



## เนื้อหาที่ใช้ในการอบรมนักเรียนของค่าย สอวน. วิชาชีววิทยา

เนื้อหาวิชาชีววิทยาที่ใช้ในการอบรมนักเรียนของศูนย์สอวน. วิชาชีววิทยา เป็นเนื้อหาที่ใช้ในการสอบของการแข่งขันชีววิทยาโอลิมปิกระดับชาติด้วยเช่นเดียวกัน โดยในการอบรมจะแบ่งหัวข้อสำหรับการอบรมในครั้งแรก (ค่าย 1) และสำหรับการอบรมครั้งที่ 2 (ค่าย 2) ดังนี้

### เนื้อหาที่ใช้ในการอบรมของค่าย 1

#### 1. สารเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต : โครงสร้างและหน้าที่

- ธาตุและสารประกอบ
- การสร้างและสลาย Polymer
- คาร์โบไฮเดรต
- โปรตีน
- ไขมัน
- กรดนิวคลีอิก : DNA, RNA, นิวคลีโอไทด์ เช่น ATP
- เอนไซม์ และการทำงานของเอนไซม์

หมายเหตุ ไม่มี Lab

#### 2. กล้องจุลทรรศน์กับการศึกษาโครงสร้างเซลล์

- ชนิดของกล้องจุลทรรศน์
- ส่วนต่างๆ ของกล้องจุลทรรศน์
- การใช้กล้องจุลทรรศน์
- การปรับภาพให้ชัดเจน
- การวัดขนาดของภาพจากกล้องจุลทรรศน์
- การเตรียมแผ่นสไลด์ชั่วคราว

หมายเหตุ มี Lab การใช้กล้อง และการใช้ Micrometer

#### 3. โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

3.1 Cell Theory

3.2 โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์

3.2.1 Cell membrane: Fluid Mosaic model

3.2.2 Cytoplasm: SER, RER, Golgi body, Lysosome, Mitochondria, Plastid,  
Peroxisome, Cytoskeleton, Ribosome, Vacuole

3.2.3 Nucleus

3.2.4 Cell wall และ Cell coat

3.2.5 Cilia และ Flagella

3.2.6 Cell junction

3.3 เปรียบเทียบ Prokaryotic cell และ Eukaryotic cell

หมายเหตุ มี Lab เรื่องโครงสร้างของเซลล์

#### 4. การลำเลียงสารเข้า-ออกจากเซลล์

4.1 Passive transport

4.1.1 Diffusion

4.1.1.1 Simple diffusion

4.1.1.2 Facilitated diffusion

4.1.2 Osmosis และประเภทของสารละลายจำแนกตามแรงดันออสโมติก (Osmotic Pressure; Hypotonic, Hypertonic, Isotonic solution)

4.1.3 Dialysis

4.2 Active transport (Uniport, Symport)

4.3 Endocytosis

4.3.1 Pinocytosis

4.3.2 Phagocytosis

4.3.3 Receptor-mediated endocytosis

4.4 Exocytosis

หมายเหตุ มี Lab เรื่องการลำเลียงสารเข้า – ออก จากเซลล์

#### 5. Cellular Respiration

ATP, ADP, aerobic respiration, anaerobic respiration, glycolysis, pyruvic acid, NADH, NAD<sup>+</sup>, reducing agent, cytosol, coenzyme A, acetyl coenzyme A, Krebs cycle, FADH<sub>2</sub>, oxaloacetic acid, mitochondria, matrix, outer membrane, inner membrane, electron transport system, NADH dehydrogenase, ubiquinone, ubiquinol, cytochrome c, oxidoreductase, cytochrome c oxidase complex, chemiosmosis and ATP synthase, fermentation, NADH recycling, lactic acid, lactate dehydrogenase, ethyl alcohol, pyruvate decarboxylase, alcohol dehydrogenase

หมายเหตุ มี Lab Fermentation ของ Yeast , การตรวจสอบการหายใจของเนื้อเยื่อพืชโดยใช้ TTC

## 6. Cellular Reproduction

6.1 Cell division in Prokaryote: Binary fission

6.2 Cell division in Eukaryote

6.2.1 Chromosome: structure, number, type

6.2.2 Cell cycle

6.2.3 Cell division

6.2.3.1 Karyokinesis: mitosis, meiosis

6.2.3.2 Cytokinesis: plant, animal

6.2.4 เปรียบเทียบ mitosis & meiosis

6.2.5 ความสำคัญของ meiosis

หมายเหตุ มี Lab แบ่งเซลล์ทั้งแบบ mitosis และ meiosis

## 7. พันธุศาสตร์ (Genetics)

7.1 Mendelian genetics

- อธิบายความหมายของศัพท์ต่างๆ เช่น

gene allele genotype phenotype back cross test cross ploidy(n)

- อธิบายกฎเมนเดล:-

monohybrid cross → Law of Segregation

dihybrid cross → Law of independent assortment

- Interaction of alleles:-

complete dominance incomplete dominance codominance over dominance

- Pedigree analysis

7.2 Probability and binomial expansion

7.3 Multiple alleles

- การถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนหนึ่งตำแหน่งที่เป็น multiple alleles  
เปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างกับลักษณะที่ถูกควบคุมโดย multiple genes

7.4 Sex-linked inheritance

- อธิบายเปรียบเทียบแบบแผนการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมที่เป็น

Sex-linked trait Sex-limited trait Sex-influenced trait

หมายเหตุ ไม่มี Lab

## 8. Viruses

8.1 ลักษณะจำเพาะและการจัดจำแนก เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เซลล์: viral genetic material, double-stranded DNA, single-stranded DNA, double-stranded RNA, single-stranded RNA, DNA virus, RNA virus, nucleic acid, living particle, obligate parasites

8.2 โครงสร้างและรูปร่างของไวรัส: capsids, rod-shaped capsids, polyhedral capsids, nucleocapsids, viral envelopes, bacteriophages, rod-shaped crystals, viral protein

8.3 การเพิ่มจำนวนเซลล์และวงชีวิตของไวรัส: host cells, lytic cycle, lysogenic cycle, lysogeny, virulent phage, temperate phage, prophage, retrovirus, reverse transcriptase, provirus

8.4 ตัวอย่างโรคจากไวรัส: viral diseases, HIV (human immunodeficiency virus), AIDS (acquired immunodeficiency syndrome, cowpox and smallpox viruses, tobacco-mosaic virus (TMV), measles, influenza, hepatitis, dengue fever, rabies

หมายเหตุ ไม่มี Lab

## 9. Kingdom Monera

**Monera:** เป็นพวก prokaryotes, มีผนังเซลล์ (cell wall), ไม่มี nucleus และไม่มี nuclear envelope, ไม่มี membrane-bound organelles, ไม่มี cytoskeleton

ตัวอย่าง เช่น bacteria, cyanobacteria, archeobacteria, mycoplasma

**คำศัพท์ที่ควรรู้:** Gram staining, Gram-positive bacteria, Gram-negative bacteria, capsule, mesosome, flagellum, binary fission, fragmentation, transformation, transduction, conjugation, endospores, heterotrophic bacteria, autotrophic bacteria, photoautotrophs, chemoautotrophs, bacteriochlorophyll, nitrogen-fixing bacteria, nitrogen fixation, obligate anaerobes, facultative anaerobes, obligate aerobes

หมายเหตุ มี Lab Gram staining และ Colony ของ bacteria

## 10. Kingdom Fungi

ได้แก่ fungi, mushrooms, molds, yeasts, lichens, mycorrhizae, eukaryotes, heterotrophs, absorption, exoenzymes, hyphae, mycelia, septa, chitin, haustoria, ascocarps, ascus, conidia, basidium, basidiocarps, heterokaryon, plasmogamy, karyogamy, dikaryotic, imperfecti fungi, decomposers

(การจัดจำแนกให้ยึดตาม Campbell)

หมายเหตุ มี Lab เรื่อง septate – nonseptate และศึกษารูปร่างสปอร์ทุกประเภท

## 11. Kingdom Protista

11.1 ลักษณะสำคัญ

เซลล์เดี่ยว (unicellular) หรือ หลายเซลล์ (multicellular)

Eukaryote, มี nuclear membrane, membrane bounded organelle,

80s ribosome, ไม่มี embryo

การดำรงชีวิตแบบ autotroph หรือ heterotroph

### 11.2 การจำแนก (ให้ยึดทั้งหลักสูตรนี้ ตาม Campbell (2011))

- หมายเหตุ
- เรื่อง Algae ให้สอนถึงแต่ระดับ Division
  - มี Lab ศึกษารูปร่างลักษณะของโพรโทซัว
  - Lab สาหร่าย

## 12. Kingdom Plantae

**พืชไม่มีท่อลำเลียง (Bryophyta, Hepaticophyta, Anthocerophyta)**

Diplohaplontic life cycle, alternation of generation

Sporogenesis, gametogenesis, fertilization, embryogenesis, protonema, seta, capsule, peristome teeth, elator, antheridium, archegonium, sporangium, gametangium

**พืชมีท่อลำเลียง (Tracheophyta)**

seed, seedless, Lycophyta, Pterophyta dichotomous branching, whorl branching, rhizome, microphyll, megaphyll, rhizophore, adventitious root, ligule, prothallus, circinate leaf, frond, rachis, pinna, sorus, indusium, annulus, strobilus, pistillate cone, staminate cone, dimorphism, monoecious, dioecious, ovule, sporophyll

**Angiosperm** tree, shrub, herb, climber, rhizome, tuber, corm, bulb leaf, simple leaf, compound leaf, pinnately compound leaf, palmately compound leaf, stipule, petiole, blade, lamina, tendril, venation, reticulate pinnate, reticulate palmate, parallel venation, netted venation, leaf arrangement, alternate, opposite, whorl, flower, solitary, inflorescence, complete flower, incomplete flower, perfect flower, imperfect flower, syncarpous, apocarpous

ส่วนประกอบและโครงสร้างดอก

Fruit, simple fruit, aggregate fruit, multiple fruit, fleshy fruit, dried fruit (ไม่ต้องง  
ระบุชนิดย่อย)

Seed, ovule, seed coat, micropyle, albuminous seed, exalbuminous seed, endosperm, cotyledons, arils, embryo axis, epicotyl, hypocotyls, radicle, plumule

ตัวอย่างพืชที่ควรให้ศึกษา

1. moss      2. liverwort      3. *Psilotum*      4. *Selaginella*  
 5. *Equisetum*   6. *Lycopodium*   7. water fern (ผักแว่น จอกหูหนู แหนแดง)  
 8. เฟินบกทั่วไป   9. *Pinus*      10. *Cycas*

หมายเหตุ      เพิ่มพืชศึกษา อีก 3 ชนิด คือ 1. มะเมื่อย 2. แป๊ะก๊วย 3. พืชดอก ให้สอน Division / Phylum โดยยึด Campbell 2011

### 13. Kingdom Animalia

นิยามของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ใน Kingdom Animalia, เกณฑ์การจัดจำแนกสัตว์ใน phylum ต่าง ๆ  
 Animal Classification (ทุก phylum สอน mode of living และ classification) สอนถึงระดับ  
 Class เฉพาะ Phylum Arthropoda และ Phylum Chordata (รายละเอียดตามหนังสือ สอวน. และ  
 Biology ของ Campbell เล่มล่าสุด)

|                        |   |
|------------------------|---|
| Phylum Porifera        | asymmetry, spicule, spongin fiber, pore cell,<br>collar cell choanocyte, osculum, ostium, canal net work,<br>spongocoel<br>calcareous sponge, glass sponge, bath sponge   |
| Phylum Cnidaria        | body form, polyp, medusa, polymorphism,<br>alternation of generation, feeding polyp,<br>radial symmetry, nematocyst, cnidocyte, gastrovascular cavity,<br>mesoglea, nerve net, solitary, colony, sessile, motile, mode of living  |
| Phylum Platyhelminthes | body form, dorso-ventrally flattened body, acoelomate, incomplete<br>digestive tract, triploblastic germ layer, gastrovascular cavity, flame<br>cell, ladder-liked nervous system, oral sucker, ventral sucker,<br>scolex, proglottid, gravid segment, hermaphrodite (monoecious),<br>free living, parasite, intermediate host, final host, specific host,<br>definitive host |
| Phylum Nematoda        | cylindrical elongate body, pseudocoelom, complete digestive tract,<br>cuticle, life cycle, parasite, free living  |
| Phylum Mollusca        | head, visceral mass, foot, mantle, radula, shell, gill, siphon, mantle<br>cavity, open circulatory system, closed circulatory system  |
| Phylum Annelida        | segmented worm, closed circulatory system, setae, parapodia,<br>clitellum   |
| Phylum Arthropoda      | segmented body, jointed appendage, biramus, uniramus,<br>exoskeleton, head, thorax, abdomen, body region, tagmata,  |

cephalothorax, carapace, trachea, spiracle, book gill, book lung,  
open circulatory system, hemocoel, compound eyes, sessile, stalk  
(ให้เพิ่มเติมระดับ Class โดยใช้การจำแนกตามหนังสือ Campbell  
เล่มล่าสุด)

Phylum Echinodermata Deuterostomia, bilateral symmetry ใน ระยะ embryo, secondary  
radial symmetry, pentaradial symmetry, endoskeleton, spiny skin,  
water vascular system, tube feet, madreporite

Phylum Chordata dorsal hollow nerve cord, pharyngeal gill slit, notochord

Subphylum Urochordata, larva stage and sessile stage, tunicate, tunic, sea squirt

Subphylum Cephalochordata, notochord ตลิ่งคี่ฟ, amphioxus, lancelet

Subphylum Vertebrata

Class Agnatha (ปลาปากกลม) jawless fish, lamprey and hagfish

Class Chondrichthyes (ปลากระดูกอ่อน) cartilage, gill slit

Class Osteichthyes (ปลากระดูกแข็ง) bone, operculum, swim bladder

Class Amphibia tetrapods, metamorphosis, mucus gland, lung

Class Reptilia scale, amniotic egg, ectotherm

Class Aves feather, beak, air sac, endotherm, oviparous

Class Mammalia prototheria, metateria, eutheria, diaphragm, mammary  
gland, sweat gland, hair & fur, ear pinnate, red blood  
corpuscle, viviparous

\*\*\*\*\*

## เนื้อหาที่ใช้ในการอบรมของค่าย 2

### 1. ประเภทของพฤติกรรม (innate and learned behaviour) และลักษณะสำคัญของพฤติกรรมแต่ละประเภท ศัพท์ที่ควรรู้

Animal behaviour (behavior), Mechanisms of behaviour, Genetics foundations of behaviour, hormonal effects on behaviour, Instinctive behaviour, Learning behaviour, Categories of Learning, Associative Learning, Extinction, Latent learning, Insight learning, Imprint, Compass sense, Navigational sense, Song learning, Inherited behaviour, Kinesis, Taxis, Innate behaviour, Habituation, Conditioned reflex, Trial and Error, Reasoning, Insight learning, Motivation, Releasing stimuli, Sign stimuli, Contact calls, Warning calls, Mating calls, Echolocation, Communication signals, Visual signals, Chemical signals, Tactile signals, Acoustic signals, Parental behaviour, Dominance hierarchies, Altruistic behaviour, Kin selection, Round dance, Waggle dance, Human social behaviour

#### พฤติกรรมสัตว์

กลไกของวิวัฒนาการ พื้นฐานทางพันธุศาสตร์และทางสรีรวิทยาของพฤติกรรม ประเภทของพฤติกรรม พฤติกรรมที่เป็นมาแต่กำเนิด ไคนีซิส แทกซิส สัญชาตญาณ พฤติกรรมเรียนรู้แบบปิซูเอชัน การเรียนรู้แบบมีเงื่อนไข การลองผิดลองถูก ความพึงใจ การรู้จักใช้เหตุผล การสื่อสารและพฤติกรรมสังคม การสื่อสารด้วยเสียง การกำหนดสถานที่ของวัตถุ การสื่อสารโดยใช้สารเคมี การสื่อสารโดยท่าทางและการสื่อสารในหมู่ผึ้ง

#### Ethology

Mechanisms of behaviour; Genetic and physiological foundations of behaviour, Kinds of behaviour; Inherited behaviour – Orientation, Kinesis, taxis, Innate behaviour, Learned behaviour habituation, conditioned reflex or associative learning, trial and error, imprinting, reasoning or insight learning. Communication and Social behaviour, acoustical signals, echolocation, chemical signals, tactile signals and communication in honeybee.

### 2. นิเวศวิทยาพฤติกรรม (Behavioural Ecology)

Egocentric behaviour (การดูแลตัวเอง, การเลือกที่อยู่, การกินอาหาร)

Social behaviour (social dominance, territoriality, reproductive behaviour, mating system, parental care)

### 3. ระบบนิเวศ

องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ประเภทของระบบนิเวศ

ไบโอม (biome)



ห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหาร (food chain and food web)  
ลำดับชั้นอาหาร (trophic level)  
อัตราการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร  
พีระมิดนิเวศ (ecological pyramid)  
การเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession)  
กลุ่มสิ่งมีชีวิต หรือชุมชน และกลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุด (community and climax community)  
วัฏจักรของสาร (nutrient cycle) โดยเน้นวัฏจักรน้ำ คาร์บอน และไนโตรเจน  
ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ

#### 4. นิเวศวิทยาประชากร

ความหนาแน่นของประชากร (population density)  
รูปแบบการกระจายของประชากร (population distribution)  
รูปแบบการเติบโตของประชากร (population growth form) และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (biotic potential, environmental resistance, carrying capacity)  
r-selected population, K-selected population  
(ที่ประชุมให้อาจารย์ในกลุ่มนี้เขียนรายละเอียด)

#### 5. รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิด (interspecific relationship)

Predation, Parasitism, Commensalism, Protocooperation, Mutualism, Competition, Antibiosis, Parasitoidism

#### 6. Plant Anatomy

##### 6.1 Plant Cell

cell wall, middle lamella, primary cell wall, secondary cell wall, cellulose microfibril, lignin, plasmodesmata, pits, cell differentiation, transdifferentiation, dedifferentiation

##### 6.2 Plant Tissue

**Meristematic tissue** meristem, apical meristem, (shoot apical meristem), apical root meristem (root apical meristem), primary meristem, protoderm, procambium, ground meristem, primary growth, primary vascular tissue, primary xylem, primary phloem, lateral meristem, secondary meristem, cambium, vascular cambium, cork

cambium, secondary growth, secondary vascular tissue, secondary xylem, secondary phloem

**Permanent tissue** epidermis, epidermal cell, guard cell, subsidiary cell, trichome, cutin, cuticle, stoma, stomatal pore, parenchyma, parenchyma cell, intercellular space, chlorenchyma, aerenchyma, air space, collenchyma, collenchyma cell, pectin, sclerenchyma, sclereid, fiber, lumen, vascular tissue, tracheary element, vessel, vessel member, tracheid, perforation plate, xylem parenchyma, xylem fiber, phloem, sieve tube, sieve tube member, p-protein, sieve plate, sieve area, phloem parenchyma, phloem fiber, companion cell, sieve cell, albuminous cell

## 7. Plant growth

**Primary growth** root, stem, vascular bundle, cortex, stele, pith, axillary bud, leaf primordium, root cap, zone of cell division, zone of cell elongation, zone of maturation, root hair, endodermis, casparian strip, pericycle, primary root system, lateral root, fibrous root system, adventitious root, dicot root, dicot stem, monocot root, monocot stem, leaves, upper and lower epidermis, mesophyll, palisade parenchyma, spongy parenchyma, hydathode, epithem, venation, parallel venation, reticulate venation, petiole, lamina, mid rib, vein, xeromorphic + mesomorphic + hydromorphic leaves

**Secondary growth** vascular cambium, fascicular cambium, interfascicular cambium, wood, heartwood, sapwood, spring wood, summer wood, early wood, late wood, annual ring, cork cambium, cork cell, lenticel, periderm, bark, phellem, phellogen, phelloderm

## 8. Photosynthesis

chemical bond, pigment, photosynthetic pigment, chlorophyll, bacteriochlorophyll, porphyrin like structure, accessory light harvest pigment, phycobilins, cyanobacteria, open-chain tetrapyrroles, phycoerythrin (หรือ phycoerythrobilin) phycocyanin (หรือ phycocyanobilin), allophycocyanin (allophycocyanobilin), carotenoids, photoprotective agents, carotenes, xanthophylls, photosynthetic bacteria, visible light, UV, infrared, chloroplast, outer membrane, inner membrane, stroma, membrane, thylakoid membrane, granum, grana, grana lamellae, stroma lamellae, stroma thylakoid, lumen, thylakoid space, light reaction, ATP, NADP<sup>+</sup>, photosystem, PS I, PS II, chlorophyll a, chlorophyll b, reaction center, excited state, photolysis, non-cyclic electron transfer, cyclic electron transfer, carbondioxide fixation

reaction, Calvin cycle, Dark reaction carboxylation, reduction, regeneration, C3, C4, CAM, rubisco, photorespiration, PGA, bundle sheath, mesophyll, PEP, ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

## 9. Gas exchange, Transpiration and Plant Transport

การแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช, cutin, wax, suberin, stoma, guard cell, lenticel, diffusion, การควบคุมการเปิด-ปิดปากใบ, abscisic acid, การลำเลียงน้ำในพืช, root hair cell, xylem, tracheid, vessel member, adhesion, cohesion, transpiration pull, guttation, hydathode, root pressure, passive transport, active transport, essential elements, บทบาทและหน้าที่ของธาตุอาหาร, phloem, sieve tube member, companion cell, plasmodesmata, Münch hypothesis, sink, source,

## 10. Plant response

Tropic movement, positive gravitropism, negative gravitropism, positive phototropism, positive chemotropism, thigmotropism, hydrotropism, nastic movement, plant hormone, auxin, gibberellins, cytokinin, abscisic acid, ethylene, photoperiodism

## 11. การสืบพันธุ์ของพืช (Plant Reproduction)

### 11.1 วัฏจักรชีวิตของพืช (Plant Life Cycle)

alternation of generation, fertilization, zygote, embryo, homosporous plant heterosporous plant, sporophyte, sporangium, microsporangium, megasporangium, spore mother cell (sporocyte), microspore mother cell (microsporocyte), megaspore mother cell (megasporeocyte), meiosis, gametophyte, gametangium, gamete

### 11.2 โครงสร้างของดอก (Floral Composition)

Floral formula (ตามระบบใดก็ได้), floral diagram, perianth, calyx, corolla, androecium, gynoecium, receptacle, peduncle, sepal, petal, stamen, anther, filament, pollen sac, microspore mother cell, microspore, pistil, carpel, ovary, style, stigma, ovule, placenta, integument, outer integument, inner integument, nucellus, micropyle, funiculus, chalazal, megaspore mother cell, megaspore

### 11.3 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก (Gametogenesis in Flowering Plant)

Pollen, male gametophyte, mitosis, generative cell, tube cell (vegetative cell), sperm, embryo sac, female gametophyte, antipodals, central cell, polar nuclei, egg apparatus, synergids, egg cell

### 11.4 การถ่ายเรณู การปฏิสนธิ การเกิดผลและเมล็ด (Pollination, Fertilization, Fruit and Seed Setting)

Pollination, biotic pollination, abiotic pollination, pollen germination, pollen tube, double fertilization, zygote, embryo, cotyledon, plumule, radicle, seed, seed coat, hilum, endosperm, albuminous seed, exalbuminous seed, fruit, ovary wall, pericarp, exocarp, mesocarp, endocarp

### 11.5 การงอกของเมล็ด (Seed Germination)

Imbibition, hypogeal germination, epigeal germination, epicotyl, hypocotyl

### 11.6 การขยายพันธุ์พืช

Asexual propagation, sexual propagation

## 12. เนื้อเยื่อสัตว์ (animal tissue)

ประเภท ตำแหน่งที่พบและหน้าที่ (epithelium, connective, muscular, nervous tissue)

ตามหนังสือ สอน.

## 13. ระบบย่อยอาหาร (digestive system)

- การย่อยอาหารภายในและภายนอกเซลล์
- ท่อทางเดินอาหาร และการย่อยอาหารในแต่ละส่วน
- การดูดซึมอาหาร

ตามหนังสือ สอน.

## 14. ระบบหมุนเวียนโลหิต (circulatory system)

- ระบบหมุนเวียนโลหิตในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
- ระบบหมุนเวียนโลหิตของมนุษย์ (หัวใจ, เส้นเลือด, เลือด)
- ระบบน้ำเหลือง
- ระบบภูมิคุ้มกัน

ตามหนังสือ สอน.

## 15. ระบบหายใจ (respiratory system)

- โครงสร้างแลกเปลี่ยนแก๊สในสัตว์ต่าง ๆ (เหงือก, ปอด, ระบบท่อลม, respiratory tree, book lung, book gill)
- ระบบหายใจของมนุษย์ (การควบคุมการหายใจ, ท่อทางเดินหายใจ, การแลกเปลี่ยนแก๊ส, การลำเลียงออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์)

ตามหนังสือ สอน.

## 16. ระบบขับถ่าย (excretory system)

- ชนิดของของเสียในสัตว์
- โครงสร้างในการขับถ่ายของเสียในสัตว์

- โครงสร้างและการทำงานของไตมนุษย์  
ตามหนังสือ สอน.

#### 17. สมดุลร่างกาย (homeostasis)

- การควบคุมน้ำ และแร่ธาตุ
- การควบคุม pH
- การควบคุมอุณหภูมิในร่างกาย

ตามหนังสือ สอน. และให้เพิ่มการควบคุม pH

#### 18. ระบบประสาท และอวัยวะรับสัมผัส (nervous system and sense organ)

- โครงสร้างและประเภทของเซลล์ประสาท
- การทำงานของเซลล์ประสาท (polarization, depolarization, repolarization)
- ประเภทของการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในใยประสาท (core & saltatory propagation)
- ไชแนปส์ (synapse)
- SNS and ANS
- Sense organs (ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย)
- หน่วยตอบสนอง

ตามหนังสือ สอน.

#### 19. ระบบต่อมไร้ท่อ (endocrine system)

- ประเภทของต่อมไร้ท่อ
  - ประเภทของฮอร์โมน จำแนกตามโครงสร้างเคมี การออกฤทธิ์
  - การควบคุมการทำงานของฮอร์โมน
  - บทบาทและหน้าที่ของฮอร์โมนชนิดต่าง ๆ และผลที่เกิดจากความผิดปกติของฮอร์โมนนั้น ๆ
- ตามหนังสือ สอน.

#### 20. ระบบสืบพันธุ์ (reproductive system)

- ประเภทการสืบพันธุ์ของสัตว์ (asexual, sexual reproduction)
- การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ชั้นสูง
- โครงสร้างของระบบสืบพันธุ์เพศผู้ และเพศเมีย (ในคน) และการปฏิสนธิ รวมของสัตว์อื่น ๆ ด้วย

#### 21. การเจริญเติบโตของสัตว์ (aminal development)

- การเจริญในระยะเอมบริโอ (cleavage blastulation gastrulation organogenesis and morphogenesis)
- แบบแผนการเจริญในระยะเอมบริโอของดาวทะเล กบ ไข่ และคน
- ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญในระยะเอมบริโอ
- การเจริญหลังระยะเอมบริโอ (ametamorphosis, metamorphosis)

หัวข้อ 9 และ 10 ตามหนังสือ สอน. แต่ขอเสนอให้ตัดออกสองเรื่อง คือ เรื่องวัฏจักรของเซลล์และการแบ่งเซลล์ และเรื่องวัฏจักรชีวิต เนื่องจากซ้ำกับเนื้อหาในหลักสูตร ค่าย 1 ข้อ 4

## 22. อนุพันธุศาสตร์และดีเอ็นเอเทคโนโลยี (Molecular Genetics and DNA Technology)

### 22.1 โครงสร้างของกรดนิวคลีอิก (DNA, RNA)

- องค์ประกอบย่อย, พันธะ
- การค้นพบโครงสร้างของ DNA (ประวัติที่เกี่ยวข้อง, double helix structure)

### 22.2 การจำลองโมเลกุลของ DNA (DNA replication)

- แบบของการจำลองโมเลกุล (conservative, semiconservative, dispersive)
- เอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง
- ทิศทางการจำลองโมเลกุล (leading strand, lagging strand)

### 22.3 Transcription

- เอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง, coding strand, template strand
- ชนิดของ RNA, mRNA processing ใน eukaryote (intron, exon)

### 22.4 Translation

- เอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง, ribosome
- โครงสร้างของ tRNA
- codon และ anticodon

### 22.5 DNA Technology

- genetic engineering (DNA cloning)
- vector
- restriction enzyme และ enzymes อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- เทคนิคที่ควรรู้ (gel electrophoresis, PCR, DNA fingerprint)
- application (การแพทย์, การเกษตร, อื่นๆ, GMOs)

## 23. Population genetics and evolution

### 23.1 ความผันแปรทางพันธุกรรม (genetic variation) – วัตถุประสงค์สำหรับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

- Gene mutation, chromosome variation
- Recombination

### 23.2 Hardy-Weinberg principle

- Gene pool
- Allele frequencies
- Genotype frequencies, phenotype frequencies
- Hardy-Weinberg equilibrium

- ประชากรที่สมดุลตามกฎ Hardy-Weinberg แสดงถึงความไม่เปลี่ยนแปลงของประชากร

### 23.3 หลักฐานสนับสนุนการเกิดวิวัฒนาการ

#### 23.4 Microevolution

- Population size – random genetic drift
- Natural selection
  - directional selection , diversifying (disruptive) selection , stabilizing selection
- Migration
- Mutation

#### 23.5 การเกิดสปีชีส์ใหม่ (speciation)

- ความหมายของคำว่าสปีชีส์
- Reproductive isolating mechanisms
  - prezygotic , postzygotic
- รูปแบบการเกิดสปีชีส์ใหม่
  - anagenesis (phyletic evolution)
  - cladogenesis (branching evolution หรือ phylogenetic evolution)

#### 23.6 กระบวนการการเกิดสปีชีส์ใหม่

- allopatric speciation
- sympatric speciation

#### 23.7 พิจารณาจากจังหวะเวลาของการเกิดสปีชีส์ใหม่

- gradualism model
- punctuated equilibrium model

#### 23.8 คำศัพท์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

- adaptive radiation, convergent evolution, divergent evolution