

**A MŰVELŐDÉSÜGYI MINISZTERIUM
DIAPOZITÍV-SOROZATA**

BIOLÓGIA IV.

diapozitív-gyűjtemény a gimnáziumok IV. osztálya
számára

Kiadja:

Magyar Diafilmgyártó Vállalat
Budapest, 1971.

Készült:
AZ ORSZÁGOS
TANSZERGYÁRTÓ ÉS ÉRTÉKESÍTŐ VÁLLALAT
Kutató Osztályának irányításával

Vízy Istvánné dr.
tudományos munkatárs munkája

BIOLÓGIA IV.

Amikor lehetőség nyílt, hogy a középiskolai biológia tanításához diaszorozatokat tervezzünk, felvetődött a kérdés, vajon melyik osztály tantervi anyagát goldozzuk fel elsőként. A választás nem volt könnyű, hiszen a képzésmódszertan s azon belül a diaképek szerepe a biológia-oktatás minden fokán igen jelentős. Erről az általános pedagógiai és pszichológiai tapasztalatokon túl, az Élővilág számára készült sorozatok s a velük kapcsolatos pedagógiai vizsgálatok is meggyőztek. Végül is, mint minden szemléltetőeszköz tervezésénél, a problémát két kérdés döntötte el: melyik tananyagrészt okozza a legtöbb nehézséget a tanár és tanuló számára, illetve melyiknek a szemléltetése legkevésbé megoldott még. Így esett a választás a IV. osztályos biológiára.

A 75 színes kép tematikáját tekintve a tantervi anyagnak megfelelően igen sokrétű. A fehérjék fizikai és kémiai sajátosságaitól kezdve, az öröklődés bonyodalmain keresztül, az emberfajták bemutatásáig tartalmaz képeket. Természetesen egy-egy téma képekben való feldolgozása nem egyforma mértékben történt, ott ahol a tankönyv ábrái és az egyéb szemléltetési lehetőségek kielégítőek, nem volt szükség diaképekre is. Ezért nem tartalmaz a sorozat képeket pl. az intermedier öröklődésmenetről. Törekedtünk továbbá arra is, hogy összehangoljuk a már meglévő szemléltetési anyagokat a készülő képekkel. A nukleinsavak felépítését taglaló képsorokon (4, 5, 6, 7. kép) pl. ugyanazokat a

szimbólumokat használtuk, mint a már két éve forgalomban levő applikációs képsorozatban, és az Öröklődés folyamata c. filmben. Bizonyára nem szükséges kifejteni a jelrendszer következetes használatának pedagógiai jelentőségét.

A biológiai tanulmányok rohamos fejlődésének következtében az alig két éve megjelent tankönyv bizonyos kérdésekben máris kiegészíthető. A sorozat tervezésénél éltünk a lehetőséggel és igyekeztünk a legújabb kutatási eredményeket is tükrözni. Ilyen pl. a transzfer RNS térszerkezete, vagy az ember evolúciójával kapcsolatos képek, (31, 67, 68. kép).

Ha a sorozat egyes képeit tartalmi szempontból elemezzük, az esetek nagyrésztében a leolvasható információ több, mint a tantervi követelmény. Pl. a nukleinsavak vizsgálatával foglalkozó képeken a szerkezeti képlet, amely adott esetben bizonyos kérdések megértését segíti elő. Természetesen reprodukálásukat nem követelhetjük a tanulóktól s ez vonatkozik minden hasonló természetű képre.

Mint már érintettük e sorozat elsőként való elkészítése mellett az a tény is szólt, hogy a tananyag sok olyan problémát dolgoz fel, amely még igen friss (molekuláris biológia, genetikai kérdések, az ember evolúciója stb.), ezért sok esetben a kollégák számára is problémát jelenthet. Mindezeket figyelembe véve készítettük el a tanszerismertetőt, s ezzel magyarázható, hogy egyes képek esetében nem elégedtünk meg csupán a kép leírásával, hanem részletesen kitértünk a kép mondanivalójával kapcsolatos tudománytörténeti vagy egyéb kérdésekre is (Pl. Homo

habilis, 65. kép). Célunk kollégáink figyelmének felkel-
tése, ismereteinek kiegészítése volt. Ugyanezt szolgálja a
mellékelt irodalomjegyzék is.

Mint ez a képek áttekintésekor és az ismertető elolvasása
során is kiderül, néhány képet külföldi munkákból vet-
tünk át. Ezzel is a mondanivaló korszerűsítését kívántuk
fokozni.

Végül néhány gondolat a képek pedagógiai felhasz-
nálását illetően:

- Ahhoz, hogy a sorozat egyes képeit a tanár valóban
jól használhassa, ismernie kell az egész sorozatot. Ezért
arra kérjük kollégáinkat, hogy mielőtt osztályba vinnék
a képeket, ismerkedjenek meg maguk is velük. Biztosak
vagyunk abban, hogy ennek során számtalan ötlet jut e-
szükbe, amely tovább fejlesztheti a mi eredeti elgondo-
lásainkat.
- A diakép a szemléltetésnek csupán egyik fajtája. Egy-
egy jelenség bemutatása, a fogalmak tisztázása vagy
rögzítése annál eredményesebb minél több oldalról kö-
zelítjük meg a témát. A diakép csak egy része az egész-
nek, önmagában kevés.
- A diavetítés megfelelő megszervezése a tanítási órán az
iskolák többségében még ma sem egyszerű feladat. KÜ-
lönösen akkor nem, ha a diaképeket nem csupán ismeretnyuj-
tásra, hanem számonkérésre, feladatok önálló megoldására is
használjuk. Ha azonban a diaképek számtalan előnyére gon-
dolunk, mint pl. a könnyen kezelhetőség, tárolás, a vetített
kép pszichológiai hatékonysága stb. akkor eltörpülnek a ne-
hézségek és megtérül a többletmunka.

A képek ismertetése

1. kép: Az aminosav-szekvencia

A fehérjék sajátságait alapvetően az aminosavak sorrendje, az aminosav-szekvencia szabja meg. Az első fehérje, amelynek pontos szekvencia-analizisét elvégezték az inzulin volt (Sanger 1955.). A képen a szarvasmarha teljes inzulin molekuláját, valamint a ló, a birka és a sertés inzulin molekulájának egy-egy részletét látjuk. Ez a részlet az, amelyben az aminosavak sorrendje a fajra jellemző, azaz amely a különbséget adja a négy állatfaj inzulinja között.

2. kép: Fehérjestrukturák

A fehérjeszerkezet szintjeinek elfogadott beosztása napjainkban Sinderstrom-Lang (1952) és Bernal (1958) nevéhez fűződik. E beosztás értelmében a fehérje elsődleges szerkezete a polipeptidlánc aminosav-sorrendje. A másodlagos szerkezet a polipeptid-láncban levő kötési szögek és távolságok következtében spirálisan megcsavarodott szerkezet, az alfa-helix. Ezt a szerkezetet a H-hidkötések tartják fenn, amelyek peptidlánc karbonil és imid csoportjai között alakulnak ki.

A globuláris fehérjékben a helikális szerkezeti szakaszokat nem helikálisan rendezett szakaszok válthatják fel. A rendezett és rendezetlen szakaszokból álló lánc is megcsavarodhat, ennek következtében háromdimenziós gombolyag alakul ki, amelyet a fehérjék harmadlagos szerkezetének nevezünk. A harmadlagos szerkezet kialakításában főként diszulfid és hidrogén-hid kötések vesznek részt.

Az intermolekuláris erők következtében kialakult olyan szerkezetet, amely több polipeptidláncból, alegységből áll, nevezünk negyedleges szerkezetnek.

A másod-, harmad- és negyedleges szerkezetet is mint látjuk, az elsődleges szerkezet határozza meg. Ennek következtében az elsődleges szerkezet megváltozása a fehérje molekula magasabb szintű megváltozásához és egyidejűleg a biológiai aktivitás módosulásához vezet.

3. kép: A fehérje molekula hidrofil és hidrofób oldalláncai

A fehérje molekula viszonylag tömör. Belseje felé találhatóak a hidrofób oldallánccok egy hidrofób magot alkotva, amely a molekulát stabilizálja. A hidrofil oldallánccok a molekula felszínén helyezkednek el, ezek száma relatíve nagyobb a hidrofób oldallánccokénál és a fehérje molekula hidratációjában vesznek részt.

4. kép: Nukleotid

A nukleinsavak bázikus (RNS), savas (DNS) vagy enzimatis felbontásával (RNS és DNS) nukleotidokat nyerünk. A nukleotidok a nukleinsavak olyan egységei, amelyek ribózból vagy dezoxiribózból, foszforsavból és nuklein-bázisok valamelyikéből állanak. A kép alapján az adenin-nukleotid szerkezete vizsgálható.

5. kép: Ribóz és dezoxiribóz

A nukleinsavak felépítésében kétféle cukormolekula (pentóz) vesz részt. Az RNS-re jellemző a ribóz, a DNS molekulájára pedig a dezoxiribóz. A kép a két cukormolekula szerkezetét mutatja be, alkalmat nyújtva összehasonlításukra.

6. kép: A bázisok

A nukleinsavak felépítésében a ritka bázisokról nem szólva 5 féle bázis vesz részt. Ezek közül az adenin, a citozin, a guanin megtalálható az RNS és a DNS molekulákban is, a timin azonban csak a DNS-ben, az uracil pedig csak RNS-ben fordul elő. Az adeninre és a guaninra a purinváz, a timinre, az uracilre és a citozinra a pirimidin-váz jellemző. A kép segítségével bemutathatjuk a bázisok szerkezetét kiemelve a purin- és pirimidin-váz jellemzőit, mintegy előkészítve a térszerkezet vizsgálatát, ahol a bázisok kapcsolódására utalnunk kell.

7. kép: A DNS és az RNS egy-egy szakasza

A képen a DNS molekula egyik láncának részlete és az RNS molekulából egy szakasz figyelhető meg. A vetített kép alapján összegezzék a tanulók mindazt, amit a nukleinsavak felépítéséről tanultak, emeljék ki a DNS és RNS azonos és különböző sajátosságait. A vetítéskor ne felejtjük el hangsúlyozni, hogy a DNS molekulára jellemző kettős cukorfoszfát lánc közül itt csupán az egyikből látunk egy részletet.

8. kép: A DNS térszerkezete

A DNS molekula két egymást kiegészítő (komplementer) polinukleotid fonalból áll. A két fonalat, amelyek egymás körül tekeredő csigavonalat alkotnak, hidrogén-hidak kötik össze. A hidrogén-hidak a molekula belseje felé elhelyezkedő bázisok között alakulnak ki.

Vetítsük le ismét a 6. képet, tekintsék át a tanulók az egymással párosodó bázisok szerkezetét, majd ezen a képen figyeljék meg a hidrogén-hidak kialakulásának helyeit.

9. kép: A DNS modellje és röntgendiffrakciós képe
Watson és Crick 1953-ban készítették el a DNS tér-
szerkezeti modelljét. A modell alapján számos következtetést vontak le a nukleinsavak felépítésére vonatkozóan. A kép bal oldalán Watson és Crick modellje alapján, iskolai célokra előállított modellt látunk, jobb oldalon pedig a DNS röntgendiffrakciós képét. A röntgendiffrakciós eljárás igen nagy jelentőségű fizikai kutatómódszer, amely nagy szerepet játszott a DNS molekula szerkezetének megfigyelésében is. A módszer alapját az képezi, hogy a röntgensugarak hullámhossza azonos az atomok átmérőjének nagyságrendjével. A szabályosan elhelyezkedő atomok csoportja rácsként (kristályrács) viselkedik a röntgensugarakkal szemben, s elhajlítja azokat. Az interferencia-képből a kristály térbeli szerkezetének megállapítása bonyolult matematikai eljárással az ún. Fourier-analizissal történik.

A sejt

A következő 13 képen (10-22-ig) a különböző sejtalkotók elektronmikroszkópos képeit mutatjuk be. Egy képen többnyire nemcsak egy sejtalkotó figyelhető meg. Részben a könnyebb eligazodás kedvéért, részben a hangsúlyos részlet kiemelése érdekében minden képen elhelyeztük a sejt színes sematikus rajzát, amelyben jelöltük a felvétel által kiemelt sejtalkotót.

10. kép: A sejtmag

A felvétel közepén a sejtmag és benne a magvacska figyelhető meg. A nagyítás mértéke 11000-szeres.

11. kép: Endoplazmatikus hálózat

Durva felszíni endoplazmás retikulum és néhány mitokondrium figyelhető meg a képen. A lemezrendszer falán a riboszómák is jól láthatók. A nagyítás mértéke 33000-szeres.

12. kép: Endoplazmatikus hálózat

Sima felszíni endoplazmás retikulum, szétszórtan mitokondriumok, a kép alján pedig a sejtmag egy részlete látható. A nagyítás 24000-szeres.

13. kép: A sejthártya

A 210000-szeres felvételen jól megfigyelhető a sejthártyát alkotó három réteg.

14. kép: A sejtfal

A növényi sejtek jellemzője. A sejthártya által kiválasztott sejtfal fiatal növényi sejtek esetében kocsonyás pektinbe rendezetlenül elhelyezkedő cellulóz-láncokból áll. Idősebb sejtekben a cellulóz-láncok rendeződnek. A képen fiatal növény sejtfalát látjuk. A sejtfalon megfigyelhetők a pórusok, apró nyílások (a képen fehér foltok), amelyeken a szomszédos sejtekkel való kapcsolatot biztosító plazmodezmoszok húzódnak. A nagyítás mértéke 16500-szoros.

15. kép: Mitokondrium

A képen elszortan csövecskés (tubuláris) mitokondriumokat figyelhetünk meg. Ezekre jellemző, hogy a mitokondriumot határoló kettős hártya belső rétegéről vékony csövecskék nyulnak a mitokondrium ürege felé. A nagyítás 34000-szeres.

16. kép: Mitokondrium

Harántlemez (crístás) mitokondriumoknál a kettős fal belső felszínéről harántlemezek nyulnak a mitokondrium belsőjébe. A nagyítás mértéke 68000-szeres.

Amennyiben lehetőségünk van rá, vetítsük a két képet egyidejűleg, módot adva a kétféle mitokondrium összehasonlítására.

17. kép: A sejtközpon

Állati sejtekben figyelhető meg. A kép bal oldalán a sejtközpon keresztmetszeti képét látjuk. Megfigyelhetők a sejt szervecske alapját képező cső alakú képletek, illetve az ezeken ülő buzogány alakú testecskek keresztmetszetei. Jobb oldalon a csövecskék hosszmet szetei láthatók, valamint a kép sarkában a sejt mag egy részlete. A nagyítás mértéke 32000-szeres.

18. kép: A Golgi-készülék

A 35000-szeres nagyítású képen a Golgi-hálózat egymással párhuzamosan elhelyezkedő lemez szerű képletei figyelhetők meg (a képmező felső középső része), a hálózat alatt elhelyezkedő sötét foltok zárványok. A kép alsó szegélyén és balra fent mitokondriumokat látunk.

19. kép: A zöld szintest

A képen kizárólag növényekre jellemző lencse alakú szintest metszetét, a szintest vázát képező lemezrendszert, és benne a klorofillt tartalmazó szemecskéket figyelhetjük meg. A nagyítás 55000-szeres.

20. kép: A sejtüreg

A képmező teljesen üres vagy részben üres (fehér foltok) illetve telt sejtüregek töltik ki. A nagyítás mértéke 27000-szeres.

21. kép: Zárványok

A kép bal oldalán hatalmas zsircsepeket, lipoid zárványokat látunk. A kép jobb oldalán a sejtmag egy részlete figyelhető meg. A nagyítás 31000-szeres.

22. kép: A csillók

A különleges sejtalkotók közül a csillókat mutatja be ez a kép, bal oldalon keresztmetszetben, jobb oldalon hosszmetsetben. A nagyítás mértéke: megközelítőleg 40000-szeres.

23. kép: Pálcika alaku baktérium

A baktériumok körében igen gyakori a pálcika alak. Ilyen a kép által bemutatott Salmonella faj is. A nagyítás mértéke 1000-szeres.

24. kép: Gömb alaku baktérium

A diakép a Streptococcus lanceolatus gömb alaku sejtjeit mutatja be, amelyek gyakran láncokat alkotnak. A streptococcusok között találunk szaprofita, parazita és patogén fajokat is. A nagyítás mértéke 1500-szoros.

25. kép: Spirál alaku baktérium

A képen a Treponema pallidum baktériumok dugóhúzó alaku sejtjei és vörösvértetek (a nagy, kerek foltok) figyelhető meg. A baktérium a szifilisz, köznapi nyelven a vérbaj kórokozója. A nagyítás mértéke 1500-szoros.

26. kép: A dohány mozaikvirus és a T2-fág

A 150000-szeres nagyítású felvételen a vírust (a kép bal oldala) enyhe lugos, sós kezelés után látjuk. A kezelés következtében a vírus-protein helyenként feloldódott s így a nukleinsav-fonal láthatóvá vált. A dohány mozaikvirus a csavaros szimmetriájú vírusok csoportjába tartozik. Hossza 300 m μ átmérője 15 m μ . A kép jobb oldalán T2-fágok láthatók Escherichia coli-ból. Jól felismerhető a hatszögletű fej (kocka szimmetriájú vírus-csoportba tartozik) és a farokrész, amellyel a fág a baktériumok sejtmembránjára tapadhat. A nagyítás mértéke 200000-szeres.

27. kép: A sejt anyagainak bioszintézise

A kép a fehérje bioszintézis vázlatát adja. Segítségével ismételhethetjük a részfolyamatokat, rögzíthetjük azok egymásutániságát, összefoglaló képet nyújthatunk a teljes szintézisről. A diakép különösen összefoglalásnál, számonkérésnél vetithető eredményesen.

28. kép: A fág, a bacillus és az acetabularia DNS-e

A kép három, a fejlődés különböző szintjeit képviselő élőlény DNS-ének hosszát mutatja be. E kép alapján tehát módunk van egybevetni a T₄ bakteriofág DNS-ét (kromoszómájának hossza kb. 60 m μ), az Escherichia coli baktériumét (kromoszómájának hossza 1 mm) és az acetabularia egy sejtjének DNS-ét, melynek teljes hossza 16 mm.

29. kép: Energiaigénylő és termelő enzimreakciók lényege

A szervezetben lezajló energiaigénylő folyamatok (pl. izom összehúzódás) enzimek segítségével mennek végbe.

Ilyenkor az enzim egyik kötőhelyén az energiaigénylő reakciópartnerek tapadnak meg, másik kötőhelyén az adenozintrifoszfát (ATP). A szintézis lényege, hogy az ATP-ből foszfát hasad le, ADP-vé alakul, s az e közben felszabaduló energia az enzim felületén átadódik az energiaigénylő folyamatnak és az végbemegey.

Az energiatermelő folyamatok során a fent elmondottaknak fordítottja történik. - Az enzim egyik kötőhelyén megkötődik a lebontó anyag, a másik kötőhelyen az ADP és a P. A lebontás folyamán keletkezett energia felhasználásával ATP jön létre. Energiatermelés tehát csak ADP és P jelenlétében mehet végbe, ezek hiányában a légzést és erjedést katalizáló enzimek nem működnek.

30. kép: Bakteriofág életciklusa

A transzformáció mellett a bakteriofágok szaporodása is bizonyítja, hogy a DNS a gén anyaga. Fertőzéskor a fág részecske "talpával" a baktérium felületére tapad, majd a "farok" hüvelyrésze harmonikászerűen összehúzódik és a fejrészből a DNS a hüvelyen keresztül a baktériumba fecskendeződik. A baktériumba jutott DNS átalakítja annak anyagcsere-mechanizmusát és úgy irányítja a fehérjeszintézist, hogy a fertőzést előidéző fághoz hasonló részecskék képződnek.

31. kép: Az antikódon

Az aktivált aminosavakat a szállító vagy transzfer RNS-ek juttatják el a fehérje bioszintézis helyére. Az első tRNS, melynek teljes bázis sorrendjét tisztázták az élesztő alanin tRNS-e volt.

Az 1968. évi orvosi és fiziológiai Nobel-díjat M.W.Nirenberg, H. G. Khorana és R. Holley nyerte el a genetikai kódnak a fehérje szintézisben betöltött funkcióját elemző kutatásokért. A kutatások eredményei között szerepelt a tRNS szerkezetének felfedezése is. - A tRNS alakja háromlevelű lóherére emlékeztet. Középső "levelén" helyezkedik el az antikód-szó, az a bázishármas, amellyel beilleszkedik a hirtvivő RNS megfelelő kódonjába. A képen az alanin tRNS-ét látjuk. Az alanint az applikációs készletből már ismert jel szimbolizálja. A képről leolvasható az alaninra jellemző antikód-szó, természetesen a kódszó-tárban ennek a komplementerjét találjuk. Megfigyelhető továbbá, hogy az aminosav a tRNS-hez 3' OH végén az un. akceptor végen kapcsolódik, ez minden tRNS-ben így van.

32. kép: A polipeptid-lánc összeszerelése

A képen a fehérjeszintézis folyamatának egy állapota rögzített. Középen a riboszómát figyelhetjük meg. A riboszómák különleges sejtalkotók, számuk igen nagy (pl. 1 coli baktériumban 15000 db.) Két alegységből állanak. Anyaguk RNS és fehérje. A hirtvivő vagy messenger RNS a riboszóma kisebbik alegységéhez kapcsolódik. A kapcsolódás az mRNS meghatározott helyén (a polipeptidláncot elindító kód) történik. A kapcsolat kialakulása után a riboszóma és a mRNS ellentétes irányban elmozdulnak, a riboszóma az mRNS más és más kód-szavával kerül érintkezésbe. Az érintkezéssel egyidőben az mRNS kódonjának megfelelő antikóddal rendelkező transzfer RNS-ek és az általuk szállított aminosavak érkeznek a riboszómához (a kép jobb oldala). A tRNS antikódonja

beilleszkedik az mRNS kódonjába, miközben a riboszóma nagyobbik alegységén az épülő polipeptid-láncrea felfűződik a szállított aminosav. A tRNS miután leadta aminosavját leválik a mRNS-ről és eltávozik, (a kép bal oldala). Egy-egy riboszómán képződött polipeptidok 100-300 aminosavból állhatnak, ebből következik, hogy egy-egy mRNS is 100-300 kód-szót tartalmazhat.

33. kép: Amitózis

Balról jobb felé haladva az egymást követő képeken a közvetlen sejtosztódás három fázisa figyelhető meg. Az 1200-szoros nagyítású felvétel hámsejtekből készült. Napjainkban ismeretesek olyan feltevések, melyek szerint az amitózis lényegében a mitózis egy különleges esete.

34-39. kép: Mitózis

A 34. képen növekvő hagymagyökér sejtjein a sejtosztódás különböző fázisai figyelhetők meg. A 35-39. képeken pedig az egyes fázisok külön-külön tanulmányozhatóak. A sejtmag nyugalmi állapota az interfázis. A sejtmag két osztódás közötti állapota ez, amikor a kromoszómák még finom kromatin hálózatot alkotnak. Az osztódás kezdetén a kromoszómák spiralizációval megrövidülnek és megvastagodnak. Egy helyen a kromoszóma spiralizálódása elmarad, így a mikroszkópban befűződés látható. A kromoszómának ezt a helyét nevezzük centromeronnak, melynek fontos szerepe van a kromoszómák pólusokra történő szétválasztásában. A profázisban a kromoszómák hossz tengelyük mentén már kettéhasadtak, és párokat alkotnak. A párok kapcsolata már csupán a centromeronnál van (kromatidpárok). A metafázisban a sejtmaghártya feloldódik a kromatidpárok

a sejt un. egyenlítői síkjában helyezkednek el. A kialakuló orsófonalak a kromatidpárok centromeronjaira tapadnak, majd miután ezek kettéosztódtak az önállóult kromatidokat az anafázisban a pólusok felé huzzák. A telofázisban a megkettőződött kromoszómák ismét megnyulnak, kialakul az új sejtmaghártya, majd a sejt az egyenlítői síkban befűződik és létrejön a két új sejt.

40. kép: Meiozis

A sejtmag kromoszóma számát felére csökkentő meiozis mechanizmusára azért van szükség, mert a megtermékenyítéskor a két ivarsejt kromoszómainak száma összegeződik, s ha nem lenne redukció, úgy minden generációban a zygota kromoszóma készlete megkettőződne.

A meiozisra jellemző, hogy a sejt első osztódását közvetlenül egy második követi, de a két osztódás között a kromoszómák nem kettőződnek meg. A mitozishoz hasonlóan itt is szakaszosságot figyelhetünk meg. Erre az osztódásra jellemző még, hogy az első osztódás során az apai és anyai gamétákból származó homológ kromoszómák alkotnak párokat s ezek rendeződnek a sejt egyenlítői síkjában. Az első osztódás anafázisában így a kromoszóma szám felére csökken. A második osztódás során a kromoszómák kromatidjai oszlanak meg a pólusok között. Az apai és az anyai kromoszómák párosodása során a kromoszóma darabok részben kicserélődhetnek és így a bennük levő gének új kombinálódását eredményezhetik.

41. kép: A kromoszómák véletlen szétválása és újrakombinálódása

A diakép tulajdonképpen a tankönyv 62. és 63. ábrája színesben. Ezzel a képpel a tanári magyarázatot és az

összehasonlítás lehetőségét szeretnénk megkönnyíteni. A kép bal oldalán az ivarsejtek képződését illetve az osztódás során az apai és anyai kromoszómák véletlenszerű szétválását (ld. 40. kép meiosis) látjuk, jobb oldalán a testi sejtek képződését.

42. kép: A T₄-fág morfogenezise

A gének működése jól nyomon követhető a bakteriofágok morfogenezisében. A T₄-fág kialakulását igen sok gén határozza meg. A gének hatására külön-külön alakul ki a fág feji-, farki része és a farki rostok. Elsőként a farki rész korongja jön létre, ebben 15 gén működik közre, majd egy-két gén hatására "rászereződik" a farki rész központja és végül 3 gén irányításával a farki rész hüvelye. Külön folyamat a feji rész kialakítása, amelyben a farki részhez való kapcsolással együtt összesen 17 gén játszik közre. A harmadik fejlődési irány a farki rostok kialakulása, amelyhez 5 gén közreműködése, valamint egy, eddig még ismeretlen enzim génje szükséges, ez a rostok összekapcsolódását teszi lehetővé.

43. kép: Differenciálódási modell

A bemutatott modell a hajtástenyészőcsucs sejtjeinek differenciálódási folyamatát szemlélteti. A sejtek állandó információt szereznek saját állapotukról és környezetükről (elhelyezkedésük a szövetben) s ennek megfelelően realizálódnak az egyes szövetekre jellemző genetikai tulajdonságok. A modell nagymértékben leegyszerűsítve szemlélteti a folyamatot. Egyetlen vezérsejtből indul ki (a virágos növényeknél ehelyett ősmérisztéma van) és csupán 3-féle szövet differenciálódására utal. A vezérsejt tengelyirányu

tangenciális osztódása révén két sejt keletkezik, az első tesz ennek megfelelően a helyzetre vonatkozik. Csucsi helyzet esetén (1) vezérsejtről van szó, amely további osztódásokra képes. Ha nem csucsi helyzetű (0), megfelelő növekedés után (méret teszt) haránt irányú osztódással merisztéma szövétté alakul. Ennek sejtjei helyzetüket tesztelve kívül epidermisz, legfelül xylem alakul ki, ha közbelső relativ helyzetét ismét teszteli, ennek megfelelően a külsőbb sejtek hánccsá, a belsők osztódó szövétté (kambium) alakulnak, biztosítva a fa és hánccselemek állandó gyarapodását.

44. kép: A nemhez kötött öröklődés

Az emlősök ivari kromoszámái az ivar meghatározásán túl bizonyos testi tulajdonságok öröklésében is szerepet játszhatnak. Az ivari kromoszómákhoz kötődő öröklődő betegség pl. a vérzékenység, a hemofília. A képen a hemofília öröklődése kísérhető figyelemmel Viktória, angol királynő családjában.

Mivel a felmenő ágba a hemofília nem volt kimutatható, a gén feltehetően Viktória királynőben mutat. Feljegyzések alapján megállapították, hogy a mutatott allélt nők hordozzák, míg a vérzékeny fenotípust mindig férfiak mutatják.

Az öröklődés menete a következő:

$$\begin{array}{l}
 P: \quad \text{♀ } X_*X \qquad \qquad \qquad \text{♂ } XY \\
 F_1: \quad XX \qquad X_*X \qquad X_*Y \qquad XY \\
 (X_* = \text{a hibás gént hordozó kromoszóma.})
 \end{array}$$

Ha az X_*Y kromoszómát hordozó egyedek nem halnának ki általában még a családalapítás kora előtt, elképzelhető lenne az X_*X és X_*Y szülők kereszteződése, melynek eredménye X_*X_* kromoszómapárral rendelkező egyed, azaz egy homofiliás nő lenne.

45. kép: A fokozatos átalakulás

A faj fokozatos átalakulásának szép példája a nyirfaaraszoló (*Biston betularia*) nevű Angliában honos lepkefaj. A négy képen jól érzékelhető, hogy a nagyipari centrum kialakulásával, azaz a levegő szennyeződésének fokozódásával egy évszázad alatt hogyan váltották fel a lepke világos egyedeit a sötét egyedek.

A megváltozás oka az eredetileg meglévő örökletes változékonyság, mely eltérő védettséget biztosított az új környezetben, és ennek alapján szelektálódott ki a sötét típus.

46. kép: Anconai rövid lábú juh

A mutáció olyan hirtelen létrejövő öröklődő megváltozás, amely nem rekombinációk eredménye. A természetben előforduló spontán formáinak okai ismeretlenek. A kép a XVIII. században Észak-Amerikában spontán mutáció eredményeként létrejött anconai rövid lábú juhot mutatja be. Bal oldalon normál anyajuh, középen rövid lábú, jobb oldalon kissé rövidebb lábú állat figyelhető meg.

47. kép: Drosophila mutációk

A kép bal oldalán az ecetmuslica (*Drosophila melanogaster*) normál alakja figyelhető meg. Ez az apró termetű gyümölcslevegő könnyen tenyészthető, évenként sok nemzedéke van, ezért örökléstani vizsgálatokra gyakran használják.

56. kép: Háromkaréjos ősrák

Az ősrákok a földtörténeti ókor élőlényei. A kambrium elején a sekélyvizű tengerekben éltek. A perm közepén kipusztultak.

57. kép: Ősi lábasfejű

A képen bemutatott lábasfejű olyan ősi csoportot képvisel, melynek tagjai a krétában éltek virágkorukat. A kornak végére azonban kipusztultak s velük együtt az összes külső vázzal rendelkező lábasfejű eltűnik, a ma is élő Nautilus nemzetség kivételével.

58. kép: Légy, borostyánkőben

A borostyánkő a harmadkorban élt fenyők megkövesült gyantája. Előfordult, hogy a fák sebeiből kibuggyanó gyan-ta apró élőlényeket, különböző rovarokat zárt magába, megőrizve azokat több millió éven keresztül. A földtörténeti múlt élőlényeiének tanulmányozása szempontjából ezek a zár-ványok igen jelentősek. Szárnyal rendelkező rovarleleteket a karbonkori rétegekben találtak nagy mennyiségben.

59. kép: Ősmadár

A madarak ősenek egyikét, az Archaeornist látjuk a képen bemutatott lenyomaton. Ez a galamb nagyságu madár-ős, a felső jura-korban élt. Őshüllő és fejlett madár-saját-ságokkal rendelkezett.

60. kép: Ősló

Németországban, Halle mellett egy szénbányában ta-láltak meg a képen látható ősló csontvázat. Az őslóvak az alsó pliocén időszakában az állatvilág uralkodó tagjai vol-tak.

61. kép: Az ember kialakulása

A kép a legújabb kutatásokat figyelembe véve áttekintést nyújt az ember evolúciójáról. Bal oldalon a földtörténeti korok beosztása, középen az ember kialakulásának törzsfája, jobb oldalon (a ferde vonal) a földtörténeti korok egymáshoz viszonyított időtartama figyelhető meg.

A kép alján az emberszabásu majmok őseivel találkozunk. Maradványa Egyiptom oligocén rétegeiből került elő. A különböző emberszabásu majmok kiindulási alakja lehetett. A ma élő gibbonra emlékeztet.

A miocénban megjelennek az ősi emberszabásu majmok. Ezt bizonyítják Hopwood (1931), valamint Leakey és családja által feltárt leletek (1948), amelyek egy a csimpánzhoz hasonló emberszabásu majomtól származnak. Az ősi emberszabásu majmok nemzetségét Proconsulnak nevezték el (csimpánz előtti élőlény).

A miocén közepe táján a fejlődés iránya kettéválik, a ma élő emberszabásu majmok és az ember kialakulása felé vezet. Az emberréválás küszöbe a pliocén végére tehető. Ettől kezdve szemléletesen követhetjük nyomon az ismert elő- és ősemberi leleteken keresztül az új ember kialakulását.

62. kép: Zinjanthropus boisei

Leakey által felfedezett australopithecus koponya.

A leletet 1959 júliusában találták meg az Olduvai-i szakadékvölgyben. 1,75 millió évre becsülik. A lelet fiatal him australopithecus koponya (egyes feltételezések szerint a legősibb emberfajta, mások szerint csak legfejlettebb australopithecus). Jellemző, hogy igen masszív, az arc hossza s az agykoponyán - mint ez a képen is jól

megfigyelhető - szagittalis taraj huzódik. A név eredete a következő: A Zinjanthropus (a genus név) a "Zini" szóból ered, amely Kelet-Afrika arab neve, a "boisei" (species név) pedig az ásatások anyagi támogatójának nevéből származik.

63. kép: Australopithecus és homo sapiens koponya

A kép az Australopithecus és az új ember koponyájának összehasonlítására szolgál. A tanulók az új ember koponyájának jellemzőit már ismerik, ennek alapján az australopithecus koponyájának sajátosságai könnyen rögzíthetők. (Az australopithecus koponya űrtartalma $450-700 \text{ cm}^3$, a homlok domború, az arc alacsony. A csontos szemöldökív hiányzik, a szemfog nem szembetűnő.)

64. kép: Az australopithecusok "szerszámai"

Raymond Dart szerint az australopithecusokra az "osteodontokeratikus" (csont - fog - agancs) kultúra jellemző. Feltevését arra alapozta, hogy az australopithecus leletekkel együtt nagyon sok állati állkapocs, hasított végtagscsont stb. maradványt is találtak.

A legutóbbi kutatások megállapították, hogy az australopithecusok eszközként még meg nem munkált, de hajlításra, törésre alkalmas köveket használtak.

65. kép: Az olduvai-i előemberi leletek

A képet, amely az Olduvai-i szakadékvölgyben talált elő- és ősemberi maradványokat foglalja össze az amerikai National Geographic angol nyelvű folyóirat 1966. novemberi számából vettük át. Bal oldalon a különböző rétegeket látjuk (Bed = réteg). Ezek közül mindegyikben jelölve van a réteg

kora, (years ago= . . .évvel ezelőtt). A kép nagy részét a leletek töltik ki, melyek mindegyikétől mutató vonal vezet a rétegbe, amelyben megtalálták.

Az első, s egyben legősibb réteg legalsó szintjén települési felszint találtak apróra tört csontokkal, valamint durva lávatómbökből rakott kő-köröket, amelyek eredetét és rendeltetését eddig még nem sikerült tisztázni. Az első réteg magasabb szintjeiből homo habilis leletek kerültek elő. A homo habilis alaktani szempontból és agymérete alapján az ember és a félig-ember között áll. Mivel azonban a rétegben vele együtt eszközöket is találtak, embernek tekinthető. Erre utalnak egyébként a homo habilis végtagcsontok is. A kézcsontokból a kutatók arra a következtetésre jutottak, hogy bár a hüvelyk- és mutatóujj még nem illeszthető össze (finom fogásra tehát a kéz még nem képes), bizonyos eszköz készítésére a kéz alkalmas már. Meg kell jegyeznünk, hogy a homo habilis meghatározása és elnevezése körül még ma is heves vita folyik a szakemberek körében. Ugyancsak az első rétegben találták meg a Zinjanthropus koponyát, amelyről a 62. képpel kapcsolatban már szoltunk.

A második rétegben szintén homo habilis leleteket, illetve felső szintjében homo erectus koponyát tártak fel. A homo erectus az ember félmillió évvel ezelőtt élt, ősi alakjainak összefoglaló neve. (Homo erectus pl. a vértesszöllősi előember is.) Az eszközöket tekintve az Olduvai-i szakadékvölgy első rétegében és a második réteg alsó részében ősi kavicsipar eszközei vannak. Ezt felváltja a második réteg közepétől egy fejlettebb kavicsipar, majd a második réteg felső szintjeitől a negyedik réteggig szakócaipar uralkodik. A szakóca az alsó paleolitikumra jellemző magkő eszköz. Alakja mandula vagy lándzsa, körös-körül éle van.

66. kép: Kőbalták

A kép őskőkorbeli eszközöket, choppereket mutat be, (chopper = hasításra alkalmas kőszerszám). Bal oldalon a feltárás helyén szétszórva látjuk őket, jobb oldalon egy eszközt közelről figyelhetünk meg.

67. kép: Pithecanthropus erectus palaeohungaricus

A lelőhelyet 1962-ben Pécsi Márton geomorfológus fedezte fel a Vértesszőlős határában levő édesvizi mészkő (travertino) bányában. A travertino pleisztocén kori meleg forrásokból rakódott le szakaszosan. A próbaásatások 1963-ban kezdődtek. 1965-ben Vértés László ősrégész a feltárási munkák során két mészkőréteg között előemberi települést talált, tűzhelyekkel, és kőeszközökkel. Az év tavaszán négy emberi fog (gyermek tejfogak), augusztus 21-én pedig egy felnőtt előember nyakszirtpikkelye került elő. Thoma Andor a lelet alapján megállapította, hogy a nyakszirtecsont (roboszticitása és méretei alapján) 30 éven aluli férfié. A koponya űrtartalma 1400 cm³-nél nagyobb lehetett. A vértesszőlősi lelet a második legrégebb emberi maradvány Európában, (első a heidelbergi állkapocs). Ezen a lelőhelyen félmillió évvel ezelőtt élt az előember. A tüzet ismerte, előállítani azonban még nem tudta, csupán megőrizte. Fejlettsége igen magas szintű, erre utalnak kavicsból készült eszközei is.

68. kép: "Sámuel" lábnyoma

1967 májusában Vértesszőlős III. sz. lelőhelyén a letisztított mésztufapad felszínén kővé dermedt emberi és állati lábnyomokat találtak. A képen az előember lábnyomát látjuk. Ezen az "ősvilági dagonyázóhely"-en az emberen kívül a bölény-őstulok, orrszarvu, medve, szarvas lábnyomait határozták meg a kutatók.

Az ujember, a homo sapiens fajon belül négy alfajt (nagy-
raszt) különböztethetünk meg. Ezek a következők: veddo-ausztr-
alid, europid, mongolid, negrid. Az antropológusok hosszú
ideig vitatták, hogy Észak és Dél-Amerika őslakó indiánjai va-
jon hová sorolhatók. A kutatások eredményeként megállapítot-
ták, hogy az amerindidnek nevezett amerikai indiánok hibridi-
záció útján keletkeztek a veddo-ausztralid és mongolid nagy-
raszból. A következő képeken a négy nagyrasz egy-egy típusát
mutatjuk be.

72. kép: Mongolid

A mongolidokra jellemző az alacsony termet, a lapos arc.
A bőr színe világos vagy sötétbarna. A haj sötét színű, merev.
A testszőrzet minimális. Jellemző továbbá a mongolidokra a mon-
golredő, amely befedi a belső szemzugot és a szemhéjra is ráborul.

73. kép: Negrid

A forró égőv körülményeihez alkalmazkodott emberfajta.
Ezzel függ össze a sötét bőrszín is. A negridekre jellemző a
domboru homlok, a göndör vagy gyapjas haj. A testszőrzet cse-
kély.

74. kép: Europid

A képen olvasható "kaukasid" felirat a nagyrasz korábbi
elnevezésére utal. Az europid emberfajtára jellemző a világos
bőr, és világos hajszín. A haj egyenes vagy hullámos, a test-
szőrzet erőteljes.

75. kép: Ausztralid

Az ausztralidok a veddo-ausztralid nagyrasz klasszikus
képviselői. A bőr és a haj színe barna. A testszőrzet többnyire
erőteljes. Jellemző jegy a hosszufejség.

Felhasznált és a témákban való elmélyedéshez ajánlott irodalom:

Dr. Bálint Andor: Az öröklődés- és származástan alapjai
Mezőgazdasági Kiadó, Bp. 1964.

Dr. Biró Endre: Biokémia - Egységes Egyetemi jegyzet. -

J. Bonner: The Molecular biology of development
Clarendon Press, Oxford, 1968.

Life: Die Evolution

Van Ruth Moore und der Redktion von Life Time-
Life internacional (Nederland) N. V.

Az élővilág fejlődéstörténete - Gondolat kiadó, 1964.

A genetika biokémiai problémái - Magyar Kémikusok Egyesülete Biokémiai Szakosztálya kiadványa, Bp. 1969.

Dr. Haraszty Árpád: Növénytan 1.

Növényiszervezetten és Növényéletten
Tankönyvkiadó Bp. 1968.

P. Karlson: Biochemie

Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1961.

Kiszely István: Sirok, csontok, emberek

Gondolat, Budapest, 1969.

Dr. Lipták Pál: Embertan és emberszármazástan

Tankönyvkiadó, Bp. 1969.

F. W. Stahl: Mechanismen der Vererbung

Veb Gustav Fischer Verlag, Jena, 1969.

Straub F. Bruno: Enzimek, molekulák, életjelenségek

Akadémiai Kiadó, Budapest, 1966.

Szende Kálmán: Molekulák, gének, öröklődés

Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1968.

Vértés László: Kavics ösvény

Gondolat Kiadó, Bp. 1969.

ETALON

Biológia IV.

Dp.-gyűjt a gimn. IV. oszt. munkára

a specifikáció követelményeinek megfelel.

Budapest, 1971. V. 5-én

Országos Tanszergyártó

és Értékesítő Vállalat Viny Bohócsiné dr

Kutatási és Kísérleti Feladat Kutató Osztálya részéről