

A sejtbiológia tanítása táblázatokkal és feladatlapokkal

A biológia tanításában igen nagy hagyományai vannak a táblai rajzok készítésének és a tárgy jellegéből adódóan a szemléltetés különféle módjainak (élő anyag, preparátum, modell, kép, dia, újabban írásvetítő, ill. fóliák, video stb.). Mindezen eljárások alapvető célja a lényegkiemelés, a tanulók gondolkodásának fejlesztése, a részletek megértése és az összefüggések megláttatása. Nem nélkülözhetők azonban az ezeket előkészítő tartalmi, szakmai alapismeretek, illetve azok megfelelő elrendezése, csoportosítása, rendszerbe foglalása. Mind a tanulók, mind a kezdő pedagógusok (tanárjelöltek) számára igen nehéz feladat egy-egy anyagrészen belül az összefüggések feltárása, az összehasonlítások elvégzése és ezekből a végső következtetéssel levonása. Méginkább gond az ismeretek alkalmazása, a feladatmegoldás.

A gimnáziumi biológiában általános gyakorlat az ismeretek tesztekkel történő ellenőrzése. Ennek támogatói és ellenzői egyaránt szép számban akadnak. Tény azonban, hogy 1970 óta az OKTV feladatlapjai teljes egészében tesztek tartalmazzak és a felvételi feladatsorok egy része is teszt. Tanárnak, diáknak erre számítnia és készülnie kell. A jól szerkesztett, szakmailag pontos tesztek kiválóan alkalmasak lehetnek a részismertetek és nagyobb összefüggések elsajátításának ellenőrzésére. Sokszor éppen a feladat irányítja a tanulók figyelmét egy-egy részlet pontosabb megfigyelésére, a különbségek és hasonlóságok felismerésére.

Az utóbbi időben számtalan feladatgyűjtemény és a tanítást, tanulást segítő segédanyag jelent meg biológiából a diák számára azonban a magyarázatok is szükségesek, a jó megoldásainak megerősítéséhez, hibáinak pedig a kijavításához.

Mint gyakorló gimnáziumi vezető tanár, azt is tapasztalom, hogy tanárjelöltjeink is küszködnek a – még oly széles körű – szakmai ismereteik rendszerbe foglalásával, illetve azok átadásával.

E két szempont vezetett akkor, amikor *összehasonlító táblázatokat* szerkesztettem a gimnáziumi biológia tananyag egyik legnehezebb témaköréhez, a *sejtanyagcseréhez*. A tanulók számára fogódzó, ha ismereteit táblázattal áttekintheti, összefoglalja. Másrészt a témakör szokásos és általam összeállított *tesztfeladatainak* megoldásához e táblázatok jelentik a magyarázatot, az értelemezést, ha úgy tetszik, a megerősítést.

Tanárjelöltek számára egyfajta példatár lehet összeállításom. A táblázatszerkesztés módszereihez is kapnak útmutatót, mint a lényegkiemelés, a súlypontozás, az összefüggések kialakítása, rendszerezés stb.

A táblázatok és a feladatlapok alapvetően a tantervi követelményekre épülnek. A fogalmak, képletek és folyamatok döntő többségükben részét képezik a kötelező gimnáziumi tananyagnak, kiegészítésekkel a jobb megértést kívántam segíteni. Természetesen mégis inkább a versenyre készülő, illetve továbbtanulni szándékozó diákoknak jelent igazán segítséget és alkalmasak tudásuk ellenőrzésére.

A *táblázatok* felhasználhatóak arra, hogy csak a szempontokat megadva a tanuló önállóan töltsse ki az egyes rovatokat, meglévő ismeretei birtokában. A *feladatlapok* megoldásának ezután lehet igazán értelme.

A táblázatok szerkesztése logikai feladat, melyben több összefüggést próbálunk kapcsolatba hozni. A jó táblázatnak világos, lehetőleg egyértelmű szempontjai vannak. Pontosan tisztázni kell, a táblázattal mit és miért kívánok rendezni, rendszerezni és összehasonlítani. A gondolkodási műveletek egész sorát kell elvégezni a megszerkesztésnél, de majd a megoldásnál is: analízis, szintézis, absztrahálás, összehasonlítás, kiegészítés, analógiák stb. A táblázatnak lényegretörően tömörnek és áttekinthetőnek kell lenni, formailag is jól át kell gondolni.

Táblázatok alkalmazása nem újdonság, gyakran felhasznált forma tárgyunkban és másutt is. Az általam választott témakör azonban igen szegényes e téren és túlságosan nehéz és összetett ahhoz, hogy könnyen feldolgozható és tanulható legyen. Másrészt olyan összefüggések, hasonlóságok és különbségek megláttatása is célom volt általuk, ama tankönyv rajzaiból, képleteiből és folyamatábráiból, illetve szövegéből nem biztos, hogy kiderül vagy nem elég hangsúlyozottan.

Tapasztalatom az is, hogy a tanulók jelentős része a részismereteket megjegyzi, de egy táblázat hívhatja igazán fel a figyelmüket fontos kapcsolatokra, összehasonlításból adódó lényegre, analógiákra. Ez az a mozzanat, ami a tanárjelölteknek is a legtöbb nehézséget jelenti, nehezen birkóznak meg vele önállóan.

A táblázat megszerkesztése vagy kitöltése önmagában komoly *problémamegoldási folyamat*, mely hatékonyan segítheti a jobb megértést.

A táblázatok összeállításánál célom volt az anyagcsere általános jellemzőit, illetve típusait összehasonlítani, az anyagcsere-folyamatok egyes szakaszait, a közreműködő enzimeket és résztvevőket rendszerbe foglalni. Az elkészített feladatlapok pedig ezekre az ismeretekre támaszkodnak, ezeket ellenőrizhetik.

A sejtbiológiához megszerkesztett 16 táblázatból és ugyanannyi feladatlapból csak néhányat emeltem ki és mutatok be a terjedelmi korlátok miatt.

Úgy vélem, a következő 8 táblázathoz további magyarázat már nem szükséges, azok önmagukért beszélnek. A 3 feladatlap szorosan kapcsolódik hozzájuk, a könnyebb áttekinthetőség kedvéért azokat megoldásaikkal együtt mutatom be.

A későbbiekben a többi táblázatot és feladatlapot is szívesen közreadom a tananyag más témaköreire készített hasonló feldolgozásokkal együtt.

	PROTEINENZIM	PROTEINENZIM
Alkotórészek	csak aminosavak	aminósavak és hatócsoport
Élettani szerep	biokatalizátor	biokatalizátor
Szubsztrát kapcsolódás – aktív centrum	fehérjén	fehérjén
Működésért felelős	fehérje	hatócsoport
Energia biztosítása	ATP-ből	ATP-ből
Fajlagosságért felelős	fehérje	fehérjerész
Példák	tápcsatorna enzimek többsége	hemoglobin klorofill A–B légzőenzimek (citokrómok) term. ox. enzimjei

	KOENZIM	PROSZTETIKUS CSOPORT
Előfordulása	proteidenzim	proteidenzim
Fehérjével való kapcsolata	laza, működéskor leválik	szoros, csak denaturálódás árán választható le a fehérjéről
Szerepe	hatócsoport, a katalizált folyamat aktív résztvevője	
Felépítés	szerves vegyület ált. vitamin	ált. fémion
Példák	NAD ⁺ NADP ⁺ KoA ATP	hemoglobin hemje klorofill A–B kp.i része term. ox. elektron szállító, (Fe-ion) légzőenzimek

	ATP	NAD ⁺	NADP ⁺	KoA
RNS-nukleotid	1	2	2	1
Vitamin jellegű rész	–	1	1	1
Adenin	1	1	1	1
Foszfát csoport	3	2	3	3
Ribóz	1	2	2	1
Nagyenergiájú kötés	2	–	–	–
Élettani szerep	koenzim foszfátátvivő transzferáz energiatárolás	koenzim oxido-reduktáz H ⁺ és e ⁻ szállítás		koenzim acetylcsoportot szállító transzferáz
Intermediér anyagcsere szakasz	A + D	D	A	A + D
Oxidációkor	képződik	NADH-ból	NADPH-ból	–
Redukciókor	felhasználódik	NAD ⁺ + 2H	NADP ⁺ + 2H	–

	FOTOSZINTÉZIS	KEMOSZINTÉZIS
Intermediér anyagcsere mely része	felépítő (asszimiláció)	
Kiindulási anyag	CO ₂	H ₂ O
Végtermék	szerves anyag (glükóz, keményítő)	
Energiaigény	nagy	kicsi
Energia eredete	külső környezet	külső környezet
Energia fajtája	fény	szervetlen vegyületek oxidációja
Fényviszonyok	csak fényben	sötétben is (talaj)
Fényelnyelő pigment	kell	nem kell
Fejlettség	fejlettebb zöld növények	kevésbé fejlett egyes baktériumok

	CITROMSAVCIKLUS	SZÉN-DIOXID REDUKCIÓ
Intermediér anyagcsere jellege	lebontó (disszimiláció)	felépítő (asszimiláció)
Mely folyamat része?	biológiai oxidáció középső szakasza	fotoszintézis enzimatikus szakasza
Kiindulási anyag	acetil csoport + oxálecetsav	szén-dioxid + pentóz-difoszfát
Szabaddá váló termék	szén-dioxid NADH	glükóz keményítő
A folyamat iránya	kör (ciklikus)	kör (ciklikus)
Kapcsolat H-nel	leadás	felvétel
Kémiai jellege	oxidáció-redukció	oxidáció-redukció
Kémiai jellege a kiind. vegy. alapján	oxidáció	redukció
Enzimje	NAD ⁺	NADP ⁺
Kapcsolata ATP-vel	nincs	felhasználás
Előfordulása autotrófokban	van (kivéve prokarioták)	lehet
Előfordulása zöld növényekben	van	van
Előfordulása heterotrófokban	van	nincs
Felfedezője, leírója	Szent-Györgyi Albert (1893–1986) Hans Krebs (1900–1981)	Melvin Calvin (1911–)
Egyéb elnevezései	citrátkör citrátciklus Krebs–Szent-Györgyi ciklus	Calvin ciklus szén-dioxid fixáció szén-dioxid megkötés fotoszintézis enzimatikus része

	FEHÉRJE BIOSZINTÉZIS	NUKLEINSAV BIOSZINTÉZIS
F e l t é t e l e i		
Kiinduló vegyület	DNS	DNS
enzimek	despiralizáló enzim polimeráz enzim	
szintézis alapanyag	RNS nukleotidok aminósavak	RNS vagy DNS nukleotidok
közreműködő vegyületek	m RNS t RNS	
energiaigény	ATP	ATP
sejtalkotó	sejtmag sejtplazma, riboszóma endoplazmatikus hálózat Golgi készülék	sejtmag sejtmagvacska
A f o l y a m a t s z a k a s z a i	1. átírás (transzkripció) 2. aminósav szállítás 3. megfejtés (transzláció) 4. érés	1. DNS despiralizáció 2. szintézis
T e r m é k e k	polipeptid (szerkezeti anyag vagy és enzim)	DNS vagy RNS
A folyamat színhelye a sejtben	átírás – sejtmag szállítás – sejtplazma megfejtés – riboszóma felszíne érés – Golgi készülék	DNS – sejtmag m RNS – sejtmag t RNS – sejtmagvacska r RNS – sejtmagvacska
Fajlagosság	átadódik DNS → m RNS → fehérje	megőrződik DNS → DNS átadódik DNS → RNS
Javitóenzimek	jellemzők	
Sejtosztódás		
idején	nincs	nincs
közvetlen előtte	van	intenzív
utána	intenzív	van

	I. FOTORENSZER	II. FOTORENSZER
Központi pigmentje	klorofill A	klorofill A
Segédpigmentjei	klorofill B karotin	klorofill B xantofill
Kapcsolata elektron szállító rendszerrel	van (citokrómok)	van (citokrómok)
fotolízissel	közvetett	közvetlen
NADP ⁺ -vel	van	nincs
ATP termelődéssel	nincs	van
Hiányzó elektron pótlása	II. fotorendszerből	vízből
Elektron továbbítása	NADP ⁺ -re	I. fotorendszerre
Elyelt fény maximuma	hosszabb hullámhosszú vörös	rövidebb hullámhosszú kék

	GLÜKOLÍZIS	CITROMSAV CIKLUS	TERMINÁLIS OXIDÁCIÓ	PIROSZÓLÓSAV ÁTALAKULÁSA ERJEDÉS
Biológiai oxidáció része-e?	+	+	+	-
Erjedés része-e?	+	-	-	+
Kinduló anyaga	glükóz	acetil-KoA oxálecetsav	H ⁺ e ⁻	piroszólósav
Terméke	piroszólósav	CO ₂ NADH	H ₂ O	etanol + CO ₂ vagy tejsav vagy ecetsav
A folyamat jellege	redukció ↓ oxidáció	redukció	oxidáció	redukció
Oxidoreduktáz enzime és átalakulása	NAD ⁺ → NADH	NAD ⁺ → NAD ⁺	NADH → NAD ⁺	NADH → NAD ⁺
Energiatermelése	2 ATP	-	36 ATP	-
Jellegzetes vegyületei ill. közreműködői	glicerín- aldehid-P	oxálecetsav (α - ketoglutársav) citromsav	elektron szállítók (citokrómok)	végtermékei (etanol, tejsav, ecetsav)
Nevének eredete	glükóz + bontás (= lízisz)	citromsav + körfolyamat	H - oxidáció a légzési oxigénnel terminális=végi	végtermékek szerint etanolos, tejsavas, ecetsavas, vajsavas
Színhelye a sejtben	sejt plazma	mitokondrium plazmája	belső membránja	sejt plazma
Előfordulása az élőlényekben	minden sejtben	minden sejtben kivéve a prokariotákat és sok gombát		minden sejtben

FELADATLAP – ENZIMEK

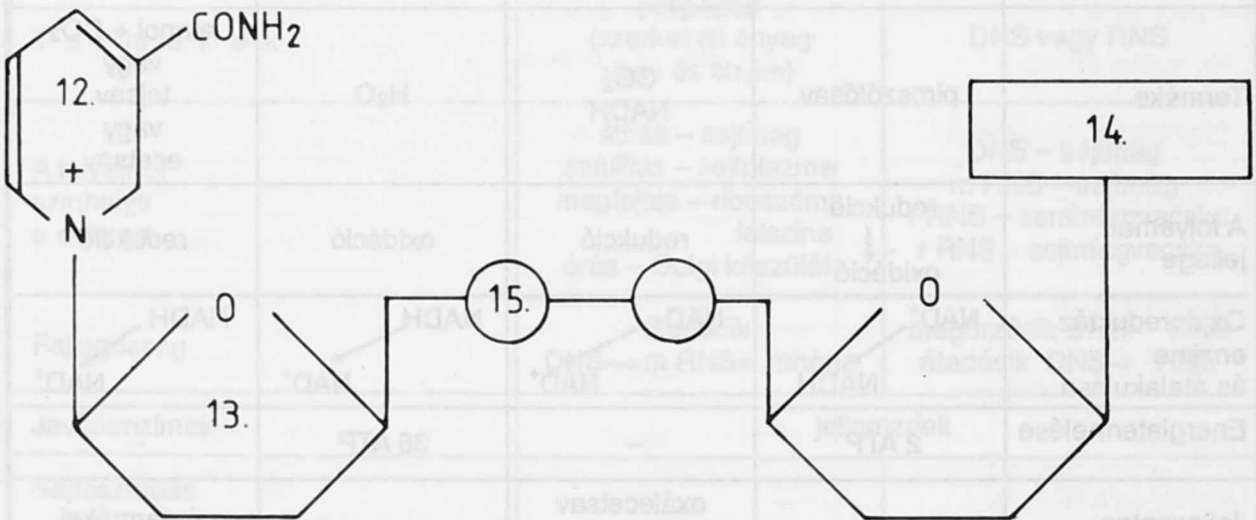
B csoport

NÉGYFÉLE ASSZOCIÁCIÓ

- A) prosztetikus csoport
 B) koenzim
 C) mindkettő
 D) egyik sem

- A 1. a terminális oxidáció enzimjeinek többségére jellemző
 A 2. csak az enzim denaturálódásakor választható le
 D 3. az enzimek aktív centrumát „hordozza”
 A 4. a klorofill is ide sorolható
 A 5. nem disszociálódó enzimrész
 D 6. az enzim fehérjérsze
 C 7. az enzimaktivitás fő tényezője
 B 8. a NAD is ilyen
 A 9. a hemoglobin hemje ilyen
 D 10. mindig fémion

NEVEZD MEG AZ ITT LÁTHATÓ MOLEKULÁT (11.) ÉS MEGSZÁMOZOTT RÉSZEIT!



11.

MAGYARÁZD MEG, HOGY AZ ELŐBBI VEGYÜLETET MIÉRT TEKINTJÜK ENZIM-
 NEK? HOGYAN MŰKÖDIK?

FELADATLAP – SEJTANYAGCSERE

D csoport

NÉGYFÉLE ASSZOCIÁCIÓ

- A) II. fotorendszer
- B) I. fotorendszer
- C) mindkettő
- D) egyik sem

- A 1. xantofillt tartalmaz
- C 2. központi molekulája a klorofill A
- B 3. a hosszabb hullámhosszú fény elnyelésére képes
- A 4. közvetlenül a fotolízissel áll kapcsolatban
- B 5. karotint tartalmaz
- C 6. elektronszállító rendszerrel áll kapcsolatban
- D 7. a zöld növények minden sejtjében előfordul
- A 8. a kék fény fotonjait felfogja
- D 9. a NADP redukciójának helye
- A 10. elektronjait a másik fotorendszernek adja át

- A) fehérje bioszintézis
- B) nukleinsav bioszintézis
- C) mindkettő
- D) egyik sem

- C 11. folyamatának feltétele nukleotidok jelenléte
- A 12. RNS-tartalmú sejtalkotó felülete a folyamatának színtere
- D 13. kizárólag a sejtmagban megy végbe
- C 14. feltétele a DNS despiralizációja
- A 15. enzimek szintézisét is jelenti
- C 16. folyamata a DNS molekulától indul ki
- B 17. egyik típusának folyamata megkettőződésen alapul
- D 18. enzimatisz körfolyamat
- A 19. folyamatát lényegében RNS irányítja
- C 20. folyamatában lényeges szerepe van a bázis-komplementaritás szabályának, ill. elvén

- A) citromsavciklus
- B) glükolízis
- C) mindkettő
- D) egyik sem

- D 21. asszimilációs folyamat
- A 22. szén-dioxid molekulák képződnek folyamatában
- D 23. folyamatában NADP⁺ képződik
- B 24. energiatermelő folyamat
- C 25. nevét egyik közreműködő vegyületéről kapta
- A 26. a másik folyamatot követi
- B 27. ATP építés kíséri
- C 28. folyamatában redukált koenzim képződik
- C 29. lebontó anyagcsere folyamat
- B 30. kapcsolatban áll az építő folyamatokkal is

NÉGYFÉLE ASSZOCIÁCIÓ

- A) kemoszintézis
 B) fotoszintézis
 C) mindkettő
 D) egyik sem

- D 1. mindenféle szerves testanyag felépítését jelenti
 A 2. a szén-dioxid megkötés primitív módja
 B 3. a moszatok jellemző asszimilációs folyamata
 D 4. szerves vegyületek oxidálásából származó energia az alapja
 C 5. baktériumoknál előfordulhat
 D 6. azonos az asszimilációval
 A 7. csak baktériumokra jellemző
 D 8. fényszakasza a szén-dioxid redukciója
 C 9. asszimilációs folyamatú
 B 10. a folyamat elektronjai közvetlenül a pigmentekből származnak

- A) NAD^+
 B) KoA
 C) mindkettő
 D) egyik sem

- D 11. proteinenzim
 C 12. vitamin jellegű része van
 A 13. hidrogénszállító enzim
 D 14. makroerg kötése van
 C 15. nukleotid alapvázú
 B 16. acetil csoportokat szállít a citrátkörbe
 D 17. a hidrogén felvételekor oxidálódik
 C 18. adenint tartalmaz
 B 19. három foszfátcsoportja van
 D 20. oxidációját energiaszabadulás kíséri

- A) citromsavciklus
 B) szén-dioxid redukció
 C) mindkettő
 D) egyik sem

- C 21. oxidáció és redukció is jellemzi
 B 22. fontos vegyülete a glicerinaldehid-foszfát
 D 23. folyamatában szén-dioxidból épült glükózmolekula
 D 24. energiát termel
 C 25. körfolyamat
 D 26. NADH -t oxidál
 A 27. folyamatában szén-dioxidmolekulák képződnek
 D 28. elektronszállító rendszerei vannak
 C 29. bonyolult enzimatikus folyamatsor
 B 30. NADPH -t oxidál

IRODALOM

- Kacsur István, A biológia tanítása. Tankönyvkiadó, Bp. 1987.:
 Kelemen László, Pedagógiai pszichológia. Tankönyvkiadó, Bp. 1981.
 Lénárd Ferenc, A problémamegoldó gondolkodás. Akadémiai Kiadó, Bp. 1984.
 Németh Endre–Szécsi Szilveszter, Biológiai fogalmak és összehasonlító táblázatok. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1990.

SZILÁGYI TAMÁS