



# รายงานนวัตกรรมการศึกษา

การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม รายวิชาชีววิทยา 2

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก

(Active Learning) โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้สื่อประสม



**นางสาวกนกวรรณ แสนสาย**

ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนศิลาทองพิทยาสรรค์  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาศรีสะเกษ ชลบุรี

## นวัตกรรมการศึกษาครูและบุคลากรทางการศึกษา ปีการศึกษา 2568

### สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาศรีสะเกษ ยโสธร

**ชื่อเรื่อง** การพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม รายวิชาชีววิทยา 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้สื่อประสม

**ผู้จัดทำ** นางสาวกนกวรรณ แสนสาย

**ตำแหน่ง** ครู **วิทยฐานะ** ครูชำนาญการพิเศษ

**กลุ่มสาระการเรียนรู้** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**โรงเรียน** ศิลาทองพิทยาสรรค์

**ปีการศึกษา** 2568

#### ความเป็นมาและความสำคัญ

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในสาระชีววิทยา เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม โดยเฉพาะหัวข้อการถอดรหัส (Transcription) และการแปลรหัสพันธุกรรม (Translation) เป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูงเนื่องจากเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในระดับโมเลกุลภายในเซลล์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการทำความเข้าใจลำดับขั้นตอนและหน้าที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น DNA และ RNA ชนิดต่าง ๆ ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนหากจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวอาจส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ด้วยเหตุนี้ ทักษะการสร้างแบบจำลอง (Modeling) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในฐานะเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยในการอธิบายความรู้ ทฤษฎี หรือแนวคิดที่เป็นนามธรรมให้เห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนขึ้นความสามารถในการสร้างแบบจำลองถือเป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลและความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning) จึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้สามารถสืบเสาะหาความรู้และสร้างสรรค์ผลงานเพื่อสะท้อนความเข้าใจของตนเองได้อย่างมีความหมายนอกจากนี้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจึงได้บูรณาการ การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้ สื่อประสม (Mixed Media) และเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น การสร้างสื่อภาพเคลื่อนไหว Stop Motion และกิจกรรม Translagram Pixel Art จากคลังสื่อ OBEC Content Center ซึ่งเป็นสื่อที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง (Hand-on Activity) ทำให้นักเรียนสามารถจดจำลำดับขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีนได้แม่นยำยิ่งขึ้นผ่านการถ่ายภาพหรือวิดีโอเพื่อสร้างเรื่องราวการทำงานของสารพันธุกรรม (กัลยรัตน์ ตาแปง, 2568)

การพัฒนาวัตกรรมการนี้ยังสอดคล้องกับนโยบายของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาศรีสะเกษ ยโสธร ภายใต้แนวทาง “1 ห้องเรียน 1 ป 1 นวัตกรรม” ที่มุ่งเน้นการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ บนฐานนวัตกรรมด้วยรูปแบบ 5P to 5Q Model เพื่อยกระดับให้ผู้เรียนเป็น “เด็กศรีสะเกษ ยโสธร เป็นคนดี มีความสุข เก่งขึ้นด้วยนวัตกรรม” (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาศรีสะเกษ ยโสธร, 2568) โดยมุ่งหวังว่านวัตกรรมนี้จะช่วยแก้ปัญหาการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ยากและช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนให้เป็นไปตามมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลอง เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้สื่อประสม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น

## วิธีดำเนินการ

### 1. กลุ่มเป้าหมาย หรือ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

### 2. เครื่องมือที่ใช้

#### 2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (นวัตกรรม)

แผนการจัดการเรียนรู้ 5E เรื่อง การถอดรหัสและแปลรหัสพันธุกรรม ชุดกิจกรรมที่ 1 (แบบจำลอง การสังเคราะห์โปรตีนผ่านกิจกรรม Monster Eye หรือเครื่องตีมกรตอะมิโน) และชุดกิจกรรมที่ 2 (Translagram Pixel Art จาก OBEC Content Center)

#### ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม

ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คู่มือการใช้หลักสูตรคู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิชาชีววิทยา 2 ของ กระทรวงศึกษาธิการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1) สร้างคู่มือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

2) คู่มือกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1) ศึกษาหลักสูตรคู่มือครูในด้านมาตรฐานการเรียนรู้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ เพื่อนำไปสร้างคู่มือครูประกอบการสอนชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

2.3) จัดทำคู่มือครูประกอบการสอนกิจกรรมการเรียนรู้โดยแต่ละหน่วยของชุดการเรียนรู้ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ ชื่อหน่วยการเรียนรู้ คำชี้แจง กิจกรรม จุดประสงค์ของกิจกรรม คำชี้แจงของกิจกรรม เวลาที่ใช้ สื่อการเรียนการสอน วิธีทำกิจกรรม แบบบันทึกผลกิจกรรม แบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม แบบทดสอบก่อน - หลังหน่วยการเรียนรู้ และเฉลยแบบทดสอบก่อน - หลังหน่วยการเรียนรู้

3) นำคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

4) หาค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  เทียบตามเกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรกหมายถึงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ตอบคำถามระหว่างเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80%

80 ตัวหลังหมายถึงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80%

## 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Pre-test/Post-test), แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง (Rubric Score), และแบบสอบถามความพึงพอใจ

### ขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดการเรียนรู้ มาสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 10 ข้อ

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและตรวจคุณภาพโดยการหาค่า IQC แล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

## 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนที่วางไว้ โดยมีการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จากนั้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติสร้างแบบจำลองและสร้างสื่อภาพเคลื่อนไหว Stop Motion เพื่ออธิบายขั้นตอนการแปลรหัสพันธุกรรม เมื่อสิ้นสุดการสอนจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) และประเมินความพึงพอใจ

## 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.), ค่าร้อยละ, และเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test และวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Rating Scale ในการประเมินความพึงพอใจ

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง นักเรียนมีคะแนนการสร้างแบบจำลอง (P) และสื่อภาพเคลื่อนไหว Stop Motion อยู่ในระดับ "ดีเยี่ยม" โดยนักเรียน ร้อยละ 97.14 ผ่านเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K)
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับ "มากที่สุด" โดยชื่นชอบความท้าทายในการสร้างผลงาน Stop Motion และการใช้สื่อประสมที่ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น

## สรุปและอภิปรายผล

การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับการใช้สื่อประสม สามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จริงเนื่องจากการสร้างแบบจำลองผ่านกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือทำ (Hand-on Activity) เช่น การสร้าง Stop Motion หรือ Pixel Art ช่วยเปลี่ยนแนวคิดที่เป็นนามธรรมให้เห็นเป็นภาพที่ชัดเจนส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจอย่างมีความหมายและกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

## ข้อเสนอแนะ

1. การนำไปใช้ควรเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์และแอปพลิเคชันสำหรับสร้าง Stop Motion ไว้ล่วงหน้า และควรบริหารจัดการเวลาในการนำเสนอผลงานให้เหมาะสม
2. การพัฒนาต่อไปควรต่อยอดโดยการใช้สถานการณ์จริงที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เช่น การผลิตวัคซีน เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสารพันธุกรรมในบริบทที่กว้างขึ้น

## บรรณานุกรม

- กัลยรัตน์ ตาแปง. (2568, 10, กรกฎาคม). แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การถอดรหัสและการแปลรหัสพันธุกรรม. Inskru ห้องสมุดไอเดีย. <https://inskru.com/idea/-OUkXR5Sdf6GetQMDs-d/>
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2567). การพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). โรงพิมพ์รัตนสุวรรณการพิมพ์.
- ทิตนา แคมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 21). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาศรีสะเกษ ยโสธร. (2568). คู่มือการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2567, 12, ธันวาคม). คลังสื่อเนื้อหาการถอดรหัสและแปลรหัสพันธุกรรม. OBEC Content Center. <https://contentcenter.>

ภาคผนวก

## แผนการจัดการเรียนรู้

### เรื่อง การถอดรหัสและแปลรหัสพันธุกรรม (Transcription and Translation)

รายวิชา ชีววิทยา 2

รหัสวิชา ว 31242

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ 2/2568

จำนวน 2 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวกนกวรรณ แสนสาย

โรงเรียนศิลาทองพิทยาสรรค์

#### 1. ผลการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)

อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์ โปรตีน

สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลิล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล

#### 2. สาระสำคัญ

การสังเคราะห์โปรตีนจากดีเอ็นเอ จะมี RNA ชนิดต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ประกอบด้วยอาร์เอ็นเอ นำรหัส (messenger RNA ; mRNA) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางนำรหัสพันธุกรรมจาก DNA มาสังเคราะห์โปรตีน อาร์เอ็นเอนำรหัส (transfer RNA ; tRNA) ทำหน้าที่นำแอนติโคดอนของนิวคลีโอไทด์สามตัวที่มีกรดอะมิโนจำเพาะมาเชื่อมต่อกับโคดอนของ mRNA และอาร์เอ็นเอไรโบโซม (ribosomal RNA ; rRNA) ทำหน้าที่ช่วยการจับของแอนติโคดอนของ tRNA กับโคดอนของ mRNA ซึ่งการสังเคราะห์โปรตีนจากดีเอ็นเอประกอบด้วย 2 กระบวนการ ได้แก่

การถอดรหัส (transcription) เป็นการสังเคราะห์ mRNA จาก DNA แม่แบบ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นเริ่มต้นที่เริ่มจากการจับกันของ RNA พอลิเมอเรสกับสาย DNA ทำให้มีการคลายเกลียวของ DNA ขั้นการต่อสายยาวที่มีการเข้าคู่สมกับนิวคลีโอไทด์ (เบส C เข้าคู่กับเบส G และเบส A เข้าคู่กับเบส T) ซึ่งมีการสร้างสลับทิศกับสาย DNA แม่แบบ และขั้นสิ้นสุด ซึ่ง RNA พอลิเมอเรสจะหลุดออกจาก DNA และปล่อย mRNA ออกมา จากนั้น DNA 2 สายจะจับคู่และบิดเป็นเกลียวเหมือนเดิม

#### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (K P A )

3.1 สามารถอธิบายการสังเคราะห์ mRNA จาก DNA แม่แบบได้ (K)

3.2 สามารถสืบค้นการค้นข้อมูลการถอดรหัส (P)

3.3 มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน (A)

#### 4. สาระการเรียนรู้

ยีน คือ สาย DNA บางช่วงที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมได้ โดยยีนกำหนดลำดับกรดอะมิโนของโปรตีนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง เอนไซม์ และอื่น ๆ มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตปรากฏลักษณะต่าง ๆ ได้

DNA จำลองตัวเองได้โดยใช้สายหนึ่งเป็นแม่แบบและสร้างอีกสายขึ้นมาใหม่ ซึ่งจะมีโครงสร้างและลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม

DNA ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการสร้าง RNA 3 ประเภท คือ mRNA tRNA และ rRNA ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

RNA เป็นพอลิเมอร์ของนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยว แต่ละนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาลไรโบส หมู่พอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส คือ A U C และ G

### การถอดรหัสพันธุกรรม (Transcription)

การถอดรหัสพันธุกรรม (Transcription) เป็นกระบวนการที่เซลล์สร้างสาย mRNA โดยใช้สาย DNA แม่แบบ โดยกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นในนิวเคลียสของเซลล์ยูแคริโอต

#### ทิศทางของการสร้าง mRNA

mRNA ถูกสร้างในทิศทาง 5 – 3” โดยใช้สาย DNA ด้าน 3 - 5' เป็นแม่แบบ 5 → 3'

#### ขั้นตอนของการถอดรหัส

##### ขั้นเริ่มต้น (Initiation):

- เอนไซม์ RNA polymerase จับกับบริเวณ promoter บนสาย DNA
- RNA polymerase คลายสาย DNA ออกจากกันเพื่อเริ่มต้นการสร้าง mRNA

##### ขั้นต่อสาย (Elongation):

- RNA polymerase เลื่อนตามสาย DNA และต่อเบส RNA ทีละตัวโดยใช้หลักการเข้าคู่เบส:
  - A บน DNA → U บน RNA
  - T บน DNA → A บน RNA
  - G บน DNA → C บน RNA
  - C บน DNA → G บน RNA

##### ขั้นหยุด (Termination):

เมื่อ RNA polymerase พบ ลำดับเบสสิ้นสุด (terminator) จะหยุดการถอดรหัส

### การแปลรหัสพันธุกรรม (Translation)

การแปลรหัสพันธุกรรม (Translation) คือกระบวนการเปลี่ยนลำดับเบสบน mRNA ให้เป็นลำดับกรดอะมิโน ซึ่งจะเรียงต่อกันเป็นสายพอลิเปปไทด์หรือโปรตีนเกิดขึ้นที่ไรโบโซมในไซโทพลาสซึมของเซลล์

#### ขั้นตอนของการแปลรหัส

##### ขั้นเริ่มต้น (Initiation):

- mRNA จับกับไรโบโซม
- เริ่มต้นแปลที่ codon เริ่มต้นคือ AUG
- tRNA ที่มี anticodon ตรงกับ AUG จะนำกรดอะมิโนเมไทโอนีน (Methionine) มาเริ่มต้นสาย

พอลิเปปไทด์

##### ขั้นต่อสาย (Elongation):

- tRNA แต่ละตัวจะนำกรดอะมิโนมาจับกับ codon ถัดไปบน mRNA
- ไรโบโซมจะเคลื่อนที่ไปที่ละ codon และสร้างพันธะเปปไทด์ต่อกรดอะมิโน

ขั้นหยุด (Termination):

- กระบวนการสิ้นสุดเมื่อไรโบโซมเจอ codon หยุด (UAA, UAG, UGA)
- สายพอลิเปปไทด์ที่สร้างเสร็จจะหลุดออกและพับตัวเป็นโปรตีนที่พร้อมใช้งาน รหัสพันธุกรรม

(Codon) บนสาย mRNA รหัสพันธุกรรมถูกอ่านเป็น ชุดละ 3 เบส (triplet) เรียกว่า Codon Codon แต่ละชุดกำหนดกรดอะมิโนชนิดหนึ่ง เช่น

AUG Methionine (Start codon)

UAA UAG UGA = Stop codon

First Base	Second Base				Third Base
	U	C	A	G	
U	UUU phenylalanine	UCU serine	UAU tyrosine	UGU cysteine	U
	UUC phenylalanine	UCC serine	UAC tyrosine	UGC cysteine	C
	UUA leucine	UCA serine	UAA stop	UGA stop	A
	UUG leucine	UCG serine	UAG stop	UGG tryptophan	G
C	CUU leucine	CCU proline	CAU histidine	CGU arginine	U
	CUC leucine	CCC proline	CAC histidine	CGC arginine	C
	CUA leucine	CCA proline	CAA glutamine	CGA arginine	A
	CUG leucine	CCG proline	CAG glutamine	CGG arginine	G
A	AUU isoleucine	ACU threonine	AAU asparagine	AGU serine	U
	AUC isoleucine	ACC threonine	AAC asparagine	AGC serine	C
	AUA isoleucine	ACA threonine	AAA lysine	AGA arginine	A
	AUG (start) methionine	ACG threonine	AAG lysine	AGG arginine	G
G	GUU valine	GCU alanine	GAU aspartate	GGU glycine	U
	GUC valine	GCC alanine	GAC aspartate	GGC glycine	C
	GUA valine	GCA alanine	GAA glutamate	GGA glycine	A
	GUG valine	GCG alanine	GAG glutamate	GGG glycine	G

## 5. ทักษะ/กระบวนการ

- 5.1 การสังเกต
- 5.2 การจำแนกประเภท
- 5.3 การลงความเห็นจากข้อมูล
- 5.4 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อมูลสรุป

## 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ความมุ่งมั่นในการทำงาน

## 7. สมรรถนะผู้เรียน

- 7.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 7.2 ความสามารถในการคิด
- 7.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

## 8. บูรณาการ

เศรษฐกิจพอเพียง	ทักษะในศตวรรษที่ 21	ภูมิปัญญาท้องถิ่น
- มีชีวิตเรียบง่าย ประหยัด ไม้พุ่มเพื่อย - รู้จักพอดี พอประมาณ	1. การสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ 2. ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ	-

## 9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

วิธีสอนโดยการจัดการเรียนการสอน: การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคการใช้เกมส์

### 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 10 นาที

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน และนำเข้าสู่บทเรียน โดยการตั้งคำถาม  
แนวคำถาม : ถ้ารหัสพันธุกรรมบนสาย mRNA คือรหัสลับ ร่างกายของเราจะรู้ได้อย่างไรว่ารหัสลับนั้นสามารถแปลเป็นโปรตีนได้อย่างไร (นักเรียนตอบคำถามตามประสบการณ์)

2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การถอดรหัสและแปลรหัสพันธุกรรม (Translation) จำนวน 10 ข้อ

3. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง การจำลอง DNA (DNA Replication) 4. ครูอธิบาย เรื่อง รหัสพันธุกรรม โดยใช้ Power point เรื่อง รหัสพันธุกรรม

### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 80 นาที

1. นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรม (Transcription) และการแปลรหัส (Translation)
2. นักเรียนออกมารับชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรมและการแปลรหัสพันธุกรรม และกระดาษ A3

3. ครูอธิบายการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรมและการแปลรหัสพันธุกรรม : ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน ออกแบบลำดับเบสบนสาย DNA กำหนดรหัสพันธุกรรมบนสาย mRNA ให้สอดคล้องกับสาย DNA ที่นักเรียนออกแบบ พร้อมทั้งกำหนด tRNA ให้สอดคล้องกับสาย mRNA หลังจากนั้นให้แปลรหัสพันธุกรรมเป็นกรดอะมิโนจะได้สาย Polypeptide (โพรตีน) โดยให้นักเรียนเลือกวัสดุอุปกรณ์ วัสดุดิบที่ถูกระบุกำหนดเป็นกรดอะมิโน 20 ชนิดมาทำเป็นเครื่องตั้งตามความสนใจของตนเอง (นำข้อมูลที่ได้ไปติดบนกระดาษ A3) กำหนดให้มีรหัสเริ่มและรหัสหยุดบนสาย ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมให้ถ่ายภาพหรือวิดีโอเมื่อนักเรียนทำกิจกรรมสำเร็จได้เครื่องตั้งตามความสนใจแล้วให้ถ่ายภาพเครื่องตั้งพร้อมกับผลงานกระดาษ A3 และ สมาชิกในกลุ่มด้วย

### 3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 30 นาที

1. ครูให้นักเรียนตัวแทนอธิบายการถอดรหัสและการแปลรหัสจากผลงานของกลุ่มตนเอง 2. ครูสรุปกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน และตั้งคำถามกับนักเรียน ดังนี้

แนวคำถาม การจำลอง DNA (DNA Replication) การถอดรหัส (Transcription) และการแปลรหัส (Translation) เกิดขึ้นที่บริเวณใดของเซลล์

(แนวคำตอบ การจำลอง DNA (DNA Replication) และการถอดรหัส (Transcription) เกิดที่นิวเคลียส การแปลรหัส (Translation) เกิดที่ไซโทพลาสซึมของเซลล์

การถอดรหัส (Transcription) ประกอบด้วยกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง ผลิตภัณฑ์ที่ได้คืออะไร (แนวคำตอบ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเริ่มต้น (Initiation) ขั้นต่อสาย (Elongation) และขั้นหยุด (Termination) ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ mRNA

แนวคำถาม การแปลรหัส (Translation) ประกอบด้วยกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง ผลิตภัณฑ์ที่ได้คืออะไร (แนวคำตอบ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเริ่มต้น (Initiation) ขั้นต่อสาย (Elongation) และขั้นหยุด (Termination) ผลิตภัณฑ์ที่ได้ คือ สายพอลิเปปไทด์ (โพรตีน) มีหน่วยย่อยเป็นกรดอะมิโน

\*ครูเน้นย้ำว่า การแปลรหัสพันธุกรรมบนสาย mRNA ต้องมีทิศทางจากปลาย 5" ไปยังปลาย 3" เสมอ 3. ครูและนักเรียนร่วมกันเขียนแผนผังสรุปเกี่ยวกับการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA

### 4. ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) 50 นาที

1. นักเรียนออกมารับชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแปลรหัสพันธุกรรม (Translagram ระบายสี Pixel Art ด้วยการแปลรหัสพันธุกรรม สื่อจากเทคโนโลยีดิจิทัล OBEC Content center

2. ครูอธิบายการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแปลรหัสพันธุกรรม : ให้นักเรียนระบายสีช่องในตาราง Transtagram ตามลำดับกรดอะมิโนที่แปลได้โดยใช้สีตามรหัสพันธุกรรมที่กำหนดไว้ในตาราง

### 5. ชั้นประเมิน (Evaluation) 10 นาที

1. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรมและแปลรหัสพันธุกรรม
2. นักเรียนส่งใบกิจกรรมที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 2 หลังจากนั้นครูประเมินผลชิ้นงาน

## 10. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

### 10.1 สื่อการเรียนรู้

1. แบบทดสอบ เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรมและแปลรหัสพันธุกรรม
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การถอดรหัสพันธุกรรมและแปลรหัสพันธุกรรม
3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแปลรหัสพันธุกรรม จาก OBEC Content Center
4. Power point เรื่อง รหัสพันธุกรรม

### 10.2 แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ชีววิทยา เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
2. วิดีโอ เรื่อง การถอดรหัสและการแปลรหัสทางพันธุกรรม จาก <https://www.youtube.com/watch?v=SK9-JooY|34>
3. ระบบคลังสื่อเทคโนโลยีดิจิทัล OBEC Content Center

## 11. เครื่องมือและวิธีการวัดผลประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้ (ระบุให้ครบทุกจุดประสงค์ KPA)	วิธีการวัดผล ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล ประเมินผล	เกณฑ์การผ่านแต่ละ จุดประสงค์การเรียนรู้
<b>1. ด้านความรู้ (K)</b>			
สามารถอธิบายการสังเคราะห์ mRNA จาก DNA แม่แบบได้	ตอบคำถามใน ใบงานและ แบบทดสอบ	ใบงานและ แบบทดสอบ	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 ขึ้นไป
<b>2. ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)</b>			
สามารถสืบค้นการค้นข้อมูลการถอดรหัส	ตรวจใบกิจกรรม	แบบประเมิน กิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 ขึ้นไป
<b>3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)</b>			
3.1 มีวินัย	การสังเกต	แบบสังเกต	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3.2 ใฝ่เรียนรู้			
3.3 มุ่งมั่นการทำงาน			

### แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- กระบวนการแปลรหัสเกิดขึ้นที่บริเวณใดของเซลล์  
ก. ไรโบโซม    ข. ไมโทคอนเดรีย  
ค. นิวเคลียส    ง. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม
- กระบวนการถอดรหัสเกิดขึ้นที่บริเวณใดของเซลล์  
ก. ไรโบโซม    ข. ไมโทคอนเดรีย  
ค. นิวเคลียส    ง. เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม
- ถ้า DNA สายหนึ่งมีเบสเรียงลำดับดังนี้  
3' CAGTAATGTA5'  
ลำดับของเบสที่ถูกต้องของ mRNA ที่สร้างจาก DNA สายนี้จะเป็นเช่นไร  
ก. 5' GUCAUUACAU 3'  
ข. 5' GTC ATTACAT 3'  
ค. 3' GUCAUUACAU 5'  
ง. 3' GTCATTACAT 5'
- ข้อใด ไม่ใช่ หน้าที่ของ RNA  
ก. เป็นแม่แบบการสร้างโปรตีน  
ข. นำกรดอะมิโนไปต่อสายพอลิเปปไทด์  
ค. สังเคราะห์เอนไซม์  
ง. เป็นส่วนประกอบของไรโบโซม
- ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นได้โดยวิธีใด  
ก. tRNA เคลื่อนไปบนสายของ mRNA  
ข. mRNA เคลื่อนที่ไปตามลำดับเบสบนไรโบโซม  
ค. ไรโบโซม เคลื่อนไปตามลำดับเบสบน mRNA  
ง. tRNA เคลื่อนไปตามลำดับเบสบนไรโบโซม
- ลำดับในข้อใดที่เรียงได้อย่างถูกต้อง  
ก. mRNA → Protein → DNA  
ข. mRNA → DNA → Protein  
ค. DNA → mRNA → Protein  
ง. tRNA → Protein → mRNA
- ถ้า Anticodon ของ tRNA เป็น CGU tRNA ตัวนี้  
จะไป เกาะที่ Codon ของ mRNA ที่มีเบสอะไร  
ก. GCT    ข. GCA  
ค. CGT    ง. CGU
- ในการถอดรหัสพันธุกรรม mRNA สร้างขึ้นใน  
ทิศทาง  
ก. 3' → 5'  
ข. 5' → 3'  
ค. 3' → 3'  
ง. สร้างได้ทุกทิศทาง
- รหัสพันธุกรรมใดต่อไปนี้เป็นที่เริ่มการแปลรหัส  
ก. UAA    ข. UAG  
ค. UGA  
ง. AUG
- จากสาย DNA ที่กำหนดให้ mRNA ที่สร้างขึ้นมี  
ลำดับเบสดังข้อใด 5' ACGATCAGAATT 3'  
ก. 5' TGC TAG TCT TAA 3'  
ข. 5' ACG AUC AGA AUU 3'  
ค. 3' UGC UTG UCU UTT 5'  
ง. 5' ACG ATC AGA ATT 3'

## ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การถอดรหัสและการแปลรหัสพันธุกรรม

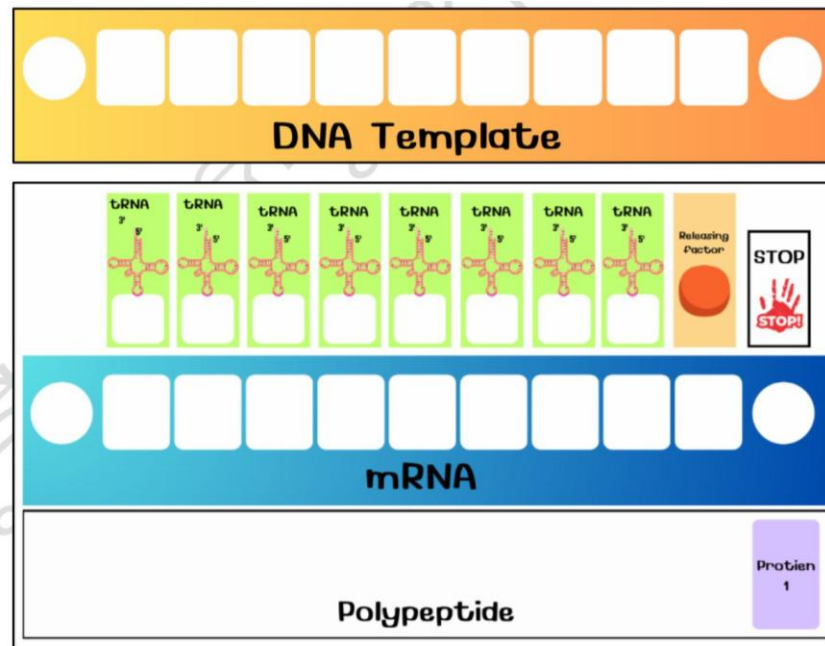
**คำชี้แจง** ให้นักเรียนออกแบบลำดับเบสบนสาย DNA กำหนดรหัสพันธุกรรมบนสาย mRNA ให้สอดคล้องกับสาย DNA ที่นักเรียนออกแบบ พร้อมทั้งกำหนด tRNA ให้ สอดคล้องกับสาย mRNA หลังจากนั้นให้แปลรหัสพันธุกรรมเป็นกรดอะมิโนจะได้สาย Polypeptide (โปรตีน) โดยให้นักเรียนเลือกวัสดุ อุปกรณ์ วัสดุดิบที่ถูกกำหนดเป็น กรดอะมิโน 20 ชนิดมาทำเป็นเครื่องตั้งตามความสนใจของตนเอง (นำข้อมูลที่ได้ไปติดบนกระดาษ A3) \*\*กำหนดให้มีรหัสเริ่ม (Star codon) และรหัสหยุด (Stop codon) บนสาย mRNA

ชื่อผลงาน.....

รายชื่อสมาชิก

ที่	ชื่อ-สกุล	เลขที่	หน้าที่	คะแนน
1				
2				
3				
4				
5				

First Base	Second Base				Third Base
	U	C	A	G	
U	UUU	UCU	UAU	UGU	U
	phenylalanine	serine	tyrosine	cysteine	
	UUC	UCC	UAC	UGC	C
	phenylalanine	serine	tyrosine	cysteine	
	UUA	UCA	UAA	UGA	A
	leucine	serine	stop	stop	
C	UUG	UCG	UAG	UGG	G
	leucine	serine	stop	tryptophan	
	CUU	CCU	CAU	CGU	U
	leucine	proline	histidine	arginine	
	CUC	CCC	CAC	CGC	C
	leucine	proline	histidine	arginine	
A	CUA	CCA	CAA	CGA	A
	leucine	proline	glutamine	arginine	
	CUG	CCG	CAG	CGG	G
	leucine	proline	glutamine	arginine	
	AUU	ACU	AAU	AGU	U
	isoleucine	threonine	asparagine	serine	
G	AUC	ACC	AAC	AGC	C
	isoleucine	threonine	asparagine	serine	
	AUA	ACA	AAA	AGA	A
	isoleucine	threonine	lysine	arginine	
	AUG (start)	ACG	AAG	AGG	G
	methionine	threonine	lysine	arginine	
G	GUU	GCU	GAU	GGU	U
	valine	alanine	aspartate	glycine	
	GUC	GCC	GAC	GGC	C
	valine	alanine	aspartate	glycine	
	GUA	GCA	GAA	GGA	A
	valine	alanine	glutamate	glycine	
G	GUG	GCG	GAG	GGG	G
	valine	alanine	glutamate	glycine	



ตัดกรดอะมิโนแล้วนำกรดอะมิโนไปเรียงในช่อง Polypeptide ให้สอดคล้องกับ mRNA ที่นักเรียนกำหนด ตามลำดับ

Ser	Pro	Asp	Thr	His
Trp	Ala	Tyr	Arg	Gly
Met	Phe	Leu	Ile	Val
Gln	Asn	Lys	Glu	Cys

No. 001

# TRANSLAGRAM



ระบายสี Pixel Art ด้วยการแปลรหัสพันธุกรรม

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

## TABLE OF CODON

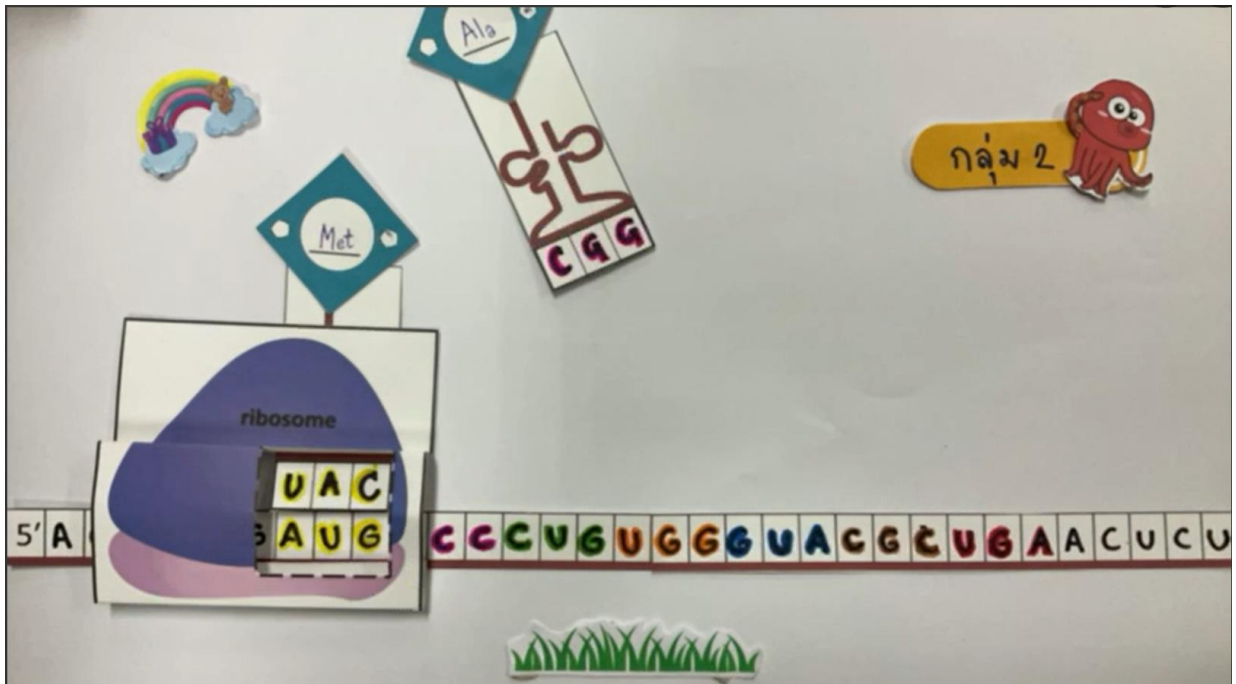
	U		C		A		G	
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys
	UUC		UCC		UAC		UGC	
	UUA	Leu	UCA		UAA	stop	UGA	stop
	UUG		UCG		UAG	stop	UGG	Trp
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg
	CUC		CCC		CAC		CGC	
	CUA		CCA		CAA	Gln	CGA	
	CUG		CCG		CAG		CGG	
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser
	AUC		ACC		AAC		AGC	
	AUA	ACA	AAA		Lys	AGA	Arg	
	AUG	ACG	AAG			AGG		
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly
	GUC		GCC		GAC		GGC	
	GUA	GCA	GAA		Glu	GGA		
	GUG	GCG	GAG			GGG		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ยีน A	UAA	UAG	UGA	UAA	UAG	UGA	AUG	GGU	GGC	GGA	UAG	UAG	UAA	UAG	UAG	UAG
ยีน B	UAG	UGA	UAA	UAG	AUG	GGC	UCU	UCC	UCA	UCG	GGG	GGC	UAG	UAA	UAG	UAG
ยีน C	UAA	UAG	UGA	AUG	UCU	UCC	UCA	AGU	AGC	UCC	UCA	UCG	GGG	UGA	UAG	UAG
ยีน D	UGA	UAG	AUG	UCA	UCG	GUA	GUC	GUA	GUG	GUU	GUA	UCA	UCG	GGC	UAA	UAG
ยีน E	UAG	UGA	AUG	UCC	GUG	GUC	GUU	GUC	GUA	GUG	GUA	GUG	UCG	GGA	UAG	UAA
ยีน F	UGA	AUG	UCC	AGU	GUA	GUU	GUU	GUU	GUC	GUA	GUG	GUA	UCU	UCC	GGC	UAA
ยีน G	UAG	AUG	UCC	GUG	GUC	GAA	GGA	GUA	GUG	GAG	GGA	GUC	GUU	UCC	GGG	UGA
ยีน H	UGA	AUG	AGU	GUA	GUG	GGU	GGC	GUC	GUA	GGA	GGG	GUA	GUG	AGU	GGU	UAG
ยีน I	UAG	AUG	AGC	GUC	GUA	GUC	CGU	CGG	CGC	AGG	GUU	GUC	GUA	AGC	GGA	UAG
ยีน J	AUG	UCU	UCC	GUA	GUG	GUA	GUA	CGA	AGA	GUU	GUU	GUC	GUA	UCA	AGC	GGC
ยีน K	AUG	UCA	AGC	GUC	GUA	GAA	GAG	UGG	GAG	UGG	GAA	GUU	GUC	AGC	UCC	GGA
ยีน L	AUG	AGC	GGG	GUU	GAG	UGG	GAA	GAG	UGG	GAA	GAA	UGG	GUU	GGA	AGU	GGG
ยีน M	UAG	AUG	GGU	UGG	GAA	UGG	GAG	UGG	GAA	GAA	GAG	UGG	GAG	GGU	GGC	UAA
ยีน N	UAG	UAG	AUG	GAA	GAG	GAA	UGG	UCG	UCA	UGG	GAG	UGG	GAA	GGG	UAG	UGA
ยีน O	UAA	UAG	AUG	CGU	CGG	CGC	GGU	GGC	GGA	GGG	CGG	CGC	AGG	GGU	UAG	UAA
ยีน Q	UGA	UAG	UAG	AUG	GGC	GGA	UAA	UAG	UAA	UAG	GGC	GGU	GGC	UAG	UAG	UAG

## ภาพกิจกรรมการเรียนรู้



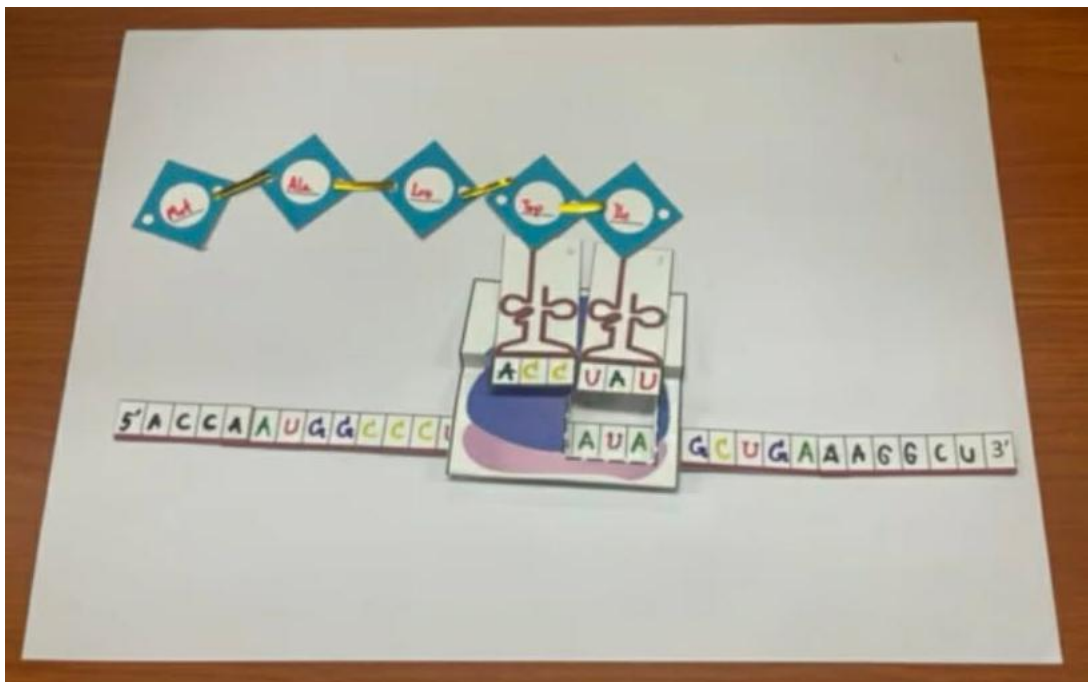
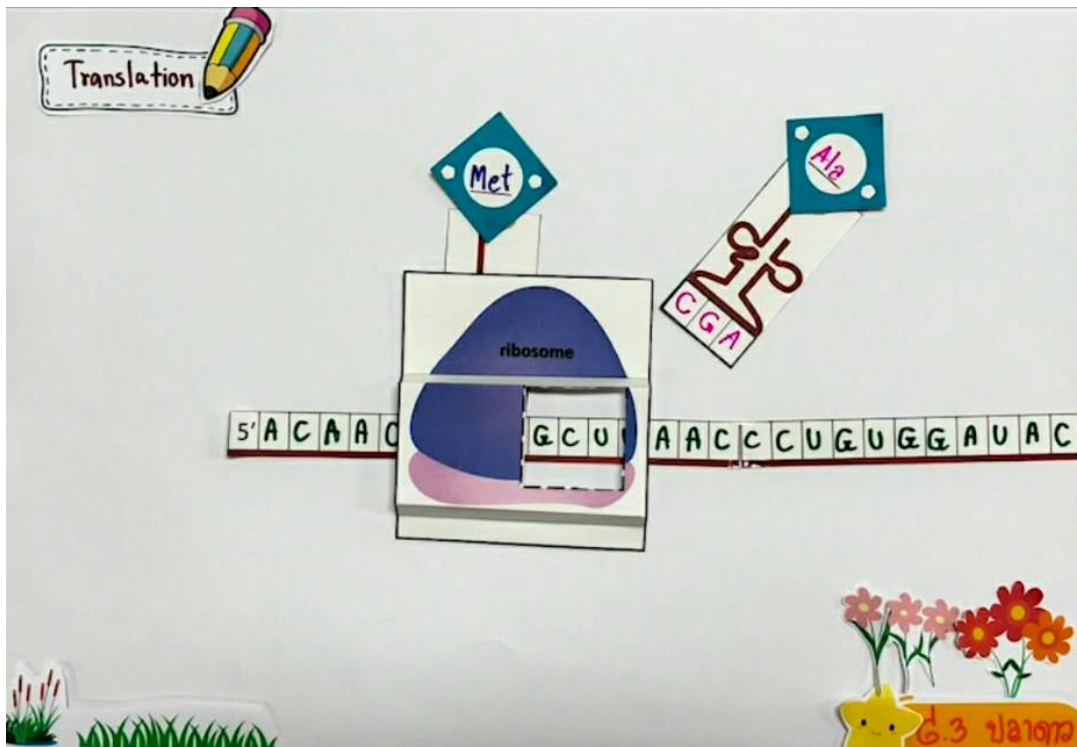
ผลงานนักเรียน



การสร้าง วิดีโอ Stop Motion

เรื่อง การถอดรหัสและแปลรหัสพันธุกรรม (Transcription and Translation)

# ผลงานนักเรียน



การสร้าง วิดีโอ Stop Motion

เรื่อง การถอดรหัสและแปลรหัสพันธุกรรม (Transcription and Translation)

# ผลงานนักเรียน

ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การถอดรหัสและการแปลรหัสพันธุกรรม

คำสั่ง: ให้ใช้บัตร DNA และ RNA ทำการถอดรหัสและแปลรหัสพันธุกรรม จาก DNA ที่ให้มาจนครบ หรือใช้การ์ด DNA ที่แจกให้ และการ์ด RNA ที่แจกให้ โดยไม่ต้องใช้บัตร DNA และ RNA ที่แจกให้ โดยไม่ต้องใช้บัตร DNA และ RNA ที่แจกให้ โดยไม่ต้องใช้บัตร DNA และ RNA ที่แจกให้

ชื่อผลงาน: ...

ที่	ชื่อ-สกุล	เลขที่	หน้าที่	คะแนน
1	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
2	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
3	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
4	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
5	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		

DNA Template: T A A T G T G C C A A S

mRNA: U A U C A C G U G A A S

Polypeptide: Leu His Gly

No. 001

## THANSLAGRAM

ระบายสี Pixel Art ด้วยการแปลรหัสพันธุกรรม

ชื่อ: ... เลขที่: ...

TABLE OF CODON

TABLE OF CODON

Pixel Art: A 16x16 grid where each cell contains a codon (e.g., UUU, UUU, UUU) and is colored to form a pixel art image of a cat's face.

ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การถอดรหัสและการแปลรหัสพันธุกรรม

คำสั่ง: ให้ใช้บัตร DNA และ RNA ทำการถอดรหัสและแปลรหัสพันธุกรรม จาก DNA ที่ให้มาจนครบ หรือใช้การ์ด DNA ที่แจกให้ และการ์ด RNA ที่แจกให้ โดยไม่ต้องใช้บัตร DNA และ RNA ที่แจกให้ โดยไม่ต้องใช้บัตร DNA และ RNA ที่แจกให้ โดยไม่ต้องใช้บัตร DNA และ RNA ที่แจกให้

ชื่อผลงาน: ...

ที่	ชื่อ-สกุล	เลขที่	หน้าที่	คะแนน
1	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
2	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
3	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
4	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
5	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		

DNA Template: T A A T G T G C C A A S

mRNA: U A U C A C G U G A A S

Polypeptide: Ile Gly Leu

001

## THANSLAGRAM

ระบายสี Pixel Art ด้วยการแปลรหัสพันธุกรรม

ชื่อ: ... เลขที่: ...

TABLE OF CODON

TABLE OF CODON

Pixel Art: A 16x16 grid where each cell contains a codon (e.g., UUU, UUU, UUU) and is colored to form a pixel art image of a cat's face.

ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การถอดรหัสและการแปลรหัสพันธุกรรม

คำสั่ง: ให้ใช้บัตร DNA และ RNA ทำการถอดรหัสและแปลรหัสพันธุกรรม จาก DNA ที่ให้มาจนครบ หรือใช้การ์ด DNA ที่แจกให้ และการ์ด RNA ที่แจกให้ โดยไม่ต้องใช้บัตร DNA และ RNA ที่แจกให้ โดยไม่ต้องใช้บัตร DNA และ RNA ที่แจกให้ โดยไม่ต้องใช้บัตร DNA และ RNA ที่แจกให้

ชื่อผลงาน: ...

ที่	ชื่อ-สกุล	เลขที่	หน้าที่	คะแนน
1	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
2	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
3	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
4	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		
5	นางสาว พุฒิกานต์ ศักดิ์ดี	15		

DNA Template: S C E A A U P T S C A S

mRNA: G C U C A A C A U U U

Polypeptide: Ala Gly Arg

No. 001

## THANSLAGRAM

ระบายสี Pixel Art ด้วยการแปลรหัสพันธุกรรม

ชื่อ: ... เลขที่: ...

TABLE OF CODON

TABLE OF CODON

Pixel Art: A 16x16 grid where each cell contains a codon (e.g., UUU, UUU, UUU) and is colored to form a pixel art image of a cat's face.

ชุดกิจกรรมเรื่อง การถอดรหัสและการแปลรหัสพันธุกรรม