



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

OPTIMA

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Komponent wspólny

BIOLOGIA

- rok szkolny 2010/2011

Opracowanie:
dr hab. Barbara Lis, prof. UO
(Samodzielna Katedra Biosystematyki, Uniwersytet Opolski)

		1.	E	K	S	P	E	R	Y	M	E	N	T
				2.	P	R	Ó	B	A				
	3.	Z	Y	G	O	T	A						
			4.	T	R	O	F	O	Z	O	I	T	
	5.	A	N	T	O	C	Y	J	A	N			
6.	M	E	T	A	G	E	N	E	Z	A			
	7.	C	H	R	O	M	O	P	L	A	S	T	
		8.	G	I	N	O	G	E	N	E	Z	A	
	9.	S	C	H	I	Z	O	N	T				
			10.	G	A	M	E	T	A				

Znaczenie haseł:

1. inaczej doświadczenie;
2. ... kontrolna, stosowana w doświadczeniach;
3. twór powstały w wyniku połączenia się żeńskiej i męskiej komórki rozrodczej;
4. podstawowa forma życiowa pantofelka;
5. pospolity barwnik roślinny powodujący zwykle fioletowe zabarwienie kwiatów i owoców;
6. przemiana pokoleń;
7. plastyd, w którym znajdują się barwniki karotenoidowe;
8. odmiana partenogenezy, w której plemnik nie łączy się z komórką jajową, a jedynie pobudza ją do rozwoju;
9. komórka potomna niektórych Protista powstała w wyniku wielokrotnego podziału komórki macierzystej;
10. komórka płciowa.

		1.											
				2.									
	3.												
			4.										
	5.												
6.													
	7.												
		8.											
	9.												
			10.										

Znaczenie haseł:

1. inaczej doświadczenie;
2. ... kontrolna, stosowana w doświadczeniach;
3. twór powstały w wyniku połączenia się żeńskiej i męskiej komórki rozrodczej;
4. podstawowa forma życiowa pantofelka;
5. pospolity barwnik roślinny powodujący zwykle fioletowe zabarwienie kwiatów i owoców;
6. przemiana pokoleń;
7. plastyd, w którym znajdują się barwniki karotenoidowe;
8. odmiana partenogenezy, w której plemnik nie łączy się z komórką jajową, a jedynie pobudza ją do rozwoju;
9. komórka potomna niektórych Protista powstała w wyniku wielokrotnego podziału komórki macierzystej;
10. komórka płciowa.

Cykl lekcji 1-2.

Warunki kiełkowania nasion roślin okrytozalążkowych.

Cele:

Poznanie czynników warunkujących rozpoczęcie procesu kiełkowania nasion roślin okrytozalążkowych.

Umiejętność definiowania pojęć związanych z prowadzeniem doświadczeń biologicznych.

Znajomość zasad prowadzenia doświadczeń.

Umiejętność formułowania problemów badawczych, stawiania hipotez, analizowania wyników doświadczenia, przyjmowania i obalania hipotez.

Umiejętność zaplanowania doświadczenia do sformułowanego problemu badawczego.

Umiejętność wyjaśnienia znaczenia próby kontrolnej dla prawidłowej interpretacji wyników doświadczenia.

Prowadzenie **doświadczeń naukowych**, w tym doświadczeń biologicznych, związane jest z przestrzeganiem określonej procedury warunkującej prawidłową realizację tych doświadczeń.

Początkowym etapem tej procedury jest sformułowanie **problemu badawczego** – pytania, na które chcemy uzyskać odpowiedź przeprowadzając określony eksperyment.

Następnym etapem jest postawienie **hipotezy**, czyli określenie przypuszczalnego wyniku przeprowadzonego doświadczenia, a tym samym sformułowanie hipotetycznej odpowiedzi na pytanie zawarte w problemie badawczym. Hipoteza stawiana jest w oparciu o wiedzę teoretyczną badacza, ponieważ jednak wyraża ona zaledwie przypuszczenie co do osiągniętego wyniku, uzyskana na tym etapie odpowiedź niekoniecznie musi być prawdziwa.

Aby się przekonać o prawdziwości postawionej przez nas hipotezy musimy przejść do kolejnego etapu, a więc do zaplanowania i przeprowadzenia odpowiedniego **doświadczenia**, dzięki któremu można będzie hipotezę przyjąć (jeśli będzie prawdziwa) lub odrzucić (jeśli okaże się fałszywa). **Jeśli wynik doświadczenia potwierdzi postawioną przez nas hipotezę, będzie to równoznaczne z rozwiązaniem problemu badawczego.**

Jeśli uzyskamy **wynik negatywny** – będziemy zmuszeni do przeprowadzenia całej procedury od początku, czyli postawienia nowej hipotezy, którą będziemy się starali potwierdzić lub obalić w oparciu o wyniki nowego doświadczenia.

Procedura związana z prowadzeniem eksperymentów naukowych dla wielu może być niezwykle skomplikowana, a stosowane określenia poszczególnych czynności i procesów mogą wydawać się niektórym zupełnie abstrakcyjne, jednak dotyczą one czynności i procesów, które wykonujemy wielokrotnie w ciągu każdego dnia.

Wyobraźmy sobie sytuację następującą: wychodzimy do pracy (szkoły) i nie możemy znaleźć kluczy do mieszkania. Co wtedy robimy? Otóż wtedy zadajemy sobie pytanie: *Gdzie są klucze?* Postawione przez nas pytanie to nic innego, jak **sformułowanie problemu badawczego**.

Zaraz po tym pojawia się nasze przypuszczenie: *Klucze chyba leżą w kuchni na stole...* Ponieważ nie mamy pewności, czy klucze się tam znajdują, nasze przypuszczenie jest tylko **hipotezą**, którą będziemy musieli zweryfikować opierając się na **eksperymentcie**. W tym celu idziemy do kuchni i dokładnie przeszukujemy stół (co może być trudne, jeśli nie posprzątaaliśmy po śniadaniu) i stwierdzamy, że: *Niestety kluczy nie ma!* W ten sposób obaliliśmy naszą pierwotną hipotezę – okazała się ona fałszywa.

My jednak nie poddajemy się i formułujemy nową **hipotezę**: *Klucze chyba zostały w kieszeni kurtki, w którą byliśmy ubrani wczoraj*. Szybko przeprowadzamy kolejny **eksperyment** (bo jest już naprawdę późno) i sprawdzamy kieszeń, a potem: *Hurra! Są!* (Nasze okrzyki świadczą o potwierdzeniu hipotezy, a tym samym **rozwiązaniu problemu badawczego**).

*Ten prosty przykład pokazuje, jak często działamy zgodnie z procedurą stosowaną w czasie prowadzenia doświadczeń naukowych**.

W życiu rośliny nasiennej możemy wyróżnić następujące etapy:

- **zapłodnienie** (połączenie plewnikowego jądra ziarna pyłku z komórką jajową woreczka zalążkowego);
- **zygota**, dająca początek rozwojowi embrionalnemu, w wyniku którego powstaje zamknięty w nasieniu zarodek;
- **kiełkowanie nasion** (zwykle po krótszym lub dłuższym **okresie spoczynkowym**);
- **wzrost wegetatywny** (rozwój i wzrost organów wegetatywnych – korzeni, liści, łodyg);
- **rozwój organów generatywnych** (płciowych) czyli kwiatów;
- **wytwarzanie nasion i owoców** (u wielu roślin np. jednorocznych i dwuletnich po tym etapie następuje okres starzenia się i śmierci).

Chociaż cykl życiowy rośliny nasiennej zaczyna się od zapłodnienia, jednak w niektórych dziedzinach (np. w rolnictwie i ekologii) jako pierwszy etap rozwoju rośliny traktuje się kiełkowanie nasion.

W nasionach roślin okrytozalążkowych możemy wyróżnić: rozmaicie wykształconą łupinę nasienną pełniącą funkcje ochronne, zarodek i tkanki zapasowe (bielmo; czasem np. w nasionach fasoli, substancje zapasowe zgromadzone są w liściach zarodkowych – liścieniach). Zarodki w suchych, niekiełkujących nasionach znajdują się w stadium spoczynkowym i są pozbawione aktywności fizjologicznej, zaś na ich ewentualny rozwój będą miały wpływ określone czynniki. Jakże to czynniki – spróbujmy to ustalić eksperymentalnie.

Zgodnie z opisaną wyżej procedurą prowadzenia doświadczeń naukowych najpierw **formułujemy problem badawczy**:

Jakie czynniki warunkują rozpoczęcie procesu kiełkowania nasion?

Opierając się na wiedzy teoretycznej na temat czynników wpływających na życie roślin uczniowie wysuwają następujące **hipotezy**:

1. Nasiona do rozwoju potrzebują wody.
2. Na rozwój nasion będzie wpływać odpowiednia temperatura otoczenia.
3. Być może do rozwoju nasion potrzebny jest tlen.

Na początku spróbujmy zweryfikować (potwierdzić lub odrzucić) dwie pierwsze hipotezy. W tym celu musimy zaplanować odpowiednie doświadczenie.

* Z uczniami, którzy jeszcze tego nie robili, można przeciwwić na prostych, z życia wziętych przykładach, postępowanie zgodne z opisaną procedurą.

Doświadczenie 1.

Wpływ wody i temperatury na kiełkowanie nasion.

Przygotujmy: suche nasiona np. rzodkiewki lub rzeżuchy, 4 niewielkie słoiczki szklane, watę, wodę. Watę należy umieścić na dnie słoiczków, a następnie do każdego wsypać trochę nasion (mniej więcej po równo). Chcąc zweryfikować dwie pierwsze hipotezy, nalewamy nieco wody do dwóch słoiczków – nr 1 i 2 (tak, aby odpowiednio zwilżyć podłoże), zaś dwa kolejne (nr 3 i 4) pozostawiamy suche. Słoiczek z wilgotnym podłożem (nr 1) pozostawiamy w temperaturze pokojowej (ok. 20°C), drugi (nr 2) umieszczamy na dnie lodówki (ok. 4°C). Podobnie postępujemy ze słoiczkami z suchym podłożem: słoik nr 3 pozostawiamy w temperaturze pokojowej, słoik nr 4 wkładamy do lodówki. Optymalny czas trwania eksperymentu to 7 dni (w tym czasie należy uzupełniać ewentualne niedobory wody w słoiczkach nr 1 i 2. Wyniki eksperymentu można przedstawić w formie zbiorczej tabeli:

nr słoika	warunki termiczne	obecność wody	wynik
1	20°C	+	+
2	4°C	+	-
3	20°C	-	-
4	4°C	-	-

Tabela 1.

Na podstawie uzyskanych wyników, możemy stwierdzić, że do rozpoczęcia kiełkowania nasion niezbędna jest obecność wody i odpowiednia temperatura. Zwróćmy jednak uwagę na fakt, że wszystkie nasze próby były przeprowadzone w ten sposób, że nasiona miały dostęp tlenu. Czy ten czynnik jest rzeczywiście tak istotny w procesie kiełkowania? Aby zweryfikować hipotezę 3, zaplanujmy kolejne doświadczenie.

Doświadczenie 2.

Wpływ braku tlenu na kiełkowanie nasion.

Przygotujmy: suche nasiona np. rzodkiewki lub rzeżuchy, 2 niewielkie słoiczki szklane, watę, wodę i olej. Na dnie słoiczków umieścimy watę i nasypmy nieco nasion. Do słoiczka nr 1 nalejmy nieco wody, tak aby zwilżyć podłoże i pozostawmy słoik w temperaturze pokojowej.

Opierając się na wyniku poprzedniego doświadczenia możemy przypuszczać, że nasiona w słoiczku nr 1 wykiełkują, gdyż zapewniliśmy im identyczne warunki. Słoiczek nr 1 będzie stanowił tzw. **próbę kontrolną**, a więc wzorzec do porównywania. Stosowanie w czasie doświadczeń naukowych próby kontrolnej, czyli takiej, której rezultat znamy, jest niezwykle ważne, gdyż pozwala na wykrycie ewentualnych błędów popełnionych w trakcie doświadczenia*. Próba kontrolna może mieć charakter tzw. **próby kontrolnej pozytywnej** - kiedy mamy pewność, że prowadząc doświadczenie w określonych warunkach uzyskamy oczekiwany, pozytywny wynik tego doświadczenia, albo też próba kontrolna może mieć charakter **próby negatywnej** - kiedy wiemy, że w określonych, zastosowanych w doświadczeniu warunkach, uzyskamy wynik negatywny, ponieważ np. celowo usunęliśmy ten czynnik (lub zmieniliśmy parametry tego czynnika), który naszym zdaniem warunkuje wystąpienie określonego efektu.

* Przypuśćmy, że w wyniku przeprowadzonego doświadczenia, nasiona nie wykiełkowałyby w próbie kontrolnej – wtedy ujemny wynik uzyskany we właściwej próbie badawczej wcale nie musi być rezultatem zmienionego parametru (nasiona czasem, z różnych przyczyn, po prostu nie kiełkują, np. z powodu niewykształcenia zarodków).

Do słoiczka nr 2 również wlewamy wodę, ale tak, aby nasiona były całkowicie przykryte, a dodatkowo, na powierzchnię wylewamy olej – w ten sposób nasiona rozwijać się będą bez dostępu do tlenu, co umożliwi nam weryfikację hipotezy 3. Oczywiście ten słoiczek również pozostawiamy w temperaturze pokojowej – w ten sposób, w stosunku do próby kontrolnej, zostanie zmieniony tylko jeden parametr: **brak tlenu w czasie kiełkowania**. W ten sposób będziemy mogli bezpośrednio zaobserwować wpływ tego czynnika na rozwój nasion.

Eksperyment powinien trwać ok. 7 dni. Należy pamiętać o ewentualnym uzupełnianiu wody w słoiczku nr 1 (woda ze słoiczka nr 2 nie powinna parować).

Wyniki doświadczenia możemy przedstawić w odpowiedniej tabeli:

nr słoiczka	warunki termiczne	obecność wody	dostęp tlenu	wynik
1	20°C	+	+	+
2	20°C	+	-	-

Tabela 2.

Podsumowując oba doświadczenia i uzyskane wyniki możemy stwierdzić, że postawione hipotezy zostały potwierdzone, i na tej podstawie sformułować następujący wniosek:

Podstawowymi czynnikami warunkującymi rozpoczęcie procesu kiełkowania są: woda, tlen oraz odpowiednia temperatura. Pozbawienie nasion któregokolwiek z tych czynników uniemożliwia proces kiełkowania.

Woda pobierana w czasie kiełkowania powoduje pęcznienie zawartych w nasieniu substancji (białek, skrobi, celulozy). Woda powoduje uwodnienie łupiny nasiennej, co zwiększa jej zdolność przepuszczania tlenu wykorzystywanego przez zarodek do oddychania, a także uwodnienie protoplastów komórek nasienia, aktywując tym samym układy enzymatyczne odpowiedzialne za przemianę materii.

Z kolei **tlen** wykorzystywany jest przez zarodek w procesie oddychania, który to proces zapewnia mu ciągły dopływ energii niezbędnej w trakcie rozwoju. Tylko nieliczne nasiona (np. ryż) mogą kiełkować w warunkach niemal beztlenowych, gdyż we wczesnej fazie rozwoju wykorzystują beztlenowy sposób wytwarzania energii.

Odpowiednia **temperatura** umożliwia właściwy przebieg reakcji biochemicznych zachodzących w trakcie procesów związanych z przemianą materii. Oczywiście poszczególne gatunki roślin różnią się pod względem wymagań termicznych w okresie kiełkowania: np. minimalna temperatura dla kiełkowania nasion żyta to 3-5°C, fasoli 8-10°C, a melona 16-19°C.

Istnieje jeszcze jeden czynnik, który odgrywa ogromną rolę w życiu roślin. Jest nim **światło**, które jest czynnikiem niezbędnym do życia dla roślin zielonych. Czy jednak światło może mieć wpływ na proces kiełkowania?

Bazując na danych literaturowych możemy stwierdzić, że światło może w różnoraki sposób wpływać na kiełkowanie roślin. Dla takich roślin, jak czarnuszka czy szarłat światło w czasie kiełkowania będzie czynnikiem hamującym rozwój. Z kolei dla sałaty, szczawiu i wielu traw światło jest niezbędnym czynnikiem warunkującym kiełkowanie tych roślin.

Analizując warunki kiełkowania nasion w doświadczeniu 1, możemy stwierdzić, że nasiona rzodkiewki (rzeżuchy) w słoiczku nr 2, który przechowywany był w lodówce, rozwijały się bez dostępu światła. Możemy w związku z tym zadać kolejne pytanie, a tym samym sformułować nowy **problem badawczy**:

Czy brak światła ma wpływ na proces kiełkowania nasion rzodkiewki (rzeżuchy)?

Opierając się na danych teoretycznych, możemy postawić następującą **hipotezę**:

Brak światła może być przyczyną zahamowania rozwoju nasion rzodkiewki (rzeżuchy).

Zaplanujmy kolejne doświadczenie, w którym spróbujemy ustalić, jaki jest wpływ światła na kiełkujące nasiona wybranych roślin. Do doświadczenia wykorzystamy te same nasiona, co w poprzednich doświadczeniach (rzodkiewka lub rzeżucha), a dodatkowo przetestujemy nasiona rośliny, o której wiadomo, że nie kiełkuje w ciemności (np. sałata).

Doświadczenie 3.

Wpływ warunków świetlnych na kiełkowanie nasion.

Przygotujmy: 4 słoiczki, nasiona rzodkiewki (rzeżuchy), nasiona sałaty, watę, wodę. Słoiczki przygotowujemy tak, jak w poprzednich doświadczeniach: umieszczamy na dnie watę, zwilżamy podłoże wodą, do dwóch wysypujemy nasiona rzodkiewki, do pozostałych dwóch nasiona sałaty. Doświadczenie przeprowadzamy w temperaturze pokojowej przez ok. 7 dni (pamiętając o ewentualnym uzupełnianiu wody), w następujących warunkach:

- przy dostępie światła słonecznego

- słoik nr 1 – zawierający nasiona rzodkiewki (**próba kontrolna pozytywna** – z doświadczenia wiemy, że nasiona powinny wykiełkować);

- słoik nr 2 – zawierający nasiona sałaty;

- w ciemności (np. szczelnie przykryte ciemnym, tekturowym kartonem)

- słoik nr 3 - zawierający nasiona rzodkiewki;

- słoik nr 4 - zawierający nasiona sałaty.

Słoik nr 4 możemy potraktować jako **próbę kontrolną negatywną** – zgodnie z danymi literaturowymi nasiona sałaty nie kiełkują w ciemności (usunęliśmy czynnik warunkujący kiełkowanie nasion tej rośliny, czyli światło) – jeśli wykiełkują, będzie to znaczyło, że pod tekturowy karton przenikała taka ilość światła, że wystarczyło to do rozpoczęcia rozwoju nasion sałaty, a tym samym nasion rzodkiewki (jeśli rzeczywiście wymagają one do rozwoju dostępu światła – czego w tym przypadku nie możemy stwierdzić).

Wyniki doświadczenia przedstawiamy w formie tabeli:

nr słoika	Światło	wynik
1	+	+
2	+	+
3	-	+
4	-	-

Tabela 3.

Po przeanalizowaniu wyników doświadczenia możemy wyciągnąć następujące wnioski:

1. Brak światła nie był przyczyną zahamowania procesu kiełkowania nasion rzodkiewki – w przypadku słoika nr 2 z pierwszego doświadczenia (przetrzymany w lodówce) czynnikiem hamującym rozwój była wyłącznie zbyt niska temperatura.
2. Dla niektórych roślin, np. sałaty światło jest koniecznym czynnikiem warunkującym proces kiełkowania.

3 i 4. Cykl lekcji „Sposoby rozmnażania się Protista”.

Cykl obejmuje dwa tematy. Pierwszy, dotyczący rozmnażania się orzęsków, realizowany jest w oparciu o prowadzone hodowle orzęsków. Drugi dotyczy sposobów rozmnażania się innych przedstawicieli Protista.

Cele:

Poznanie sposobów rozmnażania się Protista.

Poznanie zasad prowadzenia hodowli pospolitych przedstawicieli Protista należących do typu orzęsków (pantofelek, wirczyk, małżynek).

Umiejętność zdefiniowania terminów i procesów: gamety, izogamety, anizogamety, kopulacja, zygota, mejoza progamiczna, mejoza metagamiczna, trofont (trofozoit), żywiciel pośredni, żywiciel ostateczny, rozmnażanie bezpłciowe, rozmnażanie płciowe, przemiana pokoleń (metageneza), podział podłużny, podział poprzeczny, schizogonia, sporogonia, koniugacja.

Umiejętność prowadzenia i dokumentowania obserwacji mikroskopowych.

3. Sposoby rozmnażania się orzęsków (*Ciliophora*).

Zasady prowadzenia hodowli Protista (pierwotniaków).

1. Pobranie próbek wody do hodowli.

Pantofelki (*Paramecium*) i wirczyki (*Vorticella*) występują zazwyczaj w wodzie, w której zachodzą intensywne procesy gnilne bez dostępu powietrza, dlatego próbki wody do hodowli należy pobierać np. z wody zgromadzonej w rowach melioracyjnych. Natomiast w środowisku, w którym zachodzą intensywne procesy gnilne, ale równocześnie jest ono silnie natleniane (dotyczy do wód płytkich, przewietrzanych falowaniem lub np. występują w niej produkujące tlen glony), wtedy zwykle występują w nim małżynki (*Stylonychia*).

2. Hodowla kultur mieszanych.

Hodowlę prowadzimy w wodzie, w szklanym naczyniu (np. w słoju). Do wody dodajemy niewielką dawkę nalewki sianowej*, ryżowej lub po prostu wrzucamy lekko rozdrobniony liść zielonej sałaty. Hodowlę prowadzimy w temperaturze pokojowej. Zwykle optymalne zagęszczenie pierwotniaków występuje po 7-10 dniach od założenia hodowli. Jeśli hodowlę prowadzimy przez dłuższy czas, należy uzupełniać stosowaną pożywkę.

W hodowli kultur mieszanych występują rozmaite gatunki pierwotniaków, zwykle jednak dominuje jeden z wymienionych w punkcie 1. Wyhodowane pierwotniaki można oznaczać przy użyciu dostępnych opracowań**.

Można również, choć nie jest to konieczne, wyhodować osobniki należące do jednego, wybranego gatunku. Aby uzyskać czystą kulturę wybranego gatunku należy wyizolować osobniki tego gatunku z hodowli mieszanej i przenieść je do odpowiedniej pożywki – należy wtedy uwzględnić dodatkowy czas potrzebny do zagęszczenia tej hodowli, czyli kolejne 7-10 dni.

*Przepis na nalewkę sianową znajduje się w większości podręczników do biologii. Przepis na nalewkę ryżową: kilka ziaren ryżu zagotowujemy w 100 ml wody. Po ugotowaniu dopełniamy do 100 ml. Pożywki używamy po 48 godzinach, najwięcej pierwotniaków będzie gromadzić się wokół ziaren ryżu.

**Wyhodowane pierwotniaki można wykorzystać na lekcjach o innej tematyce, np. dotyczących poruszania się lub odżywiania. Bardzo interesującym eksperymentem jest hodowla kultur mieszanych pierwotniaków przez dłuższy okres, z równoczesnym zaprzestaniem ich dokarmiania. Można wtedy zaobserwować zmiany w składzie hodowli, czyli tzw. sukcesję, w czasie której liczba pierwotniaków będzie maleć, zaś wzrastać będzie liczba wielokomórkowych wrotków (Rotatoria).

Jak rozmnażają się Protista?

Można przypuszczać, że prosto zbudowane organizmy, jakimi są Protista, będą rozmnażać się bezpłciowo. Jednocześnie nie można wykluczyć, że występować u nich będą procesy płciowe, umożliwiające rekombinację genów.

Aby się o tym przekonać, można na początku przeprowadzić obserwację wyhodowanych pierwotniaków. Obserwację prowadzimy w standardowy sposób przy użyciu mikroskopu świetlnego. W przypadku gatunków bardzo ruchliwych (pantofelek, małżynek), ruch pierwotniaków można spowolnić odciągając bibułą nadmiar wody spod szkiełka (można również kroplę z pierwotniakami umieścić w niewielkim strzępku waty, ewentualnie można kroplę z pierwotniakami delikatnie rozproszyc – wtedy już nie trzeba przykrywać preparatu szkiełkiem nakrywkowym). W przypadku hodowli pantofelków lub małżynek, możemy zaobserwować typowo wyglądające pojedyncze osobniki (**trofozoity**, **trofonty**), osobniki o ciele zwężonym w środkowej części (wzdłuż krótszej osi ciała), a także pary osobników połączonych ze sobą (wyglądem przypominających pojedyncze osobniki dzielące się przez podział podłużny). W przypadku hodowli wirczyków, obok pojedynczych osobników (jedna kielichowata komórka na spiralnie skręconej, kurczliwej nóżce), występują osobniki „podwójne”, to znaczy złożone z dwóch częściowo lub całkowicie podzielonych wzdłuż długiej osi komórek. Czasem możemy stwierdzić, że dwie komórki wirczyka na jednej nóżce wyraźnie różnią się od siebie wielkością.

UWAGA: Dokumentacja przeprowadzonych obserwacji powinny być schematyczne rysunki.

Jakie wnioski na temat rozmnażania się Protista możemy wyciągnąć na podstawie przeprowadzonych obserwacji?

W oparciu o dane literaturowe, filmy lub obserwacje preparatów trwałych przedstawiających dzielące się komórki pantofelków i pantofelków w trakcie koniugacji, możemy stwierdzić, że osobniki o ciele zwężonym w środkowej części, to osobniki w trakcie podziału, rozmnażające się **bezpłciowo przez podział poprzeczny komórki**. Natomiast pary osobników połączonych ze sobą to osobniki w trakcie **koniugacji**. Oba procesy w podobny sposób zachodzą u małżynek.

Natomiast w przypadku osiadłego wirczyka osobniki „podwójne” to osobniki rozmnażające się przez **podział podłużny** (w zależności od gatunku nóżka ulega podziałowi – tworzą się wtedy zespoły osobników, lub też, po podziale komórki, nóżka nie dzieli się – wtedy tworzą się kolonie osobników). Z kolei występowanie na jednej nóżce dwóch osobników różniących się wielkością świadczy o tym, że są to dwa koniuganty w trakcie **koniugacji**. U wirczyka w procesie koniugacji biorą udział duże makrokoniuganty (przypominające trofonty) i małe mikrokoniuganty, które przekazują makrokoniugantom nie tylko materiał jądrowy, ale cały protoplast - po czym giną.

Na czym polega koniugacja i czy jest to proces rozmnażania?

W oparciu o dane literaturowe, analizę tekstu lub schematu, możemy stwierdzić, że **koniugacja** polega na wymianie materiału genetycznego pomiędzy koniugantami, tym samym jest odpowiednikiem procesów zachodzących podczas rozmnażania płciowego u innych organizmów. W trakcie koniugacji nie dochodzi jednak, co jest istotą rozmnażania, do zwiększenia się liczby osobników (wytworzenia osobników potomnych) – koniugacji nie można więc traktować jako procesu rozmnażania.

4. Rozmnażanie się innych przedstawicieli Protista.

Orzęski (Ciliophora) rozmnażają się bezpłciowo, przez podział komórki, ponadto występuje u nich proces płciowy, który jednak nie jest procesem rozmnażania. Czy istnieją Protista rozmnażające się płciowo, to znaczy z wytworzeniem gamet, które łącząc się ze sobą (kopulując), tworzą zygotę ulegającą następnie podziałom?

Istnieje bardzo wiele grup Protista, które rozmnażają się płciowo. Proces rozmnażania się płciowego występuje m. in. u eugleny, toczka, gregaryn i u przedstawicieli otwornic. Proces rozmnażania płciowego u Protista przebiega, jak u innych organizmów, z wytworzeniem **gamet** (identycznych – **izogamet**, lub różniących się pod względem wielkości i budowy – **anizogamet**). Gamety zwykle powstają na drodze kolejnych podziałów, z których jeden jest podziałem redukcyjnym (mejoza). Gamety łączą się ze sobą (**kopulują**), co wiąże się z zanikiem indywidualnych organelli, a wykształceniem organelli **zygoty**, która po pewnym czasie dzieli się, dając osobniki potomne.

U wielu gatunków pasożytniczych zygota może ulegać wielokrotnym, intensywnym podziałom, dzięki którym dochodzi do powstania dużej liczby osobników potomnych. Zjawisko to nosi nazwę **sporogonii**. Polega ono na wielokrotnym podziale jądra zygoty, po czym każde z powstałych jąder przyporządkowuje sobie część protoplastu. Komórki potomne uwalniane są po rozpadzie zygoty.

Zarówno u roślin wielokomórkowych, jak i u zwierząt, u których pojawiły się procesy płciowe istnieje tzw. przemiana faz, polegające na występowaniu fazy haploidalnej i diploidalnej. Czy podobne zjawisko występuje u Protista?*

U większości Protista fazę diploidalną stanowią wegetatywne, odżywiające się, rozmnażające się przez podział (związany z mitotycznym podziałem jądra) osobniki (**trofonty**), zaś fazą haploidalną są **gamety** (których powstanie wiąże się z podziałem jądra na drodze mejozy).

Jednak u niektórych gatunków (np. gregeryn) trofonty stanowią fazę haploidalną. Jeśli przystępują one do rozmnażania płciowego, tworzenie przez nie gamet nie wiąże się z mejotycznym podziałem jądra. Po kopulacji tych gamet powstaje diploidalna zygota (w tym cyklu rozwojowym jest to jedyny twór diploidalny), która po podziale mejotycznym daje haploidalne osobniki potomne.

W pierwszym z wymienionych cykli życiowych mejoza poprzedza proces płciowy (kopulację gamet), nazywana jest ona **mejozą progamiczną** i jest charakterystyczna dla Protista, których trofonty są diploidalne.

W drugim przypadku podział mejotyczny zachodzi po kopulacji gamet – nazywana jest ona **mejozą metagamiczną** i jest charakterystyczna dla tych Protista, których trofonty są haploidalne.

U wielu Protista występuje typowa **przemiana pokoleń (metageneza)**, polegająca na regularnym naprzemiennym występowaniu pokoleń rozmnażających się płciowo i bezpłciowo. U niektórych wyżej opisane procesy występują nieregularnie – pokolenie rozmnażające się płciowo pojawia się po wielu (kilku lub kilkudziesięciu) pokoleniach rozmnażających się bezpłciowo. W przypadku wielu Protista, które prowadzą pasożytniczy tryb życia, przemiana pokoleń łączy się ze zmianą **żywiciela**. Żywiciela, w którym zachodzi faza płciowa nazywamy **ostatecznym**, zaś faza bezpłciowa zachodzi w żywicielu **pośrednim**.

*Np. u zwierząt fazę diploidalną stanowi cały organizm, fazę haploidalną – komórki płciowe; u roślin faza haploidalna to komórki rozrodcze, ponadto może ona stanowić całe odrębne pokolenie (gametofit).

Wyjątkowo skomplikowanym cyklem życiowym charakteryzuje się zarodek malaryczny (*Plasmodium vivax*) – przedstawiciel typu Apicomplexa, wywołujący malarię (zimmicę). Przenoszony jest przez komara widliszka, a zasięgiem swoim obejmuje poza strefą tropikalną i subtropikalną, także strefę umiarkowaną, zachodząc także na terytorium Polski. Analizując schemat przedstawiający cykl rozwojowy tego organizmu spróbujmy odszukać procesy omawiane wcześniej.

Cykl rozwojowy zarodźca malarycznego.

W gruczołach ślinowych komara zmagazynowane są **sporozoity** (nazywane **merozoitami**), które przy ukłuciu dostają się do krwi człowieka. Merozoity wnikają do krwinek czerwonych – tam odżywiają się zawartością erytrocytu i dzielą się wielokrotnie mitotycznie dając pokolenie **schizontów (merozoitów potomnych)**. Okres wytwarzania schizontów to **schizogonia** – wielokrotny podział komórki macierzystej (w tym przypadku merozoita) na dużą liczbę komórek potomnych. Merozoity potomne uwalniane są do krwi w wyniku rozpadu erytrocytów i wnikają do kolejnych. Proces schizogonii od momentu wtargnięcia merozoita do krwinki do wytworzenia nowych merozoitów trwa 48 godzin. Wszystkie schizogonie we wszystkich zaatakowanych erytrocytach przebiegają w sposób zsynchronizowany i do rozpadu krwinek dochodzi w tym samym momencie – temu zjawisku towarzyszy znaczny wzrost temperatury ciała zarażonego człowieka (stąd nazwa: zimnica trzeciaczka – co 48 godzin, czyli co trzy dni). Po kilku schizogoniach część merozoitów po wniknięciu do erytrocytów tworzy **gamety** (mikro- i makrogametocyty), których dalszy rozwój może jedynie odbywać się w jelicie samicy komara po wessaniu ich razem z krwią zarażonego człowieka. W jelicie komara gamety, po kilku podziałach mitotycznych, łączą się ze sobą tworząc **zygotę**, która przenika przez ścianę jelita i osadza się na jej zewnętrznej, omywanej przez hemolimfę powierzchni. Zygota przekształca się w **sporocystę** i dzieli się wielokrotnie dając dużą liczbę **sporozoitów** (do 10 000 osobników w jednej cyście). Jeden z pierwszych podziałów jest podziałem mejotycznym. Po pęknięciu sporocysty sporozoity wędrują do gruczołów ślinowych komara.

Po analizie cyklu rozwojowego zarodźca odpowiedz na pytania:

Jaki typ mejozy występuje u zarodźca malarycznego?

(mejoza metagamiczna)

Jaką liczbę chromosomów posiada jądro podstawowej formy (trofont) zarodźca?

(haploidalną)

Czym różni się sporogonia od schizogonii?

(sporogonia poprzedzona jest procesem płciowym, a kolejnym podziałom ulega jądro zygoty, w przypadku schizogonii podziałom ulega jądro komórki macierzystej - trofonta)

Gdzie zachodzi faza płciowa cyklu rozwojowego zarodźca?

(proces płciowy zachodzi w jelicie komara widliszka)

Gdzie zachodzi faza bezpłciowa cyklu rozwojowego zarodźca?

(faza rozwoju bezpłciowego zachodzi w erytrocytach człowieka)

Kto jest żywicielem pośrednim, a kto ostatecznym zarodźca?

(komar widliszek jest żywicielem ostatecznym, człowiek – pośrednim)

Dodatkowo można poruszyć kwestię znaczenia zarodźca malarycznego, jego oddziaływania na organizm człowieka oraz metod walki z zimnicą.

5. Partenogeneza i jej znaczenie.

Cele:

Poznanie sylwetki księdza Jana Dzierżonia.

Umiejętność zdefiniowania procesu partenogenezy i wymienienia organizmów, które rozmnażają się partenogenetycznie.

Umiejętność udowodnienia, że partenogeneza jest płciowym sposobem rozmnażania się organizmów.

Umiejętność zdefiniowania pojęć: rozmnażanie bezpłciowe, rozmnażanie płciowe, partenogeneza szczątkowa, geograficzna, ginogeneza.

Zrozumienie znaczenia partenogenezy dla ewolucji organizmów.

Wykształcenie nawyku krytycznej weryfikacji informacji pochodzących z różnych źródeł (internet, literatura popularnonaukowa, film).

Na czym polega partenogeneza?

Partenogeneza (inaczej: **dzieworództwo**) to sposób rozrodu polegający na rozwoju organizmów potomnych z nie zapłodnionych komórek jajowych. Mimo, że proces ten pojawia się niemal we wszystkich głównych typach zwierząt, traktowany jest marginalnie, a niekiedy niemal zupełnie pomijany.

Zjawisko partenogenezy zostało odkryte przez śląskiego **księdza Jana Dzierżonia** (ur. 1811 w Łowkowicach k. Kluczborka, zm. w 1906), który będąc proboszczem parafii w Karłowicach k. Brzegu, z zamiłowaniem oddawał się hodowli pszczoł. Badał ich życie i zwyczaje, oraz zmodyfikował budowę ula, co pozwoliło na zwiększenie produkcji miodu. Z tego względu nazywany jest „ojcem współczesnego pszczelarstwa”. Zjawisko dzieworództwa odkrył krzyżując pszczoły rodzime z pszczołami sprowadzonymi z Włoch i w 1845 roku opublikował swoją teorię, mówiącą, że trutnie (samce pszczoł) rozwijają się z nie zapłodnionych jaj, zaś samice powstają z jaj zapłodnionych.

Jakie organizmy mogą rozmnażać się drogą partenogenezy?

Partenogenezę stwierdzono u wielu przedstawicieli bezkręgowców, a także u niższych kręgowców. Zdarza się, że nawet niezapłodnione jaja niektórych ptaków zaczynają się rozwijać, jednak ich rozwój jest w późniejszym czasie zatrzymany. Takie zjawisko nazywamy **partenogenezą szczątkową** (rudymেন্টarną) i, oczywiście, nie prowadzi ono do powstania nowego organizmu, co jest istotą rozmnażania.

Wśród bezkręgowców warto zwrócić uwagę na:

- larwy przywr (redie i cerkarie), które rozmnażają się wyłącznie partenogenetycznie (jest to równocześnie **pedogeneza**, gdyż zdolność do rozrodu posiadają osobniki młodociane);
- wrotki – w populacjach wielu gatunków samce zupełnie nie występują (u nielicznych samce są znacznie mniejsze, zdegenerowane), samice rozmnażają się głównie na drodze partenogenezy;
- owady, a w tym pszczoły (u których z jaj niezapłodnionych rozwijają się wyłącznie samce), mszyce czy patyczaki (u których z jaj niezapłodnionych rozwijają się wyłącznie samice), niektóre chrząszcze (np. ryjkowce), u których występuje tzw. **partenogeneza geograficzna** (populacje tego samego gatunku mogą rozmnażać się partenogenetycznie lub dwupłciowo, w zależności od miejsca występowania).

Wśród kręgowców partenogeneza jest charakterystyczna dla wielu kostnoszkieletowych, płazów i gadów.

Ciekawym przykładem mogą być popularne rybki akwariowe z rodziny piękniczkowatych (np. gupiki), u których występuje inna odmiana partenogenezy nazywana **ginogenezą**. W tym przypadku do rozwoju jaja niezbędny jest plemnik, przy czym niekoniecznie musi to być plemnik samca należącego do tego samego gatunku. Plemnik ten

jednak nie bierze udziału w zapłodnieniu, a tylko w sposób mechaniczny pobudza jajo do rozwoju. Tak więc samiec użycza plemnika, bez szansy na ojcostwo.

Partenogeneza – rozmnażanie płciowe, czy bezpłciowe?

W wielu opracowaniach popularnonaukowych i w potocznym rozumieniu partenogenezę uważa się za proces bezpłciowy. Doskonałym przykładem jest film „Godzilla”, z którego możemy się dowiedzieć, że tytułowy stwór rozmnaża się bezpłciowo – młode rozwijają się z niezapłodnionych jaj.

Z kolei w pięknie wydanej w 2005 roku przez Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa pozycji zatytułowanej „Zwierzęta. Encyklopedia ilustrowana.”, możemy na stronie 390, przeczytać podpis do ryciny: „*Bezpłciowe klony. Rychlik szachownicowy (Cnemidophorus tessellatus) rozmnaża się wyłącznie bezpłciowo; w populacjach występują wyłącznie samice.*” To jednoznacznie sugerowałoby, że płć żeńska to nie jest płć (bepłciowy klon = samica). Jak w takim razie traktować partenogenezę?

Żeby odpowiedzieć na to pytanie musimy przypomnieć sobie definicję rozmnażania bezpłciowego i płciowego.

Rozmnażanie bezpłciowe polega na wytwarzaniu osobników potomnych przez organizm macierzysty bez udziału komórek rozrodczych. Powstałe w ten sposób potomstwo jest w zasadzie identyczne pod względem genetycznym z organizmem macierzystym.

Z kolei **rozmnażanie płciowe** to, zgodnie z definicją, rozmnażanie z udziałem komórek rozrodczych.

Tworzenie się komórek rozrodczych poprzedza proces mejozy, w czasie którego w profazie I dochodzi do koniugacji chromosomów homologicznych (układanie się ich równolegle obok siebie i tworzenie połączeń – chiasm) i zjawiska crossing-over (wzajemnej wymiany odcinków chromosomów homologicznych). Dzięki tym zjawiskom tworzą się nowe zestawy i kombinacje genów (rekombinacja genów), co prowadzi do pojawienia się nowych funkcji i cech, a tym samym do zwiększenia stopnia zmienności organizmów, zaś zmienność organizmów leży u podstaw ich ewolucji. Właśnie pojawienie się komórek rozrodczych (a tym samym rekombinację genów) uważa się za istotę rozmnażania płciowego.

W procesie partenogenezy również biorą udział komórki rozrodcze, które powstały na drodze mejozy umożliwiającej rekombinację genów. Mimo, że są to wyłącznie komórki jajowe, jednak sam proces posiada wszystkie cechy rozmnażania płciowego i w taki sposób powinien być traktowany.

Jakie jest znaczenie partenogenezy dla ewolucji organizmów?

W przypadku partenogenezy każda nowa cecha (nawet recesywna) pojawiająca się u matki jest bezpośrednio przekazywana potomstwu. Gdyby omawiany organizm rozmnażał się dwupłciowo, to cecha ta (szczególnie dotyczy to cech recesywnych) mogłaby wcale u potomstwa nie wystąpić, gdyż otrzymuje on geny matki i ojca. W związku z tym partenogeneza odgrywa ogromną rolę w utrwalaniu nowych cech w populacji, co ma szczególne znaczenie w przypadku korzystnych cech adaptacyjnych (pozwalających na lepsze przystosowanie organizmów do warunków środowiska).

Ponadto rozmnażanie na drodze partenogenezy ułatwia organizmom kolonizację nowych obszarów – niezależnie od tego, jak liczna jest populacja kolonizująca nowy teren (w skrajnym przypadku mógłby to być nawet tylko jeden osobnik), zawsze ma ona zagwarantowany sukces rozrodczy.

Informacje dodatkowe:

Zalecana metoda realizacji: (m.in.) wyszukiwanie informacji w internecie, porównywanie i weryfikacja tych danych.

Lekcja 6 i 7

Niezielone barwniki roślinne.

Cele:

Poznanie niezielonych barwników roślinnych, takich jak karoten, ksantofil, antocyjany (ew. flawony).

Poznanie wybranych właściwości niezielonych barwników roślinnych (rozpuszczalność w różnych rozpuszczalnikach, zachowanie przy określonym pH środowiska).

Umiejętność przeprowadzenia prostych obserwacji mikroskopowych i doświadczeń.

Umiejętność dokumentowania prostych obserwacji mikroskopowych i doświadczeń.

Umiejętność wnioskowania na podstawie przeprowadzonych obserwacji mikroskopowych i doświadczeń.

Umiejętność zastosowania zdobytych wiadomości teoretycznych w życiu codziennym.

Rośliny urzekają ogromną paletą barw. Wiemy, że barwa zielona pochodzi od **chlorofilu**, barwnika zlokalizowanego w **chloroplastach**, biorącego udział w procesie fotosyntezy. Skąd jednak bierze się żółta barwa kwiatów jaskra, błękitna niezapominajek, fioletowa barwa fiołków? Jakie barwniki są odpowiedzialne za powstanie tych barw? W jaki sposób te barwniki są gromadzone w komórkach roślinnych?

Aby odpowiedzieć na te pytania wykonamy kilka prostych obserwacji mikroskopowych i doświadczeń.

Ćwiczenie 1

Obserwacja mikroskopowa barwników zawartych w komórkach mięksiszowych owoców róży.

Owocem róży jest tzw. szupinka (owoc szupinkowy), który tworzy się z dna kwiatowego, właściwymi owocami są niełupki – drobne „pestki” znajdujące się wewnątrz szupinki.

Pomoce: dojrzałe owoce dzikiej róży (*Rosa canina* L.), szkiełka przedmiotowe i nakrywkowe, igła preparacyjna, woda.

Przygotowanie preparatu: umieścić odrobinę miąższu owocu w kropli wody na szkiełku przedmiotowym, delikatnie rozproszyc grudki miąższu igłą preparacyjną, ostrożnie przykryć szkiełkiem nakrywkowym.

Preparat obserwujemy pod mikroskopem. Wykonujemy schematyczny rysunek pojedynczej komórki mięksiszowej.

Komórki mięksiszowe są duże, mają kształt owalny lub okrągły, otoczone są cienką ścianą komórkową. Czasem można zaobserwować jądro komórkowe. W cytoplazmie występują pomarańczowo zabarwione twory kształtu wrzecionowatego (często są one esowato wygięte), mogą też występować pomarańczowe ciała kuliste lub soczewkowate. Ciała te to **chromoplasty** – rodzaj plastydów występujących w komórkach roślinnych. Chromoplasty powstają z tzw. proplastydów, leukoplastów lub chloroplastów (w niezupełnie dojrzałych owocach róży można zaobserwować formy pośrednie między chloroplastami a chromoplastami).

Barwnikami występującymi w chromoplastach są tzw. **barwniki karotenoidowe**: pomarańczowy **karoten** (wzór sumaryczny: $C_{40}H_{56}$) i żółty **ksantofil** ($C_{40}H_{56}O_2$). Z karotenu (tzw.

prowitaminy A) w organizmach zwierzęcych syntetyzowana jest witamina A – stąd wynika znaczenie warzyw i owoców bogatych w karoten w dietetyce.

Ćwiczenie 2

Obserwacja mikroskopowa barwników zawartych w komórkach miąższowych owoców ligustru.

Ligustr to pospolity krzew sadzony w żywopłotach, jego owocem jest czarna, kulista lub owalna jagoda, która w pełni dojrzała jest jesienią (można zbierać je także w zimie).

Pomoce: dojrzałe jagody ligustru (*Ligustrum vulgaris* L.), szkiełka przedmiotowa i nakrywkowa, igła preparacyjna, woda.

Przygotowanie preparatu: na szkiełku przedmiotowym umieścić odrobinę miąższu owocu w kropli wody, delikatnie rozproszyc grudki miąższu igłą preparacyjną, ostrożnie nakryć szkiełkiem nakrywkowym.

Preparat obserwujemy pod mikroskopem. Wykonujemy schematyczny rysunek pojedynczej komórki miąższowej.

Pojedyncza komórka miąższowa owocu ligustru jest zwykle okrągława, często nieco nieregularna, niemal wielościenna. Z zewnątrz otacza ją cienka ściana komórkowa, pod którą znajduje się cieniutka warstewka cytoplazmy zawierająca liczne, drobne, soczewkowate chloroplasty oraz jądro komórkowe. Jądro komórkowe często jest niewidoczne, lecz zwykle łatwo je zlokalizować, gdyż wokół niego gromadzą się chloroplasty, tworząc charakterystyczne skupiska. Wnętrze komórki wypełnia wakuola wypełniona fioletowo lub różowo zabarwionym sokiem komórkowym. Barwa soku pochodzi od pospolitego w świecie roślin barwnika nazywanego **antocyjanem**. Daje on zabarwienie od niebieskiego, poprzez fioletowe i różowe, aż do czerwonego. Antocyjany nadają barwę płatkom wielu kwiatów, owocom i liściom.

Fakt, że antocyjany barwią sok komórkowy świadczy o tym, że jest on rozpuszczalny w wodzie, która jest głównym składnikiem soku komórkowego*.

Istnieją rośliny których zabarwienie kwiatów pochodzi od antocyjanów, lecz efekt działania tych barwników jest zróżnicowany w obrębie pojedynczego osobnika. Polega to na tym, że pąki i młode kwiaty tych roślin są różowe, a kwiaty starsze, w pełni rozwinięte, stają się niebieskie. Przykładem takich roślin są np. niezapominajka błotna (*Myosotis palustris*), niezapominajka leśna (*Myosotis sylvatica*), groszek leśny (*Lathyrus sylvestris*), zmijowiec zwyczajny (*Echium vulgare*) i wiele innych.

Można z łatwością wykazać, że barwnik „różowy” i „niebieski” są identyczne, wkładając niebieski kwiat (np. groszku) do mrowiska – wtedy kwiat pod wpływem wydzielanego przez mrówki kwasu mrówkowego staje się czerwony. Na podstawie tych obserwacji możemy wnioskować, że zmiana barwy kwiatów jest spowodowana zmianą odczynu soku komórkowego. Aby się o tym przekonać, wykonajmy proste doświadczenie.

* Istnieją również rozpuszczalne w wodzie barwniki żółte (tzw. **flawony**). Możemy się o tym przekonać obserwując fragment skórki zerwanej z płatka jaskra (*Ranunculus* sp.) lub dziewanny (*Verbascum* sp.). Przekonamy się, że niemal całe komórki mają barwę żółtą, co świadczy, że barwnik rozpuszczony jest w soku komórkowym.

Doświadczenie 3*

Obserwacja zmiany zabarwienia antocyjanów pod wpływem zmiany odczynu środowiska.

W doświadczeniu użyjemy te same owoce ligustru co w ćwiczeniu 2.

Pomoce: dojrzałe jagody ligustru (*Ligustrum vulgare* L.), szkiełka przedmiotowe i nakrywkowe, igła preparacyjna, woda, kwas octowy (CH_3COOH), zasada amonowa (NH_4OH), pipety lub zakraplacze.

Przygotowanie preparatów: (1) na szkiełku przedmiotowym umieścić odrobinę miąższu owocu w kropli wody, delikatnie rozprowadzić grudki miąższu igłą preparacyjną, przy pomocy zakraplacza wkropić do miąższu rozprowadzonego w wodzie kroplę kwasu octowego, obserwować pod mikroskopem zmianę zabarwienia soku komórkowego; (2) drugi preparat wykonać w ten sam sposób, jednakże zamiast kwasu octowego, wkropić kroplę zasady amonowej. Wyniki reakcji zanotować lub udokumentować w inny sposób.

Z doświadczenia wynika, że barwa antocyjanów zależy od odczynu środowiska: w środowisku kwaśnym (przy pH poniżej 4-6) mają zabarwienie czerwone, w środowisku obojętnym mają zabarwienie fioletowe, w środowisku zasadowym (przy pH powyżej 7) mają barwę niebieską. Antocyjany często pojawiają się jako czynnik ochronny podczas obniżenia temperatury – na czerwono barwią się liście sałaty wysadzonej wczesną wiosną do gruntu, a jesienią liście wielu drzew.

* Żeby zaobserwować podobną reakcję możemy przeprowadzić jeszcze jedno, łatwe doświadczenie.

Doświadczenie 3A

Obserwacja zmiany zabarwienia antocyjanów w zależności od odczynu środowiska.

Pomoce: liść kapusty czerwonej, szkiełko przedmiotowe, kwas octowy (CH_3COOH), zasada amonowa (NH_4OH), woda destylowana, zestaw pipet lub zakraplaczy, skalpel.

Przygotowanie doświadczenia: na szkiełku podstawkowym umieszczamy w odpowiednich odstępach trzy kilkumilimetrowe skrawki skórki z liścia kapusty: pierwszy z nich w kropli kwasu octowego, drugi w kropli wody destylowanej, trzeci w kropli zasady amonowej. Do naniesienia poszczególnych płynów na szkiełko należy używać oddzielnych pipet. Należy uważać aby nie wymieszać płynów na szkiełku! Wynik doświadczenia notujemy.

Wiemy, że antocyjany rozpuszczają się w wodzie. Sprawdźmy, jakie substancje są rozpuszczalnikami dla barwników karotenoidowych.

Doświadczenie 4

Rozpuszczalność karotenoidów w wodzie i tłuszczu.

W doświadczeniu wykorzystamy korzeń marchwi (*Daucus carota* L.), którego barwa pochodzi od zawartych w komórkach chromoplastów.

Pomoce: korzeń marchwi, skalpel, niewielka próbówka z korkiem, szklana bagietka, woda, olej parafinowy (lub inny bezbarwny, ciekły tłuszcz).

Przebieg doświadczenia: z zewnętrznej (bardziej pomarańczowej) części korzenia marchwi zeskrubujemy skalpelem miąższ i umieszczamy go na dnie próbówki (do ok. $\frac{1}{4}$ wysokości próbówki), a następnie zalewamy wodą do ok. $\frac{1}{2}$ wysokości próbówki. Za pomocą szklanej bagietki rozcieramy miąższ i obserwujemy stopień zabarwienia wody. Wynik obserwacji notujemy (lub dokumentujemy w inny sposób). Teraz do tej samej próbówki wlewamy nieco oleju parafinowego, tak, by na powierzchni utworzyła się kilkumilimetrowa warstewka. Zatykamy próbówkę korkiem i bardzo intensywnie potrząsamy nią przez kilka minut (idealna byłaby do tego wytrząsarka). Odstawiamy próbówkę na kolejne kilka minut, po czym obserwujemy zabarwienie wytrąconej na powierzchni warstewki oleju. Wynik obserwacji notujemy.

Z doświadczenia wynika, że karotenoidy nie rozpuszczają się w wodzie – woda, którą zalaliśmy rozdrobnioną marchew pozostała niemal bezbarwna – delikatny, pomarańczowy kolor pochodzi od chromoplastów uwolnionych z rozartych komórek.*

Z kolei intensywne, żółte zabarwienie warstewki oleju świadczy o tym, że barwniki karotenoidowe dobrze rozpuszczają się w tłuszczach.

* O tym, że zabarwienie wody pochodzi od uwolnionych chromoplastów, możemy się przekonać, obserwując je pod mikroskopem. W tym celu na szkiełko przedmiotowe nanosimy odrobinę wody, w której rozcieraliśmy korzeń marchwi. Chromoplasty korzenia marchwi są drobne, mają nieregularne, igiełkowate kształty.

Wnioski:

1. Głównymi czynnikami powodującymi zabarwienie kwiatów, owoców i korzeni są barwniki.
2. U roślin występują barwniki karotenoidowe (karoten i ksantofil) nadające barwę żółtą lub pomarańczową. Barwniki te zlokalizowane są w specjalnych organellach komórkowych – chromoplastach.
3. Barwniki karotenoidowe są nierozpuszczalne w wodzie, natomiast dobrze rozpuszczają się w tłuszczach.
4. Drugą grupą barwników są antocyjany rozpuszczone w soku komórkowym. Są to barwniki rozpuszczalne w wodzie. Nadają zabarwienie od niebieskiego przez fioletowe i różowe, aż do czerwonego.
5. Barwa antocyjanów ulega zmianie pod wpływem odczynu soku komórkowego – w środowisku kwaśnym antocyjany stają się czerwone, w środowisku zasadowym – niebieskie.

Korzystając z wykonanych doświadczeń odpowiedz na następujące pytania:

1. **Dlaczego do surówki z marchewki należy dodać nieco oliwy, śmietany lub majonezu?**
(Tłuszcz zawarty w oliwie, śmietanie lub majonezie rozpuszcza karoten, dzięki czemu staje się on łatwiej przyswajalny).
2. **O czym świadczy fakt, że herbata żurawinowa parzona w saszetce, po zalaniu gorącą wodą (w Opolu) staje się ciemnoniebieska, mimo, że owoce żurawiny są czerwone?**
(Owoce żurawiny zawierają antocyjany, woda w Opolu ma odczyn zasadowy).

Lekcje 8 i 9

Podstawy klasyfikacji organizmów. Jak korzystać z kluczy do oznaczania? – Zasady posługiwania się kluczami na przykładzie wybranych organizmów (owady, mięczaki, rośliny nasienne).

Cele:

Poznanie konstrukcji i zasad korzystania z kluczy do oznaczania.

Zrozumienie konieczności prawidłowej klasyfikacji organizmów żywych.

Umiejętność wyjaśnienia pojęć: klasyfikacja, systematyka, taksonomia, takson, gatunek.

Umiejętność wyjaśnienia morfologicznej i biologicznej koncepcji gatunku.

Umiejętność wymienienia głównych jednostek systematycznych stosowanych w botanice i zoologii, z uwzględnieniem ich układu hierarchicznego.

Umiejętność oznaczania za pomocą kluczy do oznaczania.

Prawidłowe oznaczenie organizmu (**zaklasyfikowanie** go do odpowiedniego gatunku) stanowi podstawę wszystkich dalszych badań i doświadczeń, jakie będziemy na tym organizmie wykonywać. Jeśli dany organizm nie zostanie oznaczony, wszystkie wyniki badań, jakie można na tym organizmie przeprowadzić, dotyczące np. cech morfologicznych, budowy anatomicznej, przebiegu procesów życiowych, zachowań, cech biochemicznych czy wreszcie analiz struktur molekularnych (DNA, rRNA, mRNA itd.) będą zupełnie nieprzydatne, gdyż nie będzie wiadomo, jakiego organizmu dotyczą. Jeśli dany organizm zostanie oznaczony błędnie – również nieprawidłowe będą wyniki badań, gdyż będą się one odnosić do zupełnie innego gatunku.

Klasyfikacją organizmów zajmuje się **systematyka** – nauka badająca i opisująca różnorodność organizmów. Główne zadania systematyki to:

- wyszukanie podobieństw i różnic pomiędzy badanymi organizmami (biologia porównawcza);
- wyjaśnienie przyczyn różnorodności badanych organizmów, czyli procesów, które do tego doprowadziły;
- odtworzenie i ukazanie stosunków pokrewieństwa pomiędzy badanymi organizmami;
- opracowanie **klasyfikacji** wyjaśniającej te stosunki pokrewieństwa.

Bardzo często termin „**systematyka**” zastępowany jest terminem „**taksonomia**” i obu terminów używa się wymiennie. Tymczasem, w przeciwieństwie do **systematyki**, **taksonomia** jest nauką o prawach klasyfikacji istot żywych, formułującą teoretyczne i praktyczne podstawy, zasady i reguły klasyfikacji.

Różnica pomiędzy znaczeniami tych terminów polega więc na tym, że **systematyka** opracowuje systemy klasyfikacji organizmów, a **taksonomia** dostarcza narzędzi do ich opracowania, czyli odpowiada na pytanie, w jaki sposób takie systemy klasyfikacji konstruować.

Podstawową jednostką formalną każdej klasyfikacji jest **takson**, czyli grupa organizmów posiadająca własną, wspólną nazwę, reprezentująca określony szczebel w **hierarchii klasyfikacyjnej**, która skonstruowana jest w ten sposób, że każdy szczebel (takson) jest częścią szczebla (taksonu) wyższej rangi i zawiera w sobie szczeble (taksony) rangi niższej.

Takimi podstawowymi szczeblami stosowanymi w systematyce botanicznej i zoologicznej są:

w klasyfikacji roślin:	w klasyfikacji zwierząt:
Królestwo	Królestwo
Typ	Typ
Klasa	Gromada
Rząd	Rząd
Rodzina	Rodzina
Rodzaj	Rodzaj
Gatunek	Gatunek

Oprócz wyżej wymienionych taksonów, stosuje się również jednostki pośrednie (np. nadrodzina, podrodzaj i wiele innych).

Podstawową jednostką w hierarchii klasyfikacyjnej jest **gatunek***, a jego znaczenie, co zostało omówione we wstępie, jest równie duże w każdej innej dyscyplinie biologii. Istnieje wiele definicji i koncepcji gatunku, z których wymienimy dwie, mianowicie koncepcję morfologiczną (ponieważ wykorzystywana jest w klasyfikacji) i biologiczną (ponieważ jest najpopularniejsza).

1. Morfologiczna koncepcja gatunku określa gatunek na podstawie serii cech będących cechami dla niego specyficznymi, pozwalającymi zaklasyfikować dany okaz do takiego, a nie innego gatunku. Właśnie morfologiczne pojęcie gatunku, oparte na naukowo przebadanych cechach morfologicznych osobników z uwzględnieniem ich zmienności jest najczęściej używane w praktyce systematycznej.

2. Biologiczna koncepcja gatunku określa gatunek jako grupy naturalnych populacji krzyżujących się między sobą i dających płodne potomstwo.

Oznaczanie organizmów polega na dokładnym wyszukaniu cech systematycznych i zaliczeniu ich, w oparciu o te cechy, do właściwego gatunku. Większość amatorów oznacza organizmy korzystając z ilustracji zawartych w albumach, atlasach czy na fotografiach w internecie. Ze względu na to, że istnieje wiele gatunków o bardzo podobnych cechach morfologicznych, czyli nie do odróżnienia na podstawie fotografii, naukowcy, aby uniknąć błędnych oznaczeń, korzystają ze specjalistycznych **kluczy do oznaczania**, umożliwiających oznaczenie i odróżnienie nawet bardzo do siebie podobnych gatunków.

Wszystkie biologiczne klucze do oznaczania zbudowane są według tego samego systemu. System ten opiera się na wykorzystaniu cech przeciwstawnych (tzw. tez i antytez), które zestawia się parami. Przykładowe pary tez i antytez to np.: liście pojedyncze (teza) – liście złożone (antyteza); kwiaty żółte (teza) – kwiaty białe (antyteza); muszla pojedyncza (teza) – muszla dwukłapowa (antyteza).

*Każdy gatunek posiada swoją nazwę naukową w języku łacińskim. Nazwa ta, od czasów Linneusza (XVIII wiek), składa się z dwóch członów. Pierwszy z nich, pisany zawsze z dużej litery, określa nazwę rodzaju, do którego dany gatunek należy. Drugi człon (specyficzny, a w botanice przymiotnikowy) pisany jest zawsze z małej litery, np. *Homo sapiens* (człowiek), *Culex pipiens* (komar), *Tilia cordata* (lipa drobnolistna). Kompletnie określenie gatunku powinno zawierać również nazwisko autora, który ten gatunek opisał po raz pierwszy (czasem stosuje się tylko skrót nazwiska) i rok, w którym opis gatunku został opublikowany. Tak więc nazwa: *Coronella austriaca* Laurenti, 1768, oznacza: gniewosz plamisty, opisany przez Laurentiego w 1768 roku.

Żeby lepiej zrozumieć ten system spróbujemy zagrać w znaną grę „dziesięć pytań”. Gra polega na tym, żeby na podstawie dziesięciu (lub mniejszej liczby) pytań zadanych pozostałym uczestnikom odgadnąć, kim się jest. Pytania muszą być skonstruowane w ten sposób, aby uczestnicy mogli udzielić jednoznacznej odpowiedzi w formie: „tak” lub „nie”. Dla ułatwienia dobrze jest uprzednio wyznaczyć zakres gry, np. wybieramy tylko zwierzęta, rośliny, osobistości ze świata rozrywki, nauki, polityki itp.

Zasady gry.

Jeden uczestnik wychodzi za drzwi. W tym czasie reszta grupy ustala, kim (lub czym) ten uczeń będzie. Przypuśćmy, że ustaliliśmy, iż uczeń, który opuścił salę będzie salamandrą płamistą. Po powrocie ucznia do sali, możemy go poinformować, że jest zwierzęciem występującym w faunie Polski, jego zadanie polega na odgadnięciu, jakim. W tej grze bardzo ważne jest umiejętne zadawanie pytań, które automatycznie będą nam grupować zwierzęta na konkretne kategorie, przy czym odpowiedź grupy pozwoli jedną z tych kategorii odrzucić. Oto przykładowy scenariusz:

Pytanie 1.: *Czy jestem bezkręgowcem?*

Odpowiedź: *Nie.*

(to pytanie pozwoliło na odrzucenie ogromnej liczby organizmów, jaką są bezkręgowce, teza: *jestem bezkręgowcem* została odrzucona, można automatycznie przyjąć, że prawdziwa będzie antyteza: *jestem kręgowcem*)

Pytanie 2.: *Czy jestem owodniowcem?*

Odpowiedź: *Nie.*

(to pytanie pogrupowało nam kręgowce na bezowodniowce i owodniowce, zadając je, wyeliminowaliśmy gady, ptaki i ssaki)

Pytanie 3.: *Czy jestem płazem?*

Odpowiedź: *Tak.*

Pytanie 4. *Czy jestem żabą?*

Odpowiedź: *Nie.*

Pytanie 5. *Czy jestem ropuchą?*

Odpowiedź: *Nie.*

Pytanie 6.: *Czy jestem płazem ogoniastym?*

Odpowiedź: *Tak.*

Pytanie 7.: *Czy jestem traszką?*

Odpowiedź: *Nie.*

Na podstawie tych odpowiedzi uczeń powinien stwierdzić: *Jestem salamandrą.*

Zabawę można powtórzyć kilkakrotnie, ważne aby nauczyciel, zwracał uwagę na formułowane przez uczniów pytania, które pozwolą na wspomniane grupowanie elementów i umożliwią eliminowanie kolejnych kategorii tych elementów.

Podobnie, jak w zabawie w „dziesięć pytań”, klucze do oznaczania skonstruowane są w ten sposób, że kolejne pary tez i antytez grupują nam oznaczane organizmy ze względu na obecność lub brak jakiejś cechy, co pozwala nam na odrzucenie tezy lub antytezy (a tym samym wyeliminowanie organizmów), w zależności od stanu, jaki obserwujemy u oznaczanego okazu.

Układ tez i antytez może być dwojaki. W nowocześniejszych kluczach antyteza znajduje się tuż pod tezą, np.:

1. Skrzydła obecne (teza)
- . Skrzydeł brak (antyteza)

W kluczach tradycyjnych (tzw. system szwedzki), w nawiasie za numerem tezy umieszcza się numer, pod którym należy szukać cechy przeciwstawnej, czyli antytezy, np.:

- 1 (14). Skrzydła obecne.
(antytezy: „Skrzydeł brak” należy szukać pod numerem 14.).

Oznaczanie zawsze zaczynamy od numeru pierwszego, czyli tzw. tezy pierwszej.

I jeszcze kilka bardzo ważnych zasad!

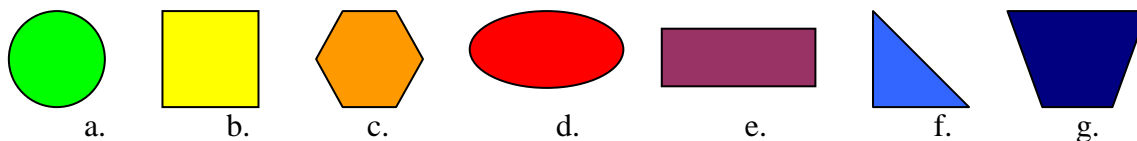
W trakcie oznaczania należy korzystać z ilustracji przedstawiających struktury morfologiczne, a które zwykle znajdują się w dobrych kluczach do oznaczania. Nie będziemy w stanie odpowiedzieć na pytanie czy „tarczka” jest trójkątna, czy zaokrąglona, jeśli nie będziemy wiedzieć, gdzie się ta „tarczka” znajduje.

Należy również korzystać ze sprzętu optycznego (lupa, mikroskop stereoskopowy, mikroskop świetlny), jeśli tego wymaga prawidłowe oznaczenie. Nie będziemy w stanie stwierdzić, czy dana roślina ma włoski wełniste czy kutnerowate bez sprawdzenia tego pod mikroskopem stereoskopowym.

Nigdy nie możemy uważać danej cechy morfologicznej (tezy) za pewnik, jeśli nie zobaczyliśmy jej na własne (często uzbrojone w sprzęt optyczny) oczy!

Zadanie 1. Oznaczanie figur geometrycznych.

Korzystając z klucza spróbujmy oznaczyć niżej przedstawione figury geometryczne:



Poszczególnym uczniom można rozdać do oznaczenia 2-3 figury geometryczne przedstawione na ilustracjach lub wycięte z kartonu.

Klucz skonstruowany wg. systemu szwedzkiego:

- 1 (10). Boki i kąty obecne 2.
2 (3). Figura posiada 4 lub 6 boków 4.
3 (2). Figura posiada 3 boki i 3 kąty trójkąt (f.)
4 (5). Figura posiada 6 boków i 6 kątów sześciokąt (c.)
5 (4). Figura posiada 4 boki i 4 kąty 6.
6 (9). Przeciwległe boki figury są równoległe 7.
7 (8). Wszystkie boki figury są równe kwadrat (b.)
8 (7). Pary boków równoległych są różnej długości prostokąt (e)
9 (6). Występuje tylko jedna para boków równoległych do siebie trapez (g.)
10 (1). Boków i kątów brak 11.
11 (12). Figura posiada nieskończenie wiele osi symetrii koło (a.)
12 (11). Figura posiada dwie osi symetrii elipsa (d.)

Klucz skonstruowany wg. systemu nowoczesnego:

1. Boki i kąty obecne 2.
-. Boków i kątów brak 7.
2. Figura posiada 3 boki i 3 kąty trójkąt (f.)
-. Figura posiada 4 lub 6 boków 4.
4. Figura posiada 6 boków i 6 kątów sześciokąt (c.)
-. Figura posiada 4 boki i 4 kąty 5.
5. Przeciwległe boki figury są równoległe 6.
-. Występuje tylko jedna para boków równoległych do siebie trapez (g.)
6. Wszystkie boki figury są równe kwadrat (b.)
-. Pary boków równoległych są różnej długości prostokąt (e)
7. Figura posiada nieskończenie wiele osi symetrii koło (a.)
-. Figura posiada dwie osi symetrii elipsa (d.)

Zadanie 2. Oznaczanie owadów do rzędu na podstawie cech związanych z budową skrzydeł.

Materiały: suche, naklejone na kartoniki lub nabite na szpilkę okazy owadów należących do rzędów: ważek (*Odonata*), chrząszczy (*Coleoptera*), dwuskrzydłych (*Diptera*), motyli (*Lepidoptera*), prostoskrzydłych (*Orthoptera*), błonkoskrzydłych (*Hymenoptera*), pluskwiaków (*Hemiptera*) z podrzędu pluskwiaków różnoskrzydłych (*Heteroptera*).

Uwaga: zamiast suchych okazów owadów można użyć wykonanych przez uczniów pomocy naukowych – kartoników z naklejonymi, wypreparowanymi skrzydłami przedstawicieli tych rzędów (skrzydła delikatnie odcinamy u nasady i naklejamy bezbarwnym klejem jedno pod drugim, ponadto kartonik odpowiednio można opisać: skrzydło I pary, skrzydło II pary, skrzydło błoniaste, półpokrywa, pokrywa itd.).

Uczniom do oznaczenia należy rozdać po dwa okazy.

Podstawowe typy skrzydeł owadów:

A. skrzydło błoniaste z gęstym użyłkowaniem i pterostigmą (ciemna plamka – drobny skleryt wzmacniający przedni brzeg skrzydła);

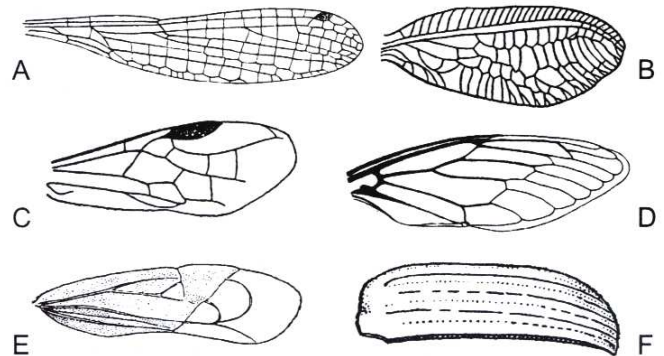
B. skrzydło błoniaste z użyłkowaniem siatkowatym;

C. skrzydło błoniaste ze zredukowanym użyłkowaniem i pterostigmą;

D. skrzydło błoniaste wzmocnione sztywnymi żyłkami;

E. półpokrywa – skrzydło skórzaste w części nasadowej i błoniaste w części dystalnej;

F. pokrywa – skrzydło sztywne, schitynizowane na całej powierzchni.



Klucz do oznaczania:

1. Owady o dwóch parach skrzydeł 2.
-. Owady posiadające tylko jedną parę skrzydeł, I para skrzydeł przekształcona w sztywne, buławkowate twory, tzw. przezmianki dwuskrzydłe (*Diptera*)
2. Skrzydła błoniaste, barwne, pokryte delikatnymi, łatwo odpadającymi łuseczkami widocznymi w postaci delikatnego pyłku motyle (*Lepidoptera*)
-. Skrzydła nie pokryte łuseczkami 3.
3. Pierwsza para skrzydeł w całości błoniasta 4.
-. Pierwsza para skrzydeł na całej powierzchni lub tylko w części nasadowej sztywniejsza 5.
4. Pierwsza para skrzydeł o gęstym użyłkowaniu (wiele żyłek przecina się pod kątem prostym dzieląc skrzydło na regularne czworokąty), (rys. A) ważki (*Odonata*)
-. Pierwsza para skrzydeł o zredukowanym użyłkowaniu (rys. C) ... błonkoskrzydłe (*Hymenoptera*)
5. Pierwsza para skrzydeł wykształcona w postaci półpokryw o skórzastej części nasadowej i błoniastej części szczytowej (rys. E) pluskwiaki (*Hemiptera*) z podrzędu różnoskrzydłych (*Heteroptera*)
-. Pierwsza para skrzydeł skórzasta lub schitynizowana na całej powierzchni 6.

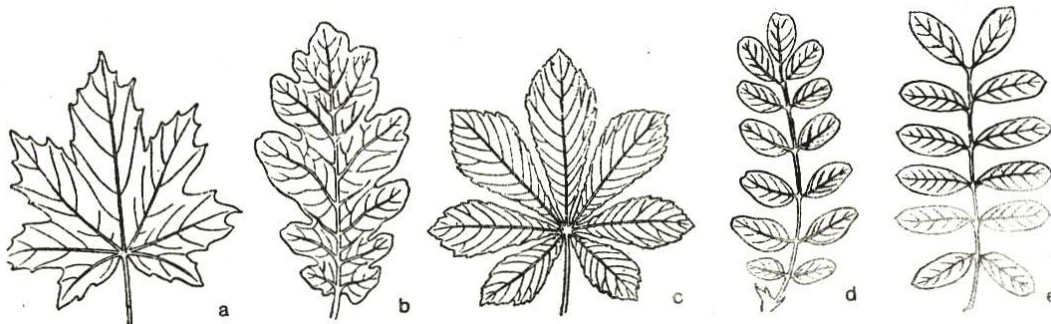
6. Pierwsza para skrzydeł tylko nieco sztywniejsza niż druga para, skórzasta, z widocznym użyłkowaniem prostoskrzydłe (*Orthoptera*)
 -. Pierwsza para skrzydeł wykształcona w postaci pokryw, silnie schitynizowana, znacznie grubsza i sztywniejsza niż druga para, użyłkowanie pierwszej pary skrzydeł niewidoczne (rys. F) chrząszcze (*Coleoptera*)

Zadanie 3. Oznaczanie pospolitych gatunków drzew na podstawie cech budowy liści.

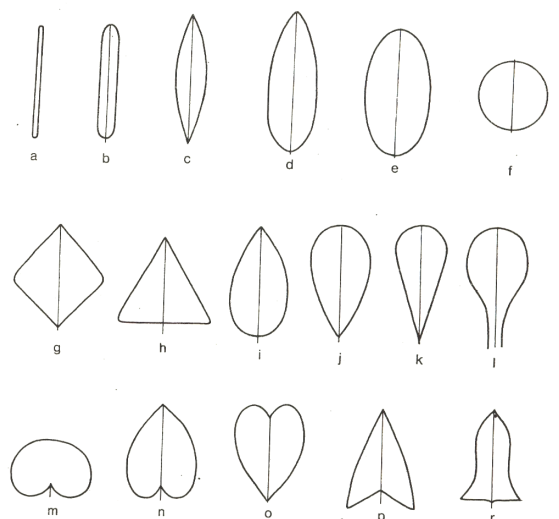
Materiały: zasuszone, zielnikowe okazy liści pospolitych drzew wybranych spośród następujących gatunków: topola osika (*Populus tremula*), buk zwyczajny (*Fagus sylvatica*), dąb szypułkowy (*Quercus robur*), kasztanowiec zwyczajny (*Aesculus hippocastanum*), klon zwyczajny (*Acer platanoides*), jawor (*Acer pseudoplatanus*), jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*), lipa drobnolistna (*Tilia cordata*), wierzba krucha (*Salix fragilis*), robinia (*Robinia pseudacacia*).

Uczniom rozdajemy do oznaczenia 2-3 liście.

Rys. 1. Typy liści. a-b – liść pojedynczy: a – dłoniastoklapowany, b – pierzastowrębny; c-e – liść złożony: c – dłoniasto złożony, d – nieparzysto-pierzastozłożony, e – parzysto-pierzastozłożony

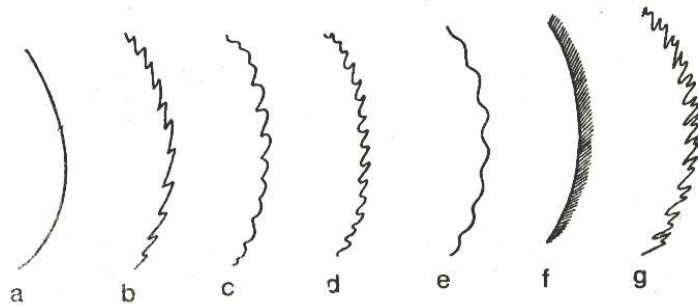


Rys. 2. Kształty liści. a – szpilkowaty, b – równowąski, c – lancetowaty, d – lancetowatoeliptyczny, e – eliptyczny, f – kolisty (okrągły), g – rombowy, h – trójkątny, i – jajowaty, j – odwrotnie jajowaty, k – klinowaty, l – łopatkowaty, m – nerkowaty, n – sercowaty, o – odwrotnie sercowaty, p – strzałkowaty, r – oszczepowaty.



Rys. 3. Brzeg liścia.

a – cały, b – piłkowany,
c – ząbkowany,
d – drobno ząbkowany,
e – karbowany,
f – orzęsiony,
g – podwójnie ząbkowany.



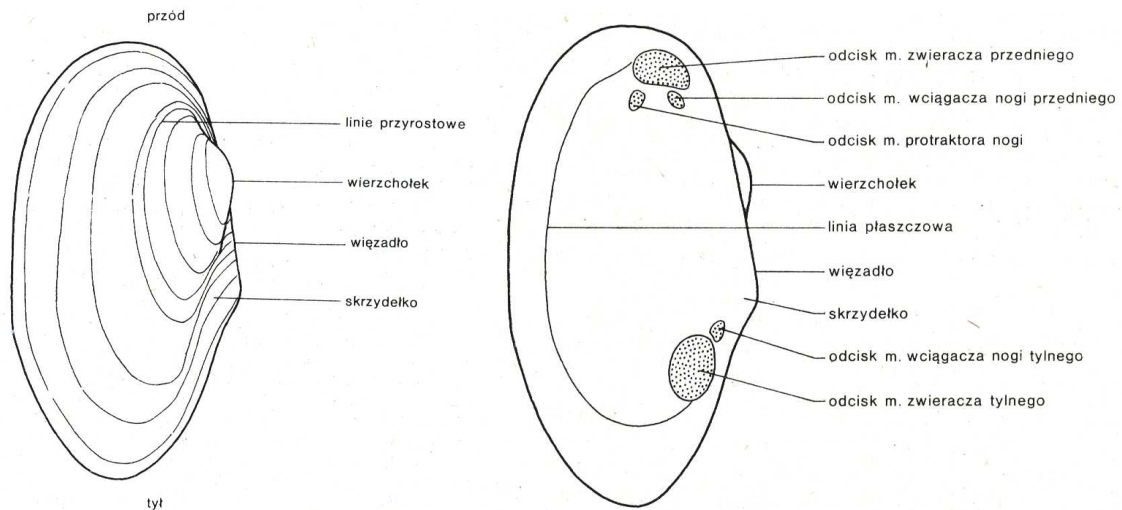
Klucz do oznaczania:

1. Liść złożony, składający się z kilku odrębnych listków odpadających z osobna (rys. 1 c-e) 2.
-. Liść pojedynczy 4.
2. Liść dłoniasto złożony, składający się z 5-7 listków (rys. 1 c)
..... kasztanowiec zwyczajny (*Aesculus hippocastanum*)
- Liść nieparzysto-pierzasto złożony 3.
3. Liść złożony z 7-13 listków, jajowatolancetowatych, ostro piłkowanych
..... jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*)
-. Liść złożony z 11-15 listków, owalnych, całobrzegich robinia (*Robinia pseudacacia*)
4. Liść dłoniasto kłapowany (rys. 1 a) 5.
-. Liść innego kształtu 6.
5. Liść podzielony na 5-7 kłap, kłapy wyciągnięte w bardzo smukłe i długie, zaostrome ząbki
..... klon zwyczajny (*Acer platanoides*)
-. Liść podzielony na 5 kłap, kłapy szerokojajowate, nierówno piłkowane
..... jawor (*Acer pseudoplatanus*)
6. Liść w zarysie odwrotnie jajowaty, nierówno pierzasto wrębnny (rys. 1 b), nieco asymetryczny, ogonek liściowy bardzo krótki dąb szypułkowy (*Quercus robur*)
-. Liść innego kształtu 7.
7. Liść jajowaty (rys. 2 i) lub eliptyczny (rys. 2 e), całobrzegi (rys. 3 a)
..... buk zwyczajny (*Fagus sylvatica*)
-. Liść innego kształtu 8.
8. Liść kolisty (rys. 2 f), nierówno grubo karbowany (rys. 3 e), ogonek liściowy z boku silnie spłaszczony topola osika (*Populus tremula*)
-. Liść innego kształtu 9.
9. Liść lancetowaty (rys. 2 c), delikatnie piłkowany wierzba krucha (*Salix fragilis*)
-. Liść kolistosercowaty (rys. 2 n), regularnie piłkowane (rys. 3 b), pod spodem z pęczkami rudawych włosków w kątach nerwów lipa drobnolistna (*Tilia cordata*)

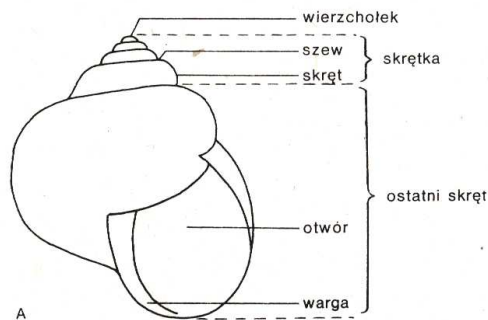
Zadanie 4. Konstruowanie klucza do oznaczania pospolitych w Polsce mięczaków w oparciu o budowę muszli.

Przygotować: muszle pospolitych mięczaków (np. błotniarka stawowa, zatoczek rogowy, winniczek, żyworódka, ślimak ogrodowy, rogowiec bałtycki, małgiew piaskożaz, sercówka, omulek jadalny, racicznica zmienna, szczeżuja, skójka itp.)

Zadanie polega na samodzielnym skonstruowaniu klucza do oznaczania pospolitych w Polsce mięczaków z uwzględnieniem cech budowy muszli. Do konstrukcji klucza można wykorzystać elementy budowy muszli przedstawione na rys. 1-3:



Rys. 1. Budowa muszli małża (strona zewnętrzna) **Rys. 2.** Budowa muszli małża (strona wewnętrzna)



Rys. 3. Budowa muszli ślimaka.

Klucze mogą być konstruowane według systemu szwedzkiego lub nowoczesnego – do wyboru. Po skonstruowaniu klucza uczniowie wymieniają się kluczami i próbują oznaczać wybrane mięczaki korzystając z klucza kolegi (lub kolegów, jeśli praca odbywała się w grupach) – to pozwoli sprawdzić, czy sporządzone klucze „działają”.

Po przeprowadzeniu wszystkich ćwiczeń można spróbować oznaczać wybrane organizmy za pomocą dostępnych, profesjonalnych kluczy, jakimi placówka dysponuje.

Uwagi dla nauczycieli.

Przedstawione w niniejszym opracowaniu klucze należy potraktować jako przykładowe. Służą one **wyłącznie** do oznaczania organizmów wymienionych w poszczególnych ćwiczeniach. Jeśli wykorzystane zostaną organizmy inne niż wymienione w ćwiczeniach – należy klucz odpowiednio zmodyfikować lub skonstruować swój własny (do czego zachęcam!) zgodnie z przedstawionymi w tym opracowaniu zasadami.

Przy realizowaniu ćwiczeń przedstawionych w niniejszym opracowaniu główny nacisk należy położyć na umiejętności posługiwania się kluczem, a nie na rozpoznawaniu organizmów (patrz: Cele). Umiejętność rozpoznawania organizmów powinna być tylko „efektem ubocznym” przeprowadzonych ćwiczeń.

W poszczególnych ćwiczeniach nie ma konieczności wykorzystania wszystkich uwzględnionych organizmów (szczególnie, jeśli placówka nimi nie dysponuje).

Lekcja 10

Hermafrodytyzm w świecie zwierząt.

Cele:

Umiejętność wyjaśnienia pojęć: hermafrodytyzm (obojnactwo), hermafrodytyzm synchroniczny (symultański), hermafrodytyzm asynchroniczny (suczedański), hermafrodytyzm protogyniczny (protogynia), hermafrodytyzm protoandryczny (protandria), hermafrodytyzm potencjalny, samozapłodnienie, zapłodnienie krzyżowe.

Poznanie znaczenia hermafrodytyzmu dla życia zwierząt.

Poznanie metod zapobiegania zjawisku samozapłodnienia u zwierząt obojnakich.

Umiejętność wymienienia zwierząt obojnakich z uwzględnieniem typu hermafrodytyzmu.

Na czym polega hermafrodytyzm (obojnactwo)?

Hermafrodytyzm, czyli **obojnactwo** polega na zdolności osobnika do wytwarzania gamet zarówno męskich (plemników), jak i żeńskich (komórek jajowych). U zwierząt, u których występują **gonady** (gruczoły płciowe produkujące gamety) wiąże się to z występowaniem u tego samego osobnika obu typów gonad – jajników i jąder (np. u skąposzczetów - dżdżownic), lub też gonad obojnaczych, produkujących oba typy gamet (jaja i plemniki – np. u ślimaków).

W jakich grupach zwierząt występuje obojnactwo?

Przykładem zwierząt, dla których charakterystyczny jest hermafrodytyzm, są m.in.: niektóre gąbki, parzydełkowce, większość płazińców, wiele mięczaków, pierścienic, osłonnic i ryb. Szczególnie często występuje on u organizmów prowadzących pasożytniczy lub osiadły tryb życia.

Jakie jest znaczenie hermafrodytyzmu?

Występowanie hermafrodytyzmu umożliwia zwierzętom, w skrajnych przypadkach, rozród płciowy, uniezależniając je równocześnie od obecności partnera.

W pierwszym rzędzie dotyczy to organizmów pasożytniczych takich, jak tasiemce, które często występują w ciele żywiciela pojedynczo.

Podobnie utrudniony kontakt z przedstawicielem płci przeciwnej mają organizmy prowadzące osiadły tryb życia, które nie posiadając zdolności aktywnego poruszania się, a tym samym nie są w stanie partnera odszukać (np. mszywioly). Warto dodać, że w przypadku organizmów osiadłych, które zwykle tworzą kolonie, gamety każdego osobnika mają szansę spotkania gamet przeciwnej płci wszystkich sąsiadujących osobników, co jest dobrą metodą rozpropagowania własnych genów.

Zjawisko hermafrodytyzmu jest również korzystne dla organizmów, którym kontakt z partnerem mogą uniemożliwić w pewnych warunkach czynniki środowiskowe. Doskonałym przykładem mogą być niektóre ryby żyjące w zbiornikach wodnych okresowo wysychających np. w czasie pory suchej. Izolacja pojedynczych osobników obojnaczych w niewielkich, niewysychających oczkach nie przekreśla ich szans na rozród, jak by to miało miejsce w przypadku gatunków rozdzielnopłciowych.

Analizując te przykłady, można powiedzieć, że hermafrodytyzm u zwierząt jest zjawiskiem korzystnym.

Z drugiej strony łączenie się komórek rozrodczych pochodzących od tego samego, obojnaczego osobnika, czyli tzw. **samozapłodnienie** jest zjawiskiem niekorzystnym. Samozapłodnienie zmniejsza bowiem heterozygotyczność populacji i może przyczyniać się do zwiększenia częstotliwości występowania genów niekorzystnych, podobnie jak w przypadku **krzyżowania wsobnego** (krzyżowania się osobników będących klonami lub osobnikami w różnym stopniu spokrewnionymi – im dalsze pokrewieństwo, tym mniej szkodliwe skutki).

W związku z tym u znacznej większości zwierząt hermafrodytycznych występują mechanizmy zabezpieczające je przed samozapłodnieniem.

Najprostszym mechanizmem jest tzw. **zapłodnienie krzyżowe**, polegające na kopulacji dwóch osobników obojnaczych pełniących jednocześnie rolę samicy i samca (dżdżownice, ślimaki).

W przypadku hermafrodytycznych tasiemców, gdy tylko jest to możliwe, również dochodzi do zapłodnienia krzyżowego, lub do kopulacji pomiędzy gametami wytwarzanymi w sąsiadujących członach. Ponadto u wielu występuje częściowa rozdzielność płciowości polegająca na naprzemiennym występowaniu członów męskich i żeńskich.

U hermafrodytycznych osłonnic (żachwy), u których występuje zapłodnienie zewnętrzne w wodzie, zabezpieczeniem przed samozapłodnieniem jest zjawisko polegające na zamykaniu przewodów wyprowadzających gamety jednego typu, w momencie wydalania gamet drugiego typu, tzn. gdy osobnik wydała plemniki, komórki jajowe nie mogą być uwalniane, bo przewód, który je wyprowadza na zewnątrz jest zaciśnięty. Takie zjawisko powoduje, że możliwa jest kopulacja tylko pomiędzy gametami należącymi do różnych osobników.

W przypadku hermafrodytycznych ryb samozapłodnieniu zapobiega masowe tarło – gdy wiele osobników wydała gamety do wody równocześnie w tym samym miejscu, maleje szansa na spotkanie się gamet należących do tego samego osobnika.

Jakie kategorie hermafrodytyzmu mogą występować u zwierząt?

- **Hermafrodytyzm synchroniczny** (symultański) - zachodzi, gdy jaja i plemniki dojrzewają w tym samym czasie (wspomniane żachwy).

- **Hermafrodytyzm asynchroniczny** (seczuański) - zachodzi gdy jaja i plemniki dojrzewają w różnym czasie (ten typ hermafrodytyzmu całkowicie zabezpiecza zwierzęta przed samozapłodnieniem).

Możemy wyróżnić dwie kategorie hermafrodytyzmu asynchronicznego:

- **hermafrodytyzm protogyniczny (protogynia)** – gdy jaja dojrzewają wcześniej niż plemniki; w skrajnych przypadkach osobniki w młodości funkcjonują jako samice, potem jako samce (niektóre gatunki ryb z rodziny strzępielowatych *Serranidae*, np. śródziemnomorski strzępiel *Centropristis striatus* – osobniki tego gatunku do 5 roku życia to zwykle produkujące jaja samice, potem część ich zmienia płeć i zaczyna funkcjonować jako samce);

- **hermafrodytyzm protoandryczny (protandria)** – gdy plemniki dojrzewają wcześniej niż jaja (ten typ hermafrodytyzmu występuje np. u wielu tasiemców, a wśród ryb np. u spokrewnionych z ostrobokami ryb z rodziny prązmowatych i niektórych muren).

Wyróżniamy jeszcze tzw. **hermafrodytyzm potencjalny**, którego występowanie uwarunkowane jest czynnikami środowiskowymi lub wewnątrzpopulacyjnymi.

Przykładem mogą być liczne ryby, np. skarusowate (tzw. papugoryby). Żyją one w niewielkich stadkach, w których dominujący samiec przewodzi haremowi samic. W sytuacji śmierci samca (lub usunięcia go ze stada) największa i najbardziej agresywna samica w ciągu kilku tygodni przechodzi całkowitą zmianę płci i zaczyna pełnić jego rolę. W czasie zmiany płci samica zaczyna rosnąć, resorbuje jaja i zaczyna wytwarzać plemniki. Ponadto, ponieważ u tych ryb występuje dymorfizm płciowy wyrażający się zróżnicowanym ubarwieniem (np. u *Genicanthus melanospilos*: samica ubarwiona żółto, samiec – niebiesko), zmiana płci wiąże się również ze zmianą ubarwienia.

Uwagi: lekcja może być przeprowadzona dowolną metodą, np. wybrani uczniowie mogą samodzielnie wyszukać informacje na sprecyzowane przez nauczyciela zagadnienia i przedstawić je pozostałym w dowolnej formie (najlepiej referat ilustrowany fotografiami lub w formie pokazu multimedialnego). Uczniowie mogą wykorzystać inne, nie uwzględnione w niniejszym opracowaniu, ciekawe przykłady hermafrodytyzmu u zwierząt.