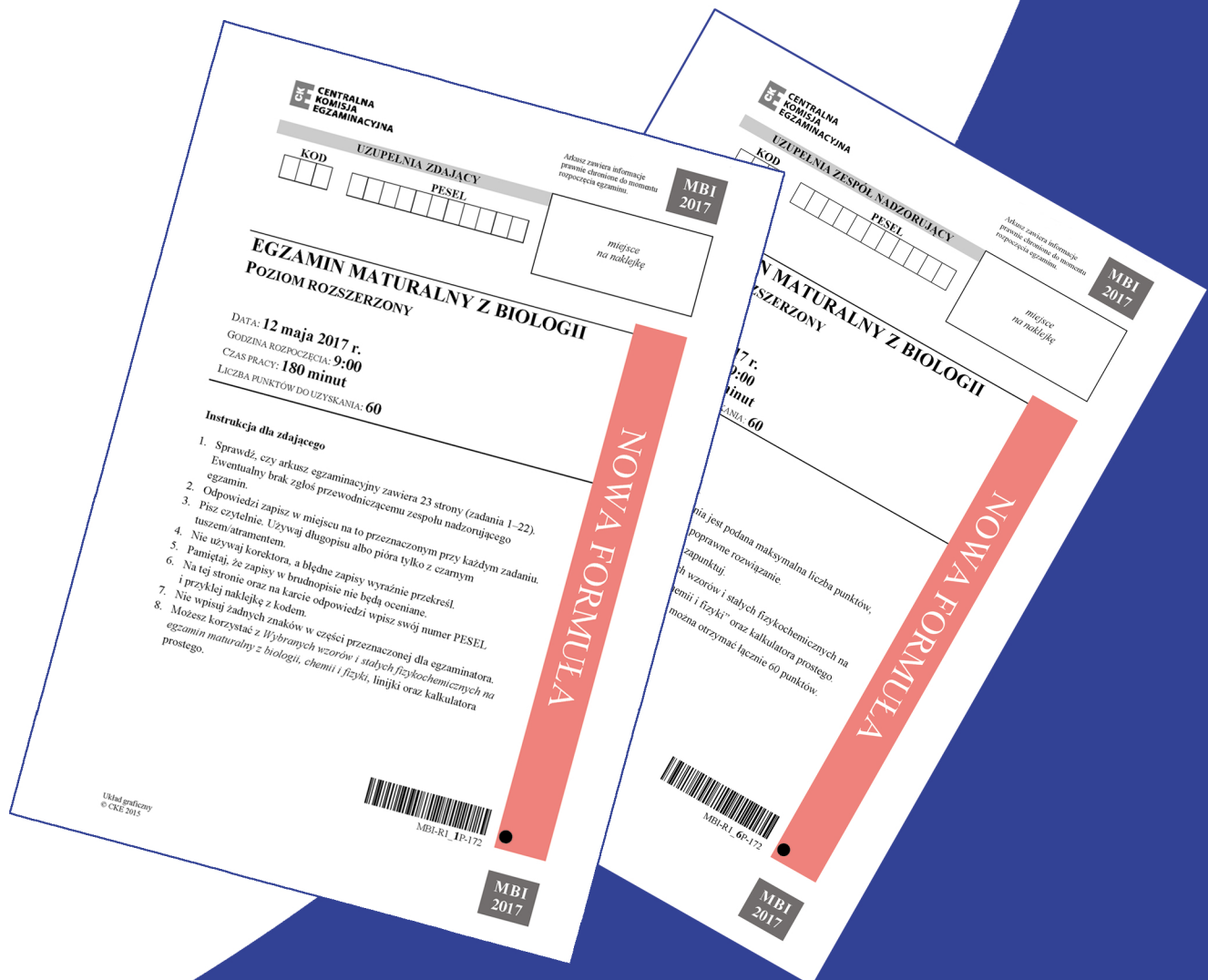


# Sprawozdanie z egzaminu maturalnego 2017

## Biologia



**Opracowanie**

dr Łukasz Banasiak (Uniwersytet Warszawski)  
Jadwiga Filipka (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

**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 22 zadania, na które składało się ogółem 55 poleceń (zadań szczegółowych), w tym: 39 poleceń otwartych krótkiej odpowiedzi i 16 poleceń zamkniętych. Zadania sprawdzały wiadomości oraz umiejętności w sześciu obszarach wymagań ogólnych, za rozwiązanie których zdający mogli uzyskać:

- I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia – 9 poleceń (10 punktów)
- II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego – 5 poleceń (5 punktów)
- III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych – 6 poleceń (6 punktów)
- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji – 4 polecenia (4 punkty)
- V. Rozumowanie i argumentacja – 30 poleceń (34 punkty)  
oraz
- VI. Postawa wobec przyrody – 1 polecenie (1 punkt).

Za rozwiązanie wszystkich zadań zdający mogli otrzymać 60 punktów.

Większość zadań w arkuszu egzaminacyjnym (19 zadań) składała się z kilku poleceń odnoszących się do tego samego materiału źródłowego tworząc wiązki zadań, tylko 3 zadania występowały pojedynczo. Dwie z nich tworzyły wiązki tematyczne: zadanie 3. – złożone z pięciu poleceń i powiązane z nim zadanie 5., sprawdzające w sposób wieloaspektowy wiadomości i umiejętności z zakresu metabolizmu dotyczącego procesu fotosyntezy oraz zadanie 19. – złożone z czterech poleceń, integrujących wiadomości i umiejętności z różnych działów biologii (ekologia, przegląd różnorodności biologicznej, ochrona różnorodności biologicznej), realizowanych na różnych etapach edukacyjnych.

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

### 2. Dane dotyczące populacji zdających

Tabela 1. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym\*

Liczba zdających		49 923
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym	z liceów ogólnokształcących	41 434
	z techników	8 489
	ze szkół na wsi	2 312
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	9 314
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	17 751
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	20 546
	ze szkół publicznych	46 912
	ze szkół niepublicznych	3 011
	kobiety	37 584
	mężczyźni	12 339

\* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 58 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	48
	słabowidzący	69
	niewidomi	2
	słabosłyszący	77
	niesłyszący	30
	<b>ogółem</b>	<b>226</b>

### 3. Przebieg egzaminu

Tabela 3. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu

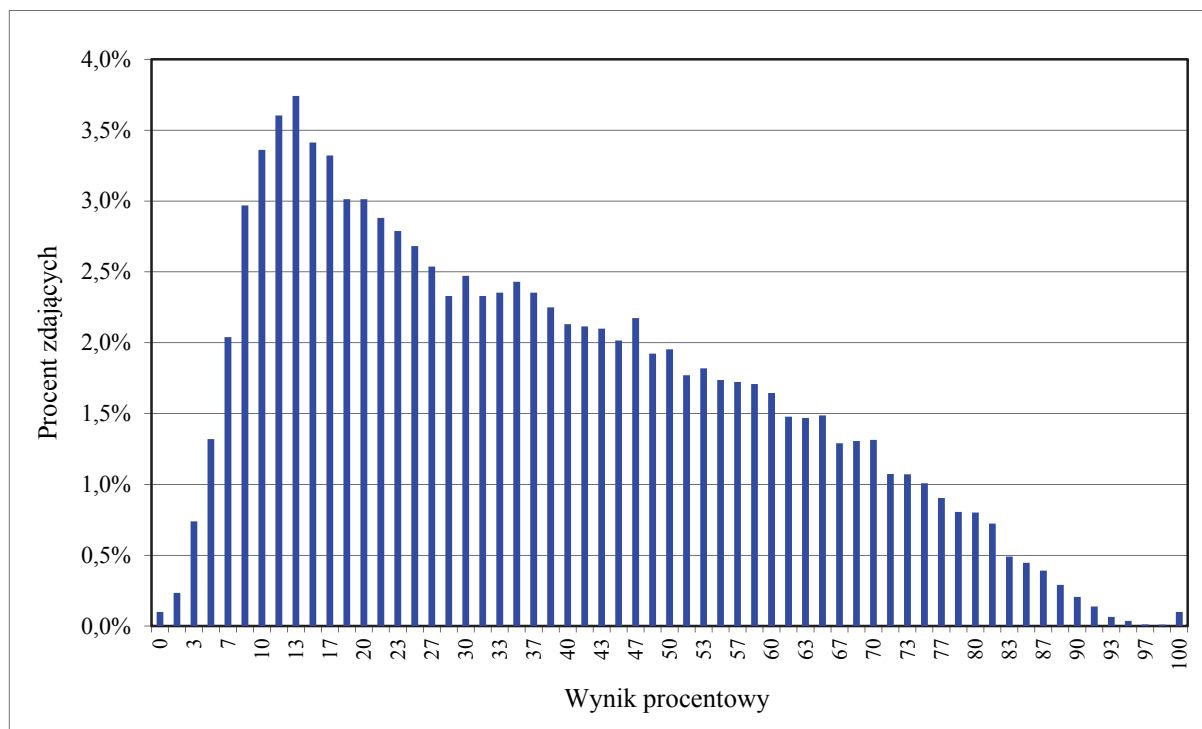
Termin egzaminu		12 maja 2016	
Czas trwania egzaminu		180 minut	
Liczba szkół		3 435	
Liczba zespołów egzaminatorów		69	
Liczba egzaminatorów		1 248	
Liczba obserwatorów <sup>1</sup> (§ 8 ust. 1)		91	
Liczba unieważnień <sup>2</sup>	w przypadku:		
	art. 44zzv pkt 1	stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
	art. 44zzv pkt 2	wniesienia lub korzystania przez zdającego w sali egzaminacyjnej z urządzenia telekomunikacyjnego	0
	art. 44zzv pkt 3	zakłócenia przez zdającego prawidłowego przebiegu egzaminu	0
	art. 44zzw ust. 1.	stwierdzenia podczas sprawdzania pracy niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
	art. 44zzy ust. 7 (1-9)	stwierdzenie naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu maturalnego	4
	art. 44zzy ust. 10	niemożność ustalenia wyniku (np. zaginięcie karty odpowiedzi)	0
Liczba wglądów <sup>2</sup> (art. 44zzz)		5 024	
Liczba prac, w których nie podjęto rozwiązania zadań		2	

<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).

<sup>2</sup> Na podstawie ustawy z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (tekst jedn. Dz.U. z 2016, poz. 1943, 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>	<b>49 923</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>13</b>	<b>37</b>	<b>22</b>
w tym:							
z liceów ogólnokształcących	41 434	0	100	38	35	41	21
z techników	8 489	0	78	13	10	16	10

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

**Poziom wykonania zadań**

Tabela 5. Poziom wykonania zadań

Nr zadania	Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe	Poziom wykonania zadania
			(%)
1.	1.1. 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 3) przedstawia rodzaje wiązań i oddziaływań chemicznych występujące w cząsteczkach biologicznych i ich rolę. 4. Białka. Zdający 5) opisuje strukturę 1-, 2-, 3- i 4-rzędową białek.	34
	1.2. V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	I. Budowa chemiczna organizmów. III. Metabolizm. 1. Enzymy. Zdający: 1) podaje charakterystyczne cechy budowy enzymu białkowego 3) wyjaśnia, na czym polega swoistość enzymów [...].	12
2.	2.1. III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 6. Rośliny – budowa i funkcje tkanek i organów. Zdający 3) analizuje budowę anatomiczną organów roślinnych: pierwotną i wtórną budowę korzenia i łodygi rośliny dwuliściennej [...]. 9. Rośliny – reakcja na bodźce. Zdający 2) przedstawia rolę hormonów roślinnych w funkcjonowaniu rośliny [...].	28
	2.2. III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń [...]. V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 6. Rośliny – budowa i funkcje tkanek i organów. Zdający 3) analizuje budowę anatomiczną organów roślinnych: pierwotną i wtórną budowę korzenia i łodygi rośliny dwuliściennej [...].	78
	2.3. III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń [...]. V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji.	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 6. Rośliny – budowa i funkcje tkanek i organów. Zdający: 1) przedstawia charakterystyczne cechy budowy tkanek roślinnych (twórczej, [...]). 3) analizuje budowę anatomiczną organów roślinnych: pierwotną i wtórną budowę korzenia i łodygi rośliny dwuliściennej [...].	7
3.	3.1. V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...].	II. Budowa i funkcjonowanie komórki. Zdający 4) opisuje budowę i funkcje	54

			chloroplastów. III. Metabolizm. 4. Fotosynteza. Zdający: 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) opisuje etapy cyklu Calvina i wskazuje je na schemacie, określa bilans tego cyklu.	
	3.2.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...].	II. Budowa i funkcjonowanie komórki. Zdający 4) opisuje budowę i funkcje chloroplastów. 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.	20
	3.3.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...].	III. Metabolizm. 4. Fotosynteza. Zdający: 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) opisuje etapy cyklu Calvina i wskazuje je na schemacie, określa bilans tego cyklu.	40
	3.4.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...].	III. Metabolizm. 4. Fotosynteza. Zdający 4) opisuje etapy cyklu Calvina i wskazuje je na schemacie, określa bilans tego cyklu.	18
	3.5.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	III. Metabolizm. 2. Ogólne zasady metabolizmu. Zdający 5) wskazuje substraty i produkty głównych szlaków i cykli metabolicznych [...]. 4. Fotosynteza. Zdający 4) opisuje etapy cyklu Calvina i wskazuje je na schemacie, określa bilans tego cyklu.	34
4.	4.1.	III. Poglębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający [...] formułuje problemy badawcze [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 8. Rośliny – rozmnażanie się. Zdający 3) przedstawia [...] kiełkowanie nasienia u rośliny okrytonasiennej. VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe. Zdający	20

			1) przedstawia źródło konkurencji międzygatunkowej, jakim jest korzystanie przez różne organizmy z tych samych zasobów środowiska.	
	4.2.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń.	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 8. Rośliny – rozmnażanie się. Zdający 3) przedstawia [...] rozwój i kiełkowanie nasienia u rośliny okrytonasiennej. VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe. Zdający 1) przedstawia źródło konkurencji międzygatunkowej, jakim jest korzystanie przez różne organizmy z tych samych zasobów środowiska.	26
5.	5.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...] związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi [...].	III. Metabolizm. 2. Ogólne zasady metabolizmu. Zdający 5) wskazuje substraty i produkty głównych szlaków i cykli metabolicznych (fotosynteza [...]). IV. Przegląd różnorodności organizmów. 3. Bakterie. Zdający 2) przedstawia charakterystyczne cechy sinic jako bakterii prowadzących fotosyntezę oksygeniczną (tlenową) oraz zdolnych do asymilacji azotu atmosferycznego.	20
	5.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...] związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje [...] informacje pozyskane z różnorodnych źródeł [...].	III. Metabolizm. 2. Ogólne zasady metabolizmu. Zdający: 2) porównuje anabolizm i katabolizm, wskazuje powiązania między nimi 5) wskazuje substraty i produkty głównych szlaków i cykli metabolicznych (fotosynteza [...]).	40
	5.3.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...] związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi [...].	II. Budowa i funkcjonowanie komórki. Zdający 8) wykazuje znaczenie połączeń międzykomórkowych u organizmów wielokomórkowych. III. Metabolizm. 2. Ogólne zasady metabolizmu. Zdający 5) wskazuje substraty i produkty głównych szlaków i cykli metabolicznych (fotosynteza [...]). IV. Przegląd różnorodności organizmów. 3. Bakterie. Zdający 2) przedstawia charakterystyczne cechy	6



			<p>sinic jako bakterii prowadzących fotosyntezę oksygeniczną (tlenową)</p> <p>oraz zdolnych do asymilacji azotu atmosferycznego.</p>	
6.	6.1.	<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 [...] informacje [...].</p>	<p>IV Przegląd różnorodności organizmów</p> <p>11. Zwierzęta bezkręgowce. Zdający 9) rozróżnia skorupiaki, pajęczaki, wije i owady oraz porównuje [...] budowę [...] tych grup.</p>	46
	6.2.	<p>V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.</p> <p>IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...].</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>11. Zwierzęta bezkręgowce. Zdający: 9) rozróżnia skorupiaki, pajęczaki, wije i owady oraz porównuje [...] budowę [...] tych grup</p> <p>10) porównuje przeobrażenie zupełne i niezupełne owadów.</p>	43
	6.3.	<p>V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.</p> <p>I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia związki między strukturą a funkcją na różnych poziomach organizacji życia.</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>11. Zwierzęta bezkręgowce. Zdający 9) rozróżnia skorupiaki, pajęczaki, wije i owady oraz porównuje środowisko życia [...] budowę [...] tych grup.</p> <p>13. Porównanie struktur zwierząt odpowiedzialnych za realizację różnych czynności życiowych. Zdający 1) przedstawia zależność między trybem życia zwierzęcia (wolnożyjący lub osiadły) a budową ciała [...].</p>	35
7.	7.1.	<p>V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...].</p> <p>IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...].</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>12. Zwierzęta kręgowce. Zdający 2) opisuje przebieg czynności życiowych, grup wymienionych w pkt. 1.</p> <p>13. Porównanie struktur zwierząt odpowiedzialnych za realizację różnych czynności życiowych. Zdający 2) opisuje różne rodzaje powłok ciała zwierząt.</p>	25
	7.2.	<p>V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...], formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.</p>	<p>IV. Przegląd różnorodności organizmów.</p> <p>12. Zwierzęta kręgowce. Zdający: 1) wymienia cechy charakterystyczne [...] płazów [...] w powiązaniu ze środowiskiem i trybem życia</p> <p>2) opisuje przebieg czynności życiowych [...] grup wymienionych w pkt. 1.</p> <p>13. Porównanie struktur zwierząt odpowiedzialnych za realizację różnych czynności życiowych. Zdający: 2) opisuje różne rodzaje powłok ciała zwierząt</p>	18

			13) na przykładzie poznanych zwierząt określa sposoby wymiany gazowej i wymienia służące jej narządy (układy).	
8.	8.1.	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 [...] informacje [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 1. Hierarchiczna budowa organizmu człowieka (tkanki, narządy, układy narządów). Zdający 1) rozpoznaje (na ilustracji, rysunku, według opisu itd.) tkanki budujące ciało człowieka oraz podaje ich funkcję i lokalizację w organizmie człowieka.	67
	8.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 1. Hierarchiczna budowa organizmu człowieka (tkanki, narządy, układy narządów). Zdający 1) rozpoznaje (na ilustracji, rysunku, według opisu itd.) tkanki budujące ciało człowieka oraz podaje ich funkcję i lokalizację w organizmie człowieka.	32
9.	9.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający [...] odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 9. Układ nerwowy. Zdający 3) przedstawia istotę procesu powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego.	62
	9.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...]. II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 9. Układ nerwowy. Zdający 3) przedstawia istotę procesu powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego.	21
	9.3.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe, [...] 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. 9. Układ nerwowy. Zdający 3) przedstawia istotę procesu powstawania i przewodzenia impulsu nerwowego.	13
10.	10.1.	II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 6. Układ krwionośny. Zdający: 1) charakteryzuje budowę serca i naczyń krwionośnych, wskazuje ich cechy adaptacyjne do pełnionych funkcji	45

			3) przedstawia krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym  (z uwzględnieniem przystosowania w budowie naczyń krwionośnych [...]).	
	10.2.	II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 6. Układ krwionośny. Zdający 3) przedstawia krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym [...].	50
	10.3	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. 6. Układ krwionośny. Zdający: 1) charakteryzuje budowę serca i naczyń krwionośnych, wskazuje ich cechy adaptacyjne do pełnionych funkcji 3) przedstawia krążenie krwi w obiegu płucnym i ustrojowym (z uwzględnieniem przystosowania w budowie naczyń krwionośnych [...]).	29
	11.1.	IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] 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. 4. Układ pokarmowy i przebieg procesów trawiennych. Zdający 1) omawia budowę poszczególnych elementów układu pokarmowego oraz przedstawia związek pomiędzy budową a pełnioną funkcją.	71
11.	11.2.	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 [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 4. Układ pokarmowy i przebieg procesów trawiennych. Zdający 1) omawia budowę poszczególnych elementów układu pokarmowego oraz przedstawia związek pomiędzy budową a pełnioną funkcją.	20
	12.1.	II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].	III etap edukacyjny. VIII. Genetyka. Zdający 1) [...] rozróżnia komórki haploidalne i diploidalne, [...] rozróżnia autosomy i chromosomy płci.	24
12.	12.2.	II. Pogłębienie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zdający objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności [...].	V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 13. Układ rozrodczy. Zdający: 3) analizuje przebieg procesu spermatogenezy i oogenezy 5) przedstawia fizjologię zapłodnienia.	16

	12.3.	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 [...].	II. Budowa i funkcjonowanie komórki. Zdający 4) opisuje budowę i funkcje mitochondriów [...]. V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 13. Układ rozrodczy. Zdający 5) przedstawia fizjologię zapłodnienia.	28
13.	13.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	II. Budowa i funkcjonowanie komórki. Zdający 4) opisuje budowę i funkcje mitochondriów i chloroplastów [...]. V. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. 13. Układ rozrodczy. Zdający 5) przedstawia fizjologię zapłodnienia.	42
	14.1.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.	VI. Genetyka i biotechnologia. 5. Genetyka mendłowska. Zdający 1) [...] stosuje podstawowe pojęcia genetyki klasycznej (allel, allel dominujący, allel recesywny [...], homozygota, heterozygota, genotyp, fenotyp). 7. Choroby genetyczne. Zdający 1) podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wywołanych przez mutacje genowe ([...] fenyloketonuria [...]).	73
14.	14.2	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	VI. Genetyka i biotechnologia. 5. Genetyka mendłowska. Zdający 3) zapisuje i analizuje krzyżówki jednogenne [...] (z dominacją zupełną i niezupełną [...], posługując się szachownicą Punnetta) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów w pokoleniach potomnych.	56
	14.3.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	VI. Genetyka i biotechnologia. 7. Choroby genetyczne. Zdający 1) podaje przykłady chorób genetycznych człowieka wywołanych przez mutacje genowe ([...] fenyloketonuria, [...]). IX. Ewolucja. 3. Elementy genetyki populacji. Zdający 2) przedstawia prawo Hardy'ego-Weinberga i stosuje je do rozwiązywania prostych zadań (jeden locus, dwa allele).	15
15.	15.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający	VI. Genetyka i biotechnologia. 5. Genetyka mendłowska. Zdający: 1) [...] stosuje podstawowe pojęcia genetyki klasycznej (allel, allel dominujący, allel recesywny [...], homozygota, heterozygota, genotyp,	56

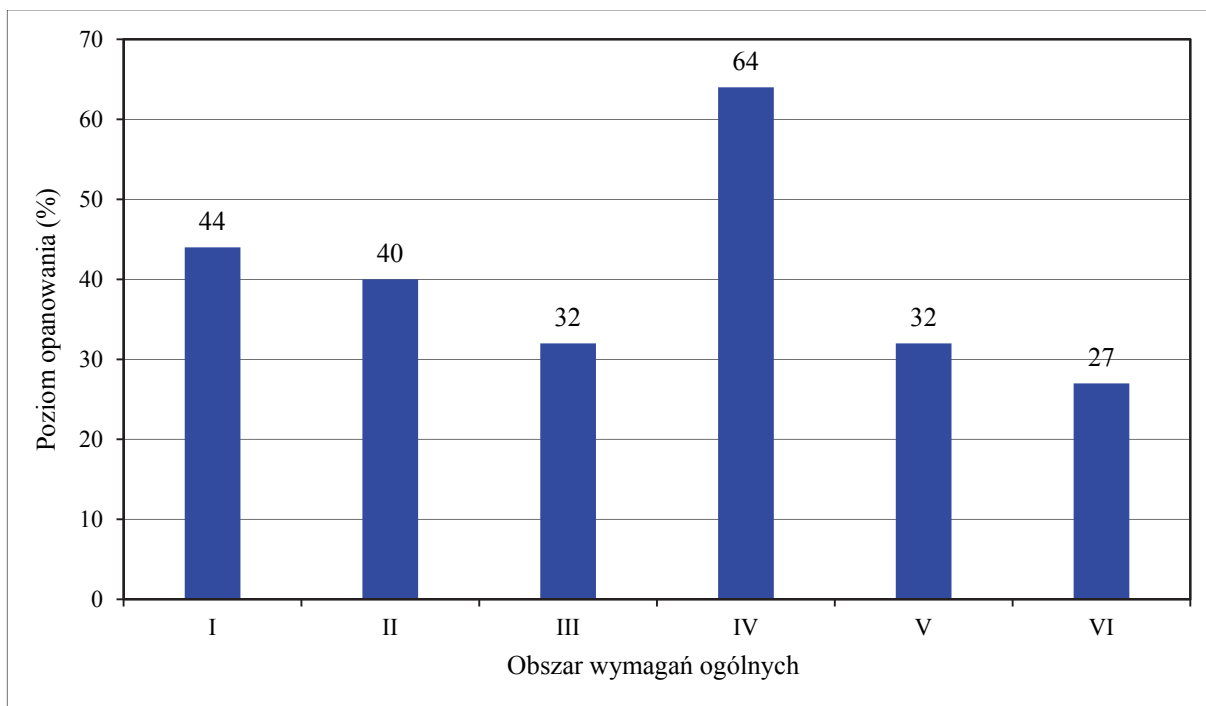
		odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...].	fenotyp) 3) zapisuje i analizuje krzyżówki jednogenowe [...] 4) opisuje sprzężenia genów (w tym sprzężenia z płcią) [...].	
15.2.		IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje, [...] informacje [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.	VI. Genetyka i biotechnologia. 5. Genetyka mendlowska. Zdający 1) [...] stosuje podstawowe pojęcia genetyki klasycznej (allel, allel dominujący, allel recesywny [...], homozygota, heterozygota, genotyp, fenotyp).	50
15.3.		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. 5. Genetyka mendlowska. Zdający: 3) zapisuje i analizuje krzyżówki jednogenowe [...] (z dominacją zupełną i niezupełną oraz allelami wielokrotnymi, posługując się szachownicą Punnetta) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia poszczególnych genotypów i fenotypów w pokoleniach potomnych 4) opisuje sprzężenia genów (w tym sprzężenia z płcią) [...].	44
16.1.		I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.	VI. Genetyka i biotechnologia. 2. Cykl komórkowy. Zdający 5) analizuje nowotwory jako efekt mutacji zaburzających regulację cyklu komórkowego. 6. Zmienność genetyczna. Zdający 6) definiuje mutacje chromosomowe i określa ich możliwe skutki.	59
16.2.	16.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...].	VI. Genetyka i biotechnologia. 2. Cykl komórkowy. Zdający 5) analizuje nowotwory jako efekt mutacji zaburzających regulację cyklu komórkowego. 6. Zmienność genetyczna. Zdający 1) określa źródła zmienności genetycznej (mutacje, rekombinacja).	28
16.3.		V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji, [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	<u>Zakres podstawowy</u> 1. Biotechnologia i inżynieria genetyczna. Zdający 8) wyjaśnia istotę terapii genowej. <u>Zakres rozszerzony</u> VI. Genetyka i biotechnologia. 6. Zmienność genetyczna. Zdający: 1) określa źródła zmienności genetycznej (mutacje, rekombinacja) 6) definiuje mutacje chromosomowe i określa ich możliwe skutki.	30
17.	17.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne.	VI. Genetyka i biotechnologia. 8. Biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna i medycyna molekularna. Zdający 4) przedstawia sposoby oraz cele otrzymywania transgenicznych bakterii, roślin i zwierząt.	67

18.	18.	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń.	<p><u>Zakres podstawowy</u></p> <p>2. Różnorodność biologiczna i jej zagrożenia. Zdający</p> <p>1) opisuje różnorodność genetyczną na poziomie [...] gatunkowym [...], wskazuje przyczyny spadku różnorodności genetycznej [...].</p> <p><u>Zakres rozszerzony</u></p> <p>VII Ekologia.</p> <p>3. Zależności międzygatunkowe. Zdający</p> <p>2) przedstawia skutki konkurencji międzygatunkowej [...].</p>	36
19.	19.1.	I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...]. IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...].	VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe. Zdający 3) przedstawia podobieństwa i różnice między drapieżnictwem, roślinożernością i pasożytnictwem.	41
	19.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...].	VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe. Zdający 7) wykazuje rolę zależności mutualistycznych (fakultatywnych i obligatoryjnych jedno- lub obustronnie) w przyrodzie, posługując się uprzednio poznanymi przykładami ([...] przenoszenie pyłku roślin przez zwierzęta odżywiające się nektarem itd.). IV. Przegląd różnorodności organizmów. 8. Rośliny – rozmnażanie się. Zdający 2) opisuje budowę kwiatu okrytonasiennych, przedstawia jej różnorodność i wykazuje, że jest ona związana ze sposobami zapylania.	42
	19.3.	IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...]. 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.	VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe. Zdający 7) wykazuje rolę zależności mutualistycznych (fakultatywnych i obligatoryjnych jedno- lub obustronnie) w przyrodzie, posługując się uprzednio poznanymi przykładami ([...] przenoszenie pyłku roślin przez zwierzęta odżywiające się nektarem itd.). IV. Przegląd różnorodności organizmów 8. Rośliny – rozmnażanie się. Zdający 2) opisuje budowę kwiatu okrytonasiennych, przedstawia jej różnorodność i wykazuje, że jest ona związana ze sposobami zapylania.	58

	19.4	VI. Postawa wobec przyrody i środowiska. Zdający rozumie znaczenie ochrony przyrody i środowiska oraz zna i rozumie zasady zrównoważonego rozwoju [...]. V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	<u>Zakres podstawowy</u> 2. Różnorodność biologiczna i jej zagrożenia. Zdający 1) opisuje różnorodność biologiczną na poziomie genetycznym, gatunkowym i ekosystemowym; 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, introdukcja gatunków obcych).	27
20.	20.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji, [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe. Zdający: 1) przedstawia źródło konkurencji międzygatunkowej, jakim jest korzystanie przez różne organizmy z tych samych zasobów środowiska 2) przedstawia skutki konkurencji międzygatunkowej w postaci zawężenia się nisz ekologicznych konkurentów lub wypierania jednego gatunku z części jego arealu przez drugi. VIII. Różnorodność biologiczna Ziemi. Zdający 4) przedstawia wpływ człowieka na różnorodność biologiczną, podaje przykłady tego wpływu (zagrożenie gatunków rodzimych, introdukcja gatunków obcych).	34
	20.2.	IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Zdający odczytuje, selekcjonuje [...] informacje [...]. I. Poznanie świata organizmów na różnych poziomach organizacji życia. Zdający [...] przedstawia i wyjaśnia procesy i zjawiska biologiczne [...].	VII. Ekologia. 4. Struktura i funkcjonowanie ekosystemu. Zdający 1) przedstawia rolę organizmów tworzących biocenozę w kształtowaniu biotopu (proces glebotwórczy, mikroklimat).	78
21.	21.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 1. Zasady klasyfikacji i sposoby identyfikacji organizmów. Zdający: 1) rozróżnia na schemacie grupy mono-, para- i polifiletyczne 3) przedstawia związek między filogenezą organizmów a ich klasyfikacją. IX. Ewolucja. 1) Źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji. Zdający	33

			4) odczytuje z drzewa filogenetycznego relacje pokrewieństwa ewolucyjnego gatunków [...].	
	21.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 1. Zasady klasyfikacji i sposoby identyfikacji organizmów. Zdający 3) przedstawia związek między filogenezą organizmów a ich klasyfikacją. IX. Ewolucja. 1) Źródła wiedzy o mechanizmach i przebiegu ewolucji. Zdający: 4) odczytuje z drzewa filogenetycznego relacje pokrewieństwa ewolucyjnego gatunków [...].	12
22.	22.1.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje, [...] wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe, [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	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. 3. Elementy genetyki populacji. Zdający 3) wykazuje, że na poziomie genetycznym efektem doboru naturalnego są zmiany częstości genów w populacji.	22
	22.2.	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający objaśnia i komentuje informacje [...] formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty.	IX. Ewolucja. 4. Powstawanie gatunków. Zdający 3) wyjaśnia różnicę między specjacją allopatryczną a sympatryczną.	31





Wykres 2. Poziom wykonania zadań w obszarze wymagań ogólnych

## Komentarz

Do tegorocznego egzaminu maturalnego z biologii na poziomie rozszerzonym przystąpiło 49,9 tys. abiturientów liceów ogólnokształcących i techników, co oznacza nieznaczny spadek – o 1,3 tys. zdających w porównaniu z poprzednim rokiem. Egzamin ten należy ocenić jako trudny dla zdających, a w szczególności dla absolwentów techników osiągających wyraźnie niższe wyniki od uczniów liceów ogólnokształcących.

Arkusz egzaminacyjny zastosowany na tegorocznym egzaminie z biologii składał się głównie z zadań sprawdzających umiejętności złożone. Od zdającego oczekuje się zatem, że będzie potrafił integrować wiadomości z różnych dyscyplin biologii i umiał wykorzystywać przedstawione w zadaniu informacje i własną wiedzę do rozwiązania określonego problemu. Nie było w arkuszu zadań wymagających wyłącznie wyrywkowej wiedzy encyklopedycznej. Nawet zadania o najbardziej prostej konstrukcji, których rozwiązanie polegało wyłącznie na podaniu nazw wiązań chemicznych lub tkanek, wymagały analizy przedstawionych informacji w postaci tekstu i rysunków, co zapewniało sprawdzenie umiejętności rozumienia i stosowania pojęć biologicznych. Do zadań o największym stopniu złożoności należały te, które dotyczyły metody naukowej oraz współzależności między procesami biologicznymi zachodzącymi w obrębie komórki lub organizmu, a także zadania dotyczące zależności między organizmami.

Umiarkowanie trudne okazały się zadania z IV obszaru wymagania ogólnego (poziom wykonania zadań w obszarze – 64%), sprawdzające umiejętności poszukiwania, wykorzystania i tworzenia informacji. Wszystkie wymagały umiejętności analizy i właściwej interpretacji informacji przedstawionych w materiale źródłowym. Najłatwiejsze były: zadanie 20.2. (poziom wykonania zadania – 78%) polegające na podaniu dwóch wskazanych w poleceniu cech opisanego w tekście grochodrzewu i zadanie 11.1. (poziom wykonania zadania – 71%), w którym należało zapisać wzór użębienia mlecznego człowieka, również na podstawie materiału źródłowego.

Trudniejsze okazały się zadania z I obszaru wymagania ogólnego (poziom wykonania zadań w obszarze – 44%) dotyczące rozpoznawania i przedstawiania organizmów, procesów oraz zjawisk biologicznych na różnych poziomach organizacji życia. Z tego obszaru wymagania ogólnego łatwe

okazało się zadanie 14.1. (poziom wykonania zadania – 73%) polegające na określeniu genotypu dziecka i genotypów jego rodziców pod względem genu warunkującego fenyloketonurię oraz umiarkowanie trudne dwa zadania z zakresu genetyki: zadanie 17. (poziom wykonania zadania – 67%) polegające na uporządkowaniu etapów otrzymania transgenicznej kukurydzy i zadanie 16.1. (poziom wykonania zadania – 59%) polegające na rozpoznaniu mutacji, w wyniku której powstał opisany w tekście chromosom Filadelfia. Łatwość wymienionych zadań wynikała najprawdopodobniej z tego, że sprawdzały one elementarne wiadomości z zakresu genetyki, realizowane również na wcześniejszym etapie edukacyjnym. Zadania z tego obszaru, wymagające umiejętności powiązania materiału źródłowego z posiadaną wiedzą, były dla zdających trudniejsze niezależnie od tego czy konstrukcja zadania była zamknięta, czy – otwarta. Najtrudniejsze okazały się: zadanie 3.4. (poziom wykonania zadania – 18%) i zadanie 3.2. (poziom wykonania zadania – 20%), wchodzące w skład wiązki zadań dotyczących procesu fotosyntezy, opisane szczegółowo w rozdziale *Analiza jakościowa zadań*.

W II obszarze wymagania ogólnego (poziom wykonania zadań w obszarze – 40%), sprawdzającym podstawowe wiadomości dotyczące organizmu ludzkiego, najtrudniejsze okazały się dwa zadania dotyczące układu rozrodczego człowieka, a konkretnie – budowy i funkcji plemnika: zadanie 12.2. (poziom wykonania zadania – 16%) i zadanie 12.1. (poziom wykonania zadania – 24%), opisane w dalszej części komentarza.

Podobnie jak w poprzednich latach trudne i bardzo trudne były dla zdających zadania z III i V obszaru wymagań ogólnych (poziom wykonania zadań w każdym z tych obszarów – 32%), sprawdzające wiadomości i umiejętności złożone. Spośród sześciu zadań w III obszarze wymagania ogólnego tylko jedno zadanie okazało się łatwe – zadanie 2.2. (poziom wykonania zadania – 78%) i było to zadanie zamknięte, polegające na ocenie przedstawionych stwierdzeń dotyczących wyników doświadczenia. Samodzielne sformułowanie problemu badawczego doświadczenia, albo wniosku na podstawie jego wyników, było już dla zdających trudne. Najtrudniejszym zadaniem w tym obszarze wymagania ogólnego, i drugim z najtrudniejszych zadań w całym arkuszu egzaminacyjnym, było zadanie 2.3. (poziom wykonania zadania – 7%), w którym trzeba było wyjaśnić przyczynę przedstawionych wyników doświadczenia.

Zgodnie z założeniami konstrukcji arkusza egzaminacyjnego wg „nowej formuły”, zadania z V obszaru wymagania ogólnego powinny stanowić w arkuszu egzaminacyjnym min. 30 punktów, (50% wszystkich punktów), a zatem, mają one znaczący wpływ na wynik egzaminu osiągniany przez zdającego. Wymagają one dogłębnej wiedzy oraz umiejętności rozumowania i argumentowania. W tegorocznym arkuszu egzaminacyjnym, spośród 30 zadań (pozwalających uzyskać 57% punktów) sprawdzających te umiejętności, aż 6 zadań okazało się dla zdających bardzo trudnych, 20 trudnych, a tylko 4 zadania były umiarkowanie trudne. Najtrudniejszym zadaniem w tym obszarze wymagania, i jednocześnie najtrudniejszym w całym arkuszu egzaminacyjnym, było zadanie 5.3. (poziom wykonania zadania – 6%), dotyczące wyjaśniania procesów biologicznych. Trudne okazało się także zadanie 19.4. (poziom wykonania zadań w obszarze – 27%), łączące V i VI obszar wymagań ogólnych, co koresponduje z osiągnięciami maturzystów z ubiegłego roku.

Szczegółową analizę zadań i problemów, jakie wystąpiły podczas ich rozwiązywania, przedstawiono w dalszych rozdziałach komentarza: *Analiza jakościowa zadań* oraz *Problem „pod lupą”*.

## **1. Analiza jakościowa zadań**

### **Zadanie 1.**

Wiązka składająca się z dwóch zadań odnoszących się do znajomości III-rzędowej struktury białka i jej roli w warunkowaniu funkcji katalitycznej enzymów.

#### **Zadanie 1.1.**

Zasadniczą trudność zadania polegała na rozpoznaniu na schemacie dwóch rodzajów wiązań chemicznych (wodorowego i disiarczkowego) stabilizujących III-rzędową strukturę białka, a następnie podaniu ich nazw. Zadanie zostało rozwiązane prawidłowo przez 34% zdających, a najczęstsze błędy polegały na nieprawidłowej nazwie mostka dwusiarczkowego podawanej jako *wiązanie siarczkowe*.

Wynika z tego, że zdający potrafili rozróżnić wiązania chemiczne mające wpływ na strukturę III-rzędową białka, ale mają problem z zastosowaniem właściwej terminologii. Otóż nazwa *wiązanie siarczkowe* sugeruje wystąpienie w nim tylko jednego atomu siarki na stopniu utlenienia  $-II$ , kiedy w omawianym wiązaniu są one dwa, co oddaje prawidłowa nazwa *wiązanie disiarczkowe*.

#### Zadanie 1.2.

W tym przypadku polecenie nie odnosiło się bezpośrednio do informacji podanych we wstępie do zadania, ale bazowało na wiedzy zdającego, który miał wyjaśnić, w jaki sposób struktura przestrzenna białka warunkuje jego zdolność katalityczną. Zadanie wymagało właściwego powiązania stosunkowo dużej ilości informacji w zwięzłej odpowiedzi, co okazało się trudne – prawidłowe rozwiązanie podało jedynie 12% zdających. Wiele odpowiedzi nieprawidłowych nie tyle, że zawierało błędy merytoryczne, ale było po prostu niekompletna – nie stanowiły one właściwego wyjaśnienia, ale raczej polegały na wymienieniu pewnych informacji o enzymach białkowych, np.:

*Enzymy to cząsteczki, które przyspieszają (katalizują) reakcje zachodzące w organizmach żywych. To w enzymie białkowym trzeciorzędowa struktura białka umożliwia wytworzenie centrum aktywnego, które jest miejscem związania substratu ulegającego reakcji katalitycznej. Efektem działania enzymu jest przekształcenie substratu w produkt.*

Powyższa nieprawidłowa odpowiedź wypełniła w całości miejsce przeznaczone w arkuszu na zapisanie rozwiązania zadania. Nie zawiera ona błędów merytorycznych – wszystkie podane informacje są prawdziwe. Niestety pierwsze i ostatnie zdanie to ogólniki niestanowiące realizacji polecenia. Jedynie środkowa część wypowiedzi nawiązuje do tego, że struktura trzeciorzędowa białka warunkuje wytworzenie centrum aktywnego enzymu, które wiąże substrat. Jest to jednak odpowiedź niedokończona – brakuje dalszej części wyjaśnienia, w jaki sposób dopasowanie przestrzenne enzymu i substratu wpływa na katalizę – poprzez nadanie specyficzności substratowej, a następnie obniżenie energii aktywacji reakcji lub wymuszenie określonego mechanizmu reakcji. Samo dopasowanie przestrzenne cząsteczek nie wystarcza do katalizy – doskonałym przykładem są rozmaite receptory występujące w komórkach, np. te wiążące hormony.

Podany przykład wskazuje na to, że zdający mają trudność nie tyle w przyswojeniu wiadomości, ale w ich logicznym łączeniu w wypowiedź będącą ścisłą odpowiedzią na postawione pytanie.

#### Zadanie 2.

Wiązka składająca się z trzech zadań ściśle nawiązujących do opisanego we wstępie eksperymentu.

##### Zadanie 2.1.

To zadanie polegało na sformułowaniu wniosku na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia i zostało szczegółowo omówione z zadaniami o podobnej konstrukcji w rozdziale *Problem „pod lupą”*.

##### Zadanie 2.2.

Zadanie zamknięte, polegające na ocenie prawdziwości trzech zdań zawierających słowny opis wyników doświadczenia przedstawionych na wykresie. Zadanie nie wymagało skomplikowanego przetwarzania informacji (wnioskowania), a jedynie porównania informacji przedstawionych w dwóch formach – tekstowej i graficznej. Z tego powodu okazało się ono zadaniem łatwym, rozwiązany prawidłowo przez 78% zdających.

##### Zadanie 2.3.

Celem zadania było sprawdzenie, czy zdający rozumie fizjologiczną przyczynę obserwowanych różnic między próbą badawczą i kontrolną. Do rozważenia były dwa zasadnicze scenariusze – różnice we wzroście roślin mogły wynikać albo z różnic w intensywności podziałów komórkowych, albo różnic we wzroście wydłużeniowym komórek. Mimo, że informacja o tym, że w opisanym eksperymencie badano wzrost wydłużeniowy została podana wprost we wstępie, to zadanie zostało rozwiązane poprawnie jedynie przez 7% zdających. Wiele odpowiedzi nieprawidłowych odwoływała się bezpośrednio do różnic w podziałach komórkowych, np.:

*Stwierdzenie to jest prawdziwe, ponieważ w ciemności intensywność podziałów komórkowych była większa niż podczas podziałów komórkowych pod wpływem światła.*

*Stwierdzenie to jest prawdziwe, ponieważ wzrost wydłużeniowy hipokotyła zależy od intensywności podziałów komórkowych w nich zachodzących. Im intensywniej komórki te się dzielą, tym większy wzrost hipokotyła.*

Świadczy to o niezrozumieniu sposobu wzrostu roślin i lokalizacji merystemów w siewce. Można zatem postawić diagnozę, że zdający rozwiązując kolejne zadanie z wiązki nie wracają już do raz przeczytanego wstępu, zakładając że zapamiętali wszystkie istotne informacje, lub w ogóle pomijają czytanie wprowadzeń do zadań.

### Zadanie 3.

Wiązka składająca się z pięciu zadań dotyczących analizy procesu fotosyntezy u roślin.

#### Zadanie 3.1.

Umiarkowane trudne zadanie zamknięte polegające na ocenie prawdziwości trzech informacji dotyczących procesu fotosyntezy. Ocena pierwszego i trzeciego zdania była możliwa w oparciu o analizę przedstawionego we wstępie schematu, natomiast ocena drugiego – wymagała posiadania przez zdającego określonych wiadomości.

Umiarkowana trudność zadania (poziom wykonania zadania – 54%) wynika po części z tego, że dla trzeciego zdania były oceniane jako poprawne zarówno odpowiedzi *prawda*, jak i *falsz*. Intencją autora zadania było wskazanie odpowiedzi *prawda* w myśl tego, że ATP oraz NADPH + H<sup>+</sup> będące substratami fazy ciemnej, są jednocześnie produktami fazy jasnej, a zatem brak zużycia tych związków po zahamowaniu fazy ciemnej spowoduje przesunięcie się równowagi reakcji fazy ciemnej w stronę substratów, a więc ograniczenie fosforylacji niecyklicznej.

Jednakże zdający analizujący to zdanie szczegółowo mogli ocenić je jako fałszywe z dwóch powodów. Po pierwsze – zahamowanie cyklu Calvina spowoduje raczej ograniczenie fosforylacji niecyklicznej niż jej całkowite zahamowanie. Po drugie – w szkołach ponadgimnazjalnych jest mocno ugruntowane nauczanie, że ATP nie może być magazynowane. Należy to jednak rozumieć w tym sensie, że ATP nie jest związkiem zapasowym, jak np. skrobia lub glikogen. Maturzyści są jednak skłonni interpretować to inaczej – twierdząc, że niemożliwy jest wzrost stężenia lub ilości ATP w komórce, choć eksperymentalnie udało się wykazać, że inhibicja cyklu Calvina skutkuje istotnym zwiększeniem stężenia ATP we wszystkich przedziałach komórkowych, w tym w chloroplastach.

#### Zadanie 3.2.

Trudne zadanie rozwiązane prawidłowo przez 20% zdających, w którym należało określić rolę cząsteczek chlorofilu znajdujących się centrum reakcji. Zadanie wymagało od zdającego posiadania określonych wiadomości, ale także ich przeanalizowania. Sens prawidłowej odpowiedzi powinien wskazywać na to, że z tych cząsteczek są emitowane elektrony o wysokiej energii, która pochodzi ze światła absorbowanego przez barwniki pomocnicze i inne cząsteczki chlorofilu tworzące „anteny”. Część nieprawidłowych odpowiedzi podawała fakty dotyczące cząsteczek chlorofilu, ale nieprzesądzające o jego roli w procesie fotosyntezy, np.:

*Cząsteczki chlorofilu odpowiadają za wylapywanie kwantów światła niezbędnych do przeprowadzenia fazy jasnej fotosyntezy (zależnej od światła).*

To prawda, że cząsteczki chlorofilu w centrum reakcji mogą być wzbudzone bezpośrednio przez kwanty światła, ale jest to raczej sytuacja wyjątkowa; zdecydowana większość energii świetłej jest absorbowana przez barwniki pomocnicze i przekazywana następnie do centrum reakcji.

*Cząsteczki chlorofilu w centrum reakcji fotosystemów służą jako donory oraz akceptory par elektronowych.*

To prawda, że cząsteczki te przekazują elektrony na inne związki, a same są akceptorami elektronów z innych cząsteczek. To jednak nie jest szczególna cecha cząsteczek chlorofilu w centrum reakcji. W procesie fotosyntezy jest cały szereg związków uczestniczących w łańcuchu transportu elektronów.

Szczególną cechą cząsteczek chlorofilu w centrum reakcji jest to, że są akceptorami par elektronowych o niskiej energii, a emitują elektrony o wysokiej energii.

Powyższe przykłady raz jeszcze pokazują, że prawidłowa odpowiedź musi być ścisłą realizacją polecenia, a nie po prostu zdaniem zawierającym prawdziwe informacje.

### Zadanie 3.3.

Trudne zadanie zamknięte (poziom wykonania zadania – 40%), polegające na uzupełnieniu luk w zdaniu opisującym proces fotosyntezy tak, aby było ono prawdziwe. Wszystkie informacje niezbędne do rozwiązania zadania były dostępne po szczegółowej analizie zamieszczonego we wstępie schematu. Trudność mogło ono sprawić tym zdającym, którzy nie wykonali szczegółowej analizy fotosyntezy w szkole lub spotkali się z innym, niż w podręcznikach, schematem fotosyntezy pierwszy raz na egzaminie maturalnym.

### Zadanie 3.4.

Bardzo trudne zadanie (poziom wykonania zadania – 18%), wymagające podania nazwy związku oznaczonego na schemacie cyklu Calvina znakiem „X” oraz określenia jego funkcji w fazie fotosyntezy niezależnej od światła. Pytanie dotyczyło RuBP (rybulozobisfosforanu), który uczestniczy w pierwszym etapie cyklu Calvina – karboksylacji, a więc związku o fundamentalnym znaczeniu z punktu widzenia całego cyklu reakcji.

Najczęstsze błędy dotyczyły samej nazwy związku, gdzie jako nieprawidłowe odpowiedzi pojawiała się cała gama związków występujących w innych reakcjach biochemicznych: *szczawiooctan*, *kwasy jabłkowy* – cykl Krebsa; *pirogroń* – końcowy produkt glikolizy. Zdarzały się także błędy w zapisie nazwy systematycznej RuBP: *rybulozo 1,3 – bisfosforan* zamiast *rybulozo-1,5-bisfosforan*.

Błędy w drugiej części zadania polegały przede wszystkim na opisywaniu reakcji, w której bierze udział RuBP, a nie określeniu jego roli dla fazy ciemnej fotosyntezy, np.: *Umożliwia powstawanie kwasu 3-fosfoglicerynowego* lub były to odpowiedzi zbyt ogólne, np.: *Jest substratem w cyklu Calvina*.

Znów mamy zatem do czynienia ze zdaniem prawdziwym, ale nieodnoszącym się do polecenia. W tym zadaniu nie chodziło o opisanie zjawiska (etapu cyklu), ale o określenie jego znaczenia dla całego procesu.

### Zadanie 3.5.

Zdający miał wyjaśnić, w jaki sposób stosowanie w szklarni zestalonego dwutlenku węgla zwiększa plonowanie roślin. Zadanie prawidłowo rozwiązało tylko 34% maturzystów. Wśród rozwiązań nieprawidłowych, oprócz tych zawierających błędy merytoryczne, znalazły się też takie, które nie stanowiły pełnego wyjaśnienia. Odpowiedzi niekompletne nie zawierały albo przyczyny (zwiększenia stężenia dwutlenku węgla), np.: *CO<sub>2</sub> jest niezbędnym substratem fotosyntezy podczas którego powstają produkty fotosyntezy umożliwiające przyrost biomasy rośliny*, albo mechanizmu (wzrostu intensywności fotosyntezy), np.: *Suchy lód zwiększa w powietrzu w szklarni stężenie CO<sub>2</sub>, który jest głównym substratem w procesie fotosyntezy*.

### Zadanie 4.

Wiązka dwóch zadań dotyczących ściśle opisanego we wstępie eksperymentu dotyczącego wpływu substancji zawartych w kłączu perzu na kiełkowanie nasion grochu.

#### Zadanie 4.1.

Zadanie polegało na sformułowaniu problemu badawczego przedstawionego doświadczenia. Poniżej najczęściej popełniane błędy:

- *Jaki jest wpływ allelopatin wydzielanych przez perz na kiełkowanie nasion grochu?*

Cześć zdających założyła, że perz wydziela allelopatyny, ale czy faktycznie tak jest, można wywnioskować dopiero z przedstawionych wyników doświadczenia. Problem badawczy formułuje się jednak przed wykonaniem doświadczenia – określa on przecież cel badań.

- *Czy podlewanie nasion grochu wodą, w której moczone kłącza perzu wpływa na ich kiełkowanie?*

Tak sformułowana odpowiedź nie określa problemu badawczego, a więc celu przeprowadzania badań, ale stanowi opis metodyki badań. W tym przypadku nie chodziło o zbadanie zabiegu podlewania wodą przygotowaną w określony sposób, ale o określenie wpływu substancji zawartych w kłączu perzu na kiełkowanie nasion grochu.

- *Wpływ allelopatin wydzielanych przez chwasty na inne rośliny.*

Problem badawczy został postawiony zbyt ogólnie, nie sposób go rozwiązać za pomocą przedstawionego doświadczenia, gdzie wnioskowanie jest ograniczone do dwóch gatunków roślin – perzu i grochu.

To trudne zadanie rozwiązało prawidłowo 20% zdających.

#### Zadanie 4.2.

Podobnie jak w zadaniu 2.1. w odpowiedzi należało sformułować wniosek na podstawie wyników doświadczenia – z tego powodu obydwie zadania zostały omówione w rozdziale *Problem „pod lupą”*.

#### Zadanie 5.

Wiązka trzech zadań dotycząca powiązania procesów wiązania azotu  $N_2$  i fotosyntezy u sinic.

##### Zadanie 5.1.

Zdający miał wyjaśnić, dlaczego w heterocytach sinic nie może być aktywny fotosystem II. Aby prawidłowo rozwiązać zadanie, należało zauważyć sprzeczność polegającą na tym, że proces wiązania azotu zachodzący w heterocytach wymaga warunków beztlenowych, a w aktywnym fotosystemie II produkowany jest tlen podczas fotolizy wody. Pierwsza informacja była zawarta we wstępie do zadania, a druga – wymagała posiadania przez zdającego określonych wiadomości. Dodatkowo w rozwiązaniu zadania mógł pomóc schemat fotosyntezy oksygenicznej (właściwej dla roślin i sinic) zamieszczony we wstępie do zadania 3., na którym tlen jest przedstawiony jako produkt fazy jasnej fotosyntezy.

Zadanie okazało się trudne – rozwiązało je prawidłowo 20% zdających. Przyczyną niezyskania punktu za odpowiedź były najczęściej błędy merytoryczne, np.

*U sinicy Anabaena nie może być aktywny fotosystem II, ponieważ do wiązania azotu atmosferycznego konieczne są elektrony, które w fotosystemie II są wybijane, aby zapełnić lukę elektoronową fotosystemu I. Gdyby więc fotosystem II był aktywny, to wiązanie azotu zachodziłoby bardzo trudno.*

Podstawowym błędem merytorycznym powyższej odpowiedzi jest to, że reakcje redoks fotosyntezy i te zachodzące podczas wiązania azotu atmosferycznego nie są ze sobą powiązane.

*W heterocytach sinicy Anabaena nie może być aktywny, ponieważ zachodzi w nim chemosynteza z wykorzystaniem związku azotu, który powstaje dzięki zdolności heterocytów do asymilacji azotu atmosferycznego.*

W tej odpowiedzi z kolei został pomyłony proces fotosyntezy z chemosyntezą, a dalsze błędy merytoryczne są jedynie tego konsekwencją.

##### Zadanie 5.2.

To zadanie (poziom wykonania zadania – 40%) sprawdzało, czy zdający potrafi określić i uzasadnić na podstawie równania reakcji jej charakter – anaboliczny lub kataboliczny. Szczegółowa analiza tego zadania znajduje się w rozdziale *Problem „pod lupą”* wraz z innymi zadaniami o podobnej konstrukcji.

##### Zadanie 5.3.

Bardzo trudne zadanie, rozwiązane prawidłowo jedynie przez 6% zdających, wymagające zrozumienia zależności pomiędzy dwoma procesami biochemicznymi – fotosyntezą i wiązaniem azotu atmosferycznego. Istotą prawidłowej odpowiedzi jest to, że połączenia między heterocytami

a komórkami fotosyntezującymi umożliwiają wykorzystanie związanego azotu do budowy białek, nukleotydów lub chlorofilu niezbędnych w procesie fotosyntezy.

Stosunkowo często pojawiały się odpowiedzi błędne, w których podawano, że zależności te polegają na transporcie przez połączenia międzykomórkowe gotowych nukleotydów (ADP) zamiast podanej w tekście glutaminy – ostatecznego produktu wiązania azotu atmosferycznego, np.:

*Połączenie umożliwiają transport produktów asymilacji azotu atmosferycznego z heterocytów do komórek fotosyntezujących. Cząsteczki ADP oraz  $P_i$  stają się substratem do tworzenia w procesie fotosyntezy ATP, co umożliwia dalszy przebieg fotosyntezy. Dostarczenie produktów reakcji zachodzących w heterocytach usprawnia proces fotosyntezy.*

Wydaje się, że mamy tutaj do czynienia z podobnym zjawiskiem jak w przypadku zadania 2.3. – zdający podczas rozwiązywania trzeciego zadania z wiązki najprawdopodobniej nie wracali już do wstępu zadania, gdzie znajdowały się kluczowe informacje do jego rozwiązania.

#### Zadanie 6.

Wiązka trzech zadań dotycząca budowy morfologicznej owadów na przykładzie turkucia podjadka.

##### Zadanie 6.1.

Polecenie obligowało do podania dwóch widocznych na rysunku cech turkucia, świadczących o tym, że należy on do owadów, a nie – do innej grupy stawonogów. Innymi słowy, należało wymienić takie cechy, które występują u owadów, ale nie występują u innych stawonogów.

W odpowiedziach prawidłowych należy zwrócić szczególną uwagę na *trzy pary odnóży krocnych* lub *trzy pary nóg*. Istotne jest przy tym wskazanie, że nie chodzi o dowolne odnóża, ale o te znajdujące się na tułowiu – wynika to z ich funkcji lokomotorycznej: *odnóża krocne, nogi*.

Wśród odpowiedzi nieprawidłowych stosunkowo często zdający podawali *jedną parę czulków*. Jest to jednak także cecha wijów, a więc nie może to być samodzielna cecha umożliwiająca zaklasyfikowanie turkucia do owadów.

Dodatkowego komentarza wymaga to, że zadanie było oceniane przez pryzmat podstawy programowej, w której ze stawonogów są ujęte jedynie skorupiaki, owady, wije i pajęczaki. Z tego powodu jako prawidłowa została uznana odpowiedź *ciało podzielone na trzy tagmy – głowę, tułów i odwłok*, mimo że jest to także cecha kikutnic, których nie wymienia podstawa programowa.

Zadanie okazało się trudne – prawidłowe rozwiązanie przedstawiło 46% zdających.

##### Zadanie 6.2.

W tym zadaniu należało na podstawie rysunków kolejnych stadiów larwalnych oraz imago zdecydować, czy u turkucia występuje przeobrażenie zupełne, czy niezupełne, i podać uzasadnienie wyboru.

Zadanie okazało się trudne (poziom wykonania zadania – 43%), co wynikało w dużej mierze z problemów z zastosowaniem fachowej terminologii. Zdający przeobrażenie niezupełne nazywali *przeobrażeniem niepełnym, częściowym, pośrednim* lub *prostym*.

Duża część nieprawidłowych uzasadnień odnosiła się do braku stadium poczwarki, np.: *Jest to przeobrażenie niezupełne, ponieważ w rozwoju larwy turkucia podjadka brak stadium poczwarki*. Po pierwsze – poczwarka nie jest stadium rozwoju larwy, a po drugie – polecenie wymagało odnieść się do widocznych na rysunku cech larwy.

Widzimy zatem z jednej strony podobny problem jak w zadaniu 1.1. (trudności w zastosowaniu prawidłowej terminologii), a z drugiej strony – pojawiają się odpowiedzi niebędące realizacją polecenia, podobnie jak to ma miejsce w wielu innych zadaniach.

## Zadanie 6.3.

Zdający miał wykazać związek budowy pierwszej pary odnóży krocnych turkucia z trybem jego życia. Istota prawidłowej odpowiedzi polegała na podaniu takich cech, które wskazują jednoznacznie na adaptację do kopania, np.:

- *Odnóża są umięśnione, zakończone wyrostkami, które ułatwiają kopanie w ziemi korytarzy.*
- *Odnóża są spłaszczone i masywne co ułatwia im rycie korytarzy w ziemi.*
- *Pierwsza para odnóży to odnóża grzebne, mające dużo bardziej silną i solidną strukturę, kształt łopaty, ponieważ mają służyć do kopania w ziemi.*

Wszystkie powyższe odpowiedzi łączy to, że z opisu budowy wynika przystosowanie do kopania – przystosowanie to jest wykazane.

Odpowiedzi nieprawidłowe podawały często tylko jedną cechę, która sama w sobie nie przesądzała o przystosowaniu do kopania, np.:

*Są to odnóża grzebne, dzięki którym turkuć może sprawnie przemieszczać się pod ziemią i docierać do pokarmu. Umożliwia to ich budowa, czyli znacznie większe przednie części odnóży, ułatwiające rycie w ziemi.*

To, że odnóża są duże, jeszcze nie przesądza o tym, że są przystosowane do kopania – ważny jest także ich kształt.

Część odpowiedzi nieprawidłowych odnosiła się wyłącznie do funkcji odnóży (odnóża grzebne) bez wykazania związku budowy z funkcją, przy jednocześnie rozwiniętym wyjaśnieniu, w jaki sposób odnóża o takiej funkcji warunkują dostosowanie turkucia, np.:

*Pierwsza para odnóży krocnych tego owada to odnóża grzebne, które umożliwiają zakopywanie się w ziemi. Turkuć podjadek żywi się głównie podziemnymi częściami roślin, dlatego taka budowa odnóży ułatwia mu zdobywanie pokarmu.*

Mimo że przytoczona odpowiedź nie zawiera błędów merytorycznych, to jest zbyt ogólna i nie realizuje polecenia – brakuje w niej jakiegokolwiek opisu budowy morfologicznej omawianych odnóży turkucia.

## Zadanie 7.

Wiązka dwóch zadań dotyczących budowy i fizjologii płazów.

## Zadanie 7.1.

Należało określić prawdziwość trzech zdań opisujących budowę skóry płazów. Wszystkie informacje konieczne do oceny tych zdań zostały przedstawione na schemacie we wstępie do zadania. Najtrudniejsze okazały się zdanie pierwsze i trzecie. Zdający dość często twierdzili, że skórę płazów okrywa nabłonek jednowarstwowy. Być może było to spowodowane tym, że na zamieszczonym schemacie najwyższa warstwa komórek nabłonka składa się z komórek bardziej spłaszczonych. Jednak cechą kręgowców jest pokrycie skóry nabłonkiem wielowarstwowym i płazy nie są tutaj wyjątkiem. Stosunkowo duża grupa zdających twierdziła, że gruczoły śluzowe nie są wytworami naskórka, mimo że na schemacie nabłonek budujący gruczoły ma zachowaną ciągłość z naskórkiem okrywającym ciało płaza. Omawiane gruczoły są jedynie zagłębione w skórze właściwej zbudowanej z tkanki łącznej, ale mają pochodzenie nabłonkowe. Nie wszyscy zdający dostrzegli także, że przedstawione na schemacie pory w skórze płazów są ujściami gruczołów śluzowych.

Zadanie okazało się trudne – prawidłową odpowiedź udzieliło 25% zdających.

## Zadanie 7.2.

To zadanie było podzielone na dwie części podlegające osobnej ocenie – za prawidłowe rozwiązanie całego zadania można było otrzymać dwa punkty. W obydwu częściach należało wyjaśnić rolę określonych struktur (śluzu pokrywającego skórę lub licznych naczyń krwionośnych) w usprawnianiu wymiany gazowej u płazów.



Sprawna wymiana gazowa pomiędzy powietrzem atmosferycznym a krwią wymaga spełnienia odpowiednich warunków. Po pierwsze – naskórek okrywający ciało płazów stanowi istotną barierę w dyfuzji gazów – ten problem jest ograniczony właśnie przez wydzielanie śluzu, w którym rozpuszcza się tlen. Po drugie – ważne jest utrzymanie różnicy ciśnień gazów między krwią a atmosferą. Liczne naczynia krwionośne znajdujące się w skórze warunkują duży przepływ krwi przez ten narząd, co zapewnia sprawny odbiór dyfundującego tlenu i dostarczanie dwutlenku węgla, który ma zostać usunięty z organizmu.

Dodatkowo liczna sieć drobnych naczyń krwionośnych (kapilar) oznacza stosunkowo dużą powierzchnię dyfuzji pomiędzy krwią a skórą, co także przyspiesza ten proces.

Zadanie okazało się bardzo trudne – dwa punkty zdobyło jedynie 18% zdających.

#### Zadanie 8.

Wiązka dwóch zadań na temat tkanek łącznych oporowych człowieka.

##### Zadanie 8.1.

Zadanie umiarkowanie trudne (poziom wykonania zadania – 67%), polegające na podaniu nazw dwóch tkanek łącznych przedstawionych na fotografiach. Stosunkowo wysoka łatwość może wynikać z tego, że prawidłową odpowiedź stanowią dwie tkanki oporowe (tkanka chrzęstna i kostna) będące tematem kolejnego zadania. Spowodowało to prawdopodobnie, że zadanie formalnie otwarte stało się w praktyce zadaniem zamkniętym o znacznie ograniczonej możliwości wyboru. W odpowiedziach nieprawidłowych można było jednak odnaleźć cały wachlarz nazw tkanek zarówno zwierzęcych (*tkanka tłuszczowa, tkanka łączna, limfa, szklista, chrząstka sprężysta, szkieletowa, koścista, limfa, hemoglobina, mięśniowa, tkanka łączna nabłonkowa*), jak i tkanek roślinnych (!): *zwarcica, miękisz gąbczasty*.

##### Zadanie 8.2.

W zadaniu należało ocenić prawdziwość trzech zdań porównujących tkanki oporowe. W tym przypadku analiza przedstawionych fotografii jedynie w niewielkim stopniu mogła przybliżyć zdającego do prawidłowej odpowiedzi, który musiał się wykazać odpowiednią wiedzą dotyczącą podstawowych cech budowy tkanki kostnej i chrzęstnej.

Żadna z odpowiedzi nieprawidłowych nie dominowała, a zadanie okazało się trudne – wszystkie trzy zdania prawidłowo oceniło 32% zdających.

#### Zadanie 9.

Wiązka trzech zadań dotyczących funkcjonowania neuronu i przekazywania impulsu nerwowego w synapsie. Duża trudność zadań otwartych wskazuje na znaczne braki w zrozumieniu tych procesów na poziomie odnoszącym się do szczegółów funkcjonowania komórki nerwowej.

##### Zadanie 9.1.

Umiarkowanie trudne zadanie (poziom wykonania zadania – 62%), polegające na ocenie prawdziwości trzech stwierdzeń dotyczących działania synaps. Wiele informacji pomocnych w ocenie stwierdzeń zostało zawartych w zamieszczonym we wstępie do zadania schemacie przedstawiającym budowę i sposób działania synapsy chemicznej i elektrycznej. Jednakże do prawidłowego rozwiązania wymagane było posiadanie odpowiedniego poziomu wiadomości umożliwiających właściwą interpretację schematu, na którym, np. nie podpisano zawartości pęcherzyków synaptycznych (neuroprzekaźnika).

##### Zadanie 9.2.

Trudne zadanie, rozwiązane prawidłowo przez 21% maturzystów, sprawdzające znajomość mechanizmu uwalniania neuroprzekaźnika w synapsie chemicznej. W odpowiedziach wielu zdających występowały różnego rodzaju błędy merytoryczne, świadczące o niewłaściwej analizie informacji przedstawionych na schemacie lub ukazujące niezrozumienie procesów związanych z działaniem synapsy, np.:

*Niedobór jonów wapnia może znacząco ograniczyć ilość wydzielanego neuroprzekaźnika, gdyż jony te zwiększają ciśnienie w pęcherzyku synaptycznym, stając się bodźcem do uwolnienia neuroprzekaźnika.*

Pęcherzyki synaptyczne ulegają fuzji z błoną presynaptyczną, a nie ulegają rozerwaniu przez zwiększające się w nich ciśnienie.

*Jony wapnia powodują depolaryzację błony, dlatego ich niedobór powoduje utrudnione przewodzenie impulsów nerwowych.*

W depolaryzację błony neuronu są zaangażowane przede wszystkim napływające do wnętrza komórki jony sodu. Jony wapnia napływają przez kanały otwierane właśnie w wyniku depolaryzacji i stanowią raczej cząsteczki sygnałowe wyzwalające fuzję pęcherzyków synaptycznych z błoną presynaptyczną, niż wpływają znacząco na zmianę potencjału w poprzek błony komórkowej.

Część z nieprawidłowych rozwiązań stanowiła odpowiedzi niepełne, np.:

*Niedobór jonów wapnia w płynie międzykomórkowym otaczającym neuron będzie spowalniał przekazywanie pobudzenia. Dzięki wapniowi pobudzenia są szybciej dokonywane.*

W tej przykładowej odpowiedzi został prawidłowo określony skutek niedoboru jonów wapnia, ale uzasadnienie jest pozorne – nie wnosi ono żadnej nowej informacji, nie odwołuje się do funkcji jonów wapnia w przekazywaniu sygnału.

Zadanie 9.3.

Bardzo trudne zadanie (poziom wykonania zadania – 13%), wymagające szczegółowego zrozumienia działania synapsy chemicznej oraz mechanizmu depolaryzacji błony neuronu. Podobnie, jak w poprzednim zadaniu, zdający popełniali liczne błędy merytoryczne lub przedstawiali odpowiedzi niepełne, np.:

*Usuwane są po to, aby nie zaburzyć przekazania impulsów, ponieważ wiązanie neuroprzekaźnika przez receptor błony zachodzi zgodnie z gradientem stężeń.*

Zdający pomylił procesy – zgodnie z gradientem stężeń zachodzi napływ jonów sodu do wnętrza komórki, a nie wiązanie neuroprzekaźnika z receptorem w błonie postsynaptycznej.

*W synapsach chemicznych cząsteczki neuroprzekaźnika są usuwane ze szczeliny synaptycznej, ponieważ przekazywanie pobudzenia odbywa się z jednej komórki nerwowej na drugą za pomocą nowych synaps (dlatego stare są usuwane).*

Zdający pomylił pojęcia synapsy i neuroprzekaźnika. Z udzielonej odpowiedzi wynika, że przekazanie kolejnego impulsu nerwowego wiąże się z koniecznością utworzenia nowej synapsy, co jest nieprawdą.

Zadanie 10.

Wiązka trzech zadań dotyczących budowy i funkcjonowania układu krążenia człowieka.

Zadanie 10.1. i 10.2.

Trudne i umiarkowanie trudne zadania zamknięte, rozwiązane prawidłowo przez odpowiednio: 45% i 50% zdających, dotyczące budowy serca oraz kierunku przepływu krwi przez poszczególne jego części i naczynia krwionośne. Zadania sprawdzały po części umiejętność analizy schematu budowy serca, ale też wymagały od zdającego posiadania określonych wiadomości – przede wszystkim znajomości nazw głównych naczyń krwionośnych i części serca, oraz rozumienia mechanizmu powodującego zamykanie się zastawek.

Zadanie 10.3.

Trudność zadania, rozwiązanego poprawnie przez 29% maturzystów, wynikała z problemów z wyjaśnieniem, dlaczego ściany lewej komory serca są znacznie grubsze od ścian prawej komory, co wymagało od zdającego analizy porównawczej małego i dużego obiegu krwi. Pierwszym co należy zauważyć jest fakt, że mały i duży obieg krwi są ze sobą połączone jeden za drugim – tworzą razem

pętlę. Z tego wynika, że tyle krwi, ile wypłynie z jednego obiegu, musi wpłynąć do drugiego. Przekłada się to wprost na objętości minutowe prawej i lewej części serca, które muszą być jednakowe – w ciągu minuty prawa komora serca musi wyrzucić dokładnie tyle samo krwi, co lewa. Jednakże duży i mały obieg krwi stawiają inny opór przepływającej krwi, co wynika m.in. z dużo krótszych naczyń i mniejszej objętości krwi znajdującej się w małym obiegu. Tempo przepływu krwi jest wprost proporcjonalne do wytworzonego przez serce ciśnienia, ale odwrotnie proporcjonalne do stawianego przez naczynia oporu. Zatem, aby przez prawą i lewą część serca w ciągu minuty przepływała ta sama ilość krwi, to lewa komora musi generować znacznie wyższe ciśnienie przewyższające wyższy opór naczyń.

Dodatkową trudnością było sformułowanie tego toku rozumowania w postaci zwięzłej odpowiedzi, np.:

*Lewa komora serca ma grubsze ściany, ponieważ musi generować wyższe ciśnienie krwi. Wynika to z tego, że w dużym obiegu krwi znajduje się dłuższa sieć naczyń krwionośnych, stawiająca większy opór niż krążenie w małym obiegu.*

Z tego też powodu były akceptowane odpowiedzi, w których odniesienie do większego oporu naczyń w dużym obiegu krwi było pośrednie, wyrażone np. poprzez większą liczbę ukrwionych narządów, np.:

*Ściany lewej komory muszą wytwarzać wyższe ciśnienie krwi, bo jest ona z tej komory tłoczona do wszystkich narządów ciała, a nie tylko do płuc.*

W prawidłowej odpowiedzi istotne jest to, że lewa komora jest grubsza, aby wytwarzała większe ciśnienie. Zdający jednak stosunkowo często popełniali błąd polegający na odwróceniu przyczyny i skutku, stwierdzając, że lewa komora ma grubsze ściany przeciwstawiające się wyższemu ciśnieniu krwi panującemu w dużym obiegu, np.:

*Ściany lewej komory są grubsze, ponieważ napływa tam krew o wysokim ciśnieniu, gdyż lewa komora odpowiada za duży obieg krwi i musi ją dostarczyć do wszystkich narządów i komórek, a mały obieg krwi transportuje krew do płuc, więc ze znacznie mniejszą siłą i ciśnieniem.*

Już w pierwszym zdaniu znajduje się błąd merytoryczny dyskwalifikujący tę odpowiedź – krew do lewej komory napływa pod znikomym ciśnieniem, które pierwotnie zostało wygenerowane przez prawą komorę, a następnie spadło ze względu na opór naczyń w płucach.

Dodatkowo w niektórych nieprawidłowych odpowiedziach zostały zawarte nieprawdziwe informacje, jakoby grube ściany lewej komory stanowiły zabezpieczenie przed jej rozerwaniem, ze względu na wysokie ciśnienie napływającej krwi.

#### Zadanie 11.

Wiązka dwóch zadań dotyczących budowy i funkcjonowania uzębienia człowieka.

##### Zadanie 11.1.

Łatwe zadanie, prawidłowo rozwiązane przez 71% zdających, wymagające zapisania wzoru zębowego uzębienia mlecznego człowieka. Zadanie nie wymagało od zdającego znajomości konkretnych wiadomości: forma zapisu wzoru zębowego została przedstawiona we wstępie do zadania na przykładzie uzębienia stałego człowieka, oraz zostały opisane różnice między uzębieniem stałym a mlecznym.

Najczęstszym błędem było podawanie nieprawidłowej sumy zębów mlecznych przy prawidłowo zapisanej liczbie poszczególnych rodzajów zębów. Zdający nieprawidłowo określali także rodzaje zębów w uzębieniu mlecznym człowieka (w zapisie wzoru uwzględniali też zęby przedtrzonowe) lub podawali błędną liczbę poszczególnych rodzajów zębów.

##### Zadanie 11.2.

To zadanie ma bliźniaczą konstrukcję do zadania 6.3. – także polega na wykazaniu związku między budową a funkcją i podobnie okazało się zadaniem trudnym (poziom wykonania zadania – 20%).

Prawidłowa odpowiedź powinna się wprost odnosić do cech budowy trzonowców warunkujących rozcieranie pokarmu, a więc do ich wielkości i ukształtowania powierzchni.

Bardzo częstym błędem było określenie, że zęby trzonowe są płaskie, np.: *Zęby trzonowe mają płaską powierzchnię i są twarde* lub *Zęby trzonowe są duże i spłaszczone*.

Sytuacja jest wręcz odwrotna – trzonowce mają na swojej powierzchni guzki i wgłębienia ułatwiające rozcieranie pokarmu. Zdający użyli określenia *płaskie* prawdopodobnie starając się skonstruować zęby trzonowe z siekaczami, które w ogóle nie rozwijają powierzchni żujących, ale mają wykształcone krawędzie. Nastąpiła tutaj najpewniej pomyłka lub niewłaściwe rozróżnienie terminów „powierzchnia” i „płaszczyzna”, co zupełnie wypaczyło sens odpowiedzi i po części tłumaczy trudność zadania.

Niektórzy zdający podawali cechy niewidoczne na rysunku (np. zęby są twarde) lub udzielali odpowiedzi nie na temat, pisząc o ich lokalizacji w jamie ustnej, np.: *Zęby trzonowe są największe i umieszczone z tyłu jamy ustnej, co umożliwia miażdżenie pokarmu* lub *Zęby trzonowe mają płaską powierzchnię i są twarde*.

Część nieprawidłowych odpowiedzi odwoływała się w prawidłowy sposób tylko do jednej z cech warunkujących funkcję trzonowców, np.: *Zęby trzonowe są większe od pozostałych i mają kształt umożliwiający miażdżenie pokarmu*.

W powyższej odpowiedzi znalazła się informacja o wielkości zębów trzonowych, ale brak jest opisu kształtu – jest tylko informacja, że jest on odpowiedni do pełnionej funkcji. Związek budowy z funkcją nie został zatem wykazany, co wymaga odwołania się do cech budowy.

#### Zadanie 12.

Wiązka trzech zadań dotyczących budowy i funkcjonowania plemnika.

##### Zadanie 12.1.

Zadanie odtwórcze, wymagające jedynie podania określonych wiadomości – ploidalności jądra komórkowego i liczby występujących w nim autosomów. Mimo prostej konstrukcji zadanie okazało się zaskakująco trudne – zostało prawidłowo rozwiązane przez 24% zdających.

##### Zadanie 12.2.

To zadanie, podobnie jak poprzednie, wymagało od zdającego posiadania odpowiednich wiadomości – zadania nie można było rozwiązać na podstawie informacji przedstawionych we wstępie zadania. Kluczowym w opisie roli akrosomu w procesie zapłodnienia było odwołanie się do jego zawartości – enzymów rozpuszczających osłonkę oocytu.

Najczęściej błędne odpowiedzi nie zawierały w ogóle informacji o zawartości akrosomu, np.: *Akrosom rozpuszcza osłonkę komórki jajowej, co umożliwia wniknięcie plemnika do komórki jajowej* lub zawierały informacje zbyt ogólne, np.: *Akrosom służy do rozpuszczania za pomocą specjalnych związków otoczki śluzowej komórki jajowej*.

Wśród nieprawidłowych odpowiedzi znalazły się też takie, które zawierały poważne błędy merytoryczne, np.:

*Dzięki akrosomowi główka plemnika ma opływowy kształt, dzięki czemu może poruszać się szybciej i sprawniej.* – Funkcją akrosomu jest wydzielanie enzymów, a nie nadanie kształtu komórce.

*Akrosom zawiera enzymy, które trawią błonę komórkową komórki jajowej.* – Trawieniu podlegają wieniec promienisty i osłonka przejrzysta, a nie błona komórkowa oocytu.

*Akrosom zawiera enzymy rozpuszczające ścianę komórki jajowej.* – Oocyt nie jest otoczony ścianą komórkową.

Zadanie było bardzo trudne – prawidłową odpowiedź udzieliło 16% maturzystów.

##### Zadanie 12.3.

To zadanie polegało na wykazaniu związku budowy plemnika z jego funkcjonowaniem. Konstrukcja zadania i poziom wykonania zadania (28%) były porównywalne z zadaniami 6.3. i 11.2. W tym

konkretnym przypadku należało wykazać, że liczne mitochondria znajdują się we wstawce plemnika ze względu na konieczność dostarczania energii potrzebnej do jego poruszania się, np.:

*W mitochondriach zachodzi oddychanie tlenowe, w którym uwalniana jest energia potrzebna plemnikowi do przemieszczania się.*

Najczęściej popełnianym przez zdających błędem było określenie, że w mitochondriach wytwarzana lub magazynowana jest energia, np.:

- *Mitochondria wytwarzają energię potrzebną do ruchu witki plemnika.*
- *W mitochondriach powstaje energia konieczna do przemieszczania się plemnika w kierunku komórki jajowej.*
- *Mitochondria są magazynem energii, a to umożliwia mu ruch.*

Z powyższych odpowiedzi wynika, że zdający nie rozumieli podstawowych zagadnień z zakresu termodynamiki niezbędnych do opisu przemian energii w komórce. Otóż w tym miejscu należy podkreślić, że energia nie może być wytwarzana, produkowana, powstawać z niczego. Możliwe jest natomiast przekształcanie jednej postaci energii w drugą, np. w procesie fotosyntezy energia świetlna jest przekształcana w energię chemiczną, a podczas ruchu plemnika energia chemiczna w kinetyczną. Energia może też być rozpraszana w postaci ciepła. Możliwe jest także magazynowanie energii, np. w ATP energia jest krótkotrwale magazynowana w postaci naprężeń powstających w cząsteczce z powodu wzajemnego odpychania się ujemnie naładowanych atomów tlenu sąsiadujących reszt kwasu ortofosforowego.

W przypadku plemnika nie można jednak powiedzieć, że mitochondria są magazynem energii, ponieważ produkowany przez nie ATP jest na bieżąco zużywany przez komórkę do napędzania witki.

### Zadanie 13.

Trudne zadanie, rozwiązane prawidłowo przez 42% zdających, polegające na wyjaśnieniu, dlaczego mężczyzna mający chorobę genetyczną, która jest uwarunkowana mutacją w genie mitochondrialnym nie przekazuje allelu warunkującego tę chorobę swoim dzieciom. Prawidłowa odpowiedź powinna się odwoływać do tego, że plemnik w procesie zapłodnienia nie przekazuje mitochondriów do oocyty, np.:

*Wstawka plemnika z mitochondriami nie wnika do komórki jajowej podczas zapłodnienia, dlatego mężczyzna nie przekazuje allelu warunkującego tę chorobę.*

Najczęstszą przyczyną nieuzyskania punktu za to zadanie było udzielanie odpowiedzi zbyt ogólnych, w których zdający, pomimo występującego w poleceniu czasownika „wyjaśnij”, nie wskazywali przyczyny takiego dziedziczenia genów mitochondrialnych, a jedynie odnosili się do jego skutku, czyli stwierdzenia, że geny mitochondrialne dziedziczą się jedynie po matce, np.

*Ten mężczyzna nie przekazuje allelu warunkującego tę chorobę swoim dzieciom, ponieważ geny mitochondrialne dziedziczą się jedynie po matce.*

Zdający popełniali wiele błędów merytorycznych, myląc dziedziczenie genów mitochondrialnych z dziedziczeniem chromosomów płciowych, np.:

*Mężczyzna przekazuje potomstwu tylko chromosom Y, więc nie przekazuje choroby warunkowanej mutacją w genie mitochondrialnym.*

*Mężczyzna nie przekazuje allelu mitochondrialnego, bo ma tylko jeden X.*

Wśród nieprawidłowych odpowiedzi znalazły się również takie, które w ogóle negowały dziedziczenie genów mitochondrialnych, np.:

*Geny znajdujące się w DNA mitochondrialnym nie są dziedziczone przez potomstwo, dlatego chory ojciec nie przekazuje allelu warunkującego tę chorobę dzieciom.*

*Geny mitochondrialne nie biorą udziału w procesach związanych z rozmnażaniem płciowym.*

Z powyższych odpowiedzi wynika, jakoby geny mitochondrialne nie dziedziczyły się po żadnym z rodziców, ale powstawały *de novo* w zygocie.

#### Zadanie 14.

Wiązka trzech zadań, dotyczących dziedziczenia fenyloketonurii – choroby warunkowanej przez recesywny allel autosomalny, za pomocą których sprawdzane były umiejętności z genetyki – od elementarnych po trudne z zakresu genetyki populacyjnej.

##### Zadanie 14.1.

Zadanie zamknięte, sprawdzające umiejętność stosowania podstawowych terminów z genetyki oraz rozumienie sposobu dziedziczenia chorób warunkowanych przez recesywny allel autosomalny. Na podstawie informacji, że zdrowym rodzicom urodziło się dziecko chore na fenyloketonurię, należało zaznaczyć odpowiednie określenia dotyczące genotypu chorego dziecka (homozygota recesywna) i genotypów jego rodziców (heterozygoty).

Zadanie sprawdzało podstawowe umiejętności – okazało się więc łatwe (prawidłowe rozwiązanie przedstawiało 73% zdających).

##### Zadanie 14.2.

Zdający mieli określić, jakie jest prawdopodobieństwo, że kolejne dziecko pary opisanej we wstępie do zadania nie będzie chore na fenyloketonurię. Należało w tym celu wykonać krzyżówkę genetyczną lub obliczenia. Większość zdających (56%) wykonała zadanie w całości poprawnie.

Wśród błędnych rozwiązań pojawiały się takie, w których maturzyści poprawnie wykonywali krzyżówkę i określali, że prawdopodobieństwo urodzenia się zdrowego dziecka w tej rodzinie wynosi 100%, co świadczyło o niezrozumieniu tego, że każde kolejne narodziny dziecka o określonym genotypie są niezależnym od wcześniejszych narodzin zdarzeniem losowym.

Były również rozwiązania, w których zdający poprawnie wykonywali krzyżówkę, ale podawali, że prawdopodobieństwo wynosi 25%, a więc najprawdopodobniej odnosili się do urodzenia chorego dziecka. Takie błędy można wytłumaczyć albo czytaniem poleceń bez zrozumienia, albo wykonywaniem zadania w sposób szablonowy.

Inne nieprawidłowości w rozwiązywaniu tego zadania dotyczyły zastosowania dowolnych oznaczeń literowych (najczęściej „a”) na oznaczenie allelu warunkującego fenyloketonurię, zazwyczaj bez zapisania legendy, w sytuacji gdy w treści zadania podano oznaczenie tego allelu („f”). Zdarzały się także rozwiązania, w których zdający nie uwzględnili w rozwiązaniu faktu, że geny warunkujące fenyloketonurię są genami autosomalnymi i zapisywali genotypy w sposób oznaczający sprzężenie z płcią.

##### Zadanie 14.3.

Zadanie z genetyki populacyjnej okazało się bardzo trudne dla tegorocznych maturzystów – prawidłowe rozwiązania przedstawiło jedynie 15% z nich. Polegało ono na obliczeniu prawdopodobieństwa, że losowo wybrana osoba jest nosicielem allelu fenyloketonurii, jeżeli częstość występowania tej choroby w danej populacji wynosi 1 na 10 000 urodzeń. Konieczny do rozwiązania problemu wzór Hardy’ego-Weinberga, znajduje się w *Wybranych wzorach i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, z których maturzyści mogą korzystać podczas egzaminu. Niektórzy zdający przepisywali wzór z tablic, ale nie wiedzieli, jak go wykorzystać, aby uzyskać rozwiązanie.

Podstawową trudnością, której nie udało się pokonać większości zdających, było zrozumienie, że podana w zadaniu częstość występowania fenyloketonurii w danej populacji (1/10 000), to częstość homozygot recesywnych i aby otrzymać konieczną do dalszych obliczeń częstość występowania w tej populacji allelu warunkującego fenyloketonurię, należy z niej wyciągnąć pierwiastek (1/100). Zdający, którzy potraktowali, 1/10 000 jako wartość określającą częstość allelu warunkującego fenyloketonurię oraz wykorzystywali ją do dalszych obliczeń, nie otrzymywali punktów za rozwiązanie zadania, ponieważ takie założenie wskazywało na niezrozumienie prawa Hardy’ego-Weinberga.

Kolejną trudnością do pokonania było zrozumienie, że częstość nosicielstwa fenyloketonurii – czyli osób heterozygotycznych pod względem allelu warunkującego tę chorobę – jest określona jako dwukrotność iloczynu częstości allelu recesywnego i dominującego. Maturzyści, którzy poprawnie obliczyli częstość allelu warunkującego fenyloketonurię, łatwo mogli obliczyć częstość drugiego allelu ( $1 - 0,01 = 0,99$ ), a następnie częstość występowania w niej nosicieli ( $2 \times 0,01 \times 0,99 = 0,0198$ ).

Niektórzy zdający dokonywali poprawnego obliczenia częstości nosicieli, ale nie zorientowali się, że otrzymali już rozwiązanie i wykonywali dalsze obliczenia, które prowadziły do błędnego rozwiązania, np. dodawali do otrzymanej wcześniej wartości 0,0001.

Dość często pojawiały się również błędy związane z nieprawidłowym zapisem matematycznym, a także błędy w obliczeniach, wskazujące na słabe opanowanie przez zdających aparatu matematycznego.

#### Zadanie 15.

Zadanie dotyczyło dziedziczenia płci i cech sprzężonych z płcią u ptaków. W tekście wprowadzającym do zadania znajdowała się informacja o chromosomach warunkujących płeć ptaków i o tym, że samice są hetrogametyczne a samce homogametyczne. Podano również, że na chromosomie Z, występującym u obu płci, znajduje się gen odpowiadający za rodzaj upierzenia kur, mający dwa allele decydujące o tym, czy osobnik będzie miał ubarwienie czarne, czy jastrzębate (paskowane).

#### Zadanie 15.1.

Należało ocenić prawdziwość trzech zdań dotyczących przedstawionych w tekście informacji o dziedziczeniu rodzaju upierzenia u kur. Zadanie okazało się umiarkowanie trudne (poziom wykonania zadania – 56%), mimo że ocena stwierdzeń wymagała jedynie analizy informacji podanych w tekście wprowadzającym. Zaskakujące są dość często obserwowane niekonsekwencje zdających w ocenie podanych sformułowań i rozwiązaniu przez nich kolejnych części tego zadania.

Byli maturzyści, którzy określali, iż stwierdzenie dotyczące sprzężenia opisanej cechy kury domowej z płcią jest fałszywe, a zaraz poniżej, w kolejnym zadaniu zapisywali poprawnie – w sposób ilustrujący sprzężenie z płcią – genotypy samicy i samca. Inni maturzyści oceniali jako prawdziwe stwierdzenia, że jastrzębate koguty zawsze są heterozygotami lub dotyczące braku możliwości wystąpienia u samic upierzenia jastrzębatego, a następnie, poprawnie zapisywali genotyp jastrzębatego samca ( $Z^B Z^b$ ) lub rozwiązywali krzyżówkę, w której opisywali oba fenotypy jako możliwe do uzyskania wśród potomstwa opisanej pary.

#### Zadanie 15.2.

Rozwiązanie polegało na zapisaniu genotypów czarnej kury i jastrzębatego koguta, które po skrzyżowaniu miały potomstwo czarne i jastrzębate. Zgodnie z poleceniem, należało wykorzystać oznaczenia literowe alleli i chromosomów podane w tekście zadania.

Większość nieprawidłowości w zapisie genotypów była spowodowana nieumiejętnością zapisu sprzężenia genów z płcią, np.:  $ZWb$  i  $ZZBb$ ,  $ZbW$  i  $ZBZb$  czy  $Z_bW$ , i  $Z_BZ_b$  (brak indeksów lub indeksy dolne). Byli również maturzyści, którzy oznaczali chromosomy płci ptaków jako X i Y zamiast Z i W lub zapisywali genotyp samicy jako homogametyczny, a samca jako hetrogametyczny.

Pojawiały się także rozwiązania, skutkujące nieprawidłowym rozwiązaniem kolejnego zadania, świadczące o niezrozumieniu informacji o sprzężeniu opisywanej cechy z płcią (np.  $bb$  i  $Bb$ ) lub o niezrozumieniu, że przy opisanym sposobie dziedziczenia tej cechy u ptaków na chromosomie W nie ma allelu genu warunkującego rodzaj upierzenia (np.  $Z^b W^b$ ).

#### Zadanie 15.3.

Poprawne rozwiązanie, za które można było uzyskać dwa punkty, wymagało wykonania odpowiedniej krzyżówki genetycznej (szachownicy Punnetta) i określenia na jej podstawie możliwych fenotypów potomstwa opisanej pary ptaków, uwzględniających upierzenie i płeć. Dla każdego z fenotypów należało również określić prawdopodobieństwo, że z kolejnego jaja wykluje się ptak o określonych cechach.

Niektórzy zdający w odpowiedzi konsekwentnie kontynuowali nieprawidłowy zapis genotypów, jaki zastosowali w zadaniu 15.2., jednak nie wpływało to negatywnie na ocenę zadania, jeśli wywód był logiczny i wskazywał, że zdający rozumie przedstawiony w zadaniu mechanizm dziedziczenia płci i cech sprzężonych z płcią u kur. Inni zdający zadanie wykonywali poprawnie tylko częściowo, czyli właściwie zapisywali krzyżówkę genetyczną, jednak udzielali nieprawidłowej odpowiedzi dotyczącej określenia prawdopodobieństwa wyklucia się ptaka o określonych cechach.

Często osobno określano prawdopodobieństwo urodzenia się kur o określonej płci (50% samców: 50% samic) i osobno prawdopodobieństwo danego upierzenia (50% czarnych : 50 % jastrzębiatych). Taki zapis jest nielogiczny i nie wynika z niego bez przyjęcia dodatkowych założeń, że rozkład fenotypów jastrzębiatych samic : jastrzębiatych samców : czarnych samic : czarnych samców wynosi 1:1:1:1, czyli prawdopodobieństwo wyklucia się z kolejnego jaja ptaka o określonych cechach wynosi 25%.

Zdarzały się przypadki rozwiązań, w których zdający zapisywali genotypy gamet samicy i samca niewłaściwie w stosunku do umieszczonych w szachownicy symboli płci. Z niektórych zapisów można wywnioskować, że nie były to błędy nieuwagi czy pomyłki, ale nieznanostwo lub mylenie znaczenia symboli ♀ i ♂ umieszczonych w nagłówku tabeli.

Należy jednak podkreślić, że w porównaniu z ubiegłymi latami, rozwiązywalność zadań z genetyki wymagających zapisania i zinterpretowania krzyżówki była w tym roku wyższa i występowało znacznie mniej przypadków opuszczania takich zadań w arkuszu, czyli niepodjęcia przez maturzystów ich rozwiązania.

#### Zadanie 16.

Wiązka trzech zadań sprawdzająca, czy zdający potrafi zrozumieć stosunkowo złożony tekst i schemat dotyczące patogenezы i leczenia opisanej choroby – przewlekłej białaczki szpikowej.

##### Zadanie 16.1.

Umiarkowanie trudne zadanie wielokrotnego wyboru, rozwiązane poprawnie przez 59% zdających, polegające na wyborze rodzaju mutacji, w wyniku której powstał chromosom Filadelfia, prowadzący do rozwoju przewlekłej białaczki szpikowej. Informacja o tym, że jest to translokacja znalazła się zarówno w tekście, jak i w formie graficznej na schemacie we wstępie do zadania, jednakże nie została ona podana wprost. Maturzysta musiał wywnioskować rodzaj mutacji z opisanego przebiegu zdarzeń do niej prowadzących.

Najczęstszą odpowiedzią nieprawidłową było wskazanie, że jest to transwersja.

##### Zadanie 16.2.

Trudne zadanie (poziom wykonania zadania – 28%), polegające na ocenie prawdziwości trzech stwierdzeń dotyczących opisanej mutacji. Ocena wszystkich trzech zdań była możliwa po analizie wprowadzenia do zadania. Najtrudniejsza dla zdających była ocena pierwszego stwierdzenia „Chromosom Filadelfia jest onkogenem.” – wielu maturzystów twierdziło, że jest ono prawdziwe, podczas gdy w tekście jako onkogen jest opisany gen *BCR-Abl*, który jedynie znajduje się na chromosomie Filadelfia.

##### Zadanie 16.3.

Najbardziej złożone zadanie z wiązki wymagające od zdającego określenia wraz z uzasadnieniem, czy przedstawiony w tekście sposób leczenia białaczki szpikowej można uznać za terapię genową. Zostało ono omówione szczegółowo w rozdziale *Problem „pod lupą”* wraz z innymi zadaniami o podobnej konstrukcji.

#### Zadanie 17.

Zadanie zamknięte polegające na ułożeniu we właściwej kolejności etapów procesu prowadzącego do otrzymania transgenicznej kukurydzy okazało się umiarkowanie trudne dla zdających (poziom wykonania zadania – 67%). Najczęstszym błędem było przedstawienie kolejności dwóch ostatnich etapów – odpowiedź 3, 2, 1, 6, 5, 4 – a więc założenie wykonania transformacji bakterii plazmidem dopiero po zainfekowaniu rośliny, co z technicznego punktu widzenia jest zabiegiem niemożliwym.



## Zadanie 18.

Podobnie jak w zadaniach 2.1. i 4.2. zadanie 18. polegało na sformułowaniu wniosku na podstawie przedstawionych wyników badań. Z tego względu wszystkie trzy zadania zostały omówione razem w rozdziale *Problem „pod lupą”*.

## Zadanie 19.

Wiązka czterech zadań sprawdzających rozumienie zależności między organizmami na przykładzie ekosystemu wilgotnego lasu równikowego.

## Zadanie 19.1.

Zadanie zamknięte wielokrotnego wyboru polegające na wyborze zależności między raflezjami a lianami. Właściwą odpowiedź – pasożytnictwo wskazało 41% zdających, a więc zadanie było dla maturzystów trudne. Prawidłowa odpowiedź wynikała z analizy tekstu – raflezje wytwarzają bezzieleniowe haustoria przerastające nitki lian, a z organów nadziemnych wytwarzają wyłącznie kwiaty. Wynika z tego zatem, że raflezje nie prowadzą fotosyntezy, ale czerpią składniki odżywcze z lian, co należy zaklasyfikować jako pasożytnictwo. Najczęstszą nieprawidłową odpowiedzią było wskazywanie, że jest to komensalizm.

## Zadanie 19.2.

Konstrukcja tego zadania jest bliźniacza do zadania 16.3. – należało dokonać wyboru wraz z uzasadnieniem. Z tego powodu obydwie zadania zostały omówione łącznie w rozdziale *Problem „pod lupą”*.

## Zadanie 19.3.

To umiarkowanie trudne zadanie (poziom wykonania zadania – 58%) polegało na podaniu dwóch przystosowań kwiatów raflezji do ich zapylania przez muchy. Zasadnicza trudność polegała na wskazaniu cech przywabiających muchy, a nie cech świadczących ogólnie o owadopylności. Z tego powodu jako błędne należy uznać takie odpowiedzi jak *lepki pyłek, czy kolorowe płatki*.

## Zadanie 19.4.

To zadanie dotyczyło ochrony przyrody pokazanej przez pryzmat zależności międzygatunkowych. Aspekt edukacyjny zadania polega na pokazaniu, że ochrona pojedynczych gatunków nie jest skuteczna ze względu na rozmaite powiązania z innymi gatunkami, które mogą mieć charakter obligatoryjny. Z tego powodu należy chronić całe ekosystemy.

W tym konkretnym przypadku należało wykazać na co najmniej dwóch przykładach, że raflezja znajduje się w sieci wzajemnych zależności między gatunkami występującymi w lasach równikowych południowo-wschodniej Azji, np.: *Ponieważ raflezje pasożytują na lianach, które występują tam, gdzie rosną drzewa.*

Najczęstszy błąd popełniany przez zdających polegał na podaniu tylko jednej zależności dotyczącej bezpośrednio raflezji, np.: *Aby chronić raflezję Arnolda konieczna jest ochrona także lian, ponieważ są one niezbędne do jej rozwoju.* Wśród rozwiązań nieprawidłowych zdarzały się też odpowiedzi zbyt ogólne, nieodwołujące się do przykładów zależności z tekstu.

## Zadanie 20.

Wiązka dwóch zadań sprawdzających zrozumienie zależności między organizmami oraz organizmem a środowiskiem na przykładzie gatunku inwazyjnego – grochodrzewu.

## Zadanie 20.1.

To zadanie polegało na wyjaśnieniu, dlaczego gatunek inwazyjny – grochodrzew – stanowi zagrożenie dla składu gatunkowego roślin w ekosystemach leśnych na terenach chronionych. W odpowiedzi należało uwzględnić wpływ tego gatunku na warunki glebowe. Prawidłowa odpowiedź powinna się odnosić do zmian wilgotności lub żyzności gleby spowodowanych przez grochodrzew, co w konsekwencji prowadzi do ustępowania gatunków leśnych lub wkraczania gatunków azotolubnych lub odpornych na przesuszenie, np.:

*Grochodrzew wpływa na zmiany w siedliskach leśnych poprzez zmianę stosunków wodnych, co może powodować zanikanie rzadkich gatunków leśnych.*

Większość odpowiedzi udzielanych przez zdających odnosiła się do zmiany stosunków wodnych, a niewielka liczba maturzystów odwoływała się do zmian żyzności – wzbogacania gleby w azot.

Najczęstsze błędy polegały na opisaniu konsekwencji dla okazów roślin, a nie do zmian składu gatunkowego lasu, np.:

*Ponieważ wytwarza szeroki i silny system korzeniowy powoduje to wysuszenie gleby oraz zabiera miejsce w glebie dla systemów korzeniowych roślin na terenie chronionym.*

Inny błąd polegał na tym, że zdający podawał prawidłowy skutek w postaci zmian składu gatunkowego, ale pomijał w odpowiedzi przyczynę w postaci wpływu grochodrzewu na warunki glebowe, np.:

*Na terenach chronionych występują rośliny, które często są gatunkami unikatowymi, przez co obecność grochodrzewu w takich miejscach, dzięki jego niewielkim wymaganiom glebowym, będzie prowadziła do wyparcia rosnących tam gatunków.*

Zadanie okazało się trudne dla zdających (poziom wykonania zadania – 34%).

#### Zadanie 20.2.

Konstrukcja zadania jest bliźniacza do zadania 19.3. – zasadnicza trudność polegała na wypisaniu z tekstu dwóch cech organizmu spełniających odpowiednie kryteria. W tym przypadku należało wypisać takie cechy, które decydują o tym, że grochodrzew jest wykorzystywany do rekultywacji gleb na terenach pogórnich. Zadanie okazało się łatwe – zostało ono prawidłowo rozwiązane przez 78% zdających. Jeden rodzaj popełnianego błędu zasługuje na szczególny komentarz. Chodzi o sytuację, kiedy dwa razy podawana jest ta sama cecha, ale jest ona opisana innymi słowami, np.:

1. *Żyje w symbiozie z bakteriami brodawkowymi.*
2. *Wzbogaca glebę w azot.*

W powyższym przypadku pkt. 2. jest bezpośrednią konsekwencją pkt. 1. – z punktu widzenia ochrony środowiska jest to dokładnie ta sama cecha.

#### Zadanie 21.

Wiązka dwóch zadań sprawdzających umiejętność rozróżnia grup mono-, para- i polifiletycznej na podstawie drzewa filogenetycznego i opisu słownego.

##### Zadanie 21.1.

Na drzewie filogenetycznym zostały przedstawione trzy grupy I–III, z których każda obejmowała określony zestaw taksonów współczesnych, jak i przodków, od których one pochodzą. Zadaniem maturzysty było wskazanie grupy parafiletycznej i uzasadnienie wyboru. Ze względu na zbliżoną konstrukcję do zadań 16.3. i 19.2. zostały one omówione razem w rozdziale *Problem „pod lupą”*.

##### Zadanie 21.2.

To zadanie polegało na ocenie, czy każde z trzech stwierdzeń, opisujących grupę lub odwołujących się do opisu w tekście, prawidłowo klasyfikuje ją jako mono-, para- lub polifiletyczną. Zadanie to okazało się bardzo trudne – tylko 12% maturzystów udzieliło prawidłowej odpowiedzi. Wskazuje to, że zdający praktycznie w ogóle nie potrafili analizować złożonych tekstów opisujących relacje pokrewieństwa.

Pierwsze stwierdzenie należy ocenić jako fałsz, ponieważ grupa monofiletyczna obejmuje wszystkich potomków pochodzących od jednego wspólnego przodka. Do opisanej grupy zaliczony jest wspólny przodek płazów i owodniowców, ale jednocześnie tylko potomkowie w linii prowadzącej do płazów, zatem nie jest to grupa monofiletyczna.

Drugie zdanie również należy ocenić jako fałsz. To ryby, w których są zagnieżdżone kręgowce lądowe, stanowią grupę parafiletyczną. Kręgowce lądowe to grupa monofiletyczna.

Trzecie zdanie jest prawdziwe. Gady pochodzą od jednego wspólnego przodka, ale nie obejmują one wszystkich jego potomków – wyłączone z tego taksonu są ptaki. Gady stanowią zatem grupę parafiletyczną, a więc nie są grupą monofiletyczną.

Zadanie 22.

Wiązka dwóch zadań sprawdzających zrozumienie procesu specjacji.

Zadanie 22.1.

To zadanie okazało się trudne – zostało rozwiązane przez 22% zdających. Maturzyści mieli wyjaśnić dlaczego w populacjach ślimaków z rodzaju *Satsuma* utrwała się mutacja powodująca lewoskrętność, mimo że utrudnia ona znalezienie partnera płciowego. Prawidłowa odpowiedź powinna uwzględniać to, że ślimaki lewoskrętne mają większe szanse przeżycia ataku drapieżnika, co zwiększa szanse na wydanie potomstwa, np.:

*Mutacja ta utrwała się w populacji, ponieważ ślimaki lewoskrętne mają większą szansę przeżycia ataku drapieżnika – żyją one dłużej od prawoskrętnych i dlatego szansa na spotkanie rzadkiego lewoskrętnego partnera do rozmnażania w ciągu życia jest wystarczająco wysoka do efektywnego rozmnażania się.*

Taka odpowiedź opisuje w pełni działanie doboru naturalnego, na które składa się nie tylko przeżycie osobnika, ale także wydanie potomstwa.

Odpowiedzi nieprawidłowe były najczęściej niepełne, ponieważ skupiały się najczęściej wyłącznie na zwiększonych szansach przeżycia, np.:

*Mutacja powodująca lewoskrętność utrwała się, ponieważ lewoskrętne ślimaki są trudniejsze do zjedzenia, więc mają większe szanse na przeżycie.*

Zadanie 22.2.

Trudne zadanie sprawdzające na podstawie analizy przypadku, czy zdający rozróżnia specjację allopatryczną od sympatrycznej. Prawidłową odpowiedź stanowiła wybrana przez 31% zdających kombinacja – uzasadniająca wybór specjacji sympatrycznej nowopowstałą barierą rozrodczą wśród populacji ślimaków żyjących na jednym terytorium. W przypadku opisanej specjacji ślimaka *Satsuma bacca* należało zauważyć, że jego najbliższy krewny *Satsuma batanica* żyje na tej samej wyspie (Tajwan), a bariera rozrodcza nie ma charakteru geograficznego, ale polega na niedopasowaniu narządów płciowych formy lewo- i prawoskrętnej.

## 2. Problem „pod lupą”

### Problem 1. Formułowanie wniosków z przedstawionych wyników badań.

W tegorocznym arkuszu znalazły się trzy zadania, które sprawdzały znajomość metody naukowej. Wśród nich trzy polecenia sprawdzały tę samą umiejętność wnioskowania. W zadaniu 2.1. należało sformułować wniosek dotyczący wpływu światła na wzrost wydłużeniowy hipokotyla siewek gorczycy. Zadanie 4.2. polegało na wyciągnięciu wniosku na temat wpływu substancji zawartych w perzu na kiełkowanie nasion grochu. Z kolei w zadaniu 18. wniosek miał dotyczyć wpływu rozgwiazdy *Pisaster ochraceus* na bogactwo gatunkowe opisanej biocenozy. Wspólną cechą tych trzech zadań było to, że wniosek miał być sformułowany w oparciu o przedstawione we wstępie do zadania wcześniej nieznanym zdającemu wyniki badań. Te trudne zadania (poziom wykonania zadań – odpowiednio 28%, 26% i 36%) sprawdzały przede wszystkim umiejętności, a nie wiadomości.

Wśród odpowiedzi nieprawidłowych szczególną uwagę zwracają te, w których zamiast wniosku znajduje się słowny opis wyników doświadczenia przedstawionych na wykresie lub w tabeli, świadczące o nierozróżnianiu wniosku od opisu wyników lub odczytu podanych danych, np.:

*Średnia długość hipokotyli siewek gorczycy jest dłuższa bez udziału światła niż z jego udziałem.* (zad. 2.1.) – Dopiero na podstawie tego opisu należy sformułować prawidłowy wniosek.

*Światło działa ograniczająco na wzrost wydłużeniowy hipokotyli siewek gorczycy.*

Jedynie w drugiej odpowiedzi światło jest przedstawione jako czynnik mający określony wpływ na wzrost i jest to informacja dodatkowa, wywnioskowana z przedstawionych wyników, wymagająca analizy przedstawionych informacji, a nie polegająca jedynie na ich przepisaniu ze wstępu.

Inny przykład opisanego wyniku doświadczenia, zamiast wyciągnięcia wniosku:

*Na początku doświadczenia więcej nasion wykiełkowało w zestawie nr 2., lecz po pewnym czasie różnica wykiełkowanych nasion zmniejszyła się i w 9 dniu była równa 1.* (zad. 4.2.)

To z tego opisu wyników można wywnioskować, że substancje zawarte w perzu nie wpływają na siłę kiełkowania nasion grochu. Tak, jak problem badawczy określa cel doświadczenia, tak wniosek powinien odpowiadać na pytanie badawcze.

Zdający udzielali też wniosków zbyt ogólnych, w podobny sposób, jak wcześniej formułowali zbyt ogólne problemy badawcze, np.:

*Związki wydzielane przez chwasty hamują kiełkowanie nasion.*

Taki wniosek (regułę) można byłoby wyciągnąć jedynie w badaniach znaczącej liczby gatunków chwastów i roślin uprawnych. Zdający popełnił w tym przypadku błąd logiczny polegający na wyciąganiu wniosków o ogóle roślin (wielu gatunkach) na podstawie pojedynczej obserwacji (allelopatii między perzem a grochem).

Dodatkowo w zadaniu 18. odpowiedzi zdających były zazwyczaj niepełne – nie uwzględniały zależności międzygatunkowych. Rola omułków była często pomijana lub błędnie określana jako drapieżnictwo, np.:

*Rozgwiazda ogranicza ilość omułków, co jest korzystne dla różnorodności gatunkowej biocenozy, gdyż omułki żywiąc się innymi bezkręgowcami eliminują je.*

Prawidłowa odpowiedź powinna się odnosić do utrzymywania bogactwa gatunkowego biocenozy dzięki zmniejszeniu konkurencji międzygatunkowej w wyniku ograniczenia liczebności omułków.

## Problem 2. Uzasadnianie dokonanego wyboru odpowiedzi.

Podczas egzaminu maturalnego z biologii zdający stosunkowo często muszą uzasadniać dokonany wybór odpowiedzi. W tegorocznym arkuszu znalazły się cztery zadania o takiej konstrukcji, ale warto je podzielić na dwie kategorie – uzasadnianie wyboru odpowiedzi twierdzącej i uzasadnianie wyboru odpowiedzi przeczącej.

### 2.1. Uzasadnianie odpowiedzi twierdzącej

W dwóch zadaniach: 5.2. i 21.1., należało na postawione pytanie odpowiedzieć twierdząco. W pierwszym z nich należało uzasadnić, że opisana reakcja jest przykładem anabolizmu, w drugim – że grupa III jest grupą parafiletyczną. Wzorcowa odpowiedź powinna w tych przypadkach wyjść od definicji reakcji anabolicznej lub grupy parafiletycznej, a następnie wykazać na przykładzie, że zachodzi zgodność z tą definicją. Poniżej przedstawiono pełne wzorcowe rozwiązania zadań 5.2 i 21.1:

*Anabolizm to inaczej reakcja syntezy. W przedstawionej reakcji amoniak jest syntezowany z pierwiastków, a więc jest to przykład anabolizmu.*

*Grupa parafiletyczna to taka, która obejmuje taksony pochodzące od jednego wspólnego przodka, ale nie obejmuje wszystkich jego potomków. Grupa III spełnia to kryterium – współczesne taksony 4 i 5 pochodzą od wspólnego przodka D, ale ta grupa nie obejmuje jednego z jego potomków – taksonu 6.*

To rozumowanie można zapisać za pomocą następującego rachunku zdań:

$$[(H \Leftrightarrow o) \wedge o] \Rightarrow H,$$

gdzie na początku jest formułowana definicja ( $H \Leftrightarrow o$ ) zapisywana za pomocą symbolu tożsamości. Zapis ten odczytujemy „ $H$  wtedy i tylko wtedy gdy  $o$ ”, co oznacza że obserwacja  $o$  zachodzi wtedy i tylko wtedy, kiedy hipoteza  $H$  jest prawdziwa. W następnym kroku jest wykazywane, że zachodzi obserwacja  $o$ :  $(H \Leftrightarrow o) \wedge o$ , co pozwala wyciągnąć wniosek, że hipoteza  $H$  jest prawdziwa  $[(H \Leftrightarrow o) \wedge o] \Rightarrow H$ .

Jednakże większość zdających w zadaniu 4.2. odnosiła się w uzasadnieniu nie do definicji anabolizmu, ale do wydatkowania energii przez komórkę, co na ogół, choć nie zawsze, towarzyszy reakcjom anabolicznym, np.:

*Anaboliczny – ponieważ do przebiegu tej reakcji potrzebna jest energia (ATP).*

Takie odpowiedzi były oceniane pozytywnie, ale należy tutaj podkreślić, że prawidłowe uzasadnienie musi się odnosić do informacji zawartych w równaniu reakcji. W tym przypadku zarówno jest widoczny stopień złożoności substratów jak i rozkład ATP. W wyniku reakcji anabolicznych zazwyczaj rośnie poziom energetyczny produktów względem substratów, co można odczytać z bilansu cieplnego reakcji. W przedstawionym do zadania równaniu ten bilans nie został podany i z tego powodu następującą poniższą odpowiedź należy uznać za nieprawidłową:

*Anabolizm – produkty mają wyższy poziom energetyczny niż substraty.*

Co ciekawe, reakcja wiązania azotu atmosferycznego jest egzoergiczna – energia z ATP służy jedynie pokonaniu wysokiej energii aktywacji (rozerwaniu wiązań między atomami azotu), a następnie jest rozpraszana w postaci ciepła, a nie akumulowana w produkcie (amoniaku). To pokazuje, że powyższa odpowiedź jest w zupełności podparta błędnym tokiem rozumowania – zdający uzasadnienie oparł na cechach, jakimi zwykle cechuje się anabolizm, a nie na tych, które faktycznie można odczytać z przedstawionego w zadaniu równania reakcji.

W zadaniu 22.1. jako odpowiedzi prawidłowe były akceptowane wypowiedzi uproszczone, niepodające wprost definicji grupy parafiletycznej, a jedynie wykazujące z nią zgodność, np.:

*Grupą tą jest grupa III, ponieważ obejmuje ostatniego wspólnego przodka gatunku 4,5 oraz 6 wraz z przedstawicielami gatunków 4 i 5, będących jego niektórymi potomkami.*

Uznawanie takich odpowiedzi (znajomość definicji w domyśle) było podyktowane tym, że definicja grupy parafiletycznej została wprost podana w tekście i nie należy oczekiwać od zdającego przepisaniu fragmentu wstępu poprzedzającego bezpośrednio polecenie. Wykluczone były natomiast odpowiedzi stanowiące tautologię, odwołujące się jedynie do definicji grupy parafiletycznej, ale niewykazujące, że zachodzi zgodność z tą definicją, np.:

*Grupa III, gatunki mają ostatniego wspólnego przodka oraz niektórych jego potomków.*

## 2.2. Uzasadnianie odpowiedzi przeczącej

Zadania 16.3. i 19.2. wymagały przeczącej odpowiedzi na zadane pytanie. W pierwszym z nich należało uzasadnić, że opisany sposób leczenia przewlekłej białaczki szpikowej nie jest formą terapii genowej, a w drugim, że opisana zależność między raflezjami a muchami nie jest przykładem mutualizmu. W obydwu przypadkach wzorcowa odpowiedź przyjmuje formę falsyfikacji:

*Terapia genowa polega na wprowadzaniu nowych lub modyfikacji zmutowanych genów pacjenta, a w tym przypadku leczenie polega na hamowaniu aktywności enzymu będącego produktem ekspresji genu, a więc nie jest to terapia genowa.*

*Mutualizm oznacza korzyść dla obydwu organizmów, a w tym przypadku korzyść odnoszą tylko raflezje, a więc nie jest to mutualizm.*

Przyjrzyjmy się bliżej, jak zbudowane są powyższe zdania z logicznego punktu widzenia. Najpierw określana jest hipoteza jaką będziemy falsyfikować oraz obserwacja, którą ona implikuje. Następnie zostaje wykazane, że obserwacja nie zachodzi, z czego wynika wniosek, że postawiona hipoteza nie jest prawdziwa.

Opisane rozumowanie można przedstawić za pomocą rachunku zdań w następujący sposób:

$$[(H \Rightarrow o) \wedge \neg o] \Rightarrow \neg H$$

Warto zauważyć istotną różnicę w falsyfikacji od przedstawionego w zadaniu 5.2. i 21.2. toku rozumowania, który służy do uzasadniania odpowiedzi twierdzących. Aby odrzucić hipotezę należy zanegować jedynie obserwację, która jest implikowana przez tę hipotezę ( $H \Rightarrow o$ ). W przypadku uzasadniania odpowiedzi pozytywnej należy pójść o krok dalej, należy wykazać że zachodzi obserwacja tożsama z daną hipotezą ( $H \Leftrightarrow o$ ). Innymi słowy,  $H \Rightarrow o$  należy rozumieć jako „jeżeli  $H$  to  $o$ ”, a więc obserwacja zachodzi zawsze kiedy hipoteza jest prawdziwa, ale może potencjalnie zachodzić z innych przyczyn. Nie trzeba w tym przypadku (choć można) odwoływać się do definicji danego pojęcia, ale jedynie do tego, co z niego wynika.

Trudno jednak oczekiwać tak pełnych i rozbudowanych odpowiedzi od absolwenta szkoły ponadgimnazjalnej. W zadaniu 16.2. jako prawidłowe należy uznać m.in. odpowiedzi:

*Nie, ponieważ działa na poziomie białka, a nie genu.*

*Nie jest to terapia genowa, ponieważ nie polega na zmianie w genach chorego, ale na blokowaniu aktywności enzymu.*

W zadaniu 19.2. jako prawidłowe były uznawane odpowiedzi uproszczone, ale uwzględniające brak korzyści dla much, np.: *Nie jest przykładem mutualizmu, ponieważ korzyści odnosi tylko raflezja.*

Podobnie jak w zadaniu 16.3. nie były uznawane odpowiedzi stanowiące tautologię, podające jako uzasadnienie jedynie zaprzeczenie definicji mutualizmu, np.: *Nie, ponieważ nie jest to zależność obustronnie korzystna.* Zdający powinien wykazać, że zależność nie jest obustronnie korzystna, odwołując się do przykładów w tekście – braku korzyści dla much.

### 3. Wnioski i rekomendacje

Analiza tegorocznych wyników prowadzi do poniższych wniosków:

- Prawidłowa odpowiedź musi być ścisłą realizacją polecenia, a nie tylko zdaniem zawierającym prawdziwe informacje. Zdający powinni dokładniej czytać polecenia, zwracając większą uwagę na znaczenie czasowników operacyjnych. Warto także podkreślić, że uszczegółowienie polecenia ma pomóc w ukierunkowaniu odpowiedzi, ale nie opisuje absolutnie wszystkich wymaganych jej elementów.
- Zadania opatrzone materiałem źródłowym wymagają od zdającego dokładnej analizy informacji zawartych w treści zadania oraz znajdujących się w nim materiałów ilustracyjnych. Można odnieść wrażenie, że zdający, rozwiązując kolejne zadanie z wiązki, nie wracają już do raz przeczytanego wstępu, zakładając, że zapamiętali wszystkie istotne informacje lub w ogóle pomijają czytanie wprowadzeń do zadań, albo też czytają je bardzo powierzchownie.
- Umiejętnością sprawiającą nadal najwięcej problemów zdającym jest wyjaśnianie związków przyczynowo-skutkowych. Wiele odpowiedzi nieprawidłowych nie tyle, że zawierało błędy merytoryczne, ale było po prostu niekompletnych: nie zawierały one przyczyny lub skutku, lub odwracały oba te elementy odpowiedzi, albo też pomijały mechanizm prowadzący od przyczyny do skutku opisywanego procesu.
- Zadania złożone, traktujące problem wieloaspektowo lub wymagające umiejętności integrowania wiedzy z różnych działów biologii, wskazują, że zdający mają trudność nie tyle w przyswojeniu wiadomości, ale w ich logicznym łączeniu w wypowiedź będącą ścisłą odpowiedzią na postawione pytanie.
- Zadania z zakresu metodyki badań biologicznych nadal były dla zdających trudne i wskazują na niezrozumienie, że tak jak problem badawczy określa cel doświadczenia, tak wniosek powinien

odpowiadać na pytanie badawcze. Częste nieprawidłowe odpowiedzi świadczą o nierozróżnianiu wniosku od opisu wyników doświadczenia lub odczytu podanych danych.

- Przyczyną niepowodzeń maturzystów są także problemy z przekazaniem własnej wiedzy, wynikające z braku umiejętności formułowania zwięzłych, logicznych odpowiedzi, a także słaby poziom opanowania terminologii biologicznej.
- Należy podkreślić, że do prawidłowego rozwiązania zadań arkusza maturalnego niezbędne jest opanowanie nie tylko treści nauczania opisanych w wymaganiach szczegółowych podstawy programowej dla IV etapu edukacyjnego, ale również opanowanie wiadomości i umiejętności z zakresu III etapu edukacyjnego.

Warto nadmienić, że maturzyści przygotowujący się do egzaminu maturalnego, nauczyciele i egzaminatorzy mogą znaleźć wiele informacji, dotyczących sposobów rozwiązywania niektórych problemów, na stronach internetowych CKE. Opublikowane są na nich dodatkowe materiały pomocnicze z biologii w formule matury obowiązującej od 2015 roku, takie jak: zbiory przykładowych zadań egzaminacyjnych, filmy i scenariusze zajęć lekcyjnych.