

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้



เรื่อง

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

วิชาชีววิทยาพื้นฐาน

รหัสวิชา ว 31103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เล่มที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม

นางนงคณัฐ พันธุ์พีช

ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

โรงเรียนทุ่งฟ้าวิทยาคม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 38

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ





ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และความหลากหลายทางชีวภาพ วิชา ชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว31103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนตามกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งถือว่าเป็นไปตามแนวทางการจัดการศึกษาของชาติที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องต่อพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และชัดเจนยิ่งขึ้น มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจศึกษาที่จะนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน และใช้เป็นนวัตกรรมทางการศึกษา

นงศ์นุช พันธุ์พีช



เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู	ค
คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน	ง
แผนผังขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	จ
สาระ มาตรฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	ฉ
แบบทดสอบก่อนเรียน	1
บัตรกระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน	4
บัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	5
บัตรพลังคิดที่ 1 เรื่อง มหัศจรรย์พันธุกรรม	6
บัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของฉัน	7
บัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม	9
บัตรคำถามที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม	12
บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความแปรผันทางพันธุกรรม	13
บัตรเนื้อหาที่ 2 เรื่อง ความแปรผันทางพันธุกรรม	16
บัตรคำถามที่ 2 เรื่อง ความแปรผันทางพันธุกรรม	19
บัตรเนื้อหาที่ 3 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม	20
บัตรคำถามที่ 3 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม	24
บัตรเกมที่ 1 เรื่อง ตามหาครอบครัวของเรา	25
แบบทดสอบหลังเรียน	27
บัตรกระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน	30
บัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	31
บัตรเฉลยพลังคิดที่ 1 เรื่อง มหัศจรรย์พันธุกรรม	32
บัตรเฉลยกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมของฉัน	33
บัตรเฉลยคำถามที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม	35
บัตรเฉลยกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความแปรผันทางพันธุกรรม	36
บัตรเฉลยคำถามที่ 2 เรื่อง ความแปรผันทางพันธุกรรม	39
บัตรเฉลยคำถามที่ 3 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม	40
บัตรเฉลยเกมที่ 1 เรื่อง ตามหาครอบครัวของเรา	41
ภาคผนวก	43
บรรณานุกรม	49



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และความหลากหลายทางชีวภาพ วิชา ชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว31103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 8 เล่ม ดังนี้

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 2 เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 3 เรื่อง การแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 4 เรื่อง โครโมโซมกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 5 เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 6 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 7 เรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพ
- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 8 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม

ใช้เวลาในการศึกษา 2 ชั่วโมง ครูควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. ครูต้องศึกษาเนื้อหาที่จะสอนและศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจก่อนโดยละเอียด
2. ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์และห้องเรียนให้เอื้อต่อการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้
 - 2.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน
 - 2.2 วัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้
3. ครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวปฏิบัติในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้
4. ครูใช้กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ตามขั้นตอนดังนี้
 - 4.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
 - 4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
 - 4.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
 - 4.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
 - 4.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)
5. ครูมีบทบาทหน้าที่ให้คำแนะนำและเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นย้ำให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนด้วยความตั้งใจ มีความซื่อสัตย์ มีวินัย และมีความรับผิดชอบ จึงจะทำให้การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เกิดประโยชน์สูงสุด



ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ วิชา ชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว31103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดนี้ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนที่นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนศึกษาตามคำแนะนำและปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอน จะทำให้ได้รับความรู้อย่างครบถ้วน

ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดนี้เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม ใช้เวลาในการศึกษา 2 ชั่วโมง นักเรียนควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนและแผนผังขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อเป็นการวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียน แล้วตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ศึกษาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ลงมือศึกษาและปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้จากบัตรพลังคิด บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา บัตรคำถาม และบัตรเกม และเมื่อปฏิบัติตามกิจกรรมต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วให้ตรวจสอบคำตอบได้จากบัตรเฉลยพลังคิด บัตรเฉลยกิจกรรม บัตรเฉลยคำถาม และบัตรเฉลยเกม
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเป็นการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ แล้วตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
6. หากมีข้อสงสัยให้ขอคำอธิบายหรือปรึกษาครูผู้สอนเพื่อร่วมกันสรุปข้อสงสัยนั้น



ศึกษาคำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน

ทดสอบก่อนเรียน

ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

- บัตรพลังคิด
- บัตรกิจกรรม
- บัตรเนื้อหา
- บัตรคำถาม
- บัตรเกม

ทดสอบหลังเรียน

ไม่ผ่านเกณฑ์

ผ่านเกณฑ์

ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มต่อไป





สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว1.2 ม.4-6/1 อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

ว1.2 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยี ชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว1.2 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ว1.2 ม.4-6/4 อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติ ต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge : K)

1. อธิบายรูปร่างลักษณะของโครโมโซม
2. บอกความแตกต่างระหว่างจำนวนโครโมโซมของเซลล์ร่างกายกับเซลล์สืบพันธุ์ของคน

ด้านทักษะกระบวนการ (Process : P)

สังเกตรูปร่างลักษณะของโครโมโซมแล้วนำมาจัดเรียงในแผนภาพโครโมโซมของมนุษย์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

1. ความสนใจใฝ่รู้
2. ความรับผิดชอบมุ่งมั่นและอดทน
3. ความมีเหตุผล
4. ความมีระเบียบวินัย
5. ความซื่อสัตย์
6. การแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็น



ลักษณะทางพันธุกรรม

คำชี้แจง แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน เวลาสอบ 10 นาที
คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ลักษณะทางพันธุกรรมหมายถึงอะไร

- ก. บรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิต
- ข. ความคล้ายคลึงกันของสิ่งมีชีวิต
- ค. ลักษณะต่าง ๆ ที่ถ่ายทอดได้ของสิ่งมีชีวิต
- ง. ลักษณะต่าง ๆ ที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังลูกหลาน

2. ข้อใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน

- ก. สิ่งแวดล้อม
- ข. การกินอาหาร
- ค. พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม
- ง. ลักษณะเด่นของพ่อและแม่

3. โจ้และจ๋าเป็นฝาแฝดเหมือน ป้าขจ๋าไปเลี้ยงที่ประเทศอังกฤษ จนกระทั่งอายุ 20 ปี ทั้งสองได้กลับมาพบกันอีกครั้ง ปรากฏว่าทั้งสองมีความสูงต่างกัน 2 เซนติเมตร การแสดงออกของความสูงเนื่องมาจากอะไร

- ก. สภาพแวดล้อมเพียงอย่างเดียว
- ข. พันธุกรรมมีอิทธิพลเท่ากับสิ่งแวดล้อม
- ค. สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมากกว่าพันธุกรรม
- ง. พันธุกรรมมีอิทธิพลมากกว่าสิ่งแวดล้อม

4. ลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง

- ก. การมีหนังตาชั้นเดียว การมีลักยิ้ม
- ข. ความสูงของคน ปริมาณการให้น้ำนมวัว
- ค. การเวียนของขั้วญบนศีรษะ การมีผิวเผือก
- ง. หมู่เลือด ABO ความสามารถในการท้อลัน

5. ข้อใดอธิบายการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ถูกต้องที่สุด

- ก. พ่อเป็นหมอ ลูกก็ต้องเป็นหมอ
- ข. แม่เป็นมนุษย์ คลอดลูกเป็นหอยสังข์
- ค. พ่อมีลิ้นห่อได้ ลูกอาจมีลิ้นห่อได้
- ง. แม่ถูกผ่าตัดให้จุมูกโด่ง ลูกผู้หญิงที่เกิดมาก็จะมีจุมูกโด่ง

6. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความแปรผันทางพันธุกรรม

- ก. ฟีน้องที่เป็นฝาแฝดไม่มีความแปรผันทางพันธุกรรม
- ข. พืชชนิดเดียวกันนำไปปลูกในสภาพดินต่างกันย่อมมีความแปรผันทางพันธุกรรม
- ค. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความแปรผันทางพันธุกรรมน้อยกว่าสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน
- ง. ฟีน้องที่เกิดจากพ่อแม่เดียวกันมีความแปรผันทางพันธุกรรมเช่นเดียวกับฝาแฝดเทียม

7. ฝาแฝดที่เกิดจากไข่ 2 ใบ จะมีลักษณะอย่างไร

- ก. มีเพศต่างกันและมีลักษณะทางพันธุกรรมต่างกัน
- ข. มีเพศเดียวกันและมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน
- ค. มีเพศเดียวกันหรือต่างเพศก็ได้และมีลักษณะทางพันธุกรรมต่างกัน
- ง. มีเพศเดียวกันหรือต่างเพศก็ได้และมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน

8. “นายวิชัย สังเกตว่าตนเองมีความสามารถในการเขียนหนังสือด้วยมือข้างซ้ายได้ดีมากกว่ามือขวา และเขาสังเกตอีกว่า คุณพ่อและคุณย่าของเขายังถนัดมือข้างซ้ายอีกด้วย” จากข้อความนี้จะสรุปได้อย่างไรจึงจะถูกต้องที่สุด

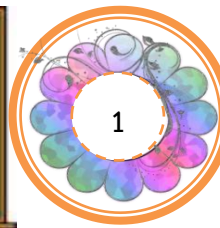
- ก. การถนัดมือซ้ายเป็นโรคทางพันธุกรรมอย่างหนึ่ง
- ข. วิชัยมีความสามารถในการใช้มือซ้ายได้ดีกว่าคนอื่น
- ค. คุณแม่ของวิชัยไม่ถนัดมือซ้ายด้วย ดังนั้นการถนัดมือซ้ายจึงไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม
- ง. การถนัดมือซ้ายเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษไปสู่รุ่นลูกและหลานได้

9. จากตารางด้านล่างข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่อง

ข้อ	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง
ก.	สามารถจัดจำแนกเป็นกลุ่มได้ง่าย	สามารถจัดจำแนกเป็นกลุ่มได้ยาก
ข.	มีความแตกต่างกันในหมู่ประชากรชัดเจน	มีความแตกต่างกันในหมู่ประชากรไม่ชัดเจน
ค.	สิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออก	สิ่งแวดล้อมไม่มีผลต่อการแสดงออก
ง.	เป็นลักษณะเชิงคุณภาพ	เป็นลักษณะเชิงปริมาณ

10. ข้อใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่องทั้งหมด

- ก. การมีหนังตาสองชั้น หมู่เลือด ABO การมีลักยิ้ม
- ข. ความสูง การกระดกนิ้วหัวแม่มือ สติปัญญา
- ค. การเวียนของขั้วยูนศิริระ น้ำหนักตัว การห่อลิ้นได้
- ง. ปริมาณการให้น้ำนมวัว การมีเชิงผมที่หน้าผากแหลม สีผิว



ลักษณะทางพันธุกรรม

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ผลการทดสอบ คะแนนเต็ม 10 คะแนนที่ได้

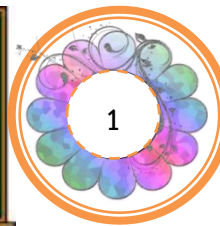
 ผลการประเมิน ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน	คะแนน 9-10	อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
	คะแนน 7-8	อยู่ในเกณฑ์ ดี
	คะแนน 5-6	อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
	คะแนน 0-4	อยู่ในเกณฑ์ ปรับปรุง



ลักษณะทางพันธุกรรม

ข้อ	ตัวเลือก
1	ง.
2	ค.
3	ค.
4	ข.
5	ค.
6	ก.
7	ข.
8	ง.
9	ค.
10	ก.



มหัตศจรรย์พันธุกรรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาภาพข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามพลั้งคิด

จากภาพจะเห็นได้ว่าลูกลิงมีลักษณะเหมือนแม่ แสดงว่าต้องมีอะไรบางอย่างที่สามารถส่งผ่านจากแม่ไปสู่ลูก และกำหนดให้ลูกมีลักษณะเหมือนแม่



ภาพที่ 1 ลูกลิงที่มีลักษณะเหมือนแม่

ที่มา : <http://www.epofclinic.com/showdetail.asp?boardid=2915>

คำถามพลั้งคิด

ลักษณะที่ส่งผ่านจากพ่อแม่ไปยังลูกหลานได้นั้น มีกระบวนการอย่างไร และสามารถถ่ายทอดต่อไปยังรุ่นลูกและรุ่นต่อไป ได้หรือไม่

ตอบ.....



บัตรกิจกรรม

1

ลักษณะทางพันธุกรรมของฉัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏในตัวนักเรียนและบุคคลใกล้ชิดในครอบครัว เช่น พ่อ แม่ ปู่ ย่า ตา ยาย พี่ น้อง จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะที่สังเกตได้ตามข้อมูลในตาราง แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในตาราง และทำคำถามท้ายบัตรกิจกรรมที่ 1

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง ลักษณะที่สังเกตได้จากบุคคลต่าง ๆ ในครอบครัว

ลักษณะที่สังเกตได้	ตัวนักเรียน	พ่อ	แม่	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	พี่	น้อง
1. เชิงผมที่หน้าผาก - แหลม - ไม่แหลม									
2. ผม - เหยียดตรง - หยักศก									
3. ตีงหู - มีตีงหู - ไม่มีตีงหู									
4. หนังกตา - ตาชั้นเดียว - ตาสองชั้น									
5. ลักยิ้ม - มีลักยิ้ม - ไม่มีลักยิ้ม									
6. ลิ่น - ห่อลิ่นได้ - ห่อลิ่นไม่ได้									

ลักษณะที่สังเกตได้	ตัวนักเรียน	พ่อ	แม่	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	พี่	น้อง
7. นิ้วหัวแม่มือ - กระดกได้ - กระดกไม่ได้									
8. ความยาวของนิ้วชี้ของเท้า - นิ้วชี้เท้ายาวกว่านิ้วหัวแม่มือเท้า - นิ้วชี้เท้าสั้นกว่านิ้วหัวแม่มือเท้า									
9. ขวัญ - มีขวัญ 1 ขวัญ - มีขวัญ 2 ขวัญ									

คำถามท้ายบทปฏิบัติการ

1. นักเรียนมีลักษณะอะไรบ้างที่เหมือนกับพ่อแม่

ตอบ.....
.....

2. นักเรียนมีลักษณะอะไรบ้างที่ไม่เหมือนพ่อแม่ แต่เหมือนกับปู่ ย่า ตา หรือยาย บุคคลใดบุคคลหนึ่ง

ตอบ.....
.....

3. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม

ตอบ.....
.....

4. ในสัตว์และพืชมีลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้หรือไม่

ตอบ.....

5. นักเรียนคิดว่าลักษณะใดของสัตว์ที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้

ตอบ.....

6. นักเรียนคิดว่า จำนวนลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถถ่ายทอดได้ในสัตว์ชนิดเดียวกันจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....
.....

7. จงยกตัวอย่างลักษณะของพืชที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้

ตอบ.....
.....



ลักษณะทางพันธุกรรม

พันธุศาสตร์

พันธุศาสตร์ หมายถึง สาขาแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ซึ่งว่าด้วยการศึกษาดีเอ็นเอ (DNA) หน่วยพันธุกรรมหรือยีน พันธุกรรม (Heredity) โรคทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การควบคุมการแสดงออกทางพันธุกรรม และวิวัฒนาการในสิ่งมีชีวิตต่างๆ

พันธุกรรม (Heredity)

พันธุกรรม (Heredity) หมายถึง การถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นหนึ่ง หรือจากบรรพบุรุษไปสู่ลูกหลาน



ภาพที่ 2 ลักษณะทางพันธุกรรมของครอบครัว

ที่มา : นางนงคันช พันธ์พีช

ลักษณะทางพันธุกรรม (genetic character)

ลักษณะทางพันธุกรรม (genetic character) หมายถึง ลักษณะบางอย่างที่มีปรากฏอยู่ในรุ่นบรรพบุรุษ แล้วถ่ายทอดลักษณะนั้นๆ ให้กับรุ่นลูกหลานต่อไป เช่น ลักษณะสีขนตา สีผิว สีผิว ความสูง น้ำหนักตัว สติปัญญา สีของดอกไม้ ความถนัด ฯลฯ เป็นต้น ในการพิจารณาลักษณะต่างๆ ว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมนั้น จะต้องพิจารณาหลายๆ รุ่นหรือหลายชั่วอายุเพราะลักษณะทางพันธุกรรมบางอย่างอาจไม่ปรากฏในรุ่นลูก แต่อาจปรากฏในรุ่นหลานได้

การศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมในคนจะไม่ใช้วิธีการทดลองเหมือนกับที่ทดลองในพืชหรือสัตว์ เนื่องจากว่า

1. คนเลือกคู่ครองแต่งงานเองไม่สามารถบังคับให้คนที่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการศึกษาแต่งงานกันเองได้
2. ช่วงอายุของคนยืนนาน การศึกษาลักษณะที่ถ่ายทอดลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมต้องใช้เวลานานมากจนเกินอายุขัยของผู้ศึกษา
3. คนที่มีลูกน้อย การศึกษาลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก การศึกษาลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของคน จึงศึกษาโดย
 1. ศึกษาจากการสืบประวัติของครอบครัวที่มีลักษณะตามที่เราต้องการ
 2. ศึกษาลักษณะต่างๆจากคู่แฝด
 3. ศึกษาลักษณะต่างๆ จากผู้ป่วยที่มีลักษณะผิดปกติหรือเป็นโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม และเมื่อพบว่าลักษณะที่ผิดปกติหรือโรคที่ศึกษานั้นสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ก็จะอนุมานว่าลักษณะที่ผิดปกติคงจะถูกควบคุมทางพันธุกรรมเช่นกัน

นอกจากวิธีดังกล่าวแล้ว ยังสามารถศึกษาลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของคนได้จากการใช้สัตว์ทดลอง ซึ่งสัตว์ที่นำมาทดลองบ่อยครั้ง ได้แก่ หนูและแมลงหวี่ เนื่องจากมีช่วงอายุสั้น ทำให้ทราบผลการทดลองเร็ว ให้ลูกหลานจำนวนมากโดยเฉพาะแมลงหวี่ นอกจากนั้นยังมีการใช้สัตว์อื่นๆ เช่น กระต่าย ลิง จุลินทรีย์จำพวกราและไวรัส และใช้พืชบางชนิด เช่น ถั่วชนิดต่างๆ ข้าวโพด ข้าวชนิดต่างๆ เป็นต้น



ภาพที่ 3 สัตว์ทดลอง

ที่มา : <http://www.thaihealth.or.th/Content/24155.html>

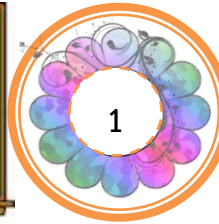
ข้อควรรู้

1. เครือญาติ หมายถึง คนที่มีความสัมพันธ์ทางสายเลือด เช่น ปู่ ย่า ตา ยาย ลุง ป้า น้า อา พี่ ๆ น้องๆ สำหรับพ่อเลี้ยง แม่เลี้ยง พ่อบุญธรรม แม่บุญธรรม ไม่ใช่คนในเครือญาติ
2. ลักษณะที่เกิดขึ้นภายหลังไม่ได้เป็นลักษณะทางพันธุกรรม เช่น แผลเป็น หรือ ลักษณะอื่นๆ ที่ไปทำลายกรรมตกแต่งรวมถึงลักษณะที่เกิดจากอุบัติเหตุด้วย

จากการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมในคนด้วยวิธีการต่างๆ นักพันธุศาสตร์พบว่า ลักษณะเหล่านี้จะถูกควบคุมด้วยสารพันธุกรรมที่เรียกว่า ยีน (gene) จะปรากฏเป็นคู่

ลักษณะที่มักจะพบมากในประชากรของสิ่งมีชีวิตที่เรียกว่า ลักษณะเด่น (dominant trait) และลักษณะที่มักจะพบน้อยกว่าประชากรของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า ลักษณะด้อย (recessive trait) ดังตารางแสดงลักษณะที่ถ่ายทอดพันธุกรรมของคน ดังนี้

ลักษณะเด่น (dominant trait)	ลักษณะด้อย (recessive trait)
1. ห่อลิ้นได้	1. ห่อลิ้นไม่ได้
2. หนึ่งตาชั้นเดียว	2. หนึ่งตาสองชั้น
3. มีติ่งหู	3. ไม่มีติ่งหู
4. มีลักยิ้ม	4. ไม่มีลักยิ้ม
5. คางมีรอยบุ๋ม	5. คางไม่มีรอยบุ๋ม
6. เซิงผมตรงหน้าผากแหลม	6. เซิงผมตรงหน้าผากไม่แหลม
7. จมูกโด่ง	7. จมูกไม่โด่ง
8. หน้ากลม	8. หน้ารี
9. รูปตากลม	9. รูปตารี
10.ริมฝีปากหนา	10.ริมฝีปากบาง
11.หูกาง	11.หูไม่กาง
12.นิ้วเกิน	12.นิ้วปกติ
13.นิ้วสั้น	13.นิ้วยาว
14.ผิวหนังแห้ง	14.ผิวหนังไม่แห้ง
15.ปานแดงที่ต้นคอ	15.ไม่มีปานแดงที่ต้นคอ
16.ศีรษะล้านในผู้ชาย	16.ศีรษะไม่ล้านในผู้ชาย
17.ผิวหนังตกรัศ	17.ผิวหนังปกติ
18.นิ้วหัวแม่มืองอได้	18.นิ้วหัวแม่มืองอไม่ได้
19.โรคเท้าแบนปม	19.ไม่เป็นโรคเท้าแบนปม
20.ผมหยอกก่อนวัย	20.ผมหยอกตามวัย
21.ผมเหยียดตรง	21.ผมหยักศก
22.มีขวัญ 1 ขวัญ	22. มีขวัญ 2 ขวัญ
23. นิ้วชี้เท้าสั้นกว่านิ้วหัวแม่เท้า	23. นิ้วชี้เท้ายาวกว่านิ้วหัวแม่เท้า



ลักษณะทางพันธุกรรม

คำชี้แจง จงตอบคำถามข้างล่างนี้ให้ถูกต้อง

1. พรารฟ้ามีปานดำที่แก้มข้างขวา ลักษณะปานดำนี้จะสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกของพรารฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

2. ตีตี้เป็นลูกคนจีนมีหนังตาชั้นเดียว ซึ่งเขารู้สึกว่าเป็นปมด้อยของตัวเองอย่างมากจึงไปทำศัลยกรรมตาสองชั้น ต่อมา ตีตี้ได้แต่งงานกับ อาม่วย ซึ่งได้ทำศัลยกรรมตาสองชั้นเช่นเดียวกัน หากทั้งสองมีลูกจะมีโอกาสได้ลูกตาสองชั้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

3. วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม คือวิชาอะไร

ตอบ.....

4. คนสามารถคลอดลูกออกมาเป็นหอยสังข์ได้หรือไม่ จงให้เหตุผล

ตอบ.....

5. จงให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมในคนจึงไม่ใช้วิธีการทดลองเหมือนกับที่ทดลองในพืชหรือสัตว์

ตอบ.....



ความแปรผันทางพันธุกรรม

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจ และบันทึกลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง โดยการสำรวจ บันทึกความสูงของเพื่อนนักเรียนในชั้นเรียนจำนวน 10 คนแล้วเขียนกราฟแสดงความสูงของนักเรียนทั้ง 10 คน

ตารางบันทึกผล ความสูงของนักเรียนจำนวน 10 คน

ชื่อนักเรียน	ความสูง (เซนติเมตร)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	

สรุปผลการสำรวจ

คำถามท้ายบทกิจกรรม

1. นักเรียนทั้ง 10 คน มีความสูงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

 ตอบ.....

2. กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

 ตอบ.....

ตอนที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจ บันทึกลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง โดยการสำรวจ บันทึกหมู่เลือดของเพื่อนนักเรียนจำนวน 10 คน แล้วเขียนกราฟแสดงหมู่เลือดของนักเรียนทั้ง 10 คน

ตารางบันทึกผล หมู่เลือดของนักเรียนจำนวน 10 คน

ชื่อนักเรียน	หมู่เลือด
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	

สรุปผลการสำรวจ

คำถามท้ายบทปฏิบัติการ

1. กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

ตอบ.....

.....

2. กราฟที่ได้เหมือนหรือแตกต่างจากกราฟความสูงอย่างไร

ตอบ.....

.....

3. ลักษณะความสูงกับลักษณะหมู่เลือดมีลักษณะแปรผันเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

ตอบ.....

.....

4. จงสรุปผลการทำกิจกรรม

ตอบ.....

.....

5. นอกจากลักษณะที่กล่าวข้างต้น ให้นักเรียนบอกลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่อง และลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่องอื่น ๆ ว่ามีอะไรบ้าง

ตอบ.....

.....



ความแปรผันทางพันธุกรรม

ความแปรผันทางพันธุกรรม (Genetic variation)

สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันย่อมมีลักษณะทางพันธุกรรมคล้ายคลึงกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กัน หรือสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันและมีความแตกต่างกันน้อยกว่าสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

ความแตกต่างอันเนื่องมาจากมีลักษณะพันธุกรรมแตกต่างกัน เรียกว่าความแปรผันทางพันธุกรรม (Genetic variation) เช่น การมีลักยิ้ม การมีต้งหู ลักษณะเหล่านี้จะแตกต่างกันมากขึ้น เมื่อคนเราต่างพ่อแม่กันไม่เป็นญาติกัน

ความแปรผันทางพันธุกรรม สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท

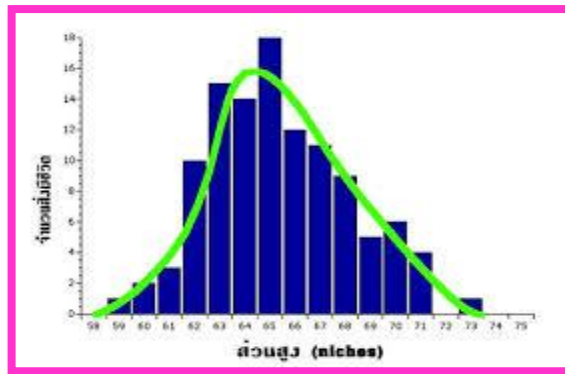
1. ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่อง (continuous variation) เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างเด่นชัด มีความลดหลั่นกันทีละน้อย สามารถนำมาเรียงลำดับกันได้ เช่น ความสูง น้ำหนัก สีผิว เป็นต้น ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของกรรมพันธุ์และสิ่งแวดล้อมร่วมกัน เช่น ความสูง ถ้าได้รับสารอาหารถูกต้องตามหลักโภชนาการและมีการออกกำลังกาย ก็จะทำให้มีร่างกายสูงได้ เป็นลักษณะทางปริมาณ

ความถี่ของจำนวนสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่อง เมื่อนำจำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ มาเขียนกราฟจะได้กราฟที่มีการกระจายรูปร่างปกติ (normal distribution curve) หรือรูปประฆังคว่ำ ตัวอย่างเช่น ความสูงของนักศึกษาในมหาวิทยาลัย แห่งหนึ่งของสหรัฐอเมริกา ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสูงของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งของสหรัฐอเมริกา ซึ่งยืนเข้าแถวตามช่วงความสูงต่างๆ เรียงจากน้อยไปหามาก (ซ้ายไปขวา)

ที่มา : <http://www.citruscollege.edu/lc/archive/biology/Pages/Chapter10-Rabitoy.aspx>

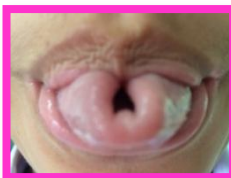


ภาพที่ 5 กราฟแสดงจำนวนสิ่งมีชีวิตที่มีความสูงในช่วงต่างๆ

 ที่มา : http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?id=75530

2. ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่อง (discontinuous variation)

เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจนเกิดจากอิทธิพลของกรรมพันธุ์เพียงอย่างเดียว เช่น หมู่เลือดของคน ลักษณะผิวเผือก ลักยิ้ม ตีงหู การห่อลิ้น เป็นต้น เป็นลักษณะทางคุณภาพ



ห่อลิ้นได้



ห่อลิ้นไม่ได้



หูกาง



หูไม่กาง



นิ้วหัวแม่มือกระดกได้



นิ้วหัวแม่มือกระดกไม่ได้



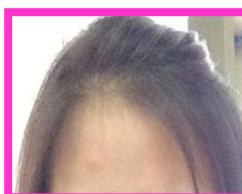
ผมหยักศก



ผมเหยียดตรง



เชิงผมน้ำฉากแหลม



เชิงผมน้ำฉากไม่แหลม



มีติ่งหู



ไม่มีติ่งหู



นิ้วชี้เท้าสั้นกว่านิ้วหัวแม่มือเท้า



นิ้วชี้เท้ายาวกว่านิ้วหัวแม่มือเท้า



คิ้วต่อ



คิ้วไม่ต่อ



มีขาว 1 ขวัญ



มีขาว 2 ขวัญ



มีลักยิ้ม



ไม่มีลักยิ้ม



หนึ่งตาชั้นเดียว



หนึ่งตาสองชั้น



จมูกโด่ง

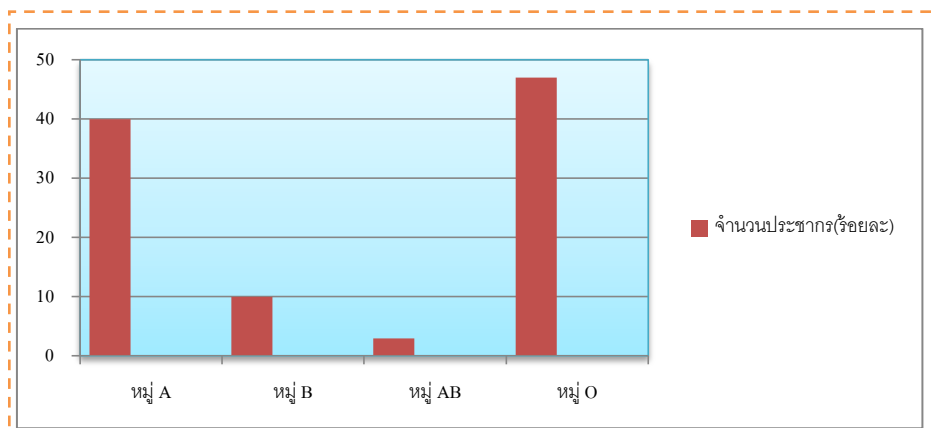


จมูกไม่โด่ง

ภาพที่ 6 ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่อง

ที่มา : นางนงคันทน์ พันธ์พิช

ความถี่ของจำนวนสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่อง สามารถวัดได้ในเชิงคุณภาพ (qualitative trait) กล่าวคือสามารถบอกจำนวนและจัดจำแนกกลุ่มได้ ตัวอย่างเช่น หมู่เลือดระบบ ABO สามารถจำแนกได้ 4 กลุ่ม คือ หมู่เลือด A หมู่เลือด B หมู่เลือด AB และหมู่เลือด O และเมื่อนำจำนวนคนที่มีหมู่เลือดแบบต่างๆ มาเขียนกราฟจะได้กราฟ จะสามารถเขียนได้เป็นกราฟแท่งแยกจากกัน ไม่เป็นกราฟโค้งปกติ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กราฟแสดงจำนวนคนที่มีหมู่เลือดแบบต่างๆ

ที่มา : นางนงคันทน์ พันธ์พิช



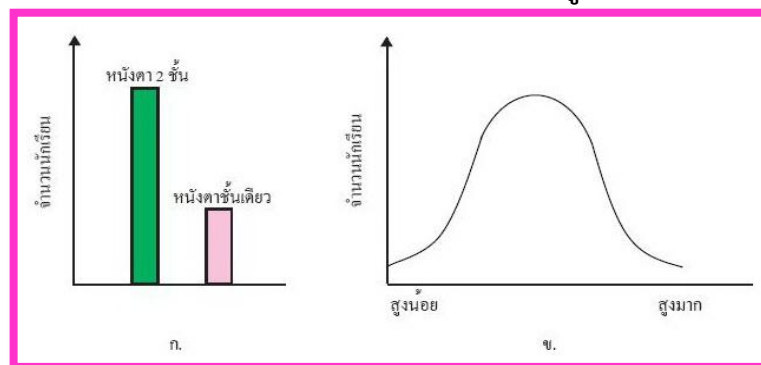
ความแปรผันทางพันธุกรรม

คำชี้แจง จงตอบคำถามข้างล่างนี้

1. จงเติมข้อความลงในตารางข้างล่างนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

สิ่งที่เปรียบเทียบ	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่อง	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่อง
1. การจำแนกเป็นกลุ่ม	จัดกลุ่มได้ยาก	
2. ความแตกต่างในประชากร		แตกต่างชัดเจน
3. อิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม		
4. เป็นลักษณะเชิง	เชิงปริมาณ	
5. เมื่อนำข้อมูลมาเขียนกราฟจะได้กราฟ		
6. ตัวอย่าง		

2. จากการสำรวจลักษณะหน้าตา และความสูงของนักเรียนทั้งชั้นในโรงเรียนแห่งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลมาเขียนเป็นกราฟ จะได้กราฟดังภาพ ก. และภาพ ข. จากข้อมูลนี้บอกอะไรแก่เราได้บ้าง



ตอบ.....

.....

.....



ลักษณะทางพันธุกรรม กับสิ่งแวดล้อม

ลักษณะทางพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม

ลักษณะทางพันธุกรรมหลายๆลักษณะแปรผันไปตามอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง เช่น น้ำหนัก ความสูง ระดับสติปัญญา เป็นต้น ซึ่งนอกจากได้รับการถ่ายทอดจากพันธุกรรมแล้วยังขึ้นกับอาหาร การเลี้ยงดูที่ได้นับตั้งแต่เกิดจนกระทั่งโตเต็มวัย แต่ลักษณะที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่องนั้น การแสดงออกของลักษณะไม่เปลี่ยนไปตามอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เช่น ลักษณะของชั้นหนังตา ลักษณะการห่อลิ้น หมู่เลือดระบบ ABO เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดระดับและขอบเขตการเจริญของส่วนต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต ลักษณะพันธุกรรมที่เกิดขึ้นหรือลักษณะที่ปรากฏถูกกำหนดด้วยยีน (gene) และสิ่งแวดล้อม (environment) ซึ่งสิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

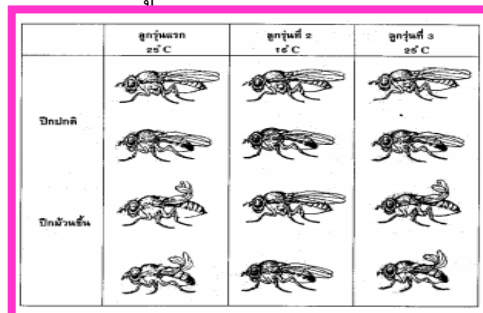
1. สิ่งแวดล้อมภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง อาหาร สารเคมี รังสีต่างๆ ฯลฯ
2. สิ่งแวดล้อมภายใน ได้แก่ อายุ เพศ ฮอร์โมน ฯลฯ

ตัวอย่างอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อลักษณะของสิ่งมีชีวิต ได้แก่

1. สิ่งแวดล้อมภายนอก

1.1 อุณหภูมิ มีส่วนสำคัญต่อกระบวนการทางชีวเคมีของร่างกายหรือภายในเซลล์ อันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะที่แสดงออกมา ตัวอย่างเช่น

การม้วนของปีกแมลงวัน เมื่ออยู่ในอุณหภูมิ 25 °C ปีกแมลงวันจะอยู่ในลักษณะม้วน (ไม่ตรง) แต่ถ้าหากให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 16 °C พบว่าลูกแมลงวันที่เกิดมาจะมีปีกลักษณะตรง (ไม่ม้วน)



ภาพที่ 8 อุณหภูมิมีผลต่อการแสดงออกของการม้วนปีกของแมลงวัน

ที่มา : ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด, 2542 : 3

การเปลี่ยนสีของดอกพริมโรส (primrose) ดอกพริมโรสซึ่งเป็นดอกไม้ในแถบประเทศที่มีอากาศหนาว ปกติดอกจะมีสีแดงแต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีขาว (ที่อุณหภูมิประมาณ 30 °C)

การเปลี่ยนสีของกระต่ายฮิมาลายัน (Himalayan) และแมวไทยพันธุ์วิเชียรมาศ (Siamese cat) กระต่ายฮิมาลายันมีขนตามลำตัวสีขาว และขนบริเวณปลายอวัยวะจะมีสีน้ำตาลไหม้ ส่วนแมวไทยบางชนิดมีขนตามลำตัวเป็นสีน้ำตาลอ่อนและขนบริเวณส่วนปลายอวัยวะจะเป็นสีน้ำตาลเข้มเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพราะในบริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกาย



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนสีของกระต่ายฮิมาลายัน (Himalayan)

ที่มา : <http://www.classes.midlandstech.com/carterp/Courses/bio101/chap 11.htm>

การเปลี่ยนสีดอกของดอกพุดตาน ดอกพุดตานจะเริ่มแย้มเวลาเช้าตรู่และจะบานเต็มที่ตอนเช้า และสายๆ ในตอนเช้าดอกจะเป็นสีขาวก่อนแล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนและเข้มในตอนบ่าย



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนสีดอกของดอกพุดตาน

ที่มา : <http://biology.ipst.ac.th>

1.2 แสงสว่าง เป็นสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ และการสร้างสี ตัวอย่างเช่น การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ของใบพืช แม้ว่าเซลล์พืชจะมีเยื่อที่ควบคุมการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ก็ตาม แต่ถ้าให้พืชเจริญเติบโตในที่มืด พบว่าใบพืชจะเป็นสีเหลืองไม่เป็นสีเขียว แสดงว่าเซลล์พืชไม่สามารถสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ได้

การสร้างสีของเมล็ดข้าวโพดบางพันธุ์ในที่ไม่มีแสงแดด เมล็ดข้าวโพดจะไม่มีสี แต่ถ้าหากข้าวโพดได้รับแสงอย่างเพียงพอจะสามารถสร้างสีได้



ภาพที่ 11 การสร้างสีของเมล็ดข้าวโพดบางพันธุ์

ที่มา : <http://live.phuketindex.com/th/phuket-sweetcorn-farm>

1.3 อาหาร มีอิทธิพลต่อการแสดงออกมาของยีน ตัวอย่างเช่น

การสร้างไขมันสีเหลืองของกระต่าย กระต่ายสามารถสร้างไขมันสีเหลืองได้ก็ต่อเมื่อมีองค์ประกอบของยีนและมีอาหารที่เหมาะสม ถ้าหากขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไปแล้วไขมันที่สร้างขึ้นมาจะไม่ใช่สีเหลือง



ภาพที่ 12 การสร้างไขมันสีเหลืองของกระต่าย

ที่มา : <http://pet.pigthai.com/newzealand-white-rabbit>

2. สิ่งแวดล้อมภายใน

2.1 อายุ อายุมีความสำคัญต่อการแสดงออกของลักษณะบางลักษณะ (การแสดงออกของยีน) โดยพบว่าลักษณะบางอย่างจะยังไม่แสดงออกจนกว่าจะถึงวัยอันสมควรหรือมีอายุมากขึ้น ตัวอย่างเช่น สีผมของคน อาจเปลี่ยนเมื่ออายุมากขึ้น



ภาพที่ 13 - 14 สีผมของคน

ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki> และที่มา : <http://m.thairath.co.th/>

ลักษณะหัวล้าน จะแสดงออกในชายบางคนที่มีอายุมากขึ้น



ภาพที่ 15 - 16 ลักษณะหัวล้าน

ที่มา : <http://70-90memory.blogspot.com> และที่มา : <http://www.bloggang.com>

ลักษณะสีขนของสัตว์ เช่น การเปลี่ยนแปลงของขนและสีขนของไก่



ภาพที่ 17 - 18 ลักษณะสีขนของสัตว์

ที่มา : <http://money.sanook.com> และที่มา : <http://arepao-cineko.blogspot.com>

2.2 เพศและฮอร์โมน ทั้งเพศและฮอร์โมนจะเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะหรือของยีน โดยที่ทั้งเพศผู้และเพศเมียมียีนเหมือนกัน แต่ลักษณะหลายอย่างที่ได้แสดงออกมาแตกต่างกัน และบางลักษณะจะแสดงออกมาในเพศใดเพศหนึ่งเท่านั้น ตัวอย่างเช่น

การเกิดหนวดเคราในผู้ชาย ส่วนในผู้หญิงไม่มี



ภาพที่ 19 - 20 การเกิดหนวดเคราในผู้ชาย ส่วนในผู้หญิงไม่มี
ที่มา : นางนงคณัฐ พันธุ์พีช

การสร้างน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเพศเมีย ส่วนเพศผู้จะไม่มีการสร้างน้ำนม



ภาพที่ 21 - 22 การสร้างน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเพศเมีย ส่วนเพศผู้จะไม่มีการสร้างน้ำนม
ที่มา : <http://lovebel.exteen.com> และที่มา : <http://www.thaibrahman.org/board/index>.

การเกิดเขาในสัตว์พวกกวางตัวผู้หรือแพะตัวผู้ แต่ในตัวเมียไม่มีเขา

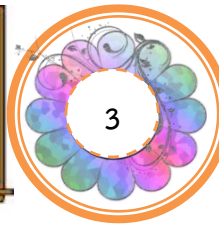


ภาพที่ 23 - 24 การเกิดเขาในสัตว์พวกกวางตัวผู้หรือแพะตัวผู้ แต่ในตัวเมียไม่มีเขา
ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki> และที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki>

การเกิดสีตัวที่เข้มของปลาตัวผู้ ส่วนปลาตัวเมียจะมีสีจืดจางกว่า

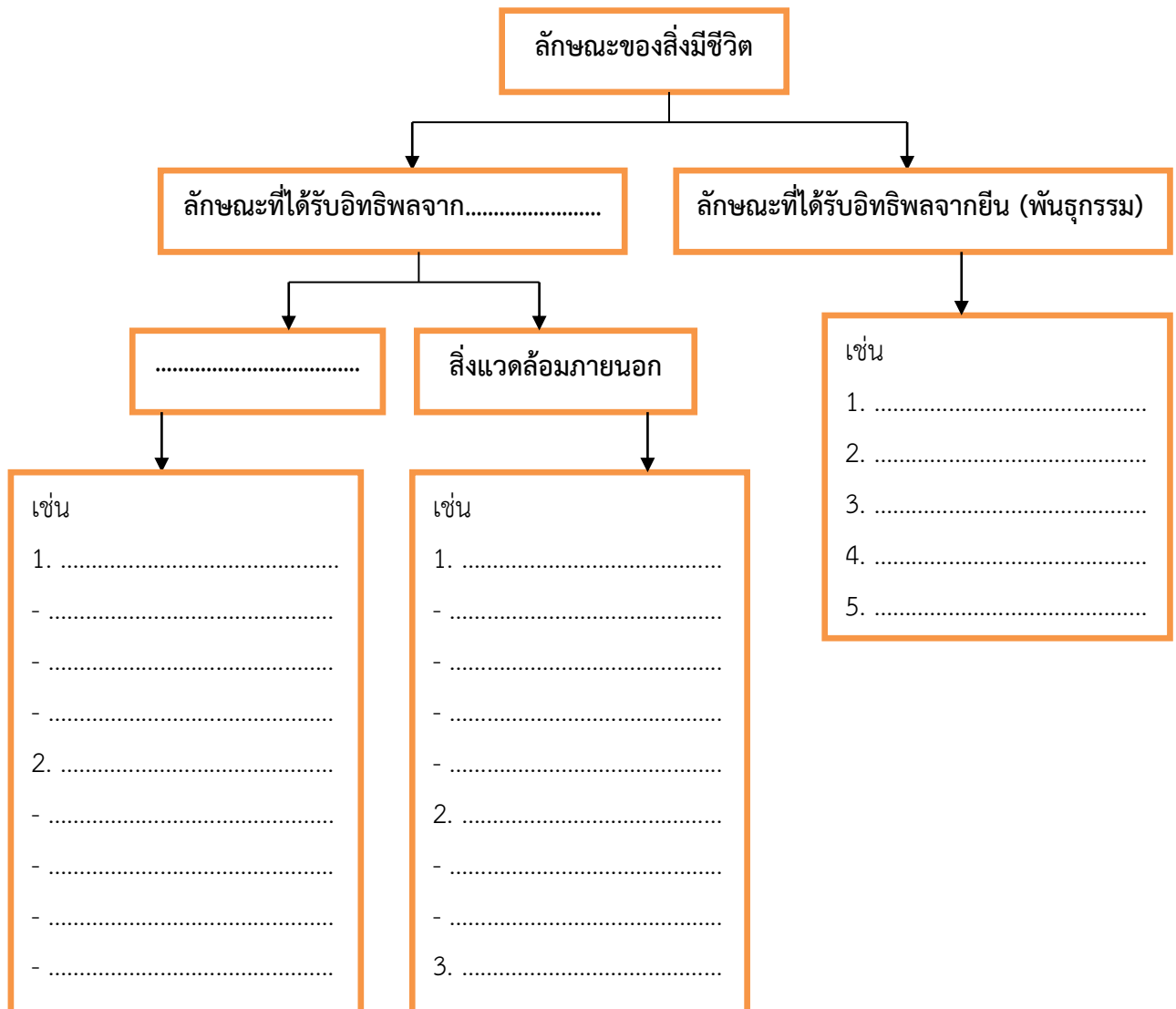


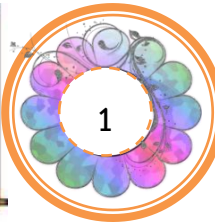
ภาพที่ 25 - 26 การเกิดสีตัวที่เข้มของปลาตัวผู้ ส่วนปลาตัวเมียจะมีสีจืดจางกว่า
ที่มา : <http://board.postjung.com/898845.html>



ลักษณะทางพันธุกรรม
กับสิ่งแวดล้อม

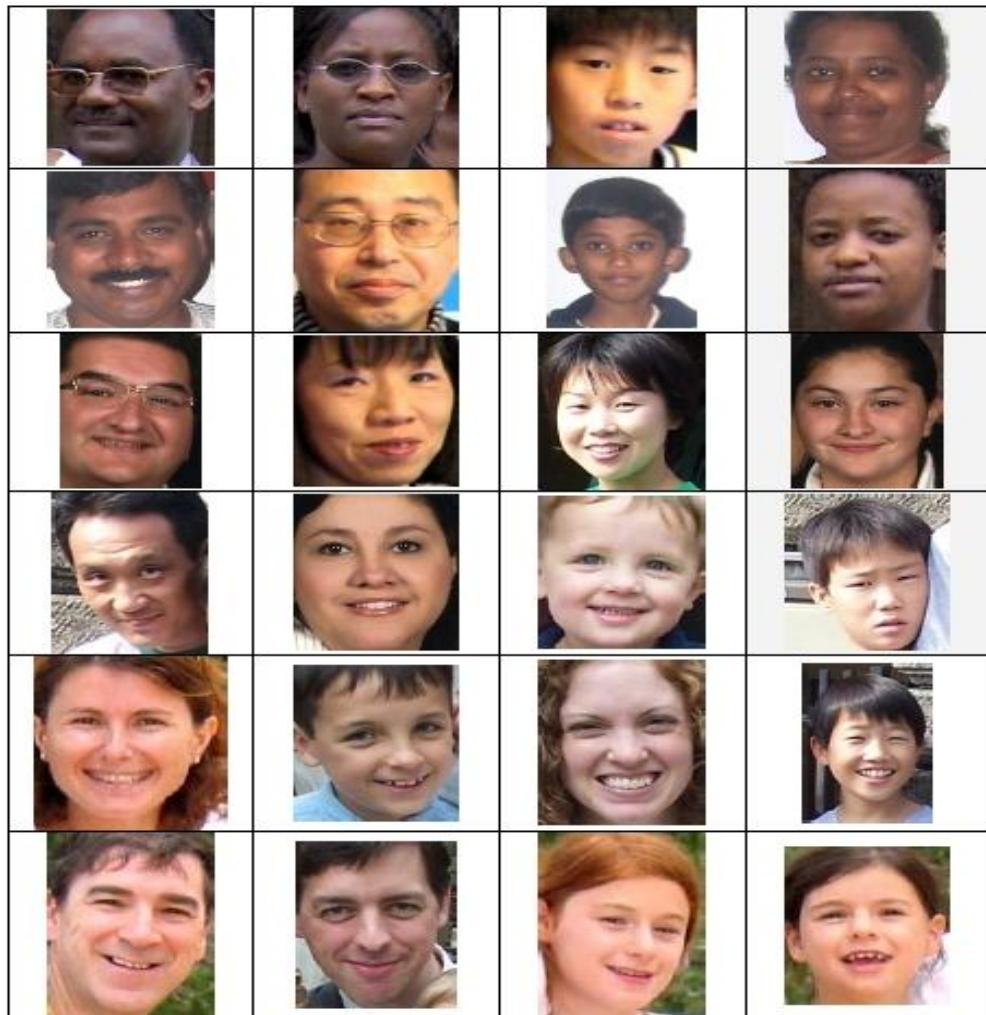
คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเติมข้อมูลในแผนผังมโนทัศน์ ให้ถูกต้อง





ตามหาครอบครัวของเรา

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว แล้วจัดเรียงภาพเป็นครอบครัวให้ถูกต้อง โดยชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว ประกอบด้วยภาพของพ่อแม่ 7 คู่ และภาพของลูกๆ 10 คน (แต่ละครอบครัวมีลูก 1-2 คน)



ภาพที่ 27 ชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว

 ที่มา : www.mrcud2.com/news_file/p55804091136.pdf

ตารางเติมข้อมูลบัตรเกมที่ 1 ตามหาครอบครัวของเรา

ครอบครัวที่	พ่อ	แม่	ลูก	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

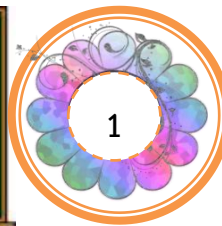
คำถามท้ายบัตรเกม

1. เหตุใดจึงทราบว่าใครบ้างที่เป็นสมาชิกครอบครัวเดียวกัน

ตอบ.....

2. การที่สมาชิกในครอบครัวเดียวกันมีบางลักษณะที่เหมือนกันและต่างจากครอบครัวอื่นเพราะเหตุใด

ตอบ.....



ลักษณะทางพันธุกรรม

คำชี้แจง แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน เวลาสอบ 10 นาที
คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดอธิบายการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ถูกต้องที่สุด

- ก. พ่อเป็นหมอ ลูกก็ต้องเป็นหมอ
- ข. แม่เป็นมนุษย์ คลอดลูกเป็นหอยสังข์
- ค. พ่อมีลิ้นห่อได้ ลูกอาจมีลิ้นห่อได้
- ง. แม่ถูกผ่าตัดให้จมูกโด่ง ลูกผู้หญิงที่เกิดมาก็จะมีจมูกโด่ง

2. “นายวิชัย สังเกตว่าตนเองมีความสามารถในการเขียนหนังสือด้วยมือข้างซ้ายได้ดีมากกว่ามือข้างขวา และเขาสังเกตอีกว่า คุณพ่อและคุณย่าของเขายังถนัดมือข้างซ้ายอีกด้วย” จากข้อความนี้จะสรุปได้อย่างไรจึงจะถูกต้องที่สุด

- ก. การถนัดมือซ้ายเป็นโรคทางพันธุกรรมอย่างหนึ่ง
- ข. วิชัยมีความสามารถในการใช้มือซ้ายได้ดีกว่าคนอื่น
- ค. คุณแม่ของวิชัยไม่ถนัดมือซ้ายด้วย ดังนั้นการถนัดมือซ้ายจึงไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม
- ง. การถนัดมือซ้ายเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษไปสู่รุ่นลูกและหลานได้

3. ฝาแฝดที่เกิดจากไข่ 2 ใบ จะมีลักษณะอย่างไร

- ก. มีเพศต่างกันและมีลักษณะทางพันธุกรรมต่างกัน
- ข. มีเพศเดียวกันและมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน
- ค. มีเพศเดียวกันหรือต่างเพศก็ได้และมีลักษณะทางพันธุกรรมต่างกัน
- ง. มีเพศเดียวกันหรือต่างเพศก็ได้และมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกัน

4. ลักษณะทางพันธุกรรมหมายถึงอะไร

- ก. บรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิต
- ข. ความคล้ายคลึงกันของสิ่งมีชีวิต
- ค. ลักษณะต่าง ๆ ที่ถ่ายทอดได้ของสิ่งมีชีวิต
- ง. ลักษณะต่าง ๆ ที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังลูกหลาน

5. จากตารางด้านล่างข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่อง

ข้อ	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง
ก.	สามารถจัดจำแนกเป็นกลุ่มได้ง่าย	สามารถจัดจำแนกเป็นกลุ่มได้ยาก
ข.	มีความแตกต่างกันในหมู่ประชากรชัดเจน	มีความแตกต่างกันในหมู่ประชากรไม่ชัดเจน
ค.	สิ่งแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออก	สิ่งแวดล้อมไม่มีผลต่อการแสดงออก
ง.	เป็นลักษณะเชิงคุณภาพ	เป็นลักษณะเชิงปริมาณ

6. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความแปรผันทางพันธุกรรม

- ก. ฟีน้องที่เป็นฝาแฝดไม่มีความแปรผันทางพันธุกรรม
- ข. พืชชนิดเดียวกันนำไปปลูกในสภาพดินต่างกันย่อมมีความแปรผันทางพันธุกรรม
- ค. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความแปรผันทางพันธุกรรมน้อยกว่าสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน
- ง. ฟีน้องที่เกิดจากพ่อแม่เดียวกันมีความแปรผันทางพันธุกรรมเช่นเดียวกับฝาแฝดเทียม

7. โจ้และจ๋าเป็นฝาแฝดเหมือน บ้าขอจ๋าไปเลี้ยงที่ประเทศอังกฤษ จนกระทั่งอายุ 20 ปี ทั้งสองได้กลับมาพบกันอีกครั้ง ปรากฏว่าทั้งสองมีความสูงต่างกัน 2 เซนติเมตร การแสดงออกของความสูงเนื่องมาจากอะไร

- ก. สภาพแวดล้อมเพียงอย่างเดียว
- ข. พันธุกรรมมีอิทธิพลเท่ากับสิ่งแวดล้อม
- ค. สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลมากกว่าพันธุกรรม
- ง. พันธุกรรมมีอิทธิพลมากกว่าสิ่งแวดล้อม

8. ข้อใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่องทั้งหมด

- ก. การมีหนังตาสองชั้น หมู่เลือด ABO การมีลักยิ้ม
- ข. ความสูง การกระดกนิ้วหัวแม่มือ สติปัญญา
- ค. การเวียนของขั้วยูนิตรีชะ น้ำหนักตัว การห่อลิ้นได้
- ง. ปริมาณการให้น้ำนมวัว การมีเซิงผมที่หน้าผากแหลม สีผิว

9. ข้อใดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน

- ก. สิ่งแวดล้อม
- ข. การกินอาหาร
- ค. พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม
- ง. ลักษณะเด่นของพ่อและแม่

10. ลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง

- ก. การมีหนังตาชั้นเดียว การมีลักยิ้ม
- ข. ความสูงของคน ปริมาณการให้น้ำนมวัว
- ค. การเวียนของขั้วยูนิตรีชะ การมีผิวเผือก
- ง. หมู่เลือด ABO ความสามารถในการห่อลิ้น



บัตรกระดาษคำตอบ
แบบทดสอบหลังเรียน



ลักษณะทางพันธุกรรม

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ผลการทดสอบ คะแนนเต็ม 10 คะแนนที่ได้

ผลการประเมิน ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน คะแนน 9-10 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
 คะแนน 7-8 อยู่ในเกณฑ์ ดี
 คะแนน 5-6 อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
 คะแนน 0-4 อยู่ในเกณฑ์ ปรับปรุง

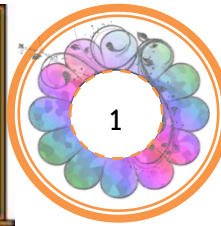


บัตรเฉลย
แบบทดสอบหลังเรียน



ลักษณะทางพันธุกรรม

ข้อ	ตัวเลือก
1	ค.
2	ง.
3	ข.
4	ง.
5	ค.
6	ก.
7	ค.
8	ก.
9	ค.
10	ข.



มหัตถจริยพันธุกรรม

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาภาพข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามพลังคิด

จากภาพจะเห็นได้ว่าลูกลิงมีลักษณะเหมือนแม่ แสดงว่าต้องมีอะไรบางอย่างที่สามารถส่งผ่านจากแม่ไปสู่ลูก และกำหนดให้ลูกมีลักษณะเหมือนแม่



ภาพที่ 1 ลูกลิงที่มีลักษณะเหมือนแม่

ที่มา : <http://www.epofclinic.com/showdetail.asp?boardid=2915>

คำถามพลังคิด

ลักษณะที่ส่งผ่านจากพ่อแม่ไปยังลูกหลานได้นั้น มีกระบวนการอย่างไร และสามารถถ่ายทอดต่อไปยังรุ่นลูกและรุ่นต่อๆ ไป ได้หรือไม่

ตอบ.....ลักษณะที่ส่งผ่านจากพ่อแม่ไปยังลูกหลานได้ เรียกว่า ลักษณะทางพันธุกรรม เป็นการแสดงออกที่สามารถมองเห็นได้ในสิ่งมีชีวิตในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง โดยมียีนเป็นตัวกำหนด ซึ่งยีนเหล่านี้จะอยู่ในเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมีย และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกและรุ่นต่อๆ ไปได้ เมื่อเซลล์สืบพันธุ์นั้นได้รับการผสมทำให้รูปร่างลักษณะของสิ่งมีชีวิตมีความคล้ายคลึงกัน



บัตรเฉลย กิจกรรม

1

ลักษณะทางพันธุกรรมของฉัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏในตัวนักเรียนและบุคคลใกล้ชิดในครอบครัว เช่น พ่อ แม่ ปู่ ย่า ตา ยาย พี่ น้อง จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะที่สังเกตได้ตามข้อมูลในตาราง แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในตาราง และทำคำถามท้ายบัตรกิจกรรมที่ 1

บันทึกผลการทำกิจกรรม

ตาราง ลักษณะที่สังเกตได้จากบุคคลต่าง ๆ ในครอบครัว (ตัวอย่างบัตรเฉลยกิจกรรม)

ลักษณะที่สังเกตได้	ตัวนักเรียน	พ่อ	แม่	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	พี่	น้อง
1. เชิงผมที่หน้าผาก									
- แหลม									
- ไม่แหลม	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2. ผม									
- เหยียดตรง	/	/	/	/	/	/	/	/	/
- หยักศก									
3. ดั้งหู									
- มีดั้งหู				/		/			
- ไม่มีดั้งหู	/	/	/		/		/	/	/
4. หน้าตา									
- ตาชั้นเดียว									
- ตาสองชั้น	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5. ลักยิ้ม									
- มีลักยิ้ม									
- ไม่มีลักยิ้ม	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6. ลิ้น									
- ห่อลิ้นได้	/	/		/	/			/	/
- ห่อลิ้นไม่ได้			/			/	/		

ลักษณะที่สังเกตได้	ตัวนักเรียน	พ่อ	แม่	ปู่	ย่า	ตา	ยาย	พี่	น้อง
7. นิ้วหัวแม่มือ									
- กระดกได้		/		/					
- กระดกไม่ได้	/		/		/	/	/	/	/
8. ความยาวของนิ้วชี้ของเท้า									
- นิ้วชี้เท้ายาวกว่านิ้วหัวแม่มือเท้า									
- นิ้วชี้เท้าสั้นกว่านิ้วหัวแม่มือเท้า	/	/	/	/	/	/	/	/	/
9. ขวัญ									
- มีขวัญ 1 ขวัญ	/	/	/	/	/	/	/	/	/
- มีขวัญ 2 ขวัญ									

คำถามท้ายบทปริศนา

1. นักเรียนมีลักษณะอะไรบ้างที่เหมือนกับพ่อแม่

ตอบ.....พิจารณาจากคำตอบนักเรียน.....

2. นักเรียนมีลักษณะอะไรบ้างที่ไม่เหมือนพ่อแม่ แต่เหมือนกับปู่ ย่า ตา หรือยาย บุคคลใดบุคคลหนึ่ง

ตอบ.....พิจารณาจากคำตอบนักเรียน.....

3. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าลักษณะใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรม

ตอบ...ทราบได้จากการสำรวจลักษณะในแต่ละรุ่น ถ้าพบว่ามีลักษณะถ่ายทอดลักษณะจากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกหลาน หรือแสดงออกในบางรุ่นก็จัดว่าลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะทางพันธุกรรม.....

4. ในสัตว์และพืชมีลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้หรือไม่

ตอบ.....ได้ เช่น ความสูง สีผิว ลักษณะขน ลักษณะดอก.....

5. นักเรียนคิดว่าลักษณะใดของสัตว์ที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้

ตอบ.....ลักษณะของสัตว์ที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ เช่น รูปร่าง ลักษณะโครงร่าง สีขน ลักษณะปาก อวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่.....

6. นักเรียนคิดว่า จำนวนลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถถ่ายทอดได้ในสัตว์ชนิดเดียวกันจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

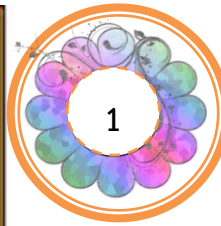
ตอบ.....จำนวนลักษณะทางพันธุกรรมที่สามารถถ่ายทอดได้ในสัตว์ชนิดเดียวกันนั้นจะคงที่ไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลง เพราะว่าลักษณะทางพันธุกรรมในสัตว์ชนิดเดียวกันได้ถูกกำหนดไว้ด้วยยีนแล้ว แต่ถ้าเกิดการกลาย (mutation) อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้.....

7. จงยกตัวอย่างลักษณะของพืชที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้

ตอบ.....ลักษณะของพืชที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ เช่น รูปร่างลักษณะของลำต้น รูปร่างลักษณะของใบ จำนวนใบ การเรียงตัวของใบ สี จำนวนกลีบ และลักษณะของกลีบ.....



บัตรเฉลย คำถาม



ลักษณะทางพันธุกรรม

คำชี้แจง จงตอบคำถามข้างล่างนี้ให้ถูกต้อง

1. พรานฟ้ามีปานดำที่แก้มข้างขวา ลักษณะปานดำนี้จะสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกของพรานฟ้าหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....ลักษณะปานดำนี้ไม่สามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกของพรานฟ้าได้เพราะการมีปานดำ

ไม่ใช่ลักษณะทางพันธุกรรม.....

2. ตีตี้เป็นลูกคนจีนมีหนังตาชั้นเดียว ซึ่งเขารู้สึกว่าเป็นปมด้อยของตัวเองอย่างมากจึงไปทำศัลยกรรมตาสองชั้น ต่อมา ตีตี้ได้แต่งงานกับ อาม่วย ซึ่งได้ทำศัลยกรรมตาสองชั้นเช่นเดียวกัน หากทั้งสองมีลูกจะมีโอกาสได้ลูกตาสองชั้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....ไม่มีโอกาสได้ลูกตาสองชั้น เพราะทั้งสองไปทำศัลยกรรมตกแต่งจากหนังตาชั้นเดียว

เป็นหนังตาสองชั้น ถือว่าลักษณะที่เกิดขึ้นภายหลังไม่ได้เป็นลักษณะทางพันธุกรรม ดังนั้นลูกที่เกิดมาจะต้องมีหนังตาชั้นเดียวเหมือนพ่อแม่

3. วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม คือวิชาอะไร

ตอบ.....วิชาพันธุศาสตร์.....

4. คนสามารถคลอດลูกออกมาเป็นหอยสังข์ได้หรือไม่ จงให้เหตุผล

ตอบ.....ไม่ได้ เพราะยีนในเซลล์สืบพันธุ์เป็นคนละชนิดกัน หรือกล่าวได้ว่า คนต้องคลอດลูกเป็นคนหอยสังข์ก็ต้องคลอດเป็นหอยสังข์ อันเนื่องมาจากมีลักษณะพันธุกรรมคนละชนิด

5. จงให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมในคนจึงไม่ใช้วิธีการทดลองเหมือนกับที่ทดลองในพืชหรือสัตว์

ตอบ.....เนื่องจากว่า 1. คนเลือกคู่ครองแต่งงานเองไม่สามารถบังคับให้คนที่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการศึกษาแต่งงานกันเองได้ 2. ช่วงอายุของคนยืนนาน การศึกษาลักษณะที่ถ่ายทอดลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมต้องใช้เวลาอย่างมากจนเกินอายุขัยของผู้ศึกษา และ 3. คนที่มีลูกน้อย การศึกษาลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก



บัตรเฉลย กิจกรรม

2

ความแปรผันทางพันธุกรรม

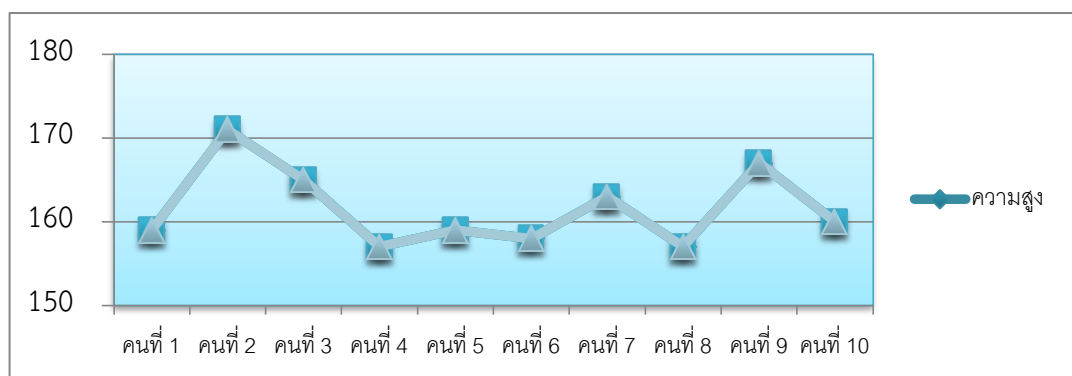
ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจ บันทึกลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง
โดยการสำรวจ บันทึกความสูงของเพื่อนนักเรียนในชั้นเรียนจำนวน 10 คน แล้วเขียนกราฟแสดงความสูง
ของนักเรียนทั้ง 10 คน

ตาราง ความสูงของนักเรียนจำนวน 10 คน (ตัวอย่างบัตรเฉลยกิจกรรม)

ชื่อนักเรียน	ความสูง (เซนติเมตร)
1.นายสมพร แซ่ย่าง	159
2.นางสาวกัญญาณัฐ เกตุเสาะ	171
3.นางสาวกระเฑศ เกตุกลมเกล้า	165
4.นางสาวชลธิชา แสนเมา	157
5.นางสาวเดือนนภา ปะละตุ่น	159
6.นางสาวเบญญาทิพย์ ผัดแสน	158
7.นางสาวพุดธิดา ตาเอื้อย	163
8.นางสาวพิมพ์พิชชา ต้อยสา	157
9.นางสาววาทีณี แดงทอง	167
10.นางสาววิจิตรา วันดี	160

สรุปผลการสำรวจ



คำถามท้ายบทกิจกรรม

1. นักเรียนทั้ง 10 คน มีความสูงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ.....พิจารณาจากคำตอบของนักเรียน.....

2. กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

ตอบ.....กราฟที่มีการกระจายรูปโค้งปกติ (normal distribution curve) หรือรูประฆังคว่ำ

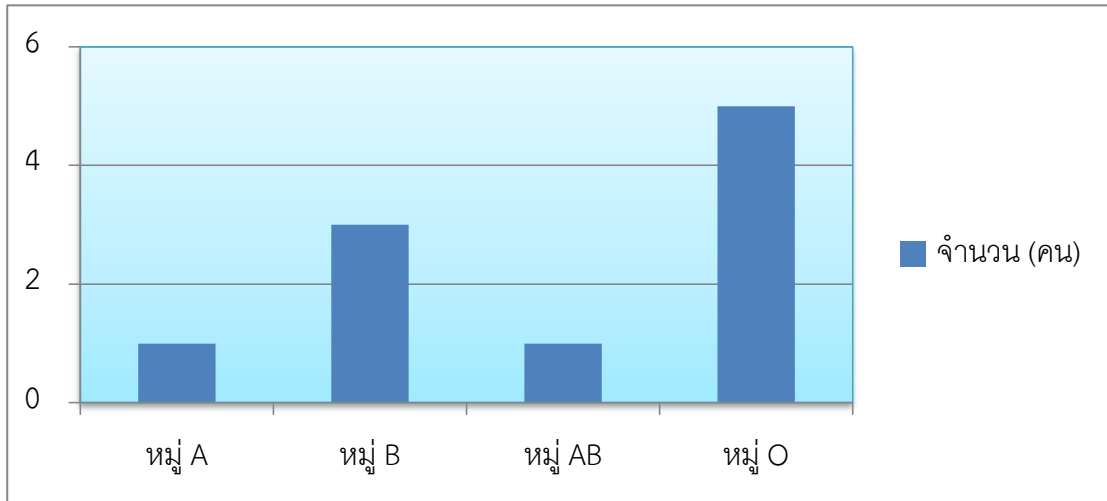
ตอนที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจ บันทึกลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง โดยการสำรวจ บันทึกหมู่เลือดของเพื่อนนักเรียนจำนวน 10 คน แล้วเขียนกราฟแสดงหมู่เลือดของนักเรียนทั้ง 10 คน

ตาราง หมู่เลือดของนักเรียนจำนวน 10 คน (ตัวอย่างบัตรเฉลยกิจกรรม)

ชื่อนักเรียน	หมู่เลือด
1.นายสมพร แซ่ย่าง	B
2.นางสาวกัญญาณัฐ เกตุเสาะ	O
3.นางสาวการะเกด เกตุกลมเกล้า	AB
4.นางสาวชลธิชา แสนเมา	O
5.นางสาวเดือนนภา ปะละตุ่น	A
6.นางสาวเบญญาทิพย์ ผัดแสน	B
7.นางสาวพุดธิดา ตาเอื้อย	O
8.นางสาวพิมพ์พิชชา ต้อยสา	B
9.นางสาววาทีณี แดงทอง	O
10.นางสาววิจิตรา วันดี	O

สรุปผลการสำรวจ



คำถามท้ายบทกิจกรรม

1. กราฟที่ได้มีลักษณะอย่างไร

ตอบ.....กราฟแท่ง.....

2. กราฟที่ได้เหมือนหรือแตกต่างจากกราฟความสูงอย่างไร

ตอบ.....กราฟที่ได้แตกต่างจากกราฟความสูงคือกราฟความสูงจะเป็นกราฟที่มีการกระจายรูปโค้งปกติ หรือรูปประหลาดกว่า มีความต่อเนื่องกัน ส่วนกราฟหมู่เลือดจะเป็นกราฟแท่งชัดเจน ไม่มีความต่อเนื่องกัน

3. ลักษณะความสูงกับลักษณะหมู่เลือดมีลักษณะแปรผันเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

ตอบ.....ลักษณะความสูงกับลักษณะหมู่เลือดมีลักษณะแปรผันแตกต่างกันคือลักษณะความสูง จะแปรผันตามพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมส่วนลักษณะหมู่เลือดจะแปรผันตามพันธุกรรมเพียงอย่างเดียว....

4. จงสรุปผลการทำกิจกรรม

ตอบ.....พิจารณาจากคำตอบของนักเรียน.....

5. นอกจากลักษณะที่กล่าวข้างต้น ให้นักเรียนบอกลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่อง และลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่องอื่น ๆ ว่ามีอะไรบ้าง

ตอบ.....ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่องอื่นๆ เช่น น้ำหนัก สีผิว ปริมาณการให้น้ำนมวัว และลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่องอื่นๆ เช่น ห่อลิ้นได้ หนึ่งตาชั้นเดียว มีติ่งหู มีลักยิ้ม คางมีรอยบุ๋ม เชิงผมตรงหน้าผากแหลม จมูกโด่ง หน้ากลม รูปตากลม ริมฝีปากหนา หูกาง นิ้วเกิน.....



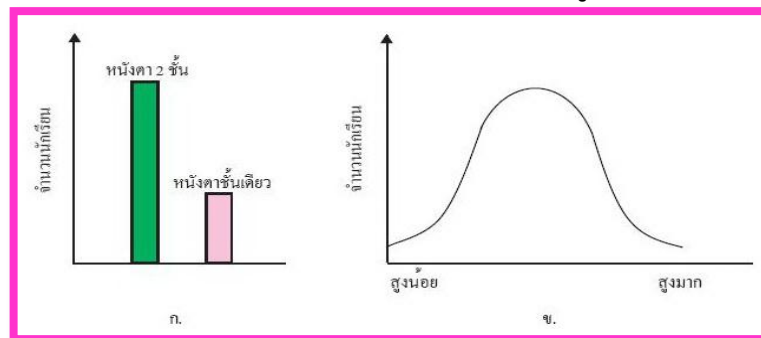
ความแปรผันทางพันธุกรรม

คำชี้แจง จงตอบคำถามข้างล่างนี้

1. จงเติมข้อความลงในตารางข้างล่างนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

สิ่งที่เปรียบเทียบ	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันต่อเนื่อง	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่อง
1. การจำแนกเป็นกลุ่ม	จัดกลุ่มได้ยาก	จัดกลุ่มได้ง่าย
2. ความแตกต่างในประชากร	แตกต่างไม่ชัดเจน	แตกต่างชัดเจน
3. อิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม	สิ่งแวดล้อมมีผล	สิ่งแวดล้อมไม่มีผล
4. เป็นลักษณะเชิง	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ
5. เมื่อนำข้อมูลมาเขียนกราฟจะได้กราฟ	กราฟที่มีการกระจายรูปโค้งปกติ หรือรูประฆังคว่ำ	กราฟแท่ง
6. ตัวอย่าง	ความสูง สีผิว น้ำหนัก ปริมาณการให้น้ำนมวัว	ห่อลิ้นได้ หนังกาชั้นเดียว มีติ่งหู มีลักยิ้ม คางมีรอยบุ๋ม เชิงผมตรงหน้าผากแหลม จมูกโด่ง นิ้วหัวแม่มือกระดูกได้

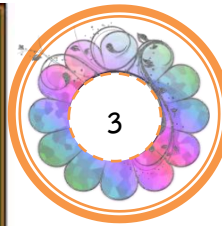
2. จากการสำรวจลักษณะหนังกา และความสูงของนักเรียนทั้งชั้นในโรงเรียนแห่งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลมาเขียนเป็นกราฟ จะได้กราฟดังภาพ ก. และภาพ ข. จากข้อมูลนี้บอกอะไรแก่เราได้บ้าง



ตอบ..... กราฟ ก. แสดงลักษณะหนังกาชั้นเดียว และหนังกาสองชั้น เป็นลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เนื่องจากควบคุมด้วยยีน 1 คู่ เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่อง
กราฟ ข. แสดงลักษณะความสูงของคน ซึ่งลักษณะความสูงจะแตกต่างกันไป จึงเป็นลักษณะที่มีการแปรผันต่อเนื่อง.....

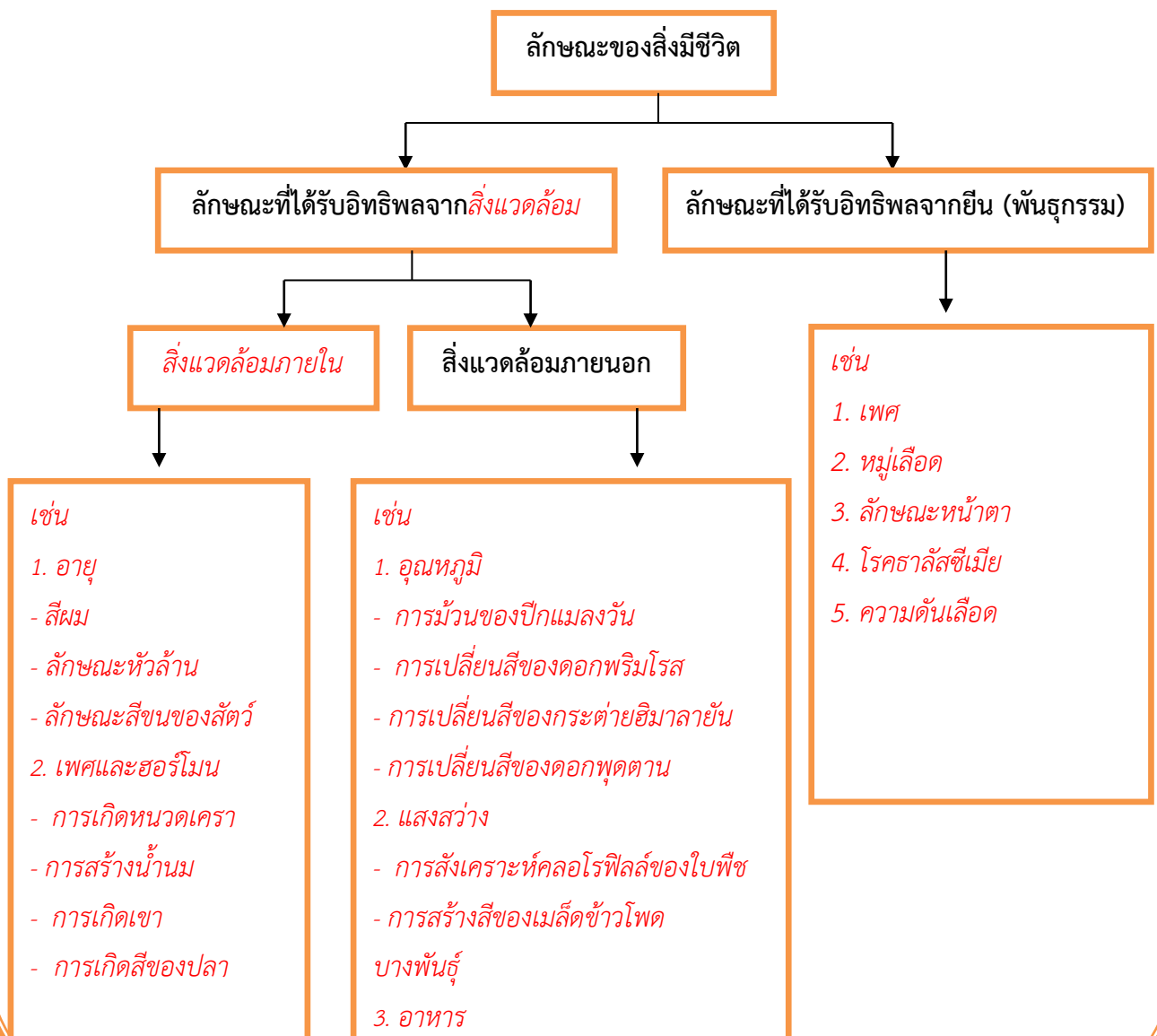


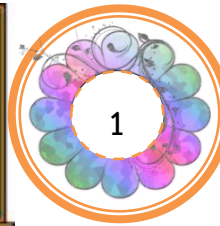
บัตรเฉลย คำถาม



ลักษณะทางพันธุกรรม กับสิ่งแวดล้อม

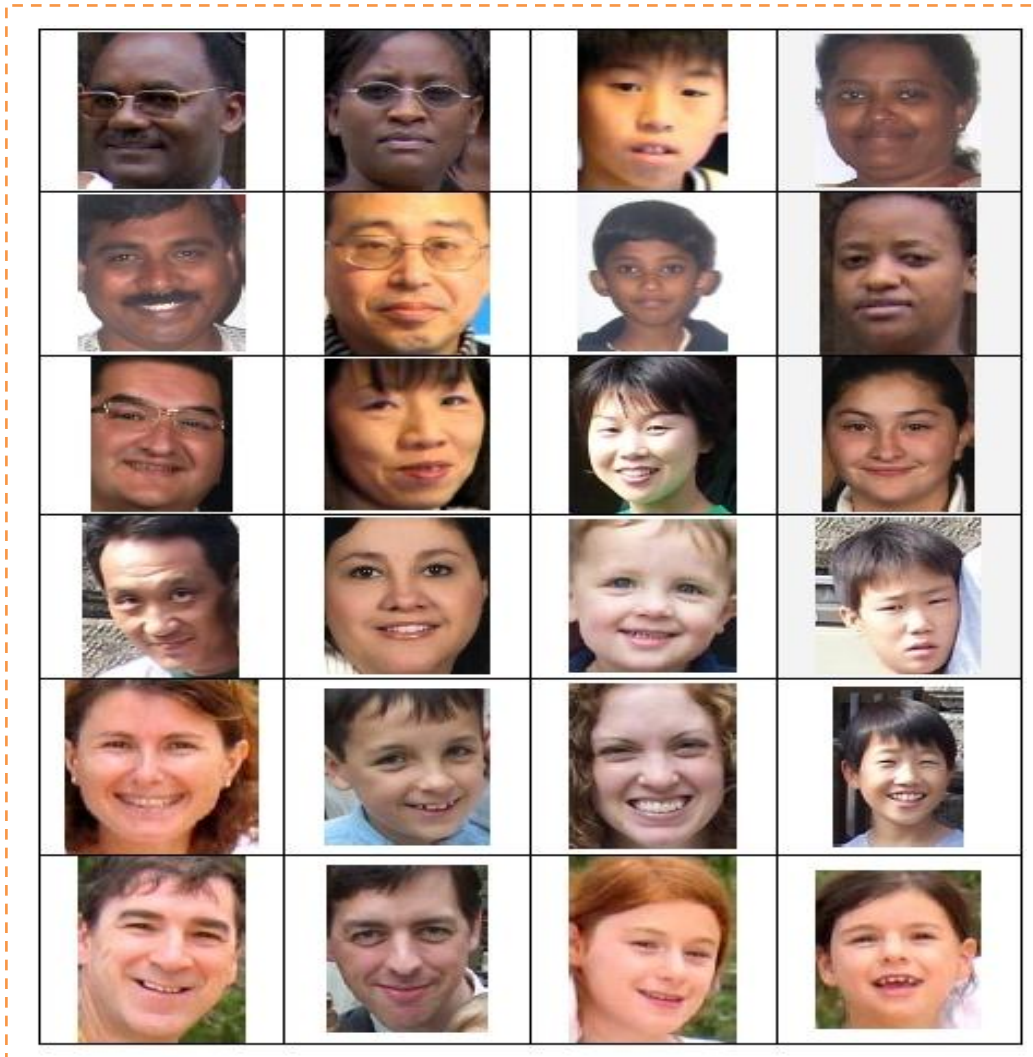
คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเติมข้อมูลในแผนผังโน้ตค้น ให้ถูกต้อง





ตามหาครอบครัวของเรา

คำชี้แจง ให้นักเรียนสังเกตชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว แล้วจัดเรียงภาพเป็นครอบครัวให้ถูกต้อง
 โดยชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว ประกอบด้วยภาพของพ่อแม่ 7 คู่ และภาพของลูกๆ 10 คน
 (แต่ละครอบครัวมีลูก 1-2 คน)



ภาพที่ 27 ชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว

 ที่มา : www.mrcud2.com/news_file/p55804091136.pdf

ตารางเติมข้อมูลบัตรเกมที่ 1 ตามหาครอบครัวของเรา

ครอบครัวที่	พ่อ	แม่	ลูก	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

คำถามท้ายบัตรเกม

1. เหตุใดจึงทราบว่าใครบ้างที่เป็นสมาชิกครอบครัวเดียวกัน

ตอบ.....เพราะลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลูกจะได้มาจากพ่อและแม่

2. การที่สมาชิกในครอบครัวเดียวกันมีบางลักษณะที่เหมือนกันและต่างจากครอบครัวอื่นเพราะเหตุใด

ตอบ.....เพราะลักษณะทางพันธุกรรมของลูกจะได้มาจากพ่อและแม่ แต่ละครอบครัวไม่เหมือนกัน.....



แบบบันทึกคะแนนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความหลากหลายทางชีวภาพ

รายวิชาชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว31103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เล่มที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม



คะแนนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เล่มที่ 1 เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรม
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
และความหลากหลายทางชีวภาพ วิชา ชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว31103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวัดและประเมินผล	กิจกรรมการเรียนรู้	ผู้ประเมิน	คะแนน	รวม
1. ด้านความรู้	1. ทดสอบก่อนเรียน	ครู	10	10
	2. ทดสอบหลังเรียน	ครู	10	40
	3. บัตรคำถามที่ 1	ครู	10	
	4. บัตรคำถามที่ 2	ครู	10	
	5. บัตรคำถามที่ 3	ครู	10	
2. ด้านทักษะกระบวนการ	6. การทำกิจกรรม/ทดลอง	ครู	24	104
	7. การปฏิบัติงานกลุ่ม	ครู	20	
	8. พฤติกรรมที่แสดงออก	นักเรียน	60	
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	9. สังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ครู	18	18

แบบบันทึกคะแนน เล่มที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
และความหลากหลายทางชีวภาพ วิชา ชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว31103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน	ด้านความรู้					ด้านทักษะกระบวนการ				ด้าน คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์		รวมทั้ง 3 ด้าน	ร้อยละของคะแนนรวม
		ทดสอบหลังเรียน	บัตรคำถามที่ 1	บัตรคำถามที่ 2	บัตรคำถามที่ 3	รวม	การทำกิจกรรม/ทดลอง	การปฏิบัติงานกลุ่ม	พฤติกรรมที่แสดงออก	รวม	สังเกตพฤติกรรม	รวม		
		10	10	10	10	10	40	24	20	60	104	18		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
รวม														
ค่าเฉลี่ยร้อยละ														

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพการเรียนรู้

1. ด้านความรู้ : คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน บัตรคำถามที่ 1 บัตรคำถามที่ 2 และ บัตรคำถามที่ 3

เกณฑ์การผ่าน คือ ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
34-40	4	นักเรียนมีความรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก
27-33	3	นักเรียนมีความรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้อยู่ในระดับดี
20-26	2	นักเรียนมีความรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในระดับพอใช้
0-19	1	นักเรียนมีความรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในระดับปรับปรุง

2. ด้านทักษะกระบวนการ : คะแนนจากการประเมินจากบัตรกิจกรรมที่ 1 และบัตรกิจกรรมที่ 2

เกณฑ์การผ่าน คือ ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
87-104	4	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการอยู่ในระดับดีมาก
69-86	3	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการอยู่ในระดับดี
52-68	2	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการอยู่ในระดับพอใช้
0-51	1	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะกระบวนการอยู่ในระดับปรับปรุง

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์

เกณฑ์การผ่าน คือ ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
15-18	4	นักเรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกในรายการที่ประเมินอย่างสม่ำเสมอ
12-14	3	นักเรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกในรายการที่ประเมินเป็นครั้งคราว
9-11	2	นักเรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกในรายการที่ประเมินน้อยครั้ง
0-8	1	นักเรียนไม่มีพฤติกรรมการแสดงออกในรายการที่ประเมิน

น้ำหนักคะแนน

การประเมิน	ระดับคุณภาพ				น้ำหนักคะแนน
	4	3	2	1	
1. ด้านความรู้					2
2. ด้านทักษะกระบวนการ					2
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์					1

เกณฑ์การตัดสิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ	ความหมาย
17-20	4	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการเรียนรู้ในระดับดีมาก
13-16	3	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการเรียนรู้ในระดับดี
10-12	2	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการเรียนรู้ในระดับพอใช้
0-9	1	นักเรียนมีความสามารถด้านทักษะการเรียนรู้ในระดับปรับปรุง

แบบสรุปผลการเรียน เล่มที่ 1 ลักษณะทางพันธุกรรม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม
และความหลากหลายทางชีวภาพ วิชา ชีววิทยาพื้นฐาน รหัสวิชา ว31103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	ด้านความรู้		ด้านทักษะกระบวนการ		ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์		รวม	เกณฑ์ การตัดสิน
	คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								



กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด .

กราฟจำนวนสิ่งมีชีวิตที่มีความสูงในช่วงต่างๆ. สืบค้น มกราคม 12, 2556,

จาก http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?id=75530

กราฟแสดงจำนวนคนที่มีหมู่เลือดแบบต่างๆ. จัดทำข้อมูล มกราคม 21, 2556,

โดย นางนงคณัฐ พันธุ์พีช

การเกิดเขาในสัตว์พวกกวางตัวผู้หรือแพะตัวผู้ แต่ในตัวเมียไม่มีเขา. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก <https://th.wikipedia.org/wiki> และ <https://th.wikipedia.org/wiki>

การเกิดสีตัวที่เข้มของปลาตัวผู้ ส่วนปลาตัวเมียจะมีสีจืดจางกว่า. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก <http://board.postjung.com/898845.html>

การเกิดหนวดเคราในผู้ชาย ส่วนในผู้หญิงไม่มี. จัดทำข้อมูล มกราคม 20, 2556,

โดย นางนงคณัฐ พันธุ์พีช

การเปลี่ยนสีของกระต่ายฮิมาลายัน (Himalayan). สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก [http://www.classes.midlandstech.com/carterp/Courses/bio101/chap 11.htm](http://www.classes.midlandstech.com/carterp/Courses/bio101/chap%2011.htm)

การเปลี่ยนสีดอกของดอกพุดตาน. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก <http://biology.ipst.ac.th>

การสร้างไขมันสีเหลืองของกระต่าย. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก [http://pet.pigthai.com/newzealand-white-rabbit 2](http://pet.pigthai.com/newzealand-white-rabbit%202)

การสร้างน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมเพศเมีย ส่วนเพศผู้จะไม่มีการสร้างน้ำนม.

สืบค้น มกราคม 10, 2556, จาก <http://lovebel.exteen.com> และ

<http://www.thaibrahman.org/board/index>.

การสร้างสีของเมล็ดข้าวโพดบางพันธุ์. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก <http://live.phuketindex.com/th/phuket-sweetcorn-farm>

ความสูงของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งของสหรัฐอเมริกา ซึ่งยืนเข้าแถวตามช่วงความสูง
ต่างๆ เรียงจากน้อยไปหามาก (ซ้ายไปขวา). สืบค้น มกราคม 12, 2556,

จาก <http://www.citruscollege.edu/lc/archive/biology/Pages/Chapter10->

Rabito.aspx

ชุดบัตรภาพตามหาครอบครัว. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก www.mrcud2.com/news_file/p55804091136.pdf

ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด, **คัมภีร์ชีววิทยา ENTRANCE ม.4-6.** กรุงเทพฯ :

บริษัทสำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด, 2556.

พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.), สถาบัน. **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์**

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์

บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2556.

ลักษณะทางพันธุกรรมของครอบครัว.จัดทำข้อมูล มกราคม 20, 2556, โดย นางนงคณัฐ พันธุ์พีช

ลักษณะทางพันธุกรรมของครอบครัวหนึ่ง. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก <http://www.thaihealth.or.th/Content/24155.html>

ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันไม่ต่อเนื่อง. ถ่ายเมื่อ มกราคม 16, 2556,

โดย นางนงคณัฐ พันธุ์พีช

ลักษณะสีขนของสัตว์. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก <http://money.sanook.com> และที่มา : <http://arepao-cineko.blogspot.com>

ลักษณะหัวล้าน. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก <http://70-90memory.blogspot.com> และที่มา : <http://www.bloggang.com>

ลูกลิงที่มีลักษณะเหมือนแม่. สืบค้น มกราคม 10, 2556,

จาก <http://www.epofclinic.com/showdetail.asp?boardid=2915>

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. **หนังสือเรียน**

รายวิชาพื้นฐานชีววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา. 2553.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. **หนังสือเรียน**

รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์คุรุสภา. 2555.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. **หนังสือเรียน**

สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา. 2549.

สมาน แก้วไวยุทธและคณะ. **คู่มือเตรียมสอบชีววิทยา ม. 4-5-6.** นนทบุรี : เทพเนรมิตการพิมพ์, 2551.

สัตว์ทดลอง. สืบค้น มกราคม 10, 2556, จาก <http://www.thaihealth.or.th/Content/24155.html>

สืมของคน. สืบค้น มกราคม 10, 2556, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki> และ

<http://m.thairath.co.th/>