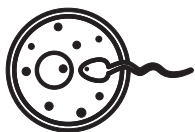
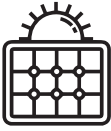
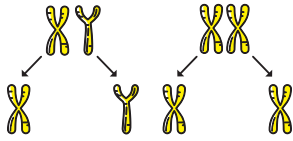


การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม





- Level 3 : เจอในข้อสอบมาก
- Level 2 : เจอในข้อสอบปานกลาง
- Level 1 : เจอในข้อสอบน้อย

## 1. ศัพท์พื้นฐาน

คำศัพท์		ความหมาย
Genetics	พันธุศาสตร์	เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่ง แบ่งออกได้ 3 สาขาหลัก 1. Transmission genetics ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบต่างๆ ของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม 2. Molecular genetics ศึกษาเกี่ยวกับกลไกการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมในระดับ DNA และ RNA 3. Population genetics ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพันธุศาสตร์ในระดับประชากรของสิ่งมีชีวิต
Genetic character	ลักษณะทางพันธุกรรม	ลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีน และสามารถถ่ายทอดจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่ง โดยลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เรียกว่า ความแปรผันทางพันธุกรรม
Genetic variation	ความแปรผันทางพันธุกรรม	ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป แบ่งได้ 2 ประเภท คือ แปรผันแบบต่อเนื่อง และแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง
Discontinuous variation	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบไม่ต่อเนื่อง	ลักษณะที่สามารถแยกแต่ละรูปแบบได้อย่างชัดเจน เช่น การมีติ่งหู ก็จะแยกกลุ่มได้เลยว่า กลุ่มที่มีและกลุ่มที่ไม่มี การมีลักยิ้มก็เช่นเดียวกัน

คำศัพท์		ความหมาย
Continuous variation	ลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง	ลักษณะที่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยในแต่ละรูปแบบ ไม่สามารถแยกเป็นกลุ่มได้ชัดเจน เช่น สีผิว ไม่ได้มีแค่สีผิวดำหรือขาว มีหลายสีมาก ไม่สามารถแยกเป็นกลุ่มๆ ได้ชัดเจน สีตา ความสูง ก็เช่นเดียวกัน
Chromosome	โครโมโซม	<ul style="list-style-type: none"> <li>พบในนิวเคลียสของยูคาริโอต หรือบริเวณนิวคลีออยด์ (Nucleoid) ของโพรคาริโอต</li> <li>ประกอบขึ้นจากกรดนิวคลีอิกชนิด DNA กับโปรตีน ซึ่งในมนุษย์เป็นโปรตีนชื่อว่า ฮิสโตน (Histone)</li> <li>เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต</li> </ul>
DNA	ดีเอ็นเอ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ย่อมาจากกรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (Deoxyribonucleic Acid) มีลักษณะสายเกลียวแบบบันได (Double Helix) ในยูคาริโอตและแบบวงแหวน (Plasmid) ในพวกโพรคาริโอต</li> <li>เป็นสารพันธุกรรมภายในของโมเลกุล มียีน (Gene) เป็นหน่วยย่อย</li> </ul>
Gene	ยีน	<ul style="list-style-type: none"> <li>เป็นส่วนหนึ่งของ DNA ทำหน้าที่กำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต และสามารถส่งต่อยีนรุ่นถัดไปผ่านเซลล์สืบพันธุ์ได้</li> <li>แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> <li>ยีนเด่น (Dominant Gene) <ul style="list-style-type: none"> <li>เป็นยีนที่แสดงลักษณะของยีนเด่นเสมอ ไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะพันธุ์แท้ (AA) หรือพันธุ์ทาง (Aa)</li> <li>สัญลักษณ์ที่ใช้จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เช่น A</li> </ul> </li> </ol> </li> </ul>

คำศัพท์		ความหมาย
		<p>2. ยีนด้อย (Recessive Gene)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>» เป็นยีนที่จะแสดงออกก็ต่อเมื่ออยู่ในสภาวะพันธุ์แท้เท่านั้น คือ aa</li> <li>» สัญลักษณ์ที่ใช้จะเป็นตัวพิมพ์เล็ก เช่น a</li> </ul>
Genotype	จีโนไทป์	เป็นรูปแบบของยีนที่อยู่กันเป็นคู่ โดยแต่ละคู่ของยีนได้มาจากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ ใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษเป็นสัญลักษณ์ เช่น AA, Aa, aa
Phenotype	ฟีโนไทป์	ลักษณะต่างๆ หรือข้อมูลของยีนที่แสดงออกมาให้เห็นได้ เช่น ความสูง สี
Locus	โลคัส	เป็นชื่อเรียกตำแหน่งต่างๆ
Loci		
Allele	แอลลีล	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ยีนที่อยู่บริเวณโลคัสของโครโมโซมคู่ที่เหมือนกัน (Homologous Chromosome) ในตำแหน่งเดียวกัน</li> <li>• ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะเดียวกัน แอลลีลจะเหมือนหรือต่างกันได้ เช่น <ul style="list-style-type: none"> <li>» แอลลีลเด่น (Dominant Allele) [แอลลีล A]</li> <li>» แอลลีลด้อย (Recessive Allele) [แอลลีล a]</li> </ul> </li> <li>• ปกติแล้วยีนที่กำหนดลักษณะหนึ่งๆ จะถูกควบคุมโดยแอลลีล 2 แอลลีล <ul style="list-style-type: none"> <li>» แต่บางครั้งมีปรากฏการณ์ที่เรียกว่า มัลติเปิลแอลลีล (Multiple alleles) เป็นการที่ยีน 1 ตัว ซึ่งควบคุมลักษณะหนึ่ง มีหลายแอลลีลเข้ามากำหนด เช่น ระบบเลือด ABO มี 3 แอลลีล</li> </ul> </li> </ul>

คำศัพท์		ความหมาย
Homozygous gene		คู่ของยีนที่มาเข้าคู่กัน มีลักษณะเดียวกัน เพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิต ก่อให้เกิดลักษณะพันธุ์แท้ เช่น BB, AA, TT และ yy
Heterozygous Gene		คู่ของยีนที่มาเข้าคู่กันมีลักษณะต่างกัน ก่อให้เกิดลักษณะพันธุ์ทาง เช่น Bb, Aa และ Tt
Homozygous	พันธุ์แท้	เป็นชื่อเรียกพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่แอลลีลของลักษณะใดๆ มาเข้าคู่กัน มีลักษณะเหมือนกันแล้วก่ให้เกิด <ul style="list-style-type: none"> <li>• ฮอมอไซกัส โดมิแนนซ์ (Homozygous Dominance) หรือพันธุ์เด่นแท้ (AA)</li> <li>• ฮอมอไซกัส รีเซสซีฟ (Homozygous Recessive) หรือพันธุ์ด้อยแท้ (aa)</li> </ul>
Heterozygous	พันธุ์ทาง	เป็นชื่อเรียกพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่แอลลีลของลักษณะใดๆ ที่มาเข้าคู่กัน มีลักษณะต่างกัน คือมีแค้ยีนเด่นคู่กับยีนด้อย (Aa)



### สิ่งที่มักเจอในข้อสอบ !!!

**!** บทนี้ออกข้อสอบเยอะเป็นอันดับ 1 ลักษณะข้อสอบมักจะมี 2 ส่วน ส่วนแรกจะถามเชิงบรรยาย เช่น เพราะเหตุใดการเลือกใช้ถั่วลิสงเตาจึงเหมาะสม กฎข้อที่ 1 ของเมนเดลสอดคล้องกับการแบ่งเซลล์ระยะใด ส่วนที่สองเป็นการคำนวณ ต้องใช้การฝึกฝนทำโจทย์บ่อยๆ จึงจะทำได้ แต่พื้นฐานต้องเข้าใจคำศัพท์ทั้งหมดในบทนี้ก่อน



## 2. การศึกษาพันธุศาสตร์ของเมนเดล

คำศัพท์		ความหมาย
Law of segregation	กฎแห่งการแยก	แต่ละแอลลีลในคู่ของยีนจะแยกจากกันในช่วงการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยพิจารณาเพียงคู่เดียว เช่น <ul style="list-style-type: none"> <li>• AA เมื่อแอลลีลแยกกันแล้ว จะได้เซลล์สืบพันธุ์เป็น A แบบเดียว</li> <li>• Aa เมื่อแอลลีลแยกกันแล้ว จะได้เซลล์สืบพันธุ์เป็น A และ a</li> </ul>
Law of independent assortment	กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ	แอลลีลจากยีนแต่ละคู่จะเข้าคู่อย่างอิสระในช่วงการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ โดยพิจารณาในมากกว่าหนึ่งคู่ เช่น <p>AABB จะได้เซลล์สืบพันธุ์เป็น AB แบบเดียว</p> <p>AaBB จะได้เซลล์สืบพันธุ์เป็น AB และ aB (อัตราส่วนเป็น 1:1)</p>
Monohybrid cross	การผสมลักษณะเดียว	การผสมพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณาลักษณะเพียงลักษณะเดียว เช่น สีของเมล็ดอย่างเดียว เช่น การผสมระหว่างถั่วลันเตาฝักสีเขียวกับสีเหลือง โดยไม่พิจารณาเรื่องรูปร่างของเมล็ดร่วมด้วย
Dihybrid cross	การผสมสองลักษณะ	การผสมพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณาสองลักษณะพร้อมกัน เช่น ลักษณะรูปร่างและสีของเมล็ด
Testcross	การผสมทดสอบ	เป็นการตรวจสอบหาจีโนไทป์ของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะฟีโนไทป์เป็นลักษณะเด่นว่ามีจีโนไทป์เป็นแบบ Homozygous dominant หรือ Heterozygous โดยนำสิ่งมีชีวิตที่สงสัยมาผสมพันธุ์กับสิ่งมีชีวิตที่เป็น Homozygous recessive และพิจารณาจากลูกที่เกิดขึ้น มี 2 กรณี

คำศัพท์	ความหมาย
	<p>ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ได้ลักษณะเด่นทั้งหมด แสดงว่าสิ่งมีชีวิตที่ส่งสืยเป็น Homozygous dominant</li> <li>2. ได้ลักษณะเด่น:ด้อย = 1:1 แสดงว่าสิ่งมีชีวิตที่ส่งสืยเป็น Heterozygous dominant</li> </ol>
Backcross	<p><b>การผสมกลับ</b></p> <p>เป็นการผสมพันธุ์โดยการนำลูกที่เกิดขึ้นในรุ่น F<sub>1</sub> ผสมพันธุ์กับพ่อหรือแม่ตัวใดตัวหนึ่ง โดยทั่วไปนิยมทำกับพ่อหรือแม่ที่มีจีโนไทป์ที่ตีที่สุดเพื่อคัดเลือกจีโนไทป์ไว้ จึงนิยมนำมาใช้ปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์</p>



### สิ่งที่มักเจอในข้อสอบ !!!

- ⚠️ กฎข้อที่ 1 สอดคล้องกับการแบ่งเซลล์ในระยะ Anaphase I ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (**ตรงนี้ออกข้อสอบบ่อยมาก!**) เพราะระยะนี้มีการแยกคู่ Homologous chromosome ทำให้โครโมโซมที่อยู่เป็นคู่แยกออกจากกัน ยีนที่อยู่เป็นคู่ก็จะแยกเป็นแอลลีลเดี่ยวๆ เช่นกัน
- ⚠️ กฎข้อที่ 2 สอดคล้องกับการแบ่งเซลล์ในระยะ Metaphase I ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
- ⚠️ เหตุผลการทำ Testcross และ Backcross หรือจีโนไทป์ใดเหมาะกับการนำไปทำแต่ละวิธีการ
- ⚠️ การคำนวณเกี่ยวกับ Monohybrid cross และ Dihybrid cross



### 3. ส่วนขยายของกฎเมนเดล

คำศัพท์		ความหมาย
Incomplete dominance	การข้ามแบบไม่สมบูรณ์	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ลักษณะหนึ่งไม่สามารถข้ามอีกลักษณะหนึ่งได้อย่างสมบูรณ์ ถ้ามีจีโนไทป์เป็น Heterozygous จะมีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างสองลักษณะ เช่น การผสมระหว่างดอกลิ้นมังกรพันธุ์สีแดงและสีขาว ได้สีชมพู เพราะเป็นสีก้ำกึ่งระหว่างสีแดงและสีขาว
Codominance	การข้ามร่วมกัน	การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่มียีนเป็น Heterozygous สามารถแสดงลักษณะเด่นของแอลลีลทั้งสองรูปแบบออกมาได้เท่ากัน เช่น พืชบางชนิดมีสีแดงและสีขาวพร้อมกันในดอกเดียว คนหมู่เลือด AB
Multiple allele		ลักษณะที่ควบคุมโดยยีนมากกว่า 2 แอลลีล ซึ่งโดยปกติยีน 1 ยีน จะมีแค่ 2 แอลลีล เช่น หมู่เลือด ABO ถูกควบคุมด้วยแอลลีล 3 รูปแบบ คือ $I^A I^B i$
Polygene		ลักษณะของฟีโนไทป์อย่างหนึ่งถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ทำให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมที่มีความแปรผันแบบต่อเนื่อง เช่น ลักษณะความสูง สีผิว สีตา สีเมล็ดข้าวสาลี
Pleiotropy		ปรากฏการณ์ที่ยีน 1 ยีน ควบคุมลักษณะได้มากกว่า 1 ลักษณะ เช่น ยีนที่ควบคุมสีของดอกถั่วลิ้นเตาสามารถควบคุมสีเมล็ดถั่วลิ้นเตาได้ด้วย
Gene interaction		ลักษณะของยีนบางยีนที่อยู่คนละตำแหน่งบนโครโมโซมมากกว่า 1 คู่ ส่งผลต่อการแสดงออกของฟีโนไทป์หนึ่งลักษณะ หรือยีนคู่หนึ่งอาจส่งผล



คำศัพท์		ความหมาย
		ยับยั้งหรือทำให้ยีนอีกคู่หนึ่งแสดงผลตรงกันข้าม
Epistasis		เป็นหนึ่งในรูปแบบของ Gene interaction เป็นปรากฏการณ์ที่แอลลีลของยีนหนึ่งไปมีผลยับยั้งการแสดงออกของยีนอีกคู่หนึ่ง ทำให้ฟีโนไทป์มีการแสดงออกของยีนที่ไปข่มเท่านั้น ไม่มีการแสดงออกจากยีนอีกคู่ ยีนที่ข่มเรียกว่า Epistatic gene ยีนที่ถูกข่มเรียกว่า Hypostatic gene
Sex-linked gene	ยีนที่เกี่ยวข้องกับโครโมโซมเพศ	เป็นการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมที่ควบคุมโดยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศเท่านั้น มี 2 ประเภท คือ ยีนที่เกี่ยวข้องกับ X และยีนที่เกี่ยวข้องกับ Y
X-linked gene	ยีนที่เกี่ยวข้องกับ X	เป็นยีนที่มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมเพศ X ซึ่งลักษณะเหล่านี้มีทั้งยีนเด่นและยีนด้อย แต่ส่วนมากมักเป็นยีนด้อย และพบในเพศชายมากกว่าหญิง เนื่องจากเพศชายมีโครโมโซม X เพียงโครโมโซมเดียว เช่น โรคตาบอดสี โรคฮีโมฟีเลีย โรคภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD
Hemophilia	โรคฮีโมฟีเลีย	เป็นความผิดปกติจากยีนด้อยบนโครโมโซม X ทำให้มีความผิดปกติเกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือด เมื่อเกิดบาดแผลจะมีเลือดออกนานกว่าปกติ ปัจจุบันรักษาได้โดยการฉีดโปรตีนที่ทำให้การแข็งตัวของเลือดกลับมาปกติ
Y-linked gene	ยีนที่เกี่ยวข้องกับ Y	เป็นยีนที่มีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมเพศ Y ซึ่งควบคุมลักษณะเพศชาย การถ่ายทอดยีนโครโมโซม Y จะถ่ายทอดจากพ่อไปยังลูกชายและไปยังหลานชายเป็นทอดๆ แต่โครโมโซม Y มีขนาด

คำศัพท์		ความหมาย
		เล็กมาก จึงมียืนอยู่เพียงเล็กน้อย
Pedigree	พันธุประวัติ	แผนผังแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของบุคคลต่างๆ ในครอบครัว มีการใช้สัญลักษณ์ที่แสดงความปกติหรือผิดปกติ และความสัมพันธ์ต่างๆ เช่น วงกลมแทนผู้หญิง สีเหลี่ยมจัตุรัสแทนผู้ชาย
	พงศาวลี	
Linked gene	ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน	ยีนที่อยู่บนโครโมโซมแท่งเดียวกัน อาจเป็น Autosome หรือ Sex chromosome ก็ได้ จะถูกถ่ายทอดไปพร้อมๆ กัน เช่น ลักษณะสีตัวกับลักษณะปีกของแมลงหวี่ จะถ่ายทอดไปด้วยกัน
Sex influenced trait	พันธุกรรมที่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของเพศ	เป็นลักษณะที่ปรากฏในเพศชายกับเพศหญิงไม่เท่ากัน เช่น ลักษณะหัวล้านจะเป็นลักษณะเด่นในเพศชาย (ชายมีแอลลีล B แค่ตัวเดียวก็ล้านเลย) แต่เป็นลักษณะด้อยในเพศหญิง (หญิงต้องมี BB จึงจะล้าน)
Sex limited trait	พันธุกรรมจำกัดเพศ	เป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่จะแสดงออกในเพศใดเพศหนึ่งเท่านั้น เช่น ลักษณะขนหางแบบ Cock ซึ่งจะมีหางยาวโค้ง พบในไก่ตัวผู้เท่านั้น แม้ตัวเมียจะมียีนนี้ก็ไม่แสดงออกว่ามีขนหางยาวโค้ง



สิ่งที่มักเจอในข้อสอบ !!!

- ⚠ การคำนวณการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ เช่น พ่อตาบอดสี แม่เป็นพาหะตาบอดสี ลูกผู้หญิงมีโอกาสเป็นตาบอดสีเท่าไร
- ⚠ พงศาวลีออกแน่นอน ต้องจำสัญลักษณ์และทำโจทย์ให้มาก เพราะแนวส่วนใหญ่ออกซ้ำๆ กัน





## สิ่งที่มักเจอในข้อสอบ !!!

⚠️ โรคที่ถ่ายทอดผ่านโครโมโซมร่างกาย โครโมโซมเพศทั้ง X และ Y ต้องจำ! ออกสอบบ่อยมาก

ลักษณะการควบคุม	โรค
ยีนเด่นบนโครโมโซมร่างกาย	โรคท้าวแสนปม, Marfan syndrome, Huntington's chorea
ยีนด้อยบนโครโมโซมร่างกาย	ผิวเผือก ธาลัสซีเมีย
ยีนเด่นบนโครโมโซม X	โรคมนุษย์หมาป่า
ยีนด้อยบนโครโมโซม X <b>*ออกบ่อยสุด</b>	ตาบอดสี ฮีโมฟีเลีย กล้ามเนื้อแขนขาลีบ โรคภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD
ยีนบนโครโมโซม Y	มีขนที่หู



## ระวัง

- การข้ามแบบไม่สมบูรณ์ สิ่งมีชีวิตที่เป็น Heterozygous จะมีส่วนผสมระหว่าง 2 ลักษณะ แต่การข้ามร่วมกัน สิ่งมีชีวิตที่เป็น Heterozygous จะแสดงลักษณะทั้งสองออกมาพร้อมกัน