

МИНИСТЕРСТВО ЗА ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА

БИРО ЗА РАЗВОЈ НА ОБРАЗОВАНИЕТО



Наставна програма

БИОЛОГИЈА

за I година

Гимназиско образование

Скопје, 2025 година

ОСНОВНИ ПОДАТОЦИ ЗА НАСТАВНАТА ПРОГРАМА

Наставен предмет	<i>Биологија</i>
Вид/категорија на наставен предмет	Задолжителен
Година на изучување	I (прва)
Теми/подрачја во наставната програма	• <i>Организација на клетката</i> • <i>Основи на генетиката</i> • <i>Карактеристики и класификација на организмите</i> • <i>Основи на органска еволуција</i> • <i>Организмите и нивната животна средина</i>
Број на часови	2 часа неделно / 72 часа годишно
Опрема и средства	• компјутер, телевизор, LCD проектор, проекционо платно, мобилен телефон (апликации) • лаборатории, дигитална вага, бинокулар/и, микроскоп/и, лупи, пинцети, хербариум, свежи растенија, свежи или суви примероци од габи, инсектариум, препарирани и/или конзервирани животни, слики, цртежи, готови препарати, модели, шеми, реагенси и др.
Норматив на наставен кадар	Наставата по Биологија во прва година гимназиско образование може да ја изведува лице кое завршило: • студии по биологија, наставна насока, VII/1 или VI A (според МРК) и 240 ЕКТС; • студии по биологија, друга ненаставна насока, VII/1 или VI A (според МРК) и 240 ЕКТС и стекната педагошко-психолошка и методска подготовка на акредитирана високообразовна установа

РЕЗУЛТАТИ ОД УЧЕЊЕ

Тема: ОРГАНИЗАЦИЈА НА КЛЕТКАТА Вкупно часови: 12 часа	
Резултати од учење: Ученикот/ученичката ќе биде способен/-на да: 1. го опишува хемискиот состав на клетката и ја објаснува улогата и функцијата на клеточните структури; 2. ја објаснува структурата и организацијата на клетката преку примери; 3. го објаснува транспортот на материи во и надвор од клетката.	
Содржини (и поими):	Стандарди за оценување:
• Улогата на органските и неорганските материи кај живите организми (органски материи, јаглехидрати, липиди, протеини, неоргански материи, минерални материи, вода, макроеlementи, микроelementи, елементи во траги)	• Ги класифицира неорганските и органските материи во состав на клетката и ја објаснува нивната улога во клеточните процеси. • Ја објаснува улогата на водата како растворувач и пренесувач на голем број материи и како средина во која се одвиваат низа процеси во клетката. • Ја објаснува градбата на органските материи (јаглехидрати, липиди, протеини) и ја опишува нивната улога во клетката.
• Неклеточни облици - вируси • Клеточна структура и организација (вирус, вирусни заболувања, прокариотска и еукариотска клетка, клеточен сид, клеточна мембрана, протоплазма, цитоплазма, јадро, клеточни органели, митохондрии, ендоплазматичен ретикулум, Голџиев систем, рибозоми, хлоропласти, вакуоли, едноклеточни организми, повеќеклеточни организми)	• Објаснува градба на вируси како ацелуларна форма на живата материја и ги споредува со клеточните организми. • Идентификува најчести вирусни заболувања, начини на пренос и стратегии за превенција. • Наведува дефиниција на клетка и ја илустрира дефиницијата со примери. • Ја објаснува разликата меѓу едноклеточните и многуклеточните организми. • Препознава клеточни органели, ја објаснува нивната функција и ги споредува според нивната улога во различни клеточни процеси. • Опишува организација на прокариотска и еукариотска клетка и ги објаснува разликите во нивната структура и функција.

	• Споредува растителната со животинската клетка и објаснува како структурните разлики влијаат на нивната функција. • Идентификува клеточни структури (клеточен сид, клеточна мембрана, цитоплазма, јадро, митохондрии, ендоплазматичен ретикулум, Голџиев систем, рибозоми, хлоропласти, вакуоли) и ја објаснува нивната улога.
• Транспорт на материи во клетката (дифузија, осмоза, активен транспорт, пасивен транспорт)	• Ја опишува функцијата на клетката како отворен систем, нагласувајќи ја улогата на мембраната во размената на материја и енергија. • Ја опишува важноста на дифузијата на гасови и течности и објаснува како дифузијата влијае на клеточните активности. • Објаснува разлика меѓу дифузија и осмоза, го толкува значењето на дифузијата и осмозата кај сите живи организми и применува знаење за да предвиди ефекти од овие процеси. • Наведува разлики меѓу пасивен и активен транспорт и илустрира како овие механизми придонесуваат за хомеостазата. • Избира фактори коишто влијаат на брзината на дифузијата, ограничувајќи се на допирната површина, температурата, степен на концентрацискиот градиент и растојанието и демонстрира заклучоци базирани на примери.
Примери за активности Индивидуална активност: Учениците самостојно анализираат графички прикази и електронски микрографи од различни вируси што ги нашле на интернет, при што ги идентификуваат заедничките особини на сите вируси и ги презентираат своите заклучоци во однос на структурата и функцијата. Експеримент: Учениците реализираат експеримент така што потопуваат јајца во 9% алкохолен оцет за 24 часа, со цел да се разложи нивната лушпа и да остане само тенката мембрана. Потоа, јајцата се мерат и се потопуваат во различни раствори (дестилирана вода и солен раствор). По еден час или по оставање преку ноќ, јајцата повторно се вадат, сушат на собна температура и повторно се мерат. Учениците ги споредуваат добиените маси пред и по потопувањето, пресметуваат процентуална промена и ги прикажуваат резултатите преку графикони. Дополнително, наместо класичниот експеримент, може да се користат виртуелни лаборатории каде што учениците менуваат параметри како што се концентрација и температура и ги анализираат симулираните резултати (на пр., PhET Interactive Simulations – Membrane Transport).	

Истражувачка активност: Учениците истражуваат зошто клетките на главица кромид немаат хлоропласти, анализирајќи примероци под микроскоп и користејќи дополнителна литература. Тие ги споредуваат клетките од различни делови на растението (луковица, листови) за да ги потврдат своите заклучоци и ги презентираат наодите во форма на извештај или презентација.

Дискусија: Учениците дискутираат за влијанието на осмозата врз клеточните процеси, користејќи примери за да ги поддржат своите аргументи. Дискусијата е насочена кон разбирање на примената на осмозата кај животинските и растителните клетки.

Натпревар: Учениците учествуваат во натпревар за препознавање и именување на основните клеточни органели со користење на графички прикази и електронски микрографи. За време на натпреварот, учениците одговараат на прашања и решаваат задачи за да ги поврзат органелите со нивните функции и структурни карактеристики.

Проект: Учениците добиваат текст кој ја објаснува осмозата и нејзиниот ефект врз клетките, прикажувајќи ги биолошките принципи преку едноставни примери, како што е набабрувањето на суво грозје во вода (хипотонична средина) или неговото собирање во солен раствор (хипертонична средина). Текстот вклучува и графички прикази, како шеми за размена на вода низ мембраните. Тие ги толкуваат резултатите од експериментите, изработуваат дијаграми или графикони и ги презентираат заклучоците за влијанието на различните раствори врз клеточната структура и функција.

Тема: **ОСНОВИ НА ГЕНЕТИКАТА**

Вкупно часови: **20 часа**

Резултати од учење:

Ученикот/ученичката ќе биде способен/-на да:

1. ја опишува градбата на нуклеинските киселини како основа на наследувањето и идентификува разлики меѓу ДНК и РНК;
2. ја објаснува градбата и организацијата на наследниот материјал (хромозомите) во клетките и разликува видови клетки според број на наследни гарнитури;
3. објаснува примери на наследување поврзано со полови и соматски хромозоми;
4. дефинира варијабилности и опишува природна и вештачка селекција.

Содржини (и поими):

- **Структура и својства на нуклеинските киселини**
(ген, деоксирибонуклеинска киселина (ДНК),
рибонуклеинска киселина (РНК), нуклеотид,
пурински бази, пиримидински бази, репликација
рибозомална РНК (рРНК), информациска РНК

Стандарди за оценување:

- Идентификува структурни компоненти на ДНК и РНК и ја објаснува нивната улога во генетските процеси, издвојувајќи значајни разлики во функцијата и структурата.
- Дефинира ген и ги категоризира видовите гени според нивната функција и опсег.

(иРНК), транспортна РНК (тРНК), генетска информација, генетски код, кодон, антикодон, ген, геном, генотип, фенотип, алели, хомозигот, хетерозигот)	• Ги објаснува концептите геном и генотип како основа за генетска варијација. • Опишува генетски код и елаборира како тој е поврзан со структурата и функцијата на гените како дел од ДНК. • Наведува разлики меѓу генотип и фенотип и објаснува како тие влијаат на својствата на организмот.
• Градба и особини на хромозомот (хроматида, хромонема, матрикс, хистони, автозоми, полови хромозоми, диплоидно јадро, хаплоидно јадро, кариотип, кариограм, идиограм)	• Ја опишува градбата на хромозомите и објаснува како тие се поврзани со наследните процеси. • Прави разлика меѓу хаплоидно и диплоидно јадро во однос на бројот на хромозоми и ја објаснува нивната улога во клеточната делба. • Прави разлика помеѓу автозомни и полови хромозоми и ја објаснува нивната улога во наследувањето. • Опишува кариотип, кариограм, идиограм и ја објаснува нивната примена во генетиката.
• Клеточен циклус (клеточен циклус, амитоза, митоза, мејоза, цитокинеза)	• Дефинира клеточен циклус, ги набројува периодите на клеточниот циклус и ја објаснува нивната улога во животниот циклус на клетката. • Набројува фази на делба на јадрото при митоза и мејоза и објаснува разлики во бројот и изгледот на хромозомите.
• Наследување на особините и правила на наследување (варијабилност, наследна варијабилност, ненаследна варијабилност, мутација, модификација, природна селекција, вештачка селекција)	• Наведува примери за наследна и ненаследна варијабилност и објаснува како тие се разликуваат според нивните карактеристики. • Прави разлика меѓу појави на мутација од модификација и опишува карактеристични геномски мутации. • Разликува фенотипска и генотипска менливост, како и различни видови модификации и го објаснува нивното влијание врз организмот. • Препознава примери за природна и вештачка селекција од повеќе дадени ситуации, идентификува новодобиени особини при вештачка селекција и објаснува последици од овој процес.
Примери за активности Индивидуална активност: Учениците истражуваат преку интернет и индивидуално одговараат на прашањето зошто постојат четири азотни бази, а не три или пет, при што ги идентификуваат структурните компоненти на ДНК и РНК и ја анализираат нивната улога во генетските процеси. Неколку ученици го презентираат своето објаснување, издвојувајќи значајни разлики во функцијата и структурата.	

Експеримент: Учениците садат семиња од ист вид и ги изложуваат на различни фактори (на пр. УВ-зрачење, мрак, разредени раствори), додека контролна група расте во нормални услови. По неколку недели, ги споредуваат фенотипските разлики и анализираат можни ефекти на мутациите врз организмот. **НАПОМЕНА:** UV ламбите се вклучуваат во текот на ноќта, односно откако учениците и останатите присутни ќе ја напуштат просторијата (лабораторијата)!

Истражувачка активност: Учениците истражуваат кариотипи на различни видови (на пр. човек, куче, пченка) користејќи дополнителна литература и достапни бази на податоци. Тие ги споредуваат бројот и структурата на хромозомите, идентификуваат автозоми и полови хромозоми и анализираат како разликите во кариотипот се поврзани со генетските особини на организмите. Заклучоците ги презентираат во табела или графички приказ.

Дискусија: Учениците дискутираат за етичките и биолошките предизвици на вештачката селекција, анализирајќи дали таа го подобрува животот или ја нарушува природната рамнотежа.

Натпревар: Учениците учествуваат во натпревар насловен „Кој научник направил најголем придонес во развојот на молекуларната биологија и зошто? Поддржете го вашиот избор со примери од нивните откритија и нивната важност за разбирањето на генетскиот код, хромозомите и клеточниот циклус“.

Решавање проблем: Учениците решаваат проблем насловен „Како би можеле да идентификувате непознат генетски синдром користејќи анализи на дадени кариограми? Врз основа на вашите наоди, објаснете ги можните абнормалности, нивното влијание врз организмот и предложете потенцијални начини за потврдување на дијагнозата?“, при што учениците анализираат дадени кариограми и ги претставуваат свои толкувања.

Проект: Учениците истражуваат разлики меѓу генотип и фенотип, даваат примери за наследни и ненаследни варијации, како што се боја на кожа, висина, мутации и влијанието на животната средина врз изразувањето на гените. Тие спроведуваат мало истражување со примероци од растенија или фотографии од животни за да прикажат како варијацијата може да биде генетска или под влијание на надворешната средина. Резултатите ги претставуваат преку анализа со табела или краток извештај.

Тема: **КАРАКТЕРИСТИКИ И КЛАСИФИКАЦИЈА НА ОРГАНИЗМИТЕ**

Вкупно часови: 12 часа

Резултати од учење:

Ученикот/ученичката ќе биде способен/-на да:

1. опишува општи карактеристики на живите организми и објаснува како организмите се класифицираат во групи според карактеристиките кои ги имаат;

2. наведува главни карактеристики кои се користат за да се поделат сите организми во едно од петте царства: Царство на Монера, Царство на Протисти, Царство на Габи, Царство на Растенија и Царство на Животни. 3. користи двојно именување (бинарна номенклатура) на видовите како интернационален усогласен систем; 4. конструира и користи едноставни дихотомни клучеви базирани на карактеристики на живите организми кои се лесни за идентификација.	
Содржини (и поими):	Стандарди за оценување:
Вовед во биолошката класификација и бинарната номенклатура (систематика/таксономија, Аристотел, Карл Лине, Витакер, Карл Вуз, систем на три домени, Бактерии, Археи, Еукариоти, двојно именување, вид, род, фамилија, ред, класа, тип, царство)	- Наведува примери за основите на системите за класификација. - Објаснува систем на три домени (Бактерии, Археи, Еукариоти) и го споредува со бинарна номенклатура. - Применува двојното именување (бинарна номенклатура) на видовите. - Класифицира организми од секојдневниот живот во таксономски групи (вид, род, фамилија, ред, класа, тип, царство) врз основа на нивните морфолошки карактеристики.
Петте царства на живиот свет (класификација, Царство на монери, Царство на протисти, Царство на габи, Царство на растенија, Царство на животни)	- Ги споредува општите карактеристики на претставниците од различни царства, го објаснува нивното усложнување и го поврзува со еволутивниот развој. - Ги идентификува и опишува основните карактеристики на претставниците од Монери и Протисти и набројува нивни позначајни претставници. - Ги опишува основните карактеристики на претставниците од Царството на Габи и ги идентификува нивни позначајни претставници. - Ја објаснува улогата на лишаите како биоиндикатори, користејќи примери од практиката. - Ги опишува и класифицира претставниците на Царството Растенија според нивните основни карактеристики. - Ги опишува и класифицира претставниците на Царството Животни според нивните основни карактеристики.
Дихотомни клучеви (дихотомни клучеви)	- Ги објаснува основните принципи на функционирање на дихотомните клучеви. - Дизајнира дихотомни клучеви врз основа на карактеристики лесни за идентификација од организми кои припаѓаат на иста/сродна таксономска група.

Примери за активности

Индивидуална активност: Учениците добиваат опис на четири различни организми. Задачата е да ги класифицираат според научните таксономски категории (вид, род, фамилија, ред, класа, тип, царство) користејќи ги нивните морфолошки карактеристики.

Практична активност: Учениците добиваат збирка на картички со слика на различни претставници од Царството на животни и врз основа на нивните морфолошките карактеристики изработуваат дихотомен клуч. Изготвениот дихотомен клуч го разменуваат со друга група ученици за да се направи меѓусебна проверка на добиените резултати.

Истражувачка активност: Учениците поделени во мали групи/парови, истражуваат за Аристотел, Карл Лине, Витакер и Карл Вуз во контекст на класифицирање и именување на живите организми како и нивниот придонес за развивање на основите на системот за класификација на живиот свет, а резултатите од нивното истражувањето ги презентираат пред останатите ученици.

Дискусија: Учениците добиваат серија фотографии од лишаи во различни средини и истражуваат како нивното присуство укажува на квалитетот на воздухот. Тие дебатираат за улогата на лишаите како биоиндикатори и предлагаат начини како нивното проучување може да се примени за следење на загадувањето во нивната околина.

Квиз: Учениците поделени во групи одговараат на квиз прашања поврзани со класификација на различни локални видови на организми. Наставникот покажува слика на одреден вид, а групите го класифицираат претставникот по однос на сите нивоа на класификација. Победник е групата која побрзо и со поголема точност ќе успее да класифицира поголем број на видови.

Решавање проблем: Еуглената (*Euglena*) е организам што долго време ги збунувал научниците бидејќи поседува карактеристики и на растенијата и на животните. Таа има хлоропласти и може да врши фотосинтеза, но истовремено има и флагелум за движење и може да се храни хетеротрофно во отсуство на светлина. Учениците го анализираат овој пример и дискутираат во која група би требало да биде класифицирана еуглената – праживотни или алги? Тие ги користат критериумите за класификација на организмите, создаваат дихотомен клуч за да го потврдат својот избор и предлагаат објаснување базирано на еволутивната поврзаност на еуглената со другите организми. Заклучоците ги претставуваат преку табела, краток извештај или презентација.

Проект: Учениците избираат група на локални инсекти, птици или растенија и создаваат интерактивен дихотомен клуч користејќи дигитални алатки (како Canva, Google Slides, или мобилна апликација). Тие вклучуваат прашања за карактеристиките на организмите и креираат водич за нивна идентификација.

Тема: **ОСНОВИ НА ОРГАНСКА ЕВОЛУЦИЈА**

Вкупно часови: 12 часа

Резултати од учење: Ученикот/ученичката ќе биде способен/-на да: - го објаснува настанокот на Земјата и животот, разликува абиогена од биогена еволуција и ја поврзува појавата на организмите со геолошки периоди. - наведува докази за еволуцијата, вклучувајќи ги преодните форми и разликите меѓу хомологните и аналогните органи. - класифицира адаптации и модели на еволуција што се однесуваат на индустриски меланизам, криптична обоеност, апосемија, мимикрија, дивергентна и конвергентна еволуција, како и коеволуција.	
Содржини (и поими): Биеволуција на Планетата Земја (абиогена еволуција, Стенли Милер, Харолд Јури, Александар Опарин, биогена еволуција, Аристотел, Жан Батист Ламарк, Чарлс Дарвин, теорија на еволуција)	Стандарди за оценување: - Објаснува абиогена и биогена еволуција преку примери и ги поврзува со настанокот на Земјата, литосферата, хидросферата и атмосферата. - Ја објаснува абиогената еволуција преку придонесот на Стенли Милер, Харолд Јури и Александар Опарин. - Споредува различни историски теории за еволуцијата, вклучувајќи го концептот на „скала на природата“ на Аристотел, теоријата за наследување на Ламарк и теоријата за природна селекција на Дарвин. - Ги објаснува принципите на теоријата на еволуција и наведува примери на природна селекција.
Палеонтолошки и анатомско-ембриолошки докази на еволуцијата (преодни форми, палеонтолошка низа, споредбена анатомија, хомологни органи, аналогни органи, споредбена ембриологија, рудиментирани органи, атавизми)	- Ги објаснува преодните форми преку опишување на нивните карактеристики, користејќи го примерот на палеонтолошката низа на коњ. - Споредува хомологни и аналогни органи, користејќи примери од споредбена анатомија на екстремитети кај различни животни. - Ги наведува и опишува ембриолошките докази за еволуцијата. - Ја објаснува функцијата на рудиментираните органи и атавизмите во минатото и ги поврзува со еволуцијата.
Типови адаптација и модели на еволуција (адаптации, индустриски меланизам, апосемија, мимикрија, криптична обоеност, модели на еволуција, дивергентна еволуција, адаптивна радијација, конвергентна еволуција, коеволуција)	- Ги дефинира однесувачките, физиолошките и структурните адаптации и ја објаснува нивната улога во преживувањето на организмите. - Ги споредува појавите на индустриски меланизам, апосемија, мимикрија и криптична обоеност, опишува примери и го објаснува нивното значење во адаптивните процеси.

- Ги објаснува, преку примери, моделите на еволуција, вклучувајќи дивергентна еволуција, адаптивна радијација, конвергентна еволуција.

Примери за активности

Индивидуална активност: Учениците добиваат слики од ембрионални фази на различни организми (на пример, риби, влекачи, птици и цицачи). Задачата е да ги анализираат сличностите во раните фази и да ги поврзат со докази за еволутивна врска меѓу видовите, пишувајќи краток извештај.

Практична активност: Учениците добиваат опис на средина (пустина, океан, поларна област) и треба да создадат организам кој е совршено адаптиран за живот таму. Во описот треба да наведат структурни, физиолошки и однесувачки адаптации кои го прават организмот успешен во таа средина.

Истражувачка активност: Учениците истражуваат еден ендемски вид од одредена географска област (на пример, галапагоски финки, австралиски коали) и пишуваат извештај во кој ги опишуваат адаптациите на видот, неговата улога во екосистемот и причините за неговата ендемичност.

Дискусија: Учениците гледаат кратко видео за специфични растенија и нивните опрашувачи (на пример, орхидеи и пчели). Потоа дискутираат за механизмите на коеволуција и даваат примери како промените кај едниот организам влијаат врз другиот.

Натпревар: Учениците се натпреваруваат во групи, одговарајќи на прашања за адаптации, хомологни и аналогни органи, модели на еволуција и ембриолошки докази. Секоја точна одговорена задача носи бодови, а победува групата со најмногу бодови.

Анализа на сценарио : Учениците добиваат сценарио каде што животните не можат да се адаптираат на екстремни климатски услови (на пр. пустини, поларни региони). Тие треба да анализираат како ова би влијаело врз биодиверзитетот, како и врз можноста за населување на различни екосистеми.

Креативна активност: Учениците создаваат 3D модел кој ја прикажува еволуцијата на коњот, користејќи информации за четири преодни форми. Моделите ги изработуваат од материјали како пластелин, картон, жица или пак со користење на дигитални алатки (на пример, Tinkercad), истакнувајќи ги промените во структурата на екстремитетите, големината на телото и забите низ еволутивните фази. По завршувањето, го презентираат процесот и го објаснуваат значењето на овие промени за адаптацијата кон различни средини.

Проект: Учениците истражуваат примери на криптична обоеност, апосемија и мимикрија, како што се стапчестите инсекти, коралните змии и отровните пеперутки. Тие креираат фотографска колекција или дигитален постер, каде што споредуваат примери на овие адаптации и нивното значење за преживувањето на организмите.

Тема: ОРГАНИЗМИТЕ И НИВНАТА ЖИВОТНА СРЕДИНА Вкупно часови: 16 часа	
Резултати од учење: Ученикот/ученичката ќе биде способен/-на да: - објаснува пренос и трансформација на енергија во екосистемите, опишувајќи го протокот на енергијата низ трофичките нивоа и енергетските пирамиди. - разликува позитивни и негативни влијанија на човековите активности врз животната средина. - објаснува како влијаат биогеохемиските циклуси и преносот на енергија врз еколошката рамнотежа и предлага мерки за добивање на одржливи екосистеми.	
Содржини (и поими):	Стандарди за оценување:
Пренос на енергија во екосистемите (сонце, проток на енергија, светлосна енергија, хемиска енергија)	- Ја објаснува улогата на сонцето како главен извор на енергија во екосистемите. - Ја опишува трансформацијата на енергијата (светлосна во хемиска) преку примери на различни типови на екосистеми. - Илустрира проток на енергија низ екосистемите преку трофичните нивоа. - Идентификува последици од намалениот проток на енергија низ екосистемите врз живите организми и предлага мерки за подобрување на енергетскиот проток.
Синџири на исхрана, мрежи на исхрана и еколошки пирамиди (синџир на исхрана, мрежа на исхрана, автохтони видови, пирамида на бројност, пирамида на биомаса, енергетска пирамида)	- Класифицира различни членови во синџирот на исхрана и објаснува како тие се поврзани во екосистемите. - Опишува мрежи на исхрана кои се состојат од многу синџири на исхрана кои се испреплетени и зависни едни од други. - Го илустрира преносот на енергија низ енергетските пирамиди користејќи графички прикази.
Биогеохемиски циклуси и нивната улога во климатските промени (биогеохемиски циклус, циклус на вода, циклус на јаглерод и кислород, азотен циклус)	- Објаснува појава на биогеохемиски циклуси во екосистемите. - Го опишува циклусот на вода и неговата интеракција со другите биогеохемиски циклуси. - Дискутира за ефектите на киселите дождови врз екосистемите и последици од нив врз живите организми и почвата. - Го опишува циклусот на јаглеродот и кислородот во екосистемите, објаснувајќи ги процесите на размена на CO₂ и O₂. - Објаснува како настанува озонската дупка и кои се последиците од нејзината појава врз биосферата.

	- Опишува влијание на фосилни горива и стакленички гасови врз биогеохемиските циклуси преку појава на глобалното затоплување и климатските промени. - Го објаснува азотниот циклус и ја идентификува улогата на микроорганизмите во трансформацијата на азотните соединенија во почвата. - Објаснува како човековите активности влијаат врз биогеохемиските циклуси и предлага мерки за одржување на еколошката рамнотежа преку примена на одржливи практики.
Динамика на еколошките системи (екологија, единка, популација, екосистем, биоценоза, биотоп, биом, биосфера, еколошки фактори, еколошка валенца, минимум, оптимум, максимум, стеновалентност, еуривалентност, сигмоидната крива)	- Наведува различни еколошки нивоа кои се поврзани и зависни едни од други во одржувањето на еколошката рамнотежа. - Ги илустрира фазите во сигмоидната крива и ја објаснува нивната примена во анализата на популациските динамики. - Објаснува како растот на популацијата влијае на екосистемите.
Примери за активности Индивидуална активност: Учениците истражуваат дали во нивниот град или регион има проблеми со кисели дождови. Тие истражуваат податоци за загадувањето на воздухот, идентификуваат можни извори на сулфурни и азотни оксиди (на пр: разградување на органски материи, шумски пожари, согорување на фосилни горива, транспорт, индустриски процеси, земјоделство и др.) и објаснуваат како тоа влијае врз почвата, водата и растенијата. Практична активност : Учениците создаваат шеми на пирамиди на исхрана и енергетски пирамиди, ги анализираат хиерархиските нивоа и заклучуваат за намалувањето на енергијата низ трофичките нивоа. Шемите ги презентираат пред соучениците, објаснувајќи на кој начин се губи енергијата меѓу трофичките нивоа. Истражувачка активност: Учениците истражуваат како фосилните горива, индустријата, земјоделството и урбанизацијата ги нарушуваат јаглородниот, азотниот и водниот циклус. Тие предлагаат начини за одржување на еколошката рамнотежа преку одржливи практики. Дискусија: Учениците дискутираат за улогата на разградувачите (бактерии, габи) во екосистемите, што би се случило доколку органскиот отпад не се разградува и за поврзаноста меѓу биогеохемиските циклуси и екосистемите.	

Натпревари: Учениците го пресметуваат својот јаглероден отпечаток со онлајн калкулатор и дискутираат за начините за намалување на емисиите. Тие исто така создаваат личен акциски план за намалување на својот отпечаток, кој го споделуваат со групата и го прогласуваат за победник ученикот со најмал јаглероден отпечаток.

Решавање проблем: Учениците анализираат како климатските промени влијаат врз загрозувањето на видовите во одреден екосистем. Тие истражуваат податоци за промените во температурата, врнежите и човечките активности, а потоа предлагаат стратегии за зачувување на биодиверзитетот, како заштитени подрачја, репопулација и одржливи практики. Заклучоците ги презентираат преку инфографик или кратка анализа.

Проект: Учениците собираат податоци за температурата на воздухот, количеството на врнежи и квалитетот на почвата во нивниот локален екосистем користејќи ја програмата ГЛОБЕ (globe.gov). Тие анализираат како овие фактори влијаат врз јаглеродниот и водниот циклус, споредувајќи ги локалните податоци со глобални трендови достапни во GLOBE базата. Врз основа на собраните информации, учениците подготвуваат извештај за влијанието на климатските промени врз екосистемот во нивниот регион и предлагаат мерки за одржлива употреба на природните ресурси. Заклучоците ги презентираат преку дигитални инфографици или интерактивни мапи, користејќи ги алатките од платформата на ГЛОБЕ програмата.

ИНКЛУЗИВНОСТ, РОДОВА РАМНОПРАВНОСТ/СЕНЗИТИВНОСТ И ИНТЕРКУЛТУРНОСТ

Наставниците во гимназиското образование поттикнуваат инклузивност преку обезбедување активно вклучување на сите ученици во наставните активности. Соодветно ги адаптираат методите на работа за да одговараат на различните когнитивни и емоционални потреби на учениците, користејќи пристапи како индивидуализација, диференцијација, тимска работа и соученичка поддршка. При работа со ученици со попреченост, наставниците применуваат индивидуални образовни планови кои вклучуваат прилагодени резултати од учење и стандарди за оценување и овозможуваат дополнителна поддршка од образовни асистенти, медијатори, тutori-волонтери и професионалци од ресурсните центри.

Редовното следење на напредокот на учениците, особено оние од ранливите групи, е од суштинско значење. Наставниците навремено ги идентификуваат евентуалните тешкотии и обезбедуваат насоки за нивно надминување, притоа создавајќи поддржувачка средина за постигнување на резултатите од учењето. Овој пристап не само што ги поттикнува академските постигнувања, туку и ја гради самодовербата на учениците и нивното чувство на припадност.

Во промовирањето на родова рамноправност, наставниците внимаваат да не се поттикнуваат стереотипни родови улоги при организирање на активностите. При формирањето групи за работа или доделувањето задачи, наставниците обезбедуваат рамнотежа помеѓу момчињата и девојчињата, додека при користењето примери, текстови и илустрации ја поддржуваат родовата сензитивност и ги поттикнуваат учениците да ги надминат родовите стереотипи. Наставниот процес е осмислен така што родовата еднаквост и етничката/културната сензитивност се природен дел од сите активности, особено преку користење, секаде каде што е можно, материјали и содржини кои промовираат интеркултурализам и меѓуетничка интеграција.

Наставниците ги воведуваат учениците во различни културни перспективи преку активности кои промовираат почитување на различностите во сите можни ситуации. Ова им овозможува на учениците да развијат свест за интеркултурно разбирање и соработка, што е основа за создавање и развој на кохезивно, хармонично општество.

ОЦЕНУВАЊЕ НА ПОСТИГАЊАТА НА УЧЕНИЦИТЕ

За да овозможи учениците да ги постигнат очекуваните стандарди за оценување, наставникот континуирано ги следи активностите на учениците за време на поучувањето и учењето и прибира информации за напредокот на секој ученик. За учеството во активностите, учениците добиваат повратна информација во која се укажува на нивото на успешност во реализацијата на активноста/задачата и се даваат насоки за подобрување (формативно оценување). За таа цел, наставникот ги следи и оценува:

- усните одговори на прашања поставени од наставникот или од соученици,
- истржувачките активности при кои ученикот врши набљудување, предвидување, собирање податоци, мерење, евидентирање, претставување резултати (со табели, дијаграми, графици) и нивно презентирање,
- практичната изведба на експериментите,
- изработките (илустрации, презентации, модели и сл.),
- писмените извештаи со податоци од спроведени истражувања,
- анализата на сценарија и решавањето проблеми кои вклучуваат критичко размислување и примена на знаења во нови контексти,
- домашните задачи и
- одговорите на квизови (куси тестови) што се дел од поучувањето.

Формативното оценување се базира исклучиво на видливи, мерливи и специфични активности за предметот Биологија, согласно стандарди за оценување утврдени во наставната програма. По завршување на учењето на секоја тема, ученикот добива бројчана сумативна оценка за постигнатите стандарди за оценување. Сумативната оценка се изведува како комбинација од резултатот постигнат на тест на знаење во комбинација со оценката за напредувањето констатирана преку различните техники на формативно оценување. Во текот и на крајот од учебната година ученикот добива бројчани оценки.

Почеток на имплементација на наставната програма	учебна 2025/2026 година
Институција/ носител на програмата	Биро за развој на образованието
Согласно член 22 став 1 од Законот за средното образование („Службен весник на Република Македонија“ бр. 44/95, 24/96, 34/96, 35/97, 82/99, 29/02, 40/03, 42/03, 67/04, 55/05, 113/05, 35/06, 30/07, 49/07, 81/08, 92/08, 33/10, 116/10, 156/10, 18/11, 42/11, 51/11, 6/12, 100/12, 24/13, 41/14, 116/14, 135/14, 10/15, 98/15, 145/15, 30/16, 127/16 и 67/17, 64/2018 и „Службен весник на Република Северна Македонија“ бр. 229/2020), министерката за образование и наука ја донесе наставната програма по предметот <i>Биологија</i> за I (прва) година гимназиско образование.	бр. 13-5306/7 3.4.2025 година Министерка за образование и наука, Проф. д-р Весна Јаневска,с.р.

МИНИСТЕРСТВО ЗА ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА

БИРО ЗА РАЗВОЈ НА ОБРАЗОВАНИЕТО



Наставна програма

БИОЛОГИЈА

за II година

Гимназиско образование

Скопје, 2025 година

ОСНОВНИ ПОДАТОЦИ ЗА НАСТАВНАТА ПРОГРАМА

Наставен предмет	Биологија
Вид/категорија на наставен предмет	Задолжителен
Година на изучување	II (втора)
Теми/подрачја во наставната програма	• Методи во биолошкото истражување • Органски системи кај човекот • Хистологија и морфологија на растенијата • Биотехнологија и генетски инженеринг
Број на часови	2 часа неделно /72 часа годишно
Опрема и средства	• компјутер, телевизор, LCD проектор, проекционо платно, мобилен телефон (апликации), • лаборатории, бинокулар/и, микроскоп/и, лупи, пинцети, хербариум, свежи растенија, слики, цртежи, готови препарати, пластичен скелет на човек, модел на човечко тело – торзо, слики/модел на системи на органи кај човек, шеми, реагенси и др.
Норматив на наставен кадар	Наставата по Биологија во втора година гимназиско образование може да ја изведува лице кое завршило: • студии по Биологија, наставна насока, VII/1 или VI A (според МРК) и 240 ЕКТС; • студии по Биологија, друга ненаставна насока, VII/1 или VI A (според МРК) и 240 ЕКТС и стекната педагошко-психолошка и методска подготовка на акредитирана високообразовна установа

РЕЗУЛТАТИ ОД УЧЕЊЕ

Тема: **МЕТОДИ ВО БИОЛОШКОТО ИСТРАЖУВАЊЕ**

Вкупно часови: **8**

Резултати од учење:

Ученикот/ученичката ќе биде способен/-на да:

1. објаснува етапи на научниот метод и разликува независна и зависна променлива во експеримент;
2. препознава и применува основен биолошки прибор и техники (микроскопирање, подготовка на препарати, мерење, едноставни лабораториски постапки);
3. организира и претставува податоци од истражување во табела, график или дијаграм и извлекува заклучоци;
4. применува основни правила за етичко и безбедно работење во лабораторија и предлага мерки за заштита.

Ученикот/ученичката ќе развива свесност за:

1. одговорно и етичко однесување во научното истражување преку почитување на правилата за безбедност и примената на 3P принципите (замени, намали, подобри).

Содржини (и поими):	Стандарди за оценување:
• Етапи и методи во биолошките истражувања (набљудување, поставување прашања, собирање на информации, поставување хипотеза, независна и зависна променлива, контролна група, мерење, експериментирање, анализа на резултати, донесување заклучок)	• Го опишува редоследот на научниот метод. • Разликува независна и зависна променлива во текот на истражувањето. • Составува едноставен пример за истражувачко прашање, поставува хипотеза, анализира резултати и донесува заклучок.
• Биолошки прибор, апарати и техники (лабораториски прибор, светлосен микроскоп, електронски микроскоп (SEM и TEM), микроскопски препарати, микроскопирање, центрифугирање, фракционирање,	• Применува лабораториски прибори и ја објаснува нивната функција. • Прави разлика меѓу светлосен и електронски микроскоп. • Подготвува и набљудува микроскопски препарат.

електрофореза, хроматографија, клеточни култури)	
• Собирање, обработка на податоци и презентирање на резултати (табела, графикон, дијаграм, квантитативни и квалитативни податоци, средна вредност, варијанса, стандардна девијација, корелација, научна публикација, постер-презентација, усна презентација)	• Организира податоци, класифицира и анализира податоци во табела и график. • Толкува резултати претставени во дијаграм. • Пресметува средна вредност од собрани податоци. • Ги набројува основните форми на научна презентација. • Подготвува кратка презентација од експериментални резултати.
• Етика и безбедност во биолошкото истражување (биобезбедност, работа со микроорганизми, етички принципи, добивање согласност, 3P принципи (replace, reduce, refine - замени, намали, подобри), заштита на истражувачот и животната средина)	• Ги применува основните правила за безбедност во лабораторија. • Објаснува што претставуваат 3R (3P -замени, намали, подобри) принципите. • Идентификува ризични постапки и предлага мерки за безбедност во текот на биолошкото истражување.
Примери за активности: Индивидуална активност: • Учениците самостојно формулираат истражувачко прашање и поставуваат хипотеза врз основа на набљудуван биолошки феномен (на пример: „Зошто гравот побрзо `рти без присуство на светлина?“). • Учениците самостојно подготвуваат краток писмен извештај со дефинирани истражувачки цели, хипотеза и очекуван исход за одреден експеримент (на пример: експеримент поврзан со влијанието на светлината врз растот на растенијата). Истражувачка активност: • Учениците спроведуваат истражување за „Влијание на сончевата светлина врз температурата во различни делови од училишниот двор“. Со дигитален термометар или мобилна апликација ги мерат температурите на места изложени на сонце и под сенка. Резултатите ги внесуваат во табела и изработуваат график. Потоа ги анализираат податоците и дискутираат како факторите од средината влијаат врз варијациите во температурата. • Учениците дизајнираат мало истражување „Како количината на вода влијае врз растот на растенијата“. Тие дефинираат независна променлива (количина вода), зависна променлива (висина на растението) и контролирани променливи (ист тип на семе, почва и	

изложеност на светлина). Во текот на две недели ја мерат висината на растенијата, ги бележат податоците и подготвуваат краток извештај со табела и графички приказ на растот.

Практична активност:

- Учениците подготвуваат и набљудуваат микроскопски препарат од лук или кромид за да ја препознаат клеточната структура и ги документираат набљудувањата со цртеж.
- Учениците користат микроскоп за да ги споредат клеточните структури кај растителна и животинска клетка и подготвуваат табела со сличности и разлики.

Експеримент:

- Учениците изведуваат експеримент со наслов „Влијание на температурата врз брзината на дишење кај човекот“. Целта е да се утврди како промена на температурата на средината влијае врз бројот на вдишувања во минута. Независна променлива е температурата на просторијата (ладна, собна и топла), зависна променлива е бројот на вдишувања во минута, а контролирани променливи се исто времетраење на мерењето, иста позиција на телото и ист временски период од денот. Учениците најпрво го мерат бројот на вдишувања во собна температура, потоа кратко излегуваат во постудена или потопла просторија, се адаптираат неколку минути и повторно го мерат својот респираторен ритам. Резултатите ги внесуваат во табела и изработуваат график со кој ја прикажуваат зависноста меѓу температурата и фреквенцијата на дишење. На крајот ги анализираат податоците, дискутираат за причините за забрзано или успорено дишење и ги поврзуваат резултатите со поимите за хомеостаза и адаптација на организмот. Учениците можат да користат виртуелни лаборатории базирани на ВИ, како Labster, PhET, Bioman Biology или Google Science Journal, за симулација на услови (температура, време, концентрација) за изведба на експериментот за „Влијание на температурата врз дишењето кај човекот“ и да ги споредат резултатите.

Дискусија:

- Учениците дискутираат на тема „Дали сите експерименти на човекот се етички оправдани?“. Тие анализираат примери од историјата на науката, како експериментите со медицински третмани без информирана согласност или современи истражувања со генетска модификација на човекови клетки. Во дискусијата учениците аргументирано ги изразуваат своите ставови за границите на научното истражување, се повикуваат на принципите на биолошка етика и размислуваат како се обезбедува заштита на човекот во современите научни експерименти. На крајот, заеднички формулираат заклучок за важноста на етичките стандарди и човековото достоинство во биолошките истражувања. Учениците можат да користат ВИ како „етички советник“ (на пр. ChatGPT или Claude) за да постават аргументи *за* и *против* етичката оправданост на експерименти врз човекот. Потоа, во дискусијата, тие треба да одберат со кои аргументи се согласуваат и зошто, односно критички да оценуваат, корегираат и да аргументираат сопствен став.“

Квиз:

- Учениците учествуваат во квиз со прашања и слики од лабораториски прибор, при што избираат точна функција за секој инструмент.
- Учениците решаваат дигитален квиз (на пр. во Kahoot) со комбинација од слики и дефиниции за лабораториски техники како центрифугирање, хроматографија и електрофореза.

Натпревар:

- Учениците, поделени во тимови, подготвуваат кратка презентација „Најинтересен биолошки експеримент во историјата“, оценета според критериуми за точност, креативност и етичност.
- Учениците учествуваат во натпревар „Млади биолози“ каде треба да презентираат тековно научно откритие од областа на генетиката или екологијата во формат на постер.

Анализа на сценарио:

- Учениците анализираат сценарио во кое се направени грешки при толкување на резултати (на пример: погрешен заклучок поради премал примерок) и предлагаат корекции.
- Учениците добиваат дијаграм со податоци за раст на растенија под различно осветлување, но со погрешно изведен заклучок – треба да ги идентификуваат грешките во интерпретацијата.

Креативна активност:

- Учениците изработуваат постер „Од набљудување до заклучок“ каде визуелно ги прикажуваат фазите на научниот метод со симболи и кратки текстови. Учениците може да користат Canva AI, Adobe Firefly или Bing Image Creator за генерирање симболи и илустрации за постерот „Од набљудување до заклучок“.

Решавање проблем:

- Учениците анализираат случај каде при експеримент со растенија едната група не покажува раст. Тие треба да предложат можни причини (недостаток на светлина, премногу вода или загадена почва и сл.) и да понудат план за повторување на експериментот со правилно контролирани услови.
- Учениците добиваат опис на лабораториски експеримент за кој резултатите не се очекувани (на пример: не се забележува реакција при тестирање со јоден раствор). Тие треба да ја пронајдат можната грешка во постапката (дали реагенсот е стар, дали примерокот не содржи скроб, или дали е направена грешка при дозирање) и да предложат како би го повториле експериментот за да добијат точни резултати.

Проект:

- Учениците, во тимови, реализираат мини проект „Мој мини научен експеримент“ – избираат биолошка појава, ја истражуваат според фазите на научниот метод и ги презентираат резултатите во постер со препораки за безбедност.

Тема: ОРГАНСКИ СИСТЕМИ КАЈ ЧОВЕКОТ Вкупно часови: 34	
Резултати од учење: Ученикот/ученичката ќе биде способен/-на да: 1. опише и објасни градба и основна функција на органските системи кај човекот, нивната меѓусебна поврзаност и улога во одржување на хомеостаза. 2. идентификува и разликува клучни органи, процеси и поими поврзани со функционирањето на органските системи. 3. анализира влијание на животни навики и фактори од средината врз здравјето на органските системи. 4. применува превентивни мерки и здраво однесување за зачувување и унапредување на здравјето на човекот.	
Содржини (и поими):	Стандарди за оценување:
• Ниво на организација на живите организми (атоми, молекули, клетки, ткива, органи, органски системи, организам, хомеостаза)	• Идентификува различни нивоа на организација на живите суштества (клетка, ткиво, орган, систем, организам). • Наведува примери за секое ниво на организација кај човек; • Ја поврзува работата на сите ткива, органи и органски системи со одржувањето на хомеостазата во човечкиот организам; • Дискутира за последиците од нарушување на хомеостазата во организмот на човекот и можните начини за превенција; • Анализира поврзаност помеѓу различните нивоа на организација и функционирање на човековиот организам.
• Дигестивен систем (органски и неоргански материи, витамини, ензими, уста, желудник, тенко и дебело црево, плункови жлезди, црн дроб, панкреас, варење, апсорпција, здрава исхрана)	• Разликува органски и неоргански материи и ја објаснува нивната улога во исхраната. • Идентификува витамини и ензими важни за процесите на варење. • Опишува градба и функција на органите за варење (уста, желудник, тенко и дебело црево, плункови жлезди, црн дроб, панкреас). • Објаснува процеси на варење, апсорпција и асимилација на хранливи материи. • Поврзува здрава исхрана со правилно функционирање на дигестивниот систем. • Анализира последици од нездрава исхрана врз здравјето на дигестивниот систем.

	• Го истакнува значење на превентивни навики (избалансирана исхрана, внес на витамини и минерали) за зачувување на дигестивното здравје.
• Кровоносен и лимфен систем крв (еритроцити, леукоцити, тромбоцити, плазма), крвни садови (артерии, вени, капилари), срце, мал и голем крвоток, имунитет (специфичен и неспецифичен), вакцинација, превенција од срцеви заболувања)	• Идентификува и опишува составни делови на крвта (еритроцити, леукоцити, тромбоцити, плазма) и објаснува нивната функција. • Разликува видови на крвни садови (артерии, вени, капилари) според градба и улога. • Опишува градба и основна функција на срцето. • Објаснува и илустрира разлика меѓу мал и голем крвоток. • Опишува основни механизми на специфичен и неспецифичен имунитет. • Објаснува значење на вакцинацијата во превенција од заболувања. • Анализира влијание на здрави и нездрави животни навики врз појава на срцеви заболувања. • Оценува значење на превентивни мерки (здрава исхрана, физичка активност, избегнување на ризици) за здрав кардиоваскуларен систем.
• Респираторен систем (нос, грклан, душник, бронхи, бели дробови, алвеоли, размена на гасови, улога на хемоглобин, дишење, белодробна вентилација, дијафрагма, меѓуребрени мускули, превенција (физичка активност, чист воздух), загаден воздух, алергени)	• Опишува органи на респираторниот систем и нивна функција. • Илустрира и објаснува процес на размена на гасови во алвеоли и капилари. • Ја идентификува улогата на хемоглобинот во транспортот на кислород и јаглерод диоксид. • Споредува и разликува процеси на вдишување и издишување во рамки на белодробна вентилација, со акцент на улогата на дијафрагмата и меѓуребрениите мускули. • Го објаснува влијанието на физичка активност врз ефикасноста на белодробната вентилација. • Поврзува квалитет на воздухот со здравјето на респираторниот систем. • Објаснува последици од изложеност на загаден воздух и алергени врз белите дробови. • Оценува значење на превентивни мерки (физичка активност, чист воздух и сл.) за зачувување на респираторната функција.

• Екскреторен систем (бубрези, мочен меур, урина, нефрон (општа улога), филтрација, реапсорпција, излучување, кожа како орган за излучување, превенција од оштетувања (алкохол, цигари, електронски цигари, дроги)	• Идентификува органи на екскреторниот систем и продукти кои се создаваат со работата на екскреторниот систем (бубрези, мочен меур, урина). • Опишува општа улога на нефронот во прочистување на крвта. • Објаснува основни процеси: филтрација, реапсорпција и излучување. • Разликува улога на бубрези и кожа како органи за излучување. • Анализира влијание на алкохол, цигари, електронски цигари и дроги врз функцијата на екскреторниот систем. • Оценува значење на здрави навики за превенција од оштетувања на екскреторниот систем.
• Локомоторен систем (коски, зглобови, мускули, тетиви, лигаменти, движење, физичка активност, оштетувања на коски и мускули, здрави навики, превенција)	• Идентификува и именува основни делови на локомоторниот систем (коски, зглобови, мускули, тетиви, лигаменти). • Опишува улога на коски, зглобови и мускули во остварување на движењето кај човекот. • Објаснува значење на физичка активност за правилен развој и функција на коски и мускули. • Разликува и дава примери за здрави и нездрави навики поврзани со локомоторниот систем. • Анализира последици од повреди и заболувања на коски, зглобови и мускули (фрактури, оштетувања на зглобови, мускулни атрофии и сл.). • Оценува и аргументира важност на превентивни мерки за зачувување на здравјето на коските и мускулите (исхрана, физичка активност, избегнување на ризични однесувања).
• Репродуктивен систем (машки и женски полови органи, оплодување, менструален циклус, хормони, бременост, контрацепција, методи за планирање на семејство, сексуално преносливи болести, здраво однесување)	• Идентификува машки и женски полови органи и ја објаснува нивната основна улога. • Опишува процес на оплодување и улога на менструалниот циклус во репродуктивното здравје. • Ја објаснува улога на хормоните (тестостерон, естроген, прогестерон) во размножувањето и бременоста. • Разликува методи на контрацепција и планирање на семејство.

	- Анализира ризици и последици од сексуално преносливи болести. - Оценува значење на здраво сексуално однесување за превенција и зачувување на репродуктивното здравје.
Координација и реакции (неврон, мозок, 'рбетен мозок, нерви, рефлекс, око, уво, рецептори, синапса (основна функција), координација на организмот)	- Идентификува основни делови на нервниот систем (мозок, 'рбетен мозок, нерви) и нивна улога. - Опишува градба и функција на неврон и синапса на поедноставено ниво. - Објаснува што е рефлекс и ја нагласува неговата улога во одржување на животот. - Разликува улога на рецепторите (око, уво, кожни рецептори) во примање на информации од средината. - Анализира како нервниот систем обезбедува координација на различни органски системи во организмот. - Оценува значење на здрави навики (сон, физичка активност, избегнување на дроги и др.) за правилно функционирање на нервниот систем.
Ендокрин систем (хормони, жлезди (хипофиза, тироидна, надбубрежна, панкреас), хомеостаза, поврзаност на ендокриниот систем со нервниот систем)	- Идентификува главни ендокрини жлезди (хипофиза, тироидна, надбубрежна, панкреас) и нивните основни хормони. - Опишува улога на хормоните во регулирање на процесите во телото. - Објаснува како ендокриниот систем придонесува за одржување на хомеостаза. - Разликува ендокрин од нервен начин на регулација. - Анализира поврзаност на ендокриниот и нервниот систем во координација на организмот. - Оценува значење на хормоналната рамнотежа за здравјето на човекот.
Примери за активности: Индивидуална активност: Учениците самостојно пишуваат есеј на тема „Патот на урината од крвта до мочниот меур“, во кој, следејќи ги чекорите на процесот, по ред ги опишуваат функциите на бубрезите, нефронот, мочните патишта и мочниот меур. При изработката користат интернет-	

извори и илустрации. Учениците користат алатка со вештачка интелигенција (на пр. ChatGPT, Bing Copilot, или Perplexity AI) за да добијат структура на текстот или помош при формулирање на биолошките термини. Потоа го проверуваат добиениот текст и вршат корекција на фактите.

- Учениците изработуваат краток писмен извештај со наслов „Мојот дигестивен систем за еден ден“, во кој самостојно го следат внесот на храна во текот на денот и објаснуваат преку кои органи и процеси поминува храната, со осврт на варењето и апсорпцијата.

Истражувачка активност:

- Учениците, поделени во групи, истражуваат табеларен приказ за дејството на ензими и процесите на разградување и ресорпција на хранливи материи. Резултатите ги презентираат преку постер или PowerPoint, објаснувајќи ја функцијата на секој ензим.
- Учениците преку микроскоп набљудуваат примероци од крв и ги идентификуваат црвените и белите крвни клетки, опишувајќи ги нивните функции и улоги во транспорт и одбрана. Резултатите ги прикажуваат во табела и додаваат цртеж.
- Учениците поделени во мали групи/парови, истражуваат за влијанието на пушењето врз респираторниот систем. Користејќи литература од интернет изработуваат графикони од белодробните заболувања кај пушачи и непушачи. Резултатите од нивното истражувањето ги презентираат пред останатите ученици. Учениците користат ВИ платформи (како Google Bard, ChatGPT Advanced Data Analysis, Claude.ai) за да анализираат реални статистички податоци (на пр. стапки на белодробни заболувања во различни земји). Тие внесуваат податоци и добиваат автоматски визуализации (графикони), кои потоа критички ги толкуваат.
- Учениците спроведуваат мини-истражување „Како физичката активност влијае на срцевата работа“. Во текот на една недела мерат пулс во различни состојби (одмор, лесно одење, по трчање), ги внесуваат резултатите во табела, пресметуваат средна вредност и подготвуваат краток извештај со график.

Практична активност:

- Учениците го мерат пулсот во состојба на одмор и по физичка активност, ги внесуваат резултатите во табела и дискутираат за причините за зголемувањето на срцевиот ритам.
- Учениците го мерат виталниот капацитет со спироментар и ги споредуваат резултатите помеѓу ученици со различна физичка кондиција, пол и висина, извлекувајќи заклучоци за белодробната функција. По мерењето, учениците внесуваат вредности во апликација со ВИ (на пр. BioAI Health Analyzer, Google Sheets со AI додаток или ChatGPT Advanced Data Analysis) која автоматски пресметува просечни вредности и создава графички приказ. Потоа учениците дискутираат колку точно ВИ ги интерпретира податоците во споредба со нивната рачна анализа.
- Учениците учат да даваат прва помош при различни повреди на локомоторниот систем и демонстрираат правилна имобилизација.

Експеримент:

- Учениците изведуваат експеримент за дејството на амилазата врз скробот, со користење на јоден раствор како индикатор. Во две епрувети ставаат парче леб или компир (извор на скроб). Во првата епрувета додаваат мала количина на плунка (извор на амилаза), а во втората, која служи како контролна проба, не додаваат плунка. Двете епрувети ги поставуваат во водна бања со млака вода за

да се обезбеди оптимална температура за дејството на ензимот. По неколку минути, во двете епрувети додаваат јоден раствор и ги набљудуваат промените во бојата. Забележуваат дека кај примерокот со плунка не се појавува темно сино обојување, што покажува дека скробот е разграден под дејство на амилазата. Учениците ги објаснуваат резултатите преку поимите ензим, субстрат и продукт, и дискутираат како температурата влијае врз брзината на ензимската реакција.

Дискусија:

- Учениците дискутираат на тема „Како начинот на исхрана влијае врз здравјето на дигестивниот систем“, при што анализираат различни типови исхрана (брза храна, медитеранска исхрана, вегетаријанство) и ги споредуваат нивните ефекти врз варењето и апсорпцијата на хранливи материи. Учениците користат ВИ-генерирани модели на човеково тело (на пр. Google Body Browser, BioDigital Human, ChatGPT) за визуелно да ги истражат органите на дигестивниот систем и да споредат како различни видови исхрана влијаат врз органите.

Квиз:

- Учениците поделени во групи одговараат на прашања со избор на одговори или вистинито/невистинито поврзани со функциите на екскреторниот систем. Победува групата што одговорила најточно и најбрзо.
- Учениците учествуваат во дигитален квиз на тема „Органски системи кај човекот“, со прашања кои ги поврзуваат функциите на различни системи и нивната меѓусебна зависност. Наставникот користи ВИ алатка како Quizizz AI, Kahoot AI Question Generator или ChatGPT за автоматско создавање на прашања, а потоа учениците сами генерираат дополнителни прашања за своите соученици.

Натпревар:

- Учениците учествуваат во натпревар „Човечкото тело во бројки“. Тимовите подготвуваат кратки визуелни презентации со научно точни факти за органите (на пример, колку литри крв се испумпуваат дневно, колку алвеоли има во белите дробови, должина на цревата итн.). Победува тимот со најточни и најкреативно презентирани податоци.

Анализа на сценарио:

- Учениците креираат стрип што ги прикажува фазите на расипување на забите, со текст и слики кои ја објаснуваат улогата на бактериите и шеќерите во процесот.
- Учениците анализираат сценарио во кое лице претрпело срцев удар. Тие ги идентификуваат можните причини (висок холестерол, пушење, стрес), објаснуваат што се случува во крвните садови и предлагаат превентивни мерки за намалување на ризикот.

Креативна активност:

- Учениците изработуваат креативен инфографик на тема „Како телото реагира на стрес“, преку кој визуелно го прикажуваат начинот на кој човечкиот организам одговара на стресна ситуација. Во инфографикот учениците ги претставуваат главните елементи на

биолошката реакција: улогата на нервниот и ендокриниот систем, лачењето на адреналин и кортизол, зголемувањето на пулсот и брзината на дишење, како и последователното смирување на телото. Тие комбинираат симболи, стрелки и кратки текстуални описи за да го прикажат редоследот на реакциите. На крајот, во делот „Научи од ова“, додаваат совети за здрави навики што помагаат во намалување на стресот, поврзувајќи ја биолошката функција со секојдневниот живот.

- Учениците изработуваат инфографик на тема „Патот на храната низ човечкото тело“, преку кој визуелно го прикажуваат процесот на варење - од внесувањето на храната во устата до апсорпцијата на хранливите материи во тенкото црево. Во инфографикот ги означуваат органите што учествуваат во дигестијата и нивната улога, користејќи стрелки, кратки објаснувања и симболи (на пример, ензими како клучеви, желудник како миксер, тенко црево како мрежа за апсорпција). Учениците додаваат и мини-легенда со интересни факти, како „Колку време му е потребно на организмот за целосна дигестија“ или „Кој орган работи дури и додека спиеме“. На крајот, секој тим го презентира својот инфографик и објаснува како телото го трансформира секој залак во енергија.
- Учениците креираат инфографик на тема „Како телото се брани од инфекции“, преку кој визуелно го прикажуваат начинот на кој човечкиот имунолошки систем реагира на навлегување на микроорганизми. Во инфографикот го претставуваат редоследот на биолошките процеси: влез на патоген, активирање на неспецифичната одбрана (кожата, слузта, белите крвни клетки), потоа реакцијата на специфичниот имунитет (антитела, лимфоцити, мемориски клетки) и конечно оздравувањето. Учениците користат симболи, стрелки и кратки текстови за да ја објаснат интеракцијата меѓу клетките и молекулите на имунолошкиот систем. Учениците може да користат алатки на ВИ (Canva AI, Adobe Firefly или Bing Image Creator) за автоматско генерирање на илустрации (на пример, приказ на имунолошка реакција или движење на белите крвни клетки). Потоа ги уредуваат и коментираат биолошките детали за точност. На крајот додаваат дел „Што се случува кога имунитетот е ослабен?“ за да ја поврзат биолошката функција со секојдневните здравствени навики и значењето на превенцијата.

Решавање проблем:

- Учениците анализираат случај за ин витро оплодување кај пар кој не може да има деца по природен пат, споредуваат со природното оплодување и дискутираат за етичките и социјални аспекти.
- Учениците решаваат проблем каде лице има симптоми на анемија (замор, бледило, забрзан пулс). Тие треба да објаснат кој органски систем е засегнат, што се случува со преносот на кислород и кои би биле можните мерки за превенција и третман.

Проект:

- Учениците реализираат проект „Мојот телесен систем во бројки“. Секој тим избира еден органски систем (на пример, респираторен, дигестивен, нервен), истражува негови биолошки параметри (капацитет на белите дробови, должина на цревата, фреквенција на срцето), ги претставува податоците во табела и ги објаснува функциите преку постер или презентација. Учениците може да користат ВИ-алатки за собирање и визуелизација на податоци (на пр. Google Sheets AI, ChatGPT Advanced Data Analysis) за да ги обработат добиените резултати од мерења (пулс, дишење, BMI). Потоа подготвуваат дигитален постер со графикони, создаден со ВИ, кој ги поврзува податоците со здравите навики и хомеостазата.

Тема: **ХИСТОЛОГИЈА И МОРФОЛОГИЈА НА РАСТЕНИЈАТА**

Вкупно часови: **14**

Резултати од учење:

Ученикот/ученичката ќе биде способен/-на да:

1. ги разликува основните растителни ткива и ја објаснува нивна структура и функција во растот и развојот на растението;
2. опишува градба и функција на растителните органи и ја објаснува нивната улога кај растенијата;
3. идентификува и објаснува модификации и адаптации на растителните органи кои овозможуваат опстанок во различни услови на животната средина;
4. објаснува процес на полово и вегетативно размножување кај растенијата и ја анализира нивната улога во продолжување и одржување на видот.

Содржини (и поими):	Стандарди за оценување:
• Основни растителни ткива (растително ткиво, меристем (творно ткиво), врвен меристем, секундарен меристем, паренхим (фотосинтетички, складиштен), покривно ткиво (епидермис, кутикула), спроводно ткиво (ксилем, флоем), трахеиди и трахеи, ситести цевки и клетки придружнички, механичко ткиво (коленхим, склеренхим)	• Разликува творни (меристемски) и трајни растителни ткива и ја објаснува нивната меѓусебна поврзаност. • Ја објаснува улога на меристемите во растот на растението и ја поврзува нивната локација со функцијата. • Објаснува структура и функции на паренхимот и споредува различни типови паренхим според функцијата. • Ја опишува структура на епидермисот и ја објаснува важноста на кутикулата за заштита на растението од надворешни влијанија. • Поврзува структура и функција на спроводните ткива (ксилем и флоем) и интерпретира нивната улога во движењето на вода и хранливи материи. • Ја објаснува улогата на механичките ткива и го проценува нивното значење за стабилноста и растот на растението.
• Морфологија и модификации на растителни органи (корен, стебло, лист, цвет, семе, плод, вегетативни органи, генеративни органи, коренов систем (осен, брадест), монокотиледони, дикотиледони, спроводни снопиња, пазувни пупки, метаморфози на органи (ризом, луковица,	• Разликува вегетативни и генеративни растителни органи и ја објаснува нивната функција кај растенијата; • Опишува структура и основна функција на коренот и разликува основни типови на коренов систем. • Наведува примери на модификации на корен (ризом, луковица, кртола). • Опишува градба и функција на стеблото и ги препознава пазувните пупки како органи на раст и разгранување.

кртола), стolon, трн, филоклади, кладоди, лиска, лиска дршка, лиска основа, паралелна и мрежеста нерватура, епидермис, палисадно и сунѓересто ткиво, стоми, хлоропласти, хербариум)	• Разликува монокотиледони и дикотиледони растенија според морфолошките особености на листот, стеблото и коренот. • Објаснува значење на спроводните снопиња во транспорт на вода и хранливи материи и ја поврзува нивната поставеност со функцијата на стеблото. • Разликува основни видови метаморфози на стеблото (ризом, кртола, луковица, стolon, трн) и ја објаснува нивната приспособеност на условите на животната средина. • Опишува морфологија на листот (лиска основа, лиска дршка, лиска) и ги споредува видовите нерватура (паралелна и мрежеста). • Објаснува структура и функција на листот преку улогата на епидермисот, палисадното и сунѓерестото ткиво, стомите и хлоропластите. • Опишува правење на хербариум, користи хербаризирани примероци при анализа на структурите на органите кај растенијата и наведува местоположба на растителни органи на примерок (свеж или хербаризиран);
• Цвет и размножување кај растенијата (цвет, чашкини листови, венечни листови, прашник, полен, плодник, соцветие, еднодомни и дводомни растенија, хермафродитен цвет, опрашување (самоопрашување, вкрстено опрашување), двојно оплодување, семе, обвивка, ембрион, ендосперм, плод (прост, сложен, сув, сочен), полово и вегетативно размножување)	• Опишува структура на цвет и ги именува неговите делови (чашкини листови, венечни листови, прашник, плодник). • Разликува еднодомни, дводомни и хермафродитни растенија според присуството на машки и женски цветови. • Ја објаснува функција на прашникот и поленот во процесот на опрашување. • Разликува и опишува видови опрашување (самоопрашување и вкрстено опрашување) и ги поврзува со адаптациите на растенијата кон средината. • Објаснува процес на двојно оплодување кај цветните растенија и ја поврзува структурата на семето со резултатот од оплодувањето. • Ја опишува структура на семето (обвивка, ембрион, ендосперм) и објаснува неговата функција во развојот на ново растение. • Разликува видови плодови (суви, сочни, прости, сложени) и ги поврзува со начинот на расејување на семето. • Разликува полово и вегетативно размножување кај растенијата и го објаснува нивното значење за опстанокот и размножување на видовите. • Интерпретира поврзаност помеѓу структурата на генеративните органи и нивната функција во обезбедување на продолжување на видот.

• Адаптации на растенијата кон животната средина (метаморфози на органи (сочни листови, трнови, апарат за ловење инсекти), приспособување на растенијата кон животната средина (хидрофити, хигрофити, мезофити и ксерофити))	• Препознава различни форми на адаптации кај растенијата во зависност од условите на животната средина. • Објаснува значење на адаптациите за преживување и развој на растенијата. • Разликува типови на растенија според приспособеноста кон вода и влага (хидрофити, хигрофити, мезофити и ксерофити) и ги објаснува нивните карактеристики. • Наведува примери на морфолошки метаморфози на органи (сочни листови, трнови, апарат за ловење инсекти) и ги поврзува со условите на средината во која растенијата живеат. • Анализира врска помеѓу структурата на растителните органи и функцијата што ја имаат во различни животни средини. • Интерпретира начини на прилагодување како израз на еволутивна успешност и разновидност кај растителниот свет.
Примери за активности: Индивидуална активност: • Учениците собираат растителни примероци, притоа внимавајќи на комплетноста на растението и неговите делови (корен, стебло, лист и цвет ако е тревесто растение, односно листови и цветови од дрвенесто растение). Собраните примероци ги хербаризираат – ги пресуваат, сушат и обележуваат со назив, место и датум на собирање. Хербаризираниите примероци служат за проучување на растенијата за време на часовите и за збогатување на хербариумската збирка во училиштето. • Учениците користат мобилни апликации засновани на вештачка интелигенција (како PlantNet, Google Lens или Flora Incognita) за автоматско препознавање на видот на растението и неговите карактеристики. На тој начин добиваат информации за латинското име, семејството и природната распространетост, што им овозможува да го збогатат хербариумот со дигитални ознаки и опис генериран преку ВИ. Истражувачка активност: • Учениците, поделени во мали групи, истражуваат различни начини на опрашување кај цветните растенија (со ветер, инсекти, вода) користејќи фотографии, видеа или реални примероци. Резултатите ги претставуваат преку кратка презентација со заклучок за адаптациите на цветот кон видот на опрашувач. • Учениците користат ChatGPT или други образовни ВИ-алатки за да генерираат компаративни табели за видови опрашување и нивните карактеристики, а со AI-генератори на слики (Bing Image Creator, DALL-E) создаваат илустрации на различни типови цветови и опрашувачи. Овие визуелизации стануваат дел од нивните презентации и помагаат во анализа на функционалните адаптации.	

Практична активност:

- Учениците изработуваат нативен препарат од напречен пресек од лист од олеандер (*Nerium oleander*) и бор (*Pinus nigra*). На препаратот ги препознаваат основните ткива во градбата на листот, цртаат и одбележуваат делови во нивните тетратки.

Експеримент:

- Учениците изведуваат експеримент за да го утврдат значењето на листовите, односно стомите во процесот на транспирација кај растенијата. За експериментот се користат две здрави растенија од ист вид – едното служи како експериментално, а другото како контролно растение. Кај експерименталното растение учениците внимателно отстрануваат дел од листовите или листовите ги премачкуваат со тенок слој вазелин за да го спречат испарувањето на водата преку стомите. Контролното растение се остава во природна состојба. Двете растенија, поклопени со стаклено своно, се поставуваат во исти услови на светлина и температура во текот на 24 часа. Следниот ден се забележува разлика на количината на кондензирана вода по сидовите на стакленото своно кај двете проби. Учениците го анализираат исходот на експериментот и извлекуваат заклучок за улогата на листовите и процесот на транспирација.

Дискусија:

- Наставникот иницира дискусија на тема „Зошто растенијата со трнови, месести листови или инсектолошки апарати се успешни во екстремни услови?“ Учениците аргументираат со примери (кактус, алое вера и сл.).
- Учениците дискутираат за плодот кај растенијата и неговата функција. Притоа се фокусираат на формата и изгледот на плодот, поврзувајќи ги овие одлики со улогата на плодот.

Квиз:

- Учениците учествуваат во дигитален квиз (Kahoot, Quizizz) со прашања од сите подтеми: ткива, органи, опрашување, плодови, адаптации. Прашањата содржат фотографии и бараат препознавање, поврзување и избор на точен одговор. Наставникот или учениците можат да генерираат квизни прашања со ChatGPT врз основа на обработените содржини. ВИ може да помогне и во прилагодување на тежината на прашањата според постигањата на учениците или да создаде објаснувања за точните одговори, што го прави квизот формативен алат за учење, а не само проверка.

Натпревар:

- Учениците учествуваат на натпревар „Ботанички детектив“: Секоја група добива неколку непознати растителни примероци или фотографии и треба да ги класифицира според орган, тип на ткиво, вид на опрашување или прилагодување. Победува тимот што најмногу точни одговори ќе даде во ограничено време. За проверка на точноста, групите можат да користат апликации за препознавање растенија со ВИ (PlantSnap, Flora Incognita). ChatGPT може да се користи за проверка и објаснување на изборот – на пример, зошто одредено растение припаѓа на одредена група или какви адаптации покажува.

Анализа на сценарио:

- Учениците анализираат кратко сценарио: „Во аридна (сушна) област забележани се растенија со мали лисја и дебели стебла. Кои адаптации ги имаат и зошто?“ Треба да ги идентификуваат структурните карактеристики и да дадат објаснување.

Креативна активност:

- Учениците креираат постер или дигитална инфографика на тема „Животот на едно растение од семе до семе“, вклучувајќи фази на раст, цвет, опрашување и плод. Дозволено е користење фотографии, слики и кратки описи. Учениците може да користат AI-алатки за креирање визуелна содржина (Canva AI, Adobe Express AI, Bing Image Creator) за да генерираат прецизни илустрации на фазите на раст на растението, а потоа ChatGPT може да им помогне да дизајнираат краток опис или наслов за секоја фаза.

Решавање проблем:

- Учениците ги идентификуваат хербаризирани примероци и ги делат на монокотиледони и дикотиледони според нивните морфолошки карактеристики. За поголем опсег на задачата, може да се користат слики од интернет, кои ќе бидат проектирани на проектор.
- Учениците добиваат ситуација: „Растение во саксија со слаба дренажа почнува да вене. Што е причината и кои физиолошки процеси се нарушени?“ Тие треба да понудат објаснување базирано на знаењето за корен, транспирација и адаптации.

Проект:

- Учениците во групи реализираат мини-проект „Растителен свет во различни средини“. Секој тим избира по еден тип на растителна заедница (водна, шумска, степска и сл.), документира типични растенија со фотографии или примероци и подготвува постер/презентација со објаснување на адаптациите и функциите на нивните органи.

Тема: **БИОТЕХНОЛОГИЈА И ГЕНЕТСКИ ИНЖЕНЕРИНГ**

Вкупно часови: **16**

Резултати од учење:

Ученикот/ученичката ќе биде способен/-на да:

- ја објасни улогата на применетата биологија, биотехнологијата и генетскиот инженеринг во развојот на науката, индустријата и секојдневниот живот;
- опише и спореди биотехнолошки процеси кај растенијата, микроорганизмите и во индустријата и да ги поврзе со концептот на одржлив развој;
- ја објасни примената на биотехнологијата во медицината и да препознае придобивки и ризици за здравјето и општеството;
- примени знаења од форензичка биологија и биоинформатика за да разбере како се анализира и применува ДНК и да искаже став за етичката и одговорна употреба на биотехнолошките технологии и научните податоци.

Ученикот/ученичката ќе развива свесност за: 1. етичките и општествените последици од примената на биотехнологијата, генетскиот инженеринг и вештачката интелигенција во науката, здравството и секојдневниот живот; 2. одговорноста на науката и научниците во користење и заштита на генетските податоци, биолошките ресурси и животната средина; 3. меѓусебната поврзаност помеѓу човекот, технологијата и природата, и потребата од одржливи решенија што придонесуваат за здравје, квалитетен живот и зачувување на биодиверзитетот.	
Содржини (и поими):	Стандарди за оценување:
• Применета биологија и генетски инженеринг (применета биологија, биотехнологија, биоинженеринг, генетски инженеринг, синтетичка биологија, ГМО и CRISPR технологија)	• Го објаснува поимот применета биологија и ја препознава нејзината улога во решавање практични проблеми во медицината, земјоделството, индустријата и заштитата на животната средина. • Го дефинира и опишува принципот на биотехнологијата, наведувајќи примери за користење живи организми или нивни производи во добивање храна, лекови и енергетски ресурси. • Го објаснува поимот биоинженеринг и ги поврзува инженерските пристапи со создавање или подобрување на биолошки системи и процеси. • Објаснува како со генетски инженеринг се менува или пренесува генетската информација со цел создавање организми со нови својства и ги препознава ГМО како резултат на тие постапки. • Го опишува развојот и значењето на синтетичката биологија и CRISPR технологијата како современи методи за дизајнирање и прецизно уредување на гени, и дискутира за нивните придобивки и ризици во науката и општеството. • Презентира етички дилеми и дискутира за оправданоста за примената на генетскиот инженеринг. • Развива одговорен став кон употребата на биотехнолошките иновации во насока на одржлив развој.
• Биотехнологија во индустрија и енергетика (биогаз, биоетанол, биодизел, биогориво, биополимери, биопластика)	• Ги објаснува поимите биогаз, биоетанол и биодизел и го препознава нивното потекло од биолошки материјали.

	• Го дефинира поимот биогориво и објаснува неговата улога како обновлив извор на енергија во споредба со фосилните горива. • Споредува карактеристики на биополимери и биопластика со пластиката добиена од нафта и опишува добивање биопластика со помош на микроорганизми и растенија. • Дискутира за важноста на биогоривата и биопластиката за заштитата на животната средина. • Развива аргументиран став за одговорна и еколошки свесна примена на биотехнологијата во производството на енергија и материјали, земајќи ги предвид етичките и економските аспекти.
• Растителна биотехнологија (култура на растителни ткива, in vitro, микроразмножување, клон, клонирање)	• Го објаснува принципот и значењето на културата на растителни ткива како основа за размножување и зачувување на растенијата. • Објаснува што претставува in vitro одгледување и ги опишува условите неопходни за раст на растителни клетки во лабораториски средини. • Опишува како преку микроразмножување се добиваат повеќе растенија од една клетка или ткиво, и го поврзува процесот со создавање клонови. • Го објаснува поимот клонирање и ги наведува неговите примени кај растенијата (во земјоделството, хортикултурата и за заштита на редки видови).
• Микробиолошка биотехнологија (производство на ферментирани прехранбени производи, антибиотици, производство на ензими, хормони и вакцини)	• Објаснува за производство на ферментирани прехранбени производи (јогурт, вино, пиво, леб,) и на антибиотици (пеницилин); • Дебатира за улогата на микроорганизмите за производство на ензими, хормони и вакцини.
• Форензичка биологија и биоинформатика (форензичка биологија, ДНК анализа, човечки геном, биоинформатика, вештачка интелигенција, биобезбедност, одговорност на науката)	• Објаснува форензичка биологија и ДНК анализа при што набројува примери каде се користи форензичка ДНК анализа; • Објаснува што претставува ДНК анализа, ја поврзува со структурата и функцијата на човечкиот геном, и наведува примери за нејзина примена во медицината и форензиката; • Го опишува значењето на биоинформатиката како област што користи компјутерски технологии за анализа на биолошки податоци, и го препознава

	придонесот на вештачката интелигенција во обработката на генетски информации. • Објаснува што претставува биобезбедност, ги препознава мерките за заштита при работа со биолошки материјали и ја поврзува со спречување на можни злоупотреби на биотехнолошките истражувања. • Развива аргументиран став за одговорноста на науката и научниците во користење на генетските и биотехнолошките податоци, оценувајќи ги етичките и општествените аспекти на современите биолошки истражувања.
• Биотехнологија во медицината (матични (stem) клетки, култура на ткива in vitro, обновување (регенерација) и создавање на нови ткива, клонирање, трансплантација, дијагностика со ДНК технологии, генетска терапија, биофармација)	• Опишува користење на технологија со матични (СТЕМ) клетки за лекување на болести и наведува примери за примена на биотехнологијата во регенеративна терапија; • Го опишува процесот на култура на ткива in vitro и го поврзува со можностите за обновување (регенерација) и создавање нови ткива во терапевтски цели. • Објаснува што претставува клонирање и наведува примери за неговата примена во медицината и биомедицинските истражувања, како и неговата врска со трансплантацијата на клетки и органи. • Го опишува значењето на дијагностиката со ДНК технологии во откривање наследни болести и ја објаснува улогата на генетската терапија во лекување на генетски нарушувања. • Објаснува што претставува биофармација, ги препознава придобивките и ризиците од биотехнолошки произведените лекови и развива етички и одговорен став кон употребата на современите медицински технологии.
Примери за активности: Индивидуална активност: • Учениците истражуваат еден пример на примена на биотехнологијата во секојдневниот живот, како што е употребата на ГМО храна, производство на инсулин, биоразградливи материјали или биогорива. Секој ученик подготвува краток писмен или дигитален извештај	

во кој го објаснува биолошкиот принцип, опишува придобивки и можни ризици и изразува личен став за одговорната примена на технологијата.

Истражувачка активност:

- Учениците истражуваат на интернет за 3D печатење и можни решенија за 3D печатени органи за луѓе. Притоа обрнуваат внимание на предизвиците на овие биотехнолошки решенија и следните чекори кои науката ќе ги прави во иднината.
- Учениците, поделени во мали групи, спроведуваат истражување на тема „*Биотехнологијата во служба на човекот и природата*“. Тие прибираат информации од научни извори и користат ВИ-алатка за организирање на податоците (на пример, за класифицирање на видови биотехнологија или создавање на табела со споредбени податоци). Учениците ги анализираат резултатите, ги визуелизираат преку дигитален постер и ги презентираат пред класот.

Практична активност:

- Учениците демонстрираат едноставен биотехнолошки процес, како на пример ферментација со квасец, создавање јогурт или екстракција на ДНК од овошје. Во текот на активноста набљудуваат промени, ги бележат резултатите и ги објаснуваат биолошките процеси што стојат зад нив. Со тоа учениците ја разбираат практичната примена на микроорганизмите и биолошките принципи во секојдневниот живот и индустријата.

Експеримент:

- Учениците изведуваат едноставен експеримент во кој преку домашна лабораториска постапка екстрахираат ДНК од банана или јагода, или набљудуваат ферментација на шеќери со квасец. Преку експериментот учат како изгледаат биотехнолошките процеси во реалноста, дискутираат за улогата на ензимите и микроорганизмите и ги поврзуваат резултатите со принципите на биотехнологијата.

Дискусија:

- Учениците дискутираат за етичко-моралните димензии на создавањето ГМО, но и можните здравствени предизвици врз луѓето кои користат ГМО во исхраната. Притоа ги земаат во предвид научните сознанија, потребата и веќе познатите ГМО кои се користат во исхраната.
- На учениците им се дава хипотетичка замисла дека е откриена планета која поддржува живот, но не како на планетата Земја. Потребни се некои модификации во генетската структура за да се создаде човек на кој му одговараат тамошните услови. Што да се прави?
- Учениците учествуваат во организирана дискусија на тема „*Границите на биотехнологијата – меѓу корист и ризик*“. Тие аргументираат за и против користењето на генетски модифицирани организми, клонирање или примената на вештачка интелигенција во медицината. Во текот на дискусијата учениците ги користат научните докази и учат да слушаат, да почитуваат различни ставови и да градат сопствен, етички заснован став.

Квиз:

- Учениците учествуваат во квиз „Го познаваш ли светот на биотехнологијата?“, каде преку прашања од различни области – растителна, микробиолошка, индустриска, медицинска и форензичка биотехнологија – го проверуваат своето знаење. Квизот може да биде реализиран со дигитална алатка (Kahoot, Quizizz, ChatGPT) или во хартиена форма, со визуелни прашања и поими. Активноста поттикнува натпреварувачки дух, повторување и примена на научни факти.

Натпревар:

- Учениците, поделени во тимови, учествуваат во натпревар „Биоинновација на годината“, каде развиваат и презентираат сопствена идеја за биотехнолошки производ или услуга што придонесува кон подобрување на животната средина или здравјето на луѓето (на пример: биоразградлив материјал, биофилтер, лек од растително потекло). Тимовите подготвуваат краток план, визуелен приказ и аргументираат зошто нивното решение е одржливо и корисно.

Анализа на сценарио:

- Учениците анализираат сценарио од реална ситуација, како на пример: „Во форензичка лабораторија е пронајден ДНК примерок на местото на настан“ или „Биотехнолошка компанија развива вакцина користејќи генетски инженеринг“. Тие идентификуваат клучни чекори во решавање на проблемот, дискутираат за етичките и биобезбедносните аспекти и предложуваат мерки за одговорна примена на технологијата.

Креативна активност:

- Учениците изработуваат дигитален постер, инфографик или кратко видео на тема „Биотехнологијата во мојот живот“, прикажувајќи како современите биотехнолошки достигнувања влијаат на здравјето, исхраната, екологијата и општеството. Креативноста се оценува преку точноста на информациите, визуелниот приказ и оригиналноста на идејата. Активноста ги поттикнува учениците да ја поврзат науката со реалниот свет.

Решавање проблем:

- Веќе се познати ГМО организми кои им се подобрени издржливоста кон суша, ниски температури и кои даваат поголеми и повкусни плодови за исхрана. Учениците можат да работат во групи или индивидуално, при нудење решенија за трансфер на некои специфични особини од еден организам во друг, за да се добие уникатен организам со специфични особини. Решенијата ги презентираат пред своите соученици.
- Учениците добиваат конкретен биолошки или еколошки проблем, на пример: „Како биотехнологијата може да помогне во намалување на отпадот од пластика?“ или „Како да се искористат микроорганизми за производство на биогориво?“ Тие истражуваат можни решенија, ги анализираат научните принципи и предлагаат иновативен пристап. Целта е развивање на критичко и системско размислување.

Проект:

- Учениците подготвуваат проект на тема „Биотехнологијата – наука за одржлива иднина“. Во тимови избираат поттема (растителна, медицинска, индустриска, форензичка или микробиолошка биотехнологија), поставуваат истражувачко прашање, собираат податоци и создаваат финален производ (постер, видео, модел, презентација или дигитална брошура). Проектот завршува со изложба или презентација на часовите по биологија, каде учениците ги објаснуваат своите резултати и препораки.

ИНКЛУЗИВНОСТ, РОДОВА РАМНОПРАВНОСТ/СЕНЗИТИВНОСТ И ИНТЕРКУЛТУРНОСТ

Наставниците во гимназиското образование поттикнуваат инклузивност преку обезбедување активно вклучување на сите ученици во наставните активности. Соодветно ги адаптираат методите на работа за да одговараат на различните когнитивни и емоционални потреби на учениците, користејќи пристапи како индивидуализација, диференцијација, тимска работа и соученичка поддршка. При работа со ученици со попреченост, наставниците применуваат индивидуални образовни планови кои вклучуваат прилагодени резултати од учење и стандарди за оценување и овозможуваат дополнителна поддршка од образовни асистенти, медијатори, татори-волонтери и професионалци од ресурсните центри.

Редовното следење на напредокот на учениците, особено оние од ранливите групи, е од суштинско значење. Наставниците навремено ги идентификуваат евентуалните тешкотии и обезбедуваат насоки за нивно надминување, притоа создавајќи поддржувачка средина за постигнување на резултатите од учењето. Овој пристап не само што ги поттикнува академските постигнувања, туку и ја гради самодовербата на учениците и нивното чувство на припадност.

Во промовирањето на родова рамноправност, наставниците внимаваат да не се поттикнуваат стереотипни родови улоги при организирање на активностите. При формирањето групи за работа или доделувањето задачи, наставниците обезбедуваат рамнотежа помеѓу момчињата и девојчињата, додека при користењето примери, текстови и илустрации ја поддржуваат родовата сензитивност и ги поттикнуваат учениците да ги надминат родовите стереотипи. Наставниот процес е осмислен така што родовата еднаквост и етничката/културната сензитивност се природен дел од сите активности, особено преку користење, секаде каде што е можно, материјали и содржини кои промовираат интеркултурализам и меѓуетничка интеграција.

Наставниците ги воведуваат учениците во различни културни перспективи преку активности кои промовираат почитување на различностите во сите можни ситуации. Ова им овозможува на учениците да развијат свест за интеркултурно разбирање и соработка, што е основа за создавање и развој на кохезивно, хармонично општество.

ОЦЕНУВАЊЕ НА ПОСТИГАЊАТА НА УЧЕНИЦИТЕ

За да овозможи учениците да ги постигнат очекуваните стандарди за оценување, наставникот континуирано ги следи активностите на учениците за време на поучувањето и учењето и прибира информации за напредокот на секој ученик. За учеството во активностите, учениците добиваат повратна информација во која се укажува на нивото на успешност во реализацијата на активноста/задачата и се даваат насоки за подобрување (формативно оценување). За таа цел, наставникот ги следи и оценува:

- усните одговори на прашања поставени од наставникот или од соученици,
- истржувачките активности при кои ученикот врши набљудување, предвидување, собирање податоци, мерење, евидентирање, претставување резултати (со табели, дијаграми, графици) и нивно презентирање,
- практичната изведба на експериментите,
- изработките (илустрации, презентации, модели и сл.),
- писмените извештаи со податоци од спроведени истражувања,
- анализата на сценарија и решавањето проблеми кои вклучуваат критичко размислување и примена на знаења во нови контексти,
- домашните задачи и
- одговорите на квизови (куси тестови) што се дел од поучувањето.

Формативното оценување се базира исклучиво на видливи, мерливи и специфични активности за предметот Биологија, согласно стандарди за оценување утврдени во наставната програма. По завршување на учењето на секоја тема, ученикот добива бројчана сумативна оценка за постигнатите стандарди за оценување. Сумативната оценка се изведува како комбинација од резултатот постигнат на тест на знаење во комбинација со оценката за напредувањето констатирана преку различните техники на формативно оценување. Во текот и на крајот од учебната година ученикот добива бројчани оценки.

Почеток на имплементација на наставната програма	учебна 2026/2027 година
Институција/ носител на програмата	Биро за развој на образованието
Согласно член 21 став 3 од Законот за средното образование („Службен весник на Република Македонија“ бр. 44/95, 24/96, 34/96, 35/97, 82/99, 29/02, 40/03, 42/03, 67/04, 55/05, 113/05, 35/06, 30/07, 49/07, 81/08, 92/08, 33/10, 116/10, 156/10, 18/11, 42/11, 51/11, 6/12, 100/12, 24/13, 41/14, 116/14, 135/14, 10/15, 98/15, 145/15, 30/16, 127/16, 67/17 и 64/18 и „Службен весник на Република Северна Македонија“ бр. 229/20, 78/25 и 132/25), министерката за образование и наука ја донесе наставната програма по предметот <i>Биологија</i> за II (втора) година гимназиско образование.	бр. 13-13739/2 28.10.2025 година Министерка за образование и наука, проф. д-р Весна Јаневска, с.р.