

ELTE

Biológia alapszak

Záróvizsga tételsor

**a tanulmányaikat 2017-ben vagy azt követően
megkezdett hallgatók számára**

2020 –

Minden tételnél kérdezhető téma:

Megfigyelés, kísérlet, kérdésfeltevés. Hipotézis, elmélet, bizonyítékok.

Adatelemzés, statisztika. Paradigmák, paradigmaváltás.

A biotetika legfontosabb tételei.

Tananyagok, tankönyvek:

Bioetika és kutatási módszerek GY (diasorok)

AZ ÉLET SZERVEZŐDÉSE, ENERGETIKÁJA ÉS VIZSGÁLATA MOLEKULÁRIS SZINTEN

1. AZ ÉLŐ RENDSZER JELLEMZŐI, A MOLEKULÁRIS SZERVEZŐDÉS ALAPELVEI (KÉMIAI ÉS BIOKÉMIAI ALAPOK)

Témakörök:

Az élőlények jellemzői, életfolyamatok. Az élet szerveződési szintjei. Energia-és információáramlás: az élő rendszer termodinamikai jellemzése. Evolúció, természetes szelekció. Az élőlények osztályozása.

Elemek, az **atom szerkezete, izotópok**. Vegyületek, **molekulák**, képletek, **kötéstípusok**. **Dipólus momentum, poláros-apoláros, másodlagos kötés, hidrogénhid**. Kémiai reakciók, **redox és sav-bázis reakciók, pH, savi disszociációs állandó, pufferek**. **Anyagmennyiség (mól fogalom), koncentráció**. Diffúzió, ozmózis.

A szén központi szerepe. Izomerek. **Konformáció, konfiguráció**. A **homokiralitás** elve. Kovalens kötés kontra másodlagos kötések. Szén oxidációs száma vegyületeiben. **Funkciós csoportok**. Tipikus **méret-, idő- és energia-dimenziók** az élet molekuláris szintjén. A **víz jelentősége és tulajdonságai**, ionok szerepe. **Hidrofób hatás** (jelenség, termodinamikai háttér, funkcionális jelentőség). Molekuláris hierarchia: prekursorok, építőkövek, **makromolekulák, szupramolekuláris komplexek**. **Makromolekuláris sokféleség kombinatorikai háttere** (információs makromolekulák). **Molekuláris önszerveződés**. **Aminosavak, peptidek, fehérjék, a fehérjeszerkezet szintjei** (az elsődlegestől a negyedlegesig). A **peptidkötés**, Ramachandran-diagram, másodlagos szerkezeti elemek (alfa-hélix, béta-lánc, béta-kanyarok), szerkezeti motívumok, domének, térszerkezeti típusok.

Nukleozidok, nukleotidok, nukleinsavak. RNS és DNS biokémiai és biológiai összehasonlítása. Biológiailag fontos lipidek és szénhidrátok.

Makromolekulák izolálása és tisztítási eljárásai: centrifugálás, kisózás, dialízis, **kromatográfiás módszerek**, liofilizálás. Bioanalitikai eljárások: **spektroszkópiai, elektroforetikus módszerek, tömegspektrometria**. Fehérjék és nukleinsavak elsődleges szerkezetének meghatározása (szekvenálás). A térszerkezet meghatározásának lehetőségei (röntgenkrisztallográfia és NMR, krio-elektronmikroszkópia)

Összefoglaló kérdések:

- Miért fontos ismernünk a biomolekulák legfontosabb kémiai, fizikai, fizikai-kémiai tulajdonságait. Az egyes fogalmak kapcsán említsen fontos biológiai/biokémiai példákat.
- Példákon keresztül mutassa be a legfontosabb funkcionális csoportok jelentőségét a biokémiában.
- Ismertesse az élő rendszerre jellemző alapelveket, azok biológiai jelentőségét példákon keresztül.
- A molekuláris hierarchiát a fehérjék és nukleinsavak példáján mutassa be, kiemelve az egyes szintek biológiai jelentőségét.
- Tiszta formában kell előállítania egy állatból származó fehérjét, majd a szerkezet-funkció összefüggéseit vizsgálja. Milyen eljárásokat használna?

Tananyagok, tankönyvek:

Kémia biológusoknak EA; Szerves és természetes szénvegyületek kémiája EA; Biokémia 1 EA; Biokémiai gyakorlatok 1 GY

Nyitrai L. és Pál G.: A biokémia és molekuláris biológia alapjai (e-könyv)

2. A FEHÉRJEMŰKÖDÉS, A SZERKEZET-FUNKCIÓ ÖSSZEFÜGGÉSEK BEMUTATÁSA. ENZIMMŰKÖDÉS. A FEHÉRJESZABÁLYOZÁS ALAPELVEI.

Témakörök:

Fibrózus fehérjék (szekvenciamintázat-szerkezet-funkció összefüggéseinek ismertetése a keratin, a kollagén, vagy a selyem fibroin példáján). **Globuláris fehérjék általános tulajdonságai:** hidrofób mag, hidrogénhidak, térkitöltés. Az **Anfinsen-kísérlet jelentősége.** A fehérjék natív térszerkezetének kialakulása (folding) és termodinamikai stabilitása. A stabilitás kísérletes vizsgálata és legegyszerűbb (kétállapotú) modellje. Rendezetlen térszerkezetű fehérjék. A fehérjeműködés alapja: specifikus, reverzibilis ligandumkötés. Asszociációs és disszociációs sebességi együtthatók, **affinitás** (disszociációs állandó), **aviditás**, a telítés fogalma, konformációs szelekció, indukált illeszkedés, **allosztérikus szabályozás.**

Egyszerű és összetett fehérjék (gliko-, lipo- metalloproteinek). A fehérjék funkcionális csoportosítása, szerkezet-funkció összefüggések bemutatása az ellenanyagok vagy a hemoglobin példáján. Az **ellenanyagok szerkezeti és funkcionális egységei.** A **mioglobin** és a hemoglobin összehasonlítása. A **hemoglobin alegységeinek kooperatív oxigénkötése.** A hemoglobin allosztérikus szabályozása (Bohr-effektus, BPG) szabályozása. Anyai és magzati hemoglobin szerepe a gázcsereben.

Kémiai reakciók sebességének értelmezése az átmeneti állapot alapján. Az **aktiválási szabadentalpia (Gibbs-szabadenergia) jelentése,** összefüggése a sebességi együtthatóval. Az **enzimműködés és a termodinamikai egyensúly viszonya.** Az **enzimműködés értelmezése az átmeneti állapot és az aktiválási szabadentalpia fogalmaival.** Kofaktorok: alapvető típusaik, funkcióik. Enzimműködési mechanizmusok fő típusai: fémion-, sav-bázis- és kovalens-katalízis. A **kimotripszin működésének lényegi lépései.** Az enzim-specifitás szintjei, és okai.

A **Michaelis-Menten kinetika alapjai (vizuális ábrázolás), az enzimműködés reakció termékkoncentráció-idő grafikonja.** Kezdeti sebesség értelmezése, kezdeti sebesség - szubsztrát koncentráció (grafikonok). A **Michaelis-Menten kinetika alapegyenlete, a V_{max} , K_M , k_{cat} és k_{cat}/K_m fogalmak értelmezése.** Az enzimműködés fehérjeszintű szabályozásának fő módjai: gátlási típusok, allosztérikus szabályozás, poszttranszlációs módosítások: **reverzibilis (foszforiláció, acetiláció, metiláció)** és irreverzibilis (proféherje/zimogém aktiváció, glikoziláció) kovalens módosítások.

Összefoglaló kérdések:

- Hasonlítsa össze a fibrózus és globuláris fehérjék tulajdonságait, mutassa be, hogy az aminosav-szekvencia miként szabja meg a térszerkezetet, utóbbi a fehérjék fizikokémiai tulajdonságait, amelyek ezen keresztül a fehérje biológiai funkcióit. Értelmezze az Anfinsen-kísérlet jelentőségét.
- Fejtse ki, hogy mit értünk affinitás alatt. Milyen viszonyban áll az affinitás a funkcióval? Ismertessen olyan példákat, ahol a nagy, és olyanokat, ahol az alacsony affinitás kell a funkció ellátásához. Ismertessen példákat arra, hogyan lehet egyes kölcsönhatások affinitását szabályozni.
- Az ellenanyagok példáján keresztül mutassa be, hogy egyes funkciók miként különülhetnek el egyes fehérjérek között. Magyarázza el, mit értünk aviditás alatt, és ennek a biológiai jelentősége miként érhető tetten pl. ellenanyagok esetében.
- Miért jó példa a hemoglobin (és a mioglobin) a fehérjék szerkezet-funkció összefüggéseinek bemutatására. A hemoglobin esetében milyen szabályozási mechanizmusok biztosítják az optimális élettani funkciókat?
- Foglalja össze, hogy termodinamikai értelemben az enzimek hogyan gyorsítják a biokémiai reakciókat és milyen katalitikus mechanizmusokkal érik ezt el (példaenzim). Hogyan tudná fotometriás mérés alapján meghatározni egy reakció kezdeti sebességét, maximális sebességét és Michaelis-állandóját?
- Példákon keresztül ismertesse és hasonlítsa össze a fehérjeműködés szabályozási lehetőségeit.

Tananyagok, tankönyvek:

Biokémia 1 EA, Biokémiai gyakorlatok 1 GY, Az immunológia alapjai EA, Állati struktúra és funkció 2 EA

Nyitray L. és Pál G.: A biokémia és molekuláris biológia alapjai (e-könyv)

Erdei A. (szerk.): Immunológia (Medicina, 2012), 10. fejezet

Fonyó A.: Orvosi élettan, 16. fejezet

3. AZ ÉLET ALAPEGYSÉGE, A SEJT. SEJTBIOLOGIAI ALAPOK, BIOMEMBRÁNOK, ORGANELLUMOK. A SEJTEK KOMMUNIKÁCIÓJA

Témakörök:

Prokarióta és eukarióta sejt. Sejtmembrán, kompartmentalizáció. **Sejtmag, magvacska**, a lamina, a magpórus komplex, transzport a sejtmag és citoplazma között, **citoplazma**, organellumok. **Riboszómák, endoplazmatikus retikulum, Golgi-komplex, lizoszómák**, vakuólumok, peroxiszómák, **mitokondrium**, plasztisz. A plasztiszok típusai, **kloroplasztisz**. Sejtváz, **mikrotubulusok**, centroszóma, **csillók** és **ostorok**, mikrofilamentumok, az **aktinváz**, motorfehérjék, intermedier filamentumok. Sejtfal, a prokarióta, a **növényi** és a valódi gombák **sejtfala**. Hifa és élesztő szerveződés, hifális növekedés.

A membránok szerkezete és permeabilitása. **Membránlipidek, kettősréteg, fluidmozaik modell.** Membránfúzió, vezikulumok. **Membránfehérjék.** Facilitált diffúzió, **passzív és aktív transzport.** **Csatornák**, karrierek, **pumpák, kotranszporterek.** Exocitózis, endocitózis. Sejt-sejt kapcsolatok. Sejtek fény- és elektronmikroszkópos vizsgálati lehetőségei.

Sejtciklus, sejtsztódás, **mitózis, meiózis.** Sejtpusztulás, programozott sejthalál és típusai.

A sejtek kommunikációja (autokrin, parakrin, endokrin és neurokrin). Jel és válasz. **Sejtfelszíni és intracelluláris receptorok, jelátvitel**, kapcsolók, másodlagos hírvivők, jelerősítés. A sejtek bioelektromos sajátságai: a nyugalmi membránpotenciál és az akciós potenciál jelensége és fenntartása. Az ingerületvezetés mechanizmusa (passzív és aktív ioncsatornák, ionpumpák).

Összefoglaló kérdések:

- Milyen anyagok diffundálnak át egy sejt membrán lipid rétegein, magyarázza meg, hogy mely tulajdonságuk teszi ezt lehetővé?
- Milyen különbségei és hasonlóságai vannak a különbségek a növényi, állati és gombák sejt-sejt kapcsolatainak?
- Milyen sejttani jellemzők segíthetnek minket a patogén prokarióták és gombák elleni küzdelemben?
- Milyen evolúciós eredet rendelhető egyes sejtorganellumokhoz és milyen sejttani jellemzők támasztják ezt alá?
- Ismertesse, hogy a hormonok hogyan fejthetik ki sejtelettani hatásukat!
- Mutassa be a plazmamembránban található fehérjék sejten belüli körforgását (szintézis, transzport, visszavétel, lebontás)!
- Példákkal alátámasztva ismertesse a sejtek közötti kémiai kommunikáció típusait!

Tananyag, tankönyvek:

Sejtbológia 1 EA; Sejtbológia gyakorlatok 1 GY

Kiadott előadásanyag diasoron.

Pálfia Zs. és Kristóf Z: A sejtbológia alapjai, 2013 (ELTE e-könyv)

Szabó Gábor (szerk.): Sejtbológia (2. kiadás), Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest, 2009.

Ajánlott irodalom: Alberts és mtsai. (szerk) The Molecular Biology of the Cell., 6. kiadás.

4. BIOENERGETIKA ÉS ANYAGCSERE I. – LEBONTÓ FOLYAMATOK

Témakörök:

Termodinamikai és bioenergetikai alapok. Helyzeti és mozgási energia, munka. **A termodinamika első és második főtétele. Entrópia, entalpia, szabadentalpia** (Gibbs-szabadenergia), **exergonikus és endergonikus változások, kapcsolt reakciók.** A hidrofób effektus jelentősége a biológiában. **Az egyensúly, a standard és a tényleges szabadentalpia-változás összefüggései (képletek). Az aktiválási szabadentalpia és a kinetika összefüggése.** Az élő rendszer termodinamikai leírása (disszipatív rendszer), nem-egyensúlyi termodinamika. **Az ATP, mint szabadentalpia-„valuta”,** foszforil-transzfer potenciál. **A redox reakciók szerepe,** elektronszállítók (NAD, FADH₂), „redukálóerő” (NADP).

Auto- és heterotrófia, kemo- és fototrófia, organo- és litotrófia. Az anyagcsere általános vonásai, **a katabolizmus és anabolizmus összehasonlítása,** anyagcsere-hálózatok. Az anyagcsere szabályozási elvei (izoenzimok, végtermék gátlás, allosztéria, reverzibilis kovalens szabályozás), **energiafeltöltöttség.**

Lebontó folyamatok (katabolizmus) fő útvonalai. **Glikolízis, acetyl-CoA-szintézis, citrátkör. Szubsztrát-szintű foszforiláció, fermentáció** az állatokban. **Légzési elektrontranszport-lánc, proton-hajtóerő (kemiozmózis), oxidatív foszforiláció,** az ATP-szintáz „molekuláris gép” működése. A zsírok lebontása, a zsírsavak béta-oxidációja. A fehérjék lebontása, az aminos csoport sorsa (urea-ciklus).

A katabolikus folyamatok élettani vonatkozásai. **A glikogén szerepe,** lebontása és szintézise. A máj és az epe szerepe a tápanyagforgalomban. Lebontás és felszívás a tápcsatornában, a bélbolyhok jelentősége. **Az inzulin és a glukagon szerepe** a tápanyagforgalomban és a **vércukorszint** szabályozásában. A tápcsatorna működésének hormonális (gasztrín, kolecisztokinin) és idegi szabályozása (vegetatív és bélidegrendszer szerepe, perisztaltika). A táplálékfelvétel szabályozása: a hipotalamusz szerepe, a leptin és az inzulin hatása.

A kemotróf energetikai anyagcsere sokfélesége a prokariótákban, elektrondonorok és -akceptorok. **Mixotrófia. Anaerob légzési változatok** (disszimilatórikus nitrát- és szulfátredukció). Mikrobiológiai fermentáció (glikolízishez, hexóz-monofoszfát úthoz, Entner-Doudoroff úthoz csatlakozó és speciális erjesztések). Kemolitotróf anyagcsere folyamatok (hidrogén-, kén-, vas-oxidálók, nitrifikálók).

Összefoglaló kérdések:

- Foglalja össze az ATP és a redox-reakciók központi szerepét a bioenergetikában és az anyagcserében.
- Hasonlítsa össze példákon keresztül az autotróf és heterotróf élőlények anyagcsere-folyamatait.
- Hasonlítsa össze részletesen, hogy a glükóz anaerob illetve aerob körülmények között mennyit ATP-t szolgáltat.
- Mutassa be az energiakonzerválás lehetséges módjait az élővilágban, részletesen bemutatva a kemiozmózis modellt és bizonyítékait.
- Mi a felosztásuk alapja és mit jelentenek a kemo- és fototrófia, az organo- és litotrófia, valamint a mixotrófia fogalmak (példák).
- A vércukorszint szabályozását is ismertetve mutassa be a szénhidrátlebontás és raktározás folyamatait az állatvilágban.
- Mi a különbség az aerob és az anaerob légzés között? Egy fakultatív anaerob baktériumsejtben melyik folyamat eredményez több energiát, miért?
- Energetikailag miért kedvezőbb egy baktériumsejt számára az ecetsavas fermentáció az etilalkoholhoz képest?
- Mondjon példákat mixotróf anyagcsere típusokra a prokarióták világából! Hasonlítsa össze a prokarióták kemolitotróf és kemoorganotróf energiatermelő folyamatait, példákkal!

Tananyagok, tankönyvek:

Bioenergetika és metabolizmus EA; Biokémia 1 EA; Állati struktúra és funkció 2 EA

Nyitrai L. és Pál G.: A biokémia és molekuláris biológia alapjai (e-könyv)

Fonyó A.: Orvosi élettan, 7., 9., 10-12. fejezetek alapja

Molnár K (szerk): Bevezetés az állattanba (e-könyv)

Fodor F. (szerk.): A növényi anyagcsere élettana, 3, 4, 5 és 11. fejezet. (e-könyv)

Márialigeti K. (szerk.): Bevezetés a prokarióták világába, 2013 (e-tankönyv)

Ajánlott irodalom: Lehninger Principles of Biochemistry, 7. kiadás

5. BIOENERGETIKA ÉS ANYAGCSERE II. – FELÉPÍTŐ FOLYAMATOK

Témakörök:

Termodinamikai és bioenergetikai alapok. Helyzeti és mozgási energia, munka. **A termodinamika első és második főtétele. Entrópia, entalpia, szabadentalpia** (Gibbs-szabadenergia), **exergonikus és endergonikus változások, kapcsolt reakciók.** A hidrofób effektus jelentősége a biológiában. **Az egyensúly, a standard és a tényleges szabadentalpia-változás összefüggései (képletek). Az aktiválási szabadentalpia és a kinetika összefüggése.** Az élő rendszer termodinamikai leírása (disszipatív rendszer), nem-egyensúlyi termodinamika. **Az ATP, mint szabadentalpia-„valuta”,** foszforil-transzfer potenciál. A **redox reakciók** szerepe, elektronszállítók (NAD, FADH₂), „redukálóerő” (NADP).

Auto- és heterotrófia, kemo- és fototrófia, organo- és litotrófia. Az anyagcsere általános vonásai, **a katabolizmus és anabolizmus összehasonlítása,** anyagcsere-hálózatok. Az anyagcsere szabályozási elvei (izoenzimok, végtermék gátlás, allosztéria, reverzibilis kovalens szabályozás), **energiafeltöltöttség.**

Anabolikus folyamatok: **glukoneogenezis, pentóz-foszfát útvonal,** glikogénszintézis. Zsírsavak szintézise (összehasonlítás a lebontással), a foszfolipidek és a koleszterin bioszintézisének kiindulási lépései. Aminosavak szintézise (kiindulási metabolitok, esszenciális aminosavak) és a nukleotidok (purinok és pirimidinek, dezoxiribonukleotidok) szintézise vázlatosan.

Fotoszintézis, a kloroplasztiszok belső membránrendszerei. **Fotoszintetikus pigmentek,** fényabszorpció, **fotokémiai reakció, fotokémiai rendszerek,** fotoszintetikus elektrontranszportlánc, lineáris és ciklikus elektrontranszport, **fotofoszforiláció.** A széndioxid-megkötés útjai növényekben, **Calvin-ciklus,** fénylégzés. **Felépítő anyagcsere-folyamatok főbb útvonalai növényekben:** fenoloidok, terpenoidok szintézise. Az alkaloidok, mint speciális anyagcseretermékek.

Fototróf prokarióták. Autotróf **széndioxid-fixációs útvonalak** prokariótákban. **Nitrogén-fixáció.**

Összefoglaló kérdések:

- Foglalja össze az ATP és a redoxreakciók központi szerepét a bioenergetikában és az anyagcserében.
- Hasonlítsa össze példákon keresztül az autotróf és heterotróf élőlények anyagcsere-folyamatait.
- Foglalja össze, hogy milyen általános jellemzői vannak az anabolikus folyamatoknak, s emelje ki, valamint fő vonalaiban mutassa be a biomassza előállításának legfontosabb asszimilációs folyamatait.
- Foglalja össze a fény, mint szabadenergia-forrás hasznosításának lehetőségét a pigmentek gerjesztése során végbemenő folyamatokon keresztül.
- Mutassa be a fotoszintetikus elektrontranszportláncot működtető pigment-protein komplexeket.
- Mutassa be az univerzális és a speciális metabolitok bioszintézisének kapcsolatait.
- Csoportosítsa a fényhasznosításra képes prokarióta szervezeteket a redukálóerő forrása és az ATP-szintézis alapján, példákkal!
- Milyen széndioxid-fixációs útvonalakat ismer az autotróf anyagcserére képes prokarióták körében?
- Ismertesse a nitrogénáz enzim szerepét a nitrogén-fixáció folyamatában.

Tananyagok, tankönyvek:

Bioenergetika és metabolizmus EA; Biokémia 1 EA

Nyitrai L. és Pál G.: A biokémia és molekuláris biológia alapjai (e-könyv)

Fonyó A. (szerk.): Orvosi élettan, 7., 9., 10–12. fejezetek alapja.

Molnár K (szerk): Bevezetés az állattanba (e-könyv)

Fodor F. (szerk.): A növényi anyagcsere élettana, 3, 5 és 11. fejezet. (e-könyv)

Márialigeti K. (szerk.): Bevezetés a prokarióták világába, 2013 (e-tankönyv)

Ajánlott irodalom: Lehninger Principles of Biochemistry, 7. kiadás

AZ ÉLET FOLYAMATOSSÁGA: GENETIKA ÉS MOLEKULÁRIS BIOLÓGIA

6. A DNS, MINT ÖRÖKÍTŐANYAG. A DNS SZERKEZETE ÉS MÁSOLÁSA (REPLIKÁCIÓ). GÉNEK ÉS KROMOSZÓMÁK. SEJTSZTÓDÁS: MITÓZIS ÉS MEIÓZIS. REKOMBINÁCIÓ.

Témakörök:

A biológiai információ tárolása és kifejeződése. A **centrális dogma**. DNS és RNS vírusok, RNS világ. A DNS, mint örökítőanyag: bizonyító kísérletek (Griffith és Avery: bakteriális transzformáció; Hershey-Chase kísérlet). Reverz transzkripció.

A **nukleinsavak felépítése: nukleotidok, ribóz és dezoxiribóz, nukleotid bázisok, foszfodiészter kötés, cukorfoszfát-gerinc**. A DNS és RNS szerkezetének összehasonlítása. **Bázispárosodási (Chargaff) szabályok**. A **DNS térszerkezete, a Watson-Crick kettőshélix-modell** és kísérleti bizonyítékai. DNS magasabb szerkezeti szintjei (szuperhelikalizáció, kondenzáltság, hisztonok, nukleoszóma), kromatinszerkezet.

DNS replikáció. A Meselson-Stahl kísérlet (szemikonzervatív replikáció). A replikáció szakaszai. **A vezető és a követő szál szintézise**. Replikációs gépezet: bidirekcionális replikációs villák, **repliszóma (DNS-helikáz, primáz, DNS-polimerázok, DNS-ligáz)**. A **DNS-polimeráz hibajavító aktivitása**. További DNS hibajavító mechanizmusok és jelentőségük. A telomer „probléma”, telomeráz.

Gének (információs egységek), **genom**. A pro- és eukarióta genomok szerveződése. Ismétlődő szekvenciák. **Mobilis genetikai elemek**. A kromoszóma felépítése (**kromatin, kromatid, centromer, karok, telomer**). Kromoszóma-szám, **kariotípus**, genomméretek (humán, *E. coli*).

Sejtciklus: mitózis és interfázis (G1, S, G2, G0 fázisok). **A mitózis szakaszai**: profázis, prometáfázis, metafázis, anafázis, telofázis és citokinézis. A sejtciklus szabályozása. Szexuális reprodukció és a meiózis szakaszai (ivarsejtek keletkezése). Profázis I: szinapszis és átkereszteződés (**crossing-over**). Homológ kromoszóma és kromatidák szétválása. Szexuális életciklusok.

Rekombináció: **Holliday-modell**, duplaszálú DNS törésjavító modell. Génkonverzió és **crossing-over** viszonya. Géntérképezés. Haldane függvény.

Összefoglaló kérdések:

- Mutassa be a DNS Watson-Crick modelljét, egyben ismertette, hogyan magyarázta a modell a DNS információátviteli, és az információ generációról generációra történő átadási képességét.
- Ismertesse a „centrális dogma” gondolatkör lényegét, pontosan megfogalmazva, hogy egy-egy nyíllal jelölt folyamat milyen általánosan megragadható kapcsolatot jelent az adott két molekula típus között.
- A DNS térszerkezetének Watson-Crick modellje alapján foglalja össze, hogy milyen fő kérdések merültek fel a replikáció mechanizmusa kapcsán, és milyen kísérletekkel tisztázták ezeket, kitérve a hibajavításra is.
- Ismertesse, hogy milyen enzimek segítségével, hogyan zajlik a vezető és a követő szál szintézise.
- Mi a Holliday modell érdeme és miben meghaladott?
- A rekombináció duplaszálú DNS törés-javító modelljével hogyan magyarázható a szexuális szaporodás eredete és fennmaradása, illetve az eukarióta genomok evolúciója?
- Ismertesse a duplaszálú DNS törés-javító rekombinációs modell molekuláris eseményeit.
- Hogyan tud kémiai módon módosulni a kromatinszerkezet, és ennek milyen hatása van a génműködésre?

Tananyagok, tankönyvek:

Biokémia és molekuláris biológia 1 EA; Genetika 1 EA; Sejtbiológia 1 EA

Nyitrai L. és Pál G.: A biokémia és molekuláris biológia alapjai (e-könyv)

Suzuki et al.: An Introduction to Genetic Analysis. (Freeman, VIII. kiadás)

Pálfia Zs. és Kristóf Z.: A sejtbiológia alapjai, (ELTE e-könyv, 2013)

Szabó Gábor (szerk.): Sejtbiológia (2. kiadás, Medicina, Budapest, 2009)

7. AZ ÖRÖKLŐDÉS ALAPJAI. HUMÁNGENETIKA ÉS A HUMÁN GENOM. A FEJLŐDÉSBIOLÓGIA ALAPJAI.

Témakörök:

Genotípus és fenotípus. Kromoszómák, allélok, lokuszok. Homo- és heterozigóták. **Az öröklődés Mendeli törvényei.** Uniformitás és hasadás. Tulajdonságok független öröklődése. Gamétatisztaság és szegregáció. Domináns és recesszív tulajdonságok, monohibrid és dihibrid keresztezések, öröklésmenetek. A Mendel-törvények újrafelfedezése.

Genetikai **kapcsoltság. Rekombináció, a génkonverzió és *crossing over*** viszonya. Rekombinációs gyakoriság és a gének sorrendje (**genetikai térképek**). Szexdetermináció és dóziskompensáció. Autoszomális és szex-kromoszóma függő öröklődés. Ko-dominancia és nem-teljes dominancia. Egygénés és többgénés öröklődés, **génkölcsönhatások, episztázis (recesszív, domináns, intermedier, alternáló gének).** **Epigenetika, kromatin szerkezet** módosulása. **Mutációk típusai** (Muller morfofok). Mutációk DNS szinten, allélek szintjén, spontán és indukált mutációk, mutagén hatások, mutációk kimutatása (**mutagén tesztek**). Kromoszómaszám változások. **Mobilis genetikai elemek. RNS-interferencia,** si- mi- és piRNS útvonalak funkciója és szerkezete.

A humán kariotipizálás. Családfa analízis. A Humán Genom Program eredményei. **Polimorfizmus és haplotípus vizsgálatok.** Összehasonlító genomika. Kromoszóma rendellenességek. Genetikai betegségek: monogénés (poliketonuria, sarlósejtes vérszegénység, CF, HD, hemofília) és poligénés betegségek. **DNS diagnosztika** (hajlamosító allél azonosítása, mikroszatellita értelmezése, mint allél, igazságügyi, bűnügyi alkalmazása), genetikai tanácsadás. Génterápia és személyre szabott orvoslás.

Sejtdifferenciáció, morfogenezis. Génexpresszió. Állatok klónozása szomatikus sejtekből. Modellorganizmusok a fejlődésbiológiában (élesztők, *Drosophila*, *C. elegans*, zebrahal, egér, *Arabidopsis*). **Genetikai útvonal elemzése** episztázissal, szuppresszióval, funkciónyerés/vesztés kombinációkkal. **Anyai hatású gének, homeotikus gének,** funkciójuk az egyedfejlődésben, sejtvonala, genetikai mozaik jelentése. A tumorbiológia molekuláris háttere: többszörös génhibák, onkogének és tumor szuppresszorok.

Összefoglaló kérdések:

- Mikor nem érvényesül Mendel II. törvénye, és hogyan lehet az, hogy 2 egyazon kromoszómán lokalizált gén „függetlenül” öröklődik?
- Mi a különbség a szuppresszió és az episztázis között, és mi az alapvető különbség a genetikai (szabályozó) és biokémiai (szubsztrát konverziós) útvonalak között?
- Hogyan tudja eldönteni az episztatikus viszonyokat egy útvonal két génje között, ha közöttük gátlás van és ha közöttük aktiválás van?
- Milyen az anyai hatású gének öröklődési mintázata, és hogyan lehet az, hogy egy recesszív mutáció homozigóta formában életképes, heterozigóta formában pedig életképtelen?
- Miért volt szükség genetikai modellszervezetekre (előnyük) és miért vált tökéletes genetikai modellé a humán?
- Hogyan fedezte fel McClintock az „ugráló géneket”, milyen főbb típusai vannak a mobilis genetikai elemeknek, és hogyan mozognak? Hogyan lehet transzpozonnal stabil génteranszfert megvalósítani emlős sejtekben (*Sleeping Beauty* transzpozon)?

Tananyagok, tankönyvek:

Genetika 1 EA; Biokémia és molekuláris biológia 1 EA

Suzuki et al.: An Introduction to Genetic Analysis., (Freeman, VIII. kiadás)

8. GÉNKIFEJEZŐDÉS (TRANZKRIPCIÓ ÉS TRANZLÁCIÓ), A GÉNEXPRESSZIÓ SZABÁLYOZÁSA, GÉNTECHNOLÓGIA, BIOINFORMATIKA

Témakörök:

Gén-fehérje kapcsolat (Beadle-Tatum és pontosítása). **Kolinearitás és az eukarióta gének felépítése (exon és intron szerkezet).** Génexpresszió: transzkripció, RNS érés (*splicing*) és transláció. A genetikai kód megfejtése és tulajdonságai.

A transzkripció (RNS szintézis) mechanizmusa: iniciáció, elongáció, termináció; RNS polimerázok pro- és eukariótákban. RNS típusok és a primer transzkriptumok processzálása (ko- és poszt-transzkripciós módosulások): 5'-sapka, poliadeniláció, *splicing* (RNS szerkesztés), alternatív *splicing*.

Transzkripció-, poszt-transzkripció- (RNS interferencia) és transláció-szintű szabályozások (példák). A DNS felismerés molekuláris hétértéke. A prokarióta génexpresszió szabályozása: az operonok felépítése és működése (laktóz- és Trp-operon). Az eukarióta génexpresszió alapvonásai: hetero- és eukromatin, transzkripciós preiniciációs komplex, transzkripciós és ko-transzkripciós faktorok, DNS-metiláció és a hisztonkód (epigenetika), kromatinátrendeződés, enhancer és silencer szekvenciák, Mediátor komplex.

A transláció (fehérjeszintézis) mechanizmusa: tRNS-ek felépítése, aminosav-aktiváció (aminoacil-tRNS-szintetázok), polipeptidlánc-szintézis a riboszómákon. A riboszóma szerkezete és működése: iniciáció, elongáció (peptidkötés-szintézise és transzlókáció), termináció, translációs faktorok. Ribozim funkció. Poszttranszlációs módosulások (glikoziláció, foszforiláció).

Rekombináns DNS technológia. Restriktív endonukleázok, molekuláris klónozás (vektorok és inszert, génbeviteli eljárások), génkönyvtárak (genomiális és cDNS). DNS hibridizációs módszerek, DNS chipek. Polimeráz-láncreakció. DNS szekvenálás (Sanger-módszer és új-generációs, „HTP” módszerek). Helyspecifikus mutagenézis. Rekombináns fehérjék előállítás.

Genomszekvenálás, a Humán Genom Program. Célzott génmódosítások: géнкиütés és géncsendesítés, genom-szerkesztés (CRISPR-Cas módszer). DNS ujjlenyomat módszerek, transzgenikus állatok és növények (GMO-k). Transzgenikus modellélőlények. Genom annotálás, expressziós analízis, génbevitel emlősökben (virális és transzpozon alapú).

Bioinformatikai alapok, adatbázisok: gén (GenBank), fehérje (UniProt), térszerkezet (PDB). „Omikák”: genom, transzkriptom, proteom, interaktom – a rendszerbiológia születése. Hasonlóságvizsgálat (BLAST), szekvenciaillesztés, szekvencianalízis és predikció. Makromolekulák grafikai ábrázolása. Homológ, ortológ és paralóg szekvenciák. Filogenetikai törzsfák.

Összefoglaló kérdések:

- Ismertesse a gén-fehérje viszony legfőbb molekuláris biológiai ismérveit, történeti megközelítésben. Mi az eukarióta gének mozaikos (exon-intron) természetének jelentősége?
- Hasonlítsa össze a transzkripció és a transláció hasonló és különböző tulajdonságait és energiaszükségletét.
- Ismertesse, hogy miként határozná meg egy ismeretlen fehérje aminosav-szekvenciáját klónozás segítségével. Milyen eljárásokat használva tudna egy enzimfehérjéről eldönteni, hogy egy adott oldallánca részt vesz-e a katalitikus mechanizmusban?
- A humán gének illetve fehérjék vizsgálatára milyen géntechnológiai módszerek állnak rendelkezésünkre és milyen eredményeket lehet velük elérni?
- Hogyan tud a *lac* operon I represszor fehérjét kódoló *i* génjében egy domináns mutációt generálni?
- Hogyan szabályozódik az eukarióta gének expressziója (kombinatorikus génszabályozás)?
- Hogyan lehet gének funkcióját vizsgálni genom szinten?
- Hogyan lehet egy gén endogén expressziós mintázatát egyértelműen meghatározni (CRISPR-Cas9 genom-szerkesztés)?

Tananyagok, tankönyvek:

Biokémia és molekuláris biológia 1 EA; Genetika 1 EA; Biokémiai gyakorlatok 1 GY; Bevezetés a bioinformatikába GY

Nyitrai és Pál: A biokémia alapjai (e-könyv);

Hegyí et al.: Bevezetés a biokémiába (e-book)

Barna et al., Vellai: Genetikai gyakorlatok (e-könyv, 7. fejezet)

EVOLÚCIÓ: AZ ÉLET TÖRTÉNETE ÉS SOKFÉLESÉGE

9. EVOLÚCIÓBIOLÓGIA

Fogalmak (magyarázatuk, illetve a tétel kifejtésekor használatuk):

Evolúció, szelekció, adaptáció, sodródás, haplotípus, mutáció, rátermettség. Fajképződés, reprodukív izoláció, allopatrikus fajképződés, szimpatrikus fajképződés. Fajfogalmak, osztályozás, törzsfa, rendszertani kategóriák, kladsztika, apomorf és pleziomorf bélyegek, klád, monofiletikus, parafiletikus, polifiletikus csoport. Főemlős, orrtükrösök és orrtükrő nélküliek, keskenyorrú (óvilági) és szélesorrú (újvilági) majmok, cerfókszerűek, emberszerűek.

Témakörök:

Az evolúció definíciója (öröklött tulajdonságok gyakoriságának változása) és **az ehhez szükséges jellemzők** (szaporodás, öröklődés, változatosság). **Az evolúcióhoz vezető főbb mechanizmusok**, az ideális populációtól való eltérés (szelekció, sodródás, preferenciális párválasztás, migráció, mutáció). Rátermettségdefiníció (a típus populációjának átlagos, egyedenkénti növekedési rátája adott környezetben).

A taxonómiai rangokon alapuló rendszer és a filogénia alapján álló rendszer (kládok). Problémák: a rangok önkényes jellege, redundancia. A rangokon alapuló rendszer és problémáinak bemutatása az ember rendszertani helyzetének és a főemlősök rendjének főbb csoportjainak bemutatása alapján.

Az ember evolúciójának nagyobb lépései – genetikai és fosszilis bizonyítékok: **A recens emberszabásúak és az ember jellemzése és összehasonlítása.** Az emberfélék megjelenése és elterjedése a Földön. A modern ember elterjedése haplotípusok alapján. A modern *Homo sapiens*, a neandervölgyi és a gyenyiszovai ember. A kétlábon járás és a kultúra megjelenése.

Evolúciós nyomás az emberen a közelmúltban és a jelenben. A kulturális és a genetikai öröklődés kapcsolata, egymásrahatása.

Összefoglaló kérdések:

- Milyen jellemzőket használhatunk az osztályozásban? Milyen jellemzőket használunk közel rokon fajok rendszerezésénél, és milyeneket nagy rendszertani csoportok közötti viszonyok megállapítására?
- Mi alapján osztjuk külön fajokba az emberősöket és ez milyen problémát vet fel a biológiai fajfogalom tekintetében?
- Van-e evolúció a jelenleg az emberi fajban?
- Milyen folyamatok vezethetnek evolúciós változáshoz szelekció nélkül? Mire használhatjuk ezen folyamatok eredményét?

Tankönyvek, tananyagok:

Evolúcióbiológia EA

Kun Ádám: Evolúcióbiológia (Typotext, 2018)

Gyenis Gyula és Hajdu Tamás: Emberré válás: az ember biológiai és kulturális evolúciója (Archaeolingua, 2017);

Podani János: A növények evolúciója és osztályozása (Eötvös Kiadó, 2016)

10. AZ ÉLŐVILÁG SOKFÉLELSÉGE

Fogalmak (magyarázatok, illetve a tétel kifejtésekor használatuk):

fajfogalmak, osztályozás, törzsfá, rendszertani kategóriák, kladisztika, apomorf és pleziomorf bélyegek, klád, monofiletikus, parafiletikus, polifiletikus csoport, szimmetriaviszonyok, szövet, csíralemez, diploblasticus, triploblasticus, testüreg típusok, ős- és újszáj, retro- és intraperitonealis helyzet, szerv, szervrendszer

Témakörök:

Az evolúció nagy átmeneteinek általános jellemzése és lefolyásuk. A főbb nagy átmenetek (**endoszimbionta elmélet, mitokondrium, plasztiszok, többsejtűség**, euszocialitás, emberi nyelv) rövid jellemzése különös tekintettel a törzsfán való elhelyezkedésükre.

Fajfogalom a prokarióták és az eukarióták világában. A taxonómiában alkalmazott fontosabb módszerek (gén és teljes genom bázissorrend elemzés, genom ujjlenyomat módszerek, fenotípusos vizsgálmódszerek).

Az élővilág nagy doménjei (Bacteria, Archaea, Eukarya). Prionok, vírusok. A baktériumok és archaeák általános ismertetése, fontosabb csoportjaik. A Proteobacteria (vö. mitokondrium), Cyanobacteria (vö. kloroplasztisz), Archaea csoportok jellemzőinek ismerete. Törzsgyűjtemények.

Az eukarióta szupercsoportok (Amorphea (Amoebozoa és Opisthokonta kládok), Excavata, Archaeplastida, Hacrobia, RAS) és példák képviselőikre.

A nem valódi gombák elhelyezkedése az eukarióta szupercsoportokban. Valódi gombák: bazális csoportok: Microsporidia; Cryptomycota; a korábbi "rajzospórás" gombák fő csoportjai és fontosabb képviselői; a "járomspórás" gombák fő csoportjai és fontosabb képviselői, arbuskuláris mikorrhizaképző gombák. Dikarya csoport: tömlős- (Ascomycota) és bazídiumos gombák (Basidiomycota). Jellemzők, fő különbségek; főbb csoportok és fontosabb képviselők.

Állatok: **Álszövetes és szövetes állatok. Az állati egyedfejlődés kezdeti stádiumai** a csíralemezek kialakulásáig. Az alapi helyzetű Eumetazoa kládok. A **kétoldali részarányosság jelentősége. A nagy Metazoa kládok példa törzsekkel:** bélürengélküliek és Nephrozoa; újszájúak és ősszájúak; spirális barázdálódású és vedlő állatok kládjai. A **Chordata kialakulása és altörzsei.** Tetrapoda és **Amniota kládok.** Fontosabb gerinces taxonok, példafajok. Jellegzetes példák parafiletikus állati taxonokra.

Növények s.str. (Archaeplastida): Glaucophyta, Rhodophyta, Viridiplantae. **Zöld növények a szárazföldön (Embriophyta), eredetük, az embrió és más újítások a szárazföldi lét szolgálatában.** Spórával szaporodó szárazföldi növények és evolúciójuk: mohák és harasztok, főbb kládjaik. A magvas növények újításai. A nyitvatermők nagy kládjai és evolúciójuk. A zárvatermők eredete, megjelenése, főbb jellemzői, alapi helyzetű leágazásaik, az egyszikűek és a valódi kétszikűek.

Összefoglaló kérdések:

- Milyen bizonyítékok támasztják alá az élővilág három doménes szerkezetét?
- Mely eukarióta szupercsoportokban találunk fototróf élőlényeket, milyen módon váltak képessé a fotoszintézisre és miért jellemző legtöbbjükre a mixotrófia?
- Mondjon példákat humán és állati parazita protisztákra, minden alapvetően heterotróf szupercsoportból!
- Melyek a szárazföldi növények nagy kládjai és mit tudunk az evolúciójukról?
- Milyen összefüggései vannak a szárazföldi növények és a gombák evolúciójának?
- Mit jelent a gerinctelen és gerinces állatok kifejezés? Létezik-e egy-egy ilyen nevű klád? Ha nem, részletezze, mely kládokban vannak!

Tankönyvek, tananyagok:

Az élővilág sokfélesége 1 EA és 2 EA; Az élővilág sokfélesége 1 GY és 2 GY; Állati struktúra és funkció 1 EA

Segédanyagok:

Farkas J. (szerk.): Állatrendszertani gyakorlatok (e-jegyzet),

Molnár K. (szerk.): Bevezetés az állattanba (e-tankönyv),

Márialigeti K. (szerk.): Bevezetés a prokarióták világába, 2013 (e-tankönyv)

SZERKEZET ÉS ÉLETFOLYAMATOK ÖSSZEFÜGGÉSEI NÖVÉNYEKBEN

11. VEGETATÍV FELÉPÍTÉS ÉS FUNKCIÓK NÖVÉNYEKBEN

Témakörök:

A növényi növekedés sajátosságai, **korlátlan növekedés, modularitás. Fő szövettípusok** – osztódószövetek, alapszövetek, szállítószövetek, bőrszövetek. **Hajtáscsúcs, gyökércsúcs** szerveződése és növekedése.

Gyökér és tápanyagellátás. A gyökér evolúciója, fejlődése, **anatómiája, másodlagos vastagodása.** Gyökérszőr. **Gyökér interakciók:** N-fixálók, rizobaktériumok, gyökérgümők, mikorrhiza. Gyökér–talaj kapcsolat, a rhizoszféra és az ásványi elemek. **Vízfelvétel. Ásványi tápanyagok és felvételük.** Makroelemek felvétele. Mikroelemek felvétele. Tápanyagok elérhetőségei. **A növényi tápelemhiány.** Az ionok és molekulák transzportja, szimplaszt és apoplaszt. Módosult gyökerek.

A szár szerkezete és az anyagszállítás A szár evolúciója, fejlődése, **anatómiája, másodlagos vastagodása.** A szár vastagodásának különbségei a zárvatermők körében. Fásszár, fatest, kéreg, héjkéreg. Módosult szárok. **A szár funkciója.** A xilém betöltésének folyamata, **gyökérnyomás.** Vízáramlás a növényben, **vízpotenciál,** tenzió-kohézió. **A floém betöltésének** folyamata. Asszimilátumok, cukrok szállítása.

A levél szerkezete és funkciója: a levél formái, típusai. **Lomblevelek morfológiai és anatómiai jellemzői.** Levélállás. Levélmódosulások és ezek ökológiai vonatkozásai. Levélhullás. **Sztóma anatómia és funkció. Fotoszintézis és transpiráció.** A fotoszintézisben részt vevő szövetek, kloroplasztiszok, **fotoszintetikus struktúrák.** A fényenergia begyűjtése, fénygátlás, fénykárosítás és kivédése. A fotorespiráció. A fotoszintézis variációja: C3, C4 és CAM fotoszintézis utak – szervezettani, élettani és ökológiai vonatkozások. CO₂ és H₂O gázcsere és szabályozása (**sztómaműködés:** nyitódás, záródás; sztómadenzitás; levélszerkezet; levélfelület). A levél vízállapota és vízforgalma.

Összefoglaló kérdések:

- Milyen alkalmazott vonatkozásai lehetnek a növény vegetatív felépítésének, struktúráinak és ezek funkcióinak?
- Milyen alkalmazott vonatkozásai lehetnek a növények víz- és ásványi tápanyag felvételének?
- Milyen strukturális és funkcionális változásokat hozhatunk összefüggésbe a növények szárazföldre „lépése” jelentette kihívásokkal?
- A vegetatív test milyen morfológiai és funkcionális különbségeit figyelhetjük meg a zárvatermő növények alcsoportjain belül?
- Az ökológiai környezethez történő adaptáció milyen strukturális és funkcionális módosulásokat igényel?

Tananyag, tankönyvek:

Növényi struktúra és funkció 1 EA és 2 EA; Növényi struktúra és funkció 1 GY és 2 GY

Kristóf Z. (szerk.) Növények és gombák szerveződése (ELTE e-könyv)

Fodor F. (szerk.): A növényi anyagcsere élettana, 2., 3., 6.. fejezet. (ELTE e-könyv).

Ájánlott irodalom: Taiz L. és mtsai. Plant Physiology and Development. 6. kiadás Sinauer/Oxford

12. SZAPORODÁS, ÉS A FEJLŐDÉS KÜLSŐ ÉS BELSŐ INGEREI NÖVÉNYEKBEN

Témakörök:

Növényi szervezet, növekedés és fejlődés: a növényi szerveződés formái, egysejtűség, soksejtűség, komplex soksejtűség a növényvilágban. **Életciklusok.**

Magvas növények szaporodása A virág, evolúciója, felépítése. A **zárvatermő növények virágainak anatómiája.** Virágzatok, evolúciójuk. Belső és külső tényezők a **vegetatív-generatív átmenetben.** **Fotoreceptorok,** a fény érzékelése. A cirkadián ritmus és a fotoperiodizmus. A megvilágítás szerepe a generatív átmenetben. Vernalizáció. **Az ABC(DE)-modell.** Porzó, pollen. Magház, magkezdemény. **Megporzás.** Megtermékenyítés, **kettős megtermékenyítés.** Embriogenezis, **mag és evolúciója.** **Dormancia, csírázás.** Termés, **terméstípusok.** Ivartalan szaporodás.

Növényi fejlődés külső és belső ingerei. Egyedfejlődés, morfogenezis **Növényi hormonok** és növekedésszabályozó anyagok. Hormonális szabályozások. **Fő növényi hormonok** (szalicilsav, gibberellinek, auxinok, citokininek, etilén, abszcizinsav, brasszinoszteroidok, jázmonsav, strigolaktonok) és **szerepük** az ontogenezisben, organogenezisben. Környezeti ingerek érzékelése. A fény szerepe a növekedésszabályozásban. Tropizmusok. Biotikus hatások. **Biotikus és abiotikus stressz.** Növényi immunitás. Kórokozók és növényevők (fitofágok, herbivórok). Mutualista partnerek. Speciális növényi anyagcseretermékek, fő csoportjai, jelentőségük, **szerepük a környezethez való alkalmazkodásban, humán felhasználásuk.** Növényi kiválasztó struktúrák.

Összefoglaló kérdések:

- Mik a hasonlóságok és különbségek a komplex soksejtűségben a növényeknél, állatoknál és gombáknál?
- Milyen alkalmazott jelentősége van a mag- és termésképzésnek?
- Milyen alkalmazott (kísérletes, kertészeti és agrár) lehetősége van a virágzásindukciónak?
- A növényi stresszválasz milyen strukturális és funkcionális változásokat eredményez?
- Mely környezeti ingerek érzékelése fontos a növények ökológiai környezetben történő túléléséhez?

Tananyag, tankönyvek:

Növényi struktúra és funkció 1 EA és 2 EA; Növényi struktúra és funkció 1 GY és 2 GY
Kiadott előadásanyag diasoron.

Kristóf Z. (szerk.): Növények és gombák szerveződése (ELTE e-könyv)

Fodor F. (szerk.): A növényi anyagcsere élettana, 10., 11., 12. fejezet. (ELTE e-könyv)

Erdei L. (szerk.): Növényélettan. Növekedés- és fejlődésélettan. JATEPress, Szeged (2004)

Ajánlott irodalom: Taiz L. és mtsai. Plant Physiology and Development. 6. kiadás Sinauer/Oxford

SZERKEZET ÉS ÉLETFOLYAMATOK ÖSSZEFÜGGÉSEI ÁLLATOKBAN

13. AZ EMBERI TEST FELÉPÍTÉSE. AZ EMBERI EGYEDFEJLŐDÉS ÁTTEKINTÉSE. A NEMI MŰKÖDÉS SZABÁLYOZÁSA.

Témakörök:

Az emberi testfelépítés áttekintése: **szövetek, szervek, szervrendszerek** általános ismertetése. A **hám, a kötő- és támasztószövet, a mirigyek és az idegszövet általános jellemzői**: sejtípusok, sejt-sejt közötti kapcsolatok, az anyagtranszport típusai. Védelmi, támasztó, szállító, felszívó és kiválasztó funkciók.

Az emberi idegrendszer általános felépítése: **központi és perifériás idegrendszer**, agyi idegek (érző, mozgató és vegetatív), dúcok, pre- és posztganglionáris rostok, **szimpatikus és paraszimpatikus rendszer, bélidegrendszer**. Az agy és a gerincvelő főbb szakaszai és részei, a **fehér- és szürkeállomány felépítése**.

A **férfi és a női nemi működés áttekintése: hasonlóságok és különbségek** kiemelése (ivarsejtek kialakulása, fejlődése és érése, a nemi szervek jellegzetességei, nemi érés). A nemi szervekben termelődő hormonok szerepe: **tesztoszteron, ösztrogén és progeszteron** termelődése és hatása. A **női nemi ciklus**, ovuláció, **sárgatest**, menstruáció, megtermékenyülés. Terhesség és fogamzásgátlás. Az **adenohipofízis és neurohipofízis** nemi működést befolyásoló hormonjai (gonadotrop hormonok (**FSH, LH**), **prolaktin, oxitocin**), az ezekre ható hipotalamikus releasing hormonok.

Az emlős embrió fejlődése: a **zigóta**, a **blastula** és a **gastrula** fogalma és kialakulása. Az ekto-, mezo- és endoderma elkülönülése, a **velőcső** kialakulása. A **placenta** és a köldökerek szerepe. Az emberi embrionális és magzati fejlődés szakaszai. A csecsemő fejlődését befolyásoló külső hatások. A **pre- és posztnatális fejlődés szakaszai** és sajátosságai, a pubertás. Az egyedfejlődést befolyásoló tényezők (**növekedési hormon**, nemi hormonok). Öregedés.

Összefoglaló kérdések:

- Ismertesse a különböző funkciójú hámtípusokat a szervrendszerek példáin keresztül (fedő, felszívó, szekréción hám)!
- Ismertesse az emberi idegrendszer áttekintő felépítését!
- Hasonlítsa össze a szimpatikus és paraszimpatikus idegrendszer felépítését, általános működését és szabályozását!
- Hasonlítsa össze a férfi és női nemi működés szabályozását, kiemelve a hasonlóságokat és különbségeket!
- Hasonlítsa össze a férfi és női posztnatális fejlődés jellegzetességeit és szakaszait!
- Ismertesse a hipotalamo-hipofizeális rendszer működését és hormonjait!

Tankönyvek, tananyagok:

Állati struktúra és funkció 1 EA és GY; Állati struktúra és funkció 2 EA

Fonyó A.: Orvosi élettan, 1., 33-34. fejezetek alapja.

Molnár Kinga (szerk.): Bevezetés az állattanba (e-jegyzet)

14. A SZERVEZET HOMEOSZTÁZISA. A TESTFOLYADÉKOK ÖSSZETÉTELÉNEK SZABÁLYOZÁSA, OZMOREGULÁCIÓ ÉS SAV-BÁZIS EGYENSÚLY SZABÁLYOZÁSA EMLŐSÖKBEN.

Témakörök:

A homeosztázis fogalma. Dinamikus egyensúly, a pozitív és negatív visszacsatolás elve és jelentősége. **Hormonok**, ezek főbb típusai (szteroid, peptid és fehérje hormonok; releasing és inhibiting hormonok, trophormonok - példákkal). **Endokrin és neuroendokrin működés.** Az **endokrin mirigyek** és ezek fő hormonjainak áttekintése (hipotalamo-hipofízis rendszer, pajzsmirigy, mellékpajzsmirigy, mellékvese, Langerhans-szigetek, ivarmirigyek), ezek **hatása a szervezet homeosztázisának szabályozására.** A **stressz** és a stressz hormonok (CRH – ACTH – mellékvese tengely, adrenalin, kortizol).

Az emberi testfolyadékok típusai és összetétele (**vér, nyirok, liquor**), a **folyadékterek** és ezek viszonya (térfogat és anyagforgalom). A vér sejttes alkotóelemei, ezek főbb jellemzői és funkciója: **vörös és fehér vércsejtek, vérlemezkék.** A **vérplazma összetétele és élettani funkciói.** A hematokrit fogalma. A **véralvadás** folyamata: véralvadási kaszkád-rendszer, az érfal elzárása, thrombolízis.

A **vértérfogat szabályozása**, az **ozmoreguláció** és az elektrolit-egyensúly fenntartás jelentősége. A testfolyadékok pufferrendszerei. A vér sav-bázis egyensúlyának szabályozása, a légzés hatása. **pH szabályozás** a vesében. A **filtráció, re-abszorpció és szekréció** folyamata a keringési és kiválasztó rendszerekben. A vérnyomás és a véráramlás sebességének hatása a kapilláris filtrációra és az ultrafiltrációra. A **folyadékfelvétel szabályozása**, szomjúság.

A vese szerepe. Az **emlős kiválasztó-rendszer és a nefron szerkezete és működése** (Malpighi-test, kanyarulat csatornák, Henle kacs, gyűjtőcsatorna). A clearance és a glomerulus filtrációs ráta fogalma. A metabolizmusból származó **N-tartalmú végtermék eltávolítása**, a **vizelet létrejötte.** A vizelet koncentrációja, az ellenáram-elv, víz-visszaszívás. A kiválasztás hormonális szabályozása (**renin-angiotenzin-aldoszteron tengely**).

Összefoglaló kérdések:

- Egy kiválasztott endokrin mirigyben keresztül mutassa be a hormonális szabályozás alapvető jellegzetességeit!
- Milyen folyamatok szabályozzák a szövetnedv képződését? Mikor alakulhat ki ödéma a szervezetben?
- Milyen élettani és viselkedési reakciókat vált ki, ha nagyon sós ételt fogyasztunk? Ismertesse a főbb jelenségeket és az ezekben érintett szabályozási mechanizmusokat!
- Milyen szerepet látnak el a vörösvértestek az emberi szervezetben? Ismertesse főbb funkcióikat!
- Mi történik, ha egy kisebb sebet ejt az ujján? Ismertesse a véralvadás folyamatát!
- Egy emberben naponta átlagosan 180 l primer szűrlet keletkezik, de a napi vizelet mennyisége ennek csak kb. 1%-a. Milyen folyamatok játszanak ebben szerepet és hogyan hatnak a napi vizelet kialakulására?

Tankönyvek, tananyagok:

Állati struktúra és funkció 1 és 2 EA; Az immunológia alapjai EA

Fonyó A.: Orvosi élettan, 15-16., 24., 28. fejezetek alapja
Molnár Kinga (szerk.): Bevezetés az állattanba (e-jegyzet)
Erdei A. (szerk.): Immunológia (Medicina, 2012)

15. IMMUNOLÓGIA ALAPJELENSÉGEK

Témakörök:

Az immunrendszer feladata, az immunológiai védekezés lényege, az immunrendszer, mint „kétélű kard”.

A **veleszületett** és az **adaptív immunitás** jellemzése, összehasonlítása. A **patogének**, az **antigének** fogalma, általános jellemzésük (**vércsoport antigének (ABO, Rh)**), a keresztreakciók fogalma, az **adjuvánsok** szerepe).

Az **elsődleges** és a **másodlagos nyirokszervek**, az **immunrendszer sejtjei és szövetei**. A **vérszövetek képződése**, a **vérszövetek differenciálódásának** központi és perifériás helyszínei. Az **immunhomeosztázis** megvalósulása, a **programozott sejthalál** (apoptózis) szerepe. A veleszületett és az adaptív immunrendszer főbb receptorai.

A **komplement rendszer** általános jellemzése és aktiválódásának biológiai következményei. Komplement fragmentumok szerepe, az **immunkomplexek komplement-mediált eltávolítása**, opsonikus fagocitózis.

A fő hisztokompatibilitási gének komplex termékei, az **MHC fehérjék** szerepe, funkciói. Az antigén feldolgozás és **antigén prezentáció** lényege. A hivatásos **antigén prezentáló sejtek (APC)** ismerete, jellemzése, keresztprezentáció. A **citokinek** általános jellemzése, szerepük, hatásuk.

A **T és a B sejtek** fejlődése, jellemzőik, szerepük az immunválasz során. A **T és B sejtek antigénfelismerő receptorainak** jellemzése. A T és B sejtek főbb koreceptorai és alpopulációi.

A **humorális immunválasz**, a **follikulusokban**, **csíráközpontokban** zajló események, affinitás érés. Az ellenanyagok által közvetített effektor funkciók. A **klón fogalma**, **monoklonális ellenanyagok**. Az immunoglobulinok általános szerkezete, izotípusok. **Immunológiai memória**, **vakcináció**.

A **celluláris immunválasz** és effektor folyamatai. Sejtpusztító mechanizmusok, citotoxikus T sejtek, NK sejtek, ADCC reakció. **Túlérzékenységi reakciók** típusai, jellemzőik. **Tolerancia** és **autoimmunitás**.

Összefoglaló kérdések:

- Ismertesse az immunológiai védettség kialakulásának módjait, a memória létrejöttét, a vakcináció és a védőoltások szerepét!
- Ismertesse a vörös csontvelő vérszövetképzésben betöltött szerepét, mutassa be az itt zajló sejtfejlődési és differenciálódási folyamatokat!
- Jellemezze a csecsemőmirigyét és a képződő T sejteket, ismertesse a T sejt populációk immunválaszban betöltött szerepét!
- Jellemezze a lépét a B sejtek érése és differenciálódása szempontjából, értelmezze a klón fogalmát!
- Kisebb bőrsérülés során idegen kórokozó kerül a szervezetünkbe. Kövesse végig a kórokozó útját az immunválasz effektor szakaszának kialakulásáig és ismertesse a komplementrendszer szerepét a kórokozó eltávolításában!
- Mutassa be az MHC molekulák szövetösszeférhetőségben, illetve antigén prezentációban betöltött szerepét, jellemezze a hivatásos antigénprezentáló sejteket!
- Mutasson be olyan kóros immunfolyamatokat, amelyek az immunrendszer kisiklásának, túlműködésének eredményeként alakulhatnak ki!
- Ismertesse az emberi vércsoportok jellemzőit, meghatározásuk elvét és élettani jelentőségét!

Tankönyvek, tananyagok:

Az immunológia alapjai EA; Állati struktúra és funkció 2 GY

Az immunológia alapjai – előadás jegyzet

Hajnik T. (szerk.): Állati struktúra és funkció gyakorlati jegyzet.

Erdei A. (szerk.): Immunológia (Medicina, 2012)

16. AZ EMBERI KERINGÉS ÉS LÉGZÉS ALAPFOLYAMATAI ÉS EZEK SZABÁLYOZÁSA.

Témakörök:

Az emberi keringési rendszer felépítése: az **érpálya elemei (aorta, artériák, arteriolák, vénák, venulák, kapillárisok), a kis és a nagy vérkör elemei**. A kapillárisok típusai. A **nyirokkeringés** rendszere és fenntartása. Hemodinamikai alapfogalmak: viszkozitás, ellenállás, turbulens és lamináris áramlás. Az áramlási sebesség, az érkeresztmetszet és a vérnyomás változása az érpályában. Az **artériás középnyomás, a szisztolés és diasztolés vérnyomás**.

A **szív felépítése, ingerületkeltő- és vezető rendszere**, a szív automatíája. A szív pumpafunkciója, a szélkázán-elv. Az **emberi szívműködés mérése (EKG)**. Térfogat- és nyomásviszonyok a szívben a szív ciklus során. A **billentyűk szerepe** és típusai. Az emberi keringésszabályozás: a **szív beidegzése**, a szívfrekvencia és szívösszehúzódás erejének szabályozása, a **perctérfogat**. Az erek szimpatikus beidegzése. A **vérnyomás szabályozásának alapelvei**: a főbb **receptor-típusok (baro-, kemo- és feszülési receptorok)** élettani szerepe. Az **oxigén és tápanyagszállítás alapjai**, a kapillárisokban zajló filtráció és reabszorpció biztosítása. Starling hipotézis: vérnyomás és kolloid ozmotikus nyomás változása a kapillárisban.

A légzés szintjei: **légcseré, gázcseré és sejtlégzés**. A gázcseré szöveti felszíne és mechanizmusa. **Parciális nyomáskülönbségek**, a **hemoglobin** oxigénkötő kapacitása és annak szabályozása (magzati és anyai hemoglobin, CO hatás, pH és hőmérséklet-függés). A **CO₂ szállítása**. Az **emlős tüdő szerkezete** és működése: **légcső, hörgő, hörgőcske**, légvezeték, **alveolus**, surfactant. A **légzőizmok** szerepe és típusa. Légzési aktivitás és pH-szabályozás összefüggése.

A légzési és a keringési rendszer kapcsolata. A **légzés idegei szabályozása: centrális és perifériás** kemo- és baroreceptorok szerepe, ezek hatása a keringésszabályozásra (hypoxia, hiperventilláció hatása). Légzési reflexek. Az emberi légzésfunkciók mérése: **vitálkapacitás**, statikus és dinamikus tüdőtérfogatok, **légzési perctérfogat**. Asztma, légszennyezés és dohányzás.

Összefoglaló kérdések:

- Ismertesse a vérnyomás szabályozásának alapelveit a gyors testhelyzet-változással és izommunkával összefüggő élettani változások során!
- Hogyan függ össze a légzés és a keringés szabályozása? Ismertesse a kardiovaszkuláris idegrendszeri hálózat központi idegrendszerben és a periférián elhelyezkedő elemeit!
- A szív összehúzódása és a légzés is szakaszosan zajlik. Hogyan biztosított mégis az emberi szervezetben a szövetek folyamatos vérellátottsága?
- Hogyan történik az O₂ és a CO₂ szállítása az emberi keringési rendszerben?
- Milyen folyamatok szabályozzák a szövetnedv képződését? Mikor alakulhat ki ödéma a szervezetben?
- Milyen hatással jár, ha valaki tartósan fokozott ütemű, mély ki- és belégzéseket végez (hiperventillál)? Ismertesse a keringési és légzési rendszerre, valamint a testfolyadékokra gyakorolt hatást!

Tankönyvek, tananyagok:

Állati struktúra és funkció 1 EA és 1 GY; Állati struktúra és funkció 2 EA és 2 GY; Biokémia 1 EA

Fonyó A.: Orvosi élettan, 18 – 20., 22. fejezetek alapja.

Molnár Kinga (szerk.): Bevezetés az állattanba (e-jegyzet)

Nyitray L. és Pál G.: A biokémia és molekuláris biológia alapjai (e-könyv)

17. AZ EMBERI ÉRZÉKSZERVEK MŰKÖDÉSE ÉS SZABÁLYOZÁSA.

Témakörök:

Érzékelés és észlelés, az elme szerepe. **Az érző receptorok típusai (termo-, mechano-, foto- és kemoreceptorok, fájdalom érzékelés)**, az érzékelt ingerek fajtái és csoportosítása. A receptor potenciál, a **modalitás**, az **adekvát inger** és a **küszöbinger** fogalma. Weber-Fechner törvény. **Elsődleges érzőneuron**, másodlagos és harmadlagos érzéksajt. Szenzoros adaptáció. **Külső és belső receptorok** (extero-, intero és proprioreceptorok).

Receptormező és **topografikus vetülés** fogalma. A **somatoszenzoros rendszer**: a tapintási és fájdalmi ingerek érzékelése. A szenzoros agyidegek, a **felszálló érzőpályák** áttekintése és a **dermatómák**. A **mechanoreceptorok** elhelyezkedése és típusai a bőrben és a zsigerekben: **nyomás- és tapintás, fájdalom és hőérzékelés**. A **kérgi reprezentáció** a somatoszenzoros kéregben: szomatotópia (homunculus). Az endogén fájdalomcsillapító pálya, opioid neuronok, gerincvelői kapu-mechanizmus.

Hallás és egyensúly-érzékelés. A hallószerv felépítése: **külső, közép és belső fül, félkörös ívjáratok** és a **csiga**. A **szőrsejtek** felépítése és működése, a labirintus szerkezete. A Corti-féle szerv. Szöggyorsulás és lineáris gyorsulás érzékelése, **vesztibuláris központok**. Lég- és csontvezetés. Hangok, **hangmagasság, hangerősség érzékelése** a csigában. A **hallóközpontok** és a hallópálya.

Kémiai receptorok, az **ízlelés kémiai mechanizmusa**. **Alapízek** és ezek érzékelése. A **szaglóhám** és a szaglógumó felépítése és működése. A szaglóreceptorok.

Az **emberi szem felépítése (vakfolt és sárgafolt)** és működése. Akkomodáció, **közel- és távollátás**. A fénytörési hibák korrekciós lehetőségei. A térlátás alapja. A **retina szerkezete**, a **csapok és pálcikák** jellegzetességei, az interneuronok szerepe a fényingerek továbbításában és feldolgozásában, on- és off sejtek. Fotópiás és szkotópiás látás. Rodopszin, **színlátás**. A látás biokémiája, a fototranszdukció. A **sötétáram**. A látás kialakításában szerepet játszó **idegpályák**, a látás központi feldolgozása. A **szemmozgató izmok** szerepe és szabályozása, látással kapcsolatos reflexek.

Összefoglaló kérdések:

- Csoportosítsa az érző receptorokat az érzékelt ingerek fajtái és eredete szerint!
- Ismertesse az emberi látószerv részeit és a látópálya lefutását!
- Mutassa be a somatoszenzoros működés szabályozási rendszerét egy tetszőlegesen választott mechanoreceptor példáján!
- Hogyan érzékeljük egy hang forrását, magasságát és erősségét?
- Hogyan érvényesül a topográfias vetülés elve az érzőműködés során? Mutassa be ennek lehetőségét minél több érző funkció kapcsán!
- Hogyan és hol érzékeljük az alapízeket?

Tankönyvek, tananyagok:

Állati struktúra és funkció 1 EA és GY; Állati struktúra és funkció 2 EA és GY

Fonyó: Orvosi élettan, 35. és 37. fejezetek alapja.

Molnár K (szerk): Bevezetés az állattanba (e-könyv)

18. A VÁZ- ÉS IZOMRENDSZER ÉS A MOZGÁSSZABÁLYOZÁS. A VISELKEDÉS JELLEMZŐI ÉS SZABÁLYOZÁSA.

Témakörök:

Izomszövetféleségek: a **sima- és a harántcsíkolt izom típusai** és **felépítésük**. Az **izomösszehúzódnás molekuláris mechanizmusa**, a csúszó filamentum modell. A szarkomer felépítése. A végső közös út elve, a mozgásszabályozás hierarchiája és a mozgatórendszer hierarchikus szerveződése.

Az **izomösszehúzódnást kiváltó ingerek**, beidegzés. Az **izomorsó** és az **ínorsó** szerepe a mozgásszabályozásban. Motoros sztereotípiák, a járás szerveződése. A **motoros egység** fogalma. Az **izommozgás erősségének szabályozása: toborzás** és a méret-elv, **tetániás összehúzódnás**. Izometriás és izotóniás összehúzódnás. A **gerincvelői** (miotaktikus, flexor) és az agytörzsi **mozgási reflexek**. Az **akaratlagos mozgások** kivitelezése, a **mozgató kéreg funkciója** és a leszálló mozgató pályák. A bazális ganglionok és a kisagy szerepe a mozgásszabályozásban. Parkinson kór, Hunting-ton kór.

Négy ok (Funkció, evolúció, mechanizmus, egyedfejlődés), **öröklött, tanult viselkedésformák, kulcsingerek**, nyitott és zárt viselkedési programok. A viselkedés szerveződését magyarázó modellek. **Gén-környezet interakció**. Tanult viselkedés előnye változó környezetben. **Egyedi (pavlovi/skinneri) és szociális tanulási folyamatok**. Bevésődés. A viselkedés idegi és genetikai szabályozása. **Időbeli ritmusok és térbeli tájékozódás**. Táplálékkereső viselkedés, viselkedési stratégiák.

Összefoglaló kérdések:

- Hogyan őrzi meg egyensúlyát, aki belelép egy szögbe? Ismertesse a válaszreakció során aktiválódó reflexeket!
- Ismertesse a vázizom összehúzódnási erősségének szabályozási lehetőségeit!
- Egy bevésődéses példán keresztül ismertesse, miként válaszolhatjuk meg Tinbergen négy (a viselkedés okait firtató) kérdését!
- Ismertesse a tanulás különféle mechanizmusait! Térjen ki arra is, hogy a tanuláson kívül milyen módon alkalmazkodhat a környezeti kihívásokhoz az egyed viselkedése!
- Mutasson be néhány példát a genetikailag meghatározott viselkedésformákra!
- Mi az a keresőkép? Hogyan jön létre, milyen, a táplálékkereséshez kapcsolódó probléma megoldására alakul ki, hogyan igazolható a megléte kísérletesen?
- Milyen egyszerűbb és összetettebb térbeli tájékozódási mechanizmusokat ismer? A méhek példáján keresztül ismertesse a tájékozódás során megoldandó problémákat!

Tankönyvek, tananyagok:

Állati struktúra és funkció 1 EA; Állati struktúra és funkció 2 EA és 2 GY; Etológia 1 EA

Fonyó A.: Orvosi élettan, 6. és 38. fejezetek alapja

Molnár K (szerk): Bevezetés az állattanba (e-könyv)

Altbächer és mtsi: Etológiai gyakorlatok (e-könyv)

ÖKOLÓGIA ÉS ETOLÓGIA

19. POPULÁCIÓK ÉS INTERAKCIÓIK

Fogalmak:

ökológia, ökológiai környezet, életfeltétel, forrás, tolerancia, fundamentális és realizált niche

demográfia, születési ráta, halálozási ráta, bevándorlás, kivándorlás, migráció, diszperzió, populáció, metapopuláció, forráslimitáció, növekedési ráta, sztochasztikus hatások

forráslimitáció, denzitásfüggés, exponenciális növekedés, szigmoid növekedés, eltartóképesség

interspecifikus verseny, herbivória, predáció, parazitizmus, mutualizmus, kommenzalizmus, detritivória, ammenzalizmus
biológiai védekezés, *predáció*, *parazitizmus*, *herbivória*

csillapodó oszcilláció, egyensúlyi egyedszám, ragadozó hatékonysága, születési ráta, környezet heterogenitása

evolúciós fegyverkezési verseny, specializáció, másodlagos anyagcsere, fajt fajért koevolúció, diffúz koevolúció

Témakörök:

Az ökológia és alapfogalmai. Az élőlényekre ható korlátozó tényezők: **életfeltételek és források. Tolerancia. Az ökológiai niche (fundamentális és realizált).**

Demográfia. A populációk általános sajátosságai, méretváltozásuk okai (születés, halálozás, bevándorlás, kivándorlás). Migráció és diszperzió. Metapopuláció. **Az alapvető demográfia paraméterek (születési, halálozási ráta, populáció növekedési rátája). A szabályozás és véletlenszerű hatások szerepe a populációk méretének meghatározásában.**

Intraspecifikus verseny. Forráslimitáció, denzitásfüggés. Az intraspecifikus verseny típusai. **Az intraspecifikus verseny hatása a születési és mortalitási rátára. A környezet eltartóképessége. Populáció növekedése forráslimitáció hiányában és jelenlétében.**

Elemi populációs kölcsönhatások (interspecifikus verseny, herbivória, predáció, parazitizmus, mutualizmus, kommenzalizmus, detritivória, amenzalizmus). Ezek hatása a résztvevő felekre. A kölcsönhatásban levő fajok populációinak mérete és annak változásai (a vonatkozó modellek részletes leírását a záróvizsgára nem kell tudni, de a populációméretekre és azok időbeli változására vonatkozó jóslatokat igen). A környezet heterogenitásának, a ragadozók hatékonyságának, és a szaporodási rátájának hatása a ragadozó-zsákmány rendszerekre. **Biológiai védekezés. Az evolúciós fegyverkezési verseny** jelensége a +/- populációs kölcsönhatások esetében.

Összefoglaló kérdések:

- Mi az életfeltételek, források, szükséglet és tolerancia viszonya, és ez hogyan változik más fajok jelenlétében?
- Milyen tényezők határozzák meg a populációk egyedszámváltozásait, és az egyedszámváltozást mivel szokták jellemezni?
- Mikor alakul ki intraspecifikus verseny, mitől függ az intenzitása, és hogyan hat a populáció növekedésére?
- Milyen eltérő fajú egyedek közötti kapcsolatokat ismer, azok hogyan hatnak a résztvevő felekre (példákkal)?
- Mit jelent a biológiai védekezés, és ennek során milyen populációs kölcsönhatásokat használhatunk ki (példákkal)?
- Hogyan változik időben a ragadozó- és zsákmánypopulációk egyedszáma, milyen tényezők befolyásolhatják ezt a kapcsolatot?
- Mit értünk evolúciós fegyverkezési verseny alatt a parazita-gazda és herbivor-növény viszonyában (példákkal), milyen következményei lehetnek?

Tankönyvek, tananyagok:

Ökológia 1 EA előadás és letölthető diasorai.

Pásztor E. és Oborny B. (szerk.): Ökológia (Nemzeti Tankönyvkiadó Rt. 2007)

Szentesi Á. és Török J.: Állatökológia (Kovácsnai Kiadó, 1997)

20. KÖZÖSSÉGÖKOLÓGIA

Fogalmak:

ökológia, populáció, közösség, diverzitásindex, fajszám, relatív gyakoriság, egyenletesség, fajösszetétel, koreloszlás, ivararány, ökológiai funkció

diverzitás, interspecifikus verseny, kompetitív kizárás, élőhely-kiterjesztés, nicheszegregáció, hiányfoltok, fluktuáló környezet, foltos környezet

ragadozó/herbivór közvetítette koegzisztencia, generalista, specialista

közepes zavarás hipotézise, *diverzitás*, szukcesszió, sztochasztikus és determinisztikus rendszerek

bottom-up szabályozás, top-down szabályozás, biomassa-piramis és omnivoria együttes jelenléte, csúcsragadozók, aszimmetrikus kompartmentalizáció

produktivitás/biomassa arány, tápanyagok, víz, hőmérséklet, fény

közvetmállás, nitrogénkötés, nitrifikáció, dimetil-szulfid, fotoszintézis, légzés

Témakörök:

Az **közösségek** fogalma és főbb jellemzői. Fajszám, **diverzitásindexek** (képletet nem kell tudni, de az indexek értékét befolyásoló tényezőket, illetve az alkotó populációk fennmaradása szempontjából fontos, a diverzitásindexet nem befolyásoló tényezőket igen).

A populációs kölcsönhatások (interspecifikus verseny, predáció, herbivória, parazitizmus) és a zavarások hatása az életközösségek összetételére. A koegzisztencia lehetőségei interspecifikus verseny esetén. A közösségek dinamikája: **fluktuáció és szukcesszió**. Determinisztikus és sztochasztikus rendszerek főbb sajátosságai.

Komplexitás és stabilitás az életközösségekben: rezisztencia, reziliencia, **kölcsönhatási és trofikus hálózatok, a trofikus kaszkád.** Az ökológiai rendszer, **anyagforgalom és energiaáramlás az ökoszisztémákban, globális biogeokémiai ciklusok**, a biológiai sokféleség szerepe az ökoszisztémák működésében. **Biomassa és produktivitás, főbb korlátozó tényezők vízi és szárazföldi ökoszisztémákban. Az emberi tevékenység hatása az ökoszisztémák működésére.**

Összefoglaló kérdések:

- A közösségek milyen tulajdonságait veszik figyelembe a diverzitásindexek, és milyen, a közösségek fennmaradása szempontjából fontos tényezőket nem?
- Milyen következményekkel járhat az interspecifikus verseny a közösségek összetételére, és milyen esetekben lehetséges koegzisztencia a versengő fajok között?
- Hogyan befolyásolják a +/- típusú populációs kölcsönhatások a közösségek összetételét?
- A zavarások hogyan befolyásolják a közösségek összetételét, a közösségalkotó populációk méretének szabályozottságát?
- Mi a trofikus kaszkád két alapformája, és mi stabilizálja a komplex trofikus hálózatokat a természetben?
- Milyen viszonyban van egymással a biomassa és a produktivitás a természetes rendszerekben, és melyek a produktivitást korlátozó fő tényezők szárazföldön és vízben?
- Melyek az alapvető kémiai elemek forrásai szárazföldi rendszerekben, és hogyan avatkozik be az emberi tevékenység az elemek körforgásába?

Tankönyvek, tananyagok:

Ökológia 1 EA

Ökológia 1 EA előadás és letölthető diasorai

Pásztor E. és Oborny B. (szerk.): Ökológia (Nemzeti Tankönyvkiadó Rt. 2007)

Szentesi Á. és Török J.: Állatökológia (Kovácsnai Kiadó, 1997)

21. BIOGEOGRÁFIA, TERMÉSZETVÉDELEM

Fogalmak:

klíma, humiditás, ariditás, talaj, fiziognómiai növényföldrajz, klímazonalitás, makroformáció, Raunkiaer-féle életformák, extrazonális és azonális (edafikus) vegetáció, flóra, flóraelem, társulások szuperorganizmus és individualisztikus koncepciója, potenciális vegetáció, asszociáció, área, refúgium, biotikus migráció, nunatak, periglaciális szétterjedés, észak-déli nagydiszjunkció, ekviformális áréak elve, faunakörök/faunaelemek, extra-mediterrán refúgiumok, jégkorszaki korridorok, természetes bolygatás paradigma

Témakörök:

A kvaterner jégkorszak biogeográfiai hatásai. **A biogeográfia área definíciója és típusai.** A jégkorszakok kialakulásának extraterresztriális és terresztriális okai. **A kvaterner jégkorszak jég által közvetlenül érintett vs. nem érintett területeken megfigyelhető biogeográfiai hatásai.** Mediterrán és extra-mediterrán refúgiumok. Az utolsó glaciális utáni áreaexpenziók, faunakörök és faunaelemek. **A hidegkedvelő fajok helyzete a jégkorszak alatt és után. Jégkorszaki korridorok északon és az egyenlítő környékén.**

Globális és regionális vegetációmintázatok. **A klíma hatása a talaj és a vegetáció főbb jellemzőire.** Hökiegyenlítő mechanizmusok (szelek, tengeráramlások), humiditás, ariditás **A növényzet nagy fiziognómiai egységei, a klímazonalitás fogalma, növényi életformák, mint klimatikus adaptációk.** Az életközösségek természetéről alkotott főbb koncepciók (szuperorganizmus, individualisztikus), ezek összefüggése a növényzet vizsgálatának főbb módszereivel (pl. klasszikus cönológia). **Magyarország vegetációjának főbb jellemzői.** Flóraelemek fogalma, jellemző kárpát-medencei példák.

In situ természetvédelem. A területi védelem, fontossága. **Az ökológia paradigmaváltásának hatásai a természetvédelmi kezelések szükségességéről és céljairól vallott nézetekre.** A globális klímaváltozás hatásai a fajokra, közösségekre.

Összefoglaló kérdések:

- Hogyan befolyásolta (i) a kvaterner jégkorszak és (ii) a kvaterner jégkorszakot (az utolsó glaciális) követő felmelegedés az élőlények elterjedését Európában? Hogyan alakultak ki a különböző jégkorszaki korridorok, és ezeknek milyen biogeográfiai hatásai voltak / figyelhetők meg napjainkban is?
- Milyen főbb tényezők határozzák meg egy-egy terület növényzetét? Mutassa be Magyarország potenciális növényzetének fontos jellemzőit a fiziognómiai, a társulástani és a florisztikai megközelítés együttes alkalmazásával.
- Milyen változásokra lesz szükség a természetvédelem stratégiájában és gyakorlatában a globális klímaváltozás hatásai miatt?

Tankönyvek, tananyagok:

Biogeográfia EA; A természetvédelem tudományos alapjai GY
(Az előadások anyaga folyamatosan elérhető az interneten.)

Hortobágyi T. és Simon T. (szerk.): Növényföldrajz, Társulástan és Ökológia (Tankönyvkiadó, Budapest., 2000)
Seregélyes, T., Szollát, Gy. és Standovár, T. 1995: Vegetáció és növénytársulások. *In:* Pannon Enciklopédia: Magyarország növényvilága. (Dunakanyar 2000, Budapest) p. 148-219.
Standovár, T. 1996: A társulások szerveződése és jellemzése. *In:* Mátyás, Cs. (ed). Erdészeti ökológia (Mezőgazda Kiadó, Budapest) pp. 48-83.
Standovár T. és R.B. Primack: A természetvédelmi biológia alapjai (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2001) p. 542.

22. ETOLÓGIA. A VISELKEDÉS ELEMZÉSÉNEK NÉGY SZINTJE EGY TÁRSAS VISELKEDÉSFORMA, A KOMMUNIKÁCIÓ KERETÉBEN

Fogalmak:

etogram, öröklött mozgásmintázat, kulcsinger, viselkedés mechanizmusa - funkciója – egyedfejlődése – evolúciója, ritualizáció, tanulás, fitness, rokonsági fok, utódgondozás, kooperáció, altruizmus, kommunikáció, jel költségessége, jel megbízhatósága, csúfolódás

Témakörök:

A kommunikáció funkciója: **Adaptivitás adó és vevő szempontjából. Megbízható és „csaló” jelzések. Fitness és kommunikáció összefüggése.** Fajtárs felismerés, párválasztás, kompetíció, gondozás kiváltása, vészjelzés, csúfolódás, megtévesztés. **A jel és a jelzett minőség összefüggése.**

A kommunikáció evolúciója: **Jelek kialakulása ritualizációval. Kompetitív jelek evolúciója.** Megszaladási elmélet, handicap (hátrányelv) elmélet, a megbízhatóság és költségesség összefüggése. **Rokonszelekció, altruizmus és a jelek megbízhatósága.**

A kommunikáció mechanizmusa: A kommunikáció csatornái – a jelek fizikai típusai. **Indexikus, affektív és referenciális jelek.** Gyakori és különleges szenzoros képességek. A jelzés és az információ kapcsolata. Korrespondancia. **Intencionalitás.**

A kommunikáció egyedfejlődése: **Öröklött és tanult kommunikációs viselkedés** a felnőtt madárénekek kialakulásának példáján keresztül.

Összefoglaló kérdések:

- Mitől függ a kommunikációs jelek megbízhatósága – ismertesse azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják a „csaló” jelzések kialakulását és alkalmazását.
- Milyen összefüggéseket ismerünk a rokonszelekció és a kommunikációs viselkedések között?
- Elemezze, valamint példákkal ismertesse a jelzések típusait azok tartalma szerint.
- A kommunikációs viselkedésformák evolúciója során a jeladó és jel vevője közötti kapcsolat miként befolyásolhatta a jelzések megbízhatóságát?
- Milyen ökológiai / evolúciós feltételek és hogyan befolyásolhatták a felnőtt egyedekre jellemző madárénekek onto- és epigenezisét?

Tankönyvek, tananyagok:

Etológia 1EA (diasorok)

Online jegyzet fejezetek: http://etologia.elte.hu/file/statikus/ETO_jegyzet_6-10%20fejezet_2017.pdf

Csányi Vilmos: Etológia (Nemzeti Tankönyvkiadó, 2002)