

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนา นุชนบุญเลิศ
 สถานที่ทำงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 วุฒิการศึกษา กศ.ม.(เทคโนโลยีทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. รองผู้อำนวยการสุวิทย์ บั้งเงิน
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนปู่แกง(อินทราราษฎร์อุปถัมภ์) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
 เชียงราย เขต 2
 วุฒิการศึกษา ศษ.ม.(เทคโนโลยีทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. อาจารย์ศรีรัตน์ ตันมาละ
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนป่าแดดวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 2
 วุฒิการศึกษา กศ.ม.(การสอนชีววิทยา) มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก
4. อาจารย์สุกัญญา พิทักษ์รัตนานุกูล
 สถานที่ทำงาน สำนักวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขต
 สารสนเทศ พะเยา ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา 56000
 วุฒิการศึกษา วท.ม.(ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5. อาจารย์เปรมจิต ชมชื่น
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านโป่งแดง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 2
 วุฒิการศึกษา ศษ.ม.(การวัดและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง พันธุกรรม

ตัวอย่าง แผนการเรียนรู้ที่ 4

สารพันธุกรรม

สาระการเรียนรู้

1. การค้นพบสารพันธุกรรม
2. สารพันธุกรรมคืออะไร

DNA

- องค์ประกอบทางเคมีของ DNA
- โครงสร้างของ DNA
- การจำลองโมเลกุลของ DNA

RNA

- องค์ประกอบทางเคมีของ RNA
- โครงสร้างของ RNA
- ชนิดของ RNA
- การสังเคราะห์ RNA

3. รหัสพันธุกรรม
4. การสังเคราะห์โปรตีน

สาระสำคัญ

1. สารพันธุกรรมหรือกรดนิวคลีอิกถูกค้นพบครั้งแรกเมื่อพ.ศ. 2412 และต่อมาพบว่า กรดนิวคลีอิก มี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA ได้มีการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า DNA เป็นสารพันธุกรรมเรื่อยมาจนเป็นที่ยอมรับว่า DNA เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ยกเว้นไวรัสบางชนิดที่มี RNA เป็นสารพันธุกรรม
2. สารพันธุกรรมเป็นแหล่งเก็บข้อมูลทั้งหมดสำหรับควบคุมโครงสร้างและการทำหน้าที่ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตให้เป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ สารพันธุกรรมมีสมบัติ 3 ประการ คือ สามารถเพิ่มจำนวนตัวเองที่มีลักษณะเหมือนเดิมสามารถควบคุมให้เซลล์สังเคราะห์สารต่างๆ เพื่อแสดงลักษณะทางพันธุกรรมให้ปรากฏได้ และสามารถเปลี่ยนแปลงได้บ้าง ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรม
3. DNA ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟต น้ำตาลดีออกซีไรโบส และ เบส 4 ชนิด คือ กวานีน อะดีนีน ไสโทซีน และไทมีน โครงสร้างของ DNA ประกอบด้วย พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายพันกัน โดยแต่ละสายยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ระหว่างเบสคู่สม การจำลองโมเลกุลของ DNA มี 3 แบบ ได้แก่ แบบอนุรักษ์ แบบกึ่งอนุรักษ์ และแบบกระจัดกระจาย

4. RNA เป็นกรดนิวคลีอิกชนิดหนึ่ง มีองค์ประกอบหลักคล้ายกับดีเอ็นเอ ประกอบด้วย นิวคลีโอไทด์ เชื่อมต่อกันเป็นสายยาว RNA มีโครงสร้างเป็นสายเดี่ยว ประกอบด้วย นิวคลีโอไทด์เบส 4 ชนิด (ได้แก่ อะดีนีน กวานีน ไซโทซีนและยูราซิล) น้ำตาลไรโบส และหมู่ ฟอสเฟต การสังเคราะห์ RNA จะมี DNA เป็นแม่พิมพ์ โดยอาศัยเอนไซม์ RNA polymerase เริ่มต้นจากพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายของ DNA จะคลายเกลียว และแยกออกจากกัน ในบริเวณที่ จะมีการสร้าง RNA จากนั้นจะมีการนำนิวคลีโอไทด์ของ RNA เข้าจับกับเบสของ DNA
5. รหัสพันธุกรรม หมายถึง ลำดับของเบสบนดีเอ็นเอซึ่งถ่ายทอดไปยังอาร์เอ็นเอ ในการสังเคราะห์โปรตีน รหัสหนึ่ง ๆ จะต้องประกอบด้วยเบส 3 ตัว
6. การสังเคราะห์โปรตีน เกิดขึ้นโดยการถอดรหัสพันธุกรรมจาก DNA ไปยัง mRNA จากนั้น จึงมี การแปลรหัสพันธุกรรมจาก mRNA ไปเป็นพอลิเพปไทด์หรือโปรตีน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. นักเรียนสามารถอธิบายการประวัติการค้นพบสารพันธุกรรมได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบทางเคมี โครงสร้างและการสังเคราะห์ DNA ได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายสรุปคุณสมบัติของสารพันธุกรรมได้
4. นักเรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบทางเคมี โครงสร้างและการสังเคราะห์ RNA ได้
5. นักเรียนสามารถอธิบายรหัสพันธุกรรมได้
6. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนได้
7. นักเรียนสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้
8. นักเรียนเกิดความตระหนักในความสำคัญของสารพันธุกรรมสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กระบวนการเรียนรู้

1. ทดสอบก่อนเรียน โดยนักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 5 ข้อ
2. นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถามดังนี้
 - หน่วยที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมคืออะไร
 - บนยีนมีสารชนิดหนึ่งทำหน้าที่ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเราเรียกสารนี้ว่าอะไร
 - ทราบหรือไม่ว่าสารพันธุกรรมมีการค้นพบและมีสมบัติอย่างไร
 - วันนี้เราจะมาศึกษาการค้นพบและสมบัติของสารพันธุกรรม
3. กิจกรรมการเรียนรู้
 - 3.1 เรียนเนื้อหา ตามชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์หน่วย 4 เรื่อง สารพันธุกรรม
 - 3.2 ศึกษาความรู้เพิ่มเติม

3.3 ทำแบบฝึกปฏิบัติ เรื่อง ปฏิบัติการจำลองโครงสร้างของ DNA

4. สรุปบทเรียนโดยให้นักเรียนเขียนการจำลอง DNA โดยใช้แผนภูมิลำดับขั้น
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 5 ข้อ

สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

1. CD-ROM หน่วยที่ 4 เรื่อง สารพันธุกรรม
2. คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์

วิธีการวัดและการประเมินผล

1. ประเมินจากแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ประเมินจากแบบฝึกปฏิบัติ
3. ประเมินจากแบบทดสอบหลังเรียน

ตัวอย่างชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง พันธุกรรม

เรียนรู้เรื่องชีววิทยา กับ ดร.อุทัยญา

พันธุกรรม

- แนะนำการเรียนรู้
- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- แบบทดสอบก่อนเรียน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 4
- แบบทดสอบหลังเรียน
- ข้อมูลเพิ่มเติม
- กระดานข่าว
- แหล่งเรียนรู้

กรุณาพิมพ์หน้าจอที่ความละเอียด 1024 x 768 จุด เพื่อชมรมวีซีดีที่สมบูรณ์และคมชัด
 ส่งอีเมลแนะนำได้ที่ : ningarun@hotmail.com
 กองสาระวิชา ศาสตร์ โรงเรียนมหามกุฏราชวิทยาลัย ๖๓ เชียงราย 57120 โทร.0-5372-1512
 จำนวนผู้เยี่ยมชม **00 1526**

แนะนำการเรียนรู้
 ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ ผ่านระบบเครือข่าย ชุดนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการกระบวนการเรียนการสอนในรายวิชา
 ชีววิทยา เรื่อง พันธุกรรม ในการศึกษาบทเรียนชุดนี้ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย การศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนดังนี้

เรียนรู้เรื่องชีววิทยา กับ ดร.อุทัยญา

พันธุกรรม

- แนะนำการเรียนรู้
- ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- แบบทดสอบก่อนเรียน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 4
- แบบทดสอบหลังเรียน
- ข้อมูลเพิ่มเติม
- กระดานข่าว
- แหล่งเรียนรู้

กรุณาพิมพ์หน้าจอที่ความละเอียด 1024 x 768 จุด เพื่อชมรมวีซีดีที่สมบูรณ์และคมชัด
 ส่งอีเมลแนะนำได้ที่ : ningarun@hotmail.com
 กองสาระวิชา ศาสตร์ โรงเรียนมหามกุฏราชวิทยาลัย ๖๓ เชียงราย 57120 โทร.0-5372-1512
 Best view : 1024x768 pixel

- ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง **ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง**
- ทำแบบทดสอบก่อนเรียน **แบบทดสอบก่อนเรียน**

แบบทดสอบ ก่อนเรียน - พันธุกรรม
ส่วนที่ 1 เพื่อประเมินความรู้ก่อนเรียน

ชื่อ นามสกุล : _____ เลขที่ : _____ ชั้นเรียน : _____
 01. จีโนไทป์ของพ่อแม่ที่ให้ลูกที่มีลักษณะสีผิวเข้มดำ 3 คน จะต้องใช้พ่อแม่ที่มีจีโนไทป์เป็นอย่างไร 100% จีโนไทป์ของพ่อแม่ที่
 ผลิตลูกที่มีลักษณะสีผิวเข้มดำได้ทั้งหมด 3 คน แล้วลูกจะมีลักษณะ 0 สีผิว เข้มดำหรือไม่?
 02. จีโนไทป์ของพ่อแม่ที่ให้ลูกที่มีลักษณะสีผิวเข้มดำ 3 คน จะต้องใช้พ่อแม่ที่มีจีโนไทป์เป็นอย่างไร 100% จีโนไทป์ของพ่อแม่ที่
 ผลิตลูกที่มีลักษณะสีผิวเข้มดำได้ทั้งหมด 3 คน แล้วลูกจะมีลักษณะ 0 สีผิว เข้มดำหรือไม่?

ชื่อ : _____ เลขที่ : _____

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบาย เกี่ยวกับสารพันธุกรรม โครโมโซมและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับความแปรผันทางพันธุกรรม และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (ว 1.2-1)
3. สืบค้นข้อมูลโดยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ในการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

หน่วยที่ 1 ยีนและโครโมโซม

- นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของยีนและระบุที่อยู่ของยีนได้
- นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและรูปร่างของโครโมโซมได้
- นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับโครโมโซมของมนุษย์ได้
- นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติของลักษณะทางพันธุกรรมแต่ละกลุ่มอาการได้
- นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะความผิดปกติของยีนแต่ละกลุ่มอาการได้
- นักเรียนสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ในการแก้ปัญหาได้
- นักเรียนเกิดความตระหนักในความสำคัญของยีนและโครโมโซมได้

หน่วยที่ 2 ลักษณะทางพันธุกรรม

- นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของลักษณะทางพันธุกรรมได้
- นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของความสัมพันธ์ของลักษณะทางพันธุกรรมได้
- นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของความแตกต่างของลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องได้
- นักเรียนสามารถยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องได้
- นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของลักษณะทางพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อมได้
- นักเรียนสามารถอธิบายตัวอย่างลักษณะแปรผันที่เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมภายนอกและจากอิทธิพลสิ่งแวดล้อมพร้อมกันไม่ได้
- นักเรียนสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ในการแก้ปัญหาได้
- นักเรียนเกิดความตระหนักในความสำคัญของลักษณะทางพันธุกรรมนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

หน่วยที่ 3 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

- นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษาพันธุกรรมของเมนเดลได้
- นักเรียนสามารถอธิบายกฎแห่งการแยกตัวได้
- นักเรียนสามารถอธิบายกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระได้
- นักเรียนสามารถอธิบายรูปแบบ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมได้
- นักเรียนสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ในการแก้ปัญหาได้
- นักเรียนเกิดความตระหนักในความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

หน่วยที่ 4 สารพันธุกรรม

กลับหน้าหลัก

แบบทดสอบ ก่อนเรียน พันธุกรรม

นักเรียนอ่านคำถามแล้วเลือกข้อที่เห็นว่าถูกที่สุดแล้วเลือก ปุ่ม ? หน้าคำตอบ ถ้าตอบครั้งแรก จะได้คะแนนในข้อนั้น 100% ถ้าตอบผิด แล้วแก้ไขคำตอบถูก คะแนนจะลดลงตามส่วนและคำตอบผิด 3 ครั้ง แล้วตอบถูกจะได้คะแนน 0 ข้อนี้ ขอให้นักเรียนมีความสุขในการทดสอบ

แสดงแบบทดสอบทุกข้อ

1 / 40 ข้อต่อไป

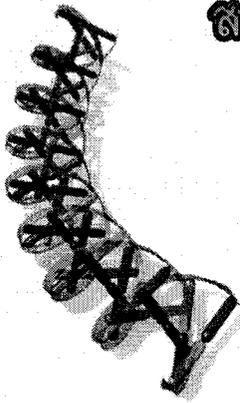
การที่สาย DNA เป็นเส้นคู่ยึดกันอยู่ได้ เพราะเหตุใด

- A. ? มี hydrogen bond ของเบสในแต่ละสายเกาะกันอยู่
- B. ? มี hydrogen bond ของ pentose sugar เกาะกันอยู่
- C. ? มี hydrogen bond ของหมู่ฟอสเฟตเกาะกันอยู่
- D. ? มี hydrogen bond ของหมู่ฟอสเฟตและหมู่เบสในแต่ละสายของ DNA เกาะกันอยู่

กลับหน้าหลัก

หน่วยที่ 4

สารพันธุกรรม



☼ การค้นพบสารพันธุกรรม

☼ สารพันธุกรรมคืออะไร

- DNA
 - องค์ประกอบ
 - โครงสร้าง
 - การจำลองในเซลล์ของ DNA
- RNA
 - องค์ประกอบ
 - โครงสร้าง
 - ชนิด
 - การสังเคราะห์ RNA

☼ รหัสพันธุกรรม

☼ การสังเคราะห์โปรตีน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

แบบทดสอบก่อนเรียน

เนื้อหาบทเรียน

แบบปฏิบัติการ

แบบทดสอบหลังเรียน

กลับหน้าหลัก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

หน่วยที่ 4 สารพันธุกรรม

- นักเรียนสามารถอธิบายการประวัติการค้นพบสารพันธุกรรมได้
- นักเรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบทางเคมี โครงสร้างและการสังเคราะห์ DNA ได้
- นักเรียนสามารถอธิบายส่วนประกอบทางเคมี โครงสร้างและการสังเคราะห์ RNA ได้
- นักเรียนสามารถอธิบายรหัสพันธุกรรมได้
- นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนได้
- นักเรียนสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ในการแก้ปัญหาได้
- นักเรียนเกิดความตระหนักในความสำคัญของสารพันธุกรรมสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

กลับหน้าหลัก

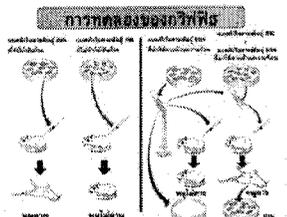
การค้นพบสารพันธุกรรม

บทนำ

● สารพันธุกรรม เป็นแหล่งเก็บข้อมูลทั้งหมดสำหรับควบคุมโครงสร้างและการทำหน้าที่ของกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตให้เป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยกรดนิวคลีอิกชนิดใดชนิดหนึ่งอาจเป็น DNA หรือ RNA สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่จะมีสารพันธุกรรมเป็น DNA ยกเว้นไวรัสบางชนิด เท่านั้นที่มีสารพันธุกรรมเป็น RNA

ในการศึกษาสารพันธุกรรมนั้น มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านศึกษาเป็นขั้นตอนดังนี้

- พ.ศ. 2412 โยฮันน์ ฟรีดริช มิเชอร์ (Johann Friedrich Miescher) ค้นพบกรดนิวคลีอิกจากสารเคมีที่สกัดจากนิวเคลียสของเซลล์เนื้อเลือดขาว ต่อมาพบว่า กรดนิวคลีอิก มี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA ในนิวเคลียสมีสารที่มีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ
- พ.ศ. 2414-2415 โรเบิร์ต ฟูลเกน (Robert Feulgen) ใช้สีฟูลจีนีม้อมเซลล์และพบว่าสารที่ย้อมติดสี คือ DNA และสีย้อมติดเฉพาะภายในเท่านั้นนิวเคลียส แสดงว่า DNA มีอยู่เฉพาะในนิวเคลียส
- พ.ศ. 2471 เอฟ กริฟฟิธ (F. Griffith) ได้ทำการพิสูจน์สารพันธุกรรม เพื่อสนับสนุนว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม โดยทำการทดลองเกี่ยวกับเชื้อแบคทีเรีย Pneumococcus ที่ทำให้เกิดโรคปอดบวม ซึ่งมี 2 สายพันธุ์ใหญ่ๆ คือ สายพันธุ์ S เป็นชนิดที่ไม่ทำให้เกิดโรคปอดบวม ไม่สร้างแคปซูล กับ S เป็นชนิดที่ทำให้เกิดโรคปอดบวม พบว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคที่ทำให้ตายด้วยความร้อน มีสารบางอย่างที่ไปทำให้แบคทีเรียสายพันธุ์ที่ไม่ทำให้เกิดโรค เป็นสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคได้และสามารถถ่ายทอดลักษณะนี้ไปสู่ลูกหลาน



● พ.ศ. 2487 โอ.ที. แอเวอรี (O.T. Avery) ซี แมคเคลย์ (C. Macleod) และแมคคาร์ที (M. McCarty) ได้ทำการทดลองคล้ายกับ Griffith เพียงแต่ใช้วิธีสกัด DNA จาก แบคทีเรีย ชนิด S แล้วนำสารเหล่านี้ไปรวมกับแบคทีเรียชนิด R ในหลอดทดลอง จาก

สารพันธุกรรมคืออะไร

สารพันธุกรรมมีสมบัติเป็นกรดนิวคลีอิก มีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. Deoxyribonucleic acid (ดีเอ็นเอ) พบในสิ่งมีชีวิตทั่วไป
2. Ribonucleic acid (อาร์เอ็นเอ) พบในไวรัสบางชนิดเท่านั้น

จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์และผลการทดลองซึ่งสนับสนุนว่า DNA คือสารพันธุกรรมมีอย่างหลากหลายจนกระทั่งการศึกษาไวรัสของแบคทีเรีย โดย เอ. เชอร์ชเชฟ และ เอ็ม เซส ทำให้พิสูจน์ได้ว่า DNA คือสารพันธุกรรม ปี ค.ศ. 1952 อนุภาคไวรัสประกอบด้วยส่วนของ DNA อยู่ในแคปซูลโปรตีนและโปรตีนห่อหุ้มอยู่รอบนอกแคปซูล และ เซส ได้ทดลองโดยฉีดสกัด DNA และ โปรตีนของไวรัสด้วยสารกัมมันตรังสีฟอสฟอรัส-32 (³²P) และซัลเฟอร์-35 (³⁵S) ตามลำดับ เนื่องจากองค์ประกอบของ DNA มีฟอสฟอรัส เป็นส่วนประกอบโดยไม่มีซัลเฟอร์ และโปรตีนมีซัลเฟอร์แต่ไม่มีฟอสฟอรัส พบว่า ส่วนที่เข้าไปในแบคทีเรียคือ สารที่มีฟอสฟอรัส-32 และสามารถสร้างอนุภาคไวรัสรุ่นใหม่ได้ จากการทดลองทำให้ยืนยันว่า DNA คือสารพันธุกรรม และจากการค้นพบแบบจำลองโครงสร้าง DNA โดย J. Watson และ Crick ทำให้คำได้แก่ยีนหรือยีนโสมหมดไปอย่างสมบูรณ์

DNA

องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ
 DNA ประกอบด้วย หน่วยย่อยของ Nucleotides จับกันด้วยพันธะ Phosphodiester Bond และ Nucleotides นี้ประกอบด้วย น้ำตาล Deoxyribose หมู่ฟอสเฟต และเบส (Nitrogenous Base) 4 ชนิด ได้แก่

- Guanine (G) . Adenine (A)
(Purine - มีวงแหวน 2 วง)
- Cytosine (C) . Thymine (T)
(Pyrimidine - มีวงแหวน 1 วง)

แบบจำลองโครงสร้างของ DNA
 J.D. Watson นักชีววิทยาอเมริกัน & F.H.C. Crick นักฟิสิกส์อังกฤษ เสนอโครงสร้างของ DNA ได้รับ Nobel Prize สาขาชีววิทยาใน Nature ฉบับวันที่ 25 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 1953

1. ประกอบด้วย 2 polynucleotides ยึดกันโดยการจับคู่กันของเบส โดย H-bond
2. ทั้ง 2 สายขนานกันและมีทิศทางตรงข้าม (antiparallel)
3. การจับคู่กันของเบสระหว่าง A - T (2 H-bonds) , C - G (3 H-bonds) = complementary basepairs (เบสที่เป็นเบสคู่สมกัน คือ A จับคู่กับ T ด้วยพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ และ G จับคู่กับ C ด้วยพันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ)
4. ล้อมรอบกันเป็นเกลียวขวา (right handed double strand helix)

สมบัติของสารพันธุกรรม

เมื่อวัดเส้นและคลิก ได้คิดแบบจำลองโครงสร้างทางเคมีของ DNA ขึ้นมาแล้ว เขาก็ต้องพิสูจน์ว่า DNA มีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่เป็นสารพันธุกรรมได้หรือไม่ ตามคุณสมบัติสำคัญ ดังนี้

1. สารพันธุกรรมต้องจำลองตัวเองได้ และยังมียีนที่เหมือนเดิม เพื่อถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม จากรุ่นพ่อแม่ ไปยังรุ่นลูกได้ ซึ่งเกิดโดยกระบวนการสังเคราะห์ DNA (DNA-replication)
 2. สามารถควบคุมการสังเคราะห์สารต่างๆ ของเซลล์ได้แสดงลักษณะทางพันธุกรรม ต่างๆ ให้ปรากฏ โดยรหัสพันธุกรรมใน DNA ถูกถ่ายทอดผ่าน RNA ในรูปของลำดับเบส แล้วแปล (translation) ออกมาเป็นลำดับของกรดอะมิโนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
 3. อาจมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมที่ต่างไปจากเดิม เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ลำดับเบสใน DNA ทำให้ผิดปกติไปและถ่ายทอดลักษณะที่ผิดปกติไปยังลูกหลาน ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตที่ผิดปกติขึ้นได้ ในระยะเวลา 10 ปีต่อมา หลังจากทีวัดสันและคลิกได้คิดแบบจำลองโครงสร้างของ DNA ขึ้น จึงสามารถพิสูจน์ได้ว่า DNA มีคุณสมบัติที่เป็นสารพันธุกรรมได้
- วัดสันและคลิกจึงได้รับรางวัลโนเบลด้วยผลงานการค้นพบโครงสร้างของ DNA นับเป็นผู้ที่เปิดศักราชใหม่ให้แก่พันธุศาสตร์ ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาต้นตอของพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต คือสารพันธุกรรมได้โดยตรง



Dr. James Watson



Dr. Francis Crick

การจำลองโมเลกุลของ DNA

การจำลองตัวเองของ DNA มีหลายแบบ

นักวิทยาศาสตร์ได้ตั้งสมมติฐานการเกิดการจำลองตัวเองของ DNA ไว้ ดังนี้

1. แบบกึ่งอนุรักษ์ (semiconservative replication) เมื่อมีการจำลองตัวเองของ DNA แล้ว DNA แต่ละโมเลกุลมีพอลินิวคลีโอไทด์สายเดิมและสายใหม่ ซึ่งเป็นแบบจำลองของวัตสันและคริก
2. แบบอนุรักษ์ (conservative replication) เมื่อมีการจำลองตัวเองของ DNA แล้วพอลินิวคลีโอไทด์ทั้งสองสายไม่แยกจากกันจึงเป็นสายเดิม จะได้ DNA โมเลกุลใหม่ที่มีพอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่ทั้งสองสาย
3. แบบกระจาย (dispersive replication) เมื่อมีการจำลองตัวเองของ DNA จะได้ DNA ที่เป็นของเดิมและของใหม่ปะปนกันไม่เป็นระเบียบ

จากสมมติฐานทั้งหมดนี้ มีสมมติฐานการจำลองตัวเองของ DNA แบบกึ่งอนุรักษ์ เท่านั้นที่มีการทดลองของนักวิทยาศาสตร์สนับสนุนความเป็นไปได้

(a) Hypothesis 1:

(b) Hypothesis 2:

(c) Hypothesis 3:

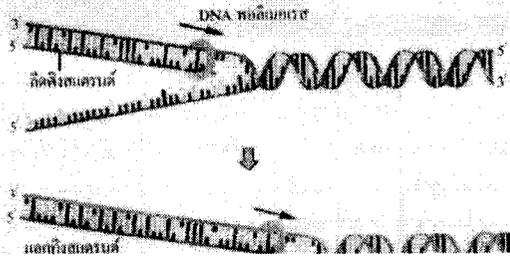
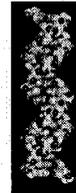
สายสังเคราะห์ DNA

การจำลองตัวเองของ DNA (DNA REPLICATION)

ในการแบ่งเซลล์ระยะ S ของอินเตอร์เฟส จะมีการจำลองตัวเองของ DNA (DNA REPLICATION)

แบบกึ่งอนุรักษ์ (SEMI-CONSERVATIVE) ทำให้เกิดเป็น DNA สายใหม่ที่เหมือนเดิมทุกประการสำหรับการสร้าง RNA ทั้ง 3 ชนิดจะเกิดขึ้นโดยการจำลองจาก DNA สายแม่แต่จะใช้ DNA เพียงสายเดียวเป็นต้นแบบการจำลองตัวเองของ DNA เช่นจากเอนไซม์ DNA ไจเรส (DNA gyrase) หรือโทโปไอโซเมอเรส (topoisomerase) คลายปมเหนือจุดที่ DNA สายเดี่ยวแยกตัวออกจากกัน (replication fork) เอนไซม์เฮลิคีสทำหน้าที่คลายพันธะไฮโดรเจน เพื่อทำให้ดีเอ็นเอเกลียวคู่แยกเป็นสายเดี่ยวจากนั้นโปรตีน SSB จะเข้ามาจับเพื่อป้องกันไม่ให้สายดีเอ็นเอมาจับกันอีกบริเวณที่มีการคลายเกลียวเป็นจุดเริ่มต้นของการสังเคราะห์ DNA การสร้างสาย leading strand เมื่อ DNA สองสายคลายเกลียวแยกออกจากกัน DNA polymerase จะสังเคราะห์ leading strand เป็นสายยาว โดยทิศทางจากปลาย 5' ไปยัง 3'

การสร้าง lagging strand DNA polymerase สังเคราะห์ DNA สายใหม่เป็นสายสั้นๆ Okazaki fragment โดยทิศทาง 3' ไปยัง 5' จากนั้น DNA ligase จะเชื่อมต่อ DNA สายสั้นๆ ให้เป็น DNA สายยาว



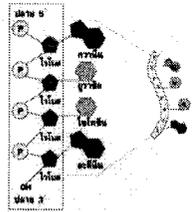
ส่วนประกอบทางเคมีของ RNA



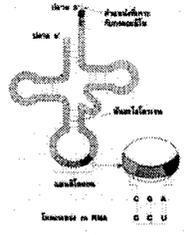
RNA เป็นกรดนิวคลีอิกชนิดหนึ่ง มีองค์ประกอบหลักคล้ายกับดีเอ็นเอ คือประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ที่เชื่อมต่อกันเป็นสายยาว RNA มีโครงสร้างเป็นสายเดี่ยว ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์เบส 4 ชนิดได้แก่ อะดีนีน กวานีน ไซโทซีน และยูราซิล น้ำตาลไรโบส และหมู่ฟอสเฟต

- RNA แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ
- messenger RNA (mRNA) หรือ RNA นำคำสั่ง นำรหัสมาจาก DNA เพื่อมาแปลเป็นโปรตีน
 - transfer RNA (tRNA) หรือ RNA ถ่ายทอด ทำหน้าที่ขี้นมาต่ออะมิโนชนิดต่างๆ เพื่อนำมายังไรโบโซม
 - ribosomal RNA (rRNA) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในไรโบโซมโดย RNA จะรวมตัวกับโปรตีนหลายชนิดกลายเป็นไรโบโซม

โครงสร้างของ RNA



โครงสร้างของ Transfer RNA



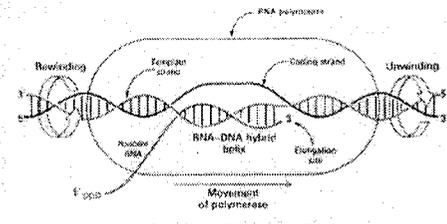
Ribosome

การสังเคราะห์ RNA

การสังเคราะห์ RNA นั้น จะมี DNA เป็นแม่พิมพ์ โดยอาศัยเอนไซม์ RNA polymerase โดยเริ่มต้นจากพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายของ DNA จะคลายเกลียว และแยกออกจากกันในพื้นที่จะมีการสร้าง RNA จากนั้นจะมีการนำนิวคลีโอไทด์ของ RNA เข้าจับกับเบสของ DNA



Transcription animation



Transcription of RNA from DNA

DNA 5' T C C A A T T G C C T T A T T T T G C A 3'
 3' A G G T T A C C G A A T T A A A C G T 5'

รหัสพันธุกรรมที่สละโว

รหัสพันธุกรรม คือ ลำดับของเบสบน DNA ซึ่งถ่ายทอดไปยัง RNA ในการสังเคราะห์โปรตีน เบสใน DNA มีเพียง 4 ตัว ส่วนการถอดเป็นมีอยู่เพียง 20 ชนิด ดังนั้นรหัสหนึ่ง ๆ จะต้องประกอบด้วยเบสอย่างน้อย 3 ตัว ประกอบกัน และจากการคำนวณรหัสหนึ่งมีเบส 3 ตัว จะได้รับรหัสจำนวนถึง 64 รหัสด้วยกัน ซึ่งมากเกินพอสำหรับกรดอะมิโนที่มีอยู่ในธรรมชาติ จากการทดลองทำให้ทราบว่า มีหลาย ๆ รหัสที่มีความหมายสำหรับกรดอะมิโนในตัวเองเดียวกัน รหัสบน mRNA ที่เรียกว่า โคดอนซึ่งมีเบสคู่รวมกับเบสอิสระบน tRNA ที่เรียกว่า แอนติโคดอน

รหัสพันธุกรรม (Genetic Code) = triplet codon $4^3 = 64$

ชนิดของเบสตำแหน่งที่ 1	ชนิดของเบสตำแหน่งที่ 2							
	U	C	A	G	U	C	A	G
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Try	UGU Cys	U			
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Try	UGC Cys	C			
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A			
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G			
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U			
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C			
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A			
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G			
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U			
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C			
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A			

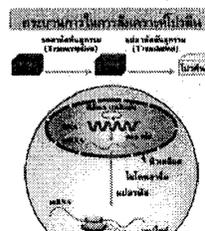
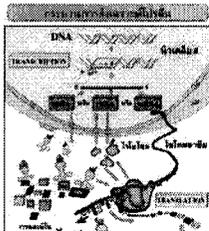
การสังเคราะห์โปรตีน Protein Synthesis

ขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีน

1. การถอดรหัส (transcription) เป็นกระบวนการถ่ายทอดข้อความทางพันธุกรรมจาก DNA ไปสู่ mRNA ลำดับเบสบน mRNA จะไม่เหมือนกับลำดับเบสในสายพอลินิวคลีโอไทด์ของ DNA ที่เป็นแม่พิมพ์ แต่จะเหมือนกับลำดับเบสในสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เป็นคู่ของแม่พิมพ์ โดยจะมี U แทนที่ T ในการจับกับ A
หมายเหตุ รหัสทางพันธุกรรม หมายถึง ลำดับเบสบน mRNA ที่เรียกว่า codon ประกอบด้วยเบส 3 ตัว ปัจจุบันพบรหัสที่กำหนดชนิดของกรดอะมิโน 64 รหัส แบ่งออกเป็น

1. รหัสเริ่มต้นของการสังเคราะห์โปรตีน คือ AUG เป็นรหัสของเมไทโอนีน
2. รหัสหยุดสร้างโปรตีน มี 3 รหัส คือ UAA UAG และ UGA
3. รหัสกำหนดชนิดของกรดอะมิโน ซึ่งเหลือ 18 ตัว มี 60 ตัว

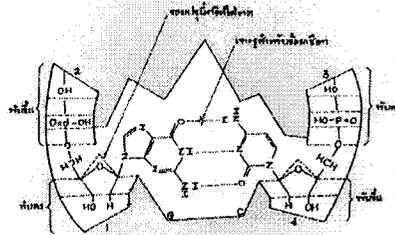
2. การแปลรหัส (translation) เริ่มจาก mRNA จับกับไรโบโซมหน่วยเล็ก แล้ว tRNA จะนำกรดอะมิโน ในเซลล์แรก มาจับกับโคดอนของ mRNA จากนั้น tRNA ในเซลล์ที่ 2 จะนำกรดอะมิโน เข้ามาจับกับโคดอนของ mRNA ตัวถัดไป และระหว่างกรดอะมิโนในเซลล์ที่ 1 และ 2 จะมีการสร้างพันธะเพปไทด์เชื่อมกัน tRNA เมื่อใช้งานเสร็จแล้วก็หลุดออกมา ขณะที่สร้างโปรตีน ไรโบโซมจะเคลื่อนไปตามสาย mRNA โดยเคลื่อนจากปลาย 5' ไปยัง 3' เป็นขั้นบันได ร้อย ๆ จนได้สาย polypeptide ซึ่งมีลำดับของกรดอะมิโนตามรหัสบน mRNA



แบบปฏิบัติการ

แบบปฏิบัติการ เรื่อง การจำลองโครงสร้างของ DNA
จุดประสงค์ - นักเรียนสามารถศึกษาอธิบายโครงสร้างของ DNA โดยรูปแบบการจำลองได้
สร้างหุ่นจำลอง DNA ด้วยกระดาษ
 เป็นการสร้างหุ่นจำลองที่ใช้วัสดุราคาถูก ซึ่งใช้กระดาษคล้าย ๆ กันกระดาษของสมุดปกอ่อน นักเรียนสามารถจะขึ้นได้เองโดยแบบ
 ไม่ต้องลงทุนอะไรเลยโดยใช้ปากกาสีที่ไม่ใช่แล้วทำซ้ำมีดังต่อไปนี้

1. ตัดกระดาษตามแบบในภาพให้ได้มาก ๆ (DNA สายหนึ่งควรใช้ไม่น้อยกว่า 20 ซีน)



2. พับกระดาษตามรอยบุ๋งทั้ง 4 ตำแหน่ง ให้มีลักษณะคล้ายขั้นบันได โดยตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 3 ให้พับลง ส่วนตำแหน่งที่ 2 และตำแหน่งที่ 4 ให้พับขึ้น
3. ตัดหลอดด้ายเส้นให้เป็นท่อนยาวประมาณ ครึ่งนิ้ว 20 ท่อน
4. ร้อยกระดาษกับหลอดด้ายที่เตรียมไว้ในลำดับซ้าย ซีกขวา ยาวประมาณ 3 ฟุต โดยร้อยสลับกันไปเรื่อย ๆ จะใช้กระดาษชั้นใดก่อนหลัง หรือซ้าย ๆ ก็อย่างไรก็ได้ จนได้สาย ยาวประมาณ 2 ฟุตเศษ
5. ใช้กระดาษเชื่อมระหว่างส่วนที่พับขึ้นและพับลงของกระดาษแต่ละชิ้น โดยให้ ตำแหน่งที่ 1 ของชิ้นบน เชื่อมกับตำแหน่งที่ 2 ของชิ้นล่าง และให้ตำแหน่งที่ 2 ของชิ้นบน เชื่อมกับตำแหน่งที่ 3 ของชิ้นล่าง เป็นต้นไปเรื่อยๆ เชื่อมไปเรื่อยๆจนครบทุกคู่สาย คือเสร็จสิ้น เป็นสาย

ศัพท์ที่ได้เกี่ยวข้องกับกรณีศึกษาเกี่ยวกับระบบพันธุกรรม

gene เป็นหน่วยพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตและถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปยังอีกรุ่นหนึ่ง เช่น ยีน T, ยีน t, ยีน R, ยีน r
 gene pool เป็นยีนทั้งหมดที่มาจากบรรพบุรุษร่วมกันของประชากรชนิดเดียวกันสามารถสืบพันธุ์ได้โดยลูกหลานไม่เป็นยีน สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมียีนพูลเหมือนกันและมีจำนวนเท่ากัน
 allele คือยีนที่ประกอบหรือยีนที่อยู่กันเป็นคู่กัน เฉพาะลักษณะหนึ่งๆ เป็นยีนที่อยู่บนตำแหน่งเดียวกันของโครโมโซมที่เป็นคู่กัน เช่น T เป็นอัลลีล กับ t แต่ไม่เป็น อัลลีลกับ S หรือ s ซึ่งควบคุมลักษณะอื่น ลักษณะใดที่ถูกควบคุมด้วยอัลลีลมากกว่า ๑ คู่จะเรียกว่า multiple alleles
 dominant หมายถึง ลักษณะที่มีโอกาสปรากฏในรุ่นต่อมาเป็นสัดส่วนมากกว่า เขียนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่แทนยีนเด่น เช่น สูง ถัดมือขวา
 recessive หมายถึง ลักษณะที่มีโอกาสปรากฏในรุ่นต่อไปได้ น้อยกว่า เขียนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กแทนยีนด้อย เช่น เตี้ย ถัดมือซ้าย
 phenotype หมายถึง ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏให้เห็น เช่น ลำต้นสูงกับเตี้ย
 genotype หมายถึง แบบของยีนที่อยู่เป็นคู่ๆ ที่ควบคุมลักษณะของสิ่งมีชีวิตในร่างกาย การเขียนจีโนไทป์ เขียนได้หลายแบบ เช่น TT, Tt, tt, T/T, T/t, t/t
 homozygous เป็นสภาพของสิ่งมีชีวิตที่มียีน 2 ยีนเหมือนกันควบคุมลักษณะหนึ่ง เช่น TT = homozygous dominant gene (พันธุ์แท้เด่น) tt = homozygous recessive gene (พันธุ์แท้ด้อย)
 heterozygous เป็นสภาพของสิ่งมีชีวิตที่มียีน 2 ยีนแตกต่างกันและควบคุมลักษณะหนึ่ง เช่น Tt = heterozygous gene (พันธุ์ทาง = hybrid)
 Chromosome โครโมโซมคือโมเลกุลคือออร์แกโนลิวด์คือไอโบรดิน อยู่ในนิวเคลียสของเซลล์ ในระหว่างการแบ่งเซลล์จะมองเห็นเป็นแท่งดิสคัม ชิม ในเชิงพันธุศาสตร์โครโมโซมมีหน้าที่เก็บข้อมูลทางพันธุกรรมไว้ในลักษณะของสารยีนลำดับนิวคลีโอไทด์บนดีเอ็นเอ
 Gamete คือเซลล์สืบพันธุ์ มนุษย์มีเซลล์สืบพันธุ์สองเพศคือเพศผู้คือ sperm และเพศเมียคือ egg
 Locus หมายถึงตำแหน่งของยีนบนโครโมโซม
 Dominant Allele หมายถึงอัลลีลที่แสดงลักษณะให้ เห็นได้ทั้งในสภาพที่เป็น homozygote และ heterozygote
 Recessive Allele หมายถึงอัลลีลที่จะแสดงลักษณะให้ปรากฏได้ก็ต่อเมื่อเป็น homozygote เท่านั้น

สูตรการคำนวณ

สูตรการคำนวณ
 1 ชนิดของเซลล์สืบพันธุ์ = 2^n

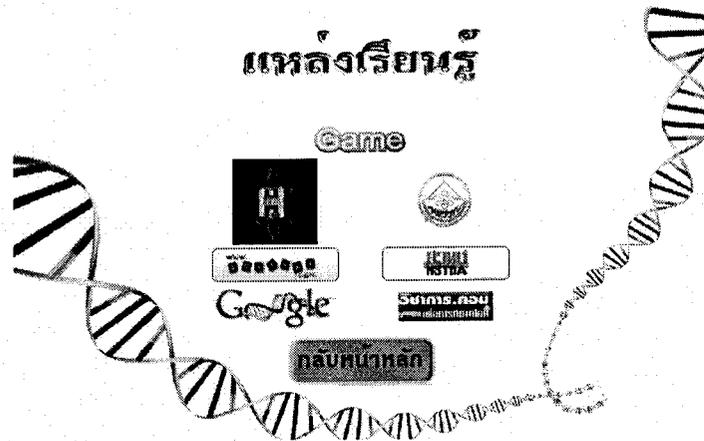
เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการจำลองโมเลกุลของ DNA

1. เฮลิคัส (helicase) - สลายพันธะไฮโดรเจน แยกเกลียวคู่ออกจากกัน โดยอาศัยพลังงานจากการสลาย ATP
2. โปรตีนที่ไปจับกับ DNA สายเดี่ยว (single strand DNA binding protein, SSB หรือ DBP)
 - จับกับ DNA สายเดี่ยวป้องกันไม่ให้กลับมารวมกัน เป็นเกลียวคู่อีก
 - ป้องกัน DNA สายเดี่ยวดังกล่าวไม่ให้ถูกย่อยโดยเอนไซม์นิวคลีเอส (nuclease)
3. DNA ไซเรส (DNA gyrase) หรือโทโปไอโซเมอเรส (topoisomerase)
 - คลายปมเหนือจุดที่ DNA สายเดี่ยวแยกตัวออกจากกัน (replication fork) โดยตัด DNA สายใดสายหนึ่งหรือทั้งสองสายแล้วจึงต่อกลับใหม่
4. ไพรมาส (primase) - สังเคราะห์ RNA เพื่อใช้เป็นไพรเมอร์ เนื่องจากเอนไซม์ที่สังเคราะห์ DNA ไม่สามารถเริ่มสังเคราะห์โดยตัวเอง
5. DNA พอลิเมอเรส (DNA polymerase) - สังเคราะห์ DNA โดยนำนิวคลีโอไทด์ใหม่เข้ามาต่อที่ปลาย 3' ของไพรเมอร์ หรือสาย DNA ในทิศทาง 5' ไปยัง 3' โดยมีเบสเป็นคู่สมกับต้นแบบ
 - Pol I - ต่อสายไพรเมอร์ยาวมากขึ้น (polymerization) คือเป็น 5' → 3' polymerase
 - ย่อยนิวคลีโอไทด์ที่อยู่ปลายออกได้ทั้ง 2 ทิศทางเรียก 3' → 5' หรือ 5' → 3' exonuclease
 - ตรวจสอบความถูกต้อง (proofreading) และ ซ่อมแซมโมเลกุลของ DNA
 - ตัดไพรเมอร์ที่เป็น RNA ออกที่ปลาย 5' เพื่อเปลี่ยนให้เป็น DNA ที่สมบูรณ์ต่อไป
 - Pol II - ยังไม่ทราบหน้าที่แน่ชัด 5' → 3' polymerase และ 3' → 5' exonuclease
 - Pol III - เอนไซม์หลักในการสังเคราะห์ DNA ต่อจากไพรเมอร์ และตัด DNA ได้ที่ปลาย 3' (3' → 5' exonuclease)
 - Pol IV - น้อยกว่า Pol I ถึง 20 เท่า แต่สังเคราะห์ DNA ได้เร็วกว่า ประมาณ 60 เท่า
6. DNA ไกลส (DNA ligase) - เชื่อมโมเลกุลของ DNA ในระหว่างการจำลองโมเลกุล การซ่อมแซมและการจัดเรียงตัวของ DNA โดยสร้างพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์

[Home](#)

[Return](#)

แหล่งเรียนรู้





กระดานข่าวกับดรอรัญญา

YimWhan Free Webboard

ค้นหา

New Topic

New Poll

เข้าสู่ระบบ Online

Page [1]2 Next>>

รูป	หัวข้อ	ผู้ทำ	เวลา	จำนวน
	ชุดเรียนใช้ฟรี	รัฐพร	10/0	24 ก.ย. 2549 13:01 น.
	ช่วยกันสอบทำาน และร่วมฟันโหดในภาคการศึวณะ	อาทิตย์ 24.6/5	6/0	23 ก.ย. 2549 19:33 น.
	ช่วยสอนได้และฟรีกับระบบ	toi_pcr	7/0	22 ก.ย. 2549 08:07 น.
	บอกต่อครับ	dm_pcr	6/0	22 ก.ย. 2549 08:55 น.
	โรคมะ	นพพร 6.5	5/0	22 ก.ย. 2549 08:47 น.
	ใครพอได้ข่าวโพส 4	ope1_pcr	11/1	29 ก.ย. 2549 10:38 น. ตอบโดย: Mhacorn
	สิ่งสำคัญอยู่ที่บริหารภาคศึวได้ไม่	นายชาญณรงค์ จอมเที่ยง	10/1	23 ก.ย. 2549 12:16 น. ตอบโดย: อดิสรุ สดุดะ
	พินิจการณ	นาย อธิศักดิ์ นพพันธ์	5/0	21 ก.ย. 2549 21:32 น.
	ขอถาม สักครั้งหนึ่งได้ไหม...	มาฆา 20 น.6/5	7/1	23 ก.ย. 2549 20:15 น. ตอบโดย: Ahtaym 24.6/5
	อยากทราบ	อุษิมา ปัญญาทอง	7/0	21 ก.ย. 2549 16:25 น.
	อยากทราบว่า	อุษิมา ปัญญาทอง	6/0	21 ก.ย. 2549 16:21 น.
	ช่วยบอกที	ศศิประภา ปะริชวงค์	4/0	21 ก.ย. 2549 16:06 น.
	สัปดาห์	กรรณิการ์ สุระชน6/6	4/0	21 ก.ย. 2549 15:49 น.
	อยากฟัง	ธัญฉภา พันธุ์สมบัติ 6/6	4/0	21 ก.ย. 2549 15:43 น.
	อยากฟังการสนทนา ระหว่าง ศึวกับ ศึวกับ ศึวกับ ศึวกับ	อินทณัฐ 6.6	4/0	21 ก.ย. 2549 15:41 น.
	test cross	มาฆา 6/5	5/0	21 ก.ย. 2549 15:41 น.
	สงสัย	ภรณ์กัญญ์ กัษณ6.6	8/1	27 ก.ย. 2549 09:30 น. ตอบโดย: nana2000
	ถามถึงปฏิกิริยา	ณัฐชา 6/5 และที่ 28	4/0	21 ก.ย. 2549 15:36 น.
	4/0	21 ก.ย. 2549 15:36 น.



กระดานข่าวกับดรอรัญญา

หมวดเรียนออนไลน์ (ทั้งหมดรวมไป 1)

แสดงความคิดเห็น

Topic : ตรวจสอบรายชื่ 6/6

Delete

Page 1

โพสเมื่อ : 18 ก.ย. 2549 01:29 น.



ningdarn

ขอรับ น.6/6



1	นายชาญณรงค์ จอมเที่ยง	งานชิ้นที่ 3 ข้อ 1 ทำใหม่
2	นายวิวิน ทานง	ชิ้น 1-2 ส่งใหม่ ใช้คอมพิวของ งานชิ้นที่ 3 ทำใหม่
3	นายณัฐพล รัฐจักร	งานชิ้นที่ 2 ทำการใหม่ งานชิ้นที่ 3 ทำใหม่
4	นายอนนต์ ไชยภรณ์	งานชิ้นที่ 1, 2 ไม่ส่ง งานชิ้นที่ 3 ข้อ 1 ทำใหม่
5	นายวิรัช สุใจ	ไม่ส่งทุกชิ้น
6	นายภูวดล ใจสำปาง	งานชิ้นที่ 1, 2 ไม่ส่ง งานชิ้นที่ 3 ทำใหม่
7	นายสุรชัย มุลมว	งานชิ้นที่ 1, 2 ไม่ส่ง งานชิ้นที่ 3 ทำใหม่
8	นายทีชณัฐ จีสินโชติ	งานชิ้นที่ 1, 2 ไม่ส่ง งานชิ้นที่ 3 ทำใหม่

ภาคผนวก ก

1. คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนจากการทดลองแบบเดี่ยว
2. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายจากการทดลองแบบเดี่ยว
3. คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนจากการทดลองแบบกลุ่ม
4. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายจากการทดลองแบบกลุ่ม
5. คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง
6. คะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

1. คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน
จากการทดลองแบบเดี่ยว

ลำดับที่	คะแนนระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 40)	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40)
1	30	31
2	33	32
3	34	35
รวม	97	98
เฉลี่ย	32.33	32.66

2. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายจากการทดลองแบบเดี่ยว

จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม ระหว่างเรียน	ค่าเฉลี่ยคะแนน ระหว่างเรียน	E_1	คะแนนเต็ม หลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคะแนน หลังเรียน	E_2	E_1/E_2
3	40	32.33	80.83	40	32.66	81.66	80.83/81.66

3. คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน
จากการทดลองแบบกลุ่ม

ลำดับที่	คะแนนระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 40)	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40)
1	30	34
2	33	35
3	33	32
4	34	31
5	32	33
6	32	31
7	30	34
8	34	34
9	30	32

ลำดับที่	คะแนนระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 40)	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40)
รวม	288	296
เฉลี่ย	32.0	32.88

4. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายจากการทดลองแบบกลุ่ม

จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม ระหว่างเรียน	ค่าเฉลี่ยคะแนน ระหว่างเรียน	E_1	คะแนนเต็ม หลังเรียน	ค่าเฉลี่ยคะแนน หลังเรียน	E_2	E_1/E_2
9	40	32.00	80.00	40	32.88	82.22	80.00/82.22

5. คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับที่	คะแนนระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 40)	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40)
1	32	33
2	33	33
3	32	32
4	31	32
5	33	33
6	32	32
7	33	34
8	31	32
9	34	34
10	31	32
11	31	31
12	30	31
13	32	32
14	32	33
15	33	33

ลำดับที่	คะแนนระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 40)	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40)
16	34	34
17	32	33
18	32	33
19	35	36
20	34	34
21	30	31
22	31	32
23	33	33
24	33	34
25	30	32
26	34	34
27	32	33
28	32	33
29	30	32
30	30	32
31	32	32
32	33	34
33	30	32
34	32	32
35	31	32
36	32	33
37	34	34
38	33	34
39	33	34
40	30	32
รวม	1,282	1,312
เฉลี่ย	32.05	32.80

หมายเหตุ ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายจากการทดลองกับ
กลุ่มตัวอย่างปรากฏในบทที่ 4

6. คะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	10	33
2	14	33
3	17	32
4	15	32
5	10	33
6	14	32
7	13	34
8	10	32
9	14	34
10	17	32
11	11	31
12	12	31
13	12	32
14	15	33
15	12	33
16	9	34
17	15	33
18	18	33
19	17	36
20	14	34
21	13	31
22	22	32
23	15	33
24	14	34
25	14	32
26	16	34
27	15	33

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
28	12	33
29	9	32
30	10	32
31	16	32
32	15	34
33	15	32
34	16	32
35	12	32
36	13	33
37	10	34
38	18	34
39	14	34
40	9	32
รวม	547	1,312
เฉลี่ย	13.68	32.80

ภาคผนวก ง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC)
3. การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อหาดัชนีค่าความยากง่าย ดัชนีค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบ เรื่อง พันธุกรรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท(X) ลงในช่อง ก. ข. ค. หรือ ง. ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวถึงยีนไม่ถูกต้อง

- ก. มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซม
- ข. ลักษณะของยีนถูกกระทำให้เกิดการแปรผันได้
- ค. การแสดงแต่ละลักษณะของสิ่งมีชีวิตมักถูกควบคุมโดยยีนอย่างน้อย 2 อัลลีล
- ง. แต่ละลักษณะของสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมด้วยยีนเพียงยีนเดียวเท่านั้น

2. ลักษณะของโครโมโซมที่เป็นโฮโมโลกัสมีลักษณะอย่างไร

- ก. คู่ของยีนที่ต่างกันเข้าคู่กัน
- ข. คู่ของยีนที่เหมือนกันเข้าคู่กัน
- ค. ลักษณะที่ปรากฏออกมาในรุ่นแรกเท่านั้น
- ง. โครโมโซมที่เป็นคู่กันมีขนาดและรูปร่างภายนอกเหมือนกัน

3. sex chromosome มีบทบาทต่อมนุษย์ในด้านใด

- ก. การกำหนดกลิ่นเนื้อของมนุษย์
- ข. การกำหนดเซลล์ร่างกายมนุษย์
- ค. การกำหนดเพศของมนุษย์
- ง. การกำหนดลักษณะนิสัยของมนุษย์

4. กลุ่มอาการครีดูชาต์เป็นโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม ความผิดปกติที่เกิดกับโครโมโซมเป็นแบบใด

- ก. โครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 แท่ง
- ข. โครโมโซมคู่ที่ 5 ขาดหายไป
- ค. โครโมโซม X มีเพียงโครโมโซมเดียว
- ง. โครโมโซม X เกินกว่าปกติ

5. ผู้ป่วยที่มีลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เป็นแบบ 23 X , 22 Y ทำให้เกิดความผิดปกติของกลุ่มอาการใด

- ก. เทอร์เนอร์ เพศหญิง
- ข. ไคลเฟลเตอร์ เพศชาย
- ค. ครีดูชาติ เพศชาย
- ง. ดาวน์ซินโดรม เพศชาย

6. ข้อใดเป็นจริงเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรม

- ก. ลักษณะพันธุกรรมทุกลักษณะจะต้องมองเห็นได้ทันที
- ข. บางลักษณะจะถ่ายทอดต่อไปไม่ได้
- ค. ทุกลักษณะจะต้องถ่ายทอดไปได้
- ง. บางลักษณะเกิดจากการฝักฝืนภายหลัง

7. ลักษณะความแปรผันทางพันธุกรรมที่ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่เป็นประโยชน์แก่สิ่งมีชีวิตกลุ่มใด

- ก. สิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
- ข. สิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
- ค. สิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบสลับ
- ง. สิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบทั้งอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ

8. ข้อใดเป็นความแปรผันแบบต่อเนื่อง

- ก. การห่อลิ้น
- ข. ส่วนสูง
- ค. ลักยิ้ม
- ง. ขวัญเวียนซ้ายขวัญเวียนขวา

9. ลักษณะตามข้อใดที่ไม่ขึ้น อยู่กับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

- ก. สีตา
- ข. สติปัญญา
- ค. น้ำหนัก
- ง. ส่วนสูง

10. สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อลักษณะทางพันธุกรรมบางอย่างข้อใดเป็นอิทธิพลจาก สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการถนัดขวาหรือถนัดซ้าย

- ก. ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมภายในอย่างเดียวไม่ได้
- ข. ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกอย่างเดียวไม่ได้
- ค. ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกก็ได้
- ง. ไม่เกี่ยวกับอิทธิพลสิ่งแวดล้อมใดๆ เลย

11. ข้อใดเป็นของถั่วลิ้นเตาที่เหมาะสมในการใช้เป็นหน่วยทดลองทางพันธุศาสตร์

- ก. ลักษณะที่เกิดการผสมต่างดอก
- ข. ลักษณะของต้นถั่วที่สามารถผสมได้ในดอกเดียว
- ค. ลักษณะปลูกง่าย
- ง. ลักษณะพันธุ์ดก

12. ถั่วลิ้นเตาที่เมนเดลได้ทำการทดลองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่าอย่างไร

- ก. *Garden pea*
- ข. *Pisum sativum*
- ค. Green nut
- ง. Coconut

13. จากการผสมต้นถั่วพันธุ์สูงที่เป็นลักษณะเด่นกับถั่วพันธุ์เตี้ยที่เป็นลักษณะด้อยของเมนเดลปรากฏว่า ลูกที่ได้ออกมามีลักษณะสูงทั้งหมด แสดงว่า ถั่วพ่อแม่มี genotype เป็นแบบใด

- ก. $tt \times tt$
- ข. $Tt \times tt$
- ค. $Tt \times Tt$
- ง. $TT \times tt$

14. ในการผสมพันธุ์แมวพบว่า รุ่น F_1 มีขนสีดำพันธุ์ทาง แสดงว่าแมวรุ่นพ่อแม่ น่าจะมีจีโนไทป์แบบใด

- ก. $Bb \times Bb$
- ข. $BB \times bb$
- ค. $Bb \times BB$
- ง. $BB \times BB$

15. ถ้านำสิ่งมีชีวิตที่มีจีโนไทป์ Aa มาผสมกัน โดยลักษณะ A เป็นลักษณะเด่น a เป็นลักษณะด้อย ลูกที่ได้ทั้งหมดจะมีลักษณะอย่างไร

ก. ลูกทั้งหมดเป็นลักษณะเด่น : ลักษณะด้อย 50 : 50 หรือ 1:1

ข. เป็นลักษณะเด่น 75% ของลูกทั้งหมด

ค. ลูกทั้งหมดเป็นลักษณะเด่น

ง. ลูกทั้งหมดเป็นลักษณะด้อย

16. S แทน ลักษณะขนสั้น B แทนลักษณะสีดำ ถ้า SsBb X SSBB จะได้ลูกที่มีลักษณะอย่างไร

ก. ลูกขนสั้น สีดำทั้งหมด

ข. ลูกบางตัวขนสั้น ไม่มีสีดำ

ค. ลูกขนยาวและไม่มีสีดำ

ง. ลูกขนยาวมีสีดำทั้งหมด

17. ในการผสม dihybrid ของ Mendel ถ้านำลูกรุ่น F₁ มาผสมกันเองจะได้ลูกรุ่น F₂ ที่มีอัตราส่วนอย่างไร

ก. 3 : 1

ข. 9 : 3 : 3 : 1

ค. 9 : 3 : 3 : 3

ง. 3 : 3 : 9 : 1

18. การผสมถั่วเมล็ดเรียบสีเหลืองพันธุ์แท้กับเมล็ดขรุขระสีเขียวพันธุ์แท้ (สีเหลืองและเมล็ดเรียบเป็น dominant) ได้ลูกรุ่น F₁ มี phenotype เป็นแบบใด

ก. เมล็ดเรียบสีเขียว

ข. เมล็ดเรียบสีเหลือง

ค. เมล็ดขรุขระสีเหลือง

ง. เมล็ดขรุขระสีเขียว

19. การผสมต้นไม้ดอกสีแดงกับต้นไม้ดอกสีขาว เป็นแบบ incomplete dominant จะแสดงให้เห็นว่าลูกมีลักษณะ phenotype เป็นแบบใด

ก. เป็นสีแดงทั้งหมด

ข. เป็นสีขาวทั้งหมด

ค. เป็นทั้งสีแดงและสีขาว

ง. เป็นสีชมพูทั้งหมด

20. การผสมพันธุ์ของชนิดระหว่างหนูสีดำและหนูสีขาว ปรากฏว่าลูกที่ได้เป็นสีดำทั้งหมดแสดงว่าเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแบบใด

- ก. ยีนสีดำและยีนสีขาวเป็น co-dominant
- ข. ยีนสีดำและยีนสีขาวเป็น complete dominant
- ค. ยีนสีดำและยีนสีขาวเป็น incomplete dominant
- ง. ยีนสีดำและยีนสีขาวเป็น over-dominant

21. จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมในแบคทีเรียทำให้ใช้เป็น หลักฐานในการสนับสนุน DNA อย่างไร

- ก. DNA เป็นสารพันธุกรรม
- ข. DNA มีอยู่ในแบคทีเรีย
- ค. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วย RNA อย่างเดียว
- ง. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วย DNA และ RNA

22. การที่สาย DNA เป็นเส้นคู่ยึดกันอยู่ได้เพราะเหตุใด

- ก. มี hydrogen bond ของหมู่ฟอสเฟตเกาะกันอยู่
- ข. มี hydrogen bond ของเบสในแต่ละสายเกาะกันอยู่
- ค. มี hydrogen bond ของ pentose sugar เกาะกันอยู่
- ง. มี hydrogen bond ของหมู่ฟอสเฟตและหมู่เบสในแต่ละสายของ DNA เกาะกันอยู่

23. DNA ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายบันไดเวียน การจับคู่กันของเบสในสายโมเลกุลของ DNA เปรียบได้กับส่วนใด

- ก. ราวบันได
- ข. ขั้นบันได
- ค. หัวบันได
- ง. ฐานบันได

24. DNA ประกอบด้วยเบสกลุ่มใด

- ก. thymine , adenine
- ข. thymine , adenine , guanine
- ค. thymine , adenine , guanine , uracil
- ง. thymine , adenine , guanine , cytosine

25. replication คือกระบวนการใด
- การสังเคราะห์โปรตีน
 - การถอดรหัสพันธุกรรม
 - การทำงานของไรโบโซม
 - การจำลองตัวเองของ DNA
26. เพราะเหตุใด DNA จึงเหมาะสมที่จะเป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต
- สามารถจำลองตัวเองได้
 - แสดงลักษณะทางพันธุกรรมได้ทุกรุ่นทุกลักษณะ
 - ไม่สามารถจำลองตัวเองได้
 - จำลองตัวเองแล้วมีลักษณะทางพันธุกรรมใหม่ไม่เหมือนเดิมเลย
27. RNA ประกอบด้วยเบสกลุ่มใด
- adenine , thymine
 - adenine , thymine , guanine
 - adenine , thymine , guanine , cytosine
 - adenine , guanine, cytosine , uracil
28. การสังเคราะห์ tRNA เกิดขึ้นใน organelles ใด
- นิวเคลียส
 - ไมโทคอนเดรีย
 - ไรโบโซม
 - เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม
29. tRNA เป็น RNA ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่อย่างไร
- จำลองตัวเอง
 - ถอดข้อความจาก DNA
 - นำกรดอะมิโนที่เข้าคู่กับรหัสบน mRNA มาสร้างโปรตีน
 - เป็น RNA ที่มีไรโบโซมมาเกาะที่ mRNA
30. RNA ชนิดใดที่มีจำนวนหน่วยนิวคลีโอไทด์น้อยที่สุด
- rRNA
 - mRNA
 - tRNA
 - oRNA

31. UUU เป็นรหัสที่มีความสำคัญอย่างไรในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
- เป็นรหัสเริ่มต้นการสังเคราะห์โปรตีน
 - เป็นรหัสที่ค้นพบครั้งแรกและช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน
 - เป็นรหัสสิ้นสุดการสังเคราะห์โปรตีน
 - เป็นรหัสที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนเลย
32. รหัสพันธุกรรมใดเป็นรหัสเริ่มต้นการสังเคราะห์โปรตีน
- AUA
 - AUG
 - UUU
 - UAA
33. ลำดับเบสของ DNA เส้นหนึ่งเป็นดังนี้ 3' TAA AAG TAC TTG TTT ATT ATC 5' เมื่อมีการสังเคราะห์โปรตีน กรดอะมิโนที่ควบคุมโดย DNA เส้นนี้มีจำนวนเท่าใด
- 4
 - 5
 - 6
 - 7
34. ตามทฤษฎีของรหัสพันธุกรรม (genetic code) ถ้าหากว่ายีนหนึ่งมีจำนวนของนิวคลีโอไทป์ 5,400 คู่ จะมีรหัสอยู่เท่ากับเท่าไร
- 900
 - 1,800
 - 5,400
 - 3,600
35. การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นที่ organelles ใด
- nucleolus
 - Golgi apparatus
 - Mitochondria
 - ribosome

36. การเรียกชื่อ nucleotide เรียกตามชื่อของหน่วยย่อยใด

- ก. pentose sugar
- ข. nitrogenous base
- ค. phosphate group
- ง. ribose

37. กลุ่มเบส UCA ของ tRNA จะทำหน้าที่ประกอภกับกลุ่มเบสใดใน mRNA

- ก. TCA
- ข. AUU
- ค. GAC
- ง. AGU

38. translation คือกระบวนการใด

- ก. การจำลองตัวเอง
- ข. การถอดรหัส
- ค. การแปลรหัส
- ง. การคัดลอกรหัส

39. ข้อใดเรียงลำดับถูกต้อง ในเรื่องขนาด ชนิด ในโมเลกุลกรดนิวคลีอิก

- ก. DNA > tRNA > mRNA
- ข. DNA > mRNA > tRNA
- ค. DNA > mRNA = tRNA
- ง. mRNA > DNA > tRNA

40. กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนในขั้นตอนการแปลรหัสข้อใดถูกต้อง

- ก. tRNA เคลื่อนที่ไปบนสายของ mRNA
- ข. mRNA เคลื่อนที่ไปตามลำดับเบสบน ribosome
- ค. tRNA เคลื่อนที่ไปตามลำดับเบสบน ribosome
- ง. Ribosome เคลื่อนที่ไปตามลำดับเบสบน mRNA

.....

2. การวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC)

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)			R	IOC
	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
	1	2	3		
1	1	1	1	3	1.00
2	1	1	1	3	1.00
3	1	1	1	3	1.00
4	1	1	1	3	1.00
5	1	1	1	3	1.00
6	1	1	1	3	1.00
7	1	1	1	3	1.00
8	1	1	1	3	1.00
9	1	1	1	3	1.00
10	1	1	0	2	0.67
11	1	1	1	3	1.00
12	1	1	1	3	1.00
13	1	1	1	3	1.00
14	1	1	1	3	1.00
15	1	1	1	3	1.00
16	1	1	1	3	1.00
17	1	1	1	3	1.00
18	1	1	1	3	1.00
19	1	1	1	3	1.00
20	1	1	1	3	1.00
21	1	1	1	3	1.00
22	1	1	1	3	1.00
23	1	1	1	3	1.00
24	1	1	1	3	1.00

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง(IOC)			R	IOC
	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
	1	2	3		
25	1	1	1	3	1.00
26	1	1	1	3	1.00
27	1	1	1	3	1.00
28	1	1	1	3	1.00
29	1	1	1	3	1.00
30	1	1	1	3	1.00
31	1	1	1	3	1.00
32	1	1	1	3	1.00
33	1	1	1	3	1.00
34	1	1	1	3	1.00
35	1	1	1	3	1.00
36	1	1	1	3	1.00
37	1	1	1	3	1.00
38	1	1	0	2	0.67
39	1	1	1	3	1.00
40	1	1	1	3	1.00

3. การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อหาดัชนีค่าความยากง่าย ดัชนีค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง

ข้อที่	ดัชนีค่า	ดัชนีค่า	ผลการวิเคราะห์	
	ความยากง่าย(p)	อำนาจจำแนก (r)	p	r
1	0.80	0.27	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
2	0.28	0.45	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
3	0.35	0.73	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
4	0.28	0.45	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
5	0.63	0.55	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
6	0.28	0.64	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
7	0.38	0.64	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
8	0.43	0.36	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
9	0.55	0.45	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
10	0.38	0.36	ค่อนข้างยาก	จำแนกดี
11	0.63	0.45	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
12	0.65	0.27	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
13	0.45	0.73	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
14	0.40	0.45	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
15	0.78	0.27	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
16	0.68	0.73	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
17	0.35	0.73	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
18	0.73	0.36	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
19	0.63	0.27	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
20	0.45	0.36	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
21	0.53	0.45	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
22	0.73	0.27	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
23	0.48	0.55	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
24	0.80	0.27	ง่ายมาก	จำแนกพอใช้
25	0.35	0.73	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก

ข้อที่	ดัชนีค่า		ผลการวิเคราะห์	
	ความยากง่าย(p)	อำนาจจำแนก (r)	p	r
26	0.48	0.55	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
27	0.48	0.55	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
28	0.28	0.45	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
29	0.63	0.55	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
30	0.28	0.64	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
31	0.38	0.64	ค่อนข้างยาก	จำแนกดีมาก
32	0.43	0.36	ยากพอเหมาะ	จำแนกดี
33	0.55	0.45	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
34	0.38	0.36	ค่อนข้างยาก	จำแนกดี
35	0.63	0.45	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
36	0.65	0.27	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
37	0.45	0.73	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
38	0.40	0.45	ยากพอเหมาะ	จำแนกดีมาก
39	0.78	0.27	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
40	0.68	0.73	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก

ค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

ภาคผนวก จ

1. แบบประเมินชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยี
2. แบบประเมินชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
3. แบบประเมินชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัด
และประเมินผล

1. แบบประเมินชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยี

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางทางขวามือให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ข้อเสนอแนะ
ส่วนนำ				
1. ได้รับความสนใจในรูปแบบที่เหมาะสม				
2. วิธีการบอกวัตถุประสงค์น่าสนใจ				
3. ให้ข้อมูลและคำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้				
4. ความง่ายและน่าสนใจในการใช้ชุดการเรียนรู้				
ส่วนการนำเสนอ				
1. รูปแบบการนำเสนอ				
1.1 ความเหมาะสมในการใช้ภาพ เสียง และ/หรือ กราฟิกประกอบ				
1.2 ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร				
1.3 ความเหมาะสมของการใช้สีในการออกแบบจอภาพ				
1.4 คุณภาพของภาพ กราฟิก เสียง				
1.5 การออกแบบหน้าจอโดยรวม				
1.6 เทคนิคการนำเสนอทำให้เห็นความต่อเนื่องของเนื้อหา				
1.7 เทคนิควิธีในการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและติดตามบทเรียน				
1.8 การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมทิศทางและความช้า/เร็วในการเรียน				
1.9 การให้ความช่วยเหลือหรือ แนะนำเมื่อผู้เรียนต้องการ				
1.10 มีการสรุปความคิด / เนื้อหา				

1.11 ใช้ภาษาที่สั้น กระชับ และเหมาะสมกับระดับผู้เรียน				
1.12 ปริมาณของข้อมูลนำเสนอของแต่ละหน้าจอ โดยภาพรวม				
ปฏิสัมพันธ์และการให้ผลย้อนกลับ				
1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียน				
2. ความหลากหลายและความเหมาะสมของรูปแบบของปฏิสัมพันธ์				
3. ความเหมาะสมและความถูกต้องตามหลักการของการให้ผลย้อนกลับ				
4. การถามคำถามที่กะทัดรัด ชัดเจน				
การประเมินผล				
1. มีการประเมินผลเป็นระยะๆ เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียน				
2. มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์				
3. ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง				

2. แบบประเมินชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมในข้อเสนอแนะตามที่ท่านต้องการ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น			
	เห็นด้วย	ไม่เห็นใจ	ไม่เห็นด้วย	ข้อเสนอแนะ
เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง				
1. ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์				
2. การนำเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน				
3. ความถูกต้องของเนื้อหา				
4. ความถูกต้องของลำดับเนื้อหา				
5. ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน				
6. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา				
7. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน				
8. ความเหมาะสมของเนื้อหาใน 1 หน้าจอ				
9. ความเหมาะสมของแบบทดสอบท้ายเนื้อหา				
รูปภาพและภาษา				
1. รูปภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา				
2. ภาษาที่ใช้				
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน				
1. แบบทดสอบก่อนเรียนมีความเหมาะสม				
2. แบบทดสอบหลังเรียนมีความเหมาะสม				

3. แบบประเมินชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านและแสดงความเห็นเพิ่มเติมในข้อเสนอแนะตามที่ท่านต้องการ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น			
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ข้อเสนอแนะ
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน				
1. ความถูกต้องของหลักการออกข้อสอบ				
2. ความถูกต้องของการใช้คำสถิติต่างๆ				
3. ความเหมาะสมของข้อสอบกับระดับผู้เรียน				
4. ความเหมาะสมของการแสดงผลการสอบ				
5. ความเหมาะสมของการจัดเรียงลำดับความยากง่ายของข้อสอบ				
6. ความถูกต้องของการใช้ภาษา				
7. ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบ				
8. ความเหมาะสมของแบบทดสอบก่อนเรียน				
9. ความเหมาะสมของแบบทดสอบหลังเรียน				
แบบสอบถามความคิดเห็น				
1. ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับผู้เรียน				
2. ใช้คำถามไปในแนวทางเดียวกัน				
3. ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้เหมาะสม				
4. ใช้ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา				
5. จำนวนข้อของความคิดเห็นมีความเหมาะสม				

ภาคผนวก ฉ

**แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้
ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง พันธุกรรม**

**แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดการเรียน
ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายเรื่องพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อต่อไปนี้อย่างละเอียดแล้วพิจารณาว่าท่านมีความคิดเห็นเกี่ยวกับ
คำถามต่อไปนี้ มากน้อยเพียงใด และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับ
ความคิดเห็นของท่าน

ความหมายของระดับความคิดเห็น

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาไม่ยากหรือง่ายเกินไป					
2. ภาษาที่ใช้ อ่านแล้วเข้าใจง่าย					
3. ความยาวของเนื้อหาแต่ละหน่วยเหมาะสม					
4. การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยๆ ทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้น					
5. ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร มีความชัดเจน					
6. ภาพและกราฟประกอบช่วยให้เข้าใจมากขึ้น					
7. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา มีความต่อเนื่อง					
8. การออกแบบหน้าจอสวยงามและเหมาะสม					
9. การใช้สีในการออกแบบจอภาพมีความเหมาะสม					
10. การนำเสนอช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและติดตามบทเรียน					
11. มีอิสระในการเรียนมากขึ้น					
12. สามารถทบทวนเนื้อหาได้จนเข้าใจ					
13. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน					
14. มีการประเมินแบบฝึกปฏิบัติเป็นระยะๆ และให้คำชี้แนะที่เหมาะสม					
15. แบบทดสอบใช้ภาษาที่ชัดเจนเข้าใจง่าย					
16. การให้ผลย้อนกลับมีความหลากหลายและเหมาะสม					