

รายวิชา ว30161 พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

2 คาบ / สัปดาห์ / ภาคเรียน

1.0 หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา (Course description)

ศึกษาความสำคัญของสิ่งมีชีวิต ลักษณะของสิ่งมีชีวิต บทบาทและความสำคัญของ สารอินทรีย์ สารอินทรีย์สารชีวโมเลกุล และเอนไซม์ ต่อกระบวนการทำงานของสิ่งมีชีวิต ใช้เครื่องมือสำหรับการศึกษา เซลล์ วิเคราะห์โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ วัฏจักรเซลล์ และเทคโนโลยีของเซลล์ ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การทำกิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมการสร้างสรรค์ความรู้ กิจกรรม STEM

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญของสารเคมีภายในเซลล์ และ โครงสร้าง หน้าที่ของเซลล์ต่อการดำรงชีวิต มีทักษะกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถประยุกต์ความรู้ และนำไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

วัตถุประสงค์รายวิชา (Course objectives)

เมื่อเรียนจบรายวิชานี้ นักเรียนสามารถ

1. วิเคราะห์ อธิบายความสำคัญของสิ่งมีชีวิต ลักษณะของสิ่งมีชีวิตได้
2. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายบทบาทและความสำคัญของ สารอินทรีย์ สารอินทรีย์ สารชีวโมเลกุลต่อกระบวนการทำงานของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งอธิบายคุณสมบัติของน้ำและบทบาทของน้ำในสิ่งมีชีวิตได้
3. สืบค้น วิเคราะห์ อธิบายความสำคัญของโครงสร้างและหน้าที่เชิงชีวภาพของสารชีวโมเลกุล และ ทดลองเพื่อศึกษาและวิเคราะห์ประโยชน์และความสำคัญของสารชีวโมเลกุลในอาหารที่เรารับประทานในชีวิตประจำวัน
4. สืบค้น วิเคราะห์ความสำคัญของการทำงานของเอนไซม์ในสิ่งมีชีวิต หลักการทำงานของเอนไซม์ รวมถึงทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ได้
5. สืบค้น วิเคราะห์ เปรียบเทียบความแตกต่างและหลักการทำงานของกลีโกลิซิสแบบต่างๆ ได้ และทดลองเตรียมตัวอย่างเซลล์สิ่งมีชีวิต เพื่อนำไปศึกษาโครงสร้างของเซลล์ คำนวณหา กำลังขยายของภาพ ขนาดของวัตถุ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงได้
6. สืบค้น วิเคราะห์ บทบาทและความสำคัญของโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต และเปรียบเทียบ ลักษณะของเซลล์โพรคาริโอต และยูคาริโอต
7. สืบค้น วิเคราะห์ อธิบายกลไกและความสำคัญของการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์เพื่อรักษาคุณภาพของเซลล์ และทดลองศึกษาวิธีการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ได้

8. สืบค้น วิเคราะห์ อธิบายกลไกและความสำคัญของการหายใจระดับเซลล์ต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต รวมทั้ง วิเคราะห์ เปรียบเทียบการหายใจระดับเซลล์ในสถานะที่มีและไม่มีออกซิเจน การสลายสารชีวโมเลกุล ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ในการหายใจระดับเซลล์
9. สืบค้น วิเคราะห์ อธิบาย กลไกและความสำคัญของการสื่อสารระหว่างเซลล์ การควบคุมวัฏจักรเซลล์ การชราภาพ การตายของเซลล์ ต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของเซลล์ได้

รายวิชา ว30261 กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์

3 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน

1.5 หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา (Course description)

ศึกษาเกี่ยวกับการจัดลำดับโครงสร้างร่างกายสัตว์ การสืบพันธุ์และการเจริญของสัตว์ ระบบประสาท และอวัยวะรับสัมผัส ระบบโครงร่างและการเคลื่อนไหว ระบบต่อมไร้ท่อ การทำงานของระบบย่อยอาหาร ระบบหมุนเวียนโลหิต การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การรักษาสมดุลน้ำ-เกลือแร่และอุณหภูมิ ระบบขับถ่าย ระบบน้ำเหลืองและภูมิคุ้มกัน

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การทำกิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมการสร้างสรรค์ความรู้ กิจกรรม STEM

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์ ความสำคัญและความสัมพันธ์ของระบบต่างๆ ในสิ่งมีชีวิต มีทักษะกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถประยุกต์ความรู้ และนำไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

วัตถุประสงค์รายวิชา (Course objectives)

เมื่อเรียนจบรายวิชานี้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายการสืบพันธุ์ โครงสร้างระบบสืบพันธุ์และการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ กระบวนการปฏิสนธิและการเจริญพัฒนาเอมบริโอของสัตว์บางชนิดและคน สืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ ทำปฏิบัติการกายวิภาคของระบบสืบพันธุ์สัตว์
2. อธิบายลักษณะระบุตำแหน่งที่พบและหน้าที่ของเนื้อเยื่อแต่ละชนิดและการทำงานร่วมกันของระบบอวัยวะแต่ละระบบได้
3. เปรียบเทียบโครงสร้างระบบประสาทในสัตว์ชนิดต่าง ๆ อธิบายโครงสร้างเซลล์ประสาท วงจรการทำงานของเซลล์ประสาท การถ่ายทอดกระแสประสาท วงจรประสาทการทำงานของสมองมนุษย์และอวัยวะรับสัมผัส สืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในการวิเคราะห์และรักษาความผิดปกติของระบบประสาท
4. อธิบายโครงสร้างของกระดูกและกล้ามเนื้อ กระบวนการสร้างกระดูก หน้าที่ของข้อต่อ กลไกการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ ยกตัวอย่างความผิดปกติของกระดูก ข้อต่อและกล้ามเนื้อ ทำปฏิบัติการกายวิภาคกระดูก ข้อต่อและกล้ามเนื้อ
5. อธิบายลักษณะของต่อมไร้ท่อที่สำคัญ หน้าที่ของฮอร์โมน กลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน สืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อ
6. อธิบายโครงสร้างทางเดินอาหารและอวัยวะที่เกี่ยวข้องในการย่อยอาหาร กระบวนการย่อยอาหาร การดูดซึมและการลำเลียงสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และลิพิด ทำปฏิบัติการกายวิภาคการย่อยอาหารสัตว์บางชนิดได้

7. อธิบายการลำเลียงสารในสัตว์ชนิดต่าง ๆ องค์ประกอบและหน้าที่ของเลือด หลอดเลือด โครงสร้าง และการทำงานของหัวใจ สืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบหมุนเวียนโลหิต ทำปฏิบัติการกายวิภาคของหัวใจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมได้
8. เปรียบเทียบโครงสร้างที่ใช้สำหรับการหายใจในสัตว์ชนิดต่าง ๆ อธิบายโครงสร้างและกลไกการหายใจ การแลกเปลี่ยนแก๊สการควบคุมการหายใจ อภิปรายผลของควันทูหรือที่มีผลต่อการแลกเปลี่ยนแก๊ส และทำปฏิบัติการศึกษากายวิภาคของปอดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
9. อธิบายหลักการรักษาสมาตุระดับความเป็นกรด-เบสในเลือด คาร์บอนไดออกไซด์ กลูโคสในเลือด อุณหภูมิและน้ำในร่างกายได้
10. เปรียบเทียบการขับถ่ายของเสียในสัตว์ชนิดต่าง ๆ อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของไต ทำปฏิบัติการศึกษากายวิภาคของไตสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมได้
11. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของระบบน้ำเหลือง อภิปรายความสัมพันธ์ของระบบน้ำเหลืองกับระบบภูมิคุ้มกันได้
12. อธิบายกลไกการป้องกันและการกำจัดเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย สืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันได้

รายวิชา ว30262 กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของพืช

3 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน

1.5 หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา (Course description)

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อพืชมีดอก การเจริญเติบโตและหน้าที่ของราก ลำต้น และใบ ความรู้เบื้องต้นของพืชที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊ส การสังเคราะห์ด้วยแสง ความสัมพันธ์ของพืชกับน้ำ แร่ธาตุ และสารอาหาร การตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโต สิ่งแวดล้อม และสภาวะที่ไม่เหมาะสม ตลอดจนการสืบพันธุ์ของพืชมีดอก

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การทำกิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมการสร้างองค์ความรู้ กิจกรรม STEM

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของพืช ความสำคัญและความสัมพันธ์ของพืชต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ มีทักษะกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถประยุกต์ความรู้ และนำไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

วัตถุประสงค์รายวิชา (Course objectives)

เมื่อเรียนจบรายวิชานี้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อพืช พร้อมทั้งวาดภาพและชี้ส่วนประกอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้
2. อธิบายการจัดเรียงของเนื้อเยื่อราก ลำต้น และใบของพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว พร้อมทั้งอธิบายการเจริญเติบโตของโครงสร้างดังกล่าวได้
3. อธิบายโครงสร้างและกลไกที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืชได้
4. สืบค้นประวัติและการค้นพบการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
5. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและหน้าที่ของคลอโรพลาสต์ และปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 C_4 และ CAM พร้อมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
6. ระบุความหมายของการคายน้ำพร้อมทั้งอธิบายกลไกการเปิดปิดของปากใบและทำปฏิบัติการปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการคายน้ำได้
7. อธิบายเส้นทางและกลไกการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุได้
8. อธิบายเส้นทางและกลไกการลำเลียงอาหารได้
9. อธิบายและทำปฏิบัติการการตอบสนองของพืชต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตได้
10. อธิบายและทำปฏิบัติการการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อมได้
11. อธิบายกลไกในการตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้
12. อธิบายโครงสร้าง หน้าที่ และชนิดของดอกได้
13. อธิบายกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ การสร้างผลและเมล็ดของพืชมีดอก พร้อมทั้งระบุชนิดของผลได้
14. อธิบายกระบวนการงอก และทำปฏิบัติการเปรียบเทียบการงอกของเมล็ดได้
15. อธิบายการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศพร้อมทั้งสืบค้นการขยายพันธุ์พืชแบบต่างๆ ได้

รายวิชา ว30263 พันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ

3 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน

1.5 หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา(Course description)

ศึกษาเกี่ยวกับวิชาพันธุศาสตร์ ลักษณะทางพันธุกรรม กระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรม โครโมโซม การแบ่งเซลล์ของโพรคาริโอตและยูคาริโอต การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามกฎของเมนเดลและนอกกฎของเมนเดล ประวัติการค้นพบและองค์ประกอบทางเคมีของสารพันธุกรรม การจำลองตัวของดีเอ็นเอ การแสดงออกของยีน การกลายพันธุ์เทคโนโลยีดีเอ็นเอและพันธุวิศวกรรม ประวัติการศึกษาวิวัฒนาการทฤษฎีและหลักฐานเชิงวิวัฒนาการ การคัดเลือกโดยธรรมชาติและ การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต แบบแผนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ กฎของฮาร์ดีและไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่อัลลีลและความถี่จีโนไทป์ แนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ กลไกการเกิดสปีชีส์ แนวคิดเกี่ยวกับการกำเนิดของสิ่งมีชีวิตวิวัฒนาการของสารพันธุกรรมและวิวัฒนาการของโพรแคริโอตและยูคาริโอต ลักษณะสัณฐานวิทยาและการจำแนกหมวดหมู่ของไฟเรต วิวัฒนาการจากไฟเรตโบราณสู่โฮมินิด การกำเนิดมนุษย์ยุคแรกและมนุษย์ยุคใหม่

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การทำกิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมการสร้างองค์ความรู้ กิจกรรม STEM

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทและความสำคัญของพันธุศาสตร์ต่อการวิวัฒนาการและการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต มีทักษะกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถประยุกต์ความรู้ และนำไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

วัตถุประสงค์รายวิชา (Course objectives)

เมื่อเรียนจบรายวิชานี้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมและกระบวนการถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้
2. อธิบายชนิด รูปร่าง ส่วนประกอบโครโมโซมและแยกความแตกต่างของโครโมโซมได้
3. อธิบายขั้นตอนของกระบวนการและบอกความสำคัญของแบ่งเซลล์ของโพรคาริโอตและยูคาริโอตได้
4. อธิบายกฎแห่งการแยกตัว และกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระของเมนเดลและนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณและทำนายอัตราส่วนของฟีโนไทป์ จีโนไทป์ของรุ่นลูก รวมถึงวิเคราะห์การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนอกเหนือกฎของเมนเดลได้
5. อธิบายประวัติการค้นพบสารพันธุกรรมและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารพันธุกรรมได้
6. อธิบายกลไกการจำลองดีเอ็นเอและกลไกการแสดงออกของยีนได้
7. อธิบายความหมาย สาเหตุ ชนิด และผลของการกลายพันธุ์ได้

8. อธิบายกระบวนการเทคโนโลยีดีเอ็นเอและพันธุวิศวกรรมและอภิปรายผลของเทคโนโลยีดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้
9. อธิบายประวัติการศึกษาวิวัฒนาการทฤษฎีวิวัฒนาการและหลักฐานเชิงวิวัฒนาการได้
10. อธิบายการคัดเลือกโดยธรรมชาติ การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตและแบบแผนการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้
11. อธิบายและนำกฎของฮาร์ดีและไวน์เบิร์ก ไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความถี่อัลลีลและความถี่จีโนไทป์ในประชากร รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่อัลลีลและความถี่จีโนไทป์ได้
12. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับสปีชีส์ กลไกการป้องกันการผสมข้ามสปีชีส์ กลไกการเกิดสปีชีส์
13. อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการกำเนิดของสิ่งมีชีวิตวิวัฒนาการของสารพันธุกรรมและวิวัฒนาการของไฟโรแคโรตและยูคาริโอตได้
14. อธิบายลักษณะสัญญาณวิทยาและการจำแนกหมวดหมู่ของไฟโรเมต วิวัฒนาการจากไฟโรเมตโบราณสู่โฮมินิด การกำเนิดมนุษย์ยุคแรกและมนุษย์ยุคใหม่ได้

รายวิชา ว30264 ความหลากหลายทางชีวภาพ

3 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน

1.5 หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา (Course description)

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์และอนุกรมวิธาน อาณาจักรไวรา อาณาจักรโมเนรา อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรฟังไจ อาณาจักรพืช อาณาจักรสัตว์ นิเวศวิทยา ความหมายของระบบนิเวศ การถ่ายทอดสารและพลังงาน วัฏจักรสาร ชีวมณฑล สังคมของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การทำกิจกรรมกลุ่ม กิจกรรมการสร้างสรรค์ความรู้ กิจกรรม STEM

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจำแนกสิ่งมีชีวิตและความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อระบบนิเวศและเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา มีทักษะกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถประยุกต์ความรู้ และนำไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

วัตถุประสงค์รายวิชา (Course objectives)

เมื่อเรียนจบรายวิชานี้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมาย ความหลากหลายทางชีวภาพ และระดับความหลากหลายทางชีวภาพได้
2. อธิบายการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตตามหลักอนุกรมวิธาน หลักการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ และการใช้ไโคโดมัสคีย์ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตได้
3. สังเกต สำนวณ สืบค้น ทำกิจกรรม อธิบาย เปรียบเทียบลักษณะสำคัญ และใช้หลักการของไโคโดมัสคีย์ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรไวรา โมเนรา โพรทิสตา ฟังไจ พืช และสัตว์ รวมถึงระบุความสำคัญของสิ่งมีชีวิตแต่ละอาณาจักรได้
4. อธิบายความหมาย ระบุลักษณะสำคัญ และองค์ประกอบของระบบนิเวศได้
5. อธิบาย ระบุลักษณะและเขียนแผนภาพของโซ่อาหาร สายใยอาหาร การถ่ายทอดสารและพลังงาน และการขยายทางชีวภาพ (Biomagnification) ได้
6. อธิบายบทบาทของสิ่งมีชีวิตในแต่ละลำดับขั้นของการบริโภค (Trophic level) ได้
7. อธิบาย ระบุลักษณะและเขียนแผนภาพวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน วัฏจักรไนโตรเจน และวัฏจักรฟอสฟอรัสได้
8. อธิบายและเปรียบเทียบการกระจายสิ่งมีชีวิตในชีวมณฑลรูปแบบต่างๆ และระบุปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายสิ่งมีชีวิตในแต่ละชีวมณฑลได้
9. อธิบายความหมายของสังคมของสิ่งมีชีวิต การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในรูปแบบต่างๆ และเปรียบเทียบรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ได้
10. อธิบายความหมาย ลักษณะเฉพาะของประชากร ขนาดของประชากรและปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร เขียนรูปแบบโครงสร้างอายุ พีรามิดอายุ และกราฟของการอยู่รอดของสมาชิกในประชากรทั้ง 3 รูปแบบได้

11. คำนวนหาตรรกษนี้ความหลากหลายหลายได้
12. อธิบายกลไกการเกิดพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าและการแสดงออกของพฤติกรรมเพื่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้