CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Rodzaj dokumentu:	**Sprawozdanie za rok 2024**
Egzamin:	**Egzamin maturalny**
Przedmiot:	**Biologia**
Poziom:	**Poziom rozszerzony**
Termin egzaminu:	14 maja 2024 r.
Data publikacji dokumentu:	20 września 2024 r.

Opracowanie
Jadwiga Filipska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)
dr Takao Ishikawa (Centralna Komisja Egzaminacyjna)
dr Łukasz Banasiak (Centralna Komisja Egzaminacyjna)
Dorota Mościcka (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łomży)
dr Aleksandra Bielecka (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Warszawie)

Redakcja
dr Wioletta Kozak (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

Opracowanie techniczne
Andrzej Kaptur (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

Współpraca
Beata Dobrosielska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)
Agata Wiśniewska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)
Pracownie ds. Analiz Wyników Egzaminacyjnych okręgowych komisji egzaminacyjnych

Centralna Komisja Egzaminacyjna
ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa
tel. 22 536 65 00, fax 22 536 65 04
e-mail: sekretariat@cke.gov.pl
www.cke.gov.pl

Spis treści

Opis arkusza maturalnego 4
Dane dotyczące populacji zdających 5
Przebieg egzaminu 6
Podstawowe dane statystyczne 7
Komentarz 17
Wnioski i rekomendacje 32

Opis arkusza egzaminu maturalnego

W roku szkolnym 2023/2024 egzamin maturalny z biologii został przeprowadzany na podstawie wymagań egzaminacyjnych określonych w rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 10 czerwca 2022 r.[1]

Arkusz egzaminacyjny z biologii na poziomie rozszerzonym zawierał 21 zadań, na które składało się 46 poleceń (zadań szczegółowych), w tym: 20 zadań zamkniętych (43%) i 26 zadań otwartych krótkiej odpowiedzi (57%). Zadania sprawdzały wiadomości i umiejętności ujęte w sześciu obszarach wymagań ogólnych, za rozwiązanie których zdający mogli łącznie uzyskać 60 pkt, w tym:

I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia – 15 poleceń (18 pkt).
II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań – 3 polecenia (4 pkt).
III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych – 8 poleceń (10 pkt).
IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych – 16 poleceń (24 pkt).
V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka – 2 polecenia (2 pkt).
VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska – 2 polecenia (2 pkt).

Większość zadań w arkuszu egzaminacyjnym składała się z kilku poleceń (2–5 zadań szczegółowych) odnoszących się do tego samego materiału źródłowego, tworząc wiązki zadań. Cztery zadania zawierały po jednym poleceniu.

Podczas rozwiązywania zadań zdający mogli korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*.

[1] Rozporządzenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 10 czerwca 2022 r. w sprawie wymagań egzaminacyjnych dla egzaminu maturalnego przeprowadzanego w roku szkolnym 2022/2023 i 2023/2024 (Dz.U. poz. 1246).

Dane dotyczące populacji zdających

TABELA 1. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZU STANDARDOWYM*

Liczba zdających (Formuła 2023)		**40 536**
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym	ze szkół na wsi	1 636
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	7 097
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	13 938
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	17 865
	ze szkół publicznych	36 654
	ze szkół niepublicznych	3 882
	kobiety	30 616
	mężczyźni	9 920
	bez dysleksji rozwojowej	35 662
	z dysleksją rozwojową	4 874
Obywatele Ukrainy[2]		**20**

* Dane w tabeli dotyczą tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 54 uczniów − laureatów i finalistów Olimpiady Biologicznej.

TABELA 2. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZACH DOSTOSOWANYCH

Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych	z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera	361
	słabowidzący	67
	niewidomi	2
	słabosłyszący	85
	niesłyszący	12
	z niepełnosprawnością ruchową spowodowaną mózgowym porażeniem dziecięcym	11
	z zaburzeniem widzenia barw	19
	Ogółem	**557**

[2] Dz.U. z 2024 r. poz. 167, z późn. zm.

Przebieg egzaminu

TABELA 3. INFORMACJE DOTYCZĄCE PRZEBIEGU EGZAMINU

Termin egzaminu			14 maja 2024 r.
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego			180 minut
Liczba szkół			3 460
Liczba zespołów egzaminatorów			64
Liczba egzaminatorów			950
Liczba obserwatorów[3] (§ 8 ust. 1)			62
Liczba unieważnień[4]	w przypadku:		
	art. 44zzv pkt 1	stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
	art. 44zzv pkt 2	wniesienia lub korzystania przez zdającego w sali egzaminacyjnej z urządzenia telekomunikacyjnego	4
	art. 44zzv pkt 3	zakłócenia przez zdającego prawidłowego przebiegu egzaminu	0
	art. 44zzw ust. 1	stwierdzenia podczas sprawdzania pracy niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
	art. 44zzy ust. 7	stwierdzenie naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu maturalnego	2
	art. 44zzy ust. 10	niemożność ustalenia wyniku (np. zaginięcie karty odpowiedzi)	0
Liczba wglądów[4] (art. 44zzz)			6 058

[3] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 1 sierpnia 2022 r. w sprawie egzaminu maturalnego (Dz.U. poz. z 2024 poz. 302).
[4] Ustawa z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (Dz.U. z 2024 r. poz. 750).

Podstawowe dane statystyczne

Wyniki zdających

WYKRES 1. ROZKŁAD WYNIKÓW ZDAJĄCYCH

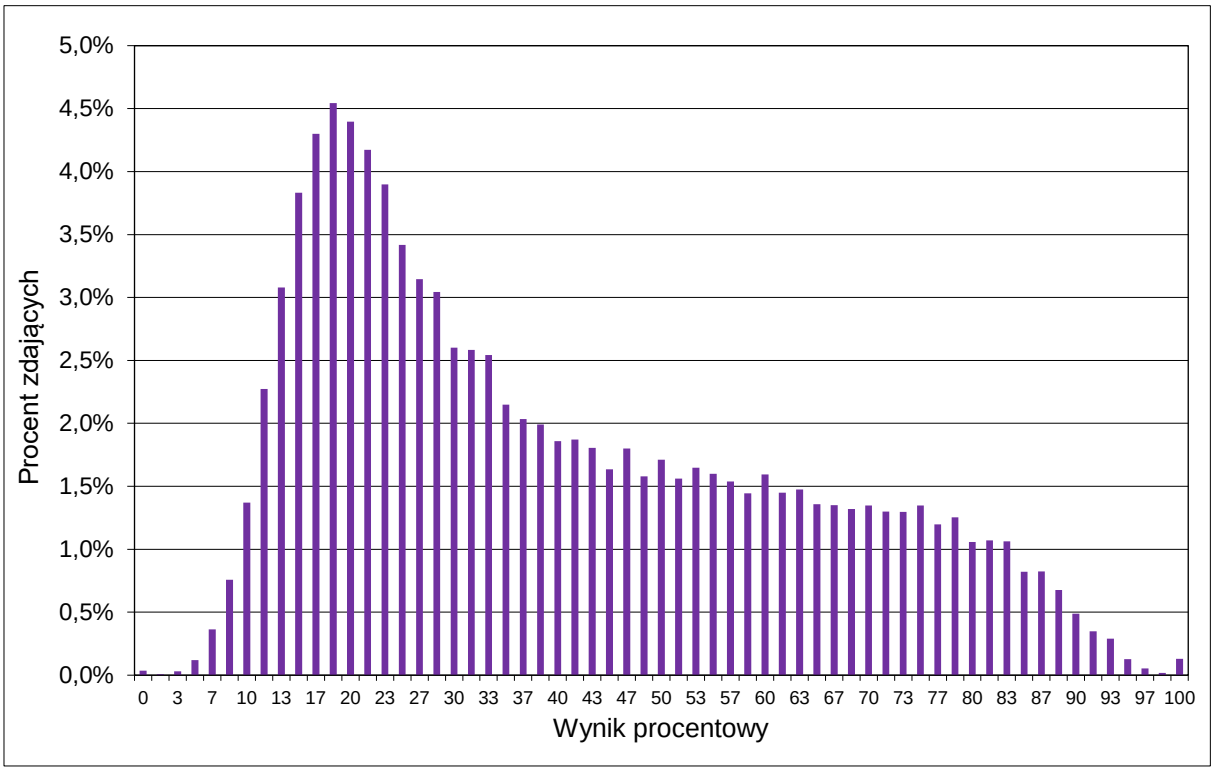


TABELA 4. WYNIKI ZDAJĄCYCH – PARAMETRY STATYSTYCZNE*

Zdający	Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
Ogółem Formuła 2023	**40 536**	**0**	**100**	**33**	**18**	**40**	**23**
w tym:							
z liceów ogólnokształcących	33 979	0	100	40	20	43	23
z techników	6 512	0	93	20	18	23	12
z branżowych szkół II stopnia	45	3	30	15	15	15	5

* Dane dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów. Parametry statystyczne są podane dla grup liczących 30 lub więcej zdających.

Poziom wykonania zadań

TABELA 5. POZIOM WYKONANIA ZADAŃ

Nr zad.	Wymagania egzaminacyjne 2024		Poziom wykonania zadania (%)
	Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**	
1.1.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.	I. Chemizm życia. 2. Składniki organiczne. Zdający: 1) przedstawia budowę węglowodanów (uwzględniając wiązania glikozydowe α, β); rozróżnia monosacharydy […], polisacharydy […] i określa znaczenie biologiczne węglowodanów […]; 2) przedstawia budowę białek (uwzględniając wiązania peptydowe) […]; określa biologiczne znaczenie białek […].	24
1.2.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 1) opisuje […] organizmy.	I. Chemizm życia. 2. Składniki organiczne. Zdający: 2) […] opisuje strukturę I-, II-, III- i IV-rzędową białek […].	38
2.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	XII. Wirusy – pasożyty molekularne. Zdający: 5) wyjaśnia mechanizm odwrotnej transkrypcji i jego znaczenie w namnażaniu retrowirusów.	11
3.1.	III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) odczytuje, analizuje, interpretuje […] informacje tekstowe, graficzne […].	XVII. Ekologia. 3. Ekologia ekosystemu. Ochrona i gospodarka ekosystemami. Zdający: 3) przedstawia adaptacje drapieżników […] do zdobywania pokarmu.	19
3.2.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	III. Energia i metabolizm. 2. Przenośniki energii oraz protonów i elektronów w komórce. Zdający: 1) wykazuje związek budowy ATP z jego rolą biologiczną.	67
3.3.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 1) opisuje […] organizmy.	XI. Funkcjonowanie zwierząt. 2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie. 3) Wymiana gazowa i krążenie. Zdający: c) podaje przykłady narządów wymiany gazowej, wskazując grupy zwierząt, u których występują.	40

4.	V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Zdający: 5) dostrzega znaczenie osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce chorób. III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) odczytuje, analizuje, interpretuje […] informacje tekstowe, graficzne […].	XI. Funkcjonowanie zwierząt. 2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie. 6) Regulacja nerwowa. Zdający: a) wyjaśnia istotę powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego; wykazuje związek między budową neuronu a przewodzeniem impulsu nerwowego.	28
5.1.	III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) odczytuje, analizuje, interpretuje […] informacje tekstowe […]. I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.	II. Komórka. Zdający: 2) wykazuje związek budowy błony komórkowej z pełnionymi przez nią funkcjami. I. Chemizm życia. 2. Składniki organiczne. Zdający: 3) przedstawia budowę lipidów […], przedstawia właściwości lipidów oraz określa ich znaczenie biologiczne.	36
5.2.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.	I. Chemizm życia. 2. Składniki organiczne. Zdający: 2) przedstawia budowę białek […]; opisuje strukturę […] III- i IV-rzędową białek […].	39
5.3.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) […] wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	I. Chemizm życia. 2. Składniki organiczne. Zdający: 4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach […].	11
5.4.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) […] wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	I. Chemizm życia. 2. Składniki organiczne. Zdający: 2) […] przedstawia wpływ czynników fizycznych i chemicznych na białko (zjawisko […] denaturacji) […]. III. Energia i metabolizm. 3. Enzymy. Zdający: 5) wyjaśnia wpływ czynników fizyko-chemicznych (temperatury […]) na przebieg katalizy enzymatycznej […]. XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Zdający: 4) przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej ([…] metoda PCR).	37

5.5.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 1) opisuje […] organizmy.	II. Komórka. Zdający: 13) wykazuje różnice w budowie komórki prokariotycznej i eukariotycznej.	47
6.1.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) […] wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	III. Energia i metabolizm. 4. Fotosynteza. Zdający: 2) przedstawia rolę barwników […] w procesie fotosyntezy.	35
6.2.	III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) odczytuje, analizuje, interpretuje […] informacje […] tekstowe […].	IX. Różnorodność roślin. 1. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Zdający: 2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne mchów […].	19
6.3.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 1) opisuje […] organizmy.	IX. Różnorodność roślin. 1. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Zdający: 2) przedstawia na przykładzie rodzimych gatunków cechy charakterystyczne mchów […].	37
7.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 1) opisuje […] organizmy.	IX. Różnorodność roślin. 4. Rozmnażanie i rozprzestrzenianie się roślin. Zdający: 5) opisuje proces zapłodnienia i powstawania nasion u roślin nasiennych […].	60
8.1.	II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Zdający: 3) […] analizuje i interpretuje wyniki badań w oparciu o proste analizy statystyczne; 5) […] formułuje wnioski.	IX. Różnorodność roślin. 5. Wzrost i rozwój roślin. Zdający: 2) przedstawia wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na proces kiełkowania nasion.	70
8.2.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.	IX. Różnorodność roślin. 5. Wzrost i rozwój roślin. Zdający: 2) przedstawia wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na proces kiełkowania nasion.	17
9.1.	III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) […] analizuje […] informacje […] graficzne […].	IX. Różnorodność roślin. 1. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Zdający: 3) rozpoznaje tkanki roślinne na […] mikrofotografii […].	49

9.2.	III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) analizuje […] informacje […] graficzne […]. I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.	IX. Różnorodność roślin. 1. Rośliny lądowe i wtórnie wodne. Zdający: 3) rozpoznaje tkanki roślinne […] i wykazuje związek ich budowy z pełnioną funkcją.	29
10.1.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 6) wykazuje, że różnorodność organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych.	X. Różnorodność zwierząt. Zdający: 1) rozróżnia zwierzęta […] owodniowce i bezowodniowce […]; na podstawie drzewa filogenetycznego wykazuje pokrewieństwo między grupami zwierząt; 3) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie ryb, płazów, gadów, ssaków i ptaków […].	58
10.2.	III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne […].	V. Zasady klasyfikacji i sposoby identyfikacji organizmów. Zdający: 1) wnioskuje na podstawie analizy kladogramów o pokrewieństwie ewolucyjnym organizmów; 2) rozróżnia na drzewie filogenetycznym grupy monofiletyczne, parafiletyczne i polifiletyczne […].	33
11.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia; 4) objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na różnych poziomach złożoności […].	XI. Funkcjonowanie zwierząt. 2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie. 2) Odporność. Zdający: c) przedstawia narządy […] układu odpornościowego człowieka. 5) Regulacja hormonalna. Zdający: b) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych człowieka i wymienia hormony przez nie produkowane, e) przedstawia antagonistyczne działanie hormonów na przykładzie regulacji poziomu glukozy […] we krwi, f) wyjaśnia rolę hormonów w reakcji na stres u człowieka.	42
12.1.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […]. I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na	II. Komórka. Zdający: 4) wyjaśnia rolę błony komórkowej […] w procesach osmotycznych. XI. Funkcjonowanie zwierząt. 2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie. 1) Odżywianie się. Zdający:	25

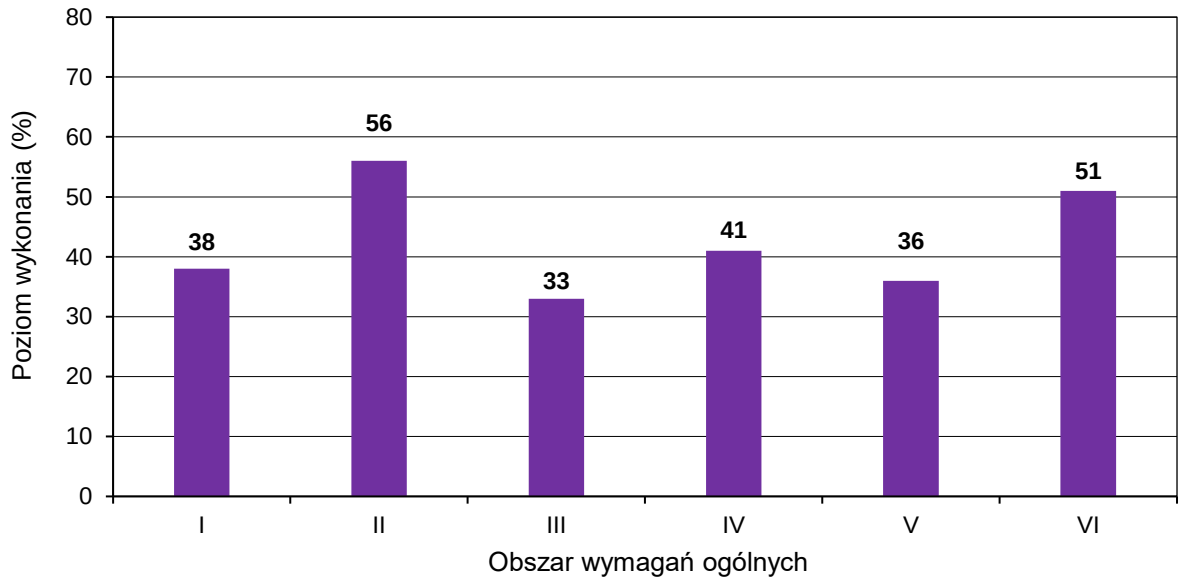
	różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia; 4) objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na różnych poziomach złożoności […].	f) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych […], g) przedstawia proces wchłaniania poszczególnych produktów trawienia składników pokarmowych w przewodzie pokarmowym człowieka.	
12.2.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) […] wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	XI. Funkcjonowanie zwierząt. 1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Zdający: 6) przedstawia mechanizmy warunkujące homeostazę ([…] stałość składu płynów ustrojowych, ciśnienie krwi […]).	78
12.3.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) […] wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	XI. Funkcjonowanie zwierząt. 1. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania organizmu zwierzęcego. Zdający: 7) wykazuje związek między […] temperaturą ciała, a zapotrzebowaniem energetycznym organizmu.	25
12.4.	V. Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka. Zdający: 1) planuje działania prozdrowotne. III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) odczytuje, analizuje, interpretuje […] informacje tekstowe […].	XI. Funkcjonowanie zwierząt. 2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie. 1) Odżywianie się. Zdający: f) przedstawia proces trawienia poszczególnych składników pokarmowych […].	43
13.1.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 4) objaśnia funkcjonowanie organizmu człowieka na różnych poziomach złożoności […].	I. Chemizm życia. 1. Składniki nieorganiczne. Zdający: 2) przedstawia znaczenie biologiczne wybranych mikroelementów ([…] I). XI. Funkcjonowanie zwierząt. 2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie. 5) Regulacja hormonalna. Zdający: b) podaje lokalizacje gruczołów dokrewnych człowieka i wymienia hormony przez nie produkowane.	29
13.2.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	XI. Funkcjonowanie zwierząt. 2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie. 5) Regulacja hormonalna. Zdający: d) wyjaśnia mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (hormony tarczycy […]).	17

14.1.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 1) opisuje […] i rozpoznaje organizmy.	X. Różnorodność zwierząt. Zdający: 2) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie […] stawonogów ([…] pajęczaków […]).	36
14.2.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	XI. Funkcjonowanie zwierząt. 2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie. 2) Odporność. Zdający: c) przedstawia […] komórki układu odpornościowego człowieka, g) analizuje zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego (nadmierna […] odpowiedź immunologiczna) […].	32
15.1.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 2) przedstawia […] argumenty związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.	II. Komórka. Zdający: 8) opisuje budowę mitochondriów […]; 9) przedstawia argumenty przemawiające za endosymbiotycznym pochodzeniem mitochondriów […].	35
15.2.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	XIV. Genetyka klasyczna. 1. Dziedziczenie cech. Zdający: 2) przedstawia dziedziczenie jednogenowe […]; 3) przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana; 5) wyjaśnia istotę dziedziczenia pozajądrowego.	61
15.3.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	III. Energia i metabolizm. 5. Pozyskiwanie energii użytecznej biologicznie. Zdający: 2) analizuje […] przebieg glikolizy […], wyróżnia substraty i produkty […]; 5) porównuje drogi przemiany pirogronianu w fermentacji […] mleczanowej i w oddychaniu tlenowym.	59
16.1.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) […] wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	XIV. Genetyka klasyczna. 1. Dziedziczenie cech. Zdający: 2) przedstawia dziedziczenie […] dwugenowe […] ([…] współdziałanie dwóch […] genów).	46
16.2.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	XIV. Genetyka klasyczna. 1. Dziedziczenie cech. Zdający: 1) zapisuje i analizuje krzyżówki […] oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych […];	45

		2) przedstawia dziedziczenie […] dwugenowe […] ([…] współdziałanie dwóch […] genów).	
17.1.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 1) opisuje […] organizmy.	I. Chemizm życia. 2. Składniki organiczne. Zdający: 4) porównuje skład chemiczny i strukturę cząsteczek DNA i RNA, z uwzględnieniem rodzajów wiązań występujących w tych cząsteczkach […].	57
17.2.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 3) wykazuje związki pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia.	XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Zdający: 5) opisuje proces translacji.	11
18.1.	III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) odczytuje […] i przetwarza informacje tekstowe […].	XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Zdający: 2) opisuje proces transkrypcji […]; 3) opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej u organizmów eukariotycznych.	38
18.2.	III. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych. Zdający: 2) odczytuje […] i przetwarza informacje tekstowe […].	XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Zdający: 5) opisuje proces translacji.	27
19.1.	I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 2) wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach […].	XIV. Genetyka klasyczna: 2. Zmienność organizmów. Zdający: 6) przedstawia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych […]) […].	68
19.2.	IV. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych. Zdający: 1) interpretuje informacje i wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe między procesami i zjawiskami […].	XIV. Genetyka klasyczna: 2. Zmienność organizmów. Zdający: 6) przedstawia rodzaje aberracji chromosomowych (strukturalnych […]) oraz określa ich skutki.	61
20.1.	VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska. Zdający: 3) odpowiedzialnie i świadomie korzysta z dóbr przyrody.	XVIII. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Zdający: 2) wykazuje wpływ działalności człowieka (intensyfikacji rolnictwa, urbanizacji, industrializacji, rozwoju komunikacji i turystyki) na różnorodność biologiczną.	53
20.2.	VI. Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska. Zdający:	XVIII. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Zdający:	49

	3) odpowiedzialnie i świadomie korzysta z dóbr przyrody.	4) uzasadnia konieczność stosowania różnych form ochrony przyrody, w tym Natura 2000; 5) uzasadnia konieczność współpracy międzynarodowej (CITES, Konwencja o Różnorodności Biologicznej, Agenda 21) dla ochrony różnorodności biologicznej.	
21.1.	II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Zdający: 1) […] planuje […] proste doświadczenia biologiczne; 2) określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą.	XVII. Ekologia. 3. Ekologia ekosystemu. Ochrona i gospodarka ekosystemami. Zdający: 2) przedstawia skutki konkurencji […] międzygatunkowej. IX. Różnorodność roślin. 2. Gospodarka wodna i odżywianie mineralne roślin. Zdający: 3) wykazuje wpływ czynników zewnętrznych (temperatura, światło, wilgotność, ruchy powietrza) na bilans wodny roślin; planuje […] doświadczenie określające wpływ czynników zewnętrznych na intensywność transpiracji.	69
21.2.	II. Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań. Zdający: 2) określa warunki doświadczenia […]; 5) […] formułuje wnioski. I. Pogłębianie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia. Zdający: 5) przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmami oraz między organizmem a środowiskiem.	XVII. Ekologia. 3. Ekologia ekosystemu. Ochrona i gospodarka ekosystemami. Zdający: 2) przedstawia skutki konkurencji […] międzygatunkowej. IX. Różnorodność roślin. 2. Gospodarka wodna i odżywianie mineralne roślin. Zdający: 3) wykazuje wpływ czynników zewnętrznych (temperatura, światło, wilgotność, ruchy powietrza) na bilans wodny roślin; planuje […] doświadczenie określające wpływ czynników zewnętrznych na intensywność transpiracji.	16

WYKRES 2. POZIOM WYKONANIA ZADAŃ W OBSZARZE WYMAGAŃ OGÓLNYCH



Komentarz

Tegoroczny arkusz maturalny z biologii był dla większości zdających trudny (poziom wykonania – 40%). Osiem z czterdziestu sześciu zadań w arkuszu okazało się dla zdających zadaniami bardzo trudnymi (poziom wykonania zadań zawiera się w przedziale od 11% do 19%), dwadzieścia sześć zadań było dla zdających trudnych (poziom wykonania zadań zawiera się w przedziale od 24% do 49%), a tylko dziesięć zadań okazało się umiarkowanie trudnych (poziom wykonania zadań mieści się w przedziale od 53% do 69%) i dwa zadania były łatwe (poziom wykonania zadań mieści się w przedziale od 70% do 78%). W arkuszu nie było zadań bardzo łatwych (poziom wykonania powyżej 89%).

Największą trudność sprawiły zdającym zadania sprawdzające umiejętności: odczytywania, analizowania, interpretowania i przetwarzania informacji tekstowych, graficznych i liczbowych, dostrzegania znaczenia osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce chorób człowieka oraz wyjaśniania związków przyczynowo-skutkowych między procesami i zjawiskami biologicznymi, formułowania wniosków. Są to umiejętności opisane, odpowiednio, w III oraz IV i V obszarach wymagań ogólnych. W większości trudne dla abiturientów okazały się zadania wymagające wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia (obszar I wymagania ogólnego). Najłatwiejsze dla maturzystów były zadania, w których należało wykazać się umiejętnościami planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń – zadania reprezentujące obszar II wymagania ogólnego.

Bardzo trudne zadania dotyczyły głównie rozumienia złożonych procesów i zjawisk z działów tematycznych: komórka, chemizm życia, ekspresja informacji genetycznej, natomiast łatwe odnosiły się do podstawowych informacji z zakresu różnorodności roślin i funkcjonowania zwierząt.

Analiza jakościowa zadań

Pogłębienie wiedzy z zakresu różnorodności biologicznej oraz zjawisk i procesów biologicznych zachodzących na różnych poziomach organizacji życia

W arkuszu egzaminacyjnym znajdowało się piętnaście zadań (osiem otwartych i siedem zamkniętych) z obszaru I wymagania ogólnego, za których rozwiązanie można było uzyskać łącznie 18 punktów. Sprawdzały one umiejętności: opisywania, porządkowania i rozpoznawania organizmów i ich elementów (zadania: 1.2., 3.3., 5.5., 6.3., 7., 14.1., 17.1.); wyjaśniania zjawisk i procesów biologicznych zachodzących w wybranych organizmach i środowisku (zadanie 19.1.); wykazywania związków pomiędzy strukturą i funkcją na różnych poziomach organizacji życia (zadania: 1.1., 5.2., 8.2., 17.2.); objaśniania funkcjonowania organizmu człowieka na różnych poziomach złożoności (zadania: 11., 13.1.); oraz wykazywania, że różnorodność organizmów jest wynikiem procesów ewolucyjnych (zadanie 10.1.).

Poziom wykonania poszczególnych zadań w tym obszarze umiejętności był bardzo zróżnicowany i wahał się od 11% do 68% możliwych do uzyskania punktów.
Tylko cztery zadania okazały się umiarkowanie trudne (7., 10.1., 17.1. i 19 .1.), dziewięć –

trudnych (1.1., 1.2., 3.3., 5.2., 5.5., 6.3., 11., 13.1., 14.1.) i dwa – bardzo trudne (8.2., 17.2.). Najwyższe wyniki osiągali zdający za rozwiązanie zadań zamkniętych.

Najłatwiejszym zadaniem w tym obszarze wymagania było zamknięte **zadanie 19.1.** (poziom wykonania – 68%), wymagające szczegółowej analizy przedstawionej na schemacie struktury chromosomów podlegających mutacji, w wyniku której powstał fuzyjny gen oraz sformułowania odpowiedzi z wykorzystaniem podstawowych terminów z zakresu genetyki klasycznej określających rodzaje aberracji chromosomowych. Zdający musieli wybrać *translokację* jako właściwą nazwę rodzaju mutacji chromosomowej, która jest przyczyną przewlekłej białaczki szpikowej. Wśród odpowiedzi niepoprawnych najczęstszą była ta, która wskazywała na *inwersję* – mutację – w wyniku której chromosom ulega pęknięciu w dwóch miejscach, a powstały swobodny fragment ulega przed ponownym wbudowaniem do tego chromosomu odwróceniu o 180°. Taka odpowiedź wynikała prawdopodobnie z błędnej interpretacji oznaczeń na schemacie.

W I obszarze wymagania ogólnego najwięcej trudności sprawiło zdającym **zadanie 17.2.**, które było jednym z trzech zadań o najniższym w całym arkuszu egzaminacyjnym poziomie wykonania – 11%. Wymagało ono zrozumienia zależności między strukturą a funkcją wskazanych elementów budowy cząsteczki tRNA. Zdający mieli określić funkcję ramienia akceptorowego oraz antykodonu – rejonów umieszczonych na przeciwnych końcach cząsteczki tRNA. Maturzyści, aby poprawnie rozwiązać zadanie, musieli wykazać się rozumieniem przebiegu procesu translacji, gdyż w tym przypadku analiza dołączonego do zadania schematu obrazującego przestrzenną budowę cząsteczki tRNA tylko w niewielkim stopniu mogła przybliżyć ich do poprawnego rozwiązania (była ona potrzebna do rozwiązania zadania 17.1.). Zdający powinni zauważyć, że cząsteczki tRNA są *molekularnymi adaptorami*, łączącymi aminokwasy z kodonami, oraz że ramię akceptorowe to krótki jednoniciowy rejon na końcu 3′, z którym zostaje połączony odpowiedni aminokwas, a także, że antykodon jest sekwencją trzech kolejnych nukleotydów, które wiążą, poprzez tworzenie par zasad, komplementarny kodon w cząsteczce mRNA. Wierność syntezy białka wymaga dokładnego rozpoznania trójnukleotydowych kodonów mRNA. Kluczowym elementem poprawnych rozwiązań było odniesienie się do przyłączania swoistych aminokwasów i oddziaływania antykodonu tRNA ze swoistymi kodonami, czego niejednokrotnie brakowało w rozwiązaniach niepoprawnych, np.

Ramię akceptorowe: *umożliwia przyłączenie aminokwasu; przenosi aminokwasy na miejsce translacji;*
Antykodon: *łączy się z mRNA; określa aminokwas.*[5]

Zdający często udzielali także odpowiedzi bardzo ogólnych, nieuwzględniających oddziaływania tRNA z mRNA, np.

Antykodon: *pozwala na odczytywanie informacji genetycznej, umożliwia odczytanie kodu.*

Liczne były także rozwiązania zawierające błędy merytoryczne wskazujące na brak podstawowej wiedzy o procesie translacji, np.:

Antykodon: *jest komplementarny do nici kodującej i pozwala na dołączenie odpowiedniego aminokwasu w czasie translacji.*

[5] W ramkach zamieszczono przykładowe odpowiedzi udzielone przez zdających z zachowaniem oryginalnej pisowni.

Antykodon podczas translacji na zasadzie komplementarności nie łączy się z nicią kodującą DNA, tylko z odpowiednim fragmentem mRNA – antykodonem.

Antykodon: *komplementarny do niego aminokwas zostanie przyłączony do ramienia akcpetora*.

Aminokwas nie ma sekwencji nukleotydowej, aby mógł być komplementarny do antykodonu. To enzym – syntetaza aminoacylo-tRNA przyłącza aminokwas do właściwego tRNA.

Bardzo trudnym było również **zadanie 8.2.** (poziom wykonania – 17%), polegające na podaniu nazwy i określeniu funkcji struktury siewki buka zwyczajnego oznaczonego na zdjęciu literą X. Poprawna odpowiedź powinna wskazywać na *liść zarodkowy* (*liścień*), którego funkcją jest przeprowadzanie fotosyntezy lub gromadzenie substancji zapasowych (funkcja zmienia się podczas rozwoju). Zaskakujące jest, że zdający nie poradzili sobie ze standardowym poleceniem dotyczącym znajomości budowy roślin okrytonasiennych, co świadczy o zasadniczych brakach w wiedzy abiturientów na temat różnorodności roślin. Błędy dotyczyły najczęściej nazwy struktury określanej jako: *listek* (w rzeczywistości jest to część liścia złożonego), *przylistek* (organ wykształcający się po obu stronach nasady ogonka liściowego lub liścia siedzącego) lub *hipokotyl* (część podliścieniowa łodygi zarodkowej).

Rozwijanie myślenia naukowego; doskonalenie umiejętności planowania i przeprowadzania obserwacji i doświadczeń oraz wnioskowania w oparciu o wyniki badań

Arkusz egzaminacyjny zawierał trzy zadania sprawdzające umiejętności z II obszaru wymagania ogólnego, za rozwiązanie których można było uzyskać łącznie cztery punkty. Poziom wykonania poszczególnych zadań był bardzo zróżnicowany i mieścił się w przedziale od 16% (zadanie 21.2.) do 70% punktów możliwych do zdobycia (zadanie 8.1.).Te zadania wymagały umiejętności: planowania doświadczeń – określania warunków doświadczenia oraz rozróżniania próby badawczej od próby kontrolnej (zadanie 21.1.), analizy i interpretacji wyników badań w oparciu o proste analizy statystyczne oraz formułowania na ich podstawie wniosków (zadanie 8.1.), a także wyjaśniania obserwowanych wyników badania (zadanie 21.2.).

Maturzyści dobrze poradzili sobie z **zadaniem 21.1.**, w którym należało wykazać się umiejętnością planowania układu eksperymentalnego, umożliwiającego weryfikację dwóch hipotez, dotyczących wzajemnego oddziaływania występujących na tym samym obszarze krzewów *Ambrosia dumosa* i roślin jednorocznych. Polecenie miało charakter zamknięty – maturzyści mieli zestawić ze sobą opisane w treści zadania próby tak, aby było możliwe przetestowanie hipotezy, że obecność na tym samym obszarze krzewów *A. dumosa* skutkuje zwiększeniem przyrostu biomasy roślin jednorocznych oraz przetestowanie hipotezy, że obecność na tym samym obszarze roślin jednorocznych skutkuje ograniczeniem przyrostu biomasy krzewów *A. dumosa*.

Zdający, aby poprawnie rozwiązać zadanie, powinni na podstawie analizy tekstu źródłowego oraz ilustracji obrazującej próby badawcze zrozumieć problem badawczy, a następnie wybrać taki plan badania, który umożliwi weryfikację obu hipotez. Musieli także zauważyć, że interakcje między roślinami zwykle obejmują pozytywne i negatywne efekty działające jednocześnie i dwukierunkowo. Aby zweryfikować pierwszą hipotezę, powinni porównać

próbę B – próbę, w której pozostawiono na tym samym poletku rośliny jednoroczne i krzewy *A. dumosa* z próbą C, w której z poletka usunięto krzewy *A. dumosa*, a pozostawiono rośliny jednoroczne. W celu weryfikacji drugiej hipotezy winni porównać próbę A – próbę, w której z poletka usunięto rośliny jednoroczne, a pozostawiono krzewy *A. dumosa* z próbą B, w której pozostawiono rośliny jednoroczne oraz krzewy *A. dumosa*. Poziom wykonania zadania wyniósł 69%. Najczęściej występujące błędne rozwiązania nie uwzględniały konieczności porównania dwóch prób w celu weryfikacji każdej z hipotez, a wskazywały jedynie na konieczność analizy wyników uzyskiwanych z próby B w celu falsyfikacji pierwszej hipotezy i próby A w przypadku drugiej hipotezy.

Bardzo trudne dla zdających okazało się natomiast **zadanie 21.2.** (poziom wykonania – 16%), wymagające od maturzystów skonstruowania samodzielnej złożonej odpowiedzi, wyjaśniającej wykazany w doświadczeniu efekt wzajemnego oddziaływania roślin – większy przyrost biomasy roślin jednorocznych rozwijających się w obecności krzewów *A. dumosa*.

Zdający, aby poprawnie rozwiązać zadanie, powinni zauważyć, że mikroklimat pod krzewami charakteryzuje się mniejszą ekspozycją na światło i mniejszymi wahaniami temperatury, a co za tym idzie mniejszym narażeniem na parowanie wody z podłoża i mniejszą intensywnością transpiracji roślin jednorocznych w porównaniu z warunkami panującymi na otwartych przestrzeniach. Skutkuje to zachowywaniem przez rośliny jednoroczne dodatniego bilansu wodnego w warunkach suszy. Aby właściwie powiązać informację o dostatecznie dużej ilości wody dostępnej dla roślin jednorocznych z przyrostem ich biomasy, zdający powinni w rozwiązaniach odnieść się do wzrostu intensywności fotosyntezy, której substratem jest woda, albo zauważyć, że w warunkach dobrego zaopatrzenia rośliny w wodę aparaty szparkowe dłużej pozostają otwarte i roślina może pobrać więcej dwutlenku węgla, związanego potem w procesie fotosyntezy.

Wiele odpowiedzi było niepełnych – nie uwzględniały wymaganego zgodnie z poleceniem opisu skutku zjawiska, np.:

Rzucanie cienia przez krzewy A. dumosa *wpływa pozytywnie na przyrost biomasy roślin jednorocznych w warunkach suszy, ponieważ wtedy ograniczone ilości cennej wody nie parują w tak dużym stopniu przez liście, jakby to robiły w pełnym słońcu. W cieniu proces ten jest ograniczony, więc roślina oszczędza wodę, pozwala to jej później na rozwój.*

lub

Rzucanie cienia przez krzewy A. dumosa *wpływa pozytywnie na przyrost biomasy roślin jednorocznych, ponieważ cień, który dają krzewy ochrania rośliny jednoroczne przed nadmierną utratą wody w wyniku transpiracji, dzięki czemu zachowują odpowiedni bilans wodny.*

Powyższe odpowiedzi odnoszą się jedynie do pozytywnego wpływu zacienienia na bilans wodny roślin jednorocznych – uwzględniają mechanizm zjawiska – ograniczenie transpiracji przez rośliny jednoroczne i zwiększenie dzięki temu dostępności wody dla tych roślin, lecz nie wskazują skutku tego procesu – zwiększenia intensywności fotosyntezy, a przyrost biomasy, czyli wzrost roślin, odbywa się na drodze samożywności.

Wielu zdających niepoprawnie utożsamiało ograniczoną w warunkach zacienienia transpirację prowadzoną przez rośliny jednoroczne jako bezpośrednią przyczynę wzrostu biomasy roślin, np.

Rzucanie cienia przez krzewy A. dumosa *wpływa pozytywnie na przyrost biomasy roślin jednorocznych w warunkach suszy, ponieważ ogranicza ona zjawisko transpiracji, dzięki czemu rośliny jednoroczne tracą mniej wody, przez co wzrasta ich biomasa.*

Przyrost biomasy roślin to proces wzrostowy. Samo ograniczenie utraty wody nie powoduje wzrostu rośliny – do tego potrzebny jest proces fotosyntezy, którego substratami są woda i dwutlenek węgla.

Niektóre rozwiązania wskazują na pobieżną analizę polecenia, brak kontroli zgodności formułowanej odpowiedzi z wymaganiami zadania, np.

Bilans wodny rośliny jest stosunkiem wody pobranej do utraconej. Cień rzucany przez krzew ogranicza transpirację A. dumosa*, przez obniżenie temperatury. Zmniejsza to transpirację co zapewnia łatwiejsze zachowanie korzystnego bilansu wodnego przez krzewy* A. dumosa*.*

Przedstawiona odpowiedź jest niezgodna z poleceniem. Rozwiązanie opisuje sytuację, w której cień rzucany przez nieznany krzew wpływa pozytywnie na bilans wodny krzewów *A. dumosa*, ale nie uwzględnia interpretacji wyników doświadczenia – zwiększonego przyrostu biomasy.

Posługiwania się informacjami pochodzącymi z analizy materiału źródłowego

W III obszarze wymagania ogólnego znajdowało się osiem zadań. Za ich poprawne rozwiązanie można było uzyskać łącznie 10 punktów. Te zadania sprawdzały umiejętności odczytywania, analizowania, interpretowania i przetwarzania informacji tekstowych, graficznych i liczbowych.

W tym obszarze wymagania nie było zadań łatwych. Większość zadań była trudna (poziom wykonania poszczególnych zadań mieścił się w przedziale od 27% do 49%). Dwa zadania okazały się bardzo trudne: 3.1. i 6.2. (poziom wykonania każdego z nich wyniósł 19%).

Najłatwiejszym zadaniem dla zdających spośród wszystkich zadań z obszaru III okazało się zamknięte **zadanie 9.1.**, którego poziom wykonania wyniósł 49%. Zasadnicza trudność zadania polegała na rozpoznaniu tkanek roślinnych na zdjęciu mikroskopowym, przedstawiającym fragment przekroju poprzecznego przez łodygę lipy o budowie pierwotnej. Zdający, odwołując się do swojej wiedzy o cechach tkanek i interpretując obraz, powinien wskazać, że widoczna na zdjęciu tkanka okrywająca to *skórka*, powstająca w wyniku działania *merystemu wierzchołkowego* oraz, że kolenchyma to *żywa* tkanka wzmacniająca. Duża część niepoprawnych odpowiedzi zawierała wskazanie, że przedstawioną tkanką okrywającą jest *korkowica*, powstająca w wyniku działania *kambium*. Takie odpowiedzi dziwią, ponieważ w tekście wprowadzającym do zadania podana była informacja wskazująca, że zdjęcie dotyczy łodygi o budowie pierwotnej.

Bardzo trudnym zadaniem było dla maturzystów **zadanie 3.1.**, w rozwiązaniu którego należało na podstawie analizy tekstu wstępnego przedstawić korzyść, jaką odnoszą samice świetlików *Photuris lugubris* dzięki umiejętności wabienia swoich ofiar poprzez wysyłanie sygnałów świetlnych. Podstawową trudnością, której nie udało się pokonać większości zdających, było zrozumienie, że adaptacja samic *Photuris lugubris* w postaci bioluminescencji, czyli naśladowanie samic innego gatunku owadów, prowadzi do wabienia samców tego gatunku, które są pokarmem dla *Photuris lugubris*. Aby poprawnie rozwiązać zadanie, maturzyści powinni jednoznacznie wskazać, że przedstawiona we wstępie do

zadania umiejętność wabienia ofiar zmniejsza nakłady czasu, jaki samice świetlików *Photuris lugubris* musiałyby poświęcić na zdobycie pokarmu lub zmniejsza nakłady energii na jego pozyskanie oraz umożliwia częstsze schwytanie ofiary.

Odpowiedzi niepoprawne były najczęściej niepełne, np.

Samice dzięki temu zdobywają pokarm; zyskują źródło pożywiania.

Niepoprawne rozwiązania stanowiły bardzo często parafrazę określenia „korzyść", zawartego w poleceniu do zadania, np.:

Dzięki umiejętności wabienia swoich ofiar samicom świetlików Photuris lugubris *łatwiej zdobyć pokarm.*

lub

Dzięki umiejętności wabienia swoich ofiar lepiej polują.

Wśród niepoprawnych odpowiedzi dość liczne były także takie, które nie odnosiły się do korzyści organizmu wykazującego zdolność bioluminescencji, np.

Dzięki zdolności bioluminescencji samce Photinus *same zbliżają się do samic.*

Zadanie sprawdza umiejętność uważnego czytania całego materiału źródłowego, wszystkich jego elementów, łączenia faktów i wnioskowania. Część zdających niewłaściwie zinterpretowała informacje przedstawione we wstępie zadania i błędnie wskazywała, że korzyścią samic jest brak zużywania energii niezbędnej do utleniania lucyferyny z udziałem enzymu – lucyferazy, np.

Dzięki umiejętności wabienia swoich ofiar samice świetlików nie zużywają energii potrzebnej do utleniania lucyferyny.

Sytuacja jest wręcz odwrotna – aby ta reakcja mogła zajść, niezbędna jest hydroliza ATP.

Drugim bardzo trudnym zadaniem z tego obszaru było **zadanie 6.2.**, sprawdzające, na podstawie analizy i interpretacji materiału źródłowego dotyczącego bezlistu – wyjątkowego rodzaju mchów należącego do prątników – umiejętność rozróżnienia rośliny jednopiennej od dwupiennej. Zadanie zostało szczegółowo omówione w rozdziale *Problem „pod lupą"* wraz z innymi zadaniami o podobnej konstrukcji.

Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych

Umiejętności zgrupowane w obszarze IV wymagania ogólnego na tegorocznym egzaminie maturalnym z biologii były sprawdzane za pomocą szesnastu zadań (w tym sześciu zamkniętych), za których rozwiązanie można było uzyskać łącznie 24 punkty, co stanowi 40% punktów możliwych do uzyskania.

Większość zadań sprawdzało umiejętności interpretacji informacji i wyjaśniania związków przyczynowo-skutkowych między złożonymi procesami i zjawiskami biologicznymi, jedno wymagało przedstawienia argumentów związanych z omawianym zagadnieniem.

W obrębie IV obszaru wymagania ogólnego jedno zadanie okazało się dla zdających łatwe (zadanie 12.2.), cztery umiarkowanie trudne (zadania: 3.2., 15.2., 15.3., 19.2.), aż osiem

trudnych (5.4., 6.1., 12.1., 12.3., 14.2., 15.1., 16.1., 16.2.), oraz trzy zadania – bardzo trudne (zadania: 2., 5.3., 13.2.).

Najłatwiejszymi zadaniem w tym obszarze, jednocześnie najłatwiejszym w arkuszu, było zamknięte **zadanie 12.2.** (poziom wykonania – 78%), sprawdzające umiejętność wyjaśnienia związku przyczynowo-skutkowego między znacznym odwodnieniem organizmu a funkcjonowaniem układu krwionośnego. W tym zadaniu analiza materiału źródłowego tylko w niewielkim stopniu przybliżała maturzystów do poprawnej odpowiedzi, musieli oni wykazać się podstawową wiedzą na temat mechanizmów warunkujących stałość składu płynów ustrojowych oraz ciśnienia krwi. Najczęstsze błędne rozwiązania wskazywały, że w wyniku znacznego odwodnienia objętość osocza *spada*, a więc serce będzie biło *wolniej*. Takie odpowiedzi są niezrozumiałe, gdyż dalsza część treści zdania, opisującego analizowany związek przyczynowo-skutkowy, jednoznacznie wskazywała, że zmiana w zakresie funkcjonowania serca ma służyć utrzymaniu odpowiedniego ciśnienia krwi i zaopatrzeniu tkanek w tlen.

Najtrudniejsze było natomiast **zadanie 2.** (poziom wykonania – 11%), wymagające wyjaśnienia funkcji oznaczonych na schemacie obszarów odwrotnej transkryptazy (RT) – enzymu, wprowadzanego do komórek zainfekowanych przez retrowirusy, których materiał genetyczny stanowi jednoniciowy RNA. Rozwiązując zadanie, zdający powinni się odwołać do wiedzy dotyczącej odwrotnej transkrypcji i przeanalizować złożony schemat przedstawiający model strukturalny odwrotnej transkryptazy ludzkiego wirusa niedoboru odporności (HIV) z krótkim fragmentem kompleksu RNA-DNA. Należy podkreślić aspekt edukacyjny analizowanego zadania – model cząsteczki pochodzi z Protein Data Bank (PDB), publicznie dostępnego archiwum, zawierającego dane opisujące struktury białek. Korzystając z tych danych, naukowcy zaprojektowali metody leczenia zakażeń HIV, w tym skuteczne schematy leków, które zatrzymują namnażanie się wirusa na wczesnym etapie infekcji, zanim dojdzie do integracji dwuniciowego DNA z genomem gospodarza. Odwrotna transkrypcja jednoniciowego RNA HIV do dwuniciowego DNA jest niezbędnym wczesnym etapem w replikacji wirusa HIV i wiedza na temat tego procesu i białek biorących w nim udział ma fundamentalne znaczenie w zwalczaniu zakażeń HIV. Przedstawiony na schemacie model enzymu uwzględnia dwie jego podjednostki – p66 i p51. Na podjednostce p66 oznaczono obszary wykazujące dwie różne aktywności wobec kwasów nukleinowych – obszar o aktywności polimerazy oraz obszar o aktywności rybonukleazy. Obszar o aktywności polimerazy odpowiada za syntezę DNA na matrycy RNA, natomiast dzięki obszarowi o aktywności rybonukleazy degradowany jest RNA w nowo powstającym kompleksie RNA-DNA. Istota poprawnego rozwiązania polegała na podaniu takich informacji, które wskazują jednoznacznie na funkcję danego obszaru RT na konkretnym etapie procesu przepisywania wirusowego RNA na DNA, a tymczasem wiele odpowiedzi, szczególnie w zakresie funkcji obszaru o aktywności polimerazy było bardzo ogólnych, np.:

Obszar odwrotnej transkryptazy HIV	Funkcja w procesie przepisywania wirusowego RNA na DNA
o aktywności polimerazy	*„przepisywanie RNA wirusa na DNA”, „umożliwia przepisanie informacji genetycznej wirusa” lub „umożliwia wbudowanie materiału genetycznego w DNA gospodarza”*

Rozwiązania te są cytatem polecenia lub nagłówka tabeli, lub określają odległy skutek działania enzymu.

Liczne odpowiedzi były nieprecyzyjne, nawet jeśli odnosiły się do właściwego etapu procesu, np.

Obszar odwrotnej transkryptazy HIV	Funkcja w procesie przepisywania wirusowego RNA na DNA
o aktywności polimerazy	*„odpowiada za dobudowywanie komplementarnej nukleotydów" lub „syntetyzuje nowopowstającą nić"*
o aktywności rybonukleazy	*„umożliwia wycinanie nukleotydów" lub „niszczy kwas nukleinowy"*

Z rozwiązań tych nie wynika, że nić, za syntezę której odpowiada obszar o aktywności polimerazy, to nić DNA, ani nie wynika, że jest niszczone RNA.

Duża część odpowiedzi wskazywała także na brak wiedzy na temat procesu odwrotnej transkrypcji, zdający mylili procesy, np.

Obszar odwrotnej transkryptazy HIV	Funkcja w procesie przepisywania wirusowego RNA na DNA
o aktywności polimerazy	*„odpowiada za powielanie łańcucha RNA", „syntetyzuje mRNA"*
o aktywności rybonukleazy	*„odpowiada za usuwanie fragmentów Okazaki"*

Bardzo trudnymi zadaniami były również 5.3. i 13.2. (poziom wykonania zadania odpowiednio – 11% i 17%).

Zadanie 5.3. to najtrudniejsze zadanie z wiązki składającej się z pięciu poleceń, które dotyczyły ekstrermofili. To zadanie wymagało od zdających skonstruowania złożonej odpowiedzi wykazującej związek między wzrostem zawartości par zasad GC kosztem AU a wzrostem stabilności cząsteczek rRNA i tRNA bakterii termofilnych. Zadanie zostało omówione szczegółowo w rozdziale *Problem „pod lupą".*

Zadanie 13.2. sprawdzało umiejętność wyjaśniania związku przyczynowo-skutkowego między długotrwałym niskim poziomem jodu w organizmie a podwyższonym poziomem hormonu tyreotropowego (TSH). W rozwiązaniu zdający powinni uwzględnić mechanizm sprzężenia zwrotnego ujemnego na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł (tarczyca). Zadania nie można było rozwiązać na podstawie informacji przedstawionych w krótkim materiale źródłowym, ale dotyczyło ono typowych problemów biologicznych i miało charakter odtwórczy. Wymagało zauważenia, że niedobór jodu sprawia, że wytwarzanie dostatecznej ilości hormonów tarczycy staje się niemożliwe, zatem we krwi jest ich niski poziom, a tylko odpowiednio wysoki poziom hormonów tarczycy hamuje wydzielanie TSH.

Liczne rozwiązania wskazują na błędną interpretację polecenia i niepoprawne utożsamienie mechanizmu sprzężenia zwrotnego ujemnego regulującego poziom hormonów tarczycy jako mechanizmu umożliwiającego regulację poziomu jodu, np.

W razie niskiego poziomu jodu przysadka wydziela hormon TSH, który pobudza tarczycę do wydziela hormonów, które spowodują podwyższenie poziomu jodu. Na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego, gdy stężenie jodu wzrośnie do odpowiedniego poziomu, jod hamuje wydzielanie hormonu TSH przez przysadkę.

W odpowiedziach wielu zdających pojawiały się różnego rodzaju błędy merytoryczne ukazujące nierozumienie procesów związanych z regulacją hormonalną.

Stosunkowo często występowały odpowiedzi wskazujące na brak wiedzy o sposobie regulacji poziomu hormonów tarczycy, np.

Jod hamuje wydzielanie hormonu TSH przez przysadkę i hormonów wytwarzanych przez tarczycę, gdy jest jego niedobór narządy te nie mogą być regulowane na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego.

Pojawiały się także rozwiązania świadczące o nierozumieniu mechanizmu ujemnego sprzężenia zwrotnego, np.

Ujemne sprzężenie zwrotne polega na regulacji syntezy substratu przez ostatni produkt reakcji – TSH. Gdy organizm dostaje informację, że jodu jest za mało, to wydziela produkt w postaci TSH, duża ilość produktu końcowego ma na celu stymulować syntezę hormonów tarczycy w organizmie, bo inaczej zatrzymany byłby cały mechanizm.

Powyższa odpowiedź opisuje raczej mechanizm regulacji działania szlaków metabolicznych, a nie – regulacji wydzielania hormonów.

Częstą przyczyną nieuzyskiwania punktu za to zadanie było również udzielanie odpowiedzi wskazujących na brak syntezy hormonów tarczycy jako skutku niedoboru jodu w organizmie, np.

T3 i T4 nie są produkowane przez brak jodu, więc nie dochodzi do zahamowania wydzielania TSH. Stąd duże stężenie TSH we krwi. Obecność T3 i T4 zahamowałaby wydzielenie TSH, ale ich nie ma, przez brak jodu.

W przypadku niedoboru jodu w organizmie nie można mówić o całkowitym braku hormonów T3 i T4, ponieważ w takiej sytuacji występuje tylko ograniczenie ich syntezy, która dalej zachodzi, ale z niższą wydajnością.

Dość częste były także rozwiązania, w których zdający podawali nieprawdziwe, wynikające z nieuwagi lub braku podstawowej wiedzy informacje, np.:

- *TSH jest wydzielane, gdyż trzustka nie wytwarza odpowiedniej ilości hormonów* […];
- *W odpowiedzi na niedobór jodu podwzgórze nie jest hamowane i wydziela cały czas TSH* […];
- *Hormon tyreotropowy stymuluje tarczycę do wydzielania kalcytoniny* […];
- […] *dochodzi do ograniczonego wytwarzania tyroksyny* […].

Pogłębianie znajomości uwarunkowań zdrowia człowieka

V obszar wymagania ogólnego reprezentowały dwa zadania, za których rozwiązanie można było uzyskać po jednym punkcie. Sprawdzały one umiejętność planowania działań prozdrowotnych – zadanie 4. – oraz umiejętność dostrzegania znaczenia osiągnięć współczesnej nauki w profilaktyce chorób – zadanie 12.4.

Oba zadania okazały się trudne. Poziom ich wykonania wyniósł: 28% (zadanie 4.) oraz 43% (zadanie 12.4.).

Zadanie 4. było zadaniem zamkniętym sprawdzającym umiejętność posługiwania się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych oraz rozumienia istoty powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego. Aby poprawnie wykonać zadanie, zdający musieli odczytać i poprawnie zinterpretować zarówno tekst, jak i wykres, na którym

przedstawiono zmiany przewodnictwa jonów Na^+ i K^+, towarzyszące fazom depolaryzacji i repolaryzacji potencjału czynnościowego.

W zadaniu należało wybrać odpowiedni bloker kanału jonowego – sodowego lub potasowego, który to bloker ma wpływ na wydłużenie czasu trwania potencjału czynnościowego. Atrakcyjnym dystraktorem dla maturzystów była odpowiedź wskazująca, że za wydłużanie czasu trwania potencjału czynnościowego odpowiada podanie *blokera kanału* K^+, który to bloker jest przyczyną wydłużania fazy *depolaryzacji*. Wybranie tej odpowiedzi może świadczyć o tym, że wielu zdających nie zrozumiało różnicy między stanem depolaryzacji i polaryzacji błony komórkowej a fazą depolaryzacji i repolaryzacji potencjału czynnościowego. W treści zadania jednoznacznie podano, że chodzi o jedną z faz potencjału czynnościowego. Kluczowe było zauważenie informacji wskazującej, że poprawę przewodnictwa nerwowego można osiągnąć przez wydłużenie czasu trwania potencjału czynnościowego. Wypływ jonów potasu przez otwarte kanały prowadzi do repolaryzacji błony. Zablokowanie kanałów potasowych będzie zatem wiązało się z przedłużeniem fazy repolaryzacji. W trakcie fazy depolaryzacji kanały potasowe i tak są w większości zamknięte, stąd ich blokowanie nie wpłynie na przebieg tej fazy potencjału czynnościowego.

Mniej trudności sprawiło maturzystom **zadanie 12.4.**, sprawdzające umiejętność posługiwania się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych i rozumienia procesów trawienia poszczególnych składników pokarmowych. Zadaniem maturzystów było podanie, na podstawie przedstawionych w tekście informacji, przyczyny nietolerancji mleka występującej u dzieci po przebytym zakażeniu rotawirusem.

Najczęściej zdający udzielali odpowiedzi zbyt ogólnych, np.

Za nietolerancję mleka odpowiedna niedobór disacharydaz spowodowany zakażeniem rotawirusem i uszkodzeniem mikrokosmków.

Rozwiązanie odnosi się do niedoboru disacharydaz bez konkretnego wskazania na enzym – laktazę.

Kolejną nieprawidłowością było udzielanie odpowiedzi odnoszących się do całkowitego braku laktazy lub całkowitego braku trawienia laktozy, np.

W mleku obecna jest laktoza, a wyniku przebytego zakażenia rotawirusem dziecko ma niedobór laktazy, która jest niezbędna do rozłożenia laktozy na glukozę i galaktozę. Brak możliwości rozłożenia laktozy skutkuje nietolerancją mleka.

Niedobór laktazy nie oznacza całkowitego braku tego enzymu na powierzchni kosmków jelitowych, zatem nie prowadzi do całkowitej utraty zdolności do trawienia tego disacharydu przez organizm dziecka.

Często popełnianym błędem było także wskazanie cukru laktozy zamiast enzymu laktazy.

Rozwijanie postawy szacunku wobec przyrody i środowiska

W obszarze VI wymagania ogólnego znajdowały się dwa zadania (20.1. i 20.2.), za których rozwiązanie można było uzyskać łącznie dwa punkty. Te zadania tworzyły wiązkę odnoszącą się do problemu globalnego zmniejszania się liczebności populacji płazów. Celem obu zadań było sprawdzenie, czy zdający rozumie negatywny wpływ działań człowieka, takich jak: osuszanie siedlisk i handel gatunkami zagrożonymi, na liczebność płazów.

Umiarkowanie trudne było **zadanie 20.1.** (poziom wykonania – 53%), które miało formę zadania otwartego i wymagało umiejętności wykazania związku „przyczyna – skutek" (osuszanie siedlisk – zmniejszenie liczebności płazów).

Wiele spośród odpowiedzi niepoprawnych to odpowiedzi zbyt ogólne, które nie odnosiły się do konkretnego przykładu biologii płazów (np. rozrodu, rozwoju, wymiany gazowej, pobierania wody) i jego uzależnienia od środowiska wodnego, np.:

Płazy żyją w środowisku wodnym, dlatego ich osuszanie zmniejsza ich liczebność.

lub

Osuszanie naturalnych siedlisk ma negatywny wpływ na liczebność płazów, ponieważ to naturalne miejsca ich bytowania i środowisko wodne jest im niezbędne do życia.

Nieznacznie trudniejsze natomiast okazało się zamknięte **zadanie 20.2.**, które wymagało jedynie przywołania odpowiednich informacji dotyczących dokumentów regulujących zasady handlu gatunkami zagrożonymi (poziom wykonania – 49%).

Problem „pod lupą"

Umiejętność wyjaśniania zjawisk i procesów biologicznych przedstawianych w różnych, często nowych dla zdających, kontekstach to jedna z kluczowych umiejętności sprawdzanych na egzaminie maturalnym z biologii. Bazuje ona na rozbudowanym procesie analizowania i interpretowania różnorodnych informacji. Wymaga zauważania i rozumienia związków, połączeń, relacji czy interakcji między obiektami, procesami, zjawiskami, a także poszukiwania argumentów i formułowania wniosków opartych na dowodach.

Jednym z typów zadań wykorzystywanych do sprawdzenia umiejętności naukowego wyjaśniania zjawisk i procesów biologicznych są polecenia wymagające rozumienia relacji między przyczyną a skutkiem, w których konieczne jest udowodnienie, że zachodzi zależność czasowa, przestrzenna lub przyczynowo-skutkowa między zjawiskami lub procesami biologicznymi. W konstrukcji takich zadań jest wykorzystywany czasownik operacyjny „wykaż". W tegorocznym arkuszu egzaminacyjnym znalazło się pięć takich poleceń (zadania: 5.3., 6.1., 9.2.,15.1., 20.1.). Większość z nich okazała się dla zdających trudna.

Kolejnym typem zadań, weryfikującym umiejętność naukowego wyjaśniania zjawisk i procesów, są polecenia wymagające formułowania argumentów związanych z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, w których zdający musi uzasadnić dokonany wybór poprzez podanie faktów biologicznych, przemawiających za hipotezą, tezą, stwierdzeniem. Takie zadania zawierają czasownik operacyjny „uzasadnij". W tegorocznym arkuszu znalazły się trzy polecenia z tym czasownikiem (zadania: 5.4., 6.2. i 14.1.). Jedno z nich okazało się dla zdających bardzo trudne (zadanie 6.2.), a dwa – trudne (zadanie 5.4. i 14.1.).

Obie grupy zadań wymagają od zdającego sformułowania spójnej, opartej na określonym porządku logicznym, krótkiej odpowiedzi o charakterze argumentacyjnym, lecz różni je zakres formułowanego rozwiązania. Kluczowe znaczenie dla poprawności odpowiedzi do tych zadań ma jednoznaczność przedstawionego toku rozumowania.

Do poniższej analizy zostały wybrane zadania, które wymagały sformułowania zgodnej z poleceniem krótkiej odpowiedzi o charakterze argumentacyjnym, pochodzące z dwóch wiązek zadań: – dotyczącej ekstremofili (zadania 5.3. i 5.4.) oraz bezlistu (zadania 6.1.

i 6.2.). Zadania 5.3. oraz 6.1. sprawdzały umiejętność wykazania relacji przyczynowo-skutkowej między budową a funkcją na różnych poziomach organizacji życia, natomiast polecenia 5.4. i 6.2. sprawdzały umiejętność uzasadnienia dokonanego wyboru. Wspólną cechą omawianych zadań było to, że zdający odnosili się do treści dotyczących różnorodności organizmów, które zostały przedstawione im w nowym kontekście. Maturzyści musieli więc zmierzyć się zarówno ze zrozumieniem materiału źródłowego, jak i z rozwiązaniem postawionego przed nim problemu.

W **zadaniu 5.3.** (poziom wykonania – 11%) zdający mieli wykazać, czyli udowodnić tezę, że stabilność cząstek rRNA i tRNA bakterii termofilnych zwiększa się wraz ze wzrostem zawartości w ich cząsteczkach par zasad GC kosztem zawartości par zasad AU. Zadanie wymagało posiadania przez maturzystów wiedzy na temat budowy kwasów nukleinowych oraz rodzaju wiązań występujących w tych cząsteczkach. Kluczowe było zauważenie, że cząsteczki RNA często zawierają odcinki sekwencji nukleotydowej, które mogą tworzyć pary zasad z komplementarnymi sekwencjami znajdującymi się w innych rejonach tej samej cząsteczki. Te oddziaływania pozwalają cząsteczkom RNA m.in. na zwijanie się w określone struktury przestrzenne. Poprawne rozwiązanie zadania wymagało:

- po pierwsze – zauważenia, że między parą zasad CG występują trzy wiązania wodorowe, a między parą zasad AU – tylko dwa wiązania wodorowe, a większa zawartość par zasad CG kosztem AU zwiększa całkowitą liczbę wiązań wodorowych w cząsteczkach rRNA i tRNA bakterii termofilnych
- po drugie – wskazania, że prowadzi to do wzrostu energii potrzebnej do zaburzenia struktury tych cząsteczek, tzn. ich większej stabilności
- po trzecie – powiązania wskazanych informacji w relację przyczyna-skutek.

Poniżej przedstawiono przykład poprawnej realizacji zadania.

Stabilność cząsteczek rRNA i tRNA zwiększa się wraz ze wzrostem zawartości w ich cząsteczkach par zasad GC, ponieważ pomiędzy G i C tworzą się 3 wiązania wodorowe, a pomiędzy zasadami A i U tworzą się 2 wiązania wodorowe. Większa liczba takich wiązań w cząsteczkach bardziej je stabilizuje, gdyż więcej energii trzeba dostarczyć, aby je rozerwać.

To rozwiązanie obrazuje wymagany zgodnie z poleceniem spójny schemat połączenia przyczynowo-skutkowego: większa liczba odziaływań wodorowych w cząsteczkach oznacza więcej energii wymaganej do ich zerwania, co zwiększa stabilność cząsteczek rRNA i tRNA.

Jednakże większość zdających, podejmując próbę udowodnienia wzrostu stabilności cząsteczek rRNA i tRNA, podawała jedynie fakty dotyczące większej liczby wiązań wodorowych w parze GC niż w parze AU, np.

Pary GC mają między sobą 3 wiązania wodorowe w przeciwieństwie do par AU, które między sobą są połączone dwoma wiązaniami wodorowymi. A to właśnie wiązania wodorowe stabilizują cząsteczki rRNA i tRNA bakterii termofilnych.

Na podstawie powyższej odpowiedzi nadal nie wiadomo, dlaczego większa liczba oddziaływań wodorowych w cząsteczkach rRNA i tRNA zwiększa ich stabilność.

Część niepełnych odpowiedzi nie uwzględniała rodzaju wiązań występujących w parach GC i AU, np.

Stabilność cząsteczek rRNA i tRNA bakterii termofilnych zwiększa się wraz ze wzrostem w ich cząsteczkach par zasad GC, które są połączone 3 wiązaniami, a pary AU tylko dwoma wiązaniami. Większa ilość wiązań stabilizuje cząsteczkę bardziej, niż gdy jest ich mniejsza ilość, ponieważ większa siła jest potrzebna do ich rozerwania.

Często spotykanym błędem w rozwiązaniu tego zadania było także stosowanie do opisu wiązań występujących w parach GC i AU pojęć „wiązania podwójne", „wiązania potrójne", które odnoszą się do kowalencyjnych wiązań wielokrotnych występujących między atomami węgla, np.

W związku z tym, że w parach GC, pomiędzy „G" a „C" występują potrójne wiązania wodorowe, a w przypadku par AU podwójne wiązania wodorowe, to wzrost zawartości par zasad GC poskutkuje większą stabilnością rRNA i tRNA bakterii termofilnych, z uwagi na fakt, że wiązania potrójne są trudniejsze do rozerwania niż wiązania podwójne.

Zadanie 5.4. (poziom wykonania – 37%) wymagało od maturzystów rozstrzygnięcia, która grupa organizmów – psychrofile czy termofile – stanowi źródło polimeraz DNA wykorzystywanych do PCR, oraz podania argumentu przemawiającego za dokonanym wyborem – jego uzasadnienia. Aby poprawnie rozwiązać to zadanie, zdający powinien wykazać się wiedzą na temat warunków, w których jest przeprowadzana PCR. Ten fakt, wraz z umieszczoną w tekście wprowadzającym informacją o warunkach, w jakich funkcjonują psychrofile i termofile, pozwala na dokonanie rozstrzygnięcia i sformułowanie uzasadnienia. W przeciwieństwie do zadania 5.3. odpowiedzi uznawane za poprawne musiały zawierać tylko argument potwierdzający wybór, który odnosił się do jednego z dwóch możliwych obszarów: do termostabilności enzymów bakterii termofilnych lub do wysokiej temperatury stosowanej podczas PCR. Ze względu na czasownik operacyjny „uzasadnij" nie było wymagane przeprowadzenie pełnego dowodu.

Poniżej przedstawiono przykłady poprawnych realizacji polecenia.

- *Źródło polimeraz DNA wykorzystywanych do PCR stanowią termofile, ponieważ ich enzymy są niewrażliwe na wysokie temperatury.*
- *Termofile, ponieważ podczas etapu denaturacji w PCR jest wysoka temperatura.*

Nieliczne poprawne odpowiedzi łączyły oba obszary argumentowania i tworzyły logiczne rozwiązanie, które mogłoby zostać uznane za zgodne z poleceniem zawierającym czasownik operacyjny „wykaż", np.

Źródłem polimeraz DNA wykorzystywanych do PCR są termofile, ponieważ ich enzymy są niewrażliwe na wysokie temperatury, jakie są stosowane podczas PCR.

Jednak w rozwiązaniu tego zadania, podobnie jak w zadaniu 5.3., duża część niepoprawnych odpowiedzi była także niepełna, np.:

- *Źródłem polimerazy DNA wykorzystywanej podczas PCR są termofile, które dzięki swoim przystosowaniom mogą wytrzymać proces powielania DNA.*
- *Są to termofile, ponieważ są one w stanie funkcjonować w wysokiej temperaturze.*

Metoda PCR polega na powielaniu DNA w wyniku wielokrotnego podgrzewania i schładzania próbki z DNA. W tej metodzie nie działa się wysoką temperaturą na całe komórki. W PCR wykorzystuje się termostabilne enzymy pochodzące od termofili.

W **zadaniu 6.1.** (poziom wykonania – 35%) maturzyści musieli na podstawie analizy tekstu źródłowego oraz zdjęcia wykazać, że dojrzały sporofit mchu bezlistu pozyskuje związki organiczne niezależnie od gametofitu, z którego wyrasta. Aby poprawnie rozwiązać zadanie, powinni wyodrębnić z materiałów źródłowych takie cechy bezlistu, które wskazują jednoznacznie na możliwość niezależnego odżywiania się sporofitu i logicznie powiązać je z funkcją w tym procesie. Zdający, którzy szczegółowo przeanalizowali wstęp do zadania, mogli – w zależności od wyodrębnionych cech – wykazywać niezależne pozyskiwanie związków przez sporofit na trzy niewykluczające się sposoby:

- sposób pierwszy – zielona zarodnia sporofitu wskazuje na obecność chloroplastów zawierających chlorofil, dzięki czemu może on samodzielnie wytwarzać związki organiczne
- sposób drugi – gametofity bezlistu nie mają listków, a więc nie prowadzą fotosyntezy i nie mogą one odżywiać sporofitu
- sposób trzeci – gametofit jest dużo mniejszy od sporofitu, a więc nie mógłby wyprodukować i zgromadzić tylu substancji pokarmowych, żeby odżywić sporofit.

Poniżej przedstawiono przykłady poprawnych realizacji zadania.

- *Dojrzały sporofit bezlistu pozyskuje związki organiczne niezależnie od gametofitu, ponieważ listki gametofitu żeńskiego zanikają, gdy dojrzewa sporofit, a puszka zarodni sporofitu zawiera chloroplasty pozwalające na przeprowadzenie fotosyntezy, podczas której wytwarzane są związki organiczne.*
- *Dojrzały sporofit pozyskuje związki organiczne niezależnie od gametofitu, ponieważ podczas dojrzewania sporofitu listki gametofitu żeńskiego zanikają, które pełnią funkcję asymilacyjną, w związku z tym gametofit nie może dostarczać sporofitowi związków organicznych.*
- *Gametofit męski bezlistu jest bardzo drobny, przez co nie mógłby dostarczać sporofitowi związków organicznych, natomiast gametofit żeński podczas dojrzewania sporofitu zanika, więc również nie mógłby być źródłem związków organicznych dla dojrzałego sporofitu.*

Realizacja tego zadania jest więc bliźniacza w swej strukturze do zadania 5.3. – wyodrębniona cecha została logicznie związana z jej znaczeniem w celu dowiedzenia podanej w poleceniu tezy.

Odpowiedzi niepoprawne były najczęściej niepełne – nie uwzględniały cechy budowy bezlistu lub jej znaczenia, np.:

- *Sporofit bezlistu odżywia się samodzielnie, bo przeprowadza proces fotosyntezy.*
- *Puszka sporofitu sporofitu jest zielona, dlatego sporofit pozyskuje związki niezależnie od gametofitu.*

Zadanie 6.2., podobnie jak zadanie 5.4., wymagało od maturzystów dokonania rozstrzygnięcia między dwoma rozwiązaniami oraz uzasadnienia wyboru. Zdający musieli określić, czy bezlist jest rośliną *jednopienną*, czy – *dwupienną* oraz przedstawić uzasadnienie odnoszące się do zawartych w materiale źródłowym odpowiednich cech bezlistu.

Poniżej przedstawiono przykłady poprawnych odpowiedzi.

- *Bezlist zwyczajny jest dwupienny, ponieważ występują gametofity męskie i gametofity żeńskie.*
- *Dwupienny, ponieważ gamety żeńskie i męskie wytwarzane są przez dwie różne rośliny.*
- *Bezlist jest dwupienny, bo gametangia męskie i żeńskie znajdują się na innych osobnikach.*

Jak wskazują powyższe odpowiedzi w rozwiązaniu nie trzeba było (choć było to możliwe) odwoływać się do definicji dwupienności, ale do takich cech bezlistu, które jednoznacznie na nią wskazują.

Najczęściej popełnianym błędem przez zdających było przedstawianie gametofitów bezlistu nie jako samodzielnych roślin, ale organów lub roślin wyrastających ze sporofitu, np.:

- *Jest rośliną dwupienną, ponieważ jeden osobnik wytwarza zarówno gametofity męskie jak i żeńskie.*
- *Dwupienna, ponieważ gametofit męski i żeński znajdują się na różnych osobnikach.*
- *Gametofit bezlistu jest dwupienny, ponieważ gametofit męski i żeński nie występuje wspólnie na jednym osobniku bezlistu.*

Część niepoprawnych odpowiedzi zawierała również błędne kryterium dwupienności gametofitów. W takich rozwiązaniach podawano informację o różnicach w rozmiarach gametofitów, zamiast różnic w rodzaju wytwarzanych gametangiów lub występowaniu dymorfizmu płciowego, np.:

- *Dwupienna, bo gametofit męski i gametofit żeński różnią się rozmiarem.*
- *Gametofit bezlistu jest dwupienny, gdyż między gametofitami występuje dymorfizm płciowy.*

Tak sformułowane uzasadnienia mogą świadczyć o nieznajomości sensu pojęcia dwupienności.

Polecenia zawierające czasownik operacyjny „uzasadnij” wymagają od maturzystów jedynie podania jednego lub większej liczby argumentów popierających daną tezę. Czasownik operacyjny „wykaż” obliguje natomiast do podania co najmniej dwóch faktów oraz ich logicznego połączenia w celu udowodnienia, że zachodzi zależność przyczynowo-skutkowa.

Wnioski i rekomendacje

- Niemałą trudność sprawia maturzystom tworzenie rozwiązań zadań otwartych, które są zgodne z poleceniem, logicznie uporządkowane i poprawne merytorycznie. Poważną przeszkodą jest nieznajomość czasowników operacyjnych wskazujących zakres realizacji polecenia. Problemem jest także stosowanie właściwej terminologii biologicznej, która często jest zastępowana nieprecyzyjnymi, niejednoznacznymi określeniami.
- Poważne problemy sprawiają zdającym wyjaśnianie i wykazywanie związków przyczynowo-skutkowych. W rozwiązaniach zadań sprawdzających umiejętności z zakresu rozumowania ujawniał się brak dogłębnego rozumienia mechanizmów procesów bądź zjawisk analizowanych w zadaniach. Często problemem są braki w wiedzy przedmiotowej, utrudniające holistyczne postrzeganie zjawisk i procesów oraz związków między nimi na różnych poziomach organizacji życia.
- Zdający mają także trudności z budowaniem trafnej argumentacji. Często jest ona zbyt ogólna, niewnikająca w istotę analizowanego zjawiska bądź procesu. Zdający przedstawiają informacje, które są prawdziwe i poprawne merytorycznie, ale nie dowodzą postawionych w zadaniach tez. Argumenty i dowody są często niekompletne, ograniczone do wybranych szczególnych przypadków.
- Duże problemy sprawia maturzystom stosowanie zdobytej wiedzy w sytuacjach nietypowych. Zadania wymagające rozwiązania problemów osadzonych w nowych kontekstach są często złożone z różnorodnych materiałów źródłowych (tekstów, wykresów, schematów, zdjęć) wymagających ich pogłębionej analizy i nie zawsze zdający wyposażeni są w odpowiednie narzędzia, by temu podołać. Brak zrozumienia zależności pomiędzy dostępnymi informacjami oraz nieprecyzyjne ustalanie istoty rozwiązywanego problemu utrudniają lub uniemożliwiają rozwiązanie zadania.
- Maturzyści przeciętnie poradzili sobie z planowaniem układów badawczych, umożliwiających weryfikację postawionych hipotez, oraz z formułowaniem wniosków.
- Dobre rezultaty osiągnęli zdający przede wszystkim w zadaniach osadzonych w typowym kontekście, wymagających odtworzenia ćwiczonych w szkole schematów.
- Należy podkreślić, że istotnym aspektem w poprawnego rozwiązywania zadań jest kontrola własnych działań pozwalająca na wyeliminowanie odpowiedzi niezgodnych z poleceniem, zawierających usterki techniczne (niewłaściwe nazwy, przejęzyczenia).