย ทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะตามที่ต้องการและสิ่งมีชีวิตที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรมด้วยการตัดแต่งยีนนี้เรียกว่า จีเอ็มโอ (GMOs)

ครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลที่กำหนดให้จากหนังสือเรียน โดยมีประเด็นอภิปรายคือ เกี่ยวกับวิธีการสร้างจีเอ็มโอ ตัวอย่างของสิ่งมีชีวิต GMOs และประโยชน์ทางการเกษตรสำหรับหัวข้อที่สืบค้นได้แก่

**การทำฟาร์มสัตว์เพื่อสุขภาพมนุษย์หรือสร้างสัตว์ดัดแปลงยีน**

**พืชต้านทานโรคและแมลง**

**พืชดัดแปลงพันธุกรรมที่ต้านทานยาปราบวัชพืช**

**พืชดัดแปลงพันธุกรรมที่มีคุณค่าอาหารเพิ่มขึ้น**

**พืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อยืดอายุผลผลิตได้ยาวนานขึ้น**

จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและได้ข้อสรุปว่า พืชและสัตว์ดัดแปลงพันธุกรรมมีเป้าหมาย เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะที่ดี ซึ่งมีประโยชน์ต่อมนุษย์ ดังตัวอย่างในหนังสือเรียน

ครูอาจเน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการนำเทคโนโลยี DNA มาใช้ในการสร้างสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอ ซึ่งมีประโยชน์ต่อมนุษย์ในหลายๆ ด้าน อย่างไรก็ตามก็ยังมีข้อโต้แย้งในสังคมเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนสามารถสืบค้นเพิ่มเติมจากภารกิจที่ 18.3

**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**

**กิจกรรมที่ 18.3** สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

**จุดประสงค์ของกิจกรรม** เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. วิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม
2. บอกวิธีการตรวจสอบความปลอดภัยทางชีวภาพ การเตรียมการและการแก้ไขปัญหา ก่อนนำจีเอ็มโอมาใช้
3. ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์

**การปฏิบัติ**

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ตามหัวข้อที่กำหนดดังนี้  
การสังเคราะห์สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม  
ประโยชน์ทั้งการเกษตรและสิ่งแวดล้อม  
การตรวจสอบความปลอดภัยทางชีวภาพเพื่อจีเอ็มโอ  
ความเสี่ยงในการใช้จีเอ็มโอที่มีต่อสุขภาพของคน สัตว์ รวมทั้งสิ่งแวดล้อม
2. ตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้น
3. นำผลการอภิปรายและการนำเสนอจัดป้ายนิเทศ

ครูควรตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า ประเทศไทยควรนำสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอมาใช้หรือไม่ ถ้านำมาใช้ควรจะมีการดำเนินการอย่างไร เพื่อให้ผู้บริโภคคลายความกังวลต่าง ๆ ลงได้ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายอย่างกว้างขวางโดยนำความรู้จากการสืบค้นมาประกอบการคิด และตัดสินใจ

ครูนำเข้าสู่หัวข้อโดยการนำผลการวิจัยที่นักวิทยาศาสตร์ได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวที่สามารถทนเค็ม เพื่อให้นักเรียนเห็นว่า ปัญหาของการปลูกข้าวในพื้นที่ดินเค็มจะให้ผลผลิตต่ำ จึงหันมาปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ทนต่อดินเค็มได้ ซึ่งต้องมีการปรับแต่งยีนโดยใช้เทคโนโลยี DNA จากนั้นตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นและการอภิปรายว่า

**ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีใดในการปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการร่วมกันได้ในเวลาที่รวดเร็วขึ้น**

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นจากหนังสือเรียนและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยี DNA มาใช้ปรับปรุงพันธุ์ได้เร็วยิ่งขึ้น โดยมีประเด็นการอภิปรายดังนี้

**การคัดเลือกพันธุ์โดยวิธีเดิม**

**ลักษณะของสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยวิธีการของโมเลกุลลาร์ บริตติง**

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นจากหนังสือเรียนแล้วร่วมกันอภิปราย ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า เทคโนโลยี DNA ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ต่าง ๆ ให้ได้รวดเร็วขึ้นนั้นอาศัยการคัดเลือกจากการตรวจหาจากเครื่องหมายทางพันธุกรรมระดับโมเลกุล ซึ่งการคัดเลือกพันธุ์ตามแบบเดิมนั้นจะคัดเลือกจาก

**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**

**เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก  
พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA**

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**  
ลักษณะฟีโนไทป์อย่างเดียว ผลจากการปรับปรุงพันธุ์จะทำให้ได้พืชและสัตว์ใหม่ๆ ที่มีลักษณะต่างๆ ที่ต้องการอยู่ร่วมกันในเวลาที่เราต้องการ

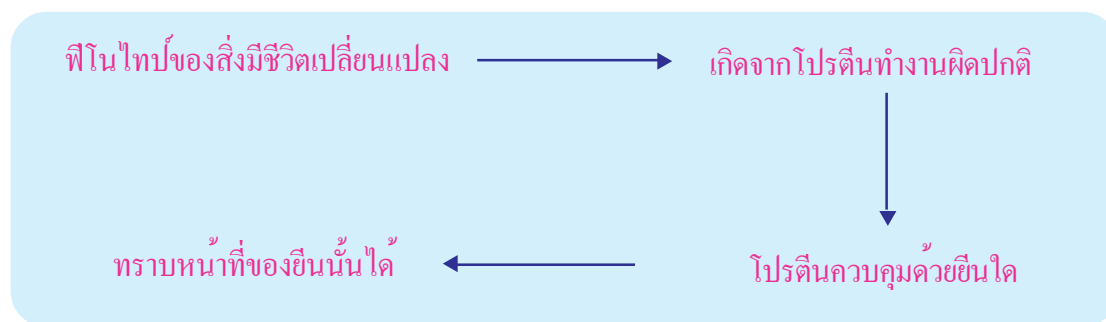
วิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่ให้ผลรวดเร็วขึ้นนี้เรียกว่า วิธีการของโมเลกูลาร์ บรีดดิ้ง โดยมีวิธีการหาชิ้นที่ควบคุมลักษณะที่ต้องการที่ลิงก์กับเครื่องหมายทางพันธุกรรมในระดับโมเลกุล ซึ่งต่อไปเมื่อมีการถ่ายทอดลักษณะก็ใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรมเป็นตัวคัดเลือกลักษณะในรุ่นลูกได้

#### 18.4.4 การใช้พันธุศาสตร์เพื่อศึกษาค้นคว้าหาชิ้น และหน้าที่ของยีน

การนำเข้าสู่หัวข้อนี้ ครูอาจทบทวนการทำงานของยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนในเซลล์ ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายว่า

ถ้าการทำงานของโปรตีนผิดปกติ จะมีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของฟีโนไทป์ที่อาจสังเกตได้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้สามารถบอกอะไรแก่เราได้

นักเรียนอาจนำความรู้เดิมมาใช้ในการตอบคำถาม ซึ่งควรตอบได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของฟีโนไทป์ มีผลมาจากโปรตีนทำงานผิดปกติ ซึ่งจะทำให้ทราบได้ว่า โปรตีนดังกล่าวถูกควบคุมด้วยยีนใด และยีนนั้นมีหน้าที่อย่างไร ดังแผนภาพ



จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะความหอมของข้าวในหนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์การทำงานของยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับความหอมของข้าว โดยมีประเด็นการวิเคราะห์ ดังนี้

ลักษณะความหอมของข้าวเกิดขึ้นได้อย่างไร

ยีนควบคุมความหอมของข้าวเป็นยีนเด่นหรือยีนด้อย เพราะเหตุใดยีนนี้จึงไม่แสดงออกเมื่ออยู่ในธรรมชาติ

การศึกษาการทำงานของยีนที่ให้ความหอมของข้าวเป็นผลสำเร็จ อาศัยความรู้ในด้านใดบ้าง

จากการสืบค้นและจากการวิเคราะห์ นักเรียนควรได้ข้อสรุปว่าบนโครโมโซมคู่ที่ 18 ของข้าว มียีนที่ทำหน้าที่สร้างโปรตีนที่ยับยั้งลักษณะความหอมของข้าว ดังนั้นข้าวจะมีความหอมได้จึงต้องมีการยับยั้งการแสดงออกของยีน จากการศึกษาพบว่ายีนควบคุมลักษณะความหอมในข้าวเป็นยีนด้อย การค้นพบยีนนี้อาศัยความรู้ด้านชีวสารสนเทศจีโนมข้าว แผนที่ยีนและเครื่องหมายทางพันธุกรรม

ครูควรเน้นให้นักเรียนเห็นถึงการใช้พันธุศาสตร์ในการค้นหายีน และหน้าที่ของยีนที่ได้จากข้อสรุปของนักเรียนเอง ดังนี้

**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ครูอาจขยายความรู้เพิ่มเติมให้กับนักเรียนว่า ยีนถือว่าเป็นทรัพย์สินทางปัญญาที่สำคัญที่สุดของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งอาจนำไปสู่การจดสิทธิบัตรยีนได้ ถ้าเราไม่ศึกษาทรัพยากรกันอย่างจริงจัง ย่อมจะเสียเปรียบในการนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาอย่างอิสระ นอกจากนั้นยังทำให้ประเทศไทยได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติมากขึ้น จึงทำให้มีผลต่อการลดปัญหาที่ติดกันทางการค้าระหว่างประเทศ มีส่วนช่วยในการพัฒนาพันธุ์ข้าวให้ได้พันธุ์ดี ส่งเสริมให้เกษตรกรมีรายได้ไม่ขาดทุน พัฒนาคุณภาพชีวิต และยังส่งเสริมให้เศรษฐกิจของชาติแข็งแกร่งยิ่งขึ้น

#### 18.4.5 การประยุกต์ใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

ครูนำเข้าสู่หัวข้อโดยสนทนากับเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษที่มีสารปนเปื้อนในน้ำ ดิน ฯลฯ แล้วตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า

นักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ด้านเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมมาใช้ในการแก้ไขปัญหาล้างสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร

จากการอภิปรายนักเรียนอาจตอบได้ว่าใช้วิธีการสร้างสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอ เช่น จุลินทรีย์หรือพืชสายพันธุ์ใหม่ เพื่อย่อยสลายสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ครูอาจให้นักเรียนแบ่งกลุ่มสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อหาว่าสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอชนิดใดบ้างที่ปัจจุบันมีการนำมาใช้แก้ไขสิ่งแวดล้อมที่ไม่พึงประสงค์ได้ จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้น นักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปแล้วนำผลงานมาจัดป้ายนิเทศเพื่อให้นักเรียนชื่นชมผลงานของกลุ่ม

### 18.5 ความปลอดภัยของเทคโนโลยีของ DNA และมุมมองทางสังคมและจริยธรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. ตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีของ DNA
2. สืบค้น อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการนำเทคโนโลยีของ DNA มาใช้อย่างปลอดภัย
3. สืบค้น อภิปรายและวิเคราะห์ผลกระทบในการประยุกต์ใช้ข้อมูลของจีโนมมนุษย์

#### แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่หัวข้อโดยนำภาพแสดงพืชจีเอ็มโอที่รู้จักกันดีที่สังคมกำลังต่อต้านการใช้ เช่น มะละกอ ซึ่งสังคมมีความกังวลในการบริโภคพืชจีเอ็มโอ จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นและการ อภิปรายว่า การใช้พืชจีเอ็มโอหรือพืชดัดแปลงพันธุกรรมมีผลกระทบต่อชีวิตของมนุษย์อย่างไร แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวางโดยมีแนวประเด็นการอภิปรายดังนี้

ผลกระทบจากความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้พืชจีเอ็มโอ  
ความปลอดภัยทางชีวภาพจากการใช้จีเอ็มโอ

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก  
พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

จากการสืบค้นและการอภิปราย ครูควรบันทึกสรุปผลการอภิปราย แยกประเด็นให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหัวข้อนี้ ส่วนการสรุปผลการอภิปรายของนักเรียนอาจแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย ครูควรให้อิสระแก่นักเรียนในการแสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลหรือหลักการทางวิชาการมาสนับสนุนอย่างมีเหตุผล จากนั้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นจากหนังสือเรียนและแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ มาเป็นเหตุผลประกอบ

แนวในการอภิปรายอาจเป็นดังนี้

สังคมต่อต้านการใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมในการสร้างสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอ เนื่องจากมีความวิตกกังวลว่าอาจเกิดความผิดพลาดจากการใช้พืชจีเอ็มโอได้ดังนี้

- อาจเกิดเชื้อโรคสายพันธุ์ใหม่ ๆ ที่คือยาปฏิชีวนะ เนื่องจากการใช้ยีนต้านทานยาปฏิชีวนะเป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรม
- พืชจีเอ็มโอมีถิ่นของสิ่งมีชีวิตอื่นอยู่ด้วย ซึ่งอาจทำให้เป็นภัยต่อสุขภาพ
- อาจมีการถ่ายเทยีนจากพืชจีเอ็มโอออกสู่สิ่งแวดล้อม จนทำให้วัชพืชต้านทานยาปราบวัชพืช ซึ่งทำให้กำจัดวัชพืชได้ยากในอนาคต

สำหรับแนวทางในการแก้ไขสรุปเป็นประเด็นสำคัญ ดังนี้

1. การวิจัยในห้องปฏิบัติการต้องมีการควบคุมและมีระบบการกำจัดสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมทุกชนิด โดยไม่ให้ออกจากห้องปฏิบัติการ
2. ผู้ทำการวิจัยต้องมีจรรยาบรรณในการปฏิบัติการ
3. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติควรออกระเบียบในการปฏิบัติการวิจัยด้านนี้
4. ติดตามอาหารว่าเป็นผลิตภัณฑ์จีเอ็มโอ

ครูควรชี้แจงให้นักเรียนตระหนักถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมที่นำมาใช้สร้าง DNA สายผสมและการสร้างสิ่งมีชีวิตจีเอ็มโอ เช่น จุลินทรีย์ พืชและสัตว์ว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ใหม่อย่างมากมายบนโลก และเกิดขึ้นเร็วกว่าวิวัฒนาการ ซึ่งขณะนี้ประชาชนคนไทยจำนวนมากมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการใช้จีเอ็มโอ โดยกลุ่มรณรงค์คัดค้านการใช้เทคโนโลยีด้านนี้ ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มองค์กรเอกชนและสื่อมวลชนที่พยายามเตือนภัยให้ประชาชนมีทัศนคติต่อจีเอ็มโอในแง่ลบ แม้ว่าคำชี้แจงบางส่วนอาจมีข้อมูลความจริงบ้าง แต่หลายครั้งที่การให้ข้อมูลคลาดเคลื่อนกับความเป็นจริง หรือตีความเกินความน่าจะเป็น ขณะที่สินค้าจีเอ็มโอที่มีอยู่ในตลาดของสหรัฐอเมริกาส่วนหนึ่งอาจส่งเข้ามาในประเทศไทย ได้แก้ตัวเหลืองข้าวโพดที่เป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้รับการประเมินความเสี่ยงแล้วว่าปลอดภัย ในขณะที่มาตรการควบคุมดูแลของประเทศไทยได้เริ่มตั้งแต่การควบคุมดูแลกระบวนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จีเอ็มโอ ก่อนนำมาใช้จริง จึงมีการจัดทำแนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ โดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536

อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีชีวภาพ เป็นสิ่งที่น่าสนับสนุนหากนำมาใช้ในทางที่ถูกต้องและมีการควบคุมที่ดี เพราะเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงที่จะทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน ณ วันนี้ถ้าไม่มีจีเอ็มโอคนก็ไม่อดตาย แต่ในอนาคตอาจจะใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น



**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**  
เกิดความอดอยาก ซึ่งเทคโนโลยีด้านนี้จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ถ้าสังคมมีความเข้าใจเทคโนโลยีด้านนี้ดีพอ  
ครูนำเข้าสู่เรื่องจีโนมของมนุษย์ โดยการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับโครงการจีโนมมนุษย์  
เพื่อหาลำดับของนิวคลีโอไทด์ของจีโนมทั้งหมดและทำแผนที่ยีนมนุษย์ ซึ่งประสบผลสำเร็จไปแล้ว  
ร้อยละ 99 แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายว่า

เมื่อการค้นคว้าจีโนมมนุษย์เป็นผลสำเร็จทั้งหมดแล้ว ข้อมูลเกี่ยวกับจีโนมมนุษย์จะมีผล  
กระทบต่อชีวิตของมนุษย์อย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นจากหนังสือเรียน เอกสารเผยแพร่ต่างๆ เป็นต้น แล้วร่วมกันอภิปราย  
ในประเด็นการนำข้อมูลของจีโนมมนุษย์ไปใช้ ผู้ใช้และวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลไปใช้ และ  
สิทธิในการใช้ข้อมูล จากการสืบค้นและการอภิปรายนักเรียนอาจจะได้ข้อสรุปว่า ข้อมูลทางพันธุกรรม  
ของมนุษย์เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่สังคมจะต้องตระหนักเนื่องจากมีผลกระทบต่อชีวิตของมนุษย์ในหลายๆ  
ด้าน เช่น การตรวจยีนก่อนรับเข้าทำงาน ซึ่งถ้ายีนมีความเสี่ยงด้านสุขภาพกายและสุขภาพจิต อาจจะ  
ไม่ถูกรับเข้าทำงานได้ ข้อดีก็คือการรู้ล่วงหน้าเกี่ยวกับสุขภาพก็อาจรักษาให้หายจากโรคได้ ขณะเดียวกัน  
อาจมีความกังวลว่าจะเป็นโรคได้ อย่างไรก็ตามทุกคนมีสิทธิในการรับรู้ข้อมูลนี้เพื่อการตัดสินใจ

### ความรู้เสริมสำหรับครู

การทราบข้อมูลของจีโนมของมนุษย์อาจมีผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์ดังนี้

**เชิงการแพทย์และสาธารณสุข** เนื่องจากโรคของมนุษย์จำนวนมากมีปัจจัยทาง  
พันธุกรรมรวมด้วย ดังนั้นการรับรู้ข้อมูลโดยระบุตำแหน่งและหน้าที่ของยีนได้จึงนำไปสู่  
การบำบัดรักษาด้วยยีนหรือใช้ยีนในการผลิตโปรตีนมาใช้รักษาโรค เช่น โรคมะเร็ง  
การค้นพบยา การตรวจวินิจฉัยและวัคซีนใหม่ๆ เพื่อรักษาโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง  
โรคโหลตาย โรคทางระบบประสาท

**ด้านเศรษฐกิจ-ธุรกิจ** บริษัทผู้ผลิตยาใหม่จำนวนมากที่เกิดจากความรู้ในเรื่องของยีน  
จะทำให้มีการใช้ยาจากต่างประเทศสูงขึ้น ขณะที่บริษัทผลิตยาของไทยนั้นผลิตยาเก่า  
ทำให้มีการแข่งขันกันน้อยลง จึงเสียเปรียบดุลการค้าในด้านการขายมากขึ้น

**ด้านเศรษฐกิจ-สังคม** โครงการจีโนมของมนุษย์จะสร้างผลกระทบในเชิงเศรษฐกิจ  
และสังคมอย่างมาก เนื่องจากสามารถตรวจหาลักษณะทางพันธุกรรมของมนุษย์ได้จึงสามารถ  
ตรวจสอบและวินิจฉัยโรคหลายชนิดได้ล่วงหน้า ผู้ป่วยจึงรักษาโรคได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรกหรือ  
หายขาดจากโรคได้ ดังนั้นเมื่อมีสุขภาพดี ประสิทธิภาพการทำงานก็เพิ่มขึ้น รายได้ก็เพิ่มขึ้น  
รายได้ของประชากรก็เพิ่มขึ้นในที่สุด

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก  
พันธศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA

**ปัญหาสังคม** ที่อาจเกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้ความรู้จากจีโนมมนุษย์ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับผู้ถูกตรวจสอบหรือผู้ป่วย ดังนี้

สิทธิในการตัดสินใจชีวิตของตนเอง สิทธิในการรับรู้/ไม่รู้ ความเป็นส่วนตัว ความเหมาะสมในการวิจัยและตรวจวินิจฉัยหรือรักษาผู้ป่วยที่ไม่สามารถตอบรับหรือปฏิเสธได้ สิทธิของครอบครัว การกีดกันทางสังคม

**มาตรการป้องกัน**

- สร้างระบบการจัดการจัดเก็บรักษาตัวอย่างและการนำไปใช้
- จัดการให้มีการยินยอมล่วงหน้า
- การกลั่นกรองจากคณะกรรมการชีวจริยธรรม
- จัดเตรียมระบบให้คำปรึกษาด้านอื่น
- สร้างความรู้ความเข้าใจแก่สาธารณะและสร้างกฎเกณฑ์ในสังคม

ปัญหาในระยะยาวที่อาจเกิดขึ้น คือ การเปลี่ยนแปลงเผ่าพันธุ์มนุษย์โดยเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม เช่น คนที่มีกำลังทรัพย์มากก็จะมีโอกาสที่จะกำจัดยีนบกพร่อง และคัดเลือกยีนที่ต้องการให้แก่บุตรหลานของตน จึงอาจทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำระหว่างกลุ่มมนุษย์ที่ได้รับการปรับปรุงยีนกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการปรับปรุงยีนได้



- 
- The diagram illustrates a DNA double helix with a mutation. The top strand (coding strand) has the sequence T T C G C A A A G A C C T. The bottom strand (template strand) has the sequence A C C T G C C A G. A mutation is shown where the 10th base of the top strand is A instead of G, and the 10th base of the bottom strand is A instead of T. This results in a silent mutation where the amino acid remains Arginine.



- 

ปัจจุบันการบำบัดที่ใช้นี้มากคือ เทคนิคการนำเซลล์ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงยีนออกมา  
นอกร่างกาย แล้วทำการเปลี่ยนแปลงยีนโดยใช้ไวรัสเป็นตัวนำยีนที่ปกติด้วยเทคนิคพันธุวิศวกรรม  
แล้วนำไวรัสเข้าสู่เซลล์ ยีนจะแทรกเข้าสู่โครโมโซมของเซลล์นี้ จากนั้นจึงนำเซลล์ดังกล่าวใส่กลับ  
เข้าสู่ร่างกายอีกครั้งหนึ่ง ตัวอย่างการบำบัดด้วยยีนของโรคโลหิตจางชนิดซิกเกิลเซลล์



### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

#### 3. จงอธิบายถึงจริยธรรมในการใช้พันธุวิศวกรรมในคน

✎ ถ้าเทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมมีความพร้อมและนำมาใช้กับมนุษย์ ในทางการแพทย์สามารถตรวจ DNA ในเด็กแรกเกิดหรือขณะอยู่ในครรภ์เพื่อค้นหาโรคบางอย่าง ถ้าทราบล่วงหน้าจะทำบำบัดด้วยยีน ซึ่งอาจหายจากโรค ตรงข้ามก็อาจเกิดความกังวลได้เช่นกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการคัดเลือกลักษณะที่ดีต่างๆ ในการให้กำเนิดเด็กในอนาคตจะไม่ใช่เพียงการคัดเลือกลักษณะที่เป็นโรคออกไปเท่านั้น แต่จะคัดเลือกลักษณะที่ดีๆ เอาไว้ โดยผู้ที่มีความดีในสังคมจะมีโอกาสเลือกได้มากกว่า ในการใช้พันธุวิศวกรรมก็เพื่อเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม เพื่อให้ลูกหลานแข็งแรงและฉลาดที่สุด จึงอาจสร้างความเหลื่อมล้ำในสังคมในอนาคต ทำให้เกิดการแบ่งแยกชนชั้นมากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในทุกวันนี้ ถ้าไม่ระมัดระวังในการนำมาใช้ นอกจากนั้นวงการวิทยาศาสตร์ยังไม่สามารถทำนายความเสี่ยงได้ว่าในระยะยาว คนที่เกิดมาแล้วและถูกเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมนั้นจะสมบูรณ์หรือปลอดภัยเพียงใด และหากอนุญาตให้มีการทำยีนบำบัดกับเซลล์ต้นกำเนิดที่จะสร้างไขกระดูกและสเปิร์มก็อาจจะมีผลต่อวิวัฒนาการของมนุษย์ต่อไปในอนาคต

#### 4. จงอธิบายถึงการนำเทคนิคพันธุวิศวกรรมมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์พืช

✎ เมื่อก่อนหน้านี้การคัดเลือกพันธุ์พืชจะใช้วิธีการผสมพันธุ์พืชที่เป็นชนิดเดียวกันหลายๆ ชั่วรุ่น จึงใช้เวลาหลายปีกว่าจะได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะดีตามที่เรต้องการ แต่ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรมในการคัดเลือกพันธุ์ เป็นวิธีที่ทำได้กับพืชต่างชนิดกัน โดยการสร้าง DNA สายผสม หรือรีคอมบิแนนท์ DNA ซึ่งนำ DNA ที่มียีนที่ต้องการจากพืชชนิดหนึ่งมาใส่ในยีนของพืชอีกชนิดหนึ่งเพื่อให้ได้พืชสายพันธุ์ใหม่ พืชที่ได้รับการดัดแปลงยีนจะมีลักษณะดีตามที่ต้องการ แตกต่างไปจากต้นเดิม ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นวิธีที่คัดเลือกพันธุ์พืชได้ในระยะเวลาอันสั้นอาจเพียงหนึ่งชั่วชีวิตของพืช (1 รุ่น) และมีประสิทธิภาพสูงด้วย

#### 5. จงอธิบายถึงอันตรายที่อาจเป็นไปได้ที่ผลิตภัณฑ์อาหารมาจากสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

✎ ผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำมาจากสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งอาจมีความเสี่ยงหรืออันตรายที่เกิดจากการบริโภคอาหารจีเอ็มโอ ดังนี้ เช่น ความเสี่ยงต่อการเกิดสารภูมิแพ้ เนื่องจากการถ่ายยีนจะทำให้มีการผลิตโปรตีนบางชนิดและโปรตีนคือสิ่งที่กระตุ้นปฏิกิริยาภูมิแพ้ ตัวอย่างเช่น มีการนำยีนจากถั่วบราซิลมาทำจีเอ็มโอเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนในถั่วเหลือง อาจมีผู้บริโภคถั่วเหลืองสายพันธุ์ใหม่เกิดอาการภูมิแพ้ เนื่องจากได้รับโปรตีนที่เป็นสารภูมิแพ้จากถั่วบราซิล

นอกจากนี้ยังอาจทำให้เชื้อโรคในร่างกายเกิดการดื้อยาได้ เนื่องจากมักใช้ยีนที่สร้างสารต่อต้านยาปฏิชีวนะเป็นยีนเครื่องหมาย ถ้าแบคทีเรียในร่างกายของคนได้รับยีนนี้เขาไปก็จะทำให้ได้แบคทีเรียสายพันธุ์ใหม่ที่ดื้อยาปฏิชีวนะ การรักษาโรคจึงไม่ค่อยได้ผล

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### เอกสารประกอบการค้นคว้า

สมาคมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย. หลักพันธุศาสตร์. กรุงเทพฯ. 2546.

Biggs, A., Kapicka, C. and Lundgren, L. **Biology The Dynamics of Life**. Teacher Wraparound edition. McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America. 1998.

Campbell, N. A. and Reece, J. B. **Biology**. 6<sup>th</sup> ed. Benjamin Cummings Publishing Company, Inc. California. 2002.

Freeman, S. **Biological Science**. Prentice-Hall, Inc. United States of America. 2002.

Hartwell, L. and etc. **Genetics**. McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America. 2000.

Lewis, R. **Human Genetics**. 5<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America. 2003.

Postlethwait, J. H. and Hopson, J. H. **The Nature of Life**. 3<sup>rd</sup> ed. McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America. 1995.

Starr, C. and Taggart, R. **Cell Biology and Genetics**. Von Hoffmann Press. United States of America. 2001.

### เว็บไซต์

<http://ats.doit.wisc.edu/biology/g/bt/bt.htm> เป็นกิจกรรมและความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพทาง  
ด้านพันธุศาสตร์