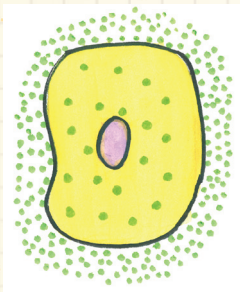


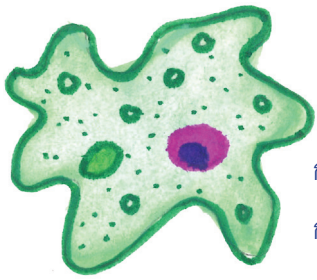
# สารบัญ



|  |    |
|--|----|
| สัดส่วนของธาตุที่พบในเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิต | 20 |
| สัดส่วนของสารเคมีในร่างกายมนุษย์           | 21 |
| สูตรโมเลกุลของกลูโคส                       | 22 |
| การเปรียบเทียบโครงสร้างของมอโนแซ็กคาไรด์   |    |
| ไดแซ็กคาไรด์ และพอลิแซ็กคาไรด์             | 22 |
| กรดไขมันอิ่มตัว                            | 23 |
| โครงสร้างของลิพิด                          | 24 |
| การเรียงตัวของโมเลกุลฟอสโฟลิพิด            | 25 |
| กรดอะมิโน                                  | 26 |
| โครงสร้างของโปรตีน                         | 27 |
| โครงสร้างนิวคลีโอไทด์                      | 27 |

|  |    |
|--|----|
| การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา                          |    |
| ระหว่างก๊าซไฮโดรเจนกับก๊าซออกซิเจน                         | 28 |
| การเปรียบเทียบปริมาณพลังงานกระตุ้นที่ต้องการใช้ในปฏิกิริยา |    |
| การสังเคราะห์ด้วยแสง (ปฏิกิริยาคูดพลังงาน)                 |    |
| กับปฏิกิริยาการหายใจ (ปฏิกิริยาคายพลังงาน)                 | 29 |
| ทฤษฎีแม่กุญแจ-ลูกกุญแจ                                     | 30 |
| การเปรียบเทียบพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาเคมี               | 30 |
| ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์                         | 31 |
| การเร่งปฏิกิริยาตามปกติ                                    | 32 |
| การยับยั้งแบบแก่งแย่ง                                      | 32 |





|   |    |
|---|----|
| การยับยั้งแบบแอลโลสเทอริก                 | 32 |
| การเปลี่ยนรูปของพลังงานในสิ่งแวดล้อม      | 33 |
| การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์           | 34 |
| การแพร่แบบธรรมดา                          | 35 |
| การแพร่แบบใช้ตัวพาหรือฟาซิลิเทต           | 36 |
| อัตราการแพร่ของสาร                        | 37 |
| แรงดันออสโมติก                            | 37 |
| ประเภทสารละลายที่เกี่ยวข้องกับการออสโมซิส | 38 |
| อีโมไลซิส                                 | 39 |
| การเกิดพลาสมอพทิจิสของเซลล์พืช            | 40 |
| การลำเลียงสารแบบใช้พลังงาน                | 40 |
| การเข้าออกของสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์        | 41 |

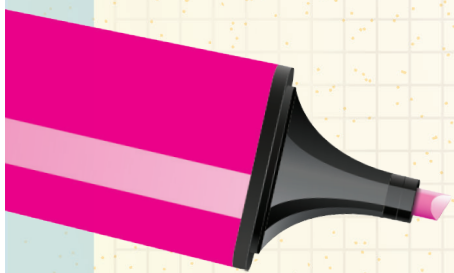
|                         |    |
|-------------------------|----|
| พินไซโตซิส              | 42 |
| ฟาโกไซโตซิส             | 43 |
| การนำสารออกจากเซลล์     | 43 |
| เซลล์                   | 44 |
| ลักษณะโครงสร้างของเซลล์ | 45 |
| เยื่อหุ้มเซลล์          | 46 |
| นิวเคลียส               | 46 |
| ไรโบโซม                 | 47 |
| เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม  | 47 |
| กอลจิ คอมเพลกซ์         | 48 |



|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| ไมโทคอนเดรีย                       | 49 |
| คลอโรพลาสต์                        | 49 |
| แวคิวโอล                           | 50 |
| ไมโครทิวบูล                        | 50 |
| เซนทริโอล                          | 51 |
| การแบ่งเซลล์                       | 52 |
| การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส             | 53 |
| การแบ่งไซโทพลาสซึม                 | 54 |
| การแบ่งตัวของเซลล์แบบไมโทซิส       | 55 |
| การแบ่งตัวของเซลล์รากหอมแบบไมโทซิส | 56 |
| ระยะไมโอซิส 1                      | 57 |



|   |    |
|---|----|
| แพคทีน                                  | 58 |
| การเกิดครอสซิงโอเวอร์                   | 58 |
| ระยะไมโอซิส 2                           | 59 |
| การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส                  | 60 |
| การจำลองการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส          | 61 |
| เกรเกอร์ โยฮันน์ เมนเดล                 | 62 |
| กฎการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของเมนเดล | 62 |
| ตัวอย่างกฎแห่งการแยก                    | 63 |
| กฎข้อที่ 2 กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ  | 64 |

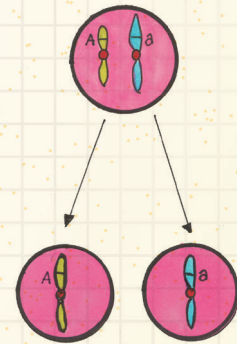


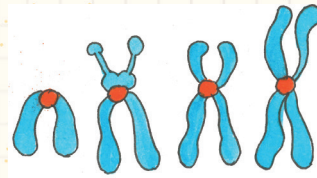


การใช้หลักความน่าจะเป็นในการถ่ายทอดพันธุกรรม

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| ลักษณะเดี่ยว                      | 64 |
| การผสมย้อนกลับ                    | 65 |
| การผสมทดสอบ                       | 66 |
| การชมแบบไม่สมบูรณ์                | 66 |
| การถ่ายทอดลักษณะหมู่เลือดระบบ ABO | 67 |
| Multiple Alleles                  | 67 |
| Multiple Gene                     | 68 |

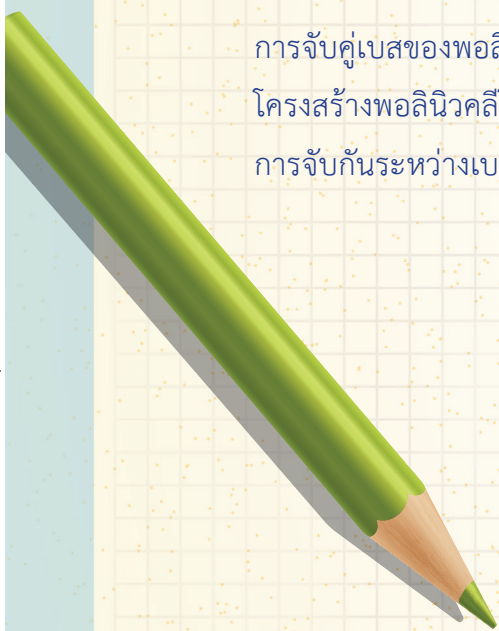
|   |    |
|---|----|
| โครโมโซม                                  | 69 |
| ตำแหน่งของเซนโทรเมียร์บนโครโมโซมแบบต่าง ๆ | 69 |
| ความผิดปกติของยีน                         | 70 |
| ยีนที่อยู่บนโครโมโซม X                    | 70 |
| โรคฮีโมฟีเลีย                             | 71 |
| โรคภาวะพร่องเอนไซม์ G-6-PD                | 71 |
| ความผิดปกติของโครโมโซม                    | 72 |
| กลุ่มอาการดาวน์ซินโดรม                    | 72 |
| กลุ่มอาการครีดูชาติ                       | 73 |
| กลุ่มอาการโคลน์เฟลเตอร์                   | 74 |
| กลุ่มอาการเทอร์เนอร์                      | 75 |





|  |    |
|--|----|
| กรดนิวคลีอิก                                   | 76 |
| ดีเอ็นเอ                                       | 77 |
| โครงสร้างพอลินิวคลีโอไทด์                      | 78 |
| การจับคู่เบสของพอลินิวคลีโอไทด์                | 79 |
| โครงสร้างพอลินิวคลีโอไทด์ในโมเลกุลของ DNA      | 80 |
| การจับกันระหว่างเบส A กับ T และ C กับ G ใน DNA | 81 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| การจำลองตัวเองของดีเอ็นเอ         | 82 |
| กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน         | 83 |
| การถอดรหัส                        | 83 |
| การแปลรหัส                        | 85 |
| ดีเอ็นเอและฮิสโตนที่ประกอบกันเป็น |    |
| โครโมโซมของยูคาริโอต              | 86 |
| มิวเทชัน                          | 87 |
| ดีเอ็นเอสายผสม                    | 87 |
| การลำเลียงสารของไฮดรา             | 88 |



|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| ระบบหมุนเวียนเลือดของไส้เดือนดิน   | 88 |
| ระบบหมุนเวียนเลือดของแมลง          | 89 |
| ระบบหมุนเวียนเลือดของกุ้ง          | 89 |
| ระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรปิด       | 90 |
| ระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรเปิด      | 90 |
| โครงสร้างภายในหลอดเลือดดำ          | 91 |
| ท่อน้ำเหลือง                       | 91 |
| หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่              | 92 |
| หลอดเลือดฝอย                       | 92 |
| หลอดเลือดเวน                       | 92 |
| การทดลองอย่างง่ายของฮาร์วีย์       | 93 |
| ระบบหมุนเวียนเลือดในสัตว์ 4 ประเภท | 94 |
| เซลล์เม็ดเลือดแดง                  | 94 |
| เซลล์เม็ดเลือดขาว                  | 94 |



|   |     |
|---|-----|
| เกล็ดเลือด                                | 94  |
| รูปแบบและการดูดซึมของของเหลวในเนื้อเยื่อ  | 96  |
| โพรงลื่นเปิด-ปิดของหลอดเลือด              | 96  |
| หัวใจ                                     | 97  |
| การย่อยอาหาร                              | 98  |
| การย่อยอาหารในร่างกาย                     | 98  |
| ระบบทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์                | 98  |
| ระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์                   | 99  |
| ระบบย่อยอาหารของอะมีบา                    | 99  |
| ระบบย่อยอาหารของพารามีเซียม               | 100 |
| การย่อยอาหารของฟองน้ำ                     | 101 |
| การย่อยอาหารของไฮดรา                      | 102 |
| ทางเดินอาหารและการย่อยอาหารของปลานานาเรีย | 103 |
| ทางเดินอาหารของพยาธิใบไม้                 | 104 |
| การดูดซึมอาหารของพยาธิตัวตืด              | 104 |
| ทางเดินอาหารของไส้เดือนดิน                | 105 |
| ระบบทางเดินอาหารของแมลง                   | 106 |
| ทางเดินอาหารของไก่                        | 107 |
| ทางเดินอาหารของสัตว์ปีก                   | 107 |
| ระบบทางเดินอาหารของวัว                    | 108 |





|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| ระบบทางเดินอาหารของมนุษย์        | 109 |
| โครงสร้างของลำไส้เล็ก            | 110 |
| โครงสร้างของลำไส้ใหญ่            | 110 |
| ฟัน                              | 111 |
| น้ำลาย                           | 112 |
| ลิ้น                             | 113 |
| หลอดอาหาร                        | 114 |
| กระเพาะอาหาร                     | 114 |
| ลำไส้ใหญ่                        | 115 |
| การดูดซึมในลำไส้เล็ก             | 116 |
| การย่อยคาร์โบไฮเดรตในร่างกาย     | 117 |
| การย่อยโปรตีนในร่างกาย           | 118 |
| การย่อยไขมันในลำไส้เล็ก          | 119 |
| ระบบขับถ่ายของพารามีเซียม        | 120 |
| ระบบขับถ่ายของพลาณาเรีย          | 121 |
| ระบบขับถ่ายของไส้เดือนดิน        | 122 |
| เนพริเดียม                       | 123 |
| ระบบขับถ่ายของแมลง               | 124 |
| ระบบขับถ่ายของมนุษย์             | 125 |
| เส้นเลือดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับไต | 126 |
| ไต                               | 126 |
| การทำงานของหน่วยไต               | 127 |

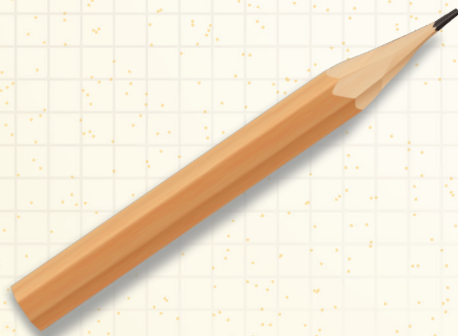


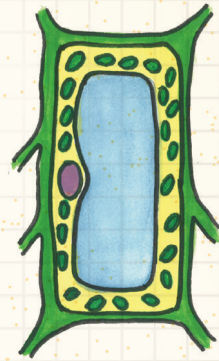


|   |     |
|---|-----|
| ทิศทางการไหลของเลือดและการไหลของปัสสาวะในไต | 128 |
| สารที่สามารถผ่านผนังโกลเมอรูลัส             | 129 |
| กระบวนการเกิดปัสสาวะจากหน่วยไต              | 130 |
| การรักษาสมดุลของน้ำและสารต่าง ๆ ด้วยไต      | 131 |
| การทำงานของเครื่องไตเทียม                   | 132 |
| การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ                  | 133 |
| การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ                     | 133 |
| ระบบสืบพันธุ์เพศชาย                         | 134 |
| ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง                        | 135 |
| โครงสร้างของอสุจิ                           | 136 |

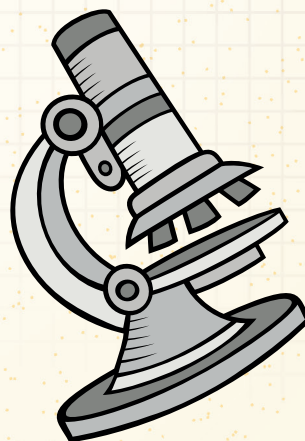


|   |     |
|---|-----|
| ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงของรังไข่          | 137 |
| การปฏิสนธิ                              | 138 |
| การเปลี่ยนรูปร่างของกลุ่มเซลล์          | 138 |
| การวัดอัตราการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต | 138 |
| การเจริญเติบโตของกบ                     | 139 |
| การเจริญเติบโตของไก่                    | 140 |
| การเจริญเติบโตของมนุษย์                 | 142 |





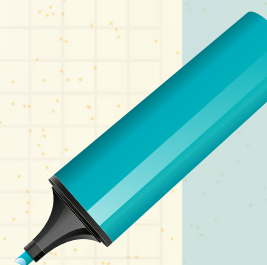
|  |     |
|--|-----|
| การเคลื่อนที่ของแมงกะพรุน                        | 143 |
| การเคลื่อนที่ของพลาณาเรีย                        | 143 |
| การเคลื่อนที่ของหมึก                             | 144 |
| การเคลื่อนที่ของไส้เดือนดิน                      | 144 |
| การเคลื่อนที่ของดาวทะเล                          | 145 |
| การเคลื่อนที่ของมนุษย์                           | 146 |
| ข้อต่อ   | 147 |
| กระดูกหน้าอก                                     | 147 |
| กระดูกซี่โครง                                    | 147 |
| กระดูกแขน  | 148 |
| กระดูกขา   | 148 |
| ไขกระดูก   | 148 |
| ข้อต่อที่มีการเคลื่อนไหว                         | 149 |
| มัดกล้ามเนื้อ                                    | 150 |
| การทำงานของกล้ามเนื้อยึดกระดูก                   | 151 |
| เซลล์ประสาท                                      | 152 |
| ประเภทของเซลล์ประสาทแบ่งตามจำนวนขั้ว             | 152 |
| การถ่ายทอดกระแสประสาทในรูปของเคมีหรือไซแนปส์เคมี | 153 |
| สมอง   | 154 |

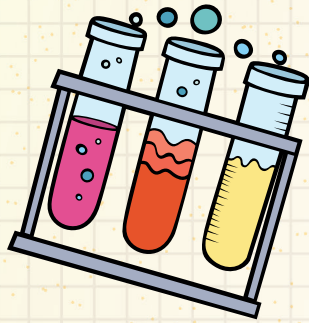




|   |     |
|---|-----|
| เส้นประสาทไขสันหลัง                           | 155 |
| ระบบประสาทของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง          | 156 |
| ตา  | 157 |
| เซลล์รูปแท่ง                                  | 158 |
| หู  | 158 |
| จมูก  | 159 |
| ต่อมในร่างกายมนุษย์                           | 160 |
| การกระตุ้นและยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนจากตับอ่อน | 161 |
| ต่อมพาราไทรอยด์                               | 162 |
| รังไข่  | 163 |
| ขั้นตอนการตั้งครรภ์ของมนุษย์                  | 164 |
| หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต         | 165 |
| หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ                 | 166 |
| หลักฐานจากการเจริญของเอ็มบริโอ                | 167 |
| ทฤษฎีของชอง ลามาร์ค                           | 168 |
| ทฤษฎีของชาลส์ ดาร์วิน                         | 169 |
| ทฤษฎีของดาร์วิน และวอลเลซ                     | 169 |
| การเปลี่ยนแปลงความถี่แบบไม่เหมาะสม            | 170 |
| กลไกการแบ่งแยกระยะหลังไซโกต                   | 171 |
| วิวัฒนาการของมนุษย์                           | 172 |
| แผนผังแสดงกลไกการเกิดพฤติกรรมของสัตว์         | 173 |
| เนื้อเยื่อของสัตว์                            | 174 |
| ช่องว่างภายในลำตัวของสัตว์                    | 175 |
| ระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์                    | 176 |
| การจำลองระบบทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์            | 177 |

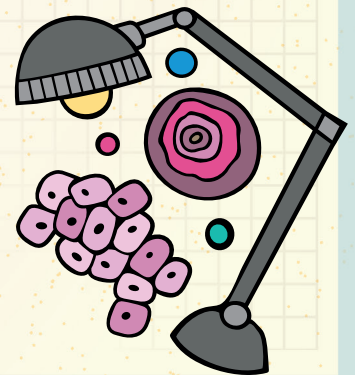
|  |     |
|--|-----|
| การจำลองระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์                              | 177 |
| สมมาตรร่างกาย  | 178 |
| โครงสร้างของไส้เดือน   | 179 |
| วงจรชีวิตแบบสลับของพืช                                       | 180 |
| โครงสร้างที่สิ่งมีชีวิตใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ                | 181 |
| เยื่อหุ้มเซลล์   | 181 |
| ผิวหนังนอกร่างกาย  | 181 |
| ผิวหนัง  | 181 |
| เหงือก   | 182 |
| เรสไพราทอรี ทรี  | 182 |
| ระบบท่อลม  | 183 |
| ปอดแผง   | 184 |
| ปอด  | 184 |
| ระบบหายใจของมนุษย์   | 185 |
| ขั้นตอนของการหายใจ   | 186 |
| การควบคุมการหายใจ  | 187 |
| การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างหลอดเลือดฝอยและถุงลมในปอด            | 187 |
| การลำเลียงก๊าซในเลือด  | 188 |
| โครงสร้างของดอก  | 189 |
| การสร้างละอองเรณูของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้                     | 190 |
| อับเรณูและละอองเรณู  | 191 |
| การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของพืชดอกที่เกิดขึ้นภายในรังไข่ | 192 |
| การปฏิสนธิของพืชดอก  | 193 |
| วงจรชีวิตแบบสลับของมอส                                       | 194 |
| วงจรชีวิตแบบสลับของเฟิร์น                                    | 194 |



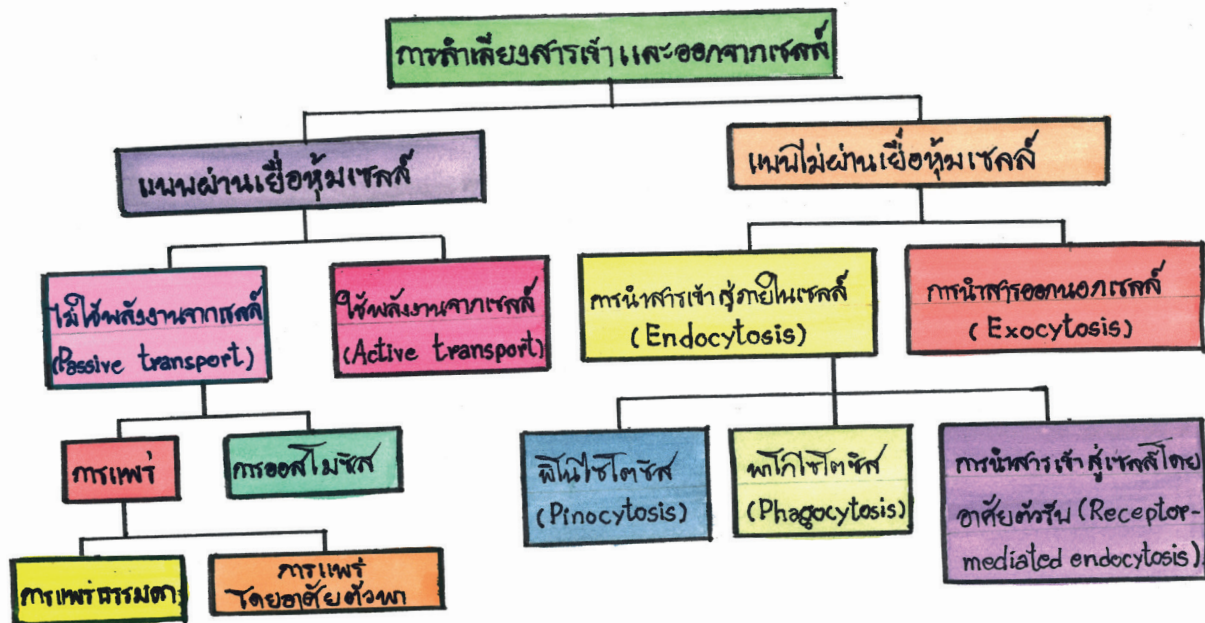


|  |     |
|--|-----|
| ชนิดของผล  | 195 |
| เปลือกเมล็ด  | 196 |
| ต้นอ่อน  | 196 |
| ส่วนประกอบที่สำคัญของเอ็มบริโอ   | 196 |
| ใบเลี้ยง   | 196 |
| เอนโดสเปิร์ม   | 197 |
| การงอกแบบที่ใบเลี้ยงอยู่บนดิน  | 197 |
| การงอกแบบที่ใบเลี้ยงอยู่ใต้ดิน   | 198 |
| การกระจายของผลและเมล็ด   | 198 |
| การทดลองของฌอง แบปติสต์ แวน เฮลมอนท์                                       | 199 |
| การทดลองของโจเซฟ ปริสต์ลีย์  | 200 |
| คลอโรพลาสต์  | 202 |
| การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร   | 203 |
| การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร                                      | 204 |
| วัฏจักรคัลวิน  | 205 |
| โครงสร้างภายในของใบ  | 206 |
| การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> ) ของพืช C <sub>4</sub>           | 207 |
| กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง   | 208 |
| แผนภาพสรุปกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง                                       | 208 |
| สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า   | 209 |
| อิทธิพลของความเข้มข้นของแสงที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง<br>ของพืช 3 ชนิด | 210 |

|   |     |
|---|-----|
| ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง ความเข้มแสง<br>และความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ | 210 |
| อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง   | 211 |
| วัฏจักรน้ำและวัฏจักรออกซิเจน  | 212 |
| วัฏจักรคาร์บอน  | 213 |
| วัฏจักรไนโตรเจน   | 214 |
| วัฏจักรกำมะถัน  | 215 |
| วัฏจักรแคลเซียม   | 216 |
| วัฏจักรฟอสฟอรัส   | 217 |
| non-disjunction   | 218 |
| คุณสมบัติของเอนไซม์   | 219 |
| คุณสมบัติสำคัญของเอนไซม์  | 219 |
| ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์  | 220 |
| ตัวยับยั้งการทำงานของเอนไซม์  | 222 |
| การถ่ายทอดไฮโดรเจนและการถ่ายทอดอิเล็กตรอน   | 223 |
| สูตรโครงสร้างของ ATP  | 224 |
| อะซิติลโคเอนไซม์เอ  | 225 |
| วัฏจักรเครบส์   | 225 |
| การถ่ายทอดอิเล็กตรอน  | 226 |
| การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ  | 227 |

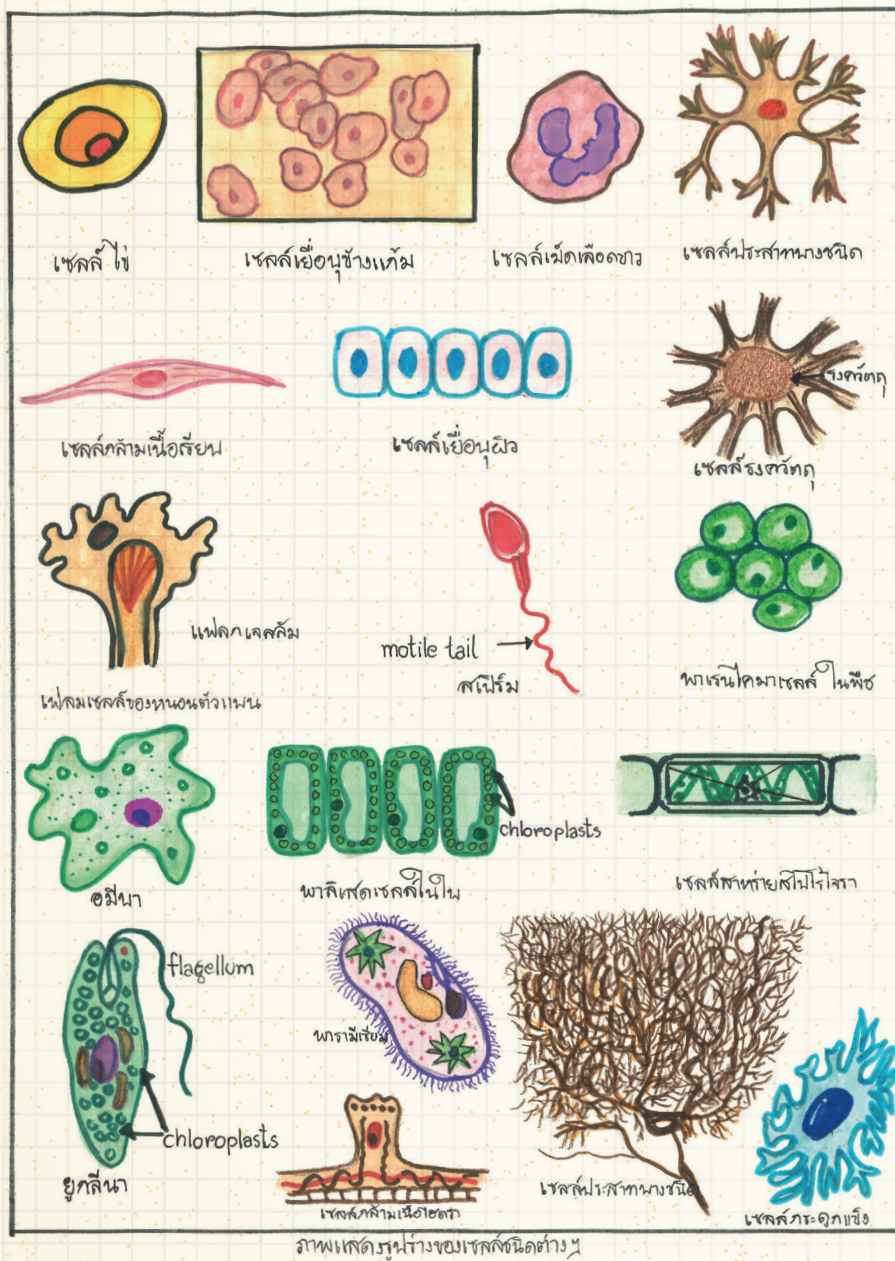


## การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์



สมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของสิ่งมีชีวิต คือ สามารถควบคุมและคัดเลือกสารผ่านเข้าออกเยื่อหุ้มเซลล์ เซลล์สิ่งมีชีวิตจึงดำรงอยู่ได้ โดยมีองค์ประกอบเคมีภายในเซลล์แตกต่างจากสิ่งแวดล้อมภายนอกทั้งชนิดและปริมาณสารเคมี รักษาสภาพเซลล์ให้สมบูรณ์เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีต่าง ๆ ของเซลล์

# เซลล์



เซลล์ (Cell) หมายถึง หน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต มีรูปร่างลักษณะ ขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิตและหน้าที่ของเซลล์เหล่านั้น สามารถแบ่งเซลล์ต่าง ๆ ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ เซลล์โพรคาริโอต (Prokaryote) และ เซลล์ยูคาริโอต (Eukaryote)



## การผสมทดสอบ

- การผสมทดสอบ (Test Cross) เป็นการผสมระหว่างต้นที่มีฟีโนไทป์เด่นกับต้นที่มีฟีโนไทป์ด้อย เพื่อต้องการทราบว่าต้นลักษณะเด่นเป็นลักษณะพันธุ์แท้หรือพันธุ์ทาง

รุ่นพ่อแม่ :

แม่ลักษณะ  
RR

×

แม่ลักษณะ  
rr

Test cross progenies :

Rr

(แม่ลักษณะทั้งหมด)

รุ่นพ่อแม่ :

แม่ลักษณะ  
Rr

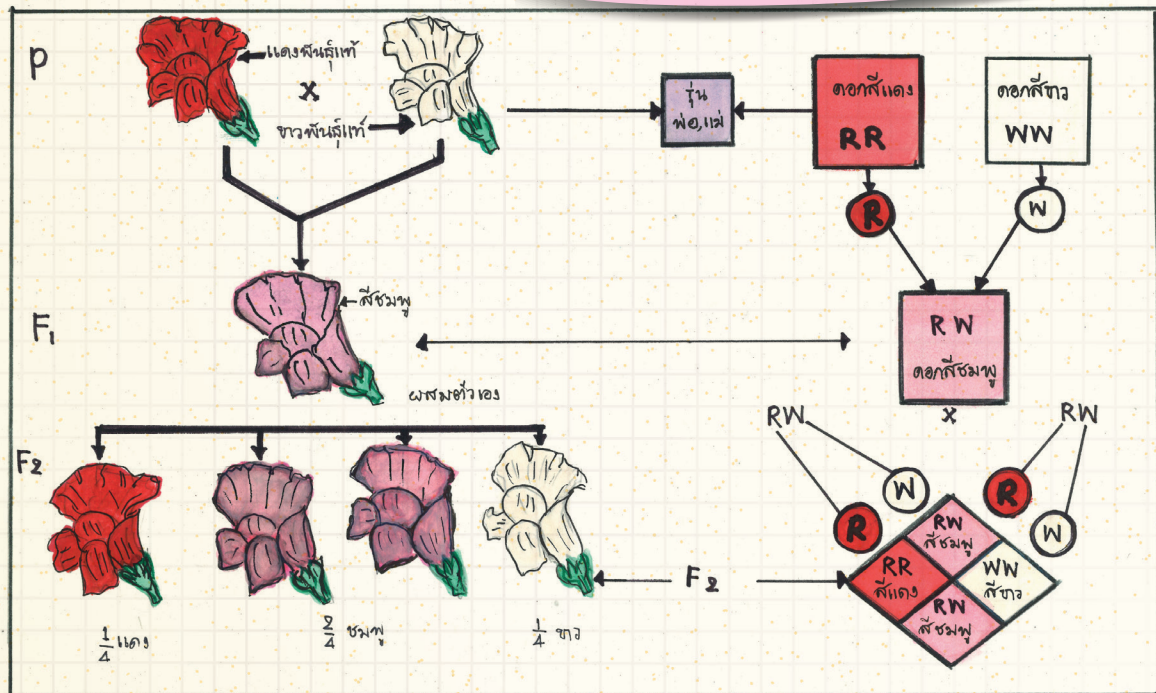
×

แม่ลักษณะ  
rr

Test cross progenies :

Rr , rr

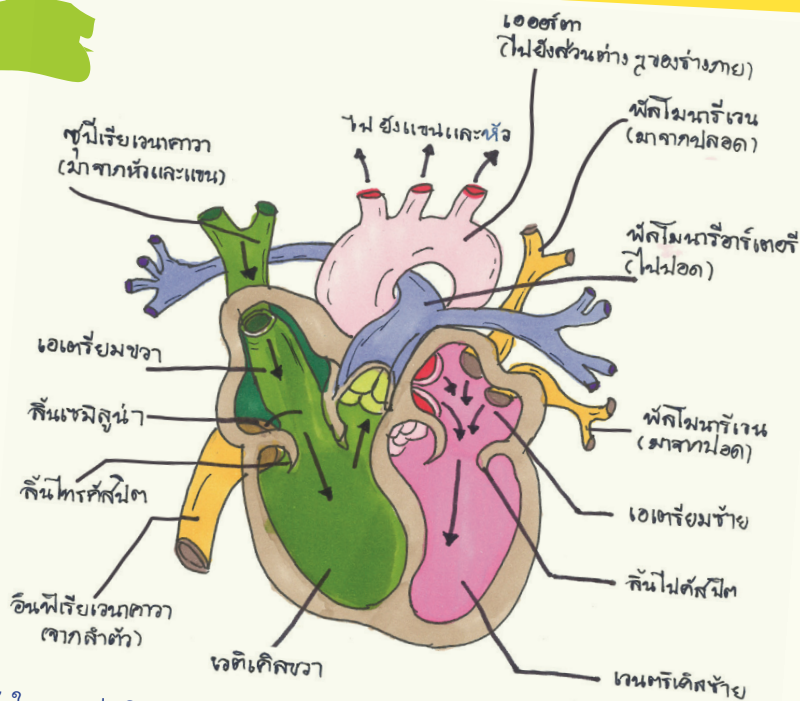
(ลักษณะ) , (ลักษณะ)



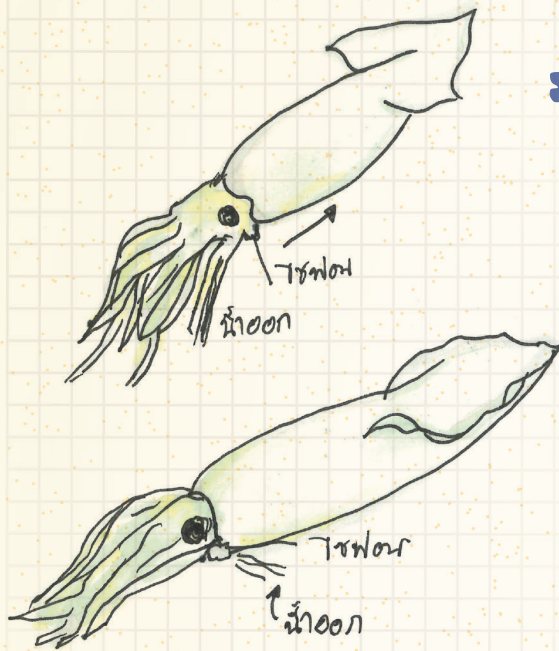
## การข้ามแบบไม่สมบูรณ์ (Incomplete Dominant)

- การข้ามแบบไม่สมบูรณ์ คือ การแสดงออกของยีนที่เป็นยีนเด่นไม่สามารถข่มยีนด้อยได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้มีการแสดงออกของยีนทั้งสองเป็นแบบผสมกันหรือเป็นแบบกลาง ๆ ระหว่างสองลักษณะ
- จีโนไทป์ในรุ่น  $F_1$  เป็นเฮเทอโรไซกัส (RW) และมีฟีโนไทป์สีชมพูทั้งหมด
- จีโนไทป์ในรุ่น  $F_2$  มี 3 ชนิด คือ RR, RW, WW เป็นสัดส่วน 1:2:1 และฟีโนไทป์ในรุ่น  $F_2$  มี 3 ชนิด คือ ดอกสีแดง, ดอกสีชมพู, ดอกสีขาว เป็นสัดส่วน 1:2:1

## หัวใจ

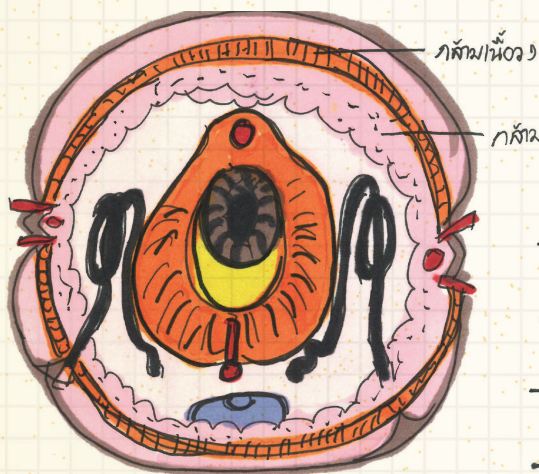


- ตำแหน่งของหัวใจจะอยู่บริเวณระหว่างปอดทั้งสองข้าง โดยจะค่อนออกมาทางซ้ายเล็กน้อยมีขนาดเท่ากำปั้น
- ทำหน้าที่สำคัญคือ การสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ภายในมีลักษณะเป็นโพรงแบ่งออกเป็น 4 ห้อง 2 ห้องบนเรียกว่า “เอเทรียม (Atrium)” และ 2 ห้องล่างเรียกว่า “เวนทริเคิล (Ventricle)”
- หัวใจห้องบนซ้ายและห้องล่างซ้ายมีลิ้นไบคัสปิด (Bicuspid) คั่นอยู่ ส่วนห้องบนขวาและห้องล่างขวามีลิ้นไตรคัสปิด (Tricuspid) คั่นอยู่ ซึ่งลิ้นทั้ง 2 จะคอยทำหน้าที่เปิดปิดเพื่อไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ หัวใจจะสูบฉีดเลือดโดยการบีบตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเป็นจังหวะ ทำให้เลือดไหลไปตามหลอดเลือดต่าง ๆ
- โดยหัวใจแต่ละห้อง จะทำหน้าที่ดังนี้
  - >> ห้องขวาบน (Right Atrium) ทำหน้าที่รับเลือดจากหลอดเลือดดำใหญ่ 2 เส้น คือ Superior vena cava และ Inferior vena cava
  - >> ห้องขวาล่าง (Right Ventricle) ทำหน้าที่รับเลือดดำจากหัวใจห้องบนขวาล่างผ่านลิ้นหัวใจชื่อ Tricuspid แล้วส่งไปยังปอด โดยผ่านลิ้นหัวใจอีกลิ้นชื่อ Pulmonary เข้าสู่หลอดเลือดใหญ่ที่เข้าสู่ปอดที่ชื่อ Pulmonary Artery
  - >> ห้องซ้ายบน (Left Atrium) ทำหน้าที่รับเลือดแดงที่พอกแล้วจากปอดซ้ายและขวา
  - >> ห้องซ้ายล่าง (Left Ventricle) ทำหน้าที่รับเลือดแดงจากห้องซ้ายบนเข้าไปสู่ท่อเลือดแดงใหญ่ชื่อ Aorta ซึ่งจะแตกแขนงเป็นหลอดเลือดแดงขนาดต่าง ๆ ไปจนถึงเป็นหลอดเลือดฝอยทั่วร่างกาย หัวใจห้องซ้ายล่างนี้มีผนังหนาที่สุดในหัวใจทั้ง 4 ห้อง



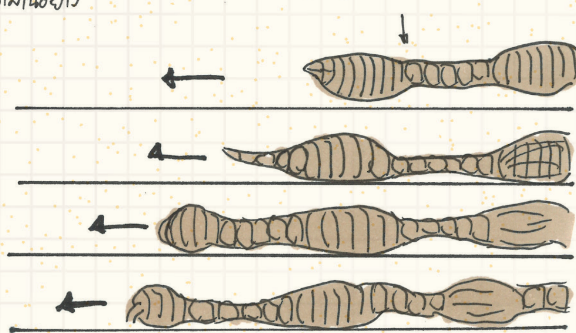
### การเคลื่อนที่ของหมึก

- ใช้การพ่นน้ำออกจากทางไซฟอน (Siphon) ซึ่งเป็นท่อที่อยู่ด้านล่างของหัวหมึกใช้ในการพ่นน้ำ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปในทิศตรงกันข้ามกับด้านที่พ่นน้ำออก
- หมึกยักษ์จะใช้ตุ่มดูด (Sucker) ที่ติดอยู่บริเวณหนวดเกาะสิ่งอื่นไว้เพื่อช่วยในการเคลื่อนที่



(ก)

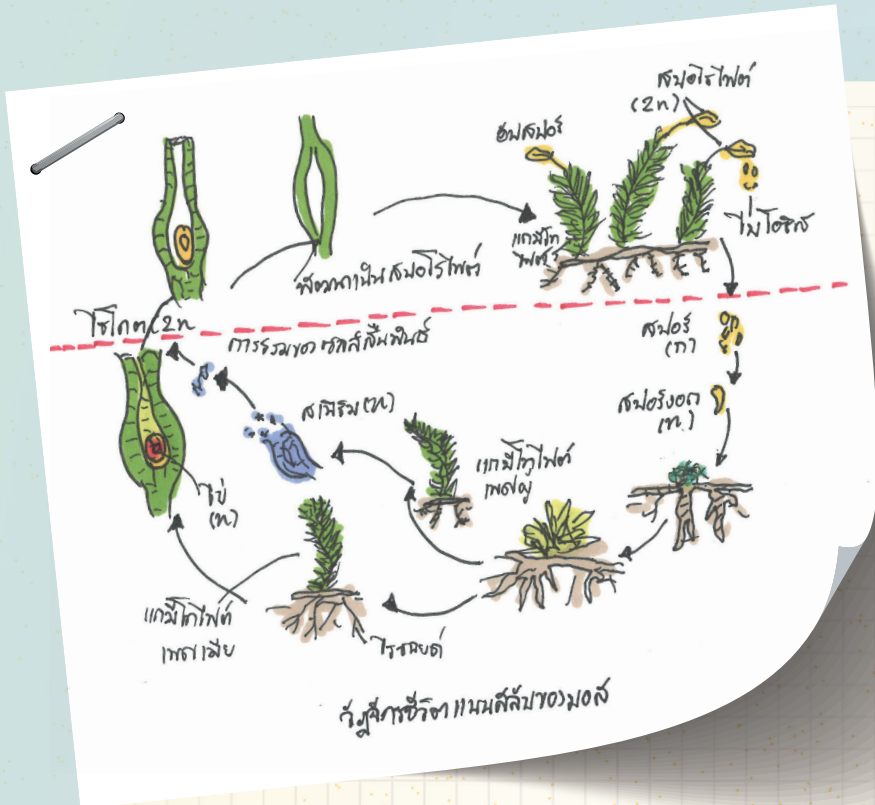
การเคลื่อนที่ของไส้เดือนดิน



(ข.)

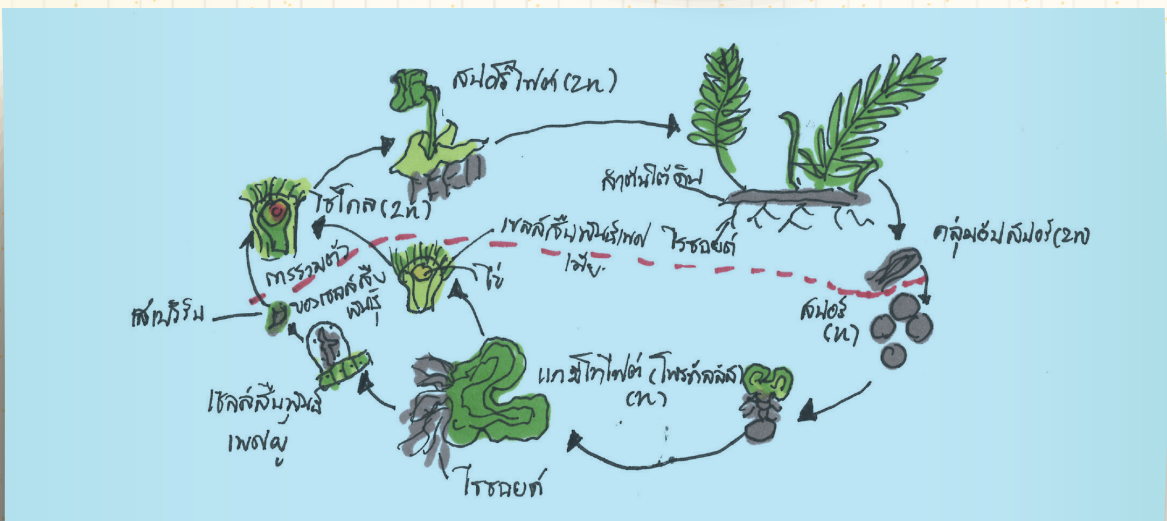
### การเคลื่อนที่ของไส้เดือนดิน

- มีกล้ามเนื้อ 2 ชุด คือ กล้ามเนื้อวงและกล้ามเนื้อตามยาวทำงานสลับกันไป
- ไส้เดือนดินใช้กล้ามเนื้อทั้ง 2 ชุดนี้หดตัวสลับกันไปเรื่อย ๆ เพื่อคลานไปตามพื้น
- การหดตัวของกล้ามเนื้อทั้งสองชุดจะต่อเนื่องกันคล้ายระลอกคลื่น โดยเริ่มจากปลายด้านหัวมาสู่ปลายส่วนท้ายของลำตัว การทำงานตรงข้ามกันของกล้ามเนื้อ 2 ชุดในลักษณะนี้เรียกว่า “สภาวะตรงกันข้าม (Antagonism)”



### วงจรชีวิตแบบสลับของมอส

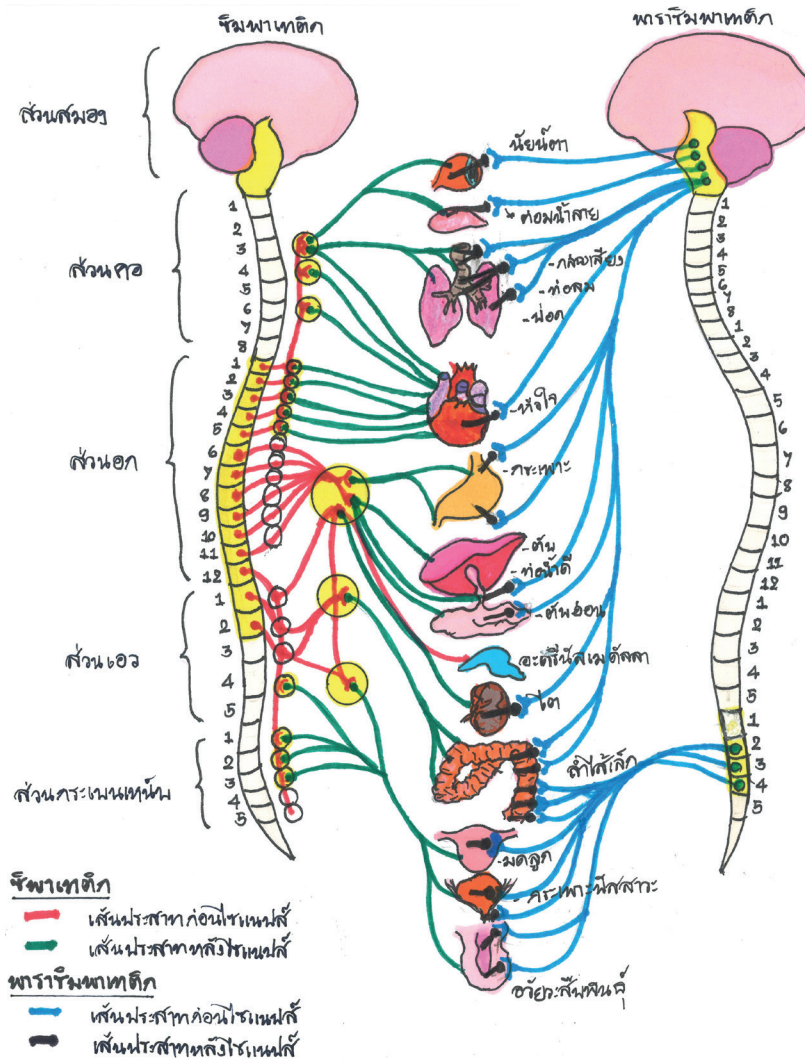
โดยมีระยะแกมีโตไฟต์เด่นกว่าสปอร์โรไฟต์ ส่วนใหญ่จะพบต้นแกมีโตไฟต์มีทาลัสสีเขียวเป็นต้นตั้งตรงเรียก Leafy shoot อัดตัวกันแน่นคล้ายพรม ไม่มีใบลำต้น และรากที่แท้จริง แต่มีส่วนที่คล้ายลำต้นและใบมาก มี Rhizoid ทำหน้าที่ยึดกับพื้นดินหรือวัตถุที่เจริญ สปอร์โรไฟต์อาศัยอยู่บนแกมีโตไฟต์ตลอดชีวิต



### วงจรชีวิตแบบสลับของเฟิร์น

โดยมีระยะสปอร์โรไฟต์เด่นกว่าแกมีโตไฟต์ ต้นสปอร์โรไฟต์จะสร้างอับสปอร์อยู่ด้านหลังใบ (Abaxial surface หรือ Lower surface) ซึ่งภายในสปอร์เฟิร์นที่มีรูปร่างคล้ายกันเรียก Homospores แต่ละ Sporangia ล้อมรอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า Annulus ซึ่งมีผนังหนาไม่เท่ากัน ผนังด้านนอกบางมาก และแตกออกเมื่ออากาศแห้งทำให้สปอร์กระจายไปได้

## การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ



### ระบบประสาทอัตโนมัติ (Automatic Nervous System หรือ ANS)

ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อที่อยู่ภายนอกอำนาจจิตใจให้ทำงานตามปกติแบ่งออกเป็น 2 ระบบ โดยมีลักษณะในการทำงานตรงกันข้าม คือ

1. ระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic) ถูกกระตุ้นเมื่อตกอยู่ในสถานการณ์อันตรายฉุกเฉิน ตื่นเต้น หรือตกใจ
2. ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Parasympathetic) ทำงานตรงข้ามกับระบบประสาทซิมพาเทติก ถูกกระตุ้นเมื่อรู้สึกผ่อนคลาย ไม่มีเหตุการณ์อะไรเป็นพิเศษ