



**Sprawozdanie  
z egzaminu maturalnego 2019**

**BIOLOGIA**

województwo opolskie

**Opracowanie**

Jadwiga Filipińska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)  
Magdalena Osiadło (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu)  
dr Inga Bator (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Krakowie)

**Redakcja**

dr Wioletta Kozak (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

**Opracowanie techniczne**

Joanna Dobkowska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

**Współpraca**

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

# Biologia

## Poziom rozszerzony

### 1. Opis arkusza

Arkusz egzaminacyjny z biologii na poziomie rozszerzonym zawierał 23 zadania, na które składało się ogółem 54 polecenia (zadań szczegółowych), w tym: 20 zadań zamkniętych (37%) i 34 zadania otwarte krótkiej odpowiedzi (63%). Zadania sprawdzały wiadomości i umiejętności ujęte w sześciu obszarach wymagań ogólnych:

- I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia – 8 poleceń (9 punktów);
- II. Poglębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego – 5 poleceń (6 punktów);
- III. Poglębienie znajomości metodyki badań biologicznych – 9 poleceń (10 punktów);
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji – 3 polecenia (4 punkty);
- V. Rozumowanie i argumentacja – 28 poleceń (30 punktów);
- VI. Postawa wobec przyrody – 1 polecenie (1 punkt).

Większość zadań w arkuszu egzaminacyjnym (19 zadań) składała się z kilku poleceń (2-, 3-, 4-zadań szczegółowych) odnoszących się do tego samego materiału źródłowego, tworząc wiązki zadań. Sprawdzały one wiadomości i umiejętności z różnych obszarów wymagań ogólnych podstawy programowej i dotyczyły głównie umiejętności złożonych. Pozostałe 4 zadania występowały pojedynczo i były to zadania 2-punktowe.

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

Za rozwiązanie wszystkich zadań w arkuszu egzaminacyjnym można było otrzymać 60 punktów.

### 2. Dane dotyczące populacji zdających

Tabela 1. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym\*

Liczba zdających		1172
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym	z liceów ogólnokształcących	876
	z techników	296
	ze szkół na wsi	40
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	290
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	460
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	373
	ze szkół publicznych	1 117
	ze szkół niepublicznych	55
	kobiety	853
	mężczyźni	319
	bez dysleksji rozwojowej	1 098
	z dysleksją rozwojową	74

\* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 0 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	0
	słabowidzący	5
	niewidomi	0
	słabosłyszący	3
	niesłyszący	0
	<b>ogółem</b>	<b>8</b>

### 3. Przebieg egzaminu

Tabela 3. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu

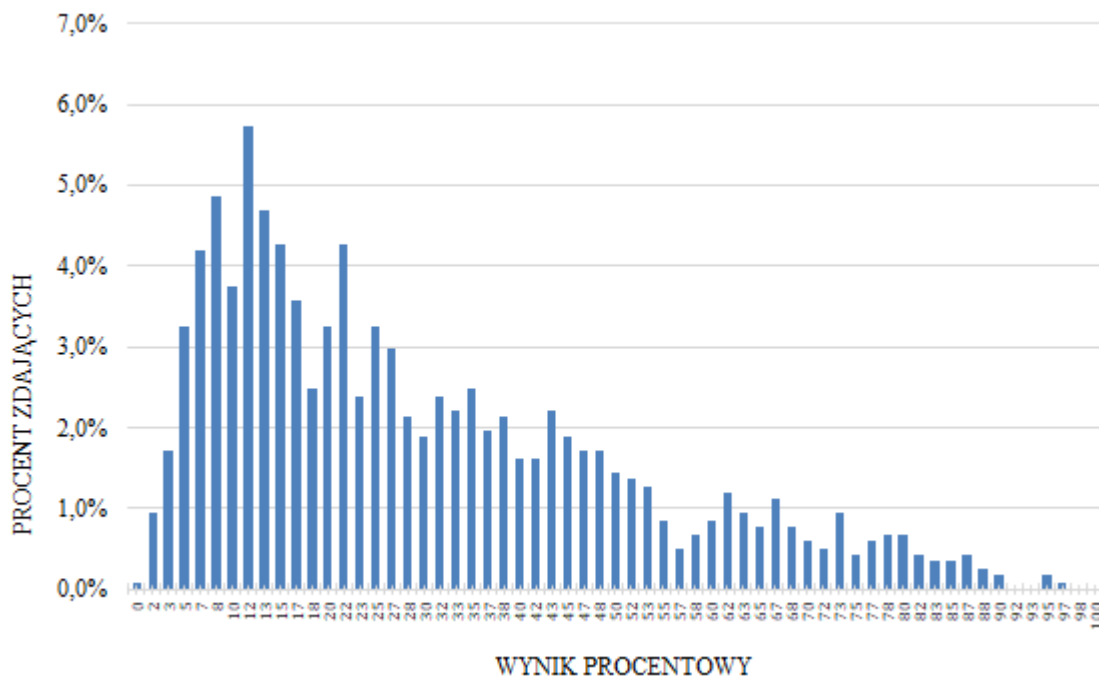
Termin egzaminu		10 maja 2019	
Czas trwania egzaminu		180 minut	
Liczba szkół		83	
Liczba zespołów egzaminatorów		4	
Liczba egzaminatorów		83	
Liczba obserwatorów <sup>1</sup> (§ 8 ust. 1)		0	
Liczba unieważnień <sup>2</sup>	w przypadku:		
	art. 44zzv pkt 1	stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	–
	art. 44zzv pkt 2	wniesienia lub korzystania przez zdającego w sali egzaminacyjnej z urządzenia telekomunikacyjnego	–
	art. 44zzv pkt 3	zakłócenia przez zdającego prawidłowego przebiegu egzaminu	–
	art. 44zzw ust. 1.	stwierdzenia podczas sprawdzania pracy niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	–
	art. 44zzy ust. 7 (1-9)	stwierdzenie naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu maturalnego	–
	art. 44zzy ust. 10	niemożność ustalenia wyniku (np. zaginięcie karty odpowiedzi)	–
Liczba wglądów <sup>2</sup> (art. 44zzz)		39	

<sup>1</sup> Na podstawie rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 21 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowych warunków i sposobu przeprowadzania egzaminu gimnazjalnego i egzaminu maturalnego (Dz.U. z 2016 r., poz. 2223, ze zm.).

<sup>2</sup> Na podstawie ustawy z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (tekst jedn. Dz.U. z 2018 r. poz. 1457, ze zm.).

#### 4. 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 (%)
<b>ogółem</b>	1 172	0	97	23	12	30	21
w tym:							
z liceów ogólnokształcących	876	0	97	30	22	35	21
z techników	296	2	65	10	8	14	10

\* Dane dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

**Poziom wykonania zadań**

Tabela 5. Poziom wykonania zadań

Nr zadania	Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)	
1.	1.1.	<p>V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.</p> <p>I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający opisuje [...] organizmy, przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...].</p>	<p>II. Budowa i funkcjonowanie komórki. Zdający</p> <p>5) wyjaśnia rolę [...] rybosomów, siateczki śródplazmatycznej (gładkiej i szorstkiej), [...] w przemianie materii komórki.</p> <p>VI. Genetyka i biotechnologia.</p> <p>1. Kwasy nukleinowe. Zdający</p> <p>5) przedstawia podstawowe rodzaje RNA występujące w komórce ([...], rRNA, [...]) oraz określa ich rolę.</p> <p>V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka.</p> <p>4. Układ pokarmowy i przebieg procesów trawienia. Zdający</p> <p>1) omawia budowę poszczególnych elementów układu pokarmowego oraz przedstawia związek pomiędzy budową a pełnioną funkcją.</p>	10
1.	1.2.	<p>V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.</p>	<p>II. Budowa i funkcjonowanie komórki. Zdający</p> <p>5) wyjaśnia rolę [...] rybosomów, siateczki śródplazmatycznej (gładkiej i szorstkiej) [...] w przemianie materii komórki.</p> <p>V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka.</p> <p>4. Układ pokarmowy i przebieg procesów trawienia. Zdający</p> <p>1) omawia budowę poszczególnych elementów układu pokarmowego oraz przedstawia związek pomiędzy budową a pełnioną funkcją.</p>	14
	1.3.	<p>V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.</p>	<p>II. Budowa i funkcjonowanie komórki. Zdający</p> <p>4) opisuje budowę i funkcje mitochondriów [...], podaje argumenty na rzecz ich endosymbiotycznego pochodzenia.</p>	15
2.	2.1.	<p>IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] i przetwarza informacje [...].</p> <p>I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne; przedstawia związki między strukturą a funkcją na różnych poziomach organizacji życia.</p>	<p>III. Metabolizm.</p> <p>4. Fotosynteza. Zdający:</p> <p>2) określa rolę najważniejszych barwników biorących udział w fotosyntezie;</p> <p>3) na podstawie schematu analizuje przebieg zależnej od światła fazy fotosyntezy, przedstawia funkcje obu fotosystemów i wyjaśnia, w jaki sposób powstają NADPH i ATP.</p>	37

	2.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] i przetwarza informacje.	III. Metabolizm. 4. Fotosynteza. Zdający: 2) określa rolę najważniejszych barwników biorących udział w fotosyntezie; 3) na podstawie schematu analizuje przebieg zależnej od światła fazy fotosyntezy, przedstawia funkcje obu fotosystemów i wyjaśnia, w jaki sposób powstają NADPH i ATP.	4
	2.3	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...].	III. Metabolizm. 4. Fotosynteza. Zdający 2) określa rolę najważniejszych barwników biorących udział w fotosyntezie.	20
3.	3.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 9. Rośliny – reakcja na bodźce. Zdający 3) wyjaśnia zjawisko fotoperiodyzmu.	36
	3.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 9. Rośliny – reakcja na bodźce. Zdający: 2) przedstawia rolę hormonów roślinnych w funkcjonowaniu rośliny, w tym w reakcjach tropicznych; 3) wyjaśnia zjawisko fotoperiodyzmu.	28
4.	4.1.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający rozumie i stosuje terminologię biologiczną [...], formułuje problemy badawcze [...].	I. Budowa chemiczna organizmów. 4. Białka. Zdający: 4) przedstawia biologiczną rolę białek; 7) określa właściwości fizyczne białek [...]. IV. Przegląd różnorodności organizmów. 8. Rośliny – rozmnażanie się. Zdający 3) przedstawia [...] rozwój i kiełkowanie nasienia u rośliny okrytonasiennej.	26
	4.2.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne; przedstawia związki między strukturą a funkcją na różnych poziomach organizacji życia.	I. Budowa chemiczna organizmów. 1. Zagadnienia ogólne. Zdający 4) wyjaśnia znaczenie wody dla organizmów, opierając się na jej właściwościach fizyczno-chemicznych. 4. Białka. Zdający: 4) przedstawia biologiczną rolę białek; 7) określa właściwości fizyczne białek [...].	41
5.	5.1.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający [...] planuje [...] doświadczenia biologiczne; formułuje problemy badawcze, [...] określa warunki doświadczenia [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 7. Rośliny – odżywianie się. Zdający 2) określa sposób pobierania wody [...] oraz mechanizmy transportu wody ([...] transpiracja [...]). 9. Rośliny – reakcja na bodźce. Zdający	38

			2) przedstawia rolę hormonów roślinnych w funkcjonowaniu rośliny [...].	
	5.2.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający [...] planuje [...] doświadczenia biologiczne; formułuje problemy badawcze, [...] określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 7. Rośliny – odżywianie się. Zdający 2) określa sposób pobierania wody [...] oraz mechanizmy transportu wody ([...] transpiracja [...]). 9. Rośliny – reakcja na bodźce. Zdający 2) przedstawia rolę hormonów roślinnych w funkcjonowaniu rośliny [...].	59
	5.3.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający [...] planuje [...] doświadczenia biologiczne; formułuje problemy badawcze, [...] określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą [...]. V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 7. Rośliny – odżywianie się. Zdający 2) określa sposób pobierania wody [...] oraz mechanizmy transportu wody ([...] transpiracja [...]). 9. Rośliny – reakcja na bodźce. Zdający 2) przedstawia rolę hormonów roślinnych w funkcjonowaniu rośliny [...].	24
6.	6.1.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmem a środowiskiem.	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 2. Wirusy. Zdający 2) opisuje cykl życiowy bakteriofaga (lityczny i lizogeniczny) oraz wirusa zwierzęcego zachodzący bez lizy komórki.	28
	6.2.	II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności, dostrzega związki między strukturą a funkcją na każdym z tych poziomów.	I. Budowa chemiczna organizmów. 4. Białka. Zdający 7) określa właściwości fizyczne białek, w tym zjawiska: koagulacji i denaturacji. V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 4. Układ pokarmowy i przebieg procesów trawiennych. Zdający 3) przedstawia [...] proces trawienia [...] białek [...]. IV. Przegląd różnorodności organizmów. 2. Wirusy. Zdający 1) omawia podstawowe elementy budowy wirionu i wykazuje, że jest ona ściśle związana z przystosowaniem się do skrajnego pasożytnictwa.	26
	6.3.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający opisuje [...], wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...], przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmem a środowiskiem [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 2. Wirusy. Zdający 2) opisuje cykl życiowy bakteriofaga (lityczny i lizogeniczny) oraz wirusa zwierzęcego zachodzący bez lizy komórki.	55



	6.4	<p>II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].</p> <p>I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy [...].</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>2. Wirusy. Zdający</p> <p>4) wymienia najważniejsze choroby wirusowe człowieka (WZW typu A, B i C, AIDS, zakażenie HPV, grypa, odra, świnka, różyczka, ospa wietrzna, polio, wścieklizna).</p> <p>3. Bakterie. Zdający</p> <p>5) wymienia najważniejsze choroby bakteryjne człowieka (gruźlica, czerwotka bakteryjna, dur brzuszny, cholera, wąglik, borelioza, tężec) [...].</p> <p>4. Protisty i rośliny pierwotnie wodne. Zdający</p> <p>4) wymienia najważniejsze protisty wywołujące choroby człowieka (malaria, rzęsistkowica, lamblioza, toksoplazmoza, czerwotka pełzakowa) [...].</p>	27
7.	7.	<p>I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy [...].</p> <p>IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje [...].</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>1. Zasady klasyfikacji organizmów. Zdający</p> <p>5) oznacza organizmy za pomocą klucza.</p> <p>5. Rośliny lądowe. Zdający</p> <p>4) rozpoznaje przedstawicieli rodzimych gatunków iglastych.</p>	15
	8.1.	<p>III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający rozumie i stosuje terminologię biologiczną; planuje, przeprowadza i dokumentuje obserwacje i doświadczenia biologiczne; formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń.</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>10. Grzyby. Zdający:</p> <p>3) wymienia cechy pozwalające na odróżnienie sprzężniowców, workowców i podstawczaków;</p> <p>4) przedstawia związki symbiotyczne, w które wchodzi grzyby (w tym mikoryzę).</p>	37
8.	8.2.	<p>I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne; przedstawia związki między strukturą a funkcją na różnych poziomach organizacji życia.</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>10. Grzyby. Zdający:</p> <p>3) wymienia cechy pozwalające na odróżnienie sprzężniowców, workowców i podstawczaków;</p> <p>4) przedstawia związki symbiotyczne, w które wchodzi grzyby (w tym mikoryzę).</p>	16
	8.3.	<p>I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne; przedstawia związki między strukturą a funkcją na różnych poziomach organizacji życia.</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>10. Grzyby. Zdający:</p> <p>3) wymienia cechy pozwalające na odróżnienie sprzężniowców, workowców i podstawczaków;</p> <p>4) przedstawia związki symbiotyczne, w które wchodzi grzyby (w tym mikoryzę).</p>	30
9.	9.1.	<p>V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...].</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>4. Protisty i rośliny pierwotnie wodne. Zdający</p>	43

			1) przedstawia sposoby poruszania się protistów jednokomórkowych i wskazuje odpowiednie organelle (struktury) [...].	
	9.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje [...] i przetwarza informacje [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 11. Zwierzęta bezkręgowce. Zdający 5) [...] wymienia żywicieli pośrednich i ostatecznych [...].	19
	9.3	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...].	<u>III. etap edukacyjny.</u> VIII. Genetyka. Zdający 1) [...], rozróżnia komórki haploidalne i diploidalne [...].	16
	9.4	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...].	<u>III. etap edukacyjny.</u> VII. Stan zdrowia i choroby. Zdający 3) wymienia najważniejsze choroby człowieka wywoływane przez [...] protisty [...]. <u>IV. etap edukacyjny – zakres rozszerzony.</u> V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 7. Układ odpornościowy. Zdający 2) przedstawia reakcję odpornościową humoralną i komórkową, swoistą i nieswoistą.	25
10.	10.1.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach życia. Zdający opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje [...].	<u>III. etap edukacyjny.</u> III. Systematyka – zasady klasyfikacji, sposoby identyfikacji i przegląd różnorodności organizmów. Zdający 9) wymienia cechy umożliwiające zaklasyfikowanie organizmu do [...] stawonogów (skorupiaków, owadów i pajęczaków) [...] oraz identyfikuje nieznanego organizm jako przedstawiciela jednej z wymienionych grup na podstawie obecności tych cech. <u>IV. etap edukacyjny – zakres rozszerzony.</u> IV. Przegląd różnorodności organizmów. 11. Zwierzęta bezkręgowce. Zdający 2) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] stawonogów [...].	55
	10.2.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach życia. Zdający opisuje, porządkuje i rozpoznaje organizmy [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje [...].	<u>III. etap edukacyjny.</u> III. Systematyka – zasady klasyfikacji, sposoby identyfikacji i przegląd różnorodności organizmów. Zdający 9) wymienia cechy umożliwiające zaklasyfikowanie organizmu do [...] stawonogów (skorupiaków, owadów i pajęczaków) [...] oraz identyfikuje	39

			nieznany organizm jako przedstawiciela jednej z wymienionych grup na podstawie obecności tych cech. <u>IV. etap edukacyjny – zakres rozszerzony.</u> IV. Przegląd różnorodności organizmów. 11. Zwierzęta bezkręgowce. Zdający 2) wymienia cechy pozwalające na rozróżnienie [...] stawonogów [...].	
11.	11.1.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...].	III. Metabolizm. 2. Ogólne zasady metabolizmu. Zdający 5) wskazuje substraty i produkty głównych szlaków i cykli metabolicznych (etapy oddychania tlenowego, rozkład kwasów tłuszczowych).	4
	11.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający opisuje [...], przedstawia związki między strukturą a funkcją na różnych poziomach organizacji życia, przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmem a środowiskiem [...].	I. Budowa chemiczna organizmów. 3. Lipidy. Zdający 1) przedstawia budowę i znaczenie tłuszczów w organizmach.	69
	11.3	VI. Postawa wobec przyrody i środowiska. Zdający [...] rozumie zasady zrównoważonego rozwoju; [...] opisuje postawę i zachowanie człowieka odpowiedzialnie korzystającego z dóbr przyrody i środowiska [...]. V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...].	<u>III. etap edukacyjny.</u> X. Globalne i lokalne problemy środowiska. Zdający 1) przedstawia przyczyny i analizuje skutki globalnego ocieplenia klimatu. <u>IV. etap edukacyjny – zakres podstawowy.</u> VIII. Różnorodność biologiczna i jej zagrożenia. Zdający 1) opisuje różnorodność biologiczną na poziomie [...] gatunkowym i ekosystemowym; wskazuje przyczyny [...] wymierania gatunków, zanikania siedlisk i ekosystemów.	42
12.	12.1.	IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] i przetwarza informacje [...]. II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 5. Układ oddechowy. Zdający: 4) określa rolę krwi w transporcie tlenu i dwutlenku węgla; 5) analizuje wpływ czynników zewnętrznych na stan i funkcjonowanie układu oddechowego [...].	58
	12.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 3. Układ ruchu. Zdający 7) analizuje procesy pozyskiwania energii w mięśniach (rola fosfokreatyny, oddychanie beztlenowe,	49

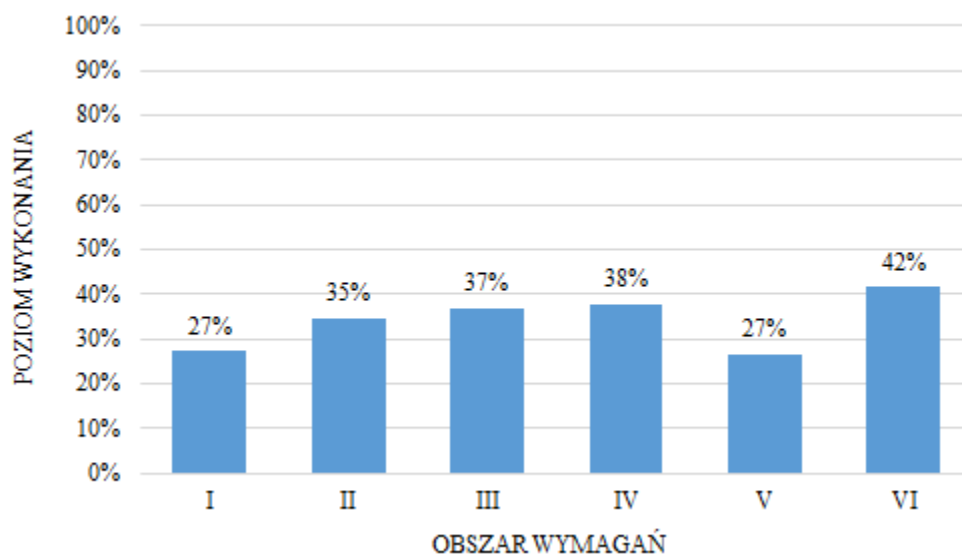
		II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] i przetwarza informacje [...].	rola mioglobiny, oddychanie tlenowe) i wyjaśnia mechanizm powstawania deficytu tlenowego. 5. Układ oddechowy. Zdający: 2) wyjaśnia znaczenie oddychania tlenowego dla organizmu; 4) określa rolę krwi w transporcie tlenu i dwutlenku węgla.	
13.	13.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty. II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 2. Homeostaza organizmu człowieka. Zdający 1) przedstawia mechanizmy i narządy odpowiedzialne za utrzymanie wybranych parametrów środowiska wewnętrznego na określonym poziomie (wyjaśnia regulację stałej temperatury ciała [...]). 6. Układ krwionośny. Zdający 2) wykazuje współdziałanie układu krwionośnego z innymi układami [...].	17
	14.1.	II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności; dostrzega związki między budową a funkcją na każdym z tych poziomów.	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 7. Układ odpornościowy. Zdający 1) opisuje elementy układu odpornościowego człowieka.	35
	14.2	IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł [...].	I. Budowa chemiczna organizmów 4. Białka. Zdający 5) opisuje strukturę 1-, 2-, 3- i 4-rzędową białek.	20
14.	14.3.	II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności; dostrzega związki między budową a funkcją na każdym z tych poziomów.	<u>III. etap edukacyjny.</u> VI. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 6. Układ odpornościowy. Zdający: 2) rozróżnia odporność [...] naturalną i sztuczną, bierną i czynną; 3) porównuje działanie surowicy i szczepionki [...]. <u>IV. etap edukacyjny – zakres podstawowy.</u> 7. Układ odpornościowy. Zdający 1) opisuje elementy układu odpornościowego człowieka.	32
15.	15.	II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności; dostrzega związki między strukturą a funkcją na każdym z tych poziomów.	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 10. Narządy zmysłów. Zdający 2) przedstawia budowę oka [...] oraz wyjaśnia sposób ich działania (omawia drogę bodźca).	44
16.	16.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji, wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...]. IV. Pogłębienie wiadomości	IX. Ewolucja. 3. Elementy genetyki populacji. Zdający 2) przedstawia prawo Hardy'ego-Weinberga i stosuje je do rozwiązywania prostych zadań (jeden	26

		dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający odczytuje [...] i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł [...].	locus, dwa allele).	
	16.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...], formułuje wnioski, formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający opisuje [...], przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...].	IX. Ewolucja. 3. Elementy genetyki populacji. Zdający: 3) wykazuje, że na poziomie genetycznym efektem doboru naturalnego są zmiany częstości genów w populacji; 5) przedstawia warunki, w których zachodzi dryf genetyczny i omawia jego skutki. 2. Dobór naturalny. Zdający 1) wykazuje rolę mutacji [...] w powstawaniu zmienności, która jest surowcem ewolucji.	16
17.	17.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.	VI. Genetyka i biotechnologia. 4. Regulacja działania genów. Zdający: 1) przedstawia teorię operonu; 2) wyjaśnia, na czym polega kontrola negatywna i pozytywna w operonie.	20
	17.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy [...] biologiczne.	VI. Genetyka i biotechnologia. 4. Regulacja działania genów. Zdający: 1) przedstawia teorię operonu; 2) wyjaśnia, na czym polega kontrola negatywna i pozytywna w operonie.	16
	17.3.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.	VI. Genetyka i biotechnologia. 4. Regulacja działania genów. Zdający: 1) przedstawia teorię operonu; 2) wyjaśnia, na czym polega kontrola negatywna i pozytywna w operonie.	13
18.	18.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo--skutkowe [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje [...] i przetwarza informacje [...].	VI. Genetyka i biotechnologia. 5. Genetyka mendlowska. Zdający 4) opisuje sprzężenia genów (w tym sprzężenia z płcią) i przedstawia sposoby ich mapowania na chromosomie.	44
	18.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje [...] i przetwarza informacje. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy [...] biologiczne.	<u>III. etap edukacyjny.</u> VIII. Genetyka. Zdający 6) wyjaśnia dziedziczenie grup krwi człowieka (układ AB0 [...]). <u>IV. etap edukacyjny – zakres rozszerzony.</u> VI. Genetyka i biotechnologia. 5. Genetyka mendlowska. Zdający 1) [...] wyjaśnia i stosuje podstawowe pojęcia genetyki klasycznej (allel, allel dominujący, allel recesywny, locus,	36

			homozygota, heterozygota, genotyp, fenotyp).	
18.3.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy [...] biologiczne.		<u>III. etap edukacyjny.</u> VIII. Genetyka. Zdający 6) wyjaśnia dziedziczenie grup krwi człowieka (układ AB0 [...]). <u>IV. etap edukacyjny – zakres rozszerzony.</u> VI. Genetyka i biotechnologia. 5. Genetyka mendlowska. Zdający 3) zapisuje i analizuje krzyżówki jednogenowe i dwugenowe (z dominacją zupełną i niezupełną oraz allelami wielokrotnymi [...]) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów w pokoleniach potomnych.	46
19.1.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający rozumie i stosuje terminologię biologiczną; [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń. V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.		VII. Ekologia. 1. Nisza ekologiczna. Zdający 1) przedstawia podstawowe elementy niszy ekologicznej organizmu, rozróżniając zakres tolerancji organizmu względem warunków (czynników) środowiska oraz zbiór niezbędnych mu zasobów. IX. Ewolucja. 2. Dobór naturalny. Zdający: 1) wykazuje rolę mutacji i rekombinacji genetycznej w powstawaniu zmienności, która jest surowcem ewolucji; 2) przedstawia mechanizm działania doboru naturalnego [...], omawia skutki doboru w postaci powstawania adaptacji u organizmów.	15
19.2.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający rozumie i stosuje terminologię biologiczną; [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń. V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.		VII. Ekologia. 1. Nisza ekologiczna. Zdający 1) przedstawia podstawowe elementy niszy ekologicznej organizmu, rozróżniając zakres tolerancji organizmu względem warunków (czynników) środowiska [...]. IX. Ewolucja. 2. Dobór naturalny. Zdający: 1) wykazuje rolę mutacji i rekombinacji genetycznej w powstawaniu zmienności, która jest surowcem ewolucji; 2) przedstawia mechanizm działania doboru naturalnego [...] omawia skutki doboru w postaci powstawania adaptacji u organizmów.	25

20.	20.1.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający rozumie i stosuje terminologię biologiczną; [...] formułuje problemy badawcze [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje [...] i przetwarza informacje [...].	VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe. Zdający 6) przedstawia skutki presji populacji zjadającego ([...] roślinożercy [...]) na populację zjadanego, jakim jest zmniejszenie konkurencji wśród zjadanych; przedstawia znaczenie tego zjawiska dla zachowania różnorodności gatunkowej.	17
	20.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy [...] biologiczne. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje [...] i przetwarza informacje [...].	VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe. Zdający 6) przedstawia skutki presji populacji zjadającego ([...] roślinożercy [...]) na populację zjadanego, jakim jest zmniejszenie konkurencji wśród zjadanych; przedstawia znaczenie tego zjawiska dla zachowania różnorodności gatunkowej.	19
21.	21.1.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający rozumie i stosuje terminologię biologiczną [...], formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń.	VII. Ekologia. 4. Struktura i funkcjonowanie ekosystemu. Zdający 3) określa rolę zależności pokarmowych w ekosystemie, przedstawia je w postaci łańcuchów i sieci pokarmowych, analizuje przedstawione (w postaci schematu, opisu itd.) sieci i łańcuchy pokarmowe.	48
	21.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...] związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi [...].	VII. Ekologia. 5. Przepływ energii i krążenie materii w przyrodzie. Zdający 2) wyjaśnia, dlaczego wykres ilustrujący ilość energii przepływającej przez poziomy troficzne od roślin do drapieżców ostatniego rzędu ma postać piramidy.	13
22.	22.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty [...]. VI. Postawa wobec przyrody i środowiska. Zdający rozumie znaczenie ochrony przyrody i środowiska oraz zna i rozumie zasady zrównoważonego rozwoju.	<u>Zakres podstawowy.</u> III. Postawa wobec przyrody i środowiska. 2. Różnorodność biologiczna i jej zagrożenia. Zdający 1) [...] wskazuje przyczyny spadku różnorodności genetycznej, wymierania gatunków, zanikania siedlisk i ekosystemów; <u>Zakres rozszerzony.</u> VIII Różnorodność biologiczna Ziemi. Zdający: 4) przedstawia wpływ człowieka na różnorodność biologiczną, podaje przykłady tego wpływu (zagrożenie gatunków rodzimych [...]); 6) uzasadnia konieczność stosowania ochrony czynnej dla zachowania wybranych gatunków i ekosystemów.	33

	22.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający opisuje [...] organizmy, przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...].	IX. Ewolucja. 4. Powstawanie gatunków. Zdający 3) wyjaśnia różnicę między specjacją allopatryczną a sympatryczną. VIII. Różnorodność biologiczna Ziemi. Zdający 2) przedstawia wpływ zlodowaceń na rozmieszczenie gatunków (rola ostoi w przetrwaniu gatunków w trakcie zlodowaceń, gatunki reliktowe jako świadectwo przemian świata żywego); podaje przykłady reliktywów.	38
23.	23.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...] związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł [...].	IX. Ewolucja. 1. Źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji. Zdający 4) odczytuje z drzewa filogenetycznego relację pokrewieństwa ewolucyjnego gatunków [...]. 5. Pochodzenie i rozwój życia na Ziemi. Zdający 3) opisuje warunki, w jakich zachodzi radiacja adaptacyjna oraz ewolucja zbieżna; podaje przykłady konwergencji i dywergencji; identyfikuje konwergencje i dywergencje na podstawie schematu, rysunku, opisu [...].	45



Wykres 2. Poziom wykonania zadań w obszarze wymagań ogólnych



## Komentarz do wyników krajowych

Do tegorocznego egzaminu maturalnego z biologii na poziomie rozszerzonym przystąpiło 45 048 abiturientów liceów ogólnokształcących i techników tj. 18,2% ogółu zdających egzamin maturalny. Średni wynik egzaminu z biologii wynosił 33% (37% dla absolwentów liceów ogólnokształcących i 14% dla absolwentów techników). Tylko 52% absolwentów uzyskało wynik wyższy od wyniku średniego, dla 48% absolwentów egzamin ten był bardzo trudny lub trudny.

Tegoroczny arkusz egzaminacyjny, podobnie jak w latach ubiegłych, składał się głównie z zadań sprawdzających umiejętności złożone jak: rozumowanie i argumentacja, poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji, znajomość metodologii badań biologicznych. Niezależnie od typu zadań, ich rozwiązanie wymagało od zdającego umiejętności wykorzystania informacji w materiale źródłowym, umiejętności integrowania wiadomości z różnych dziedzin biologii i umiejętności wykorzystania własnej wiedzy do rozwiązywania problemów.

Najtrudniejsze dla maturzystów okazały się zadania reprezentujące obszary I, III i V – poziom wykonania zadań w tych obszarach wynosił odpowiednio: 30%, 33% i 32%. Nieco łatwiejsze były zadania z obszaru II wymagania ogólnego (poziom wykonania zadań w obszarze – 38%) i obszaru IV wymagania ogólnego (poziom wykonania zadań w obszarze – 43%), a także z obszaru VI wymagania ogólnego (poziom wykonania zadań w obszarze – 47%). Podobnie jak w poprzednich latach, większość zadań w arkuszu egzaminacyjnym łączyła umiejętności z różnych obszarów wymagań ogólnych.

W tegorocznym arkuszu nie było zadań bardzo łatwych, a tylko jedno zadanie (11.2.) było dla zdających łatwe.

### 1. Analiza jakościowa zadań

W arkuszu egzaminacyjnym znajdowało się osiem zadań z obszaru **I** wymagania ogólnego (**poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia**), za które można było uzyskać dziewięć punktów. Sprawdzały one umiejętność opisywania, porządkowania i rozpoznawania organizmów (zadania 6.1., 7., 8.2., 8.3., 10.1. i 10.2.) oraz umiejętność przedstawiania i wyjaśniania procesów biologicznych (zadania 4.2. i 11.1.).

Najłatwiejszym zadaniem w tym obszarze było zadanie 10.1. (poziom wykonania zadania – 56%), w którym zdający mieli rozpoznać, wśród przedstawionych na rysunku przedstawicieli różnych grup stawonogów, wszystkie gatunki należące do owadów. Rozwiązanie tego zadania wymagało od maturzystów znajomości cech charakterystycznych dla poszczególnych gromad stawonogów i wykorzystania tej wiedzy do analizy rysunku.

Podobnie zadanie 10.2 – drugie zadanie z tej samej wiązki zadań – również nie było zbyt trudne (poziom wykonania zadania – 44%). W zadaniu tym należało wskazać rysunek pajęczaka i uzasadnić swój wybór, wskazując obecność 4 par odnóży krocnych lub brak czułków – cech odróżniających je od innych przedstawionych stawonogów. Zwykle wybierano właściwą odpowiedź D., błędy natomiast dotyczyły uzasadnienia. Często polegały one na podawaniu cech występujących również u innych gromad stawonogów albo

na przytaczaniu cechy, która nie precyzuje funkcji odnoży, np. „4 pary odnoży”<sup>2</sup> lub „4 pary odnoży tułowiowych”, albo nieodnoszącej się do liczby par odnoży np. „4 odnoża kroczone”.

Znacznie trudniejsze okazały się zadania sprawdzające tę samą umiejętność na przykładzie roślin i grzybów.

Zadanie 7. polegało na rozpoznaniu dwóch rodzimych gatunków roślin iglastych przedstawionych na rysunkach, dobraniu odpowiedniego opisu tego gatunku oraz podaniu właściwej nazwy rodzajowej każdej z roślin. Trzeba podkreślić, że było to zadanie proste konstrukcyjnie, a na rysunkach przedstawiono charakterystyczne krajowe rośliny iglaste: *cisa pospolitego* i *jałowca zwyczajnego*, które, zgodnie z zapisami podstawy programowej, maturzysta powinien znać.

Zadanie okazało się jednak bardzo trudne – rozwiązało je tylko 17% zdających. Roślinom tym błędnie przypisywano nazwy innych roślin iglastych, np.: „modrzew”, „jodła”, „świerk”, „sosna”, a nawet nazwy roślin liściastych, np.: „jarzębina”, „jawor”, „grab”, albo też „jemiola”, „borówka”, „czarny bez”. Często też pojawiały się nazwy grup systematycznych, np. „jednopienne” i „dwupienne”, „nagonasienne” i „okrytonasienne”, „skrzypy” i „widłaki”. Świadczyć to może nie tylko o braku praktycznych umiejętności rozpoznawania roślin, ale także o brakach maturzystów w zakresie klasyfikacji i systematyki roślin.

Zadanie 8.2. (poziom wykonania zadania – 21%) było zadaniem zamkniętym i polegało na wyborze, spośród podanych w zadaniu, właściwych informacji opisujących grzyby workowce. Również w tym przypadku rozwiązanie zadania wymagało od zdających posiadania wiedzy dotyczącej cech workowców i umiejętności jej wykorzystania, dokonując selekcji podanych informacji. Łatwiejsze natomiast było drugie zadanie z wiązki zadań dotyczącej grzybów – zadanie 8.3. (poziom wykonania zadania – 33%). Było to też zadanie zamknięte, ale sprawdzające węższy zakres treści – polegało jedynie na wskazaniu na rysunku zarodni, w której powstają zarodniki workowe.

Podobny poziom trudności miało zadanie 6.1. prawidłowo rozwiązane przez 34% zdających. W zadaniu tym należało wskazać, że w opisanej terapii fagowej wykorzystywane są bakteriofagi przeprowadzające cykl lityczny a nie bakteriofagi przeprowadzające cykl lizogeniczny. W uzasadnieniu odpowiedzi trzeba było się odwołać do celu tego typu terapii – niszczenia patogennych bakterii w wyniku namnażania się wirusa. Przykładowa poprawna odpowiedź:

*Lityczny, ponieważ w komórce skutecznie się namnaża i niszczy patogenne bakterie.*

Nieprawidłowe rozwiązania wynikały najczęściej z mylenia bakteriofagów przeprowadzających cykl lityczny z bakteriofagami przeprowadzającymi cykl lizogeniczny, rzadziej – z niezrozumienia celu tego typu terapii fagowej.

Najtrudniejszym zadaniem w tym obszarze wymagania ogólnego i jednocześnie najtrudniejszym zadaniem w całym arkuszu egzaminacyjnym było zadanie 11.1., które rozwiązało zaledwie 7% zdających. Wchodziło ono w skład wiązki zadań i sprawdzało umiejętność przedstawiania i wyjaśniania procesów biologicznych związanych z adaptacją niedźwiedzia polarnego do środowiska życia.

---

<sup>2</sup> Uwaga: We wszystkich cytowanych w komentarzu wypowiedziach zachowano oryginalny zapis.

W zadaniu tym należało podać nazwę procesu metabolicznego, w którym jednym z produktów rozkładu tłuszczu zgromadzonego w tkance tłuszczowej niedźwiedzia polarnego jest woda metaboliczna. Trudność tego zadania polegała na właściwym zrozumieniu polecenia. Najczęstszą błędną odpowiedzią była odpowiedź „ $\beta$ -oksydacja”, gdzie zdający nie odnosili się do polecenia, ale korzystali z wiedzy opartej na skrócie myślowym „rozkład tłuszczów  $\rightarrow$   $\beta$ -oksydacja”. Bardzo często pojawiała się niepełna odpowiedź „oddychanie wewnątrzkomórkowe”, bez doprecyzowania, czy jest to oddychania tlenowe, czy – beztlenowe. To pokazuje, że prawidłowe rozwiązywanie zadań w dużej mierze zależy od uważnego czytania poleceń i udzielania precyzyjnych odpowiedzi.

Zadanie 4.2. sprawdzające tę samą umiejętność nie było jednak zbyt trudne – poziom wykonania zadania – 39%. Było to zadanie zamknięte i polegało na wskazaniu związku chemicznego warunkującego proces pęcznienia nasion, a więc w tym przypadku białek, które tworzą koloidy. Wielu zdających nie rozumiało, że chodzi o pęcznienie koloidów i często wskazywało sacharozę, nie zauważając, że jest to substancja rozpuszczająca się w wodzie. Sacharoza może spowodować napływ wody do komórek nasion na zasadzie osmozy, jednak ciśnienie osmotyczne wytworzone nawet przez bardzo duże stężenie sacharozy nie byłoby wystarczające do rozbicia kolby. Świadczy to o nierozumieniu przez maturzystów mechanizmu zjawiska pęcznienia nasion.

W obszarze II wymagania ogólnego (**pogłębione wiadomości dotyczące budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego**) znajdowało się pięć zadań, za które można było uzyskać sześć punktów. Zadania te nie były dla tegorocznych maturzystów najtrudniejszymi w arkuszu, co wynikało najprawdopodobniej z tego, że sprawdzały one wiadomości realizowane również na wcześniejszych etapach edukacyjnych, a zagadnienia te często pojawiały się w arkuszach egzaminacyjnych.

Przykładowo, zadania 14.1. i 14.3. sprawdzały wiadomości z zakresu układu odpornościowego. W zadaniu 14.1. (poziom wykonania zadania – 38%) należało, wybierając spośród podanych odpowiedzi, określić rolę wskazanych fragmentów przedstawionej na schemacie cząsteczki przeciwciała, natomiast w zadaniu 14.3. (poziom wykonania zadania – 37%) – wskazać substancję leczniczą, w której znajdują się przeciwciała i określić rodzaj odporności, jaką ona wywołuje. Podobnie też w zadaniu 6.2. (poziom wykonania zadania – 34%) wyjaśnienie dotyczące inaktywacji preparatów fagowych opierało się na znajomości funkcjonowania układu pokarmowego. Zdający zwykle prawidłowo dostrzegali, że inaktywacja fagów może być spowodowana denaturacją białek bakteriofaga lub uszkodzeniem jego kwasu nukleinowego przez niskie pH kwasu solnego wydzielanego w żołądku.

Najtrudniejszym zadaniem w tym obszarze wymagania ogólnego było zamknięte zadanie 6.4. (poziom wykonania zadania – 31%), w którym należało wskazać choroby wywoływane przez bakterie. Sprawdzało ono podstawowe wiadomości z zakresu stanu zdrowia i chorób człowieka, realizowane również na III etapie edukacyjnym. Najłatwiejsze natomiast okazało się zadanie 15., które prawidłowo rozwiązało 45% zdających. Zadanie to sprawdzało znajomość budowy i funkcjonowania oka ludzkiego i wymagało umiejętności powiązania posiadanej wiedzy z informacjami przedstawionymi na rysunku.

W tegorocznym arkuszu egzaminacyjnym znajdowało się dziewięć zadań z obszaru III wymagania ogólnego, które sprawdzały różne umiejętności z **metodologii badawczej**. Za ich prawidłowe rozwiązanie można było uzyskać 10 punktów.

Umiejętność formułowania problemu badawczego i formułowania hipotezy sprawdzały zadania 4.1. i 5.1.

Zadanie 4.1. (poziom wykonania zadania – 30%) polegało na wybraniu opisu zestawu badawczego umożliwiającego rozstrzygnięcie, która z hipotez postawionych w zadaniu stanowi prawdopodobne wyjaśnienie badanego zjawiska: hipoteza mówiąca o tym, że proces pęcznienia jest zjawiskiem czysto fizycznym, czy hipoteza, według której pęcznienie wymaga aktywności metabolicznej nasion.

Poprawna odpowiedź powinna wskazywać zestaw badawczy zawierający suche nasiona grochu wyprażone w piekarniku. W tych nasionach dezaktywowano białka w wyniku zastosowania wysokiej temperatury, wykluczając w ten sposób wpływ reakcji metabolicznych, zachodzących w nasionach, na badany proces. W dalszej kolejności maturzysta powinien dostrzec, że w doświadczeniu badano proces imbibicji, a sposobem jego pomiaru było zaobserwowanie wzrostu objętości nasion na skutek pęcznienia, czego konsekwencją był wzrost ciśnienia w kolbie i jej pęknięcie. Ten etap doświadczenia przedstawiono na rysunku.

Zatem, wyprażone nasiona powinny zostać umieszczone w wodzie, żeby w ogóle do pęcznienia mogło dojść, a kolbę należało zamknąć szczelnie korkiem, aby wykorzystać jako czynnik pomiaru zmiany ciśnienia wywierane przez pęczniejące nasiona na kolbę. Wielu zdających miało jednak problem z takim tokiem rozumowania i często mechanicznie zaznaczało błędne odpowiedzi.

Zadanie 5. stanowiło wiązkę trzech zadań (5.1., 5.2. i 5.3.) sprawdzających różne umiejętności z zakresu metodologii badań biologicznych na przykładzie tego samego doświadczenia, dotyczącego wpływu kwasu abscysynowego i wilgotności powietrza na transpirację u lilaka.

Zadanie 5.1. sprawdzało umiejętność formułowania problemu badawczego i polegało na wybraniu, spośród podanych, dwóch poprawnie sformułowanych problemów badawczych do przedstawionego doświadczenia. Okazało się to jednak trudne dla zdających (poziom wykonania zadania – 38%). Często błędnie wskazywano odpowiedź B, w której wymieniono dwa czynniki wpływające na transpirację u lilaka tj. oprysk ABA oraz wilgotność powietrza, ale pomijano obiekt badań, czyli lilaka. Rzadziej pojawiała się odpowiedź D., w której problem badawczy uwzględniał tylko jeden działający czynnik.

Umiejętność rozróżniania próby badawczej i kontrolnej sprawdzało zadanie 5.2. (poziom wykonania zadania – 61%). Było to zadanie zamknięte i polegało na wskazaniu zestawu doświadczalnego, dla którego zestaw B był zestawem kontrolnym oraz określeniu, czy zestaw D był zestawem kontrolnym czy badawczym dla zestawu A lub B lub C. Nieprawidłowe odpowiedzi wynikały najprawdopodobniej z niezrozumienia przebiegu doświadczenia, mimo jego szczegółowego opisu i zilustrowania.

Zadanie 5.3. (poziom wykonania zadania – 26%) sprawdzało umiejętność przewidywania i wyjaśniania wyników przedstawionego doświadczenia. Polegało na określeniu zestawu doświadczalnego, w którym będzie można po dwóch godzinach zaobserwować w kapilarach największy ubytek wody i na wyjaśnieniu tego zjawiska. Prawidłowe rozwiązanie powinno zawierać wskazanie właściwego zestawu doświadczalnego (B) oraz wyjaśnienie wyniku odnoszące się bezpośrednio lub w sposób opisowy do najintensywniejszej transpiracji spowodowanej niską wilgotnością powietrza i otwarciem aparatów szparkowych.

Przykładowa odpowiedź poprawna.

„Zestaw doświadczalny: B.

Wyjaśnienie: *Niska wilgotność powietrza sprzyja transpiracji, a dzięki niezastosowaniu ABA aparaty szparkowe pozostają otwarte, co również sprzyja transpiracji i ubytek wody będzie największy.*”

Nieprawidłowe rozwiązania tego zadania dotyczyły najczęściej błędnego wyboru zestawu doświadczalnego, co spowodowane było niewłaściwą interpretacją wpływu wilgotności powietrza na intensywność transpiracji, np.

„Zestaw doświadczalny: D,

Wyjaśnienie: *Duża wilgotność spowoduje otwarcie się aparatów szparkowych i zachodzenie procesu transpiracji, natomiast brak zastosowania ABA nie zahamuje tego procesu, co doprowadzi do największego ubytku wody w kapilarze.*”

lub

„Zestaw doświadczalny: A,

Wyjaśnienie: *Oprysk ABA spowoduje zamykanie aparatów szparkowych, a niska wilgotność powietrza dodatkowo ograniczy transpirację, dlatego roślina będzie pobierać duże ilości wody.*”

Wiele odpowiedzi było niepełnych, zdający nie uwzględniali w wyjaśnieniu otwarcia aparatów szparkowych lub zamiennie traktowali oprysk ABA jako synonim ich otwarcia, np.

„Zestaw doświadczalny: B,

Wyjaśnienie: *Nie ma oprysku ABA, dlatego proces transpiracji będzie zachodził wydajniej niż w zestawie A o tej samej wilgotności, ponadto będzie zachodził szybciej niż C i D, bo przy dużej wilgotności powietrza transpiracja zachodzi wolniej niż w małej. Duża transpiracja wiąże się z większym ubytkiem wody w kapilarach.*”

Umiejętność formułowania wniosków wynikających z przedstawionych doświadczeń sprawdzały zadania 8.1. i 20.1.

W rozwiązaniach tych zadań oczekiwano poprawnie zbudowanego zwięzłego i krótkiego wniosku, który odnosił się do problemu badawczego przedstawionego w doświadczeniu oraz zawierał: nazwę obiektu badawczego, czynnik, który wpływał na badany obiekt oraz kierunek zmiany. W obu zadaniach popełniano podobne błędy – w rozwiązaniach brakowało któregoś z wymaganych elementów albo odpowiedzi nie spełniały wymogów wniosku.

Prawidłowo sformułowany wniosek w zadaniu 8.1 (poziom wykonania zadania – 39%) powinien uwzględniać wpływ infekcji endofitem na zmniejszenie skutków zakażenia kakaowca fitoflorą lub na zwiększenie odporności kakaowca na fitoflorę. Przykładowa poprawna odpowiedź: *Obecność endofitów w liściach kakaowca zmniejsza odsetek uszkodzonych liści kakaowca przez fitoflorę.*

Nieprawidłowe rozwiązania zdających można zaklasyfikować do trzech kategorii:

- wnioski niepełne, które nie uwzględniały badanego obiektu, jakim był kakaowiec, np. *Obecność endofitów zmniejsza odsetek uszkodzenia liści wywołanego zakażeniem fitoftorą.*
- odpowiedzi niebędące wnioskami, ale stanowiące odczyt wyników przedstawionych w tabeli, np. *Zakażenie fitoftorą w obecności endofitów powoduje mniejsze uszkodzenia liści kakaowca niż w przypadku zakażenia fitoftorą bez udziału endofitów.*
- wnioski nieuprawnione, czyli takie, których nie da się sformułować na podstawie przedstawionego doświadczenia, a które wymagałyby przeprowadzenia dodatkowych, inaczej skonstruowanych badań. Takie odpowiedzi odwoływały się np. do rozwoju fitofторы, np. *Obecność endofitów w liściach kakaowca wpływa hamująco na rozwój pasożytniczej fitofторы w liściach tej rośliny* lub do mechanizmu interakcji między fitoftorą, endofitem i kakaowcem, np. *Symbiotyczne grzyby zapobiegają rozprzestrzenianiu się pasożytniczego protista na liściach kakaowca* albo *Obecność endofitów w siewkach kakaowca zmniejsza pasożytnicze działanie fitofторы.*

W zadaniu 20.1 (poziom wykonania zadania – 21%) należało sformułować wniosek na podstawie wyników badań dotyczących wpływu ekstensywnego wypasu bydła na różnorodność gatunkową zbiorowiska trawiastego Ameryki Południowej.

Podobnie jak w poprzednim zadaniu, pojawiały się odpowiedzi niepełne, np. we wniosku nie było odniesienia do konkretnego zbiorowiska, np. *Zbiorowisko, na którym wypasane było bydło zyskuje większą różnorodność gatunkową* lub *Umiarkowane wypasanie bydła zwiększa różnorodność gatunkową środowiska, na którym było jest wypasane niezależnie od pory roku* albo też brakowało odniesienia do wypasu bydła, używając w zamian pojęcia „roślinożercy”, np. *Wypas roślinożerców powoduje wzrost różnorodności gatunkowej pampy.*

Również w tym zadaniu zamiast wniosku maturzyści w rozwiązaniach przedstawiali odczyt wyników badania, np. *Wypasanie bydła w okresie od początku września do połowy listopada skutkuje wzrostem różnorodności gatunkowej zbiorowiska trawiastego w pampie* lub *Zbiorowisko wypasane w listopadzie miało najwyższą różnorodność gatunkową*, albo też przedstawiali porównanie zbiorowiska wypasanego i niewypasanego, np. *Różnorodność gatunkowa w sierpniu jest taka sama dla zbiorowiska wypasanego i niewypasanego.*

Sporadycznie pojawiały się błędne merytorycznie odpowiedzi dotyczące zmniejszania różnorodności biologicznej pod wpływem wypasania, np. *Zwiększenie intensywności wypasania bydła zmniejsza różnorodność gatunkową pampy* lub *Różnorodność zbiorowiska trawiastego Ameryki Południowej jest wyższa, gdy nie wypasa się na niej bydła.*

Zadania 19.1. i 19.2. sprawdzały umiejętność interpretacji wyników badań i były to zadania trudne dla zdających. Do ich rozwiązania niezbędna była umiejętność przedstawienia wyników badań w świetle posiadanej wiedzy z różnych działów biologii.

Zadanie 19.2. (poziom wykonania zadania – 27%) było zadaniem zamkniętym i polegało na ocenie, czy na podstawie przedstawionych wyników badań można sformułować wnioski podane w zadaniu.

Najtrudniejszym zadaniem w tym obszarze wymagania ogólnego było zadanie 19.1. – prawidłowo rozwiązało je tylko 17% maturzystów. Było to zadanie złożone, w którym umiejętność interpretacji wyników badań należało wykorzystać do uzasadnienia postawionej tezy (obszar V wymagania ogólnego).

Szczegółowa analiza zadań 19.1. i 19.2. została przedstawiona w rozdziale komentarza *Problem „pod lupą”*.

Z IV obszaru wymagania ogólnego (**poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji**) w tegorocznym arkuszu egzaminacyjnym znajdowały się trzy zadania: 2.1., 12.1. i 14.1., za które można było uzyskać łącznie cztery punkty. Chociaż z reguły umiejętności z tego obszaru nie są dla zdających zbyt trudne, to tegoroczne zadania nie były dla maturzystów ani bardzo łatwe, ani też łatwe.

Umiarkowanie trudne okazało się jedynie zadanie 12.1. (poziom wykonania zadania – 62%), które sprawdzało umiejętność odczytywania danych z wykresu dotyczącego stopnia zatrucia człowieka czadem.

W zadaniu 2.1. (poziom wykonania zadania – 43%) należało, na podstawie schematów przedstawiających fosforylację cykliczną i niecykliczną, porównać oba typy fosforylacji pod względem udziału w nich fotosystemów, zachodzenia fotolizy wody oraz produktów powstających podczas ich przebiegu. Za zadanie można było otrzymać maksymalnie 2 punkty, ale większość zdających uzyskiwała tylko 1 punkt. Najczęściej pojawiającym się błędem było podawanie w odpowiedzi tylko części produktów fotosyntezy – zwykle pomijano tlen, jako produkt fosforylacji niecyklicznej.

Najtrudniejsze w tym obszarze było zadanie 14.2. (poziom wykonania zadania – 23%), które dotyczyło analizy budowy przeciwciała przedstawionego na schemacie. Zdający mieli podać liczbę mostków disiarczkowych stabilizujących strukturę 4-rzędową. Najczęstszą błędną odpowiedzią była liczba 16, co może świadczyć o nieuważnym czytaniu polecenia – cytowana odpowiedź odnosi się do wszystkich mostków disiarczkowych obecnych w tej cząsteczce. Przyczyną mógł być również brak rozróżniania struktury czwartorzędowej białka lub brak umiejętności zastosowania posiadanej wiedzy do zanalizowania schematu immunoglobuliny.

Zadania sprawdzające umiejętności **rozumowania i argumentacji** (wymaganie ogólne V) stanowiły, zgodnie z założeniami konstrukcji arkusza egzaminacyjnego, znaczącą jego część, a zatem miały istotny wpływ na wynik osiągniany przez zdających. W tegorocznym arkuszu egzaminacyjnym znajdowało się 28 zadań, za które można było uzyskać łącznie 30 punktów.

Zadania te sprawdzały przede wszystkim umiejętności złożone i wymagały od zdających wykazania się dogłębną wiedzą i umiejętnością jej wykorzystania do rozwiązywania przedstawionych w zadaniach problemów, jak np. wyjaśnianie zależności przyczynowo-skutkowych, formułowanie uzasadnień, czy argumentów. Były to zadania zarówno otwarte (18 zadań) wymagające sformułowania i zapisania krótkiej odpowiedzi, jak też zadania zamknięte (10 zadań). Najwięcej zadań zamkniętych (typu prawda/fałsz lub tak/nie) wymagało od zdających oceny poprawności zdań dotyczących przedstawionych w zadaniu problemów. Pojawiły się również zadania wymagające od zdających wybrania, spośród podanych wariantów, określeń takich, które sprawią, że uzupełnione przez nich zdania będą zawierały informacje prawdziwe.

Jak co roku, największą trudność maturzystom sprawiały zadania otwarte, które w poleceniu zawierały czasownik operacyjny „wyjaśnij”. Wymagały one od zdających konstruowania złożonych odpowiedzi, które zawierają nie tylko przyczynę i skutek opisywanych zależności, ale również jej mechanizm, czyli drogę prowadzącą od przyczyny do skutku.

W tegorocznym arkuszu egzaminacyjnym, aż osiem zadań okazało się bardzo trudnymi dla zdających, a piętnaście – trudnymi. Cztery zadania były umiarkowanie trudne (6.3., 18.1., 18.3. i 12.2.) i tylko jedno było łatwe – zadanie 11.2. (poziom wykonania zadania – 70%), które okazało się jednocześnie najłatwiejszym zadaniem w całym arkuszu.

Najtrudniejszym zadaniem z tego obszaru wymagania ogólnego okazało się zadanie 2.2. (poziom wykonania zadania – 8%) dotyczące fotosyntezy – podstawowego procesu, który maturzysta powinien znać. W zadaniu tym należało wyjaśnić, dlaczego do zajścia fotosyntezy konieczny jest niecykliczny transport elektronów. Prawidłowa odpowiedź powinna się odnosić do powstawania w procesie fosforylacji niecyklicznej  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  i jego roli w redukcji kwasu 3-fosfoglicerynowego do aldehydu 3-fosfoglicerynowego, zachodzącej w cyklu Calvina.

Przykładowe odpowiedzi poprawne.

*Tylko podczas fosforylacji niecyklicznej powstaje  $\text{NADPH} + \text{H}^+$ , który jest potrzebny w fazie ciemnej w etapie redukcji.*

*Tylko podczas fosforylacji niecyklicznej powstaje zredukowany  $\text{NADP}$ , który bierze udział w cyklu Calvina w redukcji kwasu 3-fosfoglicerynowego do aldehydu 3-fosfoglicerynowego.*

Powtarzającym się błędem zdających było udzielanie odpowiedzi niepełnych, w których zdający ogólnie odnosili się do wykorzystania zredukowanego przenośnika wodoru w cyklu Calvina lub w fazie fotosyntezy niezależnej od światła, bez odwoływania się do etapu, w którym ten związek uczestniczy, czyli do etapu redukcji w tym cyklu, np.

*W transporcie cyklicznym powstaje jedynie  $\text{ATP}$ , a niecyklicznym transporcie elektronów również  $\text{NADPH} + \text{H}^+$ , który umożliwia zajście cyklu Calvina.*

Takie niepełne odpowiedzi nie wykazywały w sposób wyczerpujący drogi prowadzącej od przyczyny do skutku, co było oczekiwane w tym zadaniu. Nie pokazywały, że do syntezy związków organicznych ze związków nieorganicznych oprócz  $\text{ATP}$  potrzebny jest również  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  stanowiący siłę redukcyjną w cyklu Calvina.

Niekiedy zdający błędnie stwierdzali, że  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  jest wykorzystywany w cyklu Calvina zarówno do redukcji, jak i regeneracji, np.

*W transporcie cyklicznym elektronów powstaje tylko  $\text{ATP}$ , które nie wystarczy aby zachodziła faza niezależna od światła, ponieważ bez  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  nie jest możliwe zachodzenie redukcji i regeneracji w cyklu Calvina, podczas gdy  $\text{NADPH} + \text{H}^+$  uczestniczy wyłącznie w etapie regeneracji.*

Z tej samej wiązki zadań trudnym okazało się również zadanie 2.3. (poziom wykonania zadania – 21%), zadanie zamknięte typu P/F, które polegało na ocenie prawdziwości trzech informacji dotyczących fazy fotosyntezy zależnej od światła. Bardzo często nieprawidłowo oceniana przez zdających była pierwsza informacja: „Przenośniki elektronów występują w stromie chloroplastu, natomiast barwniki tworzące fotosystemy – w tylakoidach gran”, co świadczy o słabym opanowaniu wiadomości dotyczących przebiegu fotosyntezy i jej lokalizacji w komórce.



Do najtrudniejszych zadań w arkuszu egzaminacyjnym należały również zadania tworzące wiązkę zadania 1., tj. zadania: 1.1., 1.2., i 1.3. – poziom wykonania zadań odpowiednio: 14%, 16% i 22%. Zadania te wymagały od zdających umiejętności wykorzystania posiadanych wiadomości do rozwiązania przedstawionych w poleceniach problemów i wykazania określonych zależności.

Zadanie 1.1. polegało na wykazaniu związku między obecnością licznych rybosomów w komórkach trzustki a obecnością dobrze widocznych jąderek. W prawidłowej odpowiedzi do tego zadania należało odwołać się do roli jąderka w syntezie rRNA lub składaniu podjednostek rybosomów. Wielu zdających udzieliło poprawnej odpowiedzi spełniającej kryteria np.

*W jąderkach zachodzi składanie podjednostek rybosomów, dlatego komórki trzustki posiadające liczne rybosomy mają dobrze widoczne jąderka.*

lub

*W jąderkach syntetyzowany jest rRNA, budujący podjednostki rybosomów, dlatego dobrze widoczne jąderka są związane z obecnością licznych rybosomów w komórkach.*

Część zdających udzielała zbyt ogólnej odpowiedzi ograniczającej się jedynie do charakterystyki jąderek, np. *Jąderka zawierają informację o budowie rRNA budującego rybosomy* – nie wykazano w nich zależności między licznymi rybosomami w komórce a ich aktywnością, czyli dobrą widocznością jąderek w jądrze danej komórki.

Najczęściej popełnianym przez zdających błędem było twierdzenie, że *w jąderkach powstają rybosomy*, co jest informacją nieprawdziwą. Proces powstawania rybosomów jest wieloetapowy i tylko niektóre z tych etapów zlokalizowane są w jąderku. Należy do nich proces transkrypcji pre-rRNA na matrycy rDNA, posttranskrypcyjna obróbka pre-rRNA w celu wytworzenia rRNA oraz łączenie odpowiednich rRNA z białkami rybosomalnymi w małe i duże podjednostki rybosomów (tzw. składanie podjednostek rybosomów). Podjednostki rybosomów zostają przetransportowane do cytoplazmy, gdzie łączą się ze sobą jedynie podczas translacji.

W zadaniu 1.2. natomiast należało wyjaśnić, dlaczego w komórkach trzustki znaczna część białek jest syntetyzowana na rybosomach związanych z siateczką śródplazmatyczną, a nie – na rybosomach w cytozolu. W rozwiązaniu tego zadania należało uwzględnić rodzaj związków produkowanych w trzustce i wydzielanych poza komórkę, czyli enzymy trawienne lub hormony oraz rolę siateczki śródplazmatycznej w modyfikacji albo transporcie tych związków białkowych.

Przykładowe odpowiedzi poprawne.

*Trzustka pełni funkcje wydzielniczą, białka enzymatyczne są syntetyzowane na rybosomach przyłączonych do siateczki szorstkiej, a następnie są w niej transportowane, co umożliwia ich wydzielanie poza komórkę.*

*Trzustka wytwarza enzymy i hormony, które są białkami. Synteza zachodzi na rybosomach siateczki szorstkiej, a następnie białka są w niej modyfikowane.*

Jednym z głównych niepowodzeń maturzystów w rozwiązaniu tego zadania było udzielanie odpowiedzi niepełnych. Często określali oni wydzielniczą funkcję trzustki, podając rodzaj

związków wydzielanych poza komórkę trzustki, ale nie wiązali tej informacji z rolą siateczki śródplazmatycznej w ich transporcie lub modyfikacji – nie wyjaśniali więc, dlaczego białka te syntetyzowane są na rybosomach przyłączonych do siateczki śródplazmatycznej, a nie na rybosomach w cytozolu.

Przykładowe odpowiedzi nieprawidłowe.

*Na siateczce śródplazmatycznej szorstkiej syntetyzowane są białka na eksport, a komórki trzustki odpowiadają za wydzielanie hormonów do organizmu, dlatego znaczna część białek syntetyzowana jest na rybosomach siateczki śródplazmatycznej szorstkiej, a nie na rybosomach w cytozolu.*

*Na siateczce szorstkiej śródplazmatycznej zachodzi biosynteza białek, dlatego większa część białek jest syntetyzowana na rybosomach przyłączonych do siateczki śródplazmatycznej.*

*Trzustka pełni funkcje wydzielnicze, wydziela hormony o budowie białkowej.*

Niektórzy zdający, odnosząc się ogólnie do polecenia, nie uwzględniali konkretnej funkcji wydzielniczej trzustki, np. *Trzustka wydziela białka, stąd znaczna ich część jest syntetyzowana na szorstkiej siateczce śródplazmatycznej, ponieważ tam produkowane są białka przeznaczone na eksport.*

W odpowiedzi do zadania 1.3. należało określić, na czym polega różnica między rybosomami występującymi w mitochondrium a rybosomami w cytozolu, odnosząc się do różnicy w wielkości obu typów rybosomów lub różnicy w wielkości współczynnika sedimentacji albo do różnego pochodzenia tych struktur. Warunkiem prawidłowego rozwiązania zadania była umiejętność porównywania ze sobą dwóch elementów.

Zdający, którzy nie uzyskali punktu za to zadanie najczęściej wskazywali jedynie element, który stanowi różnicę, ale nie wykazywali, na czym ta różnica konkretnie polega, np. wskazywali, że oba typy rybosomów różnią się wielkością, nie określając kierunku tej różnicy, np. *Oba typy rybosomów różnią się pochodzeniem i wielkością.*

Część zdających odwoływała się jedynie do różnicy w funkcji tych rybosomów wynikającej z ich lokalizacji w komórce, np. *Rybosomy występujące w cytozolu syntetyzują białka na potrzeby komórki, a w matriks niezbędne w mitochondrium.*

Do zadań o bardzo niskim stopniu rozwiązywalności należały zadania tworzące wiązkę zadania 9. (9.3. i 9.2. – poziom wykonania zadań odpowiednio: 18% i 23%), które wymagały od zdających podania uzasadnienia do udzielonej odpowiedzi.

W zadaniu 9.3. zdający mieli określić ploidalność formy świdrowca występującej w organizmie ssaka i uzasadnić swoją odpowiedź, odnosząc się w sposób pośredni lub bezpośredni do mejozy pregamicznej zachodzącej poza organizmem ssaka lub do zapłodnienia poprzedzającego powstanie formy inwazyjnej.

Przykładowe odpowiedzi poprawne.

*2n, ponieważ mogła ona powstać po zapłodnieniu dwóch haploidalnych gamet w organizmie muchy tse-tse.*

*2n – kiedy dostanie się do organizmu muchy przechodzi mejozę, a potem zapłodnienie.*

Najczęściej maturzyści prawidłowo określali ploidalność świdrowca w ciele człowieka –  $2n$ , ale przedstawiali błędne uzasadnienia, w których brakowało odniesienia do lokalizacji mejozy pregamicznej zachodzącej poza organizmem ssaka, np. *W organizmie ssaków występuje forma  $2n$  świdrowca, ponieważ przechodzi on mejozę pregamiczną* albo brakowało wykazania, że zachodząca mejoza ma charakter przedzapłodnieniowy, np. *W organizmie ssaków występuje forma  $2n$  świdrowca, ponieważ w cyklu świdrowca zachodzi mejoza.*

Pojawiały się również odpowiedzi, w których podane uzasadnienia były niewystarczające, aby wykazać, że forma troficzna tego świdrowca jest diploidalna, np. *W organizmie ssaków występuje forma  $2n$  świdrowca, ponieważ u świdrowca zachodzi mitozę* lub też takie, które zawierały błędy merytoryczne, np. *W organizmie ssaków występuje forma  $2n$  świdrowca, ponieważ człowiek zaraża się larwami świdrowca gambijskiego od muchy tse-tse bądź innych ssaków, a larwy posiadają ploidalność  $2n$ .*

W zadaniu 9.2. należało określić żywiciela ostatecznego świdrowca gambijskiego, którym jest mucha tse-tse i podać uzasadnienie, odwołując się do rozmnażania płciowego dorosłej postaci świdrowca w ciele tej muchy, np. *Mucha, ponieważ w ciele muchy tse-tse świdrowiec wytwarza gamety.*

Najczęstszym błędem zdających było wskazywanie człowieka jako żywiciela ostatecznego, zamiast muchy tse-tse, lub udzielanie odpowiedzi zbyt ogólnych, np. *Żywicielem ostatecznym jest mucha tse-tse ponieważ, to w jej ciele świdrowiec gambijski osiąga zdolność do reprodukcji*, albo też udzielanie odpowiedzi błędnych merytorycznie, np. *Żywicielem ostatecznym jest mucha tse-tse, ponieważ w jej organizmie dochodzi do zapłodnienia i wytworzenia jaj.*

W tej wiązce zadań trudnym również zadaniem było zadanie 9.4. (poziom wykonania zadania – 26%). Wymagało ono od zdającego wnikliwej analizy wykresu oraz tekstu źródłowego i na ich podstawie wyjaśnienia, dlaczego tak trudne jest zwalczanie świdrowca przez układ odpornościowy człowieka.

Prawidłowe rozwiązanie powinno uwzględniać zmienność antygenów świdrowca w czasie oraz wskazywać związaną z tym trudność w szybkim wytwarzaniu specyficznych przeciwciał przez układ odpornościowy człowieka lub wskazywać opóźnioną swoistą reakcją układu odpornościowego, np.

*Ponieważ na powierzchni jego komórki występuje wysokozmienne VSG, które w każdym kolejnym pokoleniu ma odmienną budowę molekularną, przez co nie jest rozpoznawane przez komórki pamięci i brak wtórnej reakcji immunologicznej.*

Wiele odpowiedzi, za które zdający nie otrzymali punktu, było odpowiedziami niepełnymi, w których prawidłowo wykazywano zmienność antygenów świdrowca w czasie, ale nie wyjaśniano, na czym polega trudność w zwalczaniu świdrowca przez układ odpornościowy człowieka. W takich przypadkach zdający stwierdzali, że taka trudność występuje i zamiast wyjaśnienia przepisywali fragmenty tekstu z treści zadania lub polecenia, np.

*Świdrowiec ma komórki pokryte wysokozmiennej glikoproteiną swoistą do glikoprotein człowieka, po wnikięciu każde kolejne pokolenie wytwarza inny wariant antygeny, dlatego trudno jest wykryć i zwalczyć świdrowca.*

Ostatnie zadania z obszaru V wymagania ogólnego, które okazały się dla zdających zadaniami bardzo trudnymi to zadania: 17.3. i 17.2. oraz zadanie 21.2. Szczegółową analizę zadań i problemów, jakie wystąpiły podczas rozwiązywania zadań z wiązki zadania 17. przedstawiono w rozdziale komentarza *Problem „pod lupą”*.

Zadanie 21.2., które prawidłowo rozwiązało tylko 18% zdających, jest szczególnie zaskakujące, bo dotyczyło podstawowych treści z ekologii realizowanych również na wcześniejszych etapach edukacyjnych i polegało na wyjaśnieniu, dlaczego liczba poziomów troficznych w ekosystemie jest ograniczona. Użycie w poleceniu do zadania czasownika operacyjnego „wyjaśnij” było najbardziej prawdopodobną przyczyną wielu nieprawidłowych rozwiązań. Okazuje się, że maturzyści nadal mają problem z rozumieniem znaczenia czasowników operacyjnych i często ich nie rozróżniają, mimo że ich opisy znajdują się w informatorze maturalnym.

W odpowiedzi do tego zadania oczekiwano, że zdający nie tylko wskaże, że wraz ze wzrostem poziomu troficznego ilość dostępnej dla tego poziomu energii maleje, ale uwzględni również przyczyny strat energii. Zdający mógł się odwołać na przykład do jej wykorzystania na danym poziomie troficznym lub na procesy życiowe, albo do jej rozpraszania w postaci ciepła przy przejściu z jednego poziomu troficznego do następnego.

Przykładowa odpowiedź poprawna.

*Liczba poziomów troficznych w ekosystemie jest ograniczona, ponieważ na każdym poziomie troficznym określona ilość energii z energii pobranej z poziomu poprzedniego jest wykorzystywana na procesy życiowe i nie trafia do kolejnego poziomu. Tak więc po przejściu do kolejnego poziomu troficznego ilość energii za każdym razem maleje.*

Nierozumienie czasownika operacyjnego „wyjaśnij” sprawiało, że zdający udzielali odpowiedzi niepełnych, w których nie wykazywali przyczyn ubytku energii dostępnej dla kolejnych poziomów troficznych, np.

*Z każdym kolejnym poziomem troficznym ilość możliwej do uzyskania energii zmniejsza się, przez co w pewnym momencie pobierana energia od poprzedniego poziomu troficznego nie będzie wystarczająca dla kolejnego poziomu troficznego, lub jej przekazanie nie będzie możliwe, dlatego nie powstanie kolejny poziom troficzny i to ogranicza ich liczbę.*

Były też odpowiedzi, z których wynikało, że zdający nie rozumieją omawianego zagadnienia – wykazywali, że energia na pewnym poziomie troficznym się skończy, np.

*Liczba poziomów troficznych w ekosystemie jest ograniczona, ponieważ kiedy energia dostępna dla kolejnego poziomu będzie równa zero to wydajność produkcji wtórnej również będzie zerowa i kolejny poziom troficzny nie uzyska potrzebnej mu energii.*

Taka kategoryzacja jest nieuprawniona. Zdający powinien się odnieść do strat energii na kolejnych poziomach troficznych i wyjaśnić tego przyczynę.

Często też mylono poziom troficzny z pojedynczym osobnikiem np. *Gdyż z każdym kolejnym poziomem troficznym następuje ubytek energii, więc pokarm nie jest wysokoenergetyczny, co nie zapewnia zapotrzebowania danych jednostek.*

Rozpatrywanie przedstawionego w zadaniu problemu na poziomie osobnika, a nie poziomu troficznego, jest nielogiczne, ponieważ każdy osobnik ma określone potrzeby energetyczne

i aby przeżyć muszą zostać one zaspokojone bez względu na to, na którym poziomie troficznym ten osobnik się znajduje.

Warto jeszcze zwrócić uwagę na zadania: 13., 20.2. i 16.1., których rozwiązywalność była też niższa niż średnia arkusza.

Zadanie 13. (poziom wykonania zadania – 21%) było zadaniem dwuczęściowym i za jego rozwiązanie można było otrzymać łącznie 2 punkty. Polegało ono na wykazaniu dwóch związków: 1) między zwiększeniem pojemności minutowej serca oraz 2) między pogłębieniem i przyspieszeniem oddechów a zwiększoną utratą ciepła z organizmu człowieka przez układ oddechowy. Za każdą z tych dwóch prawidłowo przedstawionych zależności zdający otrzymywał po 1 punkcie.

W pierwszej części zadania trzeba było wykazać, że zwiększona pojemność minutowa serca prowadzi do zwiększenia przepływu krwi przez płuca, pozwalając na szybszy transport ciepła z wnętrza ciała i oddanie go do otoczenia wraz z wydychanym powietrzem.

Przykładowa odpowiedź poprawna.

*Zwiększona szybkość pompowania krwi (pojemność minutowa) powoduje, że krew szybciej przejdzie przez cały obieg i dotrze do naczyń włosowatych pęcherzyków płucnych dostarczając tym samym do nich więcej ciepła w jednostce czasu.*

Nieprawidłowe odpowiedzi były spowodowane przede wszystkim brakiem odwoływania się maturzystów do dostarczania przez krew ciepła do płuc, np.

*Krew krąży szybciej, co powoduje utratę ciepła przez układ oddechowy lub Powoduje szybszy przepływ krwi przez naczynia włosowate płuc, przez co możliwe jest szybsze wychłodzenie organizmu.*

Zdarzały się również odpowiedzi, w których zdający, nieadekwatnie do treści polecenia, odwoływali się w tej części zadania do utraty ciepła wyłącznie za sprawą wydychanego powietrza, albo przez skórę.

W drugiej części zadania należało wykazać, że pogłębione i przyspieszone oddechy zwiększają efektywność układu oddechowego i więcej ciepła jest oddawane z wydychanym powietrzem lub że większa objętość powietrza przepływa przez układ oddechowy, zwiększając tym samym utratę ciepła z organizmu.

Częstym błędem realizacji tego polecenia było niewykazywanie oczekiwanych związków przyczynowo-skutkowych, np. brak odniesienia do wentylacji płuc:

*Szybsze wyparowanie wody z organizmu, co pozwala nam na ochłodzenie; Większa ilość krwi opływa narządy układu oddechowego oddając ciepło do powietrza o niższej niż ciało temperaturze, dzięki czemu cały organizm się ochładza.*

Pojawiały się również odpowiedzi, w których zdający odwoływali się do utraty ciepła przez skórę, co było nieadekwatne do polecenia, albo też odpowiedzi, w których zdający opisywali jedynie związek między funkcjonowaniem układu oddechowego a możliwością utraty ciepła, czyli sytuację fizjologiczną, która ma miejsce stale, np.

*Woda zawarta we krwi ma dużą pojemność cieplną, dlatego krew rozprowadza ciepło po organizmie, doprowadzając go również do płuc; Przez to, że oddechy są pogłębione i przyspieszone woda paruje z dróg oddechowych, co powoduje ochłodzenie organizmu.*

Zadanie 20.2. (poziom wykonania zadania – 22%) polegało na wyjaśnieniu, w jaki sposób zgryzanie roślin przez bydło wpływa na zmiany w różnorodności gatunkowej zbiorowiska trawiastego, w którym jest prowadzony wypas. Zadanie to wymagało od zdającego przede wszystkim umiejętności rozumowania i argumentowania. Od zdającego oczekiwano udzielenia poprawnego wyjaśnienia odnoszącego się bezpośrednio lub pośrednio do zmniejszenia konkurencji międzygatunkowej między roślinami wypasanego zbiorowiska. Zdający powinni dostrzec, że zgryzanie roślin przez bydło zapobiega zarastaniu zbiorowiska trawiastego przez gatunki szybko rosnące, które mogłyby skutecznie konkurować z pozostałymi gatunkami roślin, prowadząc do ich wyparcia i zmniejszenia różnorodności gatunkowej.

Część rozwiązań stanowiła odpowiedzi niepełne, w których zdający nie odnosili się do konkurencji międzygatunkowej. Pojawiały się również odpowiedzi nieadekwatne do polecenia, uwzględniające, inne niż zgryzanie, przyczyny zmian w różnorodności gatunkowej tego zbiorowiska, np.:

- uwzględniające rolę bydła w użyźnianiu podłoża: *Rośliny wydalają strawiony pokarm, co sprzyja użyźnianiu gleby, rozrostu innych gatunków roślin.*
- uwzględniające rolę bydła jako zapyłaczy i przenosicieli nasion: *Bydło zgryzając zapyła, zapładnia, roznosi fragmenty i w ten sposób przyczynia się do rozmnażania.*  
a nawet
- uwzględniające rolę bydła, jako elementu bioróżnorodności zbiorowiska trawiastego: *Rośliny mogą uwalniać toksyny które powodują zahamowanie rozwoju zwierząt, a nawet ich śmierć co zmniejsza różnorodność zbiorowiska trawiastego.*

Bardzo często pojawiały się odpowiedzi, w których zdający przyjęli nieodpowiednią skalę czasową dla rozwiązania przedstawionego problemu i odwoływali się do mechanizmów ewolucyjnych, np.

*Rośliny przystosowują się do zjedzenia, a więc muszą wytwarzać mechanizmy obronne. Dzięki temu powstaje różnorodność gatunkowa.*

*Działający dobór preferuje osobniki o skrajnych cechach, mutacje powodują zmiany w genotypie, co prowadzi do specjacji i powstawania nowych gatunków przystosowanych do obrony przed roślinożercami.*

Zadanie 16.1. (poziom wykonania zadania – 31%) sprawdzało treści z zakresu genetyki populacyjnej i polegało na obliczeniu, na podstawie danych przedstawionych na wykresie, częstości występowania alleli  $a$  i  $A$  w danej populacji. Podczas egzaminu zdający mają do dyspozycji tablice *Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, w których znajduje się wzór przedstawiający równanie Hardy'ego-Weinberga, a które należało zastosować do rozwiązania tego zadania.

Najczęstsze niepowodzenia dotyczące tego zadania wynikały, albo z nierozumienia zagadnienia i braku podjęcia próby rozwiązania tego zadania, albo z błędnego założenia, w którym zdający mylili liczbę osobników w populacji z liczbą alleli w jej puli genowej.

W obszarze VI wymagania ogólnego (**postawa wobec przyrody i środowiska**) znajdowało się jedno zadanie 11.3., za pomocą którego sprawdzano rozumienie zasady zrównoważonego rozwoju oraz umiejętność opisywania postawy i zachowania człowieka odpowiedzialnie korzystającego z dóbr przyrody i środowiska. Zadanie to prawidłowo rozwiązało 47% maturzystów. W zadaniu należało wykazać, że działania prowadzące do ograniczenia globalnego ocieplenia przyczyniają się do ochrony niedźwiedzi polarnych.

Na ogół maturzyści potrafili powiązać ze sobą dwie informacje istotne dla sformułowania argumentu: 1) występowanie niedźwiedzi polarnych jest ograniczone dostępnością lodu morskiego oraz 2) proces globalnego ocieplenia prowadzi do topnienia pokrywy lodowej i zmniejszania się obszarów występowania tych zwierząt.

Typowe błędy w odpowiedziach do tego zadania dotyczyły głównie pomyłek dotyczących miejsca bytowania niedźwiedzi polarnych – używany w rozwiązaniach termin „lodowce” był traktowany jako synonim „lodu morskiego”, co jest błędem merytorycznym.

Zdarzały się jednak rozwiązania, w których nieprawidłowo interpretowano skutki ograniczenia globalnego ocieplenia np.

*Działania prowadzące do ograniczenia globalnego ocieplenia prowadzą do zwiększenia powierzchni lodu morskiego, który jest zamieszkiwany przez niedźwiedzie polarne. Im większa powierzchnia lodu morskiego tym liczniejsza populacja niedźwiedzi popularnych.*

## 2. Problem „pod lupą”

Do pogłębionej analizy wybrane zostały z tegorocznego arkusza egzaminacyjnego zadania tworzące dwie wiązki tematyczne odnoszące się do tego samego materiału źródłowego. Zadania okazały się bardzo trudne dla maturzystów:

- zadanie 17. – złożone z trzech zadań szczegółowych, sprawdzające umiejętność analizy i wykorzystania przedstawionych w materiale źródłowym informacji oraz posiadanej wiedzy do wyjaśniania zależności przyczynowo-skutkowych, na przykładzie regulacji ekspresji informacji genetycznej.
- zadanie 19. – złożone z dwóch zadań szczegółowych, sprawdzające umiejętność analizy wyników badań i ich interpretacji dotyczących zmienności organizmów, na przykładzie badania różnic w średniej wysokości roślin babki nadmorskiej.

W obydwu przypadkach wiązki zadań integrowały umiejętności z różnych obszarów wymagań ogólnych: w przypadku wiązki tematycznej zadania 17. łączyły umiejętności z IV i V obszaru wymagania ogólnego, a w przypadku wiązki zadania 19. – z III i V obszaru wymagania ogólnego. Do ich rozwiązania niezbędne było posiadanie dogłębnej wiedzy z zakresu sprawdzanych treści.

**Zadanie 17. Regulacja ekspresji informacji genetycznej na przykładzie operonu tryptofanowego.**

Na wiązkę tematyczną tego zadania składały się trzy zadania szczegółowe, które w sposób konsekwentny realizowały całość problemu ilustrującego sposób regulacji ekspresji informacji genetycznej operonu tryptofanowego. W zadaniach należało:

- 17.1. – zidentyfikować przedstawiony na schemacie sposób regulacji operonu;
- 17.2. – opisać, jak będzie działał przedstawiony na schemacie operon przy podanym w poleceniu założeniu;
- 17.3. – przewidzieć, jak będzie działał ten operon w przypadku zaistnienia mutacji opisanej w poleceniu.

Zadanie 17.1. stanowiło podstawę dla rozwiązania pozostałych zadań z tej wiązki tematycznej. Wymagało od maturzysty znajomości klasycznych wiadomości, tj. rozumienia podstawowych pojęć, jak: jednostka „operon”, struktura operonu, pozytywna i negatywna regulacja operonu, pojęcia „induktor” i „korepresor”. Wykorzystując znajomość tych pojęć i informacje przedstawione na schemacie oraz w tekście źródłowym, maturzysta nie powinien mieć trudności w prawidłowym rozwiązaniu tego zadania, tym bardziej, że sprawdzane wiadomości dotyczyły podstawowych treści zapisanych w podstawie programowej. Podkreślić trzeba, że dodatkowo dla przypomnienia zdającym, zamieszczono w tekście akapit opisujący strukturę operonu.

Zadanie to było zadaniem zamkniętym i okazało się zadaniem trudnym – prawidłowo rozwiązało je tylko 25% zdających. Zamiast poprawnej odpowiedzi, że operon tryptofanowy podlega regulacji negatywnej (B.), a cząsteczka tryptofanu pełni w nim funkcję korepresora (2.) w rozwiązaniach maturzystów padały różne przypadkowe kombinacje odpowiedzi A–B i 1–2., co świadczy o braku wiedzy w tym zakresie.

Zadanie 17.2. stanowiło kontynuację zadania poprzedniego i polegało na opisanie działania operonu tryptofanowego w sytuacji, innej niż sytuacja przedstawiona na schemacie, tj. w sytuacji, gdy w środowisku komórki bakterii będzie dostępna odpowiednia ilość tryptofanu.

Rozwiązanie tego zadania maturzysta powinien rozpocząć od uważnej analizy schematu i zauważyć, że ekspresja informacji genetycznej operonu tryptofanowego zachodzi wtedy, gdy represor (białko represorowe) jest nieaktywny. Nie łączy się on wtedy z operatorem i polimeraza RNA przyłączona do promotora może swobodnie przesuwać się wzdłuż nici DNA, umożliwiając transkrypcję genów syntezy tryptofanu.

Ze schematu zdający powinien również odczytać, że białko represorowe jest aktywowane przez przyłączenie się do niego cząsteczki tryptofanu i jako aktywny represor może przyłączyć się do operatora.

Na tej podstawie maturzysta powinien stworzyć prawidłowy opis, w którym stwierdzi, że w przypadku, gdy komórka bakterii znajdzie się w środowisku, w którym ma dostęp do odpowiedniej ilości tryptofanu, cząsteczka tryptofanu, łącząc się z nieaktywnym białkiem represorowym, doprowadzi do jego aktywacji, dzięki czemu białko to będzie mogło się przyłączyć do obszaru operatora, blokując tym samym transkrypcję genów zawartych



w operonie tryptofanowym. Doprowadzi to do braku mRNA, na podstawie którego powstałyby białka enzymatyczne szlaku syntezy tryptofanu i nastąpi w konsekwencji wygaszenie endogennej syntezy tryptofanu.

Przykładowe odpowiedzi poprawne.

Przykład 1.

W sytuacji gdy w środowisku jest dostęp do odpowiedniej ilości tryptofanu to cząsteczki tryptofanu polacują się z represorem i wtedy będzie aktywowany i przyciąga się do operatora uniemożliwiając przyciągnięcie polimerazy RNA do promotora i hamując transkrypcję genów kodujących enzymy w szlaku syntezy tryptofanu.

Przykład 2.

W środowisku, w którym bakterie mają dostęp do odpowiedniej ilości tryptofanu, cząsteczki tryptofanu nie będą łączyły się z białkami represorowymi i nie aktywują. Aktywne represory przyciągają się do operatora. W konsekwencji polimeraza RNA nie będzie mogła przesuwać się po nici DNA, nie znajdzie syntezy mRNA.

Większość rozwiązań to odpowiedzi niepełne – przedstawiane przez maturzystów opisy nie zawierały wszystkich etapów procesu przedstawionego na schemacie, a zgodnie z wymaganiami czasownika operacyjnego „opisz” tego należało oczekiwać w rozwiązaniu zadania. Takie odpowiedzi ilustrują poniższe przykłady.

Przykład 3.

Brak pierwszego etapu procesu, czyli przyłączenia się cząsteczek tryptofanu do represora.

W takiej sytuacji zostaje zatrzymana transkrypcja i translacja. W sytuacji kiedy jest dostęp do promotora operatora zostaje przyłączony białko represorowe, które uniemożliwia przyciągnięcie polimerazy RNA. Co uniemożliwia syntezę tryptofanu.

## Przykład 4.

Brak odniesienia się do zatrzymania transkrypcji genów szlaku syntezy tryptofanu.

Do białka represora przylączył się represor tryptofanu, który powoduje jego aktywację. Synteza tryptofanu zostanie zatrzymana, ponieważ do operatora przylączył się aktywny represor.

Niektóre odpowiedzi nie tylko, że były niepełne, ale również zawierały błędy merytoryczne wynikające z nieprawidłowego odczytu informacji na schemacie, np. *wytworzone białko represorowe jest aktywne*, czy błędy terminologii, np. *białko represorowe przylączy się do operonu* zamiast do „operatora”.

## Przykład 5.

Mutacyjne białko represora jest aktywne i przylączy się do operatora operonu przez co uniemożliwia przylączenie się polimerazy RNA, a do tego nie tryptofan nie rośnie w tym samym.

Najczęstszym jednak błędem w niepełnych rozwiązaniach było pomijanie procesu transkrypcji (lub blokowania przylączenia się polimerazy RNA lub wyciszenia ekspresji genów szlaku syntezy tryptofanu) i przeskoku do translacji czyli syntezy enzymów szlaku syntezy tryptofanu – procesów zachodzących już w obrębie cytoplazmy, poza obszarem nukleoidu, albo do samej syntezy białkowego aminokwasu, jakim jest tryptofan.

Operon to jednostka transkrypcyjna, która umożliwia regulację ekspresji grupy genów szlaku syntezy tryptofanu. Odwołanie się do procesu translacji jest w tym przypadku nieuzasadnione, ponieważ polecenie dotyczyło tylko i wyłącznie działania operonu tryptofanowego, a nie skutków, czyli efektów jego działania. Takie nieprawidłowe rozwiązania ilustruje przykład 6.

## Przykład 6.

Brak uwzględnienia procesu transkrypcji.

W sytuacji, w której komórka brakuje miała dostęp do odpowiedniej ilości tryptofanu, tryptofan przylączył się do białka represora, powodując tym samym jego aktywację. Represor przylączył się wtedy z promotorem hamując syntezę tryptofanu.

Zadanie 17.3. stanowiło ostatnią część wiązki tematycznej dotyczącej regulacji ekspresji informacji genetycznej na przykładzie operonu tryptofanowego, w którym maturzysta powinien przewidzieć, jak będzie działał ten operon na skutek opisanej mutacji w genie kodującym białko represorowe.

Rozwiązanie tego zadania również wymagało uważnej analizy schematu i rozumienia na czym polega opisana w poleceniu mutacja. Maturzysta powinien dostrzec, że wskutek tej mutacji białko represorowe nie będzie aktywowane i represor nie będzie mógł się przyłączyć do operatora. Nie zostanie więc zablokowana transkrypcja genów zawartych w operonie tryptofanowym i dojdzie do ciągłego wytwarzania mRNA, kodującego enzymy szlaku syntezy tryptofanu. Ilustruje to przykładowa poprawna odpowiedź.

Przykład 7.

W takiej sytuacji inhibitor przestanie wiązać się z operonem, nie będzie się zatem przyłączał do operatora, a geny będą ulegały ciągłej ekspresji.

Podobnie jak poprzednie zadania z tej wiązki tematycznej, zadanie to okazało się bardzo trudne – prawidłowo rozwiązało je tylko 16% zdających. W odpowiedziach pomijano efekt mutacji, który polega na ciągłej transkrypcji genów kodujących enzymy szlaku syntezy tryptofanu. Bardzo często odnoszono się do *dalszej syntezy cząsteczek tryptofanu* i pomijano kluczowy efekt mutacji, czyli konstytutywną ekspresję genów *trpA-trpE*, np.

Przykład 8.

W takiej sytuacji nawet mimo odpowiedniej ilości tryptofanu jego synteza nadal będzie zachodzić, ponieważ represor będzie nieaktywny i nie spowoduje zahamowania syntezy tryptofanu.

W niektórych odpowiedziach pojawiały się błędy merytoryczne – z odpowiedzi wynikało, że operon syntetyzuje tryptofan – przykłady 9. i 10.

Przykład 9.

Składowe operon tryptofanowy niezależnie od obecności tryptofanu będzie przeprowadzał dalsze procesy biosyntezy białko prowadzące do syntezy tego aminokwasu, co może doprowadzić do jego nadmiaru.

Przykład 10.

Spowoduje to że tryptofan będzie ciągłe,  
 niewstanne wytwarzanie tryptofanu i nawet  
 gdy komórka będzie miała go wystarczająco.  
 Będzie zachodzić ciągła transkrypcja, translacja  
 oraz wytwarzanie tryptofanu.

Szczegółowa analiza zadań tworzących wiązkę tematyczną zadania 17. pokazuje braki wiedzy w omawianym zakresie, mimo że zadania te sprawdzały podstawowe wiadomości z genetyki. Często przyczyną popełnianych błędów było również niedokładne przeczytanie lub brak zrozumienia polecenia – w odpowiedzi odnoszono się do funkcjonowania całej komórki z pominięciem zmiany w działaniu operonu, kluczowego efektu mutacji, czyli konstytutywnej ekspresji genów *trpA-trpE*.

### **Zadanie 19. Analiza i interpretacja wyników badań dotyczących zmienności organizmów, na przykładzie badania dotyczącego różnic w wysokości roślin babki nadmorskiej.**

Na wiązkę tematyczną tego zadania składały się dwa zadania szczegółowe, które sprawdzały znajomość metody naukowej:

- zadanie 19.1. – było zadaniem otwartym i polegało na sformułowaniu argumentów uzasadniających tezę postawioną na podstawie wyników przeprowadzonego badania;
- zadanie 19.2. – było zadaniem zamkniętym i polegało na ocenie wniosków sformułowanych już na podstawie wyników tego doświadczenia.

Obydwa zadania wymagały analizy i rozumienia wyników przedstawionego badania i umiejętności ich interpretacji z wykorzystaniem posiadanej wiedzy z zakresu genetyki, ekologii, a także systematyki.

Zadanie 19.1., prawidłowo rozwiązane tylko przez 17% maturzystów, przedstawiało doświadczenie mające na celu zbadanie, czy różnice średnich wysokości roślin z gatunku babka nadmorska (*Plantago maritima*) pochodzących z dwóch populacji występujących na różnych siedliskach – bagnie i klifie nadmorskim, a więc różniących się wilgotnością gleby, są spowodowane zmiennością genetyczną, czy – zmiennością środowiskową.

Ponieważ obie te populacje rosły na innych, odizolowanych od siebie siedliskach, które dodatkowo różniły się od siebie warunkami wilgotności, nie można było stwierdzić wprost, jaka jest przyczyna obserwowanej zmienności wewnątrzgatunkowej. Oba czynniki – zarówno genetyczny, jak i środowiskowy – mogły odgrywać istotną rolę.

Aby określić, czy zmienność w obrębie tego gatunku ma podłoże genetyczne, czy też jest zmiennością fenotypową, zastosowano w doświadczeniu metodę wspólnych poletek doświadczalnych. Na polietku doświadczalnym, o średniej wilgotności gleby, wyhodowano rośliny z nasion pochodzących od roślin z obydwu siedlisk: klifu nadmorskiego i z bagna. W tabeli przedstawiono wyniki doświadczenia, czyli średnie wysokości roślin z obydwu

populacji rosnących na stanowisku naturalnym (kolumna pierwsza) i hodowanych na poletku doświadczalnym (kolumna druga).

Zadaniem maturzysty było uzasadnienie, na podstawie przedstawionych wyników, że przyczyną różnic w wysokości roślin babki nadmorskiej w badanych populacjach naturalnych jest zarówno zmienność genetyczna, jak i zmienność fenotypowa.

Za rozwiązanie tego zadania można było otrzymać łącznie 2 punkty – po jednym punkcie za poprawne uzasadnienie każdej z dwóch przyczyn.

Rozwiązując to zadanie zdający powinien ustalić warunki, jakie muszą być spełnione, żeby można było sformułować prawidłowe uzasadnienie:

- w przypadku 1. – aby potwierdzić, że przyczyną zmienności średniej wysokości babki nadmorskiej jest zmienność genetyczna, należało zapewnić hodowanym roślinom stałość czynników środowiskowych, w których rosły, czyli wykluczyć wpływ zmiennych warunków środowiska na wzrost roślin. Należało więc porównać ze sobą średnie wysokości roślin, pochodzących z obu populacji, które hodowano z nasion na poletku doświadczalnym o stałej średniej wilgotności gleby.
- w przypadku 2. – aby potwierdzić, że przyczyną zmienności średniej wysokości babki nadmorskiej jest zmienność fenotypowa, należało wykluczyć podłoże genetyczne. W tym celu należało porównać ze sobą średnie wysokości roślin wyhodowanych z nasion z populacji z danego siedliska ze średnią wysokością roślin rosnących w naturalnym siedlisku, z których pobrano nasiona do hodowli, a więc porównać ze sobą rośliny pochodzące z tej samej populacji wyjściowej, nieróżniące się pulą genową, a rosnące w różnych warunkach środowiskowych.

Na podstawie porównania danych przedstawionych w tabeli zdający mogli już zauważyć, że średnia wysokość roślin wyhodowanych na stanowisku doświadczalnym jest różna i zależy od tego, z której populacji ze stanowisk naturalnych pochodziły nasiona. Świadczy to o przekazaniu genetycznych predyspozycji do różnic w wysokości, które ujawniają się niezależnie od środowiska.

Podobnie też w przypadku 2. – mniejsza wysokość populacji babki nadmorskiej z klifu w środowisku naturalnym niż jej populacja potomna wysiana na glebie o średniej wilgotności (na poletku doświadczalnym) świadczy o dużym wpływie środowiska na wysokość babki nadmorskiej.

Przykładowe odpowiedzi poprawne.

Przykład 11.

**1. zarówno zmienność genetyczna:**

Babka z klifu osiągnęła mniejszą wysokość (20,7cm) niż babka z bagna (31,5cm) mimo tych samych warunków w hodowli doświadczalnej. Świadczy to o zmienności genetycznej tych babek. Zestawiamy bagienno i babkę z klifu z klifu.

**2. jak i zmienność środowiskowa (fenotypowa):**

Pod uwagę występuje typowa wilgotność, długi okres bezmrazowy na stanowisku naturalnym w bagrze osiągnięta wpływ wyschości na wysokość roślin na polu doświadczalnym. Badanie z kłosa 2 stanowiska naturalne oraz kilka wilgotności, są osiągnięte. Wzrost w porównaniu do polu doświadczalnego, gdzie woda występuje wilgotności.

Przykład 12.

**1. zarówno zmienność genetyczna:**

Badka nadmorska pochodząca z 2 różnych środowisk różni się średnią wysokością rośliny na stanowisku naturalnym, jak i wzrostem na polu doświadczalnym.

**2. jak i zmienność środowiskowa (fenotypowa):**

Badka nadmorska z bagna urosła krócej na polu doświadczalnym niż na stanowisku naturalnym, natomiast badka nadmorska z kłosa nadmorskiego na polu doświadczalnym urosła prawie 3 krotnie więcej niż na stanowisku naturalnym.

Jednym z częściej pojawiających się błędów, w obu częściach tego zadania, było porównywanie ze sobą wyników średniej wysokości roślin z obu naturalnych siedlisk lub porównywanie wszystkich czterech średnich wysokości roślin z obu siedlisk i obu poletek doświadczalnych naraz, albo też podawanie nieadekwatnych dla zmienności genetycznej i fenotypowej uzasadnień. Świadczyć to może o nierozumieniu doświadczenia lub nierozumienia pojęć „zmienność genetyczna” i „zmienność fenotypowa”.

Takie odpowiedzi ilustrują przykłady 13. i 14.

Przykład 13:

**1. zarówno zmienność genetyczna:**

W wyniku rekombinacji materiału gen., do której dochodzi często przy wystąpieniu mutacji przy zapłodnieniu, osobniki badki nadmorskiej nabywają różne cechy i charakteryzują się różną wysokością, np. 35 cm na bagrze i 31,5 cm na polu.

**2. jak i zmienność środowiskowa (fenotypowa):**

W zależności od środowiska wysokości roślin są różne, gdyż wpływają na to różna wilgotność i czynniki z bagien mają dużą wysokość - 35 cm, a te z murawy niższą - 31,5 cm, co stanowi przejawienie do środowiska.

Przykład 14:

**1. zarówno zmienność genetyczna:**

Srednie wysokość babki nadmorskiej jest różna gdy występuje w naturalnym środowisku np. ~~na~~ murawa z kłosa nadmorskiego (7,5 cm) na polsku doświadczalnym (20,7 cm) mimo że mają one ten sam materiał genetyczny (do doświadczenia użyto nasion pochodzące od tej samej rodziny).

**2. jak i zmienność środowiskowa (fenotypowa):**

Srednie wysokość babki nadmorskiej jest inna w różnych środowiskach naturalnych - na bagnie o wysokości ok. 35 cm natomiast srednie wysokość babki z polski z murawy z kłosa nadmorskiego jest znacznie mniejsze - 7,5 cm. W Szwecji z tym że różne warunki środowiska (odmienne na tych dwóch stanowiskach) mają wpływ na fenotyp babki.

W licznych odpowiedziach, zamiast odnieść się do wyników badań, zdający podejmowali próby tłumaczenia mechanizmów zmienności genetycznej i środowiskowej, co było nieadekwatne do polecenia. Maturzyści odwoływali się przy tym do mutacji, mejozy, crossing-over, rekombinacji lub doboru naturalnego, nierzadko popełniając przy tym wiele błędów merytorycznych i logicznych.

Przykład 15.

**1. zarówno zmienność genetyczna:**

Wzrost w wysypisku różni wysokość wysypiska roślin babki nadmorskiej wysypisko konne polskie w wysypisku ostep osobni na różni wysypisku z wysypiska sp między sobą w przedni do wysypisku szwedi polski mogą różni wysypisku na różni wysypisku

**2. jak i zmienność środowiskowa (fenotypowa):**

Na bagnach wysypisko inne warunki otoczenie niż na kłosach, które jest wysypisko silnego kłosa na kłosach, a na bagnach nie, przez co różny babki nadmorskiej różni się fenotypowo ponieważ poprzez doboru przetrwać osobniki najlepiej dostosowane do środowiska.

Zadanie badało umiejętności złożone. Analiza odpowiedzi pokazuje, że maturzyści często mylili zmienność genetyczną ze zmiennością środowiskową i nie potrafili właściwie zinterpretować wyników doświadczenia. Świadczy to o słabym opanowaniu wiedzy w tym zakresie i w konsekwencji, braku umiejętności jej zastosowania w sytuacjach nietypowych – umiejętności interpretacji wyników badań i argumentowania na ich podstawie.

Zadanie 19.2. sprawdzało w inny sposób znajomość metody naukowej – polegało na ocenie podanych już wniosków, sformułowanych na podstawie przedstawionych wyników badań. Do jego prawidłowego rozwiązania, oprócz umiejętności analizy wyników badań, niezbędna była umiejętność wykorzystania wiedzy nie tylko z genetyki, ale też z ekologii i systematyki. Było to zadanie zamknięte, prawidłowo rozwiązane tylko przez 27% maturzystów.

Duża część odpowiedzi wskazywała na dość przypadkową ocenę, nieopartą na analizie danych źródłowych. Dotyczyło to oceny zakresu tolerancji ekologicznej (zdanie 1.) oraz oceny, czy siedlisko o średniej wilgotności jest dla babki nadmorskiej optymalne (zdanie 3.). Zdanie 2. sprawdzało znajomość zasad klasyfikowania organizmów. Na podstawie podanej w materiale źródłowym nazwy gatunkowej i opisu dotyczącego populacji można było stwierdzić, że przedstawione rośliny należą do tego samego gatunku.

Przyczyną niepowodzeń przy rozwiązywaniu tego zadania jest słabe opanowanie wiedzy dotyczącej klasyfikacji organizmów i zakresu tolerancji ekologicznej organizmów oraz nieumiejętność zastosowania tej wiedzy do rozwiązania konkretnych problemów. Można przypuszczać, że część zdających nie rozumie, że w obrębie gatunku może występować, czasami znaczne, zróżnicowanie genetyczne, jak również fenotypowe.

### **3. Wnioski i rekomendacje**

Analiza tegorocznych wyników prowadzi do poniższych wniosków:

- Jedną z przyczyn udzielania nieprawidłowych odpowiedzi jest brak lub niedokładna analiza informacji zawartych w tekście źródłowym, na schematach i rysunkach oraz w tabelach. Skutkuje to często niewykorzystaniem w formułowaniu odpowiedzi informacji tam zawartych lub ich niezrozumieniem, co doprowadza do budowania odpowiedzi na podstawie błędnych założeń. Analiza prac wskazuje na słabo opanowaną umiejętność pracy z materiałem źródłowym.
- Zdający powinni dokładniej czytać polecenia i je analizować. Dostosowywać formę swojej odpowiedzi do zastosowanego w poleceniu czasownika operacyjnego, co umożliwi udzielanie odpowiedzi wyczerpujących i zgodnych z poleceniem. Należy zwrócić uwagę, że w *Informatorze maturalnym* znajduje się opis czasowników operacyjnych i wymagań, jakie musi spełniać do nich odpowiedź. Można odnieść wrażenie, że wielu zdającym czasowniki operacyjne nie są znane lub ich nie odróżniają. Konsekwencją jest udzielanie odpowiedzi nieadekwatnych do polecenia.
- Tak jak w ubiegłych latach, najwięcej problemów sprawiało zdającym wyjaśnianie związków przyczynowo-skutkowych. W wielu odpowiedziach zdający przedstawiali prawdziwe informacje, ale niepołączone ze sobą w logiczny ciąg przyczynowo-skutkowy tworzyły odpowiedzi niepełne i niespełniające kryteriów zadania.
- Nadal trudne dla zdających są zadania z metodologii badań biologicznych i wskazują na słabe opanowanie umiejętności z tego zakresu. Zdający bardzo często mylą wniosek z opisem przebiegu doświadczenia lub odczytem wyników. Nie rozumieją, że wniosek musi odpowiadać na pytanie badawcze i odnosić się wyłącznie do konkretnego doświadczenia, a jego uogólnianie do innych organizmów i czynników niż badane w danym doświadczeniu jest nieuprawnione.



- Dużą trudność sprawia maturzystom zrozumienie przebiegu doświadczenia i interpretacja jego wyników w sytuacjach nietypowych oraz formułowanie argumentów na podstawie wyników badań w celu potwierdzenia postawionych tez.
- Istotnym problemem, utrudniającym właściwe zrozumienie odpowiedzi maturzystów, jest nieczytelne pismo zdających, słabe opanowanie umiejętności formułowania odpowiedzi logicznych, spójnych i poprawnych językowo, a także słaby poziom opanowania terminologii biologicznej.

Dodatkowe informacje dla maturzystów przygotowujących się do egzaminu maturalnego, nauczycieli i egzaminatorów, dotyczące sposobów rozwiązywania tzw. „trudnych” zadań, znajdują się na stronach internetowych CKE, na których opublikowane są materiały pomocnicze z biologii w formule matury obowiązującej od 2015 roku, takie jak:

- zbiory przykładowych zadań egzaminacyjnych
  - filmy i scenariusze zajęć lekcyjnych
- oraz
- komentarze w sprawozdaniach z poprzednich lat.