

# Általános gimnázium **BIOLÓGIA**

## Tanterv

kötelező tantárgy (210 óra)

választható tantárgy (35/70/105 óra)

érettségi (105 + 35 óra)

## **Tanterv BIOLÓGIA**

### **Gimnázium; Általános gimnázium**

Kötelező tantárgy (210óra), választható tantárgy (35/70/105óra),  
érettségi (105 + 35óra)

#### **Tantárgyi bizottság:**

mag. **Minka Vičar**, SZK Oktatási Intézete, elnök

**Bernarda Devetak**, II. Sz. Gimnázium Maribor, tag

**Darinka Gilčvert Berdnik**, Pod Goro-i Általános Iskola, Slovenske Konjice, Slovenske Konjice Gimnázium, tag

**Vanda Sobočan**, SZK Oktatási Intézete, tag

mag. **Aleš Sojar**, Bežigradi Gimnázium, Ljubljana, tag

dr. **Jelka Strgar**, Ljubljana Egyetem, Biotechnikai Kar, Biológia Tanszék, tag

dr. **Barbara Vilhar**, Ljubljana Egyetem, Biotechnikai Kar, Biológia Tanszék, tag

**Anka Zupan**, SZK Oktatási Intézete, tag

dr. **Gregor Zupančič**, Ljubljana Egyetem, Biotechnikai Kar, Biológia Tanszék, tag

#### **Szerzők:**

dr. **Barbara Vilhar**, Ljubljana Egyetem, Biotechnikai Kar, Biológia Tanszék

dr. **Gregor Zupančič**, Ljubljana Egyetem, Biotechnikai Kar, Biológia Tanszék

mag. **Minka Vičar**, SZK Oktatási Intézete

mag. **Aleš Sojar**, Bežigradi Gimnázium, Ljubljana

**Bernarda Devetak**, II. Sz. Gimnázium Maribor

**Darinka Gilčvert Berdnik**, Pod Goro-i Általános Iskola, Slovenske Konjice és **Vanda Sobočan** SZK Oktatási Intézete közreműködésével

#### **Recenzensek:**

dr. **Rok Kostanjšek**, Ljubljana Egyetem, Biotechnikai Kar, Biológia Tanszék

mag. **Andrej Podobnik**, Bežigradi Gimnázium, Ljubljana

#### **Szakmai tanácsadás egyes témaköröknél:**

dr. **Boris Sket**, dr. **Kazimir Drašlar**, dr. **Gregor Belušič**, dr. **Janko Božič**, dr. **Tine Valentinčič**, Ljubljana Egyetem, Biotechnikai Kar, Biológia Tanszék

dr. **Dušan Devetak**, Maribori Egyetem, Természettudományi és Matematikai Kar, Biológia Tanszék

dr. **Al Vrezec**, dr. **Špela Schroeder**, Nemzeti Biológiai Intézet

#### **A tanterv elkészítésénél közreműködtek**

**még:** dr. **Tadeja Trošt Sedej**, dr. **Gorazd Urbanič**, dr. **Mihael J. Toman**, dr. **Ivan Kos**, dr. **Jerneja Ambrožič**, A Biológiai Oktatási Bizottság tagjai és a Ljubljana Egyetem Biotechnikai Karának Biológiai Tanszékének egyéb szakértői

dr. **Andrej Šorgo**, dr. **Sonja Škornik**, dr. **Jana Ambrožič Dolinšek**, mag. **Bojana Mencinger Vračko** és a Maribori Egyetem

Természettudományi és Matematikai Karának Biológiai Tanszékének egyéb szakértői, a Szlovéniai Biológusok

Társasága Biológiai Oktatási Szekciójának tagjai, különböző gimnáziumok biológiatanárai a tanulmányi csoportokalkalmával elhangzott javaslataikkal.

Szerkesztette: **Nataša Purkat**

Szlovén nyelvi lektor: **Tea Konte**

Magyar nyelvre fordította: **Ildiko Kovač**

A magyar szöveg szaklektora: **Rozalija Vajdič**

A magyar szöveg nyelvi lektora: **Annamaria Grof**

Kiadta: Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje/Nevelésügyi és Oktatási Minisztérium, Zavod RS za šolstvo/SZK Oktatási Intézete

A Minisztérium részéről: dr. **Vinko Logaj**

Az Intézet részéről: **Jasna Rojc**

Ljubljana, 2024

A tantervet az SZK Közoktatási Szaktanácsa a 2008. február 14-i 110. ülésén hagyta jóvá.

URL hozzáférés: <http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2023/programi/index.htm>

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani  
[COBISS.SI-ID 218895619](#)

ISBN 978-961-03-0883-6 (Zavod Republike Slovenije za šolstvo, PDF)

# Tartalomjegyzék

<b>1 A tantárgy meghatározása.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Általános célok és kompetenciák.....</b>	<b>6</b>
<b>3 Tartalmak és célok.....</b>	<b>7</b>
3.1 Kötelező program (210 óra)	
3.2 Választható program (35 órás témakörök)	
3.3 Érettségi program (105 óra)	
3. 4 Készségfejlesztő célok	
<b>4 Várt teljesítmény.....</b>	<b>45</b>
4. 1 Tartalmi tudás	
4.1.1 Kötelező program	
4. 1. 2 Választható és érettségi program	
4. 2 Készségfejlesztő tudás	
<b>5 Tantárgyközi kapcsolatok.....</b>	<b>49</b>
<b>6 Módszertani javaslatok.....</b>	<b>51</b>
6.1 A vertikális tartalmak leírása	
6. 1. 1 Általános iskola	
6.1.2 Gimnázium (kötelező program)	
6. 2 A biológia tanítása a gimnáziumban	
6. 2. 1 A biológiai koncepciók teljeskörű megértése	
6. 2. 2 A biológia mint társadalomtudomány	
6. 2. 3 Kutatás és kísérletek a biológiaórán	
6. 2. 4 A statisztikai elemzések jelentősége a biológiai jelenségek magyarázata során	
6. 2. 5 Modell használata és modellezés	
6. 2. 6 A korszerű technológia használata (IKT)	
6. 2. 7 A szaknyelv használata	
6. 2. 8 Téves szemléletek	
6. 2. 9 Szlovénia mint a biológiai sokféleség gyűjtőpontja	
6. 2. 10 A biológia és a társadalom	
6.2.11 A biológia tanulása iránti érdeklődés ösztönzése	
6.2.12 A kompetenciák fejlesztése	
6. 3 Javasolt szervezés és időbeli ütemezés	
6.3.1 Kötelező program	
6.3.1 Választható és érettségi program	
6. 4 Laboratóriumi és terepmunka	
6.4.1 Laboratóriumi munka	
6.4.2 Terepmunka	
6.5 A tanterv kivitelezésének tervezése	
6.5.1 A tartalmi koncepciók és a célok bevonása	
6.5.2 A laboratóriumi és terepmunka bevonása	
6.5.3 Külön tudások bevonása	
6.5.4. A készségfejlesztő célok bevonása	
6.5.5 Tantárgyközi és koszkurikuláris kapcsolatok bevonása	
6.5.6 Sajátos nevelési igényű diákok	
<b>7 A teljesítmény értékelése.....</b>	<b>65</b>

## 1 A tantárgy meghatározása

A biológia tantárgy *közismereti tantárgy*. A biológiai tudás az általános végzettség részeként hozzájárul a világ természettudományos megértéséhez (leginkább az élővilág működésének szemszögéből), egyben pedig lehetővé teszi az informált személyes és társadalmi döntéshozást (aktív állampolgárság).

A biológia tantárgy programja a biológiát modern, az élő rendszereket tanulmányozó természettudományként mutatja be. Az élő rendszerek rendkívül összetettek, és több szerveződési szintet tartalmaznak, a molekuláktól a sejtig, szövetig, szervig, szervrendszerig, ökoszisztémáig és bioszféráig. A közelmúltig nem álltak rendelkezésünkre az ilyen rendszerek tanulmányozásához megfelelő eszközök, ezért a biológia nagy mértékben leíró (deskriptív) tudomány volt. Az új technológiák megjelenésével (digitális forradalom, új mérőeszközök, műholdak, rekombináns DNS) lehetőség van arra, hogy újfajta betekintést nyerjünk az összetett élő rendszerek működésébe. A biológia egyre inkább kvantitatívvá válik. A jelenségeket mérik, a biológiai sokféleség különböző megnyilvánulásaira vonatkozó adatokat globális adatbázisokban gyűjtik, és elemzik a köztük lévő kapcsolatokat (pl. a nukleotidok sorrendje az emberi és más genomokban). Az élő rendszereken belüli és közötti interakciókat számítástechnikai modellekkel írják le (pl. az ökoszisztémák működésének modelljei). A biológusok egyre inkább együttműködnek a vegyészekkel, fizikusokkal, matematikusokkal, geológusokkal, meteorológusokkal – a biológia így nemcsak interdiszciplináris, hanem integratív tudomány is.

Lényeges előrehaladást értek el az élő rendszerek felépítése és működése kapcsolatának megértésében, a molekuláris és sejtszinttől az ökoszisztémáig. A molekuláris biológia eszközeinek felhasználásával újraértékelhetők a fajok közötti evolúciós (filogenetikus) kapcsolatok. Többek között lehetőségünk van teljesen új betekintést nyerni a mikroorganizmusok, legfőképpen a baktériumok világába, ahol ezidáig nehezen tudták megkülönböztetni egymástól a fajokat. Elég jól ismerjük az öröklődés molekuláris mechanizmusait. A molekuláris biológia eszközeinek használata új felismerésekhez vezetett a szervezetek fiziológiájában is. Az élő rendszerek összetettsége és összekapcsoltsága skálájának másik végén egyre világosabbá válik, hogy az egész bolygó egyetlen, egymástól függő elemeket tartalmazó rendszerként működik.

A biológia területére vonatkozó alapvető tudományos felismerések előrehaladása nemcsak az élővilág működése magyarázatának bővítéséhez vezetett, de a biológia az ember személyes és társadalmi életére is számottevően hatni kezdett. A következő problémákat csak egy jó általános biológiai végzettséggel rendelkező polgár tudja megfelelően értékelni, illetve azokról dönteni: a biotechnológia, a genetikailag módosított szervezetek, a klónozás, a génterápia, a géndiagnosztika, a DNS-szekvenciák felhasználása a törvényszéki orvostudományban, a mesterséges megtermékenyítés, a természet- és környezetvédelem, az idegen szervezetek bevitel a környezetbe, a veszélyeztetett fajokkal történő kereskedelem, az emberi tevékenységek hatása az ökoszisztémákra, az ózonlyuk, a globális éghajlatváltozás. A felsorolt problémák többsége néhány évtizeddel ezelőtt még egyáltalán nem létezett, vagy nem volt róluk tudomásunk. Az összes felsorolt példa etikai kérdésekkel kapcsolatos, gyakran pedig a fenntartható természetközeli fejlődésnek vagy a gazdasági növekedésnek ad előnyt, tekintet nélkül a rövidtávú vagy hosszútávú káros hatásokra. A különböző emberi tevékenység biológiai veszélyességének meghatározásában történő hibák következményei végzetes hatással lehetnek az egyének életére és az emberi társadalomra lokális, nemzeti és akár globális szinten is. A felsorolt problémák némelyike már nemzetközi konvenciók elfogadásához vezetett, viszont valamennyi megköveteli a megfelelő tárgyalást legalább a nemzeti törvényhozás szintjén.

A biológiai tudományokból származó ismeretek rendkívül gyors átvitele a társadalmi döntéshozatal és az egyéni és társadalmi életet befolyásoló alkalmazások területére azt jelenti, hogy a biológia középiskolai oktatásának lépést kell tartania a tudományos fejlődéssel. Ezért a biológia tantárgy programjának az élő rendszerek felépítése, működésük összetett kölcsönhatása, valamint azon ismeretek mellett, hogy mi a tudomány és hogyan működik, tartalmaznia kell a diákok figyelmének ráirányítását is a mai biológiai tudás jelentőségére a személyes és társadalmi életükben.

A biológiaoktatás fontos célja a diákok figyelmének felkeltése a természet mint érték és Szlovénia kivételes biológiai sokfélesége iránt, amely nemzeti identitásunk nélkülözhetetlen része és a további fenntartható fejlődés alapja.

## 2 Általános célok és kompetenciák

A biológia tanításának fő céljai:

- **a biológiai fogalmak és összefüggéseik integrált megértésének** fejlesztése az élő rendszerek szerkezetére, működésére, evolúciójára és kölcsönös függőségére vonatkozó ismeretek integrálásával a különböző szerveződési szinteken a molekulától a bioszféráig, beleértve a bioszféra és geoszféra kapcsolatát (**tudásháló kiépítése**); a komplex biológiai rendszerekről és problémákról való kreatív gondolkodás ösztönzése, ezáltal a különböző mentális szintek közötti gondolkodásra és a probléma különböző nézőpontokból való megközelítésére való képesség fejlesztése, a tudáshálózaton való vertikális vagy horizontális mozgással (**komplex gondolkodás képessége**);
- 
- a komplex problémák megoldására vonatkozó képesség fejlesztése, szisztematikus, analitikus és racionális gondolkodás alapján információk keresése különböző forrásokból és ezen információk szakmai megbízhatóságának kritikus értékelése, valamint a bizonyítékok, illetve érvek következetességének a megítélése (**tudományos gondolkodásmód**);
- annak tudatosítása, hogy a biológia mint tudomány az emberi törekvések számos fontos területén (pl. orvostudomány, gyógyszerészet, állatorvostudomány, mezőgazdaság, élelmiszeripar, biotechnológia és géntechnológia, bioinformatika, nanotechnológia) a fejlődés és az alkalmazások alapja, amelyeknek gyors fejlődése személyes és társadalmi szintű kockázatokkal és veszélyekkel is jár, ezeket pedig fel kell ismerni, meg kell érteni és rendszerszinten kell kezelni (**az aktív állampolgári szerepvállalás képessége**);
- a biológiai tudás felhasználási képességének fejlesztése a természeti források fenntartható használatával kapcsolatos problémák megoldásában, a biológiai sokféleség és minőségi környezet fenntartásában, valamint az ezzel kapcsolatos lehetőségek kapcsán az emberi társadalom további fejlődésére lokális, nemzeti és globális szinten (**aktív állampolgári szerepvállalási képesség**);
- a biológia és a természettudomány tanulása iránti érdeklődés felkeltése, valamint azon képesség fejlesztése, hogy a biológiából és más természettudományos tudományágakból származó ismereteket összekapcsolják és alkalmazzák a problémák megoldása során (**természettudományos műveltség**); a szóbeli, írásbeli, elektronikus és egyéb forrásokból származó információk megtalálásának, kritikus értékelésének és feldolgozásának a képessége, valamint a saját megállapítások írásbeli vagy szóbeli bemutatása (**a kommunikáció és az érvelő vita képessége**).

A biológiaórákon a diákoknak fejleszteniük kell a biológiai és természettudományos műveltséget, és olyan általános biológiai műveltséget kell szerezniük, amely lehetővé teszi számukra, hogy a biológia területén megalapozott személyes és társadalmi döntéseket hozzanak (pl. népszavazások, orvosi kezelésekkal kapcsolatos döntések, a természet és a környezet iránti felelősségvállalás). Egyes diákok szakmai útjukat a természettudomány területén (a biológián kívül is), mások a társadalomtudomány területén folytatják; sokan közülük nagy hatással lesznek a társadalom további fejlődésére (pl. gazdaságtan, politika). Ezért a gimnáziumban a biológia programjának olyan általános ismereteket kell biztosítania a modern biológiai felfedezések területén, amely a diákok számára lehetővé teszi a megszerzett tudás bővítését olyan új tudományos felismerésekkel, amelyek még nem megjósolhatók (**élethosszig tartó tanulás képessége**).

### 3 Tartalmak és célok

A gimnáziumi biológia tanterv az általános iskolai biológiaórákon elsajátított biológiai fogalmak megértésére épül, és elmélyíti azokat (lásd *A tartalmak vertikális leírása* című fejezetet).

A tanterv **hierarchikusan szerveződik – témaköröket, koncepciókat és célokat** tartalmaz. Egy-egy témakör a biológia szélesebb területét tanulmányozza, és egy vagy több koncepciót tartalmaz. A koncepciók tartalmazzák a biológia egyes területeinek alapvető konceptuális (teljeskörű) megértését, bizonyos mértékig pedig a köztük lévő kapcsolatok megértését is. Az adott **célok a koncepciónak vannak alárendelve** – a célok a diákot a koncepció megértéséhez vezetik.

Az első témakör, az *Élet a Földön a biológia alapvető koncepcióival foglalkozik* (A<sub>1-1</sub> cél). Ezek jelentik a vezérfonalat és kapcsolatot az összes témakör között a kötelező, választható és érettségi programban. Az egyes témakörökben a koncepciók sorrendjét a *Tartalmi ismeretek c.* szakasz mutatja be (a koncepciók megértése jelenti a tanulóktól elvárt teljesítményt a tartalmi ismereteket illetően). A koncepciók és a célok sorrendje számozott. A témakör betűvel van jelölve (a témakör jelölésének példája: D). A kötelező programban a koncepció a témakörön belül sorszámmal van jelölve (a koncepció jelölésének példája: D<sub>2</sub>). Az egyes tartalmi célok sorrendben vannak számozva annak a koncepciónak a keretében, amelynek alá vannak rendelve (a cél jelölésének példája: D<sub>2-4</sub>). A választható és az érettségi program nem tartalmaznak további koncepciókat, ezekben a programokban a kötelező program koncepcióinak megértését mélyítjük el. Ezért vannak a választható és az érettségi programban a témakörök hasonlóan megszámozva, mint a kötelező programban (a témakör jelölésének példája: N) a célokat kicsit másképp jelöljük (a cél jelölésének példája: N<sub>-22</sub>). A *készségfejlesztő célok* K betűvel vannak jelölve (a készségfejlesztő cél jelölésének példája: K<sub>-3</sub>; lásd a *Készségfejlesztő célok c.* fejezetet). **A bemutatott jelölés használható a témakörök, koncepciók és célok meghatározására a tanítás tervezésekor, a tanároknak szánt szakmai anyagokban és más, erre a tantervre vonatkozó anyagokban.**

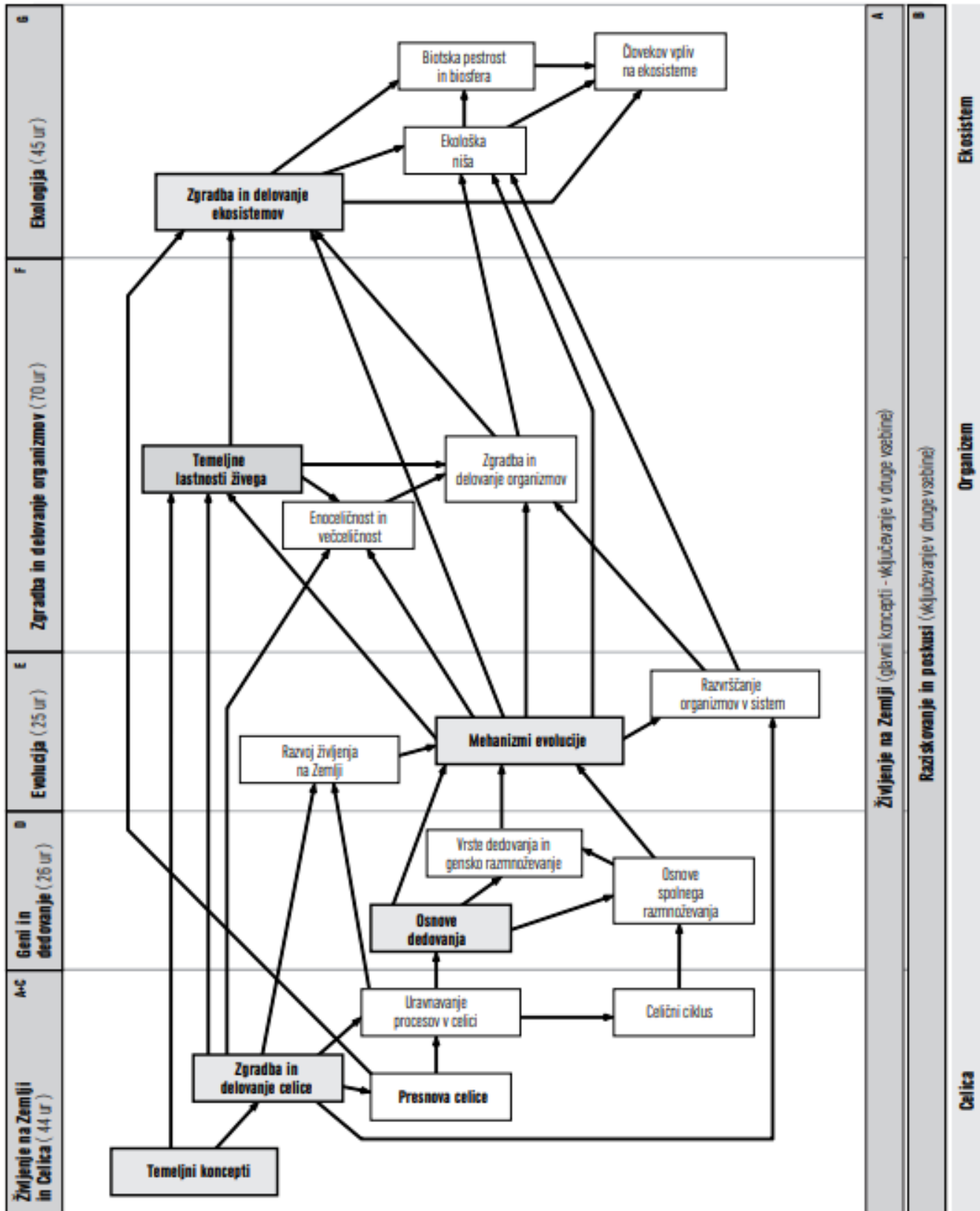
Az egyes témakörökre vagy célokra vonatkozó **módszertani útmutatók** az adott fejezet megfelelő részeiben vannak feltüntetve. **Az általános módszertani ajánlások** a *Módszertani ajánlások c.* fejezetben vannak összegyűjtve.

Az **Általános ismeretek (ÁI)** az általános műveltséghez szükséges alapvető biológiai fogalmak megértéséhez vezetnek, függetlenül a további tanulmányoktól és a pályafutástól, és minden tanulónak szólnak. Ezeket ezért a tanárnak a kötelező programban 210 óra terjedelemben kell tárgyalnia. Az egyes célok megvalósításához eltérő óraszám, illetve módszertani megközelítés szükséges. A tanár az órára való felkészüléskor szakmailag önállóan tervezi meg az egyes célok elérésére fordítandó időkeretet a diákok előzetes tudásának és képességeinek megfelelően, valamint a tanítás módját, az ellenőrzést és az értékelést.

A **speciális készségek** (Skills) olyan kiegészítő vagy elmélyült ismereteket határoznak meg, amelyekkel a tanár a tanulók képességeinek és érdeklődésének megfelelően foglalkozik. A biológia tanterv nem osztja fel a készségeket általános és speciális készségekre, a **tanárnak így szakmai autonómiája van abban, hogy a biológiaóra legfeljebb 20%-ában meghatározza, mely célokkal foglalkozik mélyebben, ennek során a tanár figyelembe veszi a szűkebb és tágabb környezet aktuális témáit és problémáit.**

#### A kötelező program tartalmi közötti fő kapcsolatok

A tartalmak rövid áttekintése értelmében lásd a biológiai konceptusok sorrendjét a *Tartalmi tudások és A tartalmak függőleges leírása c.* fejezeteket is (bekapcsolja az általános iskolai biológiára vonatkozó kapcsolatok leírását is).



- 1 Ökológia (45 óra)
- 2 A szervezetek felépítése és működése (70 óra)
- 3 Evolúció (25 óra)
- 4 A gének és az öröklődés (26 óra)



5	Élet a Földön és a sejt (44 óra)
6	Az ökoszisztémák felépítése és működése
7	A biológiai sokféleség és a bioszféra
8	Ökológiai fülke (niche)
9	Az ember hatása az ökoszisztémákra
10	Az élet alapvető tulajdonságai
11	Egysejtűség és többsejtűség
12	A szervezetek felépítése és működése
13	Az evolúció mechanizmusai
14	A szervezetek rendszerezése
15	Az élet kialakulása a Földön
16	Az öröklődés fajtái és a genetikai szaporodás
17	Az ivaros szaporodás alapjai
18	Az öröklődés alapjai
19	A sejt felépítése és működése
20	A folyamatok szabályozása a sejtben
21	A sejtciklus
22	A sejt anyagcsere-folyamatai
23	Alapvető koncepciók
24	Élet a Földön (fő koncepciók más tartalmakhoz való kapcsolódás)
25	Kutatás és kísérletek (más tartalmakhoz való kapcsolódás)
26	A sejt
27	Szervezet
28	Ökoszisztéma



## A kötelező program koncepciói közötti fő kapcsolatok

1

Ökológia (45 óra)

2

A szervezetek felépítése és működése (70 óra)

3

Evolúció (25 óra)

4

A gének és az öröklődés (26 óra)

5

Élet a Földön és a sejt (44 óra)

6

**Az ökológia a szervezetek közötti viszonyokat, valamint a szervezetek és az élettelen környezet interakcióját tanulmányozza. Az alapvető funkcionális egység, amelyben ezek a folyamatok zajlanak, az ökoszisztéma, amely egyesíti az élő és élettelen környezetet.**

7

Valamennyi szervezet sejtekből épül fel. Az egysejtűeknél valamennyi életfolyamat és a szervezet működésének felügyelete egy sejt szintjén zajlik, a többsejtűeknél pedig a szervezetben számos sejt összehangolt működése van jelen, amelyek szövetekbe, szervekbe és szervrendszerekbe szerveződtek.

8

**Annak ellenére, hogy a szervezetek igen sokszínűek, felépítésükben és működésükben vannak alapvető hasonlóságok, amelyek közös evolúciós származásuk következményei. Ugyanakkor valamennyi szervezet hasonló problémák megoldásával küzd az életet illetően – a belső szerveződés fenntartása, valamint az energia, anyagok, élőhely és utódok biztosítása.**

9

A Nap, a Föld és a Naprendszer más részei 4,6 milliárd évvel ezelőtt, az élet a Földön pedig több mint 3,5 milliárd évvel ezelőtt keletkezett. A szervezetek sokfélesége az evolúció eredménye, amely valamennyi rendelkezésre álló ökológiai fülkét az élet különböző formáival töltött meg. A geoszféra és bioszféra (szervezetek) interakciójának következménye a Föld olyan rendszerré való alakulása, melynek a fejlődése még ma is folytatódik.

10

A sejtek különböző módon öröklődő és kifejeződő géneket tartalmaznak. Az ember a biotechnológia segítségével (a mesterséges kiválasztódással és géntechnológiával) a saját szükségleteinek kielégítésére változtatja meg a szervezetek genomját.

11

**Az összes ismert szervezetben a tulajdonságokat meghatározó örökítő információ hordozói a DNS-molekulák. A szervezet tulajdonságainak a hordozói a genetikai információ kifejeződésével keletkezett fehérjék. A mutációk a DNS változásai. Számos mutáció hatástalan a fehérjék szerkezetére és működésére, így a szervezetre is, némelyek pedig a fehérjék, sejtek és szervezetek változását okozzák.**

12

A sejt nyitott dinamikus rendszer. A sejtfunkciók többsége biokémiai reakciókon alapszik. A környezetből felvett anyagokat a sejt saját anyagai szintéziséhez használhatja fel. A lebontás és szintézis reakcióit fehérjekatalizátorok, enzimek teszik lehetővé. A sejtekben léteznek univerzális energiaközvetítő molekulák a szerves anyagok szintézisének és lebontásának biokémiai folyamataiban.

13

### Fő koncepció

**Az élet az anyag (materia) szerveződésének legkomplexebb ismert alakja. Az élet komplexitását leginkább a számos szerveződési szint és a köztük lévő interakció növelik. A Földön található valamennyi élet sajátossága némely közös tulajdonság, amely a közös evolúciós származás következménye. Az evolúció a természetes kiválasztódással az élő és élettelen természetet elválasztó folyamat.**

14

Az ökoszisztémák nyitottak, és kapcsolatban állnak egymással. Az ökoszisztémákban az együtt élő és életközösségeket alkotó fajok eltérő módon kapcsolódnak össze. Az egész bolygó az ökoszisztémák összekapcsolt egységeként (bioszféra) működik.

15

A szervezetek a környezetben populációkban élnek, és kihasználják a környezet élő és élettelen adottságait, amelyeket közös néven a faj ökológiai fülkéjének (niche) nevezünk.

16

A szervezet belső és külső környezete eltérő. A belső környezet relatív stabilitása a dinamikus egyensúly eredménye, amely fenntartásához energia szükséges. Valamennyi szervezet a környezetből vesz fel energiát, és anyagcserét folytat a környezettel.

17

**Az evolúció a faj egyedszámának növekedését biztosító potenciál (1), az utódok mutációk és génrekombinációk következtében beállt genetikai variabilitásának (2), a túléléshez szükséges természeti források korlátozottságának (3), az adott pillanatban előnyben lévő szervezetek túlélését, és sikeres szaporodását biztosító környezet szelekciós mechanizmusainak (4) a következményei.**

18

Az ivaros szaporodásnál a szülői gének kombinálódásával új génkombinációk keletkeznek. Az ivaros szaporodás növeli a szervezet fajon belüli változatosságát, és ezzel növeli annak a valószínűségét, hogy megváltozott környezeti körülményekben e faj legalább néhány egyede életben marad. Csak az ivarsejtekben bekövetkezett mutációk következményei olyan változások, amelyeket az utódok örökölhetnek.

19

A sejtek folyamatosan szabályozzák a működésüket. A folyamatok szabályozása a fehérjék működésének változásán és az egyes gének szelektív kifejeződésén alapul. Ez a sejtek számára lehetővé teszi, hogy állandóan reagáljanak a környezetük változására, és hogy kontrollálják és koordinálják a sejtnövekedést és sejtosztódást.

20

**Valamennyi szervezet alapvető szerkezeti és működési egysége a sejt. A sejt működése belső felépítésével van kapcsolatban. A sejtet szelektíven áteresztő biológiai membrán határolja, amely a környezettel zajló interakcióját szabályozza. A sejtben a különböző molekulák halmaza különleges struktúrákat alkot, amelyek sejtfunkciókat végeznek, mint az energiaátalakítás, molekulaszállítás, molekulák lebontása és újak szintézise, felesleges anyagok kiválasztása, valamint genetikai információk raktározása és kifejeződése.**

21

Az ember különböző ökoszisztémákban él, amelyeket a lakosság számának növekedése, a technológia és a fogyasztás miatt egyre jobban változtat. Az ember nagyon megváltoztathatja az ökoszisztémákat, amely a biológiai sokféleség megsemmisülését okozhatja. Az ökoszisztémák túlzott változásai túlléphetik a szervezetek természetes alkalmazkodóképességét, illetve az ember képességét, hogy a változásokhoz technológiailag alkalmazkodjon.

22

A szervezetek felépítése és működése közvetlenül az életfenntartásra vonatkozó problémáiknak a megoldási módjaival kapcsolatos, amelyek az evolúció folyamatában és a szervezetek és környezetük interakciójában alakult ki.

23

A szervezetek biológiai csoportosítása a rendszerben a szervezetek közötti rokonsági kapcsolatokon alapul. A szervezeteket hierarchikusan elrendezett csoportokba és alcsoportokba soroljuk, evolúciós történelmüket tükröző hasonlóságaik alapján.

24

Valamennyi sejt őse sejt. A sejtek növekednek és osztódnak, és ezzel új sejteket hoznak létre. A sejtosztódás a szervezet növekedését és szaporodását teszi lehetővé, ezáltal az élet folytonosságát generációkon keresztül.

25

Élet a Földön (fő koncepciók – más tartalmakhoz történő kapcsolódás)

26

Kutatás és kísérletek (más tartalmakhoz történő kapcsolódás)

27

A sejt

28

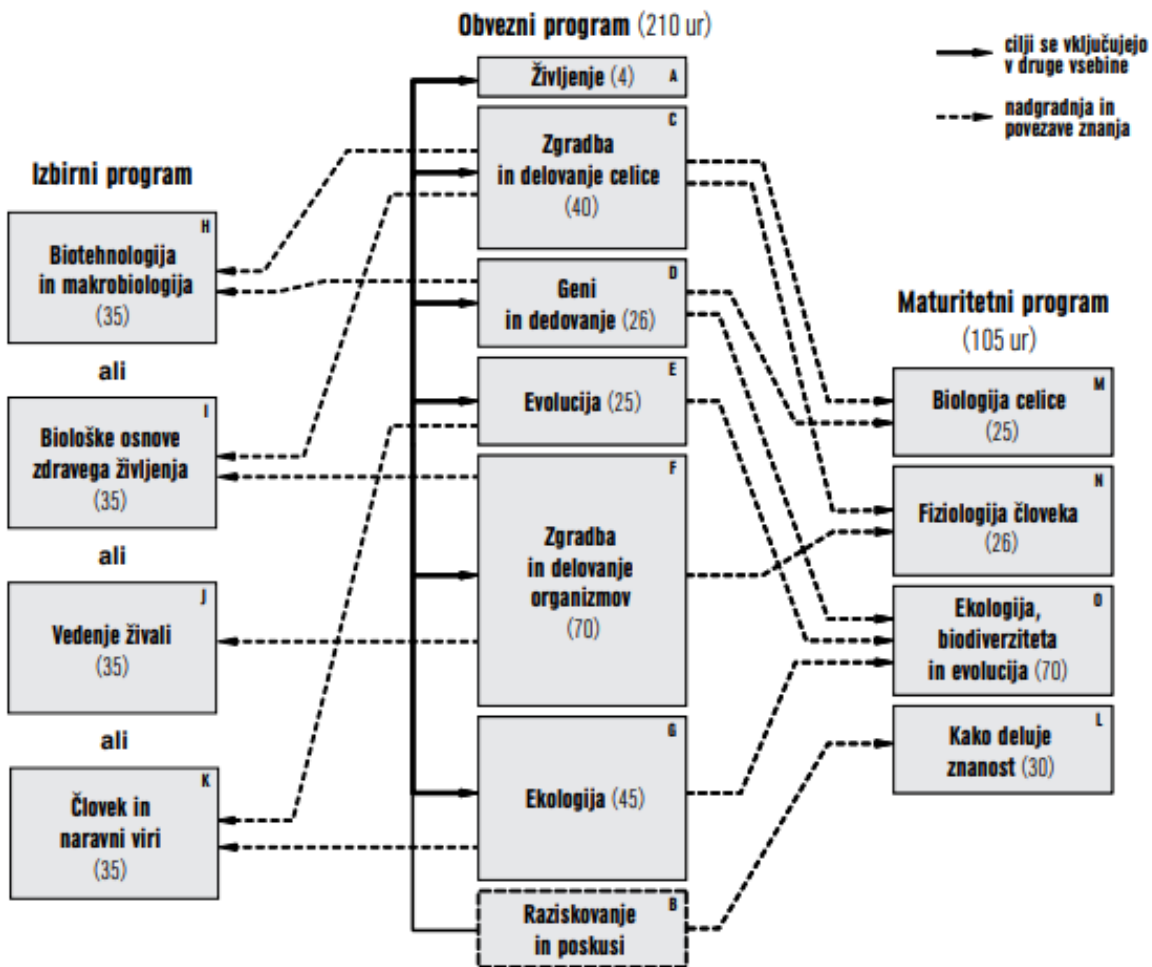
Szervezet

29

Ökoszisztéma

A tudományos haladás értelmes kérdések feltevésén és a jól megtervezett kutatások kivitelezésén alapszik.

A tudás összekapcsolása és bővítése a kötelező, választható és érettségi program között.



- 1 Választható program
- 2 Biotechnológia és mikrobiológia (35)
- 3 Az egészséges élet biológiai alapjai (35)
- 4 Az állatok viselkedése (35)
- 5 Az ember és a természeti erőforrások (35)
- 6 Kötelező program (210 óra)
- 7 Élet a Földön (4)
- 8 A sejt felépítése és működése (40)
- 9 A gének és az öröklődés (26)
- 10 Evolúció (25)

11

**A szervezetek felépítése és működése (70)**

12

**Ökológia (45)**

13

**Kutatás és kísérletek**

14

**Érettségi program (105 óra)**

15

**A sejt biológiája (25)**

16

**Az ember fiziológiája (26)**

17

**Ökológia, biológiai sokféleség és evolúció (30)**

18

**Hogyan működik a tudomány? (30)**

19

**a célok más tartalmakhoz való kapcsolódása**

20

**a tudás bővítése és összekapcsolása**

### **3.1 Kötelező program (210 óra)**

Az egyes témakörök feldolgozásához ajánlott óraszám zárójelben van feltüntetve az egyes témakörök címe mellett.

**Módszertani útmutató:** A laboratóriumi és terepmunka ennek a programnak legalább a 20 százalékát teszik ki (42 óra). Ezek a tevékenységek tartalmilag a B – *Kutatás és kísérletek* témakörhöz kapcsolódnak. Lásd a *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet is!

#### **A – Élet a Földön (4 óra)**

**Módszertani útmutató:** Az *Élet a Földön* témakör céljai értelemszerűen kapcsolódnak be és valósulnak meg a tantárgy teljes programján keresztül (a célok megértésének ösztönzése konkrét, tárgyalt példákon).

**A1** *Az élet az anyag (materia) szerveződésének legkomplexebb ismert alakja. Az élet komplexitását leginkább a számos szerveződési szint és a köztük lévő interakció növelik. A Földön minden életformának vannak bizonyos közös jellemzői, amelyek a közös evolúciós eredetnek köszönhetőek. A természetes szelekció általi evolúció az a folyamat, amely elválasztja az élő és az élettelen természetet.*

A diákok:

- 1 ismerik és megértik az élet alapvető jellemzőit (a biológia alapvető koncepcióit):

#### **Minden életforma alapvető egységessége**

Minden élő szervezet között léteznek alapvető hasonlóságok a felépítésükben és a működésükben, ami a Földön élő valamennyi élőlény közös eredetére és rokonságára utal.

#### **Az élő rendszerek rendkívüli sokfélesége**

Alapvető hasonlóságaik ellenére az élő rendszerek kivételesen sokfélék. A változatosság lehetővé teszi, hogy az élő rendszer minden része külön szerepet tölthessen be, ami hozzájárul az egész működéséhez.

#### **Az élő rendszerek dinamizmusa**

Minden élő rendszer dinamikus, és folyamatosan változik.

#### **Az élő rendszerek kölcsönös függése egymástól**

Az élő rendszerek kapcsolatban állnak egymással, és kölcsönhatásban vannak.

#### **Az élő rendszerek hatékonysága a térbeli szerveződés (struktúra) miatt**

A struktúra, mint az élő rendszerek térbeli szerveződésének magas szintje, lehetővé teszi rendkívüli hatékonyságukat, ami lényegesen nagyobb, mint az egyes alapegységek (a rendszer építőkövei)



hatékonyságának az összege.

### **Evolúció természetes kiválasztódással**

Az élő rendszerek fent felsorolt tulajdonságai a több milliárd éves biológiai evolúció eredménye (epifenoménje).

**Az ember az ökoszisztémák része, és teljes mértékben függ azok működésétől.**

- 2 megértik, hogy a biológiai rendszerek működésének magyarázatához figyelembe kell venni a struktúra, a funkció, az evolúció és a környezeti tényezők közötti kapcsolatokat;
- 3 megértik, hogy az életet, illetve a biológiai folyamatokat elengedhetetlen alapfeltételek teszik lehetővé: szelektíven áteresztő sejtmembránok, anyag- és energiaváltozások, örökítőanyag kódolt információkkal és a káros hatásokat, illetve reakciókat megakadályozó mechanizmusok;
- 4 megértik, hogy az élő rendszerek nyitottak, dinamikusak, és kapcsolatban állnak más rendszerekkel;
- 5 megértik az élet összekapcsoltságát valamennyi szerveződési szinten (a sejttől a bioszféráig) és megfelelő példákat sorolnak fel;
- 6 felismerik, hogy a biológia természettudomány, amely az élő rendszerek fejlődését, felépítését és működését, valamint ezek egymástól való függését tanulmányozza;
- 7 megismerik a biológia különböző területeit;
- 8 megértik a modern biológia fejlődésének hatásait a mindennapi életre, gazdaságra és társadalomra;
- 9 megismerik a biológia tudományának fejlődési fázisait a leírás szintjétől a folyamatok magyarázatain keresztül a modern rendszerbiológiáig, amely az élő rendszereket (sejt, szervezetek, ökoszisztémák és bioszféra) tanulmányozza, valamint a biológia történelmének mérföldköveihez kapcsolódó legfontosabb tudósokat;
- 10 megismerik a biológia tudományának fejlődését Szlovéniában és a fontos szlovén tudósokat a biológia területéről;

### **B Kutatás és kísérletek** (a teljes óraterjedelem legalább 20 százaléka)

**Módszertani útmutató:** A témakör céljai minden más témakör esetében is értelemszerűen alkalmazandók. E témakör általános készségfejlesztő céljai a kötelező programban a teljes óraszám **legalább 20 százalékát teszik ki**. E célok megvalósítása során a diákokat csoportokra osztjuk. Az előkészítés és a kivitelezés során egy laboráns segít. A célok megvalósítása során a tanár szakmai autonómiával rendelkezik a speciális ismeretek integrálását illetően, valamint a többi témakörök, illetve koncepciók megértésének elmélyítését illetően. Lásd a *Laboratóriumi és terepmunka és a Kutatás és kísérletek a biológiai órán c.* fejezeteket is!

#### **B1** *A tudományos fejlődés értelmes kérdések feltevése és a jól megtervezett kutatások kivitelezésén alapszik.*

A diákok:

- 1 megértik a biológiai kutatómunka megközelítéseit (mikroszkópos, biokémiai kutatások, fiziológiai/élettani kutatások, terepmunka, az információs és kommunikációs technológiák használata (IKT) a mérések során és a kutatási eredmények bemutatásakor);
- 2 példákon keresztül megismerik az élet (élő rendszerek) vizsgálatának a módszereit a kutatási kérdés (illetve hipotézis) és elméleti feltevések alapján;
- 3 egyszerű példák segítségével megfigyelési és kísérleti módszereket tudnak tervezni és alkalmazni, valamint kvalitatív és kvantitatív adatokat tudnak gyűjteni;
- 4 képesek bemutatni és elemezni az eredményeket (alapvető statisztikai elemzések); a kutatási kérdésre (illetve hipotézisre)
- 5 képesek érvényes következtetéseket levonni, valamint az elvégzett kísérlet korlátait és előnyeit értékelni, valamint értelemszerű javításokat javasolni;
- 6 ki tudják választani a megfelelő eszközöket és technológiákat, illetve azokat fel tudják használni a kutatás elvégzésére, valamint az adatok gyűjtésére, elemzésére és bemutatására;
- 7 elemezni tudják a természeti jelenségekre jellemző helyszíneket, sorrendeket és időintervallumokat (pl. az állatok mozgásának követése, a fajok szukcessziója az ökoszisztémában);
- 8 képesek olyan helyzetek elemzésére és problémamegoldásra, amelyek a természettudományok különböző területeiről származó fogalmak alkalmazását és integrálását igénylik;
- 9 a mindennapi életben alkalmazzák a kritikai gondolkodást (következtetés levonása a bizonyítékok és érvek alapján; például az állítások hitelességének felülbírálása a médiában);

- 10 megértik, hogy a jelenlegi természettudományos tudás az előzetes tudás fokozatos bővítésének az eredménye;
- 11 megkülönböztetik a tudományos és nem tudományos magyarázatokat;
- 12 megismerik a modellezés és az elméletek mint a valóság bemutatásának módjainak a használhatóságát és korlátait;

### C A sejt felépítése és működése (40 óra)

**Módszertani útmutató:** A sejtet a tanárnak dinamikus rendszerként kell bemutatnia! A sejtek és a bennük zajló folyamatok megértésének a részecskék (kémia) és az energia (fizika) megértésén kell alapulnia!

**C1** *Minden szervezet alapvető szerkezeti és működési egysége a sejt. A sejt működése belső felépítésével függ össze. A sejtet szelektíven áteresztő biológiai membrán veszi körül, amely szabályozza a környezetével való interakcióját. A sejt belsejében a különböző molekulák halmaza különleges struktúrákat alkot, amelyek sejtfunciókat végeznek, mint például az energiaátalakítás, molekulaszállítás, a molekulák lebontása és újak szintézise, felesleges anyagok kiválasztása, valamint a genetikai információk raktározása és kifejeződése.*

A diákok:

- 1 megismerik a sejtek tanulmányozásának egyes módszereit;
- 2 mikroszkóppal megvizsgálják és lerajzolják a sejteket, valamint megjelölik szerkezetüket az ábrán;
- 3 megértik, hogy a sejtek a szervezetek alapvető építési és működési egységei, megértik a kapcsolatot a sejt felépítése és működése között;
- 4 ismerik a sejtek nagyságát, és megértik, hogy nagyságukat leginkább a diffúzió sebessége korlátozza;
- 5 ismerik a víz, a szervetlen anyagok és a szerves anyagok szerepét és jelentőségét a sejt számára;
- 6 ismerik a szerves molekulák alapvető csoportjait (mono-, di-, poliszacharidok, zsíradékok és foszfatid-molekulák, aminosavak és fehérjék);
- 7 megértik, hogy a sejteket és szervezeteket építő makromolekulák egyszerű alapegységek halmazából szintetizálódnak;
- 8 megértik a biológiai membrán felépítését és annak határalakító szerepét a különböző részecskék között;
- 9 megértik a biológiai membrán szelektív áteresztőképességét és az azon zajló anyagáramlás alapvető módjait;
- 10 ismerik a prokarióta és eukarióta (növényi, állati, gomba) sejtek közötti alapvető különbségeket;
- 11 megértik, hogy az eukarióta sejt különböző egymással kölcsönhatásban lévő organelumból (sejtszervecskéből) épül fel;
- 12 megismerik az organelumokat (sejtszervecskéket), és megértik azok alapvető funkcióit, valamint evolúciós származásukat;
- 13 megértik a sejtek és a vírusok felépítésében lévő különbségeket.

**C2** *A sejt nyitott dinamikus rendszer. A sejtfunciók többsége biokémiai reakciókon alapszik. A környezetből felvett anyagokat a sejt a saját anyagai szintéziséhez használhatja fel. A lebontás és a szintézis reakcióit fehérjekatalizátorok – enzimek teszik lehetővé. A sejtekben a szerves anyagok szintézisének és lebontásának biokémiai folyamataiban léteznek univerzális energiaközvetítő molekulák.*

A diákok:

- 1 megértik, hogy a sejt anyagcserefolyamatai kémiai reakciók összessége, amelyben az energia és az anyagok átalakulnak;
- 2 megértik az enzimkatalizált reakció lefolyásának alapkoncepcióját (kulcs és kulcslyuk modell) és az arra vonatkozó hatásokat;
- 3 megértik, hogy az enzim aktív centruma megváltozhat egy meghatározott hőmérséklet felett történő melegítés vagy a pH-változás hatására, aminek következtében az enzim és a reagens molekulái már nem illeszkednek egymáshoz (kulcs és kulcslyuk) és ezért a reakció nem megy végbe;
- 4 megértik, hogy a sejtek által termelt számos fehérje hasonlóan működik (pl. enzimek, receptorok, pumpák);
- 5 felismerik, hogy a szervezet tulajdonságai a fehérjék működésének módját tükrözik;



- 6 megértik, hogy a sejtek az anyagcsere-folyamatokban felszabadult energiát átmenetileg általában egy kis energiában gazdag molekula – az ATP – foszfátkötéseiben tárolják;
- 7 felismerik, hogy az ATP minden élőlényben közvetlen energiaforrás a biológiai folyamatok működtetéséhez, és megértik, hogy a sejtek az ATP-t a szerves molekulák lebontásakor pótolják (glikolízis, sejtlégzés, alkoholos és tejsavas erjedés);
- 8 megértik, hogy a sejtlégzés során a glukóz a citoplazmában a glikolízis során kisebb szerves molekulákra esik szét, eközben megújul az ATP egy kisebb mennyisége; a sejterjedéseknél anaerób módon a piruvátból alkohol és tejsav keletkezik;
- 9 megértik, hogy az aerób sejtlégzés során a mitokondriumban a piruvát szén-dioxidá és hidrogénné bomlik le, amely az oxigénnel vízzé kötődik; ennek során a mitokondrium membránján nagyobb mennyiségű ATP pótlődik;
- 10 megértik, hogy az autotróf szervezetekben más energiaformák (fény) teszik lehetővé a szerves anyagok szintéziséhez szükséges ATP megújulását;
- 11 a fotoszintézist reakciósorozatként magyarázzák el, amelyekben először a fotoszintetikus pigmentek a fényenergiát nyelik el, amelyet aztán energiában gazdag molekulák kémiai energiájává alakítanak, ezek pedig lehetővé teszik a szén-dioxid szerves molekulákba kötését; a vízből melléktermékként oxigént szabadítva fel;
- 12 a mitokondriumok és kloroplasztiszok belső membránjainak példáján keresztül felismerik, hogy a membrán lehetővé teszi a komplex enzimek strukturális szerveződését, a reagensek koncentrációját, valamint a termékek és reagensek szétválasztását, illetve megértik, hogy a struktúra lehetővé teszi a sejt működésének nagyobb hatékonyságát;
- 13 példák alapján összefüggésbe hozzák a sejt anyagcseréjében bekövetkező energia- és anyagváltozásokat a szervezet felépítésével és működésével;

**C3** *A sejtek folyamatosan szabályozzák a működésüket. A folyamatok szabályozása a fehérjék működésének változásán és az egyes gének szelektív kifejeződésén alapul. Ez lehetővé teszi, hogy a sejtek állandóan reagáljanak a környezetükben bekövetkező változásokra, és hogy kontrollálják és koordinálják a növekedésüket és osztódásukat.*

A diákok:

- 1 felismerik, hogy a sejtben a kommunikáció és a folyamatok szabályozásának több mechanizmusa létezik, valamint ezek jelentőségét a változásokra kialakított sejtválaszokban (pl. kalcium-ionok, foszforilált fehérjék, génszabályozás);
- 2 ismerik a nukleinsavak felépítését;
- 3 megértik, hogy a DNS felépítése és kémiai tulajdonságai képezik az információk génekben történő kódolásának (mint a molekuláris „betűk” – nukleotidok – sorozata) és a DNS megkettőződésének (a mátrix-elv) az alapját;
- 4 tudják, hogy az eukarióta sejtben minden kromoszóma egy DNS-molekulából és fehérjéből épül fel;
- 5 megértik, hogy a gén a DNS-molekula része, hogy minden kromoszóma sok gént tartalmaz, és hogy az egyes gének a kromoszómának egy meghatározott helyén (lókuszon) találhatóak;
- 6 megértik a genetikai kód felépítését és szerepét az információk átírásában és fordításában a DNS-től az RNS-en keresztül a fehérjéig;
- 7 megértik a fehérjeszintézis alapvető mechanizmusait;
- 8 megértik a gének kifejezését szabályozó alapvető mechanizmusokat és a DNS szerepét a sejt-folyamatok szabályozásában;

**C4** *Valamennyi sejt őse sejt. A sejtek növekednek és osztódnak, ezzel új sejteket hoznak létre. A sejtosztódás teszi lehetővé a szervezet növekedését és szaporodását, ezzel az élet folytonosságát generációkon keresztül.*

A diákok:

- 1 megértik a prokarióta és eukarióta sejtosztódás hasonlóságait és különbségeit;
- 2 megértik a kromoszómák szerkezetének változásait a sejtciklus során;
- 3 megismerik a mitózis folyamatát;
- 4 megértik, hogy a mitózis során, ha az hibátlanul zajlik, genetikailag azonos sejtek keletkeznek, amely lehetővé teszi a többsejtű szervezetek növekedését és megújulását, valamint az egysejtű szervezetek szaporodását;

- 5 tudják, hogy egyes sejtekben leáll az osztódás folyamata; ezek a sejtek növekednek, differenciálódnak, öregednek és elhalnak;
- 6 összehasonlítják az egészséges és a rákos sejtek osztódását;

#### **D A gének és az öröklődés (26 óra)**

**D1** *Az összes ismert szervezetben a jellegzetességüket meghatározó örökítő információ hordozói a DNS-molekulák. A szervezet tulajdonságainak hordozói, a genetikai információ kifejeződésével keletkezett fehérjék. A mutációk a DNS változásai. Sok mutáció nem befolyásolja a fehérjék szerkezetét és működését, így a szervezetét sem, némelyek azonban a fehérjék, a sejtek és a szervezetek változását okozzák.*

A diákok:

- 1 megértik, hogy egy öröklődő tulajdonságot egy vagy több gén határozhat meg, és hogy a környezettel kapcsolódva egy gén a szervezet több mint egy tulajdonságára lehet hatással (a fehérjék a sejtfunkciók hordozói, ezek pedig a szervezet tulajdonságaiban tükröződnek);
- 2 megértik, hogy a növényi és állati sejtek több ezer különböző gént tartalmaznak, hogy általában mindegyik génnek két másolata (allélja) van, és hogy az allélok lehetnek egyformák vagy kissé eltérők (homozigóta és heterozigóta);
- 3 megértik, hogy a különböző allélokat mutációk – a DNS-molekula nukleotidsorrendjében bekövetkező változások - hozzák létre;
- 4 megértik, hogy a mutagén tényezők a környezet alkotórészei, és ismerik a gyakori mutagén tényezőket (pl. UV- és radioaktív sugárzás, mutagén anyagok);
- 5 megismerik a mutációk fajtáit (gén-, kromoszóma, genommutációk), és hogy léteznek javító mechanizmusok;
- 6 megértik, hogy az egyed örökletes tulajdonságai attól függenek, melyik allélokat örökli a szüleitől, és hogy ezek az allélok hogyan működnek együtt;
- 7 megértik, hogy a környezet is befolyásolja a génekben kódolt tulajdonságok kifejeződését (ezért ugyanaz a genotípus különböző körülmények között eltérő fenotípust alakít ki);

**D2** *Az ivaros szaporodás során a szülői gének kombinálódásával új génkombinációk keletkeznek. Az ivaros szaporodás növeli fajon belüli szervezetek változatosságát, növelve annak valószínűségét, hogy a megváltozott környezeti feltételek között e faj legalább néhány egyede életben maradjon. Csak az ivarsejtekben bekövetkezett mutációk eredményeznek olyan változásokat, amelyeket az utódok örökölhetnek.*

A diákok:

- 1 megismerik, hogy a meiózis és a megtermékenyítés, valamint a diploid és a haploid állapot közötti átmenet az új genetikai kombinációk létrehozásának az alapja;
- 2 megismerik a meiózis folyamatát;
- 3 a mitózis és a meiózis folyamatának összehasonlításával megértik, hogy a mitózis során genetikailag azonos leánysejtek keletkeznek, a meiózisonál pedig genetikailag különböző sejtek, valamint tudják, hogy a többsejtű szervezetben csak bizonyos sejtek osztódnak meiózissal;
- 4 megértik, hogy a meiózis az ivaros szaporodás folyamatának része, amely során a homológ kromoszómapárok szétválnak, és véletlenszerűen osztódnak el az újonnan keletkezett ivarsejtek között, amelyek minden homológ párból egy-egy kromoszómát tartalmaznak (a sejt diploid állapotból haploid állapotba kerül);
- 5 megértik, hogy az adott allél jelenlétének a valószínűsége az ivarsejtben (a nem homológ kromoszómák véletlenszerű kombinációja az ivarsejtben) összefüggésben van a kromoszómák véletlenszerű eloszlásával a meiózis során (a homológ kromoszómák szétválása);
- 6 megismerik, hogy a meiózis kezdetén általában a homológ kromoszómák egyes részeinek a cseréje jön létre (átkeresztelkedés vagy crossing-over) és megértik, hogy eközben a kromoszómákon új allélkombinációk keletkezhetnek;
- 7 megértik, hogy a sejtek haploid állapotba jutása a meiózis során összefügg a diploid állapot visszaállításával a két ivarsejt egyesülésekor – megtermékenyítéskor (a DNS mennyiségének megőrzése egyik nemzedékről a másikra), és megértik a diploid állapot elterjedtségét és jelentőségét;

- 8 megértik az ivaros szaporodás jelentőségét a szervezetek változatosságában, valamint az ivaros és ivartalan szaporodás előnyeit és hátrányait;
- 9 megértik a klónozás alapelveit;

**D3** *A sejtek különböző módon öröklődő és kifejeződő géneket tartalmaznak. Az ember a biotechnológia (a mesterséges szelekció és géntechnológia) által a saját szükségleteinek kielégítésére változtatja meg a szervezetek genomját.*

A diákok:

- 1 megértik az öröklődés alapvető típusait, és példákkal elmagyarázzák azokat (az utódok genotípusainak és fenotípusainak várható arányai);
- 2 a szervezetek genotípusából megjósolják a fenotípusukat és a fenotípusokból a genotípusukat, valamint azonosítják a környezet lehetséges hatásait a fenotípusra;
- 3 megértik és egyszerű modelleken megmagyarázzák a gének mesterséges módosításának és átvitelének lehetséges módjait;
- 4 elemzik az alapvető különbségeket a keresztezés és a géntechnológiával elvégzett mesterséges genotípus-változtatás között, valamint értékelik a genetikailag módosított szervezetek használatának lehetséges előnyeit és hátrányait;
- 5 a géntechnológiai ismereteik alapján megértik a biológiai ismeretek jelentőségét az aktív állampolgárságra vonatkozóan;

## **E Evolúció (25 óra)**

**E1** *A Nap, a Föld és a Naprendszer más részei 4,6 milliárd évvel ezelőtt, a földi élet pedig több mint 3,5 milliárd évvel ezelőtt keletkezett. A szervezetek sokfélesége az evolúció eredménye, amely minden rendelkezésre álló ökológiai fülkét az élet különböző formáival töltött meg. A geoszféra és bioszféra (szervezetek) interakciójának következményeként alakult ki a Föld mint rendszer, amely még napjainkban is fejlődik.*

A diákok:

- 1 megismerik, hogy az élő rendszerek fejlődnek és változnak (sejt, szervezet, ökoszisztéma, bioszféra), valamint megértik, hogy az evolúció a természetes kiválasztódással az élet egyik alapvető jellegzetessége;
- 2 megismerik a földi élet kialakulására vonatkozó különböző hipotéziseket, valamint összehasonlítják őket (megértik a kemo- és bioevolúció lehetséges folyamatait, valamint összekapcsolják őket a változó körülményekkel a Földön, illetve következtetnek az élet formáinak lehetséges létezésére a világűrben);
- 3 az élőlények felépítésében és működésében (sejtmembrán, citoplazma, nukleinsavak, ATP, hasonló kémiai folyamatok, fejlődés) mutatkozó egységet összekötik a közös evolúciós származással;
- 4 megértik, hogy az első szervezetek heterotrófok voltak, és megértik a fotoszintézis kialakulásának jelentőségét, az autotrófok hatását a légkör összetételére, valamint azok szerepét a mai bioszférában;
- 5 megértik az endoszimbióta-elméletet, és megismerik a többsejtű szervezetek keletkezésére és fejlődésére vonatkozó hipotéziseket;
- 6 megértik azokat a tényezőket, amelyek lehetővé tették az élőlények megjelenését a szárazföldön.

**E2** *Az evolúció a következők eredménye: (1) egy faj lehetősége az egyedszámának növelésére, (2) az utódok genetikai változatossága a mutációk és génrekombinációk következtében, (3) a túléléshez szükséges természeti erőforrások véges rendelkezésre állása, (4) a környezet szelekciós mechanizmusai, amelyek lehetővé teszik az adott helyzetben előnyben lévő szervezetek túlélését és sikeres szaporodását.*

A diákok:

- 1 megértik, hogy a környezethez való alkalmazkodás evolúciós folyamataiban a fajok megváltoztathatják a felépítésüket, fiziológiájukat vagy viselkedésüket, ami növelheti túlélésük és szaporodásuk eredményességét az adott környezetben;
- 2 felismerik, hogy a mutációk által egyes egyedek új tulajdonságokat szereznek, amelyek számukra és utódaik számára előnyt biztosítanak a túlélésben és szaporodásban az adott környezetben, valamint hogy a

természetes kiválasztódással olyan populációk keletkeznek, amelyek jobban alkalmazkodnak az adott környezethez;

- 3 megértik, hogy a természetes kiválasztódás a szervezet fenotípusára és nem a genotípusára hat;
- 4 megértik, hogy a mutációk nem irányítottak, a természetes kiválasztódást pedig a környezet jelenlegi körülményei irányítják;
- 5 a genotípust összekötik a populáció génkészletével, és megismerik, hogy az új mutációk állandóan változtatják a génkészletet;
- 6 megértik, hogy a homozigóta egyed számára letális allélok a heterozigótában tovább terjedhetnek, és így megmaradnak a génállományban;
- 7 megértik, hogy a mutációk, a migrációk, a szelektív párosodás és a szelekciós nyomás hatással vannak egy populáció génállományának a változására;
- 8 megismerik a faj definícióját, illetve a faj definíciójával kapcsolatos problémákat;
- 9 megértik a fajok keletkezésének (speciáció) folyamatát és az arra vonatkozó reproduktív izoláció jelentőségét;
- 10 megértik, hogy az alacsony genetikai variabilitású populációk jobban ki vannak téve a kihálás veszélyének, és hogy a faj kihal, amikor a környezete megváltozik, és a faj alkalmazkodási tulajdonságai nem teszik lehetővé a túlélést az új környezetben;
- 11 megértik az alkalmazkodás evolúcióját és a természetes kiválasztódás szerepét ebben; a komplex struktúrák és folyamatok fokozatosan alakulnak ki a meglévő elemek felépítésének és működésének megváltoztatásával; a természetes szelekció általi evolúció nem tökéletes szervezeteket hoz létre, hanem csak az adott környezethez jól alkalmazkodni képes szervezeteket;
- 12 példák alapján megkülönböztetik a konvergens és divergens fejlődést, illetve az analóg és homológ struktúrákat, valamint ezt összekötik azzal a környezettel, amelyben a szervezetek fejlődnek;
- 13 példákon megismerik az evolúció anatómiai, embriológiai, biogeográf, molekuláris biológiai és biokémiai bizonyítékait;
- 14 megértik a fossziliák jelentőségét, mint az élő rendszerek (szervezetek, ökoszisztémák) hosszú időn át tartó evolúciós fejlődésének a bizonyítékait;
- 15 megértik, hogy az összes ma élő szervezet egy közös ősből fejlődött ki, és ezért ugyanolyan hosszú evolúciós múlttal rendelkezik;
- 16 megismerik a természetes és mesterséges szelekció közötti hasonlóságokat és különbségeket;
- 17 megismerik az emberi faj evolúciójának mérföldköveit (*Australopithecus afarensis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens*, és ezek elterjedését Afrikából).

**E3** A szervezetek biológiai rendszerezése az élőlények közötti rokonságon alapul. A szervezeteket hierarchikusan elrendezett csoportokba és alcsoportokba soroljuk az evolúciós történetüket tükröző hasonlóságaik alapján.

A diákok:

- 1 megértik, hogy a szervezetek csoportjait hierarchikus felépítésű rendszerbe soroljuk, amely a rokonsági kapcsolataikat tükrözi;
- 2 megismerik, hogy a szervezetek rendszerbe sorolásának alapegysége a faj;
- 3 megértik, hogy a fajokat a könnyebb leírás és a biológiai sokféleség tanulmányozása miatt tudományosan megnevezzük (kéttagú megnevezés);
- 4 megértik a rendszertan jelentőségét és szerepét, valamint megkülönböztetik az alapvető rendszertani kategóriákat;
- 5 megismerik, hogy az összehasonlító anatómia és embriológia, valamint a DNS és a fehérjeszekvenciák összehasonlítása felhasználható a szervezetek csoportjai közötti rokonsági kapcsolatok azonosítására;
- 6 megismerik és felhasználják a szervezetek rendszerbe sorolása és a szervezetek fajai meghatározásának egyes módszereit és kritériumait;
- 7 megismerik a szervezetek szélesebb rendszertani csoportjait és a köztük lévő rokonsági kapcsolatokat (archeák, eubaktériumok és eukarióták);
- 8 az eukarióták szélesebb csoportjai között felismerik a következő csoportokat: egysejtűek; gombák; algák; növények: mohák, harasztok, magvas növények (nyitvatermők, zárvatermők); állatok: szivacsok,

- csalánozók, laposférgek, fonálférgek, puhatestűek, gyűrűsférgek, ízeltlábúak (rákok, pókszabásúak, rovarok, százlábúak), tüskésbőrűek és a gerincesek csoportjai;
- 9 megértik a különbségeket a progresszív és regresszív fejlődés között, valamint kiválasztják a megfelelő példákat az élőlények rendszeréből;
  - 10 megértik, hogy a ma élő szervezetek különböző fajainak milliói rokonsági kapcsolatban vannak evolúciós származásuk miatt a közös ősből, valamint összekötik a kiválasztott fajok evolúciós történelmét a rendszertannal;
  - 11 megismerik, hogy rendszerbe sorolhatjuk a ma élő és a kihalt fajokat.

## **F A szervezetek felépítése és működése (70 óra)**

**Módszertani útmutató:** A diákok az F1, F2 és F3 koncepciókat leginkább *A szervezetek felépítése és működése* témakör többi tartalmánál ismerjék meg a szervezetek konkrét példái által!

Az élőlények alapvető tulajdonságai

**F1** *Annak ellenére, hogy a szervezetek igen sokszínűek, felépítésükben és működésükben vannak alapvető hasonlóságok, amelyek közös evolúciós származásuk következményei. Egyben valamennyi szervezet hasonló, az életet befolyásoló problémák megoldásával küzd – a belső szerveződés fenntartása, valamint energia, anyagok, élőhely és utódok biztosítása.*

A diákok:

- 1 megértik, hogy minden szervezetnek hasonlóak az alapvető tulajdonságai és hasonló, az életet befolyásoló problémák megoldásával küszködik:
  - a. a környezettől való elszigeteltség;
  - b. a környezetből való energianyerés képessége és annak megfelelő formába alakítása az életfolyamatok fenntartásához;
  - c. a külső környezettől eltérő belső környezet fenntartásának képessége;
  - d. az anyagok felügyelt, a környezettel való cseréjének képessége;
  - e. a saját alak megtartásának képessége;
  - f. a tulajdonságok öröklődő formában történő leírásának képessége;
  - g. a szaporodás képessége, amelynél a saját tulajdonságok leírása öröklődik;
  - h. a környezeti változásokra való reagálás képessége és a saját működésének környezethez való alkalmazkodása úgy, hogy növelje annak a valószínűségét, hogy a saját tulajdonságai átöröklődjenek az utódokra.

**F2** *Valamennyi szervezet sejtekből épül fel. Az egysejtűeknél valamennyi életfolyamat és a szervezet működésének felügyelete egy sejt szintjén zajlik, a többsejtűeknél pedig a szervezetben számos sejt összehangolt működése van jelen, amelyek szövetekbe, szervekbe és szervrendszerekbe szerveződtek.*

A diákok:

- 1 megértik, az egysejtűség és többsejtűség előnyeit és hátrányait, valamint megismételik a többsejtűség evolúciós kialakulását;
- 2 megértik, hogy a többsejtűség lehetővé teszi a differenciálódást (a feladatok felosztása a sejtek között a szervezeten belül) és így a genetikai anyag jobb megőrzését generációkon keresztül;
- 3 megértik, hogy általában a többsejtű szervezetek valamennyi sejtjének genomja megegyezik, a sejtek differenciálódása pedig a génexpresszió különböző mintáinak következménye.

**F3** *A szervezet belső és külső környezete eltérő. A belső környezet relatív stabilitása a dinamikus egyensúly eredménye, amely fenntartásához energia szükséges. Valamennyi szervezet a környezetből vesz fel energiát, és anyagcserét folytat a környezettel.*

A diákok:

- 1 modell segítségével megismerik a negatív visszacsatolás elvét, mint a dinamikus egyensúly fenntartásának egyszerű mechanizmusát;
- 2 megismerik, hogy az egysejtűeknél a belső környezet a sejt belseje, a többsejtűeknél pedig a szervezet belső környezete és az adott sejtek belső környezete létezik;
- 3 megismerik és megértik a felvételre, átdolgozásra, szállításra és kiválasztásra szolgáló szervek felépítése és működése közötti kapcsolatot a szervezet specifikus környezetére vonatkozóan.

**F4** *A szervezetek felépítése és működése közvetlenül az élet fenntartásával kapcsolatos problémák megoldási módjaival áll összefüggésben, amelyek az evolúció folyamatában és a szervezetek és környezetük interakciójában alakult ki.*

**Módszertani útmutató:** A tanár a bemutatott szervezetek konkrét példáit kapcsolja össze a szervezetek rendszerével és a bemutatott szervezetek közötti evolúciós viszonyokkal. Amikor lehetséges, a szervezetek példáira olyan fajokat használjon fel, amelyek Szlovénia területén élnek. A szövetek tárgyalását saját szakmai döntése alapján, a szervek felépítését és működését tárgyaló célokba építse be.

A baktériumok és gombák felépítése és működése

A diákok:

- 1 ismerik a baktériumsejt alapvető jellegzetességeit;
- 2 megismerik, hogy a baktériumok egysejtű szervezetek, amelyek ivartalanul szaporodnak, de egymás között kicserélhetik genomjuk egy részét;
- 3 megértik, hogy a baktériumok egyes csoportjai hosszú evolúciós történelmük miatt egymás között jobban különböznek, mint pl. az eukarióták nagy csoportjai (a szervezetek három doménba történő felosztása): archeák, eubaktériumok és eukarióták;
- 4 megismerik, hogy energia- és anyagnyerés szempontjából a baktériumok kivételesen változatosak (pl. heterotrófok, fotoautotrófok – cianobaktériumok, kemoautotrófok, nitrogénfixálók) és hogy a baktériumok rendkívüli változatossága az anyagcserét illetően fontos energiaáramlásban és az anyagok körforgásában az ökoszisztémákban (baktériumok nélkül nincs ökoszisztéma);
- 5 megismerik, hogy egyes baktériumok közvetlen gazdasági jelentőséggel bírnak az ember számára (biotechnológiai felhasználás) és hogy csak a baktériumok ritka fajtái okoznak betegségeket (az antibiotikumok használata);
- 6 ismerik a gombasejt alapvető tulajdonságait;
- 7 megismerik, hogy a gombáknak több szerveződési típusa van (pl. egysejtűek – élesztőgombák, többsejtűek – penész-, üszög-, rozsdagombák, „gombák”);
- 8 megismerik, hogy a gombák ivaros vagy ivartalan módon szaporodhatnak;
- 9 megértik, hogy a gombák sejtfallal rendelkező heterotrófok, ami miatt általában mozgásképtelenek, és ezért fontos lebontók, egyesek pedig élősködők és szimbióták is (zúzmók, mikorrhiza);
- 10 megismerik, hogy egyes gombák közvetlen gazdasági jelentőséggel bírnak az ember számára (biotechnológiai felhasználás is).

A növények felépítése és működése

A diákok:

- 11 ismerik a növényi sejt alapvető jellegzetességeit;
- 12 megismerik, hogy a növények túlélési stratégiái és a növények számos „életet érintő problémája” (pl. az energia- és anyagszerzés módja, a növényevőkkel szembeni védelem, a pollen és a magvak terjedése, a kedvezőtlen körülmények túlélése) a fotoautotróf jellegzetességgel és a talajhoz rögzített életmóddal kapcsolatos;



- 13 példák alapján megismerik a sejtek tulajdonságai és az egész növény tulajdonságai közötti kapcsolatot (pl. kloroplasztisz – autotróf jellegzetesség; sejtfa – talajhoz rögzítés, nem mozognak; színyanyagok a vakuólumban (sejtnedvüregben) – a beporzók és a magokat terjesztők vonzása);
- 14 megismerik a növényi szervezet szerveződési szintjeinek hierarchiáját.

### **Energiatermelés, anyagcsere és -szállítás**

A diákok:

- 15 megértik, hogy a fotoszintézis csak a növény egyes sejtjeiben zajlik, és hogy a növény a fotoszintézis során keletkezett szerves anyagokkal az összes többi sejtet is ellátja;
- 16 megértik, hogy az összes élő növényi sejtben egész idő alatt sejtlézés zajlik;
- 17 megértik, hogy a fotoszintézis során keletkezett szénhidrátokat az életfolyamatokat (sejtlégzés) biztosító energia termelésére és a saját szerves anyagok kiépítésére használják fel, valamint hogy a fotoszintézis során keletkezett anyagok egy része ideiglenesen raktározódik (anyagtartalék);
- 18 megértik, miért van a növényeknek az életfolyamatok fenntartására fényenergián, vízen és szén-dioxidon kívül ásványi anyagokra is szükségük (pl. egyes szerves anyagok kiépítéséhez szükséges nyersanyagok, az enzimek aktiválására, a sejt belső környezetének fenntartására);
- 19 megértik, hogy a szárazföldi növények a fotoszintézishez szükséges szén-dioxidot a gázcsere nyílásokon keresztül veszik fel, és ezért a transzspirációval nagy mennyiségű vizet veszítenek;
- 20 megértik a víz, az ásványi anyagok és a szerves anyagok szállításának jelentőségét és módját a növényben;
- 21 összekötik a levél, a szár és a gyökér külső és belső felépítését azokkal a feladatokkal, amelyeket ezek a szervek végeznek;
- 22 megismerik, hogy a növények anyagcsereje optimálisabb az állatokénál (kevesebb a fel nem használt termék), ezért a kiválasztáshoz nincs szükségük specializált rendszerre.

### **Szaporodás, növekedés és fejlődés**

A diákok:

- 23 megismerik, hogy a növényeknél a sejtosztódás fő területei a hajtás- és a gyökércsúcsban vannak, és ezt összekötik a növények növekedési módjával (a növények állandóan változtatják testük formáját; a növények klónjainak különböző testformájuk van);
- 24 megértik a fásodás folyamatának alapjait (szekunder növekedés) a fás növényeknél, valamint a fa és a kéreg felépítését és működését, valamint ezt összekapcsolják a fás növények túlélési stratégiájával;
- 25 a zárvatermők példáján megismerik a növények ivaros szaporodásának alapjait, a mag felépítését és jelentőségét, valamint a csírázás folyamatát;
- 26 összekötik a pollen átvitelének módjait (rovarmegporzás, szélmegporzás) a virág strukturális jellegzetességeivel;
- 27 megértik a magvak terjesztésének jelentőségét a faj túlélésére vonatkozóan, és összekötik a magvak terjesztésének módjait a magok és a termések jellegzetességeivel;
- 28 példák alapján megismerik a növények ivartalan (vegetatív) szaporodásának módjait, és megértik a növények ivaros és ivartalan szaporodásának előnyeit és hátrányait;
- 29 példák alapján megismerik a növények evolúciós alkalmazkodását az abiotikus és biotikus tényezőkre (pl. szárazság, növényevők).

### **A szervezet működésének szabályozása és a környezeti változásokra vonatkozó visszajelzés**

A diákok:

- 30 megismerik, hogy a növények a talajhoz rögzítésük miatt nem tudnak elmenekülni a környezeti változások elől, ezért a változásokra a működésükkel reagálnak a sejtek szintjén (pl. génexpresszió) és a hormonális szabályozással;
- 31 példák alapján megértik, hogyan élnek túl a növények a kedvezőtlen életkörülményeket (pl. a levelek hullásával, tápanyagok felgyülemelésével a raktározó szervekben, egygyáriak);

- 32 példák alapján megismerik a növények reagálását az abiotikus és biotikus tényezők változására (pl. fény, patogének);
- 33 példákon ismerik meg a növények interakcióját más szervezetekkel: élősködő viszony (növényi betegségek, élősködő növények), szimbióta viszonyok (mikorrhiza, nitrogénbaktériumok), megporzás és a magvak terjesztése, viszonyok a növényevőkkel stb.;
- 34 ismerik a növények közvetlen és közvetett jelentőségét az emberek számára.

#### Az ember és más állatok felépítése és működése

**Módszertani útmutató:** Az egység valamennyi témakörében az állatok életfenntartásának magyarázatához az emberi szervezet szolgáltató modellt. A tanár egyéni döntése alapján választja ki az állatcsoportok egyes képviselőit, amelyek által elmagyarázza a diákoknak, hogy a különböző szervezetek különböznek és egyben hasonlítanak az életfenntartást illetően.

A diákok:

- 35 ismerik az állati sejt alapvető tulajdonságait, és tudják, hogy az állatok a sejtfal hiánya miatt mozgékonyak és helyváltoztatásra képesek;
- 36 megismerik az állati szervezet szerveződési szintjeinek hierarchiáját.

#### Energiatermelés, anyagcsere és -szállítás

A diákok:

- 37 megértik, hogy az állatok a növényekkel szemben képtelenek önállóan szerves anyagokat (cukrokat, zsíradékokat és aminosavakat) előállítani szerves anyagokból, de ugyanúgy, mint a növényeknek szükségük van vízre és ásványi anyagokra, valamint bizonyos szerves anyagokra is (vitaminokra); ezeket az anyagokat a táplálékkal veszik magukhoz;
- 38 megértik, hogy a tápanyagokat az életfolyamatok (sejtlégzés) fenntartásához szükséges energia megtermelésére és saját szerves anyagok kiépítésére használják fel, amelyre a sejtnak (biomassza) szüksége van, valamint hogy a fel nem használt tápanyagok ideiglenesen raktározódnak (glikogén, zsíradék);  
Megjegyzés: A tápanyagoknak a növényekben is ugyanolyan szerepük van (hasonlítsd össze az F<sub>4</sub>-38 és az F<sub>4</sub>-17 célokat).
- 39 megértik, hogy az ásványi anyagok és vitaminok bizonyos szerves anyagok – az enzimek aktiválásához, a sejt belső környezetének fenntartásához – előállításához szükségesek nyersanyagként;
- 40 megértik az emberi tápcsatorna felépítésének és működésének kapcsolatát, és megismerik, hogy a tápcsatorna különböző részei különböző feladatot végeznek, valamint ismerik az emésztőmirigyek szerepét;
- 41 megismerik a kiegyensúlyozott táplálkozás (táplálkozási piramis) jelentőségét, és összekötik a táplálkozási zavarokat a táplálkozás módjaival, valamint megismerik a leggyakoribb táplálkozási zavarokat és betegségeket;
- 42 példák alapján megismerik a különböző megoldásokat a táplálkozást és emésztést illetően bizonyos állatcsoportok képviselőinél (pl. papucsállatka, galandférgek, csalánozók, kagylók, pókok, kerdőzök);
- 43 megértik, hogy az állatok többsége sejtlégzéssel termeli az energiát, amihez az oxigénnek minden sejthez való szállítása, valamint a szén-dioxid elszállítása szükséges; megértik a különbséget a ventiláció, gázcsere és a sejtlégzés között;
- 44 ismerik az ember légzőrendszerének felépítését, és összekötik azt a gázcsere funkciójával;
- 45 megértik, hogy a gázcsere diffúzió segítségével zajlik, ami rövid távolságokat követel meg, és ezt összekötik a tüdőhólyagocskák és tüdőkapillárisok felépítésével;
- 46 megértik a gázcsere szánt felület nagysága és az egész test oxigénfelhasználási szintje közötti kapcsolatot;
- 47 megismerik a légzőrendszer leggyakoribb betegségeit (pl. asztma), megismerkednek az elsősegélynyújtással fulladás és vízbefulladás esetén, valamint ismerik a dohányzás veszélyeit;
- 48 példák alapján megismerik más állatok különböző légzési módjait (pl. papucsállatka, laposférgek, csalánozók, szárazföldi ízeltlábúak, halak, kételtűek);
- 49 megértik, hogy a többsejtű szervezeteknek a diffúzió korlátozottsága miatt szállítórendszerekre van szükségük, amelyek eredményessége az anyagok felhasználási szintjéhez kötődik: az állandó testhőmérsékletű állatok magas szintű oxigénfelhasználása igen hatékony rendszert követel meg az oxigén szállítására;
- 50 ismerik az emberi vér összetételét, valamint megértik alkotóelemei (vérplazma, eritrociták, trombociták, leukociták) funkcióit;
- 51 megértik, hogy a vér a légzési gázok szállításán kívül más funkciókat is végez (tápanyagok,



- anyagcseretermékek, hormonok, hő... szállítása);
- 52 ismerik az ember szívének és érrendszerének felépítését és működését, valamint összekötik azt az elsődleges funkciójával, a légzési gázok szállításával;
- 53 megismerkednek a szív, az érrendszer és a vér egyes betegségeivel, ismerik a prevenciót és az elsősegélynyújtást vérzéssel járó sérülések esetén;
- 54 példák alapján megismerik a szállítás különböző módjait más állatcsoportoknál, és megértik a szervezetek nagyságának és formáinak korlátait, amelyeket a különböző szállítórendszerek határoznak meg (pl. papucsállatka, laposférgek, csalánozók, csigák, ízeltlábúak, halak);
- 55 megértik, hogy a sejtekben a CO<sub>2</sub> mellett más anyagcseretermékek is keletkeznek, amelyek a szervezetre mérgezőek is lehetnek (leginkább nitrogénvegyületek);
- 56 megértik, hogy valamennyi szervezetnek meg kell szabadulnia a szükségtelen, többlet- és potenciálisan mérgező anyagoktól, amihez a nagyobb és komplexebb szervezeteknek külön kifejlesztett rendszerük van – kiválasztórendszer;
- 57 ismerik az ember kiválasztórendszerének felépítését, összekötik a nitrogénvegyületek kiválasztásának funkciójával, és megértik, hogy a kiválasztórendszer a nitrogénvegyületek kiválasztása mellett az ozmoreguláció funkcióját is végzi;
- 58 megismerik a kiválasztórendszer leggyakoribb betegségeit és a prevenciót;
- 59 példák alapján megismerik a nitrogénvegyületek kiválasztásának más módjait az állatoknál (pl. kopoltyú a vízi gerincteleneknél, Malpighi-edények); megismerik az állatok által kiválasztott nitrogénvegyületek fajtáit (ammónia, húgysav, karbamid) és azt életmódjukkal kötik össze.

## A szervezet működésének szabályozása

A diákok:

- 60 megértik, hogy a többsejtű állatoknál a testműködés szabályozásának két fő rendszere a hormonális rendszer (a lokális mediátorokkal együtt, pl. növekedési faktor, gyulladásos mediátorok, nitrogén-oxid) és az idegrendszer;
- 61 megértik, hogy a hormonok a célszövetekig és célsejtekig a szállítórendszer segítségével szállítódnak; a célsejtek a felületükön és/vagy a sejtmagjukban hormonreceptorokat tartalmazó sejtek; ezek aktivációja változást okoz a sejt működésében (gyors reakció – a membrán vezetőképességének változásai stb., lassú reakció – a génexpresszió szabályozása);
- 62 a pajzsmirigy és hasnyálmirigy példáján megismerik a belső kiválasztású mirigyek működésének elvét és a hormonok jelentőségét az emberi test összehangolt működésében;
- 63 megismerik a leggyakoribb endokrin betegségeket és a hormonális terápia elvét;
- 64 megértik, hogy az állatoknak a növényekkel és gombákkal ellentétben leginkább a helyváltoztató életmódjuk miatt van szükségük a különböző szervrendszerek működését rövidebb időtartamban koordináló és felügyelő rendszerekre; a gyors reakciókra a hormonális rendszer túl lassú, ezért az aktívabb állatoknak idegrendszerre van szükségük, amely sokkal gyorsabban reagál;
- 65 a mozgató idegsejt példáján megismerik a gerincesek idegsejtjének alapvető felépítését;
- 66 megismerik, hogy az idegsejtek működésének alapvető elvei elektromos fenomének, amelyek a membránfehérjék (ioncsatornák és ionpumpák) működésének és az ezzel kapcsolatos ioneloszlás és a sejtmembránon keresztül zajló iontranszport következményei;
- 67 megértik a nyugalmi membránpotenciál kialakulását, megértik az ingerület kialakulásának elvét és annak továbbítását az idegroston, valamint ismerik a mielizáció hatását az ingerület továbbításának sebességére;
- 68 általánosított modellen megismerik a kémiai szinapszis működésének a módját;
- 69 megismerik, hogy az emberi idegrendszert központi és környéki idegrendszer alkotja;
- 70 ismerik a gerincvelő alapvető felépítését, és a térdreflex példáján megértik az idegrendszer működésének alapvető elvét;
- 71 megismerik az agy alapvető felépítését, és megértik, hogy az agy különböző részei különböző funkciókat végeznek (nagyagy, kisagy, kéreg, agytörzs);
- 72 megértik, hogy a pszichoaktív anyagok (drogok és gyógyszerek) hatással vannak a szinapszisok működésére; megismerik a pszichoaktív anyaggal történő visszaélés következményeit;
- 73 példák alapján megismerik az állatok (pl. csalánozók, ízeltlábúak, gerincesek) idegrendszerének különböző típusait és szerveződési módjait;
- 74 megértik, hogy az öntudat a komplex központi idegrendszer kialakulásának a következménye, amely az embernél éri el a legmagasabb szintet, kisebb mértékben más emlősöknél is jelen van (legjobban az

emberszabású majmoknál van kifejlődve!);

- 75 megértik, hogy az állatok viselkedése a központi idegrendszerben lejátszódó folyamatok következménye, és hogy az állatok viselkedésének jelentősége abban áll, hogy növeli a genetikai információ egyik generációról a másikra történő átadásának az esélyét;
- 76 megértik, hogy az állatoknak mozgásuk miatt sürgősen gyors és naprakész információkra van szükségük, amelyeket az érzékszerveik továbbítanak;
- 77 megértik, hogy az érzékszervek a fizikai és kémiai mennyiségek változását és állapotát érzékelik (mechanikai, fényingerek, hőmérséklet és kémiai ingerek);
- 78 megértik, hogy az állatok külön érzékszervekkel a test belső állapotát is érzékelik;
- 79 tudják, hogy az érzékszervek az információt a központi idegrendszernek közvetítik, ahol az információt feldolgozza, és hogy az agy az érzékelésben ugyanolyan fontos, mint maga az érzékszerv;
- 80 megismerik az emberi érzékszervek alapvető felépítését, és megértik a működésük elvét a fül és a szem példáján;
- 81 példák alapján megismerik más állatcsoportok érzékszerveit (pl. a rákók és a rovarok összetett szemét, a lábasfejűek szemét, a hang érzékelését a rovaroknál) és a szem példáján megértik a komplex struktúrák fokozatos evolúciós kialakulását.

## Védelem, támasz és mozgás

A diákok:

- 82 megértik, hogy valamennyi állat különvált a külső környezetétől, és annak negatív hatásaival szemben védve van, ugyanakkor a környezettel anyagcserét folytat;
- 83 megismerik, hogy az egyszettű állatoknak többnyire nem csak egyszerű, a környezettel határt képező membránjuk van, hanem a sejt belső környezetét védő és gyakran támaszt adó és formájuk megtartását is biztosító struktúrájuk;
- 84 megismerik a bőr felépítését és funkcióját az embernél, és összehasonlítják azt bizonyos más állatok hámstruktúráival;
- 85 megismerik az UV-sugárzás lehetséges káros hatását az élőlényekre;
- 86 megértik, hogy a mozgás és helyváltoztatás miatt minden állatnak egyszerre kell megtartania és megváltoztatnia az alapformáját, ezt a váz és a mozgásrendszer biztosítja;
- 87 megértik, hogy az állatok az evolúció során három váztípust fejlesztettek ki – külső vázat (egyidejűleg testfelület és védelem is), belső vázat és hidrosztatikus támaszt;
- 88 ismerik a csont- és porcszövet, valamint a kollagénszövet különböző szerepeit;
- 89 megismerik a csontok, ínzalagok, inak és izmok kapcsolatát;
- 90 megismerik a csontok további funkcióit (védelem, kalciumtartalék...);
- 91 példákon megismerik más állatok vázrendszereit (pl. a csalánozók és meztelencsigák hidrosztatikus vázát, az ízeltlábúak külső vázát);
- 92 megértik, hogy az állatoknak helyváltoztatást és mozgást szolgáló fehérjeik vannak, amelyek alakjukat ATP formájában levő kémiai energia felhasználásával változtatják;
- 93 megértik, hogy sok sejten belüli fehérje létezik, amelyek lehetővé teszik a transzportot és a mozgást, és amelyek egyes specializálódott sejteken belül úgy vannak elrendezve, hogy a test egész részeinek mozgását teszik lehetővé;
- 94 megértik, hogy az eredményes mozgáshoz és helyváltoztatáshoz a váz és az izomzat kapcsolata szükséges;
- 95 megismerik a harántcsíkolt vázizom felépítését, és azt összekötik a működésével;
- 96 példákon megismerik az állatok mozgásának és helyváltoztatásának különböző módjait (pl. repülés, úszás, mászás, járás);
- 97 megértik, hogy valamennyi állat védi belső környezetét a parazita szervezetekkel (állatok, gombák, baktériumok) és vírusokkal szemben, valamint, hogy több védekezési vonal létezik a paraziták bejutásával szemben: fizikai, illetve mechanikai és kémiai korlát, valamint az immunrendszer;
- 98 megértik, hogy a parazita szervezetekkel és vírusokkal szembeni belső védelemhez először azok felismerése szükséges, és utána a szelekciós elpusztítása, és megértik, hogy az elpusztítás könnyebb azon csoportok között, amelyek evolúciós történelmükben távol vannak egymástól (vírusok és baktériumok) és nehezebb a rokonviszonyban levő csoportoknál (gombák és állatok);
- 99 megismerik az immunrendszer működésének elvét az embernél, valamint megismerik az immunrendszer működésének zavarait (pl. túlérzékenységi reakciók, autoimmun betegségek, AIDS...);
- 100 megértik az aktív és passzív, a természetes és mesterséges immunizációt.

## Szaporodás, növekedés és fejlődés

A diákok:

- 101 megértik, hogy a szaporodásnak két funkciója van – az örökítőanyag átvitele generációról generációra és új génkombinációk lehetősége, amelyek megfelelőbbek lehetnek a változó környezetben;
- 102 megértik, hogy az állatok ivartalan és ivaros módon is szaporodhatnak, viszont a többsejtű állatok többségénél az ivaros szaporodás uralkodik, ahol az új génkombinációk keletkezésének funkciója igen hangsúlyozott;
- 103 megismerik az ember ivarszerveinek felépítését és működését, valamint a működését összekötik a hormonális szabályozásra vonatkozó tudásukkal;
- 104 megértik az ember ivarsejtjeinek keletkezését és érési folyamatait, azokat összekötik a megtermékenyítés folyamataival; megértik a nemkívánatos terhesség megakadályozásának elveit, valamint megismerik a szaporodási rendszer betegségeit és zavarait;
- 105 a kiválasztott példákon megismernek néhány szaporodási típust és az ezzel kapcsolatos jelenségeket az állatoknál (pl. papucsállatka – osztódás, hidra – bimbózás, éti csiga – hímnősség, halak – ivarváltás, emlősök – szezonális párosodás);
- 106 megértik, hogy a többsejtű állati szervezetek számos specializálódott sejt- és szövettípusból tevődnek össze, amelyek egy adott sejtből keletkeznek;
- 107 megértik, hogy az egyedfejlődés egész idő alatt a gének koordináltan működésének felügyelete alatt van, amit a komplex egymás közötti sejten belüli és sejtek közötti reguláció tesz számukra lehetővé;
- 108 megértik, hogy ez a folyamat igen érzékeny a környezetben történő változásokra, ami egyes szervezeteknél az embrió védelmével kapcsolatos (tojás – héjak, elevenszülők – anyaméh...);
- 109 megismerik az ember egyedfejlődését a megtermékenyítéstől a születésig, az ember növekedését és fejlődését a születéstől a pubertás végéig, valamint az öregedéssel kapcsolatos változásokat az emberi testben;
- 110 példákon megismerik más állatok egyedfejlődésének a típusait (pl. lárvát, a rovarok átalakulása, a kétéltűek fejlődése, az emlősök fejlődése), és összehasonlítják a gerinces embriók fejlődésének korai szakaszait (ábrák összehasonlításának segítségével).

## G Ökológia (45 óra)

**Módszertani útmutató:** A tanár az ökológiai koncepciókat konkrét ökoszisztémákból (pl. erdő, rét, tenger, tó, folyó) vett példák alapján mutatja be. Ahol lehetséges, a tanár Szlovénia területéről használja fel a szervezetek és az ökoszisztémák példáit.

**G<sub>1</sub>** *Az ökológia a szervezetek közti viszonyokat, és a szervezetek és az élettelen környezet interakcióját tanulmányozza. Az alapvető funkcionális egység – amelyben ezek a folyamatok zajlanak – az ökoszisztéma, amely egyesíti az élő és élettelen környezetet.*

A diákok:

- 1 tudják, hogy az ökológia a szervezetek közti viszonyokat (biotikus rész) és azok kapcsolatát az élettelen környezettel (abiotikus rész) tanulmányozó biológiai tudomány; az ökológia más biológiai tudományok valamennyi tudását egyesíti és kibővíti, valamint egy egységgé kapcsolja össze; másrészt viszont alkalmazott tudományokkal kapcsolódik össze, pl. erdőszet, agronómia, tájépítészet, biotechnológia;
- 2 megkülönböztetik az ökológiát, mint alapvető biológiai tudományt, a környezetvédelmet és a természetvédelmet, valamint szétválasztják az alapvető ökológiai problémákat és a természetvédelmi problémákat;
- 3 megértik a populáció, életközösség, biotóp, természetes élőhely (habitát), ökológiai fülke (niche), ökoszisztéma, biom és bioszféra fogalmát;
- 4 megismerik a tanulmányozás és megfigyelés szintjeit az ökológiában, a rendszerek szerveződési szintjeihez viszonyítva: (a) a faj, illetve egyed viszonya a környezet abiotikus és biotikus tényezőihez, (b) a populáció viszonya a környezet élő és élettelen tényezőihez, (c) az életközösségek ökológiája, az ökoszisztémák felépítésének és működésének megértése;

**G2** *A szervezetek a környezetben populációkban élnek, és kihasználják a környezet élő és élettelen adottságait, amelyeket közös néven a faj ökológiai fülkéjének (niche-nek, ejtsd: nis) nevezünk.*

A diákok:

- 1 tudják mi a szervezet, megkülönböztetik belső és külső környezetét, valamint ismerik a szervezetek felosztását a környezetből történő energianyerési képességük alapján (autotrófok, heterotrófok);
- 2 az ökológiai fülkét a faj összes ökológiai tulajdonságának választékában értelmezik (előhely, táplálkozási fülke, időbeli fülke); ismerik a tűrőképességi görbét, illetve a faj tűréstartományát a kiválasztott ökológiai tényező gradiensében, valamint megkülönböztetik a generálistákat, akik a természeti erőforrások széles választékát használják fel és a specialistákat, akik a természeti erőforrások egy vagy szűk választékát használják fel;
- 3 megismerik, hogy szervezetekre, a különböző ökoszisztémákban, abiotikus tényezők hatnak (fény, UV-sugárzás, hőmérséklet, szerves anyagok, pH, a szervezetet körülölelő közeg vagy medium) és megértik a biocönózis (társulás) és biotóp funkcionális kapcsolatát;
- 4 megismerik és felhasználják az ökoszisztéma biotikus és abiotikus tényezői tanulmányozásának egyes módszereit;
- 5 megértik, hogy az ökoszisztémák állandóan változnak, és hogy a környezet természetes és antropogén zavarai hogyan hatnak a szervezetekre, illetve fajokra (pl. a tűz, vihar, árvíz, szennyeződés hatása);
- 6 összekötik a szervezetek külső környezetükhöz való ökológiai alkalmazkodásukat a faj természetes kiválasztódással történő evolúciós fejlődésével, és megértik, hogy a nagyobb genetikai sokféleség miért teszi lehetővé a faj nagyobb túlélésének a lehetőségét;
- 7 megértik a populáció tulajdonságait a populációs folyamatokra (születési ráta, halálozási ráta, bevándorlás és kivándorlás) és populációs paraméterekre vonatkozóan (népsűrűség, illetve egyedszám, eloszlás, korbeli és nemi összetétel);
- 8 megismerik a populációs dinamika elemeit (ingadozás, populációnövekedés, generáció) és a rájuk vonatkozó hatásokat (egyedsűrűség, fajon belüli versengés, az energiaforrás és más fajok hatása).

**G3** *Az ökoszisztémákban együtt élő és életközösségeket alkotó fajok különböző viszonyok szerint kapcsolódnak egymáshoz. Az ökoszisztémák nyitottak és függenek egymástól. Az egész bolygó az ökoszisztémák összekapcsolt egységeként (bioszféra) működik.*

A diákok:

- 1 megértik, hogy a közösségek határozzák meg a közösségben együtt élő fajok kölcsönhatásait; ezek a hatások lehetnek pozitívak (pl. mutualizmus), negatívak (pl. zsákmányolás, élősködés, versengés) vagy semlegesek;
- 2 megértik, hogy a zsákmányoló növényevők, húsevők és mindenevők lehetnek, és hogy a zsákmány és zsákmányoló populációja kölcsönhatásban van, valamint megértik a zsákmányoló reakcióját a fő zsákmányának hiányára a környezetben (a generalista más fajta zsákmányra tér át, a specialista csökkenteti populációját, illetve csökkenteti szaporodási szintjét);
- 3 megértik, hogy a közösségben együtt élő fajok versengenek a különböző forrásokért a környezetben, és hogy az erősebb faj kizárhatja a vele versengőt a közösségből, illetve ökoszisztémából;
- 4 megértik a kapcsolatot az ökológiai fülke (niche) és a versengés nagyságának kapcsolatát (nagyobb a két faj ökológiai fülkéjének a hasonlósága, nagyobb az egymásközi versengés), valamint a versengés következményeit; ökológiai következménye az ökológiai fülke szűkülése (az egyed fenotípusának alkalmazkodása), evolúciós következménye pedig a jel eltávolodása (a populáció gentotípusának alkalmazkodása) ami a fülke különválásához és a fajok közösségen belüli együttéléséhez vezet;
- 5 megismerik, mi az élősködő, és milyen hatással van a gazdaállatra (születési ráta, halálozási ráta, növekedés), valamint példák alapján megértik, hogy az élősködő különböző fejlődési fázisaiban különböző gazdaállatokban élősködhet, így a gazdaállatok fajait közvetett kölcsönhatásként köti össze; az élősködő más élősködő hordozója is lehet (pl. kullancs és Lyme-kór);
- 6 tudják, hogy az élősködés szélsőséges formái pozitív viszonyvá vagy mutualizmussá alakulhatnak át két faj között, aminél a kötelező mutualizmus a szimbiózis szélsőséges formája, ahol az egyik faj a másik nélkül képtelen életben maradni (pl. emésztési mutualizmus – a kérdzők bendője, bélflóra; mikorrhiza; zúzómók; növények és beporzók; remeterák és tengerirózsa);

- 7 megértik, hogy a Földet érő napsugárzás részben visszaverődik, egy része a légkörben és a Föld felszínén abszorbeálódik, egy része a fotoszintézis során használódik fel, majd az egész élet alapja a bolygón, valamint megismerik, mi az elsődleges termelés, hogyan oszlik el a Földön, és mik hatnak rá;
- 8 megértik, hogy a szervezetek a biocönózisban táplálékláncokba és hálózatokba kapcsolódnak össze, hogy az adott szervezeteket trofikus szintekre sorolhatjuk, és hogy az energia áramlását energiapiramissal, illetve a biomassza piramisával mutathatjuk be, amely csúcsán a csúcsragadozó van;
- 9 megértik az energiaáramlást és az anyagkörforgást az ökoszisztémában, valamint hogy az energia egy irányban áramlik az ökoszisztémán keresztül, a Naptól a termelőig – fotoszintetizáló szervezetekig és rajtuk keresztül a fogyasztóig, mint a növény-, húsevők és a lebontók, miközben minden egyedben az energia egy része az újonnan keletkezett struktúrákban raktározódik, nagyobb része pedig hő formájában a környezetbe távozik;
- 10 megismerik, hogy a lebontók a szerves hulladékot használják energiaforrásként (pl. apró vagy feloldott szerves részecskéket, növények és állatok elhalt részeit, ürüléket) és megértik ezek jelentőségét az anyagok körforgásában;
- 11 a szén példáján megértik az anyagkörforgás elvét a bioszférában, és megértik, hogy a Földön az elemek a földkéreg, óceánok, légkör és szervezetek gyűjtői között keringenek (az anyagok biogeokémiai körforgása);
- 12 megértik a víz globális körforgását a Földön és a bioszférának az ebben betöltött szerepét;
- 13 megértik, hogy az ökoszisztémának a felépítése annak faji összetétele, az ökoszisztéma működése pedig a szervezetek interakciója a környezet abiotikus és biotikus tényezőivel;
- 14 megismerik, hogy az életközösségeket az uralkodó és jellegzetes növényi, állati fajok és más szervezetek alapján mutatjuk be;
- 15 megértik, hogy az ökoszisztéma fejlődik (szukcesszió), és hogy a zárótársulás (klimax) jelenti a természetes erőforrások legnagyobb kihasználtságát az adott abiotikus körülményekben;
- 16 megértik, hogy a biológiai sokféleség (biodiverzitás) a szervezetek közötti különbözőség, amely magába foglalja a fajon belüli sokféleséget (genetikai és populációs), faji sokféleséget és a biomok sokféleségét;
- 17 megértik, hogy a biológiai sokféleségnek fontos szerepe van az ökoszisztéma működésében, ahol a fajok közös száma mellett fontosak még a leginkább domináns és kulcsfajok;
- 18 megértik, hogy a Földön a teljes élővilág egységes bioszférába kapcsolódik össze, hogy az összes ökoszisztéma össze van kötve, és hatással vannak egymásra;

**G<sub>4</sub>** *Az ember különböző ökoszisztémákban él, amelyeket a lakosság számának növekedése, a technológia és fogyasztás miatt egyre jobban megváltoztat. Az ember az ökoszisztémák nagyarányú megváltozását okozhatja, valamint a biológia sokféleségnek a megsemmisülését. Az ökoszisztémák nagy változásai túlléphetik a szervezetek azon képességét, hogy a változásokhoz természetes módon alkalmazkodjanak, illetve az ember képességét, hogy a változásokhoz technológiailag alkalmazkodjon.*

A diákok:

- 1 megismerik a szennyezés problematikájával és az ember minőségi életkörüzetével foglalkozó környezetvédelem, és a biológiai sokféleség csökkenésének problematikájával és megőrzésével – amitől a Földön az emberi faj hosszútávú fennmaradása függ – foglalkozó természetvédelem közötti különbséget;
- 2 megismerik, hogy az egyre nagyobb emberi felhasználás egyre nagyobb hatással van az egyes forrásokat megújító természetes folyamatokra, és kizsákmányolja a nem megújuló energiaforrásokat, valamint hogy az emberi társadalom érzékenysége az éghajlati változásokra és az ökoszisztémák változásaira az emberi populáció növekedésével és majdnem a teljes bolygó benépesítésével megnőtt;
- 3 megismerik, hogy az emberiség nagy hatással van más fajokra és az ökoszisztémákra (pl. a természetes élőhelyek elpusztítása és felaprozódása, a levegő, a víz és a talaj kémiai összetételének megváltoztatása), valamint hogy az emberi társadalom által termelt anyagok hatással vannak az anyagkörforgásra a Földön (pl. nitrogén bevitele a szárazföldi és vizes ökoszisztémákba – trágyázás a mezőgazdaságban, foszfor bevitele a vizes ökoszisztémákba a szennyvizekkel);
- 4 megismerik a víz körforgásának jelentőségét a víz önmegtisztulási képességére vonatkozóan (a talajvíz megtartása), megértik a vízszennyezés problémáit és a vízgazdálkodás jelentőségét, valamint megismerik a szennyvíztelep működésének alapvető elveit;
- 5 megértik a hulladékgazdálkodás elveit, és megismerik, mik a veszélyes hulladékok;



- 6 megértik, hogy egyes mérgező anyagok felhalmozódnak a szervezetekben a táplálékhálózatokban (bioakumuláció) és példa alapján megismerik e folyamat lehetséges következményeit;
- 7 megismerik a kén-dioxid, nitrogén-oxidok és a légkörnek más szennyező anyagok emberi tevékenység általi emissziójával kapcsolatos problémákat;
- 8 megértik az ózonréteg jelentőségét az UV-sugárzás abszorpciójára vonatkozóan, ezáltal a földi életre, valamint megértik az ózonréteg természetes változását okozó és az emberi tevékenység által bekövetkezett változásának (ózonlyuk) mechanizmusait;
- 9 megértik, hogyan alakul ki az üvegházhatás, és hogy az üvegházhatás teszi lehetővé az életet a Földön, a megnövekedett üvegházhatás, ami szintén az emberi tevékenység következménye, nagy éghajlatváltozásokhoz vezet;
- 10 megismerik a globális éghajlatváltozás és ökoszisztémák változására vonatkozó egyes nemzetközi kutatások fő megállapításait;
- 11 értékeli a fenntartható fejlődés tervezésének, a megújuló természeti erőforrások használatának és a természetközeli, valamint az ökoszisztémák fenntartható gazdálkodásának a fontosságát;
- 12 meg tudják határozni az ember és a környezet kapcsolatát az ivóvíz és táplálék által, valamint az ezzel kapcsolatos környezeti problémákat (pl. DDT, peszticidek, nehézfémek, kergemarhakór, madárinfluenza), valamint tudják, mi az egészséges táplálkozás;
- 13 megismerik a levegő, a víz és a talaj veszélyes és káros anyagai határértékeinek, illetve megengedett koncentrációinak jelentőségét és a veszélyes és káros anyagok tárgyalásának jelentőségét a törvényhozásban;
- 14 megértik a genetikailag módosított szervezetek ökoszisztémákba történő bevitelének lehetséges következményeit;
- 15 megértik, hogy a kulcsfajok eltávolítása az ökoszisztémából vagy az új özőnfajok bevitele nagy változásokat okozhat az ökoszisztéma felépítésében és működésében, valamint megismerik az ilyen változások példáit;
- 16 példák alapján megismerik a fajok kihalásának jelenségét, és megértik, hogy a faj túlélésének szempontjából fontos a populáció ivarérett egyedinek kritikus száma; a biológiai sokféleség megőrzése a fajok elegendő nagyságú populációjának megőrzését jelenti, amelyek képesek eredményesen szaporodni és megőrizni a fajt;
- 17 megértik a különbséget a természetes és az ember által okozott kihalás között, valamint az utóbbi okait (a természetes élőhelyek elpusztítása, szennyezés, globális éghajlatváltozások, idegen fajok behozatala, a populációk nem fenntartható használata);
- 18 megértik, hogy az ember életkörüzetének minősége és a rendelkezésre álló természeti energiaforrások az ökoszisztémák felépítésén és működésén alapulnak, ezért fontos az ökoszisztémák teljeskörű védelme;
- 19 megértik a veszélyeztetettség fogalmát, mi a vörös lista, és megismernek néhány példát a veszélyeztetett fajokra Szlovéniában;
- 20 megismerik, hogy a fajokat abban a környezetben kell megtartani, ahol élnek (a teljes ökoszisztémák megtartása); fenntartásuk a mesterséges tenyészetekben csak ritkán teszi lehetővé a fajok sikeres vizsatelepítését a természetes környezetbe, ahol egykor éltek;
- 21 megismerik, mi a rezervátum és annak jelentőségét, megismerik a rezervátumok típusait (pl. természetes rezervátum, természetvédelmi park, nemzeti park) és néhány rezervátumot Szlovéniában;
- 22 megismerik, hogy a környezetvédelmet és természetvédelmet a törvény szabályozza, és megismerik a szlovén és nemzetközi törvényhozás néhány példáját (védett fajok és területek, Natura 2000, CITES, a biológiai sokféleségről szóló egyezmény, kiotói egyezmény);
- 23 megismerik, hogy az emberiség a jelenlegi tudás és technológia felhasználásával lényegesen csökkenthetné hatását az ökoszisztémákra; megfelelő intézkedések bevezetéséhez az ökoszisztémákat nem szabad mint ingyenes és végleges forrásokat felhasználni, hanem az ökoszisztémák folyamatainak igazi értékeit kell figyelembe venni.

### 3.2 Választható program (35 órás témakörök)

A biológia tanterv a választható programban a további tudással lehetővé teszi a biológia egyes fontos koncepciói megértésének elmélyítését és felhasználását, valamint a fejlesztési célok, illetve kompetenciákt további fejlesztését.

A biológiából érettségiző diákoknak a kötelező program (210 óra) és az érettségi program (105 óra) mellett a választható program (35 óra) egy témakörét is kötelező elvégezniük.

## H Biotechnológia és mikrobiológia (35 óra)

**Módszertani útmutató:** A laboratóriumi és terepmunka ennek a témakörnek legalább a 25 százalékát (9 óra) teszik ki. Ezen tevékenységek során a diákokat csoportokba osztjuk. A tevékenységek tartalmilag a B - *Kutatás és kísérletek* témakörre vonatkoznak. Lásd a *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet is!

A diákok bővítik a C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, D<sub>1</sub>-D<sub>3</sub> és F<sub>1</sub>-F<sub>4</sub> koncepciók megértését (*kapcsolódás* A sejt felépítése és működése, A gének és az öröklődés és A szervezetek felépítése és működése *témakörökhöz a kötelező programban*).

A diákok:

- 1 megismerik, hogy a mikroorganizmusok közé az archeákat, eubaktériumokat és egyes eukariótákat soroljuk;
- 2 megértik, hogy a baktériumok egymás között igen különbözőek, ami hosszú evolúciós fejlődésüknek a következménye, és hogy a baktériumok rendszerbe történő besorolása mértékeként leginkább a nukleotidok sorrendjét, az anyagcsere-tulajdonságokat, valamint a sejtfal (Gram-pozitív és Gram-negatív eubaktériumok) és a sejtmembrán felépítését használjuk;
- 3 megismerik, hogy az archeák különböző extrém természetes élőhelyeken élnek, például mocsarakban, meleg forrásokban és sós élőhelyeken;
- 4 ismerik a fő különbségeket az élesztőgomba, az amőba, a plazmódium, a papucsállatka, az eugléna és a klorella között;
- 5 példán el tudják magyarázni a különbségeket a membránburokkal rendelkező vírusok és csak a kapsziddal rendelkező vírusok felépítésében, a különbséget a DNS és az RNS-vírusok között, a különbséget a kettős és egyes DNS vagy RNS molekulát tartalmazó vírusok között;
- 6 megismerik a mikroorganizmusok anyagcseréjének változatosságát (pl. fotoautotrófok, fotoheterotrófok, kemoautotrófok, kemoheterotrófok);
- 7 megértik a mikroorganizmusok szerepét az ökoszisztémákban (termelők, lebontók) és a baktériumok jelentőségét a nitrogén körforgásában;
- 8 megismerik, hogy egyes mikroorganizmusok betegségeket okoznak, és példákon megismerik a patogén mikroorganizmusok egyes működési mechanizmusait a gazdaszervezetben (pl. toxinok kibocsátása, a sejtek lízise);
- 9 megismerik, hogy a vírusok betegségeket okoznak, és megértik a náthát okozó vírus lizogén ciklusát;
- 10 megértik, hogy az antibiotikumok olyan anyagok, amelyekkel elpusztíthatjuk a baktériumokat és gombákat, és hogy a baktériumokban és gombákban az antibiotikumokkal szembeni ellenállóképesség alakulhat ki (ezeknek a mikroorganizmusoknak a genomjában bekövetkezett véletlenszerű mutációk néha az antibiotikumra kevésbé érzékeny törzsek kialakulásához vezetnek);
- 11 megismerik az antibiotikum működésének egyes mechanizmusait (pl. a sejtfal elpusztítása vagy a kiépülésének megakadályozása, a DNS, RNS vagy fehérjék szintézisének a megakadályozása) és megértik, hogy az antibiotikumok miért nem hatékonyak a vírusok ellen;
- 12 megértik, hogy az antibiotikumok felelősségteljes használatával (csak sürgős esetekben, az előírt dózisokban és mindig az előírt időszak végéig) korlátozhatjuk az antibiotikum-rezisztencia kialakulásának a lehetőségét;
- 13 megismerik a sterilizáció és dezinfekció módszereit;
- 14 megismerik a mikroorganizmusok és vírusok által okozott betegségek terjedésének egyes módjait, valamint megértik a különbséget az epidémia és pandémia között;
- 15 megismerik, hogy a malária azon betegségek közé tartozik, amelyek a világ egyes területein igen magas számban okoznak haláleseteket, megismerik a malária kórokozóját (plazmódium), annak terjedését, a fertőzöttség következményeit az emberen, a gyógyítás lehetőségeit és a malária terjedésének korlátozási lehetőségeit;
- 16 megismerik a mikroorganizmusok jelentőségét a tradicionális biotechnológiai folyamatokban (pl. az élesztőgombák szerepét a sör, bor és kenyér gyártásában, a tej és a káposzta savanyítását);

- 17 megértik a savak, sók és cukrok szerepét a táplálék konzerválásában;
- 18 megismerik, hogy az élelmiszerek szavatosságát pasztörizálással és sterilizációval növelhetjük, és megértik mindkét folyamat elvét;
- 19 megismerik, hogy egyes mikroorganizmusok az élelmiszerekbe toxinokat bocsátanak ki, ami ételmérgezést okozhat (pl. botulizmus);
- 20 megismerik, hogy a baktériumokat és a gombákat nagy fermentorokban tenyésztjük, amit biológiai eredetű, felhasználható anyagok termelésére használunk (pl. antibiotikumok, az élelmiszeripar enzimeit – renin);
- 21 megismerik a mikroorganizmusok jelentőségét a metán és etanol növényi biomasszából való előállításakor (megújuló energiaforrások), és ismerik a szerves anyagok szerves savakká és alkoholokká történő átalakulásának a legfontosabb szakaszait;
- 22 ismerik, hogy a bakteriális DNS körkörös kromozómában és körös plazmidokban van;
- 23 megismerik, hogy a géntechnológia két fő lépése a kívánt gén izolációja és megsokszorozása, valamint annak átvitele az új sejtbe vektor – vírus vagy plazmid, felhasználásával;
- 24 megismerik, hogy a reverz transzkriptáz lehetővé teszi az információ átírását az RNS-ről a DNS-be és hogy a restrikciós enzimek a DNS molekulát specifikus helyeken hasítják, valamint megértik, hogyan használhatjuk ezeket a mechanizmusokat a géntechnológiában;
- 25 megismerik a genetikailag módosított szervezetek használatának lehetséges előnyeit, valamint a természetbe bocsátásuknak gazdasági, természetvédelmi, társadalmi és etikai nézetét;
- 26 megértik a génterápia egyes lehetőségeit és használatának lehetséges kockázatait;

**Módszertani útmutató:** Igényesebb laboratóriumi eszközöket igénylő kísérleteknél a tanár külső intézményekkel is felveheti a kapcsolatot (pl. egészségügyi intézetek, kutatóintézetek), akik készek segítséget nyújtani a kivitelezés során.

## I Az egészséges élet biológiai alapjai (35 óra)

**Módszertani útmutató:** A laboratóriumi és terepmunka ennek a témakörnek legalább a 25 százalékát (9 óra) teszi ki. Ezen tevékenységek során a diákokat csoportokba osztjuk. A tevékenységek tartalmilag a B- *Kutatás és kísérletek* témakörre vonatkoznak. Lásd a *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet is!

*A diákok bővítik az  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  és  $F_4$  koncepciók megértését (kapcsolódás A szervezetek felépítése és működése témakörhöz a kötelező programban).*

A diákok:

- 1 megismerik a kiegyensúlyozott táplálkozás jelentőségét az emberi test normál működésére vonatkozóan;
- 2 megismerik az esszenciális anyagokat az emberi táplálékban (egyes aminosavak, zsírsavak, ásványi anyagok, vitaminok és a víz), megértik szerepüket az emberi test működésében, és ismernek néhány élelmiszert, amelyek nagyobb mennyiségben tartalmazzák ezeket az anyagokat;
- 3 megismerik, hogy az emberi test nem szintetizál esszenciális aminosavakat, és megértik, miért okoz az esszenciális aminosavak hiánya a táplálékban zavarokat az emberi test működésében (alultápláltság a fehérjehiány miatt);
- 4 megismerik a zsírsavak és a koleszterin elegendő mennyiségű fogyasztásának a jelentőségét az emberi test normál működésében, ezt összekötik az egyes zsírok túlzott mennyiségű fogyasztásának hatásával a szív és érrendszeri betegségek kialakulása során és az omega-3 zsírsavak fogyasztásának hasznosságával;
- 5 a C és D vitamin példáján megértik, hogy az emberi testnek szüksége van különböző, elegendő mennyiségű vitaminokra, azok szerepét az emberi test működésében, valamint hiányuknak és többletüknek következményeit;
- 6 megértik egyes adalékok jelentőségét a táplálékban a szervezet működésének zavarai és a betegségei megakadályozásában (pl. a jód, mint a tiroksinhormon összetevője);
- 7 az élelmiszertermékek jelölése alapján összehasonlítják a szénhidrátok, zsiradék és fehérjék energiaértékét, valamint ezt összekapcsolják ezeknek az anyagoknak a felhasználásának lehetséges módjaival a szervezetben (energiaforrás az életfolyamatok működéséhez, a test saját anyagai kiépítésének alapegységei vagy raktározás);



- 8 ki tudják számítani a testtömegindexet, és megértik a kritériumokat, hogy mikor alultáplált, normál súlyú és túlsúlyos valaki;
- 9 megismerik a sok szénhidrátot, zsíradékot és fehérjét tartalmazó táplálék túlzott fogyasztásának a következményeit;
- 10 megismerik az éhségérzet és telítettségérzet fiziológiai forrását;
- 11 megismerik a II-es típusú cukorbetegség megjelenésének okait, és megértik, hogy a különleges táplálkozásmód milyen módon enyhíti e betegség következményeit és előrehaladását; a cukorbetegség e típusának kialakulását összehasonlítják az I-es típusú cukorbetegség okaival;
- 12 megértik a meghatározott táplálékfajta fogyasztásával kapcsolatos világnézeti és etikai problémákat (pl. állati eredetű táplálék), és el tudják választani az egyes fajta táplálék megvonásával vagy az arról való lemondással kapcsolatos fiziológiai problémáktól, főként a gyermekeknél;
- 13 megismerik a fertőzött vagy természetes módon mérgező táplálék fogyasztásával kapcsolatos egyes veszélyeket (pl. BSE, gombamérgezés, botulizmus, paraziták a húsban, a mérgező anyagok bioakkumulációja, szennyezett víz), valamint a lehetséges allergiareakciókat a táplálék egyes összetevőjére;
- 14 kutatások alapján megismerik a jelöléseket (pl. E-számok, GM, öko, szívbarát) a különböző élelmiszereken, és megértik, miért fontos ezen jelölések ismerete a személyes döntéshozatalban az ételválasztásakor;
- 15 kritikusán értékeli az egészséges életről szóló híreket és reklámokat a médiában (pl. egészséges táplálék, étrendkiegészítők, gyógyszerek, kozmetikum, esztétikai sebészet) és tudatosítja, hogy a kritikus viszony az effajta üzenetekkel szemben fontos az egészség megőrzésében;
- 16 ismerik a testmozgás jelentőségét a szervrendszerek működésére és a teljes szervezetre vonatkozóan;
- 17 megértik a zsíradékok és a szénhidrátok mint a sejt energiaforrásai közötti különbséget, és ezt összekötik a szövetek oxigénellátásával (a testmozgás intenzitása, a felhasznált oxigén térfogata és a zsíradékok és szénhidrátok oxidációs aránya közötti kapcsolat);
- 18 megismerik, hogy a vérrel a májba szállítódó laktát az anaerób légzés terméke és az oxigénadósság kialakulásának oka, és megértik a laktát további lebontását (Cori-ciklus – glükoneogenezis);
- 19 el tudják magyarázni a testi készenlét (fitnesz) fogalmát, ismerik annak mércéit és a különböző fizikai képességek jelentőségét a különböző aktivitásokban;
- 20 megismerik, hogy a gyors és lassú izomrostok aránya alapján különbségek vannak az emberek között, és megismerik a normál és extrém edzés hatását a lassú és gyors izomrostok fejlődésére a genetikai adottságok keretében;
- 21 megismerik, hogy az edzés erősíti az izmokat és a csontokat, az inakat és az ínszalagokat viszont nem, és ezt összekötik a sérülések veszélyével egyes testedzések során;
- 22 megértik a tengerszint feletti magasság hatását (az oxigén csökkent parciális nyomása a levegőben) a szervezet működésére, és ezt összekötik a magassági edzés hatásaival és a magassági vagy hegyi betegséggel;
- 23 megismerik a dopping egyes formáinak hatásait az ember fiziológiájára (pl. vérdopping, eritropoetin, anabolikus szteroidok), és ezt az egészségre vonatkozó lehetséges következményekkel és etikai problémákkal kötik össze;
- 24 megismerik egyes pszichoaktív anyagok (legális és illegális drogok és gyógyszerek) hatásait az idegrendszerre, használatuk lehetséges következményeit az emberekre és azok szociális környezetére;
- 25 megismerik a stressz kialakulásának okait, az eközben bekövetkező fiziológiai változásokat, valamint a szorongás okainak és következményeinek korlátozási lehetőségeit;
- 26 megértik a fejletlen és fejlett világ egyes nagy, világméretű egészségügyi problémáinak okait, valamint azok megoldásának lehetőségeit (pl. alultápláltság, malária, AIDS, A-vitamin hiány, paraziták, aktuális betegségek);
- 27 megértik az egyénre vonatkozó egészségügyi adatok gyűjtésének jelentőségét, a teljes populációról így begyűjtött adatok felhasználásának lehetőségeit (pl. az egészségügy megszervezése, egészségügyi törvényhozás, epidemiológiai kutatások) és tudatában vannak az ezen adatokkal történő visszaélések lehetőségeivel (pl. az alkalmaztatásnál, a biztosításnál).

## J Az állatok magatartása (35 óra)

### Módszertani útmutató:

A laboratóriumi és terepmunka ennek a témakörnek legalább a 25 százalékát (9 óra) teszi ki. Ezen tevékenységek során a diákokat csoportokba osztjuk. A tevékenységek tartalmilag a B- *Kutatás és kísérletek* témakörre vonatkoznak. Lásd a *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet is!

*A diákok bővítik az F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> és F<sub>4</sub> koncepciók megértését (kapcsolódva A szervezetek felépítése és működése c. témakörhöz a kötelező programban).*

A diákok:

- 1 az etológiát, az állatok magatartás-mechanizmusait tanulmányozó alapvető természettudományos diszciplínaként ismerik meg; megértik az alapvető etológiai fogalmakat és elveket, valamint ismerik azok megalapozóit (Lorenz, Tinbergen, von Frisch);
- 2 megértik a reflexeket vezérlő idegmechanizmusokat, az izomnyújtási (térd-)reflexet és a bőrreflexeket; megértik az állandósult viselkedésmintákat, amelyeknek a központi idegrendszerben a veleszületett viselkedés kivitelezését lehetővé tevő sajátos programjaik vannak (pl. a madarak násztánca);
- 3 megértik a veleszületett belső készletmechanizmusok, a kulcsinger és a belső készlet szerepét;
- 4 megismerik az összetett magatartást és annak orientációs reakcióra, étvágy- és fogyasztó magatartásra történő felosztását;
- 5 megértik a viselkedés hierarchikus szerveződését, mind az állandósult viselkedésminták, mind az összetett magatartás pl. táplálkozási és szaporodási magatartás keretében;
- 6 megértik, mi az ösztön, mi a motiváció, valamint mi a központi ingerült állapot;
- 7 megismerik a környezet ingereire bekövetkezett egyszerű viselkedésbeli válaszreakciókat (pl. kinézisek és taxisok);
- 8 megismerik az állatok idegrendszerének ingerkeltő központjait, amelyek lehetővé teszik az idegháló működését a környezet ingerei nélkül;
- 9 megértik a hormonok hatását a viselkedésre;
- 10 megismerik a viselkedés egyedfejlődését és az állatok felnőtté válása alatt bekövetkezett magatartásváltozásokat, amelyek gyakran a tanulás következményei (pl. madárénekek);
- 11 megértik a környezet konfliktust okozó ingereinek problémáit, amelyek az állatokat döntésre kényszerítik, hogy melyik ingerre reagáljanak; megismerik a veleszületett (kaparás) és tanult (dohányzás) pótcselekvéseket;
- 12 megismerik a krónikus dohányzáshoz, alkohol- és drogfogyasztáshoz, valamint a függőség kialakulásához vezető viselkedési okokat és az idegháló működésében elrejtett okokat;
- 13 megértik az agresszív magatartás eredetét, és megismerik az agressziómegnyilvánulás leküzdésének lehetőségeit;
- 14 megértik a szexuális viselkedés megnyilvánulását, leginkább a madarak és emlősök példáin;
- 15 megismerik a szociális magatartást és a szociális szerveződés példáit a rovaroktól a halakig, madarakig és emlősökig;
- 16 megértik a csoportok szervezetei között meglévő altruisztikus viselkedés evolúcióját;
- 17 megértik a tanulást mint a változó környezethez való alkalmazkodást lehetővé tevő veleszületett mechanizmusok bővítését;
- 18 megértik a tanulás egyszerű módjait, mint a habitáció és szenzitizáció;
- 19 megértik a feltétel kötést és az operáns (instrumentális) tanulást;
- 20 megértik a játék szerepét és a motorikus és belátásos tanulás szerepét;
- 21 megértik az adatok agyban történő raktározásának és ismételt megtalálásának problémáját;
- 22 megismerik a memórialeírások problémáit és a rövidtávú (20 másodperc), középtávú (néhány óra) és hosszútávú memória mechanizmusait;

- 23 megismerik a tudat fogalmát, amely az érzékszervek segítségével a jelent felügyeli, a memória leírások segítségével a múltból húz és a jövőt készíti elő;
- 24 megértik a beszéd és a nyelv kialakulását, valamint a majmok és egyes madarak nyelvi és beszédképességét;
- 25 megismerik a pillangók, halak, madarak és emlősök költözésének példáit;
- 26 meg tudják magyarázni a természetes szelekció működését az állatok környezeti válasza alapján;
- 27 megismerik az állatok megfigyelésének jelentőségét és az etogram - az adott állatfaj viselkedéselemeinek teljes gyűjteményének elkészítését (pl. a háziállatok otthon, az üzletben, vagy az állatkertben történő megfigyelése alapján);
- 28 megismerik az állatkísérletek jelentőségét, egyben pedig megismerik az etikai fenntartásokat és az élő állatokkal zajló kutatási munkára ható társadalmi normákat;
- 29 megértik, hogy az ember az állatok magatartásáról szerzett tudását mire használta és használja: az állati eredetű táplálék előállítására, a táplálék előállítására állatok segítségével, saját maga védelmére és kultúrája védelmére más állatokkal szemben és a természetvédelemre;
- 30 ismerik az emberi agy részeinek – a nyúltagy, kisagy, hipotalamusz, hipofízis és nagyagy – felépítését és működését;
- 31 el tudják magyarázni az agyon végzett kísérleteknek, a sérüléseknek és az agy egyes részeiről a nukleáris mágneses rezonancia általi képalkotás jelentőségét;
- 32 el tudják magyarázni a fájdalom érzékelését a fájdalomreceptorokkal (a bőrben vagy a test más részein) és az impulzusok továbbítását a nagyagy kérgének fájdalomközpontjába, valamint az endorfinok inhibíciós szerepét az impulzusok továbbításában az agyba a szinapszisokon keresztül.

## **K Az ember és a természeti erőforrások (35 óra)**

### **Módszertani útmutató:**

A laboratóriumi és terepmunka ennek a témakörnek legalább a 25 százalékát (9 óra) teszi ki. Ezen tevékenységek során a diákokat csoportokba osztjuk. A tevékenységek tartalmilag a B - *Kutatás és kísérletek* témakörre vonatkoznak. Lásd a *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet is!

*A diákok bővítik a G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, G<sub>3</sub> és G<sub>4</sub> koncepciók megértését (kapcsolódás Az ökológia témakörhöz a kötelező programban).*

A diákok:

- 1 megértik, hogy az embernek a testében zajló életfolyamatok működtetéséhez energiára van szüksége, amelyet a táplálékkal vesz fel, emellett pedig a modern embernek technológiai energiaforrásokra is szüksége van (pl. szállításra, a helyiségek fűtésére, az elektromos szerkezetek működtetésére);
- 2 megértik, hogy az embernek az anyagok kiépítéséhez a testében szerves és szervetlen anyagokra van szüksége, amelyeket a táplálékkal és a vízzel vesz fel, emellett pedig a modern ember a természetből a felhasználható termékek termelésére nyersanyagokat is felvesz;
- 3 megértik, hogy az ember mint fogyasztó a táplálékellátásban teljes mértékben a növényektől és az állatoktól függ, valamint hogy az energia és a szerves anyagok, amelyeket a táplálékkal vesz fel a napenergiából és a szervetlen anyagokból erednek, amelyeket a növények a fotoszintézis során vettek fel;
- 4 példákon megismerik egyes termesztett növény és tenyésztett állat származását, valamint megértik a növények és állatok mesterséges kiválasztással történő háziásításának a jelentőségét az emberi társadalom és a modern ember fejlődésében;
- 5 megismerik a növények, a növényi eredetű nyersanyagok és a növényi termékek jelentőségét a mindennapi életben (pl. táplálék, ital, fa, szén, gyapot, gyógyító hatóanyagok), és összehasonlítják a növényi és állati eredetű termékek jelentőségét a mindennapi életben (pl. a saját konyhájukban összeírt növényi és állati termékek listája alapján);

- 6 megértik, hogy az emberiség a saját történelmében mesterséges kiválasztással számos különböző fajt, kultúrnövényt és állatfajtákat tenyésztett ki, amelyek alkalmazkodtak az élethez a különböző körülményekben; ezek a fajták az emberiség kulturális örökségét képviselik, a változatosságuk pedig fontos az emberiség további fennmaradásához (pl. az éghajlati körülmények megváltozásakor, új betegségek terjedésekor);
- 7 megismerik, hogy a globalizált világban az egyre intenzívebb mezőgazdaság és a monopóliumok nagy befolyása miatt manapság már számos fajtát nem termesztünk, ami a kultúrnövények elvesztett biológiai sokféleségét jelenti, és megértik a különböző fajták fenntartásának jelentőségét a magbankokban;
- 8 kritikusan értékeli a korszerű mezőgazdaság és állattenyésztés hatását a környezetre (pl. a peszticidek és trágyák használata, öntözés, a metán mint üvegházhatású gáz keletkezése az állattenyésztés miatt);
- 9 megismerik a genetikailag módosított kultúrnövények egyes példáit, azok használatának lehetséges előnyeit és a használatukkal kapcsolatos lehetséges problémákat, valamint megismerik a szervezetek, az azokból készült termékek (pl. gyógyszerek) és gének levédésével kapcsolatos egyes etikai problémáit;
- 10 megismerik, hogy a technológiai energiaforrásokat megújuló és nem megújuló energiaforrásokra osztjuk fel, és hogy ezek a források többek között a keletkezésükhöz szükséges idő tekintetében is különböznek;
- 11 megismerik, hogy a világban az emberiség által felhasznált energia többsége a nem megújuló fosszilis energiahordozókból származik (kőolaj, szén, földgáz), és hogy az emberiség ezeket a forrásokat sokkal gyorsabban használja fel, mint amilyen gyorsan ezek keletkeznek a geológiai folyamatok által;
- 12 megértik, hogy a fosszilis energiahordozók keletkezéséhez hosszú geológiai időszak szükséges (ezért a fosszilis energiahordozókat a nem megújuló energiaforrások közé soroljuk), hogy az energia eredete a fosszilis energiahordozókban a napenergia, amely az anyagokba a fotoszintézis által jutott, valamint hogy a fosszilis energiahordozók felhasználása a légkörbe további szén-dioxidot bocsát ki, amely a bolygó felmelegedését okozza (megerősített üvegházhatás);
- 13 megismerik, hogy a napenergia megújuló energiának nevezett, hosszútávú energiaforrás, és hogy a napenergia és más, a napenergia által töltődő technológiai energiák (a víz potenciális energiája, szélenergia, biomassa) kihasználtsága elég rossz;
- 14 megismerik, hogy a biomassa (pl. a fa) kihasználása megújuló energiaforrás, de a biomassa eltávolításának sebessége nem haladhatja meg annak keletkezésének a sebességét, és a biomassa kihasználása nem okozhatja a földterületek alkalmatlanságát az új biomassa kialakulására;
- 15 megismerik a biodizel, alkoholok és más megújuló üzemanyagok előállításának a lehetőségeit;
- 16 megismerik az ipari termelésben használt különböző nyersanyagok (szervetlen és szerves) természetes forrását, megértik, hogy a felhasználható termékek termelésének forrásai nem korlátlanok, valamint megismerik, hogy számos szintetikus anyagot (pl. műanyagok) kőolajból állítunk elő, ami korlátozott forrás;
- 17 megértik, hogy az energetikai és más természetes források kitermelése és feldolgozása hatással vannak a környezetre (pl. bányák, ércolvasztók, kőfejtők, akkumulációs tavak, kőolajmezők, kőolajfinomítók, feldolgozóipar);
- 18 megértik, hogy manapság az elegendő mennyiségű édesvíz biztosítása ivásra, öntözésre, az ipar és háztartások szükségleteire az emberiség egyik legnagyobb problémája;
- 19 megismerik a túlzott öntözés következményeit, és az elrekesztéssel kapcsolatos problémákat;
- 20 megismerik, hogy a természeti források hatékonyságának értékelésekor és kihasználásának következményei kapcsán figyelembe kell venni a környezeti kritériumokat is, habár megnövelnék a pénzügyi költséget, és csökkentenénk a hasznot (pl. a légkör szennyezése, a vizek hőszennyezése az atomerőművek miatt az elrekesztések következményei);
- 21 megismerik, hogy a természeti források felhasználásával kapcsolatos társadalmi döntéseknél fontos a lehetséges kitermelésre (technológia) és a kitermelésnek a környezetre való hatásaira (pl. az ökoszisztémák degradációja, szennyezés, a keletkezett hulladék kezelése) vonatkozó tudás;
- 22 irodalom és más források segítségével felkutatják és értékeli a természeti források kihasználásának következményeit, és beszámolnak saját felismeréseikről (a környezet- és természetvédelem iránti viszony fejlesztése);
- 23 megértik, hogy az emberiség teljes mértékben az ökoszisztémák működésétől függ;

- 24 megértik, hogy az ökoszisztémák alapvető funkciójuk (szerves anyagok és oxigén termelése, az anyagok körforgása) mellett, más, az emberiség számára fontos ökoszisztéma-szolgáltatásokat is végeznek: ellátó szolgáltatás (pl. táplálékkal, fával, rostokkal, gyógyító hatóanyagokkal és más nyersanyagokkal való ellátás, genetikai források), szabályozó szolgáltatások (pl. az éghajlati körülmények, az erózió, a kártevők és betegségek szabályozása; a víz tisztítása; beporzás; a természetes katasztrófák enyhítése) és kulturális szolgáltatások (pl. oktatási és esztétikai értékek, rekreáció és ökoturizmus);
- 25 megértik, hogy az emberiség a történelme teljes időszaka alatt beavatkozott az ökoszisztémákba, eközben az emberek főként a 20. század közepétől kezdve változtatták meg gyökeresen az ökoszisztémákat világszerte; ezek a változások az emberiség számára számos hasznot biztosítottak, azonban az ökoszisztémákban történő károk árán, amelyek veszélyeztetik az emberiség további létét;
- 26 megértik, hogy a szegény lakosság függ közvetlenül a legjobban az ökoszisztéma-szolgáltatásoktól, és a legjobban veszélyeztetett az ökoszisztémákban, az ember által okozott nagy változások miatt;
- 27 megismerik az ökoszisztémák egyes világméretű kizsákmányolásának példáit és annak következményeit (pl. a mezőgazdasági területek gyors terjedése, az erdők irtása, a száraz területek degradációja, a mezőgazdasági területek öntözése, a nitrogén- és foszforvegyületek bevitele az ökoszisztémákba, a tengeri halak túlzott halászata, az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése a légkörben az emberi tevékenységek miatt);
- 28 megértik, hogy az ember a saját tevékenységével erősen és többnyire visszafordíthatatlanul változtat a biológiai sokféleségen a bolygón (leginkább csökkenti a biológiai sokféleséget), és megismernek egyes példákat (pl. az idegen fajok behozatala az ökoszisztémákba, az ökoszisztémák mezőgazdasági és lakott területekké történő átalakítása, a korallzátonyok degradációja);
- 29 egyszerű módszer segítségével értékelik a faji sokféleséget a kiválasztott ökoszisztémában (pl. a fajok számának számolása a réten négyzetekben, transzekt); a kutatás előtt felállítják a megfelelő kérdést, megtervezik a kutatást, elemzik az eredményeket, és beszámolnak róluk;
- 30 megértik, hogy az ökoszisztémák degradációja a jövőben még inkább romolhat, de enyhíteni is lehet, miközben a megfelelő megoldások lényeges társadalmi és gazdasági változásokat igényelnek, amelyeket megfelelő politikai határozatokkal kell támogatni.

### 3.3 Érettségi program (105 óra)

Az érettségi program tanterve hozzáadott tudással lehetővé teszi a biológia koncepciók megértésének az elmélyítését és a készségfejlesztési célok, illetve kompetenciák további fejlesztését. A diákoknak, akik biológiából tesznek érettségit, a kötelező program (210 óra) és az érettségi program (105 óra) mellett még el kell végezniük egyett a választható témakörből (35 óra) is.

#### L Hogyan működik a tudomány? (30 óra)

*A diákok bővítik a B<sub>1</sub> koncepciók megértését (kapcsolódás A kutatások és kísérletek témakörhöz a kötelező programban).*

A diákok:

- 1 megértik, hogy a tudományos ismeretek és a tudományos elképzelések bizonytalanságai hogyan változnak az idők során, és milyen szerepet játszik a tudományos közösség e változások értékelésében (példák: Harvey; Mendel mellőzése; evolúciós elméletek – Lamarck, Darwin és Wallace, Guld; biológiai membránok felépítése; McClintock);
- 2 megértik, hogy a tudományos magyarázatok a máig ismert tények ideiglenes interpretációjának gyűjteményei, és hogy az összes tudományos felismerésben folyamatosan kételkedünk és felülvizsgáljuk azokat;
- 3 megértik, hogy az új tudományos magyarázat a régic csak akkor helyettesítheti, amikor elegendő bizonyítékkal van alátámasztva;
- 4 megismerik, hogy a tudományos ismereteket olyan folyamat révén kell nyilvánosan hozzáférhetővé tenni, amely magában foglalja az ugyanazon a szűk területen dolgozó szakértők által végzett szakértői értékelést; a



tudományos folyóiratokban való közzétételét követően a tudományos publikációkat a globális tudományos közösség kritikának és ellenőrzésnek veti alá;

- 5 megértik, hogy a statisztika az adatok objektív bemutatásának és elemzésének eszköze;
- 6 megértik, hogy a tudományos tartalmú cikkek megjelentetése a nyilvános médiában nem tudományos anyagok, és értékelni tudják a tudományra hivatkozó információk hitelességét; megkülönböztetik a tudományos, a szakmai, az ismeretterjesztő és az újságírói közzétételt (követni tudják a tudományos információt és megállapítani annak eredetiségét – világháló, adatbázisok);
- 7 össze tudják gyűjteni, elrendezni és elemezni a különböző forrásokból származó biológiai adatokat (pl. tudományos folyóiratokból, környezetvédelmi szervezetek beszámolóiból, tudományos intézmények beszámolóiból, az ipari beszámolókból, a kormány beszámolóiból);
- 8 megkülönböztetik a megfigyelést és a kísérletet mint az adatgyűjtés módjait, valamint a minőségi (kvalitatív) és mennyiségi (kvantitatív) adatokat;
- 9 fel tudnak állítani ellenőrizhető biológiai kérdést, valamint megtervezik és kivitelezik az egyszerű laboratóriumi vagy terepkutatást;
- 10 ismerik az alapvető statisztikai módszereket – középérték, standard deviáció, standard hiba, korreláció koefficiens, t-teszt, Khi-négyzet teszt;
- 11 az adatok feldolgozására és azok grafikus ábrázolására megfelelő számítógépes eszközöket használnak;
- 12 megértik a természetes jelenségek bemutatására használt modellek előnyeit és korlátait;

**Módszertani útmutató:** A tanár szakmailag önállóan választja ki a kutatómunka különböző témáit a diákokkal együtt (a célok L-7-től az L-11-ig). A kutatómunkát projektmunka vagy kutatási feladat formájában végezzék el, individuálisan vagy csoportban, a végén mutassák be az eredményeket és értékeljék a munkát. Ezekre a tevékenységekre a tanár az érettségi program összóraszámának legalább a 20 százalékát (21 óra) tervezze, a diákokat pedig ossza csoportokra. Az tevékenységek tartalmilag a B - *Kutatás és kísérletek* c. témakörhöz is kapcsolódnak. Lásd a *Laboratóriumi és terepmunka és Kutatások és kísérletek a biológiórán* c. fejezeteket is!

## **M Sejtbiológia (25 óra)**

*A diákok bővítik a C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> és D<sub>3</sub> koncepciók megértését (kapcsolódás A sejt felépítése és működése és A gének és az öröklődés témakörökhöz a kötelező programban).*

A diákok:

- 1 megértik, hogy a fehérjék a sejt működésének és felépítésének a hordozói, valamint hogy a fehérje alakja teszi lehetővé működésüket (enzimek, izomfehérjék, pumpák, szerkezeti fehérjék);
- 2 megértik, hogy az aminosavak a fehérjékben peptid kötéssel kötődnek láncba, és hogy a fehérje háromdimenziós alakját az aminosavak egymás közötti helyzete határozza meg;
- 3 megértik, hogy az aminosavak között egyes kötések flexibilisek, és lehetővé teszik a fehérjék különböző mozgását (konformációs változások), valamint hogy a fehérje alakjának fő megváltoztási módját a hozzá kötődő különböző molekulák (ligandok) teszik lehetővé;
- 4 megértik, hogy az alak megváltoztatásának és az ezzel kapcsolatos fehérjeműködésnek a leggyakoribb módja a foszfátcsoport kötődése (foszforiláció), amelyet a kinázok nevezett enzimek katalizálnak;
- 5 megértik, hogy a sejtben számos olyan enzim van, amelyek foszforilálódnak és defoszforilálódnak, valamint más enzimeket foszforilálnak és defoszforilálnak (aktiválják és deaktiválják őket) és ezzel funkcionális hálózatot képeznek, amelyek különböző sejtfunkciókat végeznek; a foszforilációk és defoszforilációk a sejtfunkciók működésének felügyeletét teszik lehetővé;
- 6 megértik, hogy a sejtek közötti információkat hordozó hírvivő anyagok többsége vízben oldódó, és ezért nem jut keresztül a sejtmembránra; az információ sejtbe juttatásához ezért külön integrál fehérjék – receptorok szükségesek;
- 7 megértik, hogy a receptoroknak több csoportjuk létezik, amelyek részben különböző módon működnek, de mindegyikben közös, hogy másodlagos hírvivő molekulák keletkezését okozzák a sejtben;
- 8 a G-fehérjén keresztül működő receptor példáján ismerkednek meg a jel sejtbe jutásának elvével (G-receptor–fehérje–adenilát–cikláz–ciklikus AMP–A-kináz sorrend; pl. adrenalin receptor);

- 9 megismerik, hogy a kalcium is működhet a sejtben másodlagos hordozóként, leginkább azért, mert koncentrációja a sejtben igen alacsony (koncentrációjának kis abszolút változása nagy relatív változást jelent a sejtben); a kalciumion a sejtbe az ioncsatornán keresztül juthat be, a sejt pedig az endoplazmatikus hálózatban is raktározza;
- 10 megismerik, hogy a kalciumion kötődése megváltoztathatja a fehérje konformációját, és ezáltal hatással van a sejtfehérjék funkcionális hálózatának a működésére;
- 11 megértik, hogy a sejtekben a szállítást és a mozgást a szerkezeti (pl. aktin) és mozgató fehérjék (miozinok) kombinációja teszi lehetővé, amelyek külön specializálódtak a nagy konformációs változásokra;
- 12 összehasonlítják a mitokondrium és kloroplasztisz felépítését, valamint összekötik azt a működésükkel;
- 13 megértik a fotoszintézis alatt, a kloroplasztis tilakoid membránján, és a sejtlégzés alatt, a mitokondrium belső membránján zajló membránfolyamatok közötti hasonlóságokat és különbségeket (az elektronok szállítása, a protonok pumpálása, az ATP szintézise);
- 14 megismerik az ATP-szintézis működésének mechanizmusát a kloroplasztiszokban és mitokondriumokban (a proton gradiens felhasználása az ATP ADT-ből és foszfátból történő szintézisének lehetővé tevő fehérjék konformációs változására);
- 15 megértik, hogy az ATP szintézisének energiaforrása a sejtlégzésnél a szerves anyagokban kémiai megkötött energia, és hogy az energia a kiépített ATP molekulákban a sejt különböző folyamatainak üzemeltetésére használandó fel;
- 16 megértik, hogy az ATP és NADPH szintézisének energiaforrása a fotoszintézisnél a fényenergia, és hogy az így megkötött energia a szén-dioxid cukorra történő kötésére használandó fel;
- 17 megértik a kapcsolatot a fotoszintetikus színyanyagok abszorváló spektruma és a fotoszintézis akciós spektruma között;
- 18 megismerik a fotoszintézis korlátozó tényezőit (hőmérséklet, a fény erőssége és színe, a koncentrációja) és ezt összekötik a kompenzációs ponttal (azok a körülmények, amelyekben a levélben kimért nettó CO<sub>2</sub> csere egyenlő nullával),
- 19 megismerik az alapvető különbségeket a C<sub>3</sub> és a CAM-fotoszintézis között, és ezt összekötik a CAM-növények alkalmazkodásával a szárazsághoz;
- 20 megértik, hogy a sejtek általában a nagyobb molekulákat endocitózissal veszik fel, a környezetbe pedig exocitózissal választják ki; mindkét folyamatnak több funkciója van, a nagyobb molekulák kiválasztása és felvétele mellett a sejtmembrán összetételének fenntartása is;
- 21 megértik, hogy az exocitózis és az endocitózis folyamatának összhangban kell lennie, mivel másképpen a sejt növekedne vagy csökkene a végtelenségig; a két folyamat a belső membráni folyamatok és organellumok szintjén van összekapcsolva (endoplazmatikus hálózat, Golgi-készülék, lizoszóma, kiválasztó vezikulum);
- 22 megismerik az exocitózis speciális formáinak példáit (pl. szinapszis, a hormonok, emésztőenzimek kiválasztása);
- 23 megértik, hogy a fehérjék elsődleges strukturája, a kodonok sorrendjének az aminosavak sorrendjébe történő átfordítás következménye, és hogy a mutációk megváltoztathatják a fehérjék felépítését és ezzel működésüket;
- 24 megismerik, hogy a genetikai kód univerzális és degenerált, valamint megértik a kapcsolatot a DNS, a különböző típusú RNS (rRNS, tRNS, mRNS) és a fehérje (a DNS átírása és fordítása) között;
- 25 ismerik a DNS szerkezetét, és értik a DNS megkettződésének folyamatát (replikációs villa);
- 26 összehasonlítják az örökítőanyag szerveződését a vírusok (DNS vagy RNS), a prokarióták (egykörös DNS molekula) és az eukarióták (DNS és hisztonok, több lineáris kromoszóma) esetében;
- 27 megértik a génexpressziót szabályozó mechanizmust a prokarióták (operon) esetében, és ismerik a génreguláció alapjait az eukarióták esetében (a jel a szabályozófehérjék összekapcsolt rendszerére hat a sejtben, amely számos gén egyidejű expressziójában okoz változásokat);

## **N Az ember fiziológiája (20 óra)**

*A diákok bővítik az F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> és F<sub>4</sub> koncepciók megértését (kapcsolódás A szervezetek felépítése és működése c. témakörhöz a kötelező programban).*

A diákok:

- 1 megértik, hogy az ember az állatok országának a része, az állatokkal közös az evolúciós történelme, számos hasonlóság van az alapvető folyamatokban és szervrendszerekben, de a többi állattól leginkább az agy fejlődésében különbözik;
- 2 megértik a vázizmok működését, beleértve az aktin, miozin,  $Ca^{2+}$  és a sejtleggés és glikolízis folyamán keletkezett ATP szerepét;
- 3 megértik, hogy a megnövelt testi aktivitás közben az izomsejteknek nagyobb oxigén- és tápanyagellátásra van szükségük, valamint a  $CO_2$  gyorsabb eltávolítására (a szívritmus és a sejtleggés sebességének megnövekedése);
- 4 megértik, hogy oxigénhiány esetén (amikor a véráramlat teljes mértékben nem látja el az oxigénszükségletet) az izomsejtekben anaerób anyagcsere folyik, és megértik, hogy ilyen körülmények között az anaerób anyagcsere előnyt jelenthet a működésükben;
- 5 megértik, hogy a külső környezet változásainak ellenére az emberi szervezet relatívan stabil belső környezetet tart fenn, ami a szervrendszerek összeegyeztetett és szabályozott működésének a következménye;
- 6 megértik, hogy a technikai és természetes szabályozási rendszereknek vannak receptorai, illetve szenzorai az aktuális állapot és változásának észlelésére, központjai, amelyek felveszik az információt és koordinálják a válaszokat, valamint effektorjai, amelyek automatikus válaszára képesek;
- 7 megértik, hogy a regulációs rendszerben az effektor és receptor közötti negatív visszacsatolás lehetővé teszi, hogy a rendszer az egyensúlyállapotból történő elmozdulást követően visszatérjen az egyensúlyi állapotba;
- 8 megértik, hogy a reguláció gyakran antagonisztikus, ami nagyobb és gyorsabb választ tesz lehetővé, aminek következménye annak nagyobb pontossága is;
- 9 a testhőmérséklet és a test vízmennyiségének szabályozása példáin megismerik a belső környezet szabályozásának elvét, valamint ezt összekötik a hipo- és hipertermiával, valamint az alkohol és drogok hatásaival;
- 10 megértik, hogy a különböző patogének (többsejtűek és egysejtűek, baktériumok és vírusok) között fontos különbségek léteznek, megértik az ember védekezési mechanizmusait ezekkel az infekciókkal szemben;
- 11 megismerik az immunrendszer sejtjeinek a szerepét;
- 12 megértik, hogy az ABO vércsoportrendszer az eritrociták felületén lévő antigéneket és a vérplazma antitesteit írja le, valamint hogy a vértranszfúzió során az adományozónak és a befogadónak egyezniük kell a vércsoportban, hogy megakadályozzuk az eritrociták agglutinációját a befogadóban;
- 13 megértik, hogy a vércsoportot egy gén három allélja ( $I^A$ ,  $I^B$  és  $i$ ) határozza meg, valamint hogy az  $I^A$  és  $I^B$  kodominánsak, az  $i$  pedig velük szemben recesszív;
- 14 megismerik, hogy a vértranszfúzió a transzplantáció egyik formája, és ezt összekötik a lehetséges problémákkal a szervtranszplantáció során (az adományozó és a befogadó kompatibilitása);
- 15 megismerik, hogy az emberi magzat nemét az Y komoszóma génei határozzák meg, valamint megértik ezek kapcsolatát a petefészek és here kialakulásával;
- 16 megértik a génexpresszió komplex szabályozásának jelentőségét az egyedfejlődésben (a sejtek differenciációja), és megismerik a génreguláció zavarai következményeként kialakuló betegségeket (pl. rák);
- 17 megértik, hogy az őssejtek nem specializálódott sejtek, amelyek bármelyik sejtípussá differenciálódhatnak, és hogy fennáll annak a lehetősége, hogy az őssejteket egyes betegségek gyógyítására használjuk fel;
- 18 megértik, hogy az emberek és az állatok esetében a klónok természetes módon – amikor a magzat sejtjei szétválnak (egypetűjű ikrek) – vagy mesterségesen keletkeznek;
- 19 megismerik a genetikai diagnosztika egyes példáit, és megértik az egyedeknek, a DNS nukleotidsorrendje alapján (*DNA fingerprinting*) történő megkülönböztetés alapvető elvét;
- 20 megértik, hogy az egyedekre vonatkozó genetikai adatok gyűjtése etikai problémákkal kapcsolatos (pl. harmadik személy hozzáférési joga ezekhez az adatokhoz – biztosítótársaságok, munkaadók);

## O Ökológia, biológiai sokféleség és evolúció (30 óra)

A diákok bővítik az  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ,  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$  és  $G_4$  koncepciók megértését (kapcsolódás az Evolúció és Ökológia c. témakörökhözre a kötelező programban).



A diákok:

- 1 megismerik a folyamatokat, amelyek nagy valószínűséggel lehetővé tették az élet kialakulását a Földön: a szerves anyagok abiogén keletkezése, a biomonomerek polimerekbe történő kötődése, önmegkettőződő molekulák keletkezése, amelyek az örökítőinformáció elődei, e molekulák elválasztása a környezettől membránok segítségével, és az újonnan keletkezett belső környezetre jellemző biokémiai folyamatok kialakulása;
- 2 megismerik a Föld elsődleges légkörének körülményeit bemutató hipotézist, amelyek a szerves anyagok kialakulását tették lehetővé (Miller–Urey kísérlet) és az arról szóló hipotézist, hogy az RNS-molekula önmegkettőződő és katalikus tulajdonságai fontos szerepet játszottak az élet kialakulásában a Földön;
- 3 gyakorlati tevékenység által megismerik az egyedek fenotípusának sokféleségét az adott fajon belül, és ezt összekötik a genotípus és környezet lehetséges hatásaival a fenotípusra;
- 4 megértik, hogy a Hardy–Weinberg egyenlet használatával viszonylag jól meghatározhatjuk az allélok gyakoriságát a génekészletben, valamint a genotípusok és fenotípusok gyakoriságát az egymás között véletlenszerűen szaporodó egyedek viszonylag nagy populációjának korlátozott számú generációjában;
- 5 megismerik a Hardy–Weinberg egyensúly feltételeit a populációban (elegendő nagyságú populáció, amelyre nem hatnak az evolúciós tényezők: szelekció, mutáció, kiválasztott párosodás, egyedek vándorlása a populációk között és a véletlenek), és megértik, hogy miért nincsenek a természetben az ilyen feltételek biztosítva;
- 6 megértik, hogy az evolúciós tulajdonság az evolúciós tényezők hatása miatt történő allélgyakoriság változásának a következménye; hogy az alléllösszetétel változását fenotípus-változások követhetik; hogy ezen változások többsége fokozatos, kis lépésekben történik; hogy a hosszú időszakban zajló nagy evolúciós változások (pl. a gerincesek szárazföldre jövetele, a madarak repülésének evolúciója) a változások hasonló folyamatának eredményei;
- 7 különbséget tesznek az egyed alkalmazkodása a pillanatnyi környezethez (akkomodáció) és a szervezetek (adaptáció) evolúciós vonalának (populáció) fokozatos alkalmazkodása között;
- 8 az evolúciót a folyamatok két csoportjának összjátékaként értelmezik: a sokféleség kialakulása új fajokká (populációk<sup>ká</sup>) történő osztódással, a tulajdonságok változása a fajokon (populációkon) belül;
- 9 megértik, hogy egy faj populációjának földrajzi vagy ökológiai izolációja új fajok keletkezéséhez vezethet; a populáció izolációja általában egy kisebb populáció földrajzi különválásával következik be a szülői populációtól vagy kivételesen ugyanazon területen belül;
- 10 megismerik, hogy a populáció szaporodási izolációja alapulhat a megtermékenyítés előtti (pl. térbeli izoláció, különbségek a szaporodás időszakában vagy párosodási viselkedésben, a nemi szervek vagy gaméták inkompatibilitása) vagy a megtermékenyítés utáni izoláción (pl. genetikai inkompatibilitás, a keresztezett egyedek sterilitása);
- 11 megértik, hogy az ivaros szaporodás növeli a szervezetek fajon belüli variabilitását, ami ugyan mutációkkal keletkezik, valamint az általános hasonlóságot az állatok (az embert is beleértve) és a növények ivaros szaporodása között;
- 12 megértik, hogy miért van jelen a növények (mohák, harasztok, magvas növények) evolúciós fejlődésében a diploid fázis egyre nagyobb uralkodási trendje, és ezt összekötik a diploid fázis uralkodási trendjével az állatoknál;

**Módszertani útmutató:** A diákoknak nem kell tudniuk a különböző növénycsoportok fejlődésére és struktúráira vonatkozó szakkifejezéseket. A magyarázat az alapvető szakkifejezéseken, mint a haploid, diploid, meiózis, mitózis, egysejtű, többsejtű, ivarsejt, megtermékenyítés alapuljon.

- 13 tájékoztatva vannak a földi élet közös eredetének hipotéziséről; megértik, hogy ezért, a bármikor is élő élőlények, egymás között a szaporodás által vannak összekötve; hogy ez a kötődés nagy mértékben hierarchikus (a közös ősnak utódai vannak, akik az új utódok ősei és így tovább, hasonló egy fához); hogy az ős minden saját utódjával természetes egység az élet rendszerében (pl. az ősmadár és minden más madár); hogy az ilyen egységeket csak a rájuk jellemző tulajdonságok alapján fel lehet ismerni (pl. szárnyak repülő tollakkal, közös tulajdonságok az örökítőanyagban);

- 14 megértik, hogy ha a körülmények a Földön bármelyik időszakban másmilyenek lettek volna, mint amilyenek valójában voltak, az evolúció a természetes kiválasztódással másmilyen eredményekhez vezetett volna, mint a mai;
- 15 megértik, hogy az összehasonlító embriológia, a DNS és az aminosavak sorrendjének összehasonlítása, valamint más adatforrások összehasonlítása alapján kiépíthetjük a szervezetek csoportjai közötti lehetséges evolúciós viszonyokat bemutató diagramot (kladogramot);
- 16 megértik, hogyan lehet több független molekuláris óra segítségével – amelyeket egymáshoz viszonyítva bemérünk, és összehasonlítjuk a kőületek korával – megsaccolni, mennyi ideje váltak külön evolúciós szempontból a különböző szervezetcsoportok;
- 17 ismerik a szervezetek három csoportba osztását (archeák, eubaktériumok és eukarióták) és megértik a felosztás kritériumait, mint a riboszomális RNS sorrendje, a riboszomok nagysága, a sejtmembrán és sejtfal felépítése, a hisztonok felépítése, a mag jelenléte;
- 18 tudják, hogy létezik az élővilág mesterséges, de gyakorlatban felhasználható felosztása, mint például a hat országra való felosztás (archeák, eubaktériumok, protiszták, gombák, növények, állatok); ismerik ezen csoportok fő jellegzetességeit;
- 19 tudják, hogy az archeák tolerálhatják az extrém körülményeket, mint a magas hőmérséklet és sósság, valamint az alacsony pH;
- 20 tudják, hogy az eubaktériumok fontos lebontók és termelők (pl. a ciánobaktériumok) az ökoszisztémákban; köztük tartozik számos az ember számára fontos faj és a patogén baktériumok;
- 21 megértik, hogy az archeák genetikailag jobban hasonlítanak az eukariótákra, mint az eubaktériumokra;
- 22 tudják, hogy protiszták országa az eukarióták különböző csoportjait foglalja magába, mint az egysejtű állatok, algák és nyálkagombák;
- 23 a természetes csoportokra történő tagolás példjaként ismerik a valódi többsejtűek alapvető felosztását: radiális–bilaterális, protosztomium–deuterosztomium (összjájúak–újszájúak);
- 24 tudják, hogy az ember evolúciója aprócska része az élet közös evolúciós történelmének a Földön; egyforma törvényszerűségnek és mintázatnak alávetve; a mai felfedezések alapján megértik az ember evolúcióját a közös ős értelmében, a különböző hominid fajú divergens fejlődését és ezek összes fajának kihalását egy kivételével;
- 25 megértik a nagyobb agy kialakulásának jelentőségét az ember evolúciós eredményességére vonatkozóan;
- 26 megértik a kultúrevolúció jelentőségét az ember fejlődésében és az ember szerepét a mesterséges szelekció irányítójaként (termesztett növények, háziastott állatok);
- 27 megismerik a korszerű életmód lehetséges hatásait az ember biológiai evolúciójára vonatkozóan (pl. gyógyászati segédeszközök, a betegségek kontrollja és gyógyítása, fogamzásgátlás, mesterséges megtermékenyítés, génmanipuláció, a populációk izolációjának csökkenése a globalizáció miatt, a környezet eltarthatóságának technológiai növelése, a kultúra hatásainak szerepe a párválasztásban);
- 28 a felszíni és barlangi (föld alatti) folyó összehasonlítása alapján megértik, hogy az ökoszisztémák kapcsolódnak egymáshoz, és hogy valamennyi ökoszisztéma működése az energia és szerves anyagok forrásától függ;
- 29 a barlangi állatok és azok, más környezetben élő rokonaik összehasonlítása alapján elmagyarázzák az egyes evolúciós alkalmazkodásokat a barlangban lévő körülményekhez;
- 30 megismerik, hogy a fokozatos éghajlatváltozások, amelyek például a jégkorszak kezdetekor vagy befejeztével történnek (a gleccser terjedése vagy visszahúzódása a kontinenseken) kapcsolatban vannak a fajok fokozatos terjedésével vagy visszahúzódásával; megismerik, hogy a Föld történelmében az éghajlati körülmények gyakran változtak, és hogy ezzel kapcsolatos az ökoszisztémák fokozatos változása egyes területeken;
- 31 megismerik, hogy a fajok különböző elterjedésére különböző abiotikus és biotikus tényezők hatnak (pl. a lemezek tektonikája, a domborzat, a tengerszint ingadozása, az éghajlat, a fajok különböző mobilitása, a fajok közötti versengés);
- 32 megismerik, hogy éghajlatváltozáskor és egyes természeti katasztrófák során (pl. a gleccserek visszahúzódása, vulkánkitörések, árvizek) és/vagy az ember tevékenységekor a szárazföldön olyan

- területek keletkezhetnek, amelyeken nincs élet, és ezt összekötik a szukcesszióval (pionír fajok, a talaj kialakulása);
- 33 megértik a szervezetek közötti kapcsolatokat az ökoszisztémában és a populációk közötti kapcsolatokat is, amelyek között nincsenek közvetlen interakciók (pl. a közös zsákmánnyal rendelkező zsákmányolók két populációja);
- 34 egyszerű példa alapján megértik a zsákmány és a zsákmányoló populációjának egyedszámbeli egymásközi kapcsolatát (populációingadozás);
- 35 példák alapján megértik, hogy az ökoszisztémába történő új faj bevitele igen nagy és visszafordíthatlan változásokat okozhat az ökoszisztéma felépítésében és működésében (pl. az új fajok akaratlagos és akaratlan bevitele a szigeteken lévő ökoszisztémákba, amelyet az ember okozott);
- 36 megértik az idegen, az inváziós vagy özönfajok terjedésével kapcsolatos problémákat az ökoszisztémában;
- 37 a szerzett megértés alapján kritikusan értékelik az ember hatásainak példáit az ökoszisztémákra és a környezetre, valamint a problémamegoldást javasolnak a fenntartható fejlődés elvei alapján.

**Módszertani útmutató:** Ahol lehetséges, a tanár az O-28-tól az O-37-ig terjedő célok megvalósítása során Szlovénia területéről hoz konkrét példákat.

### 3.4 Készségfejlesztő célok

A tanár szakmailag önállóan építi be a készségfejlesztő célok megvalósítását a kötelező, választható és érettségi program kivitelezése során.

A biológia tanítása fejlessze a diákokban:

**K-1** a komplex gondolkodás képességét és az ismeretek összekapcsolását (a tudásháló kiépítése);

**K-2** az egyszerű biológiai kísérletek és kutatások megtervezésének és kivitelezésének képességét, valamint az eredmények interpretációját;

**K-3** a biológiával kapcsolatos információk keresésének és a különböző forrásokból származó biológiával kapcsolatos információk szakmai hitelessége kritikus bírálatának képességét;

**K-4** az önálló és a csoportmunka végzésének képességét, valamint a megfelelő kommunikációt a különböző szituációkban;

**K-5** az ismereteket a mai biológia tudomány felfedezéseinek használatáról a különböző szakmákban, illetve a emberi tevékenység különböző területein (pl. mezőgazdaság, élelmiszeripar, orvostudomány, biotechnológia);

**K-6** az öröklődés és a környezet jelentőségének megértését az egyén és az emberiség egészségének megőrzésében;

**K-7** a kritikus bírálat képességét az életbe és a természetbe történő beavatkozásokra vonatkozóan, valamint a biológiai ismeretek felhasználását a különböző technológiákban (felelősségteljes viselkedés és az egészség megőrzése), valamint az önálló döntéshozatalt és az etikai dilemmákkal foglalkozó beszélgetésekbe való aktív bekapcsolódásnak a képességét;

**K-8** az ökoszisztéma alapvető működésének és az ember élő rendszerekbe történő beavatkozásainak rendszerbeli következményeinek a megértését;

**K-9** a biológiai sokféleség jelentőségének ismeretét, a biológiai sokféleség felismerését az élő rendszerek különböző szerveződési szintjein, valamint a felelősségteljes viszonyt annak fenntartására;

**K-10** a tájékozottságukat a fenntartható fejlődés szükségszerűségéről és arról, hogy a biológia mint tudomány hozzájárulhat az emberiség jólétéhez, a természeti források fenntartható használatához, a természet megőrzéséhez és a megfelelő körülmények biztosításához az életben maradáshoz és az emberi társadalom további fejlődéséhez lokális, nemzeti és globális szinten;

A biológia tanítása a kompetenciák (anyanyelven folytatott kommunikáció, idegen nyelveken folytatott kommunikáció, matematikai kompetencia, valamint a tudomány és technológia alapvető kompetenciája, digitális

kompetencia, tanulás tanulása, szociális és állampolgársági kompetencia, kezdeményezőkézség és vállalkozói készség, kulturális tudatosság és kifejezőkézség) fejlesztésén keresztül serkentse:

**K-11** az információk gyűjtését, elemzését és szervezését,

**K-12** az ötletek és információk továbbítását,

**K-13** a tevékenységek tervezését és szervezését,

**K-14** az önálló és csoportmunkát,

**K-15** a matematikai ötletek és technikák használatát,

**K-16** a problémák megoldását,

**K-17** a technológiák használatát.

## 4 Várt teljesítmény/eredmény

A várt teljesítmények a tartalmi koncepciókból és célokból, a készségfejlesztő célokból és kompetenciákból erednek. Arról, hogy a diák elérje a várt teljesítményeket a tanár az óra megtervezésével és kivitelezésével gondoskodik, a diák pedig a saját munkájával és felelősségével a képességeivel összhangban. A várt teljesítmények leírása általános, ami azt jelenti, hogy a diákok azokat különböző terjedelemben és különböző taxonómiai szinteken teljesítik.

A kötelező programban a diákok elérik a lényeges biológiai koncepciók és azok kapcsolatának a megértését. Az érettségi programot és/vagy a választható programot választó diákok elmélyítik a kötelező program egyes koncepcióinak a megértését, és a modern biológia, a szűkebb és szélesebb környezet aktuális témáival és problémáival kapcsolatos további tudással bővítik ki azokat.

A tanár a várt teljesítmény területeit a diákok képességei, valamint saját tanítási módszerei és az ezzel kapcsolatban kiválasztott tudás taxonómiája alapján ellenőrzi és értékeli.

### 4. 1 Tartalmi tudás

#### 4.1.1 Kötelező program

A diákok a biológiaoktatás befejezésekor megértik a következő biológiai koncepciókat, azokat össze tudják kapcsolni egymással, és a megszerzett tudást különböző helyzetekben fel tudja használni:

#### Élet a Földön

**A1** *Az élet az anyag (matéria) szerveződésének legkomplexebb ismert alakja. Az élet komplexitását leginkább a számos szerveződési szint és a köztük lévő interakció növelik. A Földön található valamennyi élet sajátossága némely közös tulajdonság, amely a közös evolúciós származás következménye. Az evolúció a természetes kiválasztódással, az élő és élettelen természetet elválasztó folyamat.*

#### Kutatás és kísérletek

**B1** *A tudományos haladás értelmes kérdések felállításán és a jól megtervezett kutatások kivitelezésén alapul.*

#### A sejt felépítése és működése

**C1** *Valamennyi szervezet alapvető szerkezeti és működési egysége a sejt. A sejt működése a belső felépítésével van kapcsolatban. A sejtet szelektíven áteresztő biológiai membrán határolja, amely a környezettel zajló interakcióját szabályozza. A sejtben a különböző molekulák halmaza különleges struktúrákat alkot, amelyek sejtfunkciókat végeznek, mint energiaátalakítás, molekulaszállítás, molekulák lebontása és újak szintézise, felesleges anyagok kiválasztása, valamint genetikai információk raktározása és kifejeződése.*

**C2** *A sejt nyitott dinamikus rendszer. A sejtfunkciók többsége biokémiai reakciókon alapul. A környezetből felvett anyagokat a sejt saját anyagai szintéziséhez használhatja fel. A lebontás és szintézis reakcióit fehérjekatalizátorok – enzimek teszik lehetővé. A sejtekben léteznek univerzális energiaközvetítő molekulák, a szerves anyagok szintézisének és lebontásának biokémiai folyamataiban.*

**C3** *A sejtek folyamatosan szabályozzák működésüket. A folyamatok szabályozása a fehérjék működésének változásán és az egyes gének szelektív kifejeződésén alapul. Ez lehetővé teszi, hogy állandóan reagáljanak a környezetük változására, és hogy kontrollálják és koordinálják a sejtnövekedést és sejtosztódást.*

**C4** *Valamennyi sejt őse sejt. A sejtek növekednek és osztódnak, és ezzel új sejteket hoznak létre. A sejtosztódás a szervezet növekedését és szaporodását teszi lehetővé, ezzel az élet folytonosságát generációkon keresztül.*

#### Gének és öröklődés

**D1** *Az összes ismert szervezetben a jellegzetességüket meghatározó örökítő információ hordozói a DNS molekulák. A szervezet tulajdonságainak hordozói, a genetikai információ kifejeződésével keletkezett fehérjék. A mutációk a DNS változásai. Számos mutáció hatástalan a fehérjék szerkezetére és működésére, így a szervezetre is, némelyek pedig a fehérjék, sejtek és szervezetek változását okozzák.*

**D2** *Az ivaros szaporodásnál a szülői gének kombinálódásával új génkombinációk keletkeznek. Az ivaros szaporodás növeli a szervezet fajon belüli változatosságát, és ezzel növeli annak a valószínűségét, hogy megváltozott környezeti körülményekben e faj legalább néhány egyede életben marad. Csak az ivarsejtekben bekövetkezett mutációk következményei olyan változások, amelyeket az utódok örökölhetnek.*

**D3** *A sejtek különböző módon öröklődő és kifejeződő géneket tartalmaznak. Az ember a biotechnológia segítségével (a mesterséges kiválasztással és géntechnológiával) saját szükségleteinek kielégítésére változtatja meg a szervezetek genomját.*

## **Evolúció**

**E1** *A Nap, a Föld és a Naprendszer más részei 4,6 milliárd évvel ezelőtt, az élet a Földön pedig több mint 3,5 milliárd évvel ezelőtt keletkezett. A szervezetek sokfélesége az evolúció eredménye, amely valamennyi rendelkezésre álló ökológiai fülkét az élet különböző alakjaival töltött meg. A geoszféra és bioszféra (szervezetek) interakciójának következménye a Föld olyan rendszerré való alakulása, melynek a fejlődése még ma is folytatódik.*

**E2** *Az evolúció a faj egyedszámának növekedését biztosító potenciál (1), az utódok mutációk és gén rekombinációk következtében beállt genetikai variabilitásának (2), a túléléshez szükséges természeti források korlátozottságának (3), az adott pillanatban előnyben lévő szervezetek túlélését, és sikeres szaporodását biztosító környezeti szelekciós mechanizmusainak (4) a következménye.*

**E3** *A szervezetek biológiai csoportosítása a rendszerben a szervezetek közti rokonsági kapcsolatokon alapul. A szervezeteket hierarchikusan elrendezett csoportokba és alcsoportokba soroljuk, evolúciós történelmüket tükröző hasonlóságuk alapján.*

## **A szervezetek felépítése és működése**

**F1** *Annak ellenére, hogy a szervezetek igen sokszínűek, felépítésükben és működésükben vannak alapvető hasonlóságok, amelyek közös evolúciós származásuk következménye. Egyben valamennyi szervezet hasonló, az életfenntartással kapcsolatos problémák megoldásával küzd – a belső szerveződés fenntartása, valamint energia, anyagok, élőhely és utódok biztosítása.*

**F2** *Valamennyi szervezet sejtekből épül fel. Az egysejtűeknél valamennyi életfolyamat és a szervezet működésének felügyelete egy sejt szintjén zajlik, a többsejtűeknél pedig a szervezetben számos sejt összehangolt működése van jelen, amelyek szövetekbe, szervekbe és szervrendszerekbe szerveződtek.*

**F3** *A szervezet belső és külső környezete eltérő. A belső környezet relatív stabilitása a dinamikus egyensúly eredménye, amely fenntartásához energia szükséges. Valamennyi szervezet a környezetből vesz fel energiát, és anyagcserét folytat a környezettel.*

**F4** *A szervezetek felépítése és működése közvetlenül az életfenntartásra vonatkozó problémák megoldási módjaival kapcsolatos, amely az evolúció folyamatában és a szervezetek és környezetük interakciójában alakult ki.*

## **Ökológia**

**G1** *Az ökológia a szervezetek közti viszonyokat, és a szervezetek és az élettelen környezet interakcióját tanulmányozza. Az alapvető funkcionális egység, amelyben ezek a folyamatok zajlanak, az ökoszisztéma, amely egyesíti az élő és élettelen környezetet.*

**G2** *A szervezetek a környezetben populációkban élnek, és kihasználják a környezet élő és élettelen adottságait, amelyeket közös néven a faj ökológiai fülkéjéneknek (niche) nevezünk.*

**G3** *Az ökoszisztémákban együtt élő és életközösségeket alkotó fajok egymás között különböző viszonyok szerint kapcsolódnak össze. Az ökoszisztémák nyitottak, és kapcsolódnak egymáshoz. Az egész bolygó az ökoszisztémák összekapcsolt egységeként (bioszféra) működik.*

**G4** *Az ember különböző ökoszisztémákban él, amelyeket a lakosság számának növekedése, a technológia és fogyasztás miatt egyre jobban változtat. Az ember az ökoszisztémák nagy mértékű megváltozását okozhatja, így a*



*biológia sokféleségnek a megsemmisülését. Az ökoszisztémák nagy változásai túlléphetik a szervezetek azon képességét, hogy a változásokhoz természetes módon alkalmazkodjanak, illetve az ember képességét, hogy a változásokhoz technológiailag alkalmazkodjanak.*

Megjegyzés: A felsorolt koncepciók megegyeznek az egyes témakörök koncepcióival a *Tartalmak és célok* fejezetben.

#### **4. 1. 2 Választható és érettségi program**

A választható és érettségi program befejezésekor a diákok a kötelező program biológiai koncepcióinak elmélyített megértésének és felhasználásának képességét bizonyítják.

A biológiából érettségiző diákoknak a kötelező program, egy választható program és az érettségi program biológiai koncepcióinak elmélyített megértésének és felhasználásának képességét kell bizonyítaniuk.

#### **4. 2 Készségfejlesztő tudás**

A diákok a kötelező, a választható és az érettségi program biológia tanítása keretében különböző kompetenciákat, komplex gondolkodásmódot, tudományos kutatási képességet és kritikus reflexiót, modellek készítését és felhasználását, önnálló és csoportmunkát, kommunikációt, a korszerű technológia (IKT) és különböző információforrások használatát fejlesztik és használják fel, valamint felelősségteljes viszonyt alakítanak ki a társadalom és a természet iránt.

A diákok a biológiaoktatás befejezésével képesek:

- egyszerű biológiai kutatásokat megtervezni és önnállóan vagy csoportban elvégezni, az eredményeket elemezni és szlovén, illetve anyanyelvi szaknyelven bemutatni, valamint a kutatást és eredményeket kritikusan értékelni (kritikusan értékelik saját kutatásaikat és a mások által elvégzett és bemutatott kutatásokat);
- biztonságosan használni a megfelelő alapvető tudományos kutatási módszereket, különbséget tenni a megfigyelés és a kísérlet mint adatgyűjtésmód között, valamint a minőségi (kvalitatív) és mennyiségi (kvantitatív) adatok között;
- kritikusan értékelik, hogy mikor lehet a kutatás eredményeit általánosítani (pl. a választás, a minta nagysága és száma, a kísérletek, illetve megfigyelések ismétlésének száma, a hibák lehetséges forrásai, az adatok elemzésének eredményei alapján);
- egyszerű modelleket felhasználni a dinamikus folyamatok és az élő rendszerek kapcsolatainak elmagyarázására és kritikusan felülbírálni a modellhasználat korlátait az élő rendszerek teljeskörű komplexitásának a bemutatásakor;
- különböző forrásokból megkeresni a releváns információkat és azok megbízhatóságát, illetve hitelességét kritikusan értékelni (megkülönböztetni a tudományos, illetve szakszöveget a közéleti vagy laikus szövegtől);
- különbséget tenni a szakmai természettudományos és a normatív, illetve etikus kijelentések között a szakirodalomban, különböző médiákban és nyilvános vitákban);
- a különböző szociális szituációkban megfelelően kommunikálni (szaknyelven megfelelően bemutatni és elmagyarázni a biológiai jelenségeket matematikai formában vagy ábrák formájában), argumentálni és a forrásokat megfelelő módon feltüntetni, valamint megfelelő sémákat, diagramokat és szimbólumnyelvet felhasználni;
- szakszövegeket aktívan olvasni és az írásos forrásokból kiszűrni a releváns információkat (pl. jegyzetek és/vagy gondolatterkép készítése, szöveg aláhúzása, megjegyzések írása a szöveg mellé, a szöveg rövid írásbeli vagy szóbeli összegzésének elkészítése);
- a biológiai tudást különböző kontextusban felhasználni saját tevékenységük vagy mások tevékenységének az értékelésére, valamint kritikusan felülbírálni saját és mások egészségének megőrzése érdekében hozott prevenciók határozatokat;

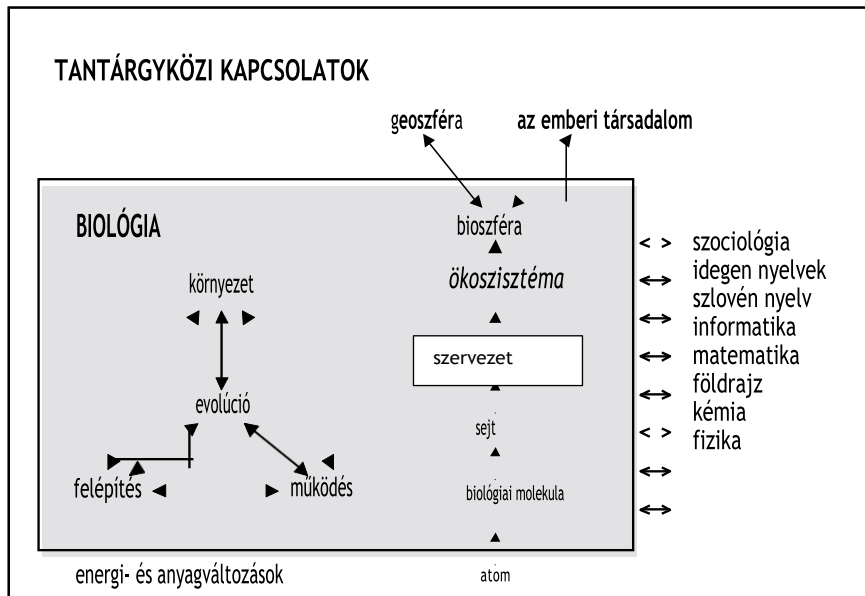
- felismerni és kritikusan értékelni az emberi hatások által keletkezett változásokat az élő rendszerekben (pl. az élő rendszerek felépítésének és működésének változása, az éghajlati körülmények változása, az üvegházhatás növekedése), következtetni ezen változások lehetséges következményeire a természetben, az emberi társadalomra és az egyén életminőségére vonatkozóan, valamint az embernek az ökoszisztémára gyakorolt hatásait enyhítő és a fenntartható fejlődést biztosító intézkedéseket javasolni és kritikusan értékelni;
- a társadalmi és egyéni jólét szempontjából megítélni a tudományos felismeréseket és azok használatát az orvostudományban, biotechnológiában, géntechnológiában és hasonló területeken (pl. értékelni a biometrikus és genetikai adatok megfelelő használatának és visszaélésének lehetőségeit, a szervezet genomjába történő beavatkozások előnyei és korlátai);
- a szervezetekhez kapcsolódó felelősségteljes viszony szempontjából összehasonlítani a tenyésztett szervezetek (pl. farmokon) és a természetben élő közeli rokonaik szükségleteit és megítélni viselkedésüket, valamint javaslatokat tenni a szervezetek tenyésztésének tökéletesítésére;
- önállóan dönteni és aktívan részt venni társadalmi problémákkal kapcsolatos vitákban, amelyek a biológiai tudással és a biológiai kutatások hatásával és azoknak a társadalomban és természetben történő alkalmazásával vannak kapcsolatban (pl. a fenntartható fejlődéssel, természet- és környezetvédelemmel, az egyén genetikai információjának lehetséges felhasználásával és az ezzel való visszaéléssel, géntechnológiával kapcsolatos problémák);

*Megjegyzés:* Egyes készségfejlesztő tudások és tantárgyközi kapcsolatok a *Biológia tanítása a gimnáziumban c.* fejezetben vannak meghatározva.

## 5 Tantárgyközi kapcsolatok

A modern biológia mint integratív tudomány az élő rendszerek felépítésének és működésének teljeskörű magyarázatára más természettudomány, társadalomtudomány és humaisztika által összegzett tudást is használ, ezért szükség van a kivitelezés során a tantárgyközi kapcsolatokra a természettudományos és más tantárgyakkal (vertikálisan és horizontálisan). A tanár szakmailag önállóan tervezi meg a tantárgyközi kapcsolatokat az egyes célok megvalósítása során.

A tantárgyközi kapcsolatok meghatározása *A biológia tanítása a gimnáziumban* c. fejezetben is megtalálhatók.



## Ajánlott tantárgyközi kapcsolatok

Tantárgy:	A biológia tantárgy témaköre, amely az egyes tantárggyal kapcsolatos
Matematika	Kötelező program: B – Kutatás és kísérletek, D – A gének és az öröklődés, G – Ökológia Érettségi program: L – Hogyan működik a tudomány?, O – Ökológia, biológiai sokféleség és evolúció
Kémia és fizika	Az összes témakör
Szociológia	Kötelező program: A – Élet a Földön, F – A szervezetek felépítése és működése, G – Ökológia Választható program: I – az egészséges élet biológiai alapjai, K – Az ember és a természeti erőforrások Érettségi program: L – Hogyan működik a tudomány?, N – Az ember fiziológiája, O – Ökológia, biológiai sokféleség és evolúció
Pszichológia	Kötelező program: F – A szervezetek felépítése és működése, Választható program: I – az egészséges élet biológiai alapjai, J – Az állatok viselkedése Érettségi program: N – Az ember fiziológiája
Földrajz	Kötelező program: E – Evolúció, G – Ökológia Választható program: K – Az ember és a természeti erőforrások Érettségi program: O – Ökológia, biológiai sokféleség és evolúció
Történelem	Kötelező program: A – Élet a Földön, E – Evolúció, G – Ökológia Választható program: K – Az ember és a természeti erőforrások Érettségi program: L – Hogyan működik a tudomány?, O – Ökológia, biológiai sokféleség és evolúció
Filozófia	Érettségi program: L – Hogyan működik a tudomány?
Informatika	Kötelező program: B – Kutatás és kísérletek Érettségi program: L – Hogyan működik a tudomány? (IKT használata a tartalmi és készségfejlesztő célok, ill. kompetenciák fejlesztésekor)

Szlovén nyelv és idegen nyelvek	Az összes témakör (a szaknyelv használatának fejlesztése, idegennyelvű információforrások használata)
---------------------------------	---

A tantárgyközi kapcsolatokat a más tantárgyaktól származó előzetes tudás alkalmazására kell összpontosítani a biológiai fogalmak feltárása és megértése, valamint a kiválasztott összetett problémák megoldása érdekében. Hasonlóképpen, a más tantárgyakkal való integrációnak magában kell foglalnia a különböző képességek és készségek alkalmazását és fejlesztését (képességfejlesztési célok), valamint a tantárgyközi témák (pl. környezeti nevelés, egészséges életmódra nevelés) kezelését. A tantárgyközi kapcsolatok lehetővé tehetik az integratív természettudományos tartalmak összekapcsolt tárgyalását is.

A természetismereti és projektnapok a tantárgyon belüli fogalmak integrálására és más tantárgyakkal való összekapcsolására, a tantárgyközi területek integrálására és megvalósítására, valamint a különböző kompetenciák fejlesztésére és alkalmazására alkalmas munkaformák egyike. A természetismereti vagy projektnapok megvalósításának időben és tartalmilag a lehető legszorosabban kell igazodnia az osztályteremben tárgyalt tartalmakhoz és célkitűzésekhez. A diákok programjának a természettudományos vagy projektnapon a biológiai fogalmak megértésének fejlesztésére, valamint a tartalom és a célkitűzések elérésére kell irányulnia.

## 6 Módszertani javaslatok

*Megjegyzés:* Az adott témakörre és célokra vonatkozó módszertani útmutatók a *Tartalmak és célok* c. fejezetben vannak feltüntetve a megfelelő helyen.

### 6.1 A vertikális tartalmak leírása

A gimnáziumi biológia tanterv bővíti az általános iskolai biológia koncepcióit és céljait. A tanár a gimnáziumi tanítás során megfelelően vegye figyelembe a diákok előzetes tudását az egyes témakörökre vonatkozóan, és így folytassa a biológiai koncepciók tudáshálózatának kiépítését, amely már az általános iskolában megkezdődött. A továbbiakban a biológiai tartalmak összegzését olvasható az általános iskolában és a gimnáziumban.

#### 6. 1. 1 Általános iskola

Az általános iskola első és második nevelési-oktatási szakaszában egyes biológiai célok és tartalmak fokozatosan valósulnak meg különböző tantárgyak keretében (lásd a Környezetismeret, a Természettudomány és technika, valamint a Természettudomány tantárgyak tantervét). A Természettudomány tantárgy (6. és 7. osztály) keretében a biológiatanítás céljai bővülnek és a biológiába mint természettudományba kezdenek bekapcsolódni. A 6. osztály fő témája a növény mint a szervezet felépítését és működését és az élővilág szerveződési szintjeit bemutató modell. A tanulók a növényi sejt példáján találkoznak a sejt mint a szervezet alapvető szerkezeti és működési egységének koncepciójával. Megismerik a növények felépítésének és működésének kapcsolatát és interakciójukat a környezet élő és életteli tényezőivel. Az osztály az erdő példáján bemutatott ökoszisztéma működésének alapjaival (a növény mint termelő) fejeződik be.

Az általános iskola 7. osztályában a tanulók a sejt koncepciót bővítik ki a sejtek felépítésének és működésének alapjaival más szervezetekben, és megismerik, hogy a sejtek felépítése és működése jelenti a szervezetek országokba történő csoportosításának alapját. Megismerik a baktériumok és gombák felépítésének és működésének alapjait, részletesebben pedig az állatokét. Az új tudást az erdő példáján, az ökoszisztéma működése megértésének bővítésére használják fel. Az erdő felépítését és működését összehasonlítják egyes más természetes ökoszisztémákkal, de az antropogén ökoszisztémákat is megismerik, mint az ökoszisztémák külön példáját, amelyből az ember állandóan eltávolítja a biomasszát, ezért az eltávolított anyagokat állandóan pótolni kell (trágyázás).

Az általános iskola 8. osztályának a kezdetén a tanulók megismerik, hogy a sejtben örökítőanyag van, illetve az öröklődést. Az év hátralevő részében az ember felépítéséről és működéséről tanulnak, amihez a sejtről és öröklődésről szerzett tudást használják fel.

Az általános iskola kilencedik osztálya a biológiai koncepciók összekapcsolásának ideje. A tanulók további tudást szereznek az öröklődésről, és azt összekapcsolják az evolúció alapvető konceptusaival. Megismerik, hogy a szervezetek rendszerbe sorolásának alapja az evolúciós rokonsági viszonyuk. Az ökoszisztémákra vonatkozó tudásukat elmélyítik a biológiai sokféleség, biotopok és bioszféra koncepcióival. Megismerik az emberi beavatkozások következményeit az ökoszisztémákban és a biológia hatását a modern társadalomra (lásd az általános iskolai Biológia tantervet).

#### 6.1.2 Gimnázium (kötelező program)

*Megjegyzés:* Lásd a témakörök és konceptusok közti kapcsolatok sémáját is.

A sejt a szervezetek alapvető felépítési és működési egysége, amelyben a fehérjék különböző, az életfolyamatokkal kapcsolatos feladatokat végeznek. A fehérje szerkezetére vonatkozó információ a génekben, a DNS molekulában található, és öröklődik. A fehérjék változatossága a mai szervezetekben a hosszú evolúciós folyamat következménye, amelyben az új fehérjék a gének mutációival keletkeztek. A fehérjék különböző kombinációi ugyanazon fajok különböző egyedeinél ivaros szaporodással keletkeznek. A fehérjék különböző kombinációinak következménye az

egyed különböző fenotípusa. A fenotípusainak gyűjteménye a természetes kiválasztódástól függ. Új faj akkor keletkezhet, ha a populáció egy része szaporodás szempontjából különválik a populáció fennmaradt részétől, és a két populáció között a gének többé nem tudnak keveredni.

Valamennyi ma élő szervezet közös evolúciós őssel rendelkezik, ezért valamennyi szervezet alapjaiban hasonló egymáshoz. Valamennyi sejtből épül fel, és az örökítőinformációt a DNS tartalmazza. Valamennyiüknek energia- és anyagforrásra van szükségük az életfolyamatok és a magas szervezetségi szint (struktúra) fenntartásához. Ezeket az alapvető szükségleteket a szervezetek különböző módon biztosítják. A szervezetek változatossága hosszú evolúciós fejlődéssel alakult a közös ősből, miközben a környezet változott, és az egyedek a természetes kiválasztódásnak voltak kitéve. Az evolúciós fejlődéssel a szervezetek különböző nagyságú csoportjai (baktériumok, gombák, növények és állatok), és ezeken a csoportokon belül különböző fajok keletkeztek. A közelebbi rokonviszonyban álló szervezetek felépítésükben és működésükben jobban hasonlítanak egymásra, mint a távolabbi rokonviszonyban lévő szervezetek.

A különböző szervezetek kölcsönhatásban vannak, és táplálékhálózatokba és ökoszisztémákba kapcsolódnak össze. A szervezetek kölcsönhatása evolúciós fejlődésük következménye. A növények az életfolyamatok fenntartásához energiaforrásként a napenergiát használják, amely segítségével energiában szegény szerves anyagokból energiában gazdag, szerves anyagokat alakítanak. A növényi test szerves anyagai energia- és anyagforrást jelentenek más szervezetek számára, amelyek a felvett szerves anyagokat más szerves anyagokká alakítják át, vagy pedig a bennük megkötött energiát saját életfolyamataik fenntartására használják fel. Minden anyagátalakuláskor a kémiai megkötött energia egy része hő formájában szabadul fel a környezetbe. Valamennyi szerves anyagot, amely a táplálkozási hálózaton halad keresztül, a szervezetek az ökoszisztémában a végén ismét szerves anyaggá bontják le, amit a növények ismét felhasználhatnak a növekedésükre. Úgyanúgy, mint a fajok, az ökoszisztémák is állandóan változnak és még mindig változnak az evolúciós történelem során. Az ember teljes mértékben az ökoszisztémák működésétől függ. Saját tevékenységével akarva és akaratlanul is lényegesen és visszafordíthatatlanul (irreverzibilisen) megváltoztatja az ökoszisztémákat.

## 6. 2 A biológia tanítása a gimnáziumban

A biológia tanításának fő célja a **biológia teljeskörű megértése**, tehát a tartalmi koncepciók és a köztük lévő kapcsolatok megértése. A tanítás során a diákok a biológiai koncepciók megértését minél több laboratóriumi és terepkutatással mélyítsék el, valamint más, a célok megvalósítására értelemszerűen felhasznált tevékenységeken keresztül (pl. különböző információforrás használata, IKT használata, projektmunka, kutatófeladat, önnálló és csoportmunka). A tanítás során legyen látható a kutatásalapú beállítottság, teljeskörű hozzáállás és a biológia aktualitása modern tudományként, amely lényeges hatással van mindennapi személyes és társadalmi életünkre.

### 6. 2. 1 A biológiai koncepciók teljeskörű megértése

A modern biológiai tudomány igen gyors előrehaladása és a biológia egyre nagyobb társadalmi hatása a biológiaoktatás új megközelítésében is tükröződik. Ezért a biológia tanításakor szükséges a *deskriptív, illetve lexikális tudástól a biológiai koncepciók és a köztük lévő kapcsolatok megértése irányába történő elmozdulás*. A korszerű biológiatanítás a diákok számára lehetővé teszi a **tudásháló kiépítését**. Fontos, hogy a diák az oktatás befejezésekor a biológia tantárgy kapcsán **teljeskörű áttekintéssel** rendelkezzen *az élőlények valamennyi szerveződési szintjén* egyetlen fejezet, illetve témakör sem maradhat ki.

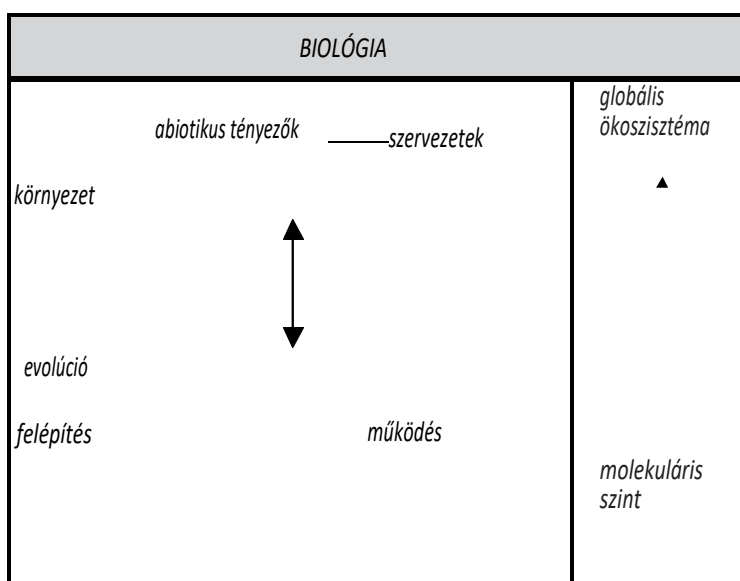
A tanítás során a tanár fő vezérfonala a biológiai koncepciók közötti kapcsolatok hálózata legyen! Fontos szem előtt tartani, hogy sokkal könnyebb az élő rendszerek egymásközi kapcsolatáról és kölcsönhatásairól, valamint a természetben a folyamatok komplexitásáról a természetben tanítani a diákokat, mintsem a tankönyvből. A tankönyvnek ugyanis áttekinthetően és rendszerezetten kell bemutatnia az anyagot, miközben a más tartalmak kapcsolatára vonatkozó túlzott hivatkozás csökkenti az áttekinthetőséget, és a szöveg alapvető üzenetének érthetőségét. Más oldalról nézve a tanár a tanítás során a diákoknak megfelelő magyarázattal segíthet megérteni az élő természet teljeskörű működését és a biológiai koncepciók keresztkapcsolatait. Az élő természet teljeskörű megértése nagy mértékben hozzásegít a biológiai tudás felhasználásának képességéhez a komplex problémák értékelése és megoldása során.



A koncepciók fő kapcsolatainak felhasználása mellett a tanár a konkrét tananyag feldolgozásakor értelemszerűen összeköti a tárgyalt biológiai téma különböző szempontjait. A biológiai rendszerekben szoros kapcsolat létezik a felépítésük (struktúra) és működésük (funkció) között. Függetlenül attól, hogy biomolekuláról, szervezetről vagy ökoszisztémáról tárgyalunk, minden esetben ezek a dolgok léteznek valahol a „természetben”, illetve környezetben, ahol a szervezetek között bonyolult viszonyok jönnek létre és a szervezetek interakcióban állnak a környezettel. Ahogy a szervezet adott strukturáját, úgy az adott funkcióját is gyakran összeköthetjük az alkalmazkodásával a környezethez. A felépítés, működés és környezet közötti kapcsolatot elmagyarázó központi koncepció az evolúció a természetes kiválasztódással. Az evolúció a természetes kiválasztódással egyben az a koncepció, amely a biológiát megkülönbözteti a többi természettudománytól. A biológia különlegesége az is, hogy az élő rendszerek szerveződési szintjeinek széles skáláját tárgyalja, a molekulától a sejtig, szövetig, szervig, szervezetig, ökoszisztémáig és bioszféráig.

A felépítés, működés, környezet és evolúció összekapcsolásával a tanár bármelyik biológiai témát logikusabban, áttekinthetőbben és érthetőbben, tehát érdekesebben is elmagyarázhatja. Az ilyen teljeskörű hozzáállás az egyes biológiai témák tárgyalásához *A biológiatanítás integrált megközelítésének bemutatása* c. sémán és az A<sub>1-1</sub> célban látható, aminek a biológiatanítás vezérfonalának kell lennie. A tanár a diákoknak konkrét példákkal szemléltesse, hogy a modern biológia egyre inkább interdiszciplináris tudománnyá alakul át – a biológiai jelenségek magyarázatára különböző más tudományok eszközeit és tudását használjuk fel, a modern biológia gyors fejlődésére pedig nagy hatással van a technológia fejlődése is. Az élő rendszerek működésének teljeskörű magyarázatához felhasznált interdiszciplináris hozzáállás a diákok számára lehetővé teszi a különböző természettudományos tantárgyaknál elsajátított tudás strukturálását egységes alapvető természettudományi tudássá.

A biológiatanítás integrált megközelítésének bemutatása



kémia fizika informatika matematika technológia geológia

Egyes biológiai koncepciók és célok jó megértéséhez legjobb, ha a diákok a tanártól a tananyag frontális tárgyalása során hallanak róluk, másokról pedig saját kutatómunkájukkal és más tevékenységgel szerezhetnek tudást. A biológia hatékony tanítása a tananyag közvetlen átadása és az önálló kutatás, illetve tanulás megfelelő egyensúlyán alapul.

A tanárnak gondosan kell kiválasztania a példát, az egy adott koncepció és cél illusztrációjához az élő természetből. Ezek a példák az általánosított koncepciók mellett a konkrét példák igen nagy változatosságát is tükrözik (az élő rendszerek variabilitását).

A tanár a biológia tanításakor minél többször alkalmazza a szűkebb és szélesebb környezet aktuális témáit, a biológiai tudomány új felismeréseit, és a biológiai tudás használatának példáit a mindennapi életben. Ez színesebbé teszi a tanítást és a biológiát közelebb hozza a diákokhoz. A tanár a diákokat ösztönözze a biológiai tudás használatára a megfelelő konkrét példák magyarázatával.

A biológia teljeskörű megértése, amelyet a diákok a kötelező program keretében építenek ki, jelenti a választható és érettségi programban a biológiai koncepciók elmélyített feldolgozásának az alapját. A biológia teljeskörű megértése az általános műveltség része, és a diákokat felkészíti az önálló döntéshozásra, és a biológiai tudást és szakmai érveket tartalmazó társadalmi vitákban történő aktív részvételre. A tudásháló kiépítése az élethosszig tartó tanulás alapja is.

**Tantárgyközi kapcsolat:** A biológiai fogalmi koncepciók teljeskörű megértése a különböző területek tudásának felhasználását követeli meg. A teljeskörű tudás kiépítésekor a biológia leginkább a fizika, kémia, földrajz és matematika tantárgyakkal kapcsolódhat össze, a társadalmi aktualitású témáknál pedig a társadalomtudomány tantárgyaival is.

## 6. 2. 2 A biológia, mint társadalomtudomány

A biológia tanításának *tudományos felismeréseken* kell alapulnia, tehát megcáfolható elméleteken és hipotéziseken. A tudományos tény egy jelenségnek az ellenőrizhető megfigyeléseken alapuló megértése, és ellenőrizhető és cáfolható. A tanárnak egyetlen biológiai, illetve természettudományos tartalmat sem szabad dogmatikus módon tanítania. A dogma meggyőződések rendszere, amely nincs alávetve tudományos felülvizsgálatnak és cáfolatnak. A dogmatikus meggyőződés ellentétben áll az oktatás fő céljával – a megértés serkentésével. A diákoknak meg kell érteniük a különbséget a megértés és az ötletek kritika nélküli elfogadása között.

A tudomány egy ismerethalmaz és ezeknek az ismereteknek a bővítését szolgáló, hipotézisen és kísérleten, illetve megfigyelésen alapuló módszerek gyűjteménye. A biológia tanításának magába kell foglalnia a tantervben meghatározott *biológiai tudományos ismeretek* gyűjteményének feldolgozását, valamint a *tudományos módszerek* magyarázatát, amelyekkel a tudósok ezekhez az ismeretekhez eljutottak. Így a diákok elsajátítják az alapvető biológiai koncepciók megértését és az analitikus gondolkodásmódot, amely további életükben lehetővé teszi a tudás új tudományos felismerésekkel történő bővítését, amelyeket jelenleg még nem megjósolhatóak.

A tanár önálló szakmai megítélésével összhangban az egyes célok feldolgozásakor a *tudományos kérdésből* induljon ki! Az egyes koncepciókat és célokat ne csak tudományos tényként mutassa be, hanem magyarázza el, hogy a tudósok hogyan jutottak el az élő rendszerek működésének egyes felismeréseihez (lásd az A<sub>1-9</sub>, A<sub>1-10</sub>, B<sub>1-10</sub>, L<sub>1</sub>-től L<sub>6</sub>-ig célokat)! A tanár világosan mutassa be, hogy a biológia tankönyv minden tudományos tényt bemutató mondata mögött számos tudós munkája és több évszázad tudományos kutatása áll (a tudományos felismerések fokozatos bővítése)!

A biológia, illetve természettudományos oktatás a lélek intellektuális erejét fejleszti. Ezért a gimnáziumi biológiaoktatásnak olyan szinten és mélységben kell történnie, amely messze meghaladja azt átlagos felnőtt állampolgár ismereteit. Az ilyen beállítottságú fiatalok intellektuális oktatás haszna még a felnőttkorban is sokáig megmarad, amikor az egyes tudományos felismerések és a megszerzett készségek már rég feledésbe merülnek. A biológiát mint természettudományt elsősorban magáért a tudományért (természettudomány) kell tanítani.

A tanárnak úgy kell tanítania a biológiát, hogy a feldolgozott tartalmak tudományosan helytállóak, de minél vonzóbbak legyenek. Eközben meg kell őrizni a biológia mint tudomány szórakoztató és komoly oldala közötti egyensúlyt. Az érdekes szemléltetések, történetek és hasonló tanítási módszerek alkalmazásának mindig a tartalmi célok elmélyített megértéséhez kell vezetnie. A tudomány szórakoztató oldala a diákoknak segít egyes ötletek megjegyzésében, de nem helyettesítheti a hatékony tartalmi tanítást és a diákok állandó igyekezetét a biológia megértéséért.

A tanárnak a természetes jelenségekre mindig észszerű tudományos magyarázatot kell adnia, nem pedig okkult vagy mágikus magyarázatot. Őszintének kell lennie azokkal a dolgokkal kapcsolatban, amelyeket nem ismer, és lelkesedést kell mutatnia, hogy a diákokkal együtt új dolgokat tanuljon. Ha nem ismeri a feltett kérdésre a választ, a diákokkal együtt állapítsa meg, hogyan lehet megkeresni a választ. A diákoknak meg kell magyarázni, hogy az élővilágban számos olyan jelenség létezik, amelyeket még nem értünk teljes mértékben, de valószínűleg a jövőben jobban meg fogjuk őket érteni – a tudomány fokozatosan halad előre nemzedékről nemzedékre.

A tanár az egyes tevékenységeket úgy tervezze meg, hogy az a diákokat a következő felismerésekhez vezesse:

- a különböző tudományos kutatások megfigyelésen és leírásán, kísérletek elvégzésén, információk keresésén és összekapcsolásán vagy modellezésén (pl. matematikai modellezés és számítógépes szimuláció) alapul;

- a jelenlegi tudományos tudás és a jelenségek megértése irányítja a további tudományos kutatásokat;
- a matematika fontos eszköz a biológiai és más természettudományos kutatásokban;
- a technológiák használata a tudományos kutatásokban a tudósoknak segít az adatgyűjtésben, és a mérések nagyobb pontosságát teszi lehetővé;
- a tudományos magyarázatok bizonyítékokon, logikusan felállított, következetes érveken, és tudományos koncepciók, modellek és elméletek használatán alapszanak;
- a tudományos közösség egy magyarázatot addig fogad el, míg bizonyítékok alapján egy másik megfelelőbb magyarázat nem pótolja; a tudomány a már meglévő magyarázatok újakkal történő pótlásával halad előre;
- a tudomány a jogos kétely alapján halad tovább; a kérdések felállítása más tudósok magyarázatával kapcsolatosban, illetve a kutatásaik eredményeinek felülvizsgálata a tudomány részét képezik;
- a javasolt új magyarázatokat a tudósok bizonyítékok alapján, a bizonyítékoknak az előző kutatások eredményeivel történő összehasonlítása alapján, a helytelen következtetés felismerésével és bizonyítékokkal nem alátámasztott állítások felismerésével értékelik;
- a meglévő bizonyítékok alapján több lehetséges magyarázatot alakíthatnak ki, amelyek közül új bizonyítékok gyűjtésével kiválasztják a legmegfelelőbbet;
- a tudományos kutatások néha teljesen új ötletekhez és felfedezésekhez vezetnek a korábban még nem bemutatott jelenségekre vonatkozóan, illetve új módszerek és kutatási folyamatok bevezetéséhez, új technológiák kifejlesztéséhez a jobb mérések végzése és adatgyűjtéscéljából; az ilyen újdonságok a további kutatások és a tudomány előrehaladásának az alapjai;

**Tantárgyközi kapcsolatok:** A biológia természettudományként történő tárgyalása lehetőséget nyújt tantárgyközi kapcsolat kialakítására két természettudományos tantárggyal, a fizikával és kémiával. Mivel a természettudomány matematikai eszközöket használ a világ működésének magyarázatára, ami egyre inkább a modern biológiára is jellemző, a biológia ezen a téren a matematika, informatika és számítástechnika tantárgyakkal is kapcsolódhat. A tudomány történelme a történelem tantárgyhoz kapcsolható, a tudomány – mint a világ megértésének módja – pedig a filozófiához.

### 6. 2. 3 Kutatás és kísérletek a biológiaórán

Megjegyzés: Lásd a *Kutatás és kísérletek* (kötelező és választható program) és *Hogyan működik a tudomány* (érettségi program) témaköröket, valamint *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet!

Az új tudományos felismerések tudományos szempontból cáfolható kérdések feltevésén, valamint megfigyelésekkel és kísérletekkel történő adatgyűjtésen alapulnak. A tanárnak segítenie kell a diákoknak megszerezni a tudományos munka és gondolkodás elveivel összhangban elvégzett kutatásokhoz és kísérlethez szükséges készségeket és ismereteket. Habár a diákok az iskolai kutatások során nem jutnak el olyan felismerésekhez, amelyek a tudományos közösség számára újak lennének, a számukra új dolgok felfedezése vagy a tankönyv koncepcióinak gyakorlati bemutatása lelkesítheti őket. A jól megtervezett, önállóan elvégzett kísérletért és az eredmények bemutatásáért kapjanak megfelelő elismerést és buzdítást, hogy fejlesszék a kutatás és tanulás iránti vágyat.

A tanárnak a tudományos megközelítés elveinek megértéséhez kell vezetnie a diákokat. A kísérletet egy megfelelő kérdés (illetve hipotézis) köré kell tervezni, és megfelelő kontrollkísérletet is tartalmaznia kell. A kísérletet úgy kell megtervezni, hogy a hibaforrások a lehető legkisebbek legyenek, az eredmények pedig megismételhetőek legyenek. A tanárnak olyan jól bevált kísérleteket kell választania, amelyek összhangban vannak a tanterv céljaival és koncepcióival. Egyes tantervi koncepciók és célok esetében helyénvaló, ha azok elméleti feldolgozását gyakorlati bemutató követi, amellyel a diákok megszilárdítják a megszerzett tudást. Más esetekben a diákoknak lehetővé kell tenni, hogy egyedül fedezhessék fel a természettudományos elveket. *A kutatási tevékenységek nem lehetnek öncélúak, hanem a természettudományos koncepciók megértésének erősítéséhez és a tudományos gondolkodásmód fejlesztéséhez kell vezetniük.*

A tanár a diákokat minél többször ösztönözze, hogy saját maguk tegyenek fel tudományos kérdést és/vagy tervezzenek kísérletet, illetve megfigyelést. A tanórán a tudományos kutatást nem szabad receptgyűjteményként bemutatni,

amelyek alapján elvégezzük a kísérletet, és helyes eredményt kapunk. Külön figyelmeztetni kell a diákokat arra, hogy a kísérlet vagy más kutatás eredménye sosem helyes vagy helytelen, hanem legfeljebb várható vagy váratlan. A kísérlet várható eredménye megegyezik a magyarázattal (illetve hipotézissel), amelyet az előzetes tudás alapján a kísérlet elvégzése előtt felteszünk. A kísérlet váratlan eredményét meg kell próbálnunk magyarázni – megkeresni az ilyen eredmény okait (pl. hiba a kísérlet elvégzésekor, további, az eredményre magyarázatot adható ismert tudományos tény keresése).

A természettudományos kutatásokban *minden kísérletet, illetve megfigyelést többször meg kell ismételnünk ugyanolyan körülmények között*. Így állapítjuk meg, hogy az egyforma körülmények között jelentkeznek-e különbségek (variabilitások) az eredmények között. A kísérlet, illetve megfigyelés többszörös ismétlésével elkerüljük a túl gyors következtetéseket egyetlen elvégzett mérés alapján, amelynél a mért paraméter értéke véletlenül éppen a várt határértéken lehet (tehát nagyon alacsony vagy nagyon magas). Ha a diákok több csoportban dolgoznak, amelyek azonos eljárás szerint végzik el a kísérletet vagy megfigyelést, akkor *egyes esetekben* a különböző csoportok által kapott eredményeket figyelembe vehetjük, mint a kísérlet, illetve megfigyelés megismétlését (ez nem érvényes abban az esetben, ha indokolt okokból a mérést ugyanazon a mintán kell többször elvégezni).

A diákoknak meg kell tanulniuk kritikusan értékelni a biológiai kísérletek és megfigyelések során kapott adatok variabilitásának lehetséges forrásait (mérési hiba, biológiai sokféleség, mintavétel hibája, más tényezők). Más természettudományos területekkel összehasonlítva a biológiai kísérletek és megfigyelések különlegessége a kísérletek során tanulmányozott *élő rendszerek* igen nagy *természetes sokfélesége*. A jól kontrollált biológiai kísérlet során a mérési és megfigyelési eredmények variabilitásához általában *a biológiai sokféleség lényegesebben hozzájárul, mint a mérési hiba*. Az egyedek biológiai variabilitása a genetikai variabilitás (evolúció) vagy az egyedek fiziológiai állapotának (pl. különbségek az éhező és jóltáplált egyedek között) következménye lehet. Egyes esetekben az egyedek közötti variabilitás egy részét az adott tényezőkkel köthetjük össze, mint a nem vagy életkor, számos esetben pedig a biológiai variabilitás tényleges okait egyszerű módszerekkel nem tudjuk megmagyarázni. A biológiai kutatásokban további problémát jelent a *mintavétel hibája*. A biológiai mérésekre és megfigyelésekre a teljes populációból csak meghatározott számú szervezetet (mintát) választunk ki, így előfordulhat, hogy csak a jóltáplált vagy csak az éhező egyedeket választjuk ki. A biológiai mérések és megfigyelések eredményeinek variabilitásához pedig más tényezők is hozzájárulnak (pl. a pillanatnyi időjárási körülmények a terepmegfigyeléseken). *A mérési és megfigyelési eredmények nagy variabilitása még inkább jellemző a terepen végzett kutatásokra*.

A fentiekben leírt laboratóriumi munkához hasonló módon kell megtervezni és kivitelezni a a terepen való kutatást is; a terepen való kutatásnak a kutatás tudományos elveivel összhangban kell folynia.

Legalább egyes kutatási tevékenységek során önállóan végezzék el a diákok a tudományos kutatás összes alapvető fázisát:

- a probléma meghatározása és a tudományos kérdés (illetve hipotézis) felállítása,
- a kísérlet és megfigyelés megtervezése és ezen tevékenység elvégzése megfelelő kutatási módszer felhasználásával (pl. mikroszkopizálás, a szervezetek meghatározása vagy számlálása, különböző tényezők mérése),
- az összegyűjtött adatok elemzése és az eredmények interpretációja a kérdés (illetve hipotézis) függvényében,
- az elvégzett kutatás kritikus értékelése és javaslatok a kutatás bővítésére, illetve a kutatás javítására.

A diákok által elkészített laboratóriumi vagy terepen való kutatásról szóló beszámoló oly módon mutassa be a kutatást, hogy az alapján lehetséges legyen a kutatás megismétlése.

A szemléltetés, a laboratóriumi kísérlet, a terepmunka és más hasonló tevékenység elvégzésekor a tanár ügyeljen a munkavédelemre.

**Tantárgyközi kapcsolatok:** A biológiai kutatások kivitelezése lehetőséget biztosít a tantárgyközi kapcsolatokra a matematika, informatika és számítástechnika, fizika és kémia tantárggyal, egyes terepen való kutatások során pedig a földrajz tantárgyával is.

#### 6.1.4 A statisztikai elemzések jelentősége a biológiai jelenségek magyarázata során

A diákok a biológiaórán, a biológiai kutatásokból kapott adatok nagy variabilitásával kapcsolatban ismerjék meg a statisztikát, mint az adatok objektív bemutatásának és elemzésének módját, valamint tanulják meg használni a statisztikai elemzés alapjait (pl. átlag, standard hiba, medián, az eloszlás gyakoriságának bemutatása hisztogrammal). Tanulják meg *megkülönböztetni a korrelációt* (két jelenség közötti általános kapcsolatot) és az *okozati kapcsolatot* (az első jelenség az ok, a második pedig a következmény) között. Mivel a biológiai rendszerek igen komplexek, az egyszerű biológiai kísérlet vagy megfigyelés eredményei alapján többnyire csak azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a két jelenség között (korreláció) általános kapcsolat van, az okozati kapcsolatokra viszont nem tudunk következtetni.

A statisztika alapjait a diákok leginkább saját kutatási munkájuk során sajátítják el. A tanár a statisztikai elemzést minél többször vonja be a tananyag elméleti tárgyalásába (pl. a biológiai jelenség grafikkal történő szemléltetése, amely a tudományos mérések és megfigyelések eredményeit mutatja be).

**Tantárgyközi kapcsolatok:** A statisztikai elemzés lehetőséget biztosít a tantárgyközi kapcsolatokra a matematika (a statisztika elméleti alapjai), a kísérlet és megfigyelés eredményeinek bemutatásakor pedig az informatika és számítástechnika tantárggyal (számítástechnikai eszközök használata a statisztikai elemzésre és az eredmények grafikus bemutatására).

#### 6.2.5 Modell használata és modellezés

A modell a tényleges természeti jelenség leegyszerűsített utázmánya. A tradicionális modellek fizikai modellek (pl. a sejt szerkezetének modellje – mint ábra vagy háromdimenziós dobozka). A korszerű biológia tudománya pedig legfőképp konceptuális, matematikai (számítástechnikai) modelleket használ, amelyek különböző struktúrákat és dinamikus folyamatokat másolnak le (pl. a fehérje és más biomolekulák háromdimenziós szerkezete, molekulaszállítás a membránon keresztül, populációdinamika az ökoszisztémákban, a szén globális körforgása, a fajok kihalási sebességének megjósolása, a fajok közötti lehetséges filogéniai kapcsolatok kutatása a nukleotidsorrend alapján). A tudósok sok figyelmet szentelnek a modellek tesztelésére – a modellek előrejelzését összehasonlítják a természetben ténylegesen mért adatokkal; abban az esetben, ha a modell előrejelzése és a tényleges történések között nagy az eltérés, megpróbálják a modellt kijavítani. A jó modell elég pontosan előrejelezheti (lemásolhatja) a tényleges történéseket és folyamatokat a természetben. A modellek felhasználhatóak a jelenségek vizualizálására, a tudományban pedig a történések és folyamatok menetének előrejelzésére is, valamint azon kísérletek elvégzésére, amelyeket nem lehetne kivitelezni.

A tanár a tanítás során megfelelően mutassa be a modellek használatát a biológiában. A diákoknak a modellt nem szabad a tényleges jelenség pontos másolataként elképzelniük, hanem tudatosítaniuk kell az előnyeit és korlátait.

Amikor a diákok már megértik az élő rendszerek komplexitását, egyedül is megpróbálhatnak egyszerű modellt kidolgozni. A modell lehet fizikai vagy matematikai (egyszerű matematikai modell például az egyenes egyenlete a grafikonon, amely jól megfelel a mért adatoknak, és így a két paraméter közötti lineáris viszonyt mutatja be). A diákok a modellel végzett munka során a reális tárgy azon tulajdonságait vegyék figyelembe, amelyek lényegesek a felállított kutatási kérdés megválaszolásakor. Az effajta modell kritikus értékelése is fő része a természettudományos felismerések megszerzésének.

**Tantárgyközi kapcsolatok:** A modellezés leginkább a matematika, informatika és számítástechnika tantárgyakhoz kapcsolódik.

#### 6.2.6 A korszerű technológia használata (IKT)

A korszerű természettudomány a technológiát a megfigyelések jegyzetelésére, mérésekre, adatelemzésekre, az adatok megőrzésére adatbázisokban és más hasonló célokra használja. Ezért a korszerű technológia (IKT) használata a biológiaórákon fontos, hiszen illusztrálja a technológia használatát a tudományban, miközben elősegíti a diákok *természettudományos, digitális és technológiai műveltségének a fejlesztését*.

A technológiát ehhez mérten megfelelően kell használni, és nem pótolhatja teljes mértékben a tanítás egyéb megközelítési módjait (pl. az adatok megfelelő grafikai ábrázolása képességének a fejlesztése érdekében a diákoknak

néhány grafikont szabadkézzel is le kell rajzolniuk; a grafikonok rajzolására az IKT felhasználása akkor megfelelő, amikor a diákok már birtokolják az adatok bemutatásának alapjait). A tanítás központját a biológiai koncepciók képezzék; a technológiát eszközként kell felhasználni, nem pedig öncélúan.

A tanár az IKT-t az olyan kísérletek szimulációjára használhatja fel, amelyek túl drágák, veszélyesek vagy más okból nehezen kivitelezhetőek a tanórán. Számos számítógépes animáció és szimuláció (modell) létezik, amelyek az élő rendszerek működésének fő elveit és dinamikáját mutatják be a molekuláris szinttől a bioszféráig. Pont az élő rendszerek dinamikusságának bemutatására kitűnő segédeszköz az IKT, amely a diákok elképzeléseit az élő természetről lényegesen javítja.

### 6.2.7 A szaknyelv használata

A tantervben nincsenek előírva azok a szakkifejezések (fogalom), amelyeket a diákoknak ismerniük kell. A tanár a tanításnál önálló szakmai elbírálása alapján használja a koncepciók megértéséhez szükséges *alapvető szakfogalmakat*. A tanár az új szakkifejezéseket fokozatosan vezesse be, és eközben szenteljen elég figyelmet azok ellenőrzésére, tehát hogy a diákok megértik-e a felhasznált fogalmak jelentését. Az új fogalmakat egyszerűen magyarázza el, érthető és pontos szavak és példák használatával. Az idegenszavak használatakor magyarázza el a biológiában és természettudományban gyakran használt előtagok jelentőségét (pl. hipo-/hiper-; intra-/inter-; endo-/exo-). A szakkifejezések értelemeszerű és világos használata fontos a biológia konceptuális megértésének felépítéséhez.

A diákok a biológiaórán fejlesszék a szaknyelven és a tudományos módon történő kommunikációs képességet (világos és tömör stílus, a szakkifejezések helyes használata, az érvek következetes sorrendje, az ok-okozati összefüggések helyes leírása, a szakszövegek megértése ének a feljesztése stb.).

A szlovén Biokémiai Társaság Terminológiai szekciójának ajánlására és a *Biokémiai terminológia szótár* alapján (elérhető a <http://bio.ijs.si/SBD/terminologija.html> vagy [http://bio.ijs.si/SBD/terminolSlov\\_vero1.pdf](http://bio.ijs.si/SBD/terminolSlov_vero1.pdf) honlapon) 2008-tól ebben a tantervben a ribonukleinsavra szlovénul az RNA, magyarul az RNS rövidítést, a deoxiribonukleinsavra pedig szlovénul a DNA, magyarul a DNS rövidítést használjuk.

**Tantárgyközi kapcsolatok:** A szaknyelven és a tudományos módon történő kommunikáció képességének fejlesztése lehetőséget nyújt a tantárgyközi kapcsolatokra a szlovén nyelv és idegen nyelv tantárgyakkal (pl. megfelelő információk keresése és megértése a világhálón és idegennyelvű forrásokban).

### 6. 2. 8 Téves szemléletek

A tanárnak az új anyag feldolgozásánál fokozottan figyelnie kell a téves szemléletekre, amelyeket a diákok a hazai környezetben vagy az oktatás alacsonyabb szintjein szereztek. A biológia teljeskörű megértésének eléréséhez szükséges, hogy a tanár felismerje a téves szemléleteket, és segítsen a diákoknak azon túllépni. A diákok csak így tudnak az új tudással azonosulni és saját magukénak elfogadni azt.

A gyakori téves szemléletek közé kell sorolnunk azt a tényt is, hogy egyes diákok egyebek között azért választják a biológiát és rokntudományokat az egyetemi továbbtanulásként, mert nem szeretik a matematikát és/vagy fizikát és/vagy kémiát és/vagy számítástechnikát. A *biológiát* ugyanis az iskolában gyakran „könnyed” *tudományként mutatják be*, ami több évtizedes elavult szemlélet. A modern biológia egyre inkább kvantitatív, az adatok elemzésére igen bonyolult matematikai és számítástechnikai eszközöket használunk (igazából a modern biológia valamennyi területének előrehaladása leginkább az új matematikai eszközök fejlődésével van korlátozva, pl. genomika, proteomika, molekuláris rendszertan, ökológiai modellezés), a fizika és kémia koncepciója és eszközei pedig a modern biológia fontos, *integrált* részei. A tanárnak a biológiát a tanórán olyannak kell bemutatnia, mint amilyen ténylegesen – a biológia egyre inkább „komoly” tudomány lesz.

A másik gyakran téves szemlélet pedig az, hogy a biológus minden körülmény között leginkább a természetet és a szervezetek életét védi. Habár ez a szemlélet elvi szinten valójában helyes, de semmiképpen sem vonatkozik egy konkrét tudósra vagy szakemberre a biológia területéről, tehát valakire, aki a biológus szakmát választotta. A biológus nem bírja minden körülmény között az összes életet védelmezni, hiszen az élő rendszerek és életfolyamatok tanulmányozása gyakran megköveteli az invazív beavatkozásokat az élő szervezetekbe (illetve azok feláldozását, ami



a mindennapi nyelven halált és ölést jelent). Eközben a biológusnak figyelembe kell vennie az etikai korlátokat és a társadalom törvényeit, amelyben él, és az életbe való beavatkozás során gyakran szigorúbb az érvényben lévő társadalmi szabályoknál. Mindenesetre a gimnáziumi biológiatankönyv minden mondata „vérrel íródott”. A tanárnak el kell magyaráznia a diákoknak, hogy az *élő rendszerek tanulmányozása gyakran invazív (halálos) beavatkozásokat követel*.

**Tantárgyközi kapcsolatok:** Bizonyos téves biológiai koncepciókhoz kötődő szemléletek valamennyi természettudományos területtel közősek (pl. a molekulák termikus mozgásával és energiájával kapcsolatban). Az ilyen jellegű általános természettudományos téves szemléletet a tanár a két másik természettudományos tantárgy, a fizika és kémia közreműködésével hárítsa el.

## 6. 2. 9 Szlovénia mint a biológiai sokféleség gyújtópontja

A tanár a tanórán önnállóan és szakmai megítélése alapján minél gyakrabban ismertesse a nemzetiségileg fontos természeti értékeket és ökoszisztémákat. A diákokban tudatosítsa, hogy Szlovénia (a Dinári-hegység, az Alpok és a Pannon-síkság találkozásával) Európa és a világ egyik legmagasabb szintű biológia sokféleségével rendelkező része. Külön figyelmet szenteljen az endemikus és veszélyeztetett, illetve védett fajoknak és alfajoknak, valamint a szlovén állatfajoknak és tenyésztett növényfajtáknak. A diákokban tudatosítsa, hogy a természeti értékek nemzeti identitásunk részei, és hogy ezeket az értékeket védeni kell.

**Tantárgyközi kapcsolatok:** Szlovéniának a biogeográfiai területek találkozásában található biológiai sokféleséggyújtópontjaként való értelmezése szorosan kötődik a diákok földrajz tantárgynál megszerzett tudásával.

## 6. 2. 10 A biológia és a társadalom

A biológiai ismeretek egyre fontosabbak a személyes és társadalmi életünket is érintő problémák széles körű megértéséhez és megoldásához. A diákokat ösztönözzük arra, hogy az efféle problémák kritikus értékelésekor és megoldásakor komplex megközelítést alkalmazzanak, amely a biológia holisztikus megértésén (tudáshálón) és azon a képességen alapul, hogy a tudáshálót a probléma különböző nézőpontokból történő megvitatására használják.

A természetvédelem és a környezetvédelem olyan kérdései, amelyekkel nemrég még alig foglalkoztak, mára jelentős problémává váltak (pl. az élőhelyek feldarabolódása, a biológiai sokféleség csökkenése, invazív fajok). Ezek a problémák gyakran rendkívül összetettek és interdiszciplináris kezelést igényelnek, ami lehetőséget nyújt a tanórákon belüli tantárgyközi integrációra. Az ilyen problémáknak számos célkitűzésük van, de a legfontosabb témák, amelyekkel a tanórákon foglalkozni kell: természet- és környezetvédelem (pl. a mezőgazdasággal, erdőgazdálkodással, ipari tevékenységgel, urbanizációval kapcsolatban), hulladékgazdálkodás, energiatakarékosság, levegő-, víz- és talajszennyezés, mérgező anyagok. A természettel és a környezeti kérdésekkel való foglalkozás fejleszti a diákok tudományos és kritikai gondolkodását, valamint az összetett problémák megoldásának képességét, és elmélyíti a természetes folyamatok megértését. Fejleszti továbbá a tanulók tudatosságát személyes felelősségük és lehetőségeik tekintetében, hogy fellépjenek az ökoszisztémák és a biológiai sokféleség megőrzése, valamint a környezet minőségének biztosítása érdekében. A tanulóknak meg kell ismerniük a természet- és a környezetvédelmi kérdések helyi, nemzeti és globális szintjét, és meg kell ismerniük az e területre vonatkozó jogszabályok példáit. Az orvostudományi témák (pl. AIDS, génterápia) feldolgozása sok alapismeretet és szaktudást igényel a tanár részéről. E témák etikai és morális szempontjainak tárgyalásakor a tanár létesítsen tantárgyközi kapcsolatot a társadalomtudománnyal és a tudomány és társadalom kapcsolatának példáit is vonja be a tanításba.

Az ember önmagával, másokkal és a környezettel szembeni viselkedésével kapcsolatos biológiai témák mind a biológiai szakmai kérdésekhez, mind az etikai dilemmákhoz kapcsolódnak. Ilyen például az embriókutatás, a genetikailag módosított szervezetek, a szervezetek tömeges (mezőgazdasági) tenyésztése és az ökoszisztémákba történő beavatkozások. Az élethez és a természethez való viszony értékelésére és kialakítására vonatkozó kritériumok felállítása során a fenntartható fejlődés elveit is figyelembe kell venni. Az ilyen témákkal kapcsolatos értékeket és attitűdöket kulturális, etikai és gondolkodási hagyományok befolyásolják, amelyeket részben a tanulók otthoni környezetükben, részben pedig az oktatási folyamat során alakítanak ki. Az etikai értékelés bővíti a probléma

természettudományos aspektusát, ami hozzájárul a komplex gondolkodáshoz és a biológiatanítás korszerű holisztikus megközelítéséhez.

A biológia problémák az értékekhez is kapcsolódnak. A különböző nézetek és értékek megvitatása során a tanárnak nem szabad a szakmai tekintély pozíciójából a személyes meggyőződését a diákora erőltetnie (pl. a gyógyszerek állatokon való tesztelése, genetikailag módosított szervezetek használata). A vita során objektíven javítania kell a diákok érveiben a lehetséges szakmai hibákat, illetve a biológiai koncepciók és adatok helytelen értelmezését. A diákok ellentmondó véleménye esetén a lehető legsemlegesebben irányítsa a vitát a hiányzó szakmai érvek objektív magyarázatával; így a különböző nézetek szembesítésekor a vitát kiegyensúlyozottan vezesse, és hangsúlyozza a szakmai érvek figyelembevételének és értékelésének fontosságát. A tanár figyelmeztesse a diákokat a világos és egyértelmű kifejezésnek a jelentőségére a nézetek és vélemények bemutatásakor.

Az ilyen témák feldolgozása során a diákoknak a problémák különböző aspektusait kell megvizsgálniuk. Eközben a diákok egymásközt, a tanárral és az egész osztállyal vagy az osztályon kívüli közönséggel is tárgyalhatnak (pl. tárgyalás csoportokban, a kutatás és a megállapítások szóbeli, illetve írásbeli bemutatása). A világháló és más, a vitához használt forrás használata előtt a tanár ellenőrizze azok szakmai hitelességét, valamint a nyelvezet megfelelőségét és a bemutatás módját (pl. kerüljék az olyan forrásokat, amelyek indokolatlanul szélsőséges módon mutatják be a kérdést). A tanár ösztönözze a diákokat, hogy a tankönyveken kívül – amelyek gyakran nem tartalmazzák a jelenleg aktuális témákat –, más információforrásokat is használjanak, de mindig a forrás, illetve információ hitelességének kritikus értékelése alapján. *Különösen fontos, hogy a diákok megtanulják a világhálón megjelentetett információkat kritikusan értékelni* (az információk minősége és hitelessége széles skálán mozog).

A társadalmi jelentőség szempontjából is aktuális biológiai témák bemutatása további betekintést nyújt a diákoknak a biológia és a biológián alapuló szakmák munkaterületeibe (pályaorientáció).

Tény, hogy a közelmúltban a (interdiszciplináris) biotudományok egész új területei, illetve a biológiai ismereteket is tartalmazó területek nyíltak meg a társadalmilag releváns témák, és így a karrierlehetőségek tekintetében (pl. természetvédelmi biológia, a Földdel kapcsolatos rendszertudományok, a biotechnológia és a biomedicina új területei).

**Tantárgyközi kapcsolatok:** A biológiai ismereteket a társadalmi kérdésekkel összekötő témák feldolgozása lehetőséget nyújt a tantárgyközi kapcsolatok kialakítására a társadalomtudományos tantárgyakkal (szociológia, pszichológia), egyes témák pedig a tantervi kapcsolatokra is (pl. egészségügy).

### **6.2.11 A biológia tanulása iránti érdeklődés ösztönzése**

A tanárnak az osztályteremben ki kell mutatnia saját lelkesedését a biológia iránt, és ösztönöznie kell a diákok érdeklődését a biológia és más természettudományos tantárgyak tanulása iránt. A biológiát dinamikus, modern tudományként kell bemutatnia. A lehető legtöbb példát hozzon az új biológiai tudományos eredményekre és azok egyéni és társadalmi életre gyakorolt hatására. Az anyagot a mindennapi életből vett, a tanulók életéhez közel álló példákkal kell összekapcsolni. Ösztönözze a tehetséges tanulókat biológiai ismereteik elmélyítésére.

A tanárnak arra kell ösztönöznie a tanulókat, hogy önállóan olvassanak és tanuljanak a tankönyvből, mivel a szakmai szövegek megértésének és a releváns információk kinyerésének képessége fontos a további tanulmányokhoz bármely területen.

### **6.2.12 A kompetenciák fejlesztése**

A biológia tanítása *fejlessze a diákok szaknyelvhasználatát az anyanyelvükön* a biológia koncepciók feldolgozása és bemutatása során, a szakirodalom olvasásakor és a kommunikációban. A kommunikáció képessége a biológia tanításánál a változatos szövegek és más információforrások, mint az ábrák, fényképek, grafikonok, táblázatok, szakszimbólumok, formulák, egyenletek, animációk, szimulációk, használatával fejlődik. A hangsúly a meggyőző, logikusan felépített, önálló írásbeli vagy szóbeli bemutatáson legyen.

A diákok *értékeljék új biológia felismeréseiket, és gondolkodjanak el róluk a teljes, az oktatási folyamatban megszerzett tudásháló alapján*. E cél megvalósításához gyakorlati tapasztalatokra van szükségük különböző forrásokból történő

információgyűjtésből, mint a biológia és más tantárgyak „hivatalos” tankönyvei, ez mellett pedig még újság-, film-, világháló- és más szakmai és aktuális források, adatfeldolgozó programok, animációk, szimulációk, játékok, kérdőívezés stb. Az egyes információforrások megfelelő célzott felhasználásával a diákok *fejlesztik a kommunikációs képességüket és az IKT használatának készségét*. A különböző társas helyzetekben zajló kommunikációs készség, az információforrások kritikus megítélése és az IKT használata *az iskolán kívüli kommunikáció és az élethosszig tartó tanulás alapját képezik*.

A biológia koncepciókra vonatkozó tudáshálózat alapján a diákok ismereteket szereznek az élő szervezetekben zajló életfolyamatok szerveződéséről és strukturájáról, beleértve saját testük folyamatait. Ezen ismeretek révén felelősségteljes viszonyt és tiszteletet alakítanak ki a természet iránt, valamint a saját egészséges életmódjuk iránt. Az értékelő készségek fejlesztésével *új kérdések vetődnek fel a modern biológia használatának területén, amellyel kapcsolatban önálló döntéseket hoznak, és aktívan bekapcsolódhatnak a társadalmi vitákba*.

### 6.3 Javasolt szervezés és időbeli ütemezés

**A biológia óraszám a kötelező programban 210 óra, mindegyik választható témakörben 35 óra és az érettségi programban 105 óra.**

#### 6.3.1 Kötelező program

A kötelező program 210 órában valósul meg (ebből 70 óra az első, 70 óra a második és 70 óra a harmadik évfolyamban). A laboratóriumi és terepmunkának ebből legalább 20 százalékot kell kitennie (összesen mindhárom évfolyamban minimum 42 órát; lásd a *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet). A biológiaoktatás óraszámának lefelelőbb 20 százalékában a tanár– a szűkebb és szélesebb környezet aktuális problémáit figyelembe véve – szakmailag önállóan határozza meg, mely célokat fogja elmélyíteni és *további ismereteket* hozzáadni, miközben a 210 órás kötelező program céljait meg kell valósítani.

#### 6.3.1 Választható és érettségi program

A diákok a kötelező program mellett a biológia tantárgy érettségi és/vagy választható programját is választhatják.

**A választható program** 35 órás terjedelmű témaköröket tartalmaz. A választható programot a biológiából nem érettségiző diákok is választhatják. A diák a választható program egy vagy több témakörét választhatja. A laboratóriumi és terepmunkának legalább az órák 25 százalékát kell kitennie (mindegyik témakörben összesen legalább 9 órát; lásd a *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet).

**Az érettségi program** 105 órát tartalmaz, és a 4. évfolyamban valósul meg. Ebben a programban a diákok további, a biológia érettségi elvégzéséhez szükséges tudást sajátítják el. A laboratóriumi és terepmunkának legalább az órák 20 százalékát kell kitennie (összesen legalább 21 órát; lásd a *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet).

**A diáknak a biológia érettségi elvégzéséhez el kell végeznie a kötelező programot (210 óra), a választható program legalább egy témakörét (35 óra) és az érettségi programot (105 óra).**

### 6.4 Laboratóriumi és terepmunka

A laboratóriumi és terepmunka a biológia tanításakor a célok megvalósításának és a természettudományos–matematikai kompetenciák fejlesztésének kiindulási pontja, és ezért a program *kötelező* része. A tanár a lehetőségek szerint a tanításba minél nagyobb mértékben kapcsolja be a laboratóriumi és terepmunkát.

A *kötelező programban* a teljes óraterjedelem **legalább** 20 százaléka van a laboratóriumi és terepmunkának szentelve (legalább 14 laboratóriumi gyakorlat minimálisan 28 óra terjedelemben és a terepmunka minimálisan 14 óra terjedelemben). A kötelező program keretében a diák legalább négy beszámolót ad le a laboratóriumi és terepmunkáról.

A *választható program* valamennyi témakörében ezek a tevékenységek az órák legalább 25 százalékát teszik ki (minimum 9 órát mindegyik témakörben). A választható programban a tanár az elvégzett gyakorlati tevékenység alapján szakmailag önállóan határozza meg, hogy a diák milyen formában számol be az elvégzett munkáról.

Az *érettségi programban* a laboratóriumi és terepmunka a program teljes terjedelmének legalább 20 százalékát teszi ki (minimum 21 órát). Az érettségi programban a diák az elvégzett gyakorlati tevékenységgel összhangban adja le a beszámolót, illetve beszámolókat (pl. beszámoló az elvégzett kutatási feladatról és/vagy több beszámoló az egyes laboratóriumi és terepkutatásokról).

A laboratóriumi és terepmunka leginkább a *B- Kutatás és kísérletek* (a kötelező és választható program) illetve *K-Hogyan működik a tudomány?* (érettségi program) témakör céljainak megvalósítására vonatkozik, de mindig a többi témakör tartalmi céljaival összhangban. A célok eredményes megvalósításához biztosítani kell a megfelelő szakembert, az anyagi feltételeket és megfelelő helyiséget.

A laboratóriumi és terepmunka elvégzésekor a tagozatot csoportokra osztjuk a normatívumok szerint.

A laboratóriumi és terepkísérletek elvégzésének magyarázatára lásd a *Kutatás és kísérletek a biológiaórán* c. fejezetet is.

#### **6.4.1 Laboratóriumi munka**

A laboratóriumi munkát úgy kell megtervezni, hogy az magában foglalja a biológiai fogalmak megértéséhez és a technológiai célok kidolgozásához vezető kutatási és kísérleti munka minden fázisát, valamint a tudományos módszer megértését. Az egyéni laboratóriumi munkát legalább két vagy több tanítási órából álló blokkokban kell megtervezni, az iskolai munkaszervezési lehetőségeknek megfelelően. A tanulóknak írásbeli beszámolót kell készíteniük, és be kell mutatniuk az eredményeket, valamint értékelniük kell a munka előrehaladását.

A tanár szakmailag autonóm tanítási koncepcióval rendelkezik, hogy a laboratóriumi munkát olyan egységekbe integrálja, hogy az a biológiai célok és fogalmak elsajátításához a legmegfelelőbb vagy a legelőnyösebb. Nem szabad a tanítástól teljesen különválasztva végezni ezeket (például kurzus formájában), mert így elveszhet a kapcsolat a biológiai koncepciók és célok megértésének elérésével.

#### **6.4.2 Terepmunka**

A 210 órás kötelező programban a tanárnak összesen legalább 14 órányi terepmunkát kell végeznie (a kötelező program 7%-a), és a kapcsolódó célkitűzéseket és biológiai koncepciókat kell megvalósítania. A terepmunkát szakmailag önállóan építse be azokba a témakörökbe, ahova az a legjobban illeszkedik a tanítási koncepcióba. A terepmunka természeti vagy projektnapként valósítható meg a terepen. A terepmunka kivitelezésének időben és tartalmilag a lehető legszorosabban kell kapcsolódnia a tanórán tárgyalt tartalmakhoz és célokhoz. A terepmunka szolgálja a biológiai koncepciók megértésének fejlesztését, valamint a tartalmi és készségfejlesztő célok megvalósítását.

A terepmunkát a vonatkozó jogszabályok rendelkezéseinek megfelelően kell elvégezni (pl. a diákok számának és azok kísérőinek aránya).

#### **6.5 A tanterv kivitelezésének tervezése**

A tanárnak a középiskola mindhárom, illetve a négy gimnáziumi évfolyamában a tanórákat integráltan kell megterveznie. Ez az egyetlen módja annak, hogy a tanulók fokozatosan építsenek a biológiai koncepciók megértésére, és biológiai ismerethálót kiépítsék kiegészítve és fejlesztve készségeiket és képességeiket. A koncepciók és célok magyarázatának világosnak és tudományosan helytállóknak kell lennie. A megértés mélységének pedig a diákok előzetes tudásához és képességeihez kell igazodnia.

A tanár szakmailag önállóan választja ki és alkalmazza a különböző megközelítéseket és tevékenységeket az tanórán, amelyek kiegészítik egymást. A tanítás különböző stratégiájának használatának különböző lehetőségeket kell biztosítania a tanulók számára a tudás megszerzésére és az érdeklődésük felkeltésére. A tanárnak biztosítania kell, hogy a tanulók aktív résztvevői legyenek a tanulási folyamatnak. Ha a tanulási tevékenység túl lassan vagy túl gyorsan zajlik, a diákok elveszítik érdeklődésüket, és nem bírják követni a tanórát.

A megközelítések kialakításának és kiválasztásának lehetővé kell tennie az egyszerűtől az összetett felé való fokozatos haladást, az élő rendszerek különböző szervezeti szintjein a biológiai fogalmak integrálását, valamint a tudás különböző

összefüggésekben való alkalmazását. A tanítás tervezésének keretében más elemek mellett az óratervezésnek világosan meg kell jelölnie a célokat, az elvárt eredményeket (a koncepciók megértése és a készségfejlesztés), az előzetes tudás és a célok elérésének szintje értékelésének tervezett eszközeit, valamint a bemutatott tudás értékelését az órán alkalmazott megközelítések, a választott taxonómiai szint és a tanulók képességeinek függvényében.

A kivitelezés tervezésekor a tanár vegye figyelembe az egyes témakörök és célok módszertani útmutatóit, valamint a *Módszertani javaslatok* c. fejezet felsorolásait.

### 6.5.1 A tartalmi koncepciók és a célok bevonása

Az általános iskola utolsó négy évében a tanulók megismerkednek az élő rendszerek horizontális szerveződésének különböző szintjeivel, például a sejtről és az ökoszisztémákról szerzett ismereteiket minden osztályban kiegészítik. Az általános iskolában elsajátított ismeretek alapján javasolt, hogy a gimnáziumi tagozatban a tanítás során az élő rendszerek komplexitását vertikálisan, azaz a molekulától vagy a sejttől a bioszféráig mutassák be az egymást követő évfolyamokon, ahogyan azt a tanterv tartalmi célkitűzései és fogalmai is előírják. Az előírt órák keretein belül a tanár szakmai önállósággal határozza meg a koncepciók és célok időrendiségét és a tanítási módszereket.

A biológia tanításának fő célja a biológia teljeskörű megértése, tehát a tartalmi koncepciók és a köztük lévő kapcsolatok megértése a *tudásháló kiépítésével*. A tanár már az első évfolyamban, a tanítás kezdetekor világosan mutassa be a diákoknak ezeket a kapcsolatokat a tantárgy teljes tartalmára vonatkozóan folyamatábra formájában, ahogyan az ebben a tantervben is látható, de egyes témakörök feldolgozásakor aprólékosabb folyamatábrát is használhat. Ha a tanár a tantervben ajánlott sorrendtől eltérően tárgyalja a tartalmakat, akkor a diákoknak meg kell mutatnia és magyaráznia a tartalmak megfelelően alkalmazott vertikális folyamatábráját évfolyamonként. Javasoljuk, hogy az első év elején a tanár minden tanulónak adjon egy példányt a teljes tantárgyi ismerethálózatról.

### 6.5.2 A laboratóriumi és terepmunka bevonása

**A laboratóriumi és terepmunkának a kötelező, választható és érettségi programban legalább az előírt óraszámban meg kell valósulniuk.** (lásd *Laboratóriumi és terepmunka* c. fejezetet), **a tanítás többi részét pedig a tanár végzi** a diákok lehető legnagyobb mértékű bevonásával, aktív munkamódszerekkel (pl. a tanítás problémaalapú megtervezése, demonstráció, elméleti problémamegoldás).

Az előírt óraszám keretein belül a tanár szakmailag önállóan határozza meg, hogy milyen célokat valósít meg a kutatási tevékenységekkel, és az éves munkatervében és óravázlatában ezeket milyen sorrendben osztja fel a B- *Kutatás és kísérletek* (kötelező és választható program), illetve K- *Hogyan működik a tudomány?* (érettségi program) c. témakörök céljait illetően.

Mivel a kísérleti és terepkutatások több időt igényelnek, mint a frontális magyarázat, a minél optimálisabb kivitelezés érdekében az iskola lehetőségei szerint a tanár blokkórákat tervezzen vagy a tanítás más megfelelő szervezési formáját, amely lehetővé teszi a laboratóriumi és terepmunka megfelelő és biztonságos kivitelezését. A laboratóriumi és terepmunka során, valamint az élőlényekkel vagy ökoszisztémákban végzett munkával járó egyéb tevékenységek során az élőlényekkel, az ökoszisztémákkal, valamint a saját biztonságunkkal és egészségünkkel szembeni felelősségteljes hozzáállást be kell építeni a tevékenységek tervezésébe, végrehajtásába, ellenőrzésébe és értékelésébe. A laboratóriumi és terepmunka, valamint szervezetekkel végzett munkával járó egyéb tevékenységek során a diákoknak az élőlényekkel, az ökoszisztémákkal, valamint a saját biztonságunkkal és egészségünkkel szembeni felelősségteljes hozzáállását be kell építeni a tevékenységek tervezésébe, végrehajtásába, ellenőrzésébe és értékelésébe.

### 6.5.3 Külön tudások bevonása

A biológia tanterv nem különíti el az ismereteket általános ismeretekre és speciális ismeretekre, hanem **a tanár a biológia tanterv legfeljebb 20 százalékában szakmailag önállóan dönti el, hogy mely célokat kívánja elmélyültebben tárgyalni, és milyen specifikus ismereteket kíván beépíteni** (pl. genomika, proteomika, rendszerbeli biológia, a molekuláris orvostudomány aktuális témái, a nem kódoló RNS stb.) figyelembe véve a szűkebb és szélesebb környezet

aktuális témáit és problémáit. A tantárgy befejezéskor a tanárnak el kell érnie, hogy a diákok a várt teljesítmények minél magasabb taxonómiai szintjére jussanak a képességeikhez képest.

#### **6.5.4. A készségfejlesztő célok bevonása**

A biológiateanárok szakmai autonómiával rendelkeznek éves tanmenetük és óravázlatuk összeállítása során a készségfejlesztő célok sorrendjének meghatározását illetően, amelyek a teljes biológiaoktatás során valósulnak meg, valamint hogy integrálják a tantárgyközi területek különböző kompetenciák és tantárgyközi célokfejlesztését (pl. a szaknyelv, kommunikáció, IKT-használat, a felelős viszonyulás fejlesztése az élethez, az egészség- és természetmegőrzéshez, valamint az értékekhez).

#### **6.5.5 Tantárgyközi és koszkurikuláris kapcsolatok bevonása**

A tantárgyközi kapcsolatok a következők: az állampolgársági kultúra/etika, IKT (a digitális készségek fejlesztése), könyvtárhasználati és informatikai ismeretek, környezeti nevelés, egészségnevelés, pályaorientáció, kémiai biztonság és fogyasztói tudatosságra nevelés.

A tantárgyközi kapcsolatokat úgy kell megtervezni, hogy a tudást magasabb taxonómiai szinteken, valamint a problémák (pl. a fenntartható fejlődés és a természeti források egyenjogú elérhetőségének biztosítása, a genetika és biotechnológia használatával kapcsolatos etikai problémák) teljeskörű megértéséhez szükséges biológiai és más ismeretek kapcsolatának megértését fejlessze. A biológiateanárnak szakmailag önállósága van a tervezésben a tantárgyközi kapcsolatok beépítését illetően az óravázlataiba a komplex aktuális témák és a szűkebb vagy szélesebb környezet korszerű problémái feldolgozásakor. A lehetséges horizontális és vertikális kapcsolatokat a *Tantárgyközi kapcsolatok* és a *Biológia tanítás a gimnáziumban* c. fejezetek és egyes tartalmi koncepciók és célok tartalmazzák.

A többi kompetencia (matematikai kompetencia, anyanyelvi kommunikáció, idegen nyelvi kommunikáció, digitális kompetencia, a tanulás tanulása, szociális és állampolgári kompetencia, kezdeményezőképeség és vállalkozói kompetencia, kulturális tudatosság és kifejezőképeség) fejlesztését és alkalmazását, valamint az élethez és a természethez, az egészséghez és a fenntartható fejlődéshez való felelős hozzáállás kialakítását is érdemben be kell építeni a tanórák megtartásának tervezésébe, együttműködve más tantárgyakkal.

A szűkebb vagy tágabb környezet összetett aktuális kérdéseinek és jelenlegi komplex problémáinak feldolgozása során a környezeti nevelés, az egészséges életmódra nevelés, a könyvtárhasználati és informatikai ismeretek, a pályaorientáció, a digitális íráskészség és más tantárgyközi területek más tantárgyakkal együttműködve kerülnek be a tanórákra való felkészülésbe.

#### **6.5.6 Sajátos nevelési igényű diákok**

A tanár a sajátos nevelési igényű diákok számára a hatályos jogszabályoknak megfelelően, képességeiknek megfelelő oktatási módszereket biztosít.



## 7 A teljesítmény értékelése

A modern biológia, a pedagógus szakma, a biológiaoktatás módszertanának és didaktikájának fejlődésével összhangban a tanár szakmai önállósággal kíséri a diákok előrehaladását a tartalmi koncepciók megértését, a képességek és készségek elérését, valamint az értékek fejlesztését illetően. A várt teljesítmények elért szintjét a tanítás választott módszereivel összhangban ellenőrzi és értékeli. A bizonyított teljesítmények értékelése legyen minél teljesebb, ezért ajánlott, hogy a tanár saját szakmai autonómiáját kihasználva különböző módszereket alkalmazzon a tudás ellenőrzésére és értékelésére, miközben a diákok képességeit és egyéni jellemzőit is figyelembe veszi.

Az értékelésnek a legfontosabb biológia-logikai fogalmak bizonyított megértésére és integrálására, valamint a biológiai ismeretek különböző összefüggésekben történő alkalmazására kell összpontosítania. A hangsúlyt az élő rendszerek különböző szerveződési szintjeinek és egymásra utaltságának megértésére kell helyezni.

A készségfejlesztő célok nyomán követésének a tudományos kutatásra való képesség fejlesztésére, a modern technológiák biztonságos használatára, a szaknyelven folyó kommunikáció fejlesztésére, a különböző források használatára a biológia információk kereséséhez, valamint azok szakmai helyénvalóságának kritikus értékelésére stb. kell összpontosítania.