

KURS

„BIOLOGIA POD KLUCZ"

BADANIA PRZYRODNICZE

Prezentacja jest chroniona prawnie przed kopiowaniem bez pisemnej zgody autora i stanowi „utwór" i w myśl Ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 1994 r., Nr 24, poz. 83 z późn. zm.).

PODSTAWA PROGRAMOWA 2025



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

1. Określa problem badawczy, formułuje hipotezy, planuje i przeprowadza oraz dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne;
2. Określa warunki doświadczenia, rozróżnia próbę kontrolną i badawczą;
3. Opracowuje, analizuje i interpretuje wyniki badań w oparciu o proste analizy statystyczne;
4. Odnosi się do wyników uzyskanych przez innych badaczy;
5. Ocenia poprawność zastosowanych procedur badawczych oraz formułuje wnioski;
6. Przygotowuje preparaty świeże oraz przeprowadza celowe obserwacje mikroskopowe i makroskopowe.



ROZUMOWANIE DEDUKCYJNE I INDUKCYJNE



ROZUMOWANIE DEDUKCYJNE

(łac. *deductio* = wyprowadzenie)

Polega na przechodzeniu **od ogółu do szczegółu.** Na podstawie twierdzenia ogólnego powstają twierdzenia cząstkowe. **Jeżeli twierdzenie ogólne jest prawdziwe to twierdzenia cząstkowe również muszą być prawdziwe.**

ROZUMOWANIE INDUKCYJNE

(łac. *inductio* = wprowadzenie)

Polega na przechodzeniu **od szczegółu do ogółu.** Na podstawie szczegółowych badań (doświadczeń i obserwacji) formułuje się ogólne twierdzenie. **Wniosek indukcyjny tym bardziej jest prawdziwy, im większa liczba procesów, zjawisk, przedmiotów zostanie zbadana.**

- Przykład rozumowania **dedukcyjnego**: (od ogółu do szczegółu) Jeżeli przyjmiemy, że wszystkie ryby są zwierzętami zmiennociepinymi oraz że pławikonik jest rybą, to na drodze dedukcji uzyskamy szczegółowy wniosek, że pławikonik jest zmiennociepiny.

- Przykład rozumowania **indukcyjnego**: (od szczegółu do ogółu) Jeżeli na podstawie badań stwierdzimy, że okoń, karp i pławikonik są zwierzętami zmiennociepinymi, to możemy przyjąć uogólnienie, że wszystkie ryby są zwierzętami zmiennociepinymi.





OBSERWACJA

OBSERWACJA



Obserwacja - zaplanowane działanie badawcze, które polega na uważnym przyglądaniu się wybranemu organizmowi lub procesowi w celu pozyskania dokładnych informacji o tym organizmie lub procesie.

Osoba przeprowadzająca obserwację jest **bierna**, tzn. badacz nie wpływa na obserwowany organizm czy proces, a jedynie określa stan faktyczny, czyli to co widzi. Rejestruje naturalny przebieg zjawiska.

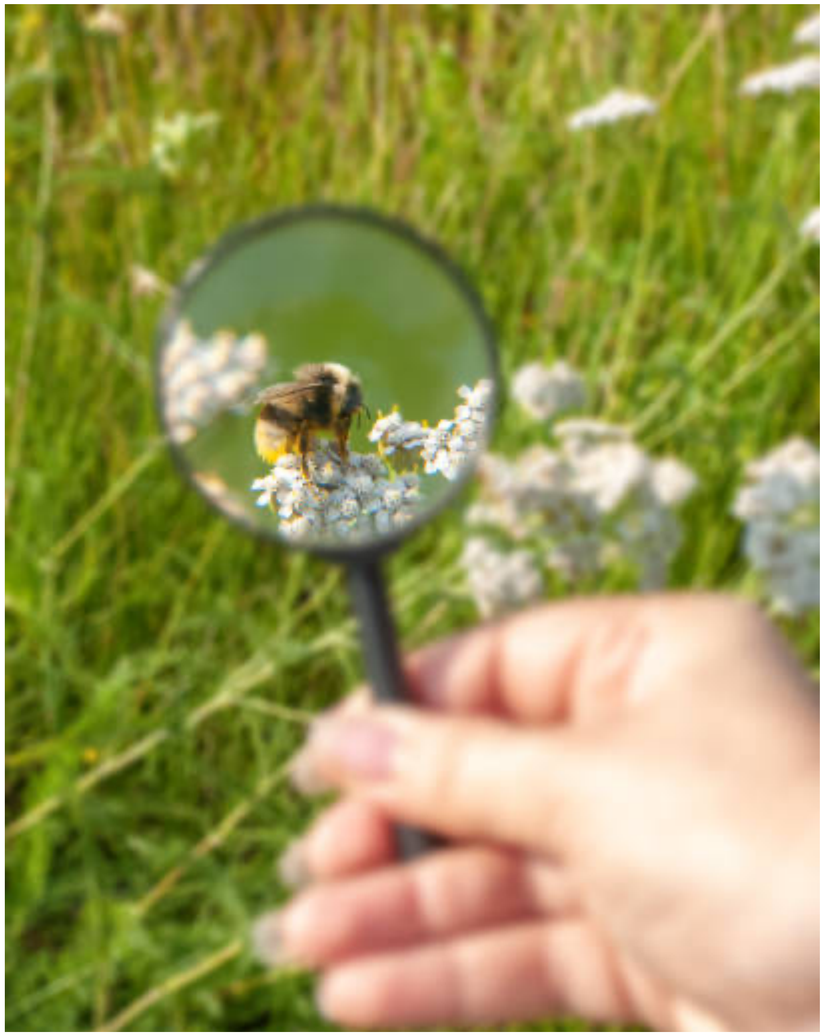
Podsumowując **badacz nie wpływa na przedmiot badania.**

Badacz również **nie wie, jaki będzie końcowy wynik prowadzonej obserwacji.**

OBSERWACJA

Obserwacja obejmuje bezpośrednią analizę wzrokową, węchową, słuchową (czyli za pomocą **narządów zmysłów**) lub za pomocą **przyrządów powiększających** (mikroskop, lupa) lub umożliwiających **wykonanie pomiarów** (waga, termometr).

Najczęściej obserwacja przebiega wolno oraz w warunkach naturalnych.



OBSERWACJA



W każdej prawidłowo zaplanowanej obserwacji powinniśmy uwzględnić:

1. **Cel obserwacji** (w jakim celu przeprowadzamy obserwację).
2. **Przedmiot obserwacji** (konkretny proces) lub **obiekt obserwacji** (konkretny organizm). (co będziemy obserwować)
3. **Miejsce przeprowadzania obserwacji.** (np. las, łąka czy jezioro)
4. **Sposób przeprowadzenia obserwacji** (z jaką częstotliwością i w jakim czasie będzie prowadzona obserwacja, czy obserwacja będzie makroskopowa czy mikroskopowa).
5. **Dokumentację wyników** w postaci fotografii, rysunku, opisu, tabeli, wykresu, itp. (aby móc je potem porównać).

W końcowym etapie należy opracować wyniki i sformułować wnioski wynikające z obserwacji na podstawie otrzymanych wyników.

PRZYKŁADY OBSERWACJI



- Obserwacja mikroskopowa tkanki mięśniowej serca na preparacie histologicznym.
- Obserwacja zachowań godowych wojsiłek żyjących w poszyciu wilgotnych lasów.
- Mierzenie wzrostu i masy ciała wszystkich uczniów w szkole.
- Liczenie przedstawicieli poszczególnych gatunków błonkówek przylatujących na pastwisko.



OBSERWACJE MIKROSKOPOWE



Powiększenie mikroskopu — stosunek rozmiaru obrazu obiektu do jego rzeczywistej wielkości.

Zdolność rozdzielcza mikroskopu — zdolność mikroskopu do uwidaczniania szczegółów. Jest to najmniejsza odległość między dwoma punktami, przy której są one widziane jako osobne punkty (a nie jako jeden punkt).

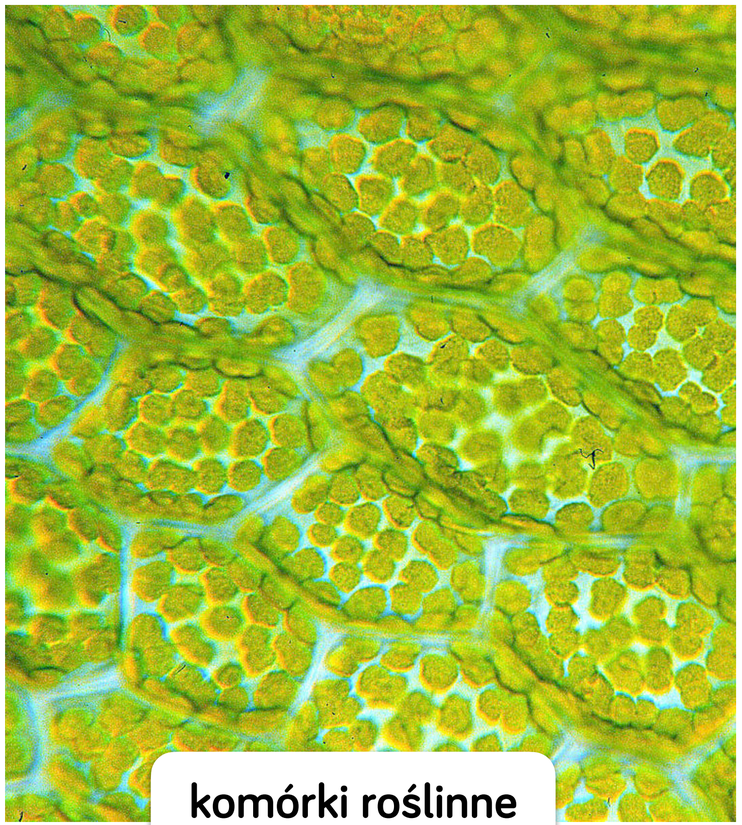
RODZAJE MIKROSKOPII



Cecha porównywana	Mikroskopia optyczna (świetlna)	Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM)	Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM)
maksymalne powiększenie	max. 1500 razy	ok. 500 000 razy	ok. 1 000 000 razy
zdolność rozdzielcza	0,2 µm	1 nm	0,2 nm
uzyskiwanie obrazu	światło widzialne	wiązka elektronów	wiązka elektronów
przykład zastosowania	obserwacje kształtów komórek i niektórych ich organelli	uzyskanie trójwymiarowego obrazu powierzchni komórek i struktur	szczegółowe obserwacje wnętrza komórki oraz jej organelli

RODZAJE MIKROSKOPII

OPTYCZNA



komórki roślinne

SEM



przekrój przez liść

TEM

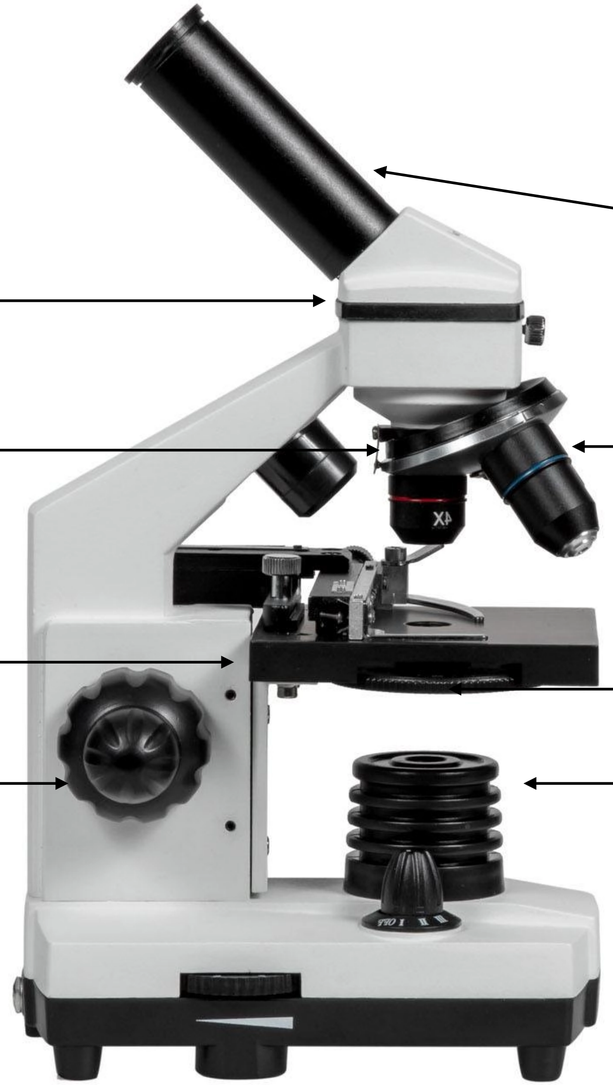


chloroplast

BUDOWA MIKROSKOPU

UKŁAD MECHANICZNY

- tubus
- rewolwer
- stolik
- śruby: mikrometryczna i mikrometryczna



UKŁAD OPTYCZNY

- okular
- obiektyw
- kondensor
- źródło światła

BUDOWA MIKROSKOPU



Elementy układu **mechanicznego** służą do przesuwania części optycznych względem preparatu.

- **tubus** - utrzymuje soczewki mikroskopu w odpowiednim położeniu,
- **rewolwer** - umożliwia zmianę obiektywu, a tym samym wielkości powiększenia preparatu,
- **stolik** - miejsce, na którym umieszcza się preparat,
- **śruby makrometryczna i mikrometryczna** - służą do ustawiania ostrości obrazu, najpierw używa się śruby makro-, a potem mikrometrycznej.

BUDOWA MIKROSKOPU

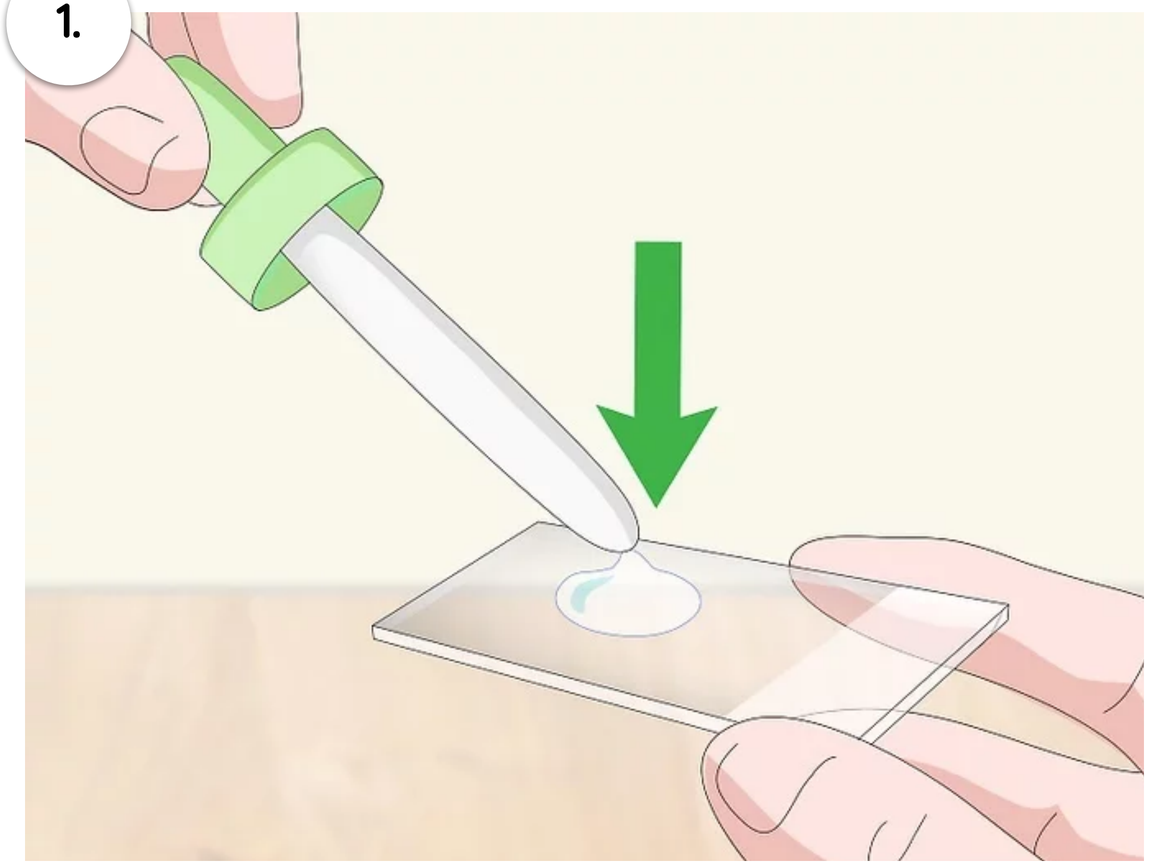


Elementy układu **optycznego** służą do uzyskiwania obrazu preparatu.

- **okular** - umożliwia obserwację preparatu, zawiera soczewkę, która powiększa obraz preparatu,
- **obiektyw** - zawiera soczewkę, która dodatkowo powiększa obraz,
- **kondensor** - skupia wiązki światła,
- **źródło światła** - oświetla preparat.

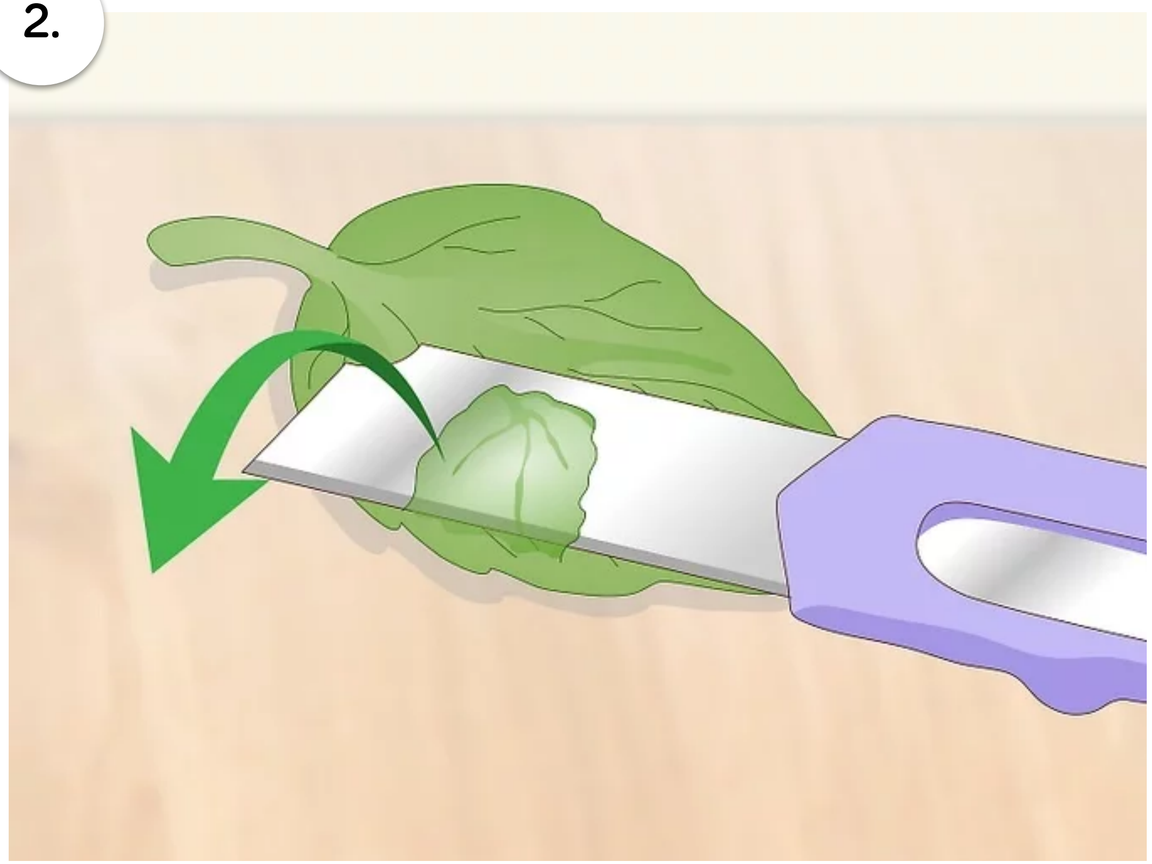
PRZYGOTOWYWANIE PREPARATU MIKROSKOPOWEGO

1.



Nanieś na czyste szkiełko podstawowe kroplę wody.

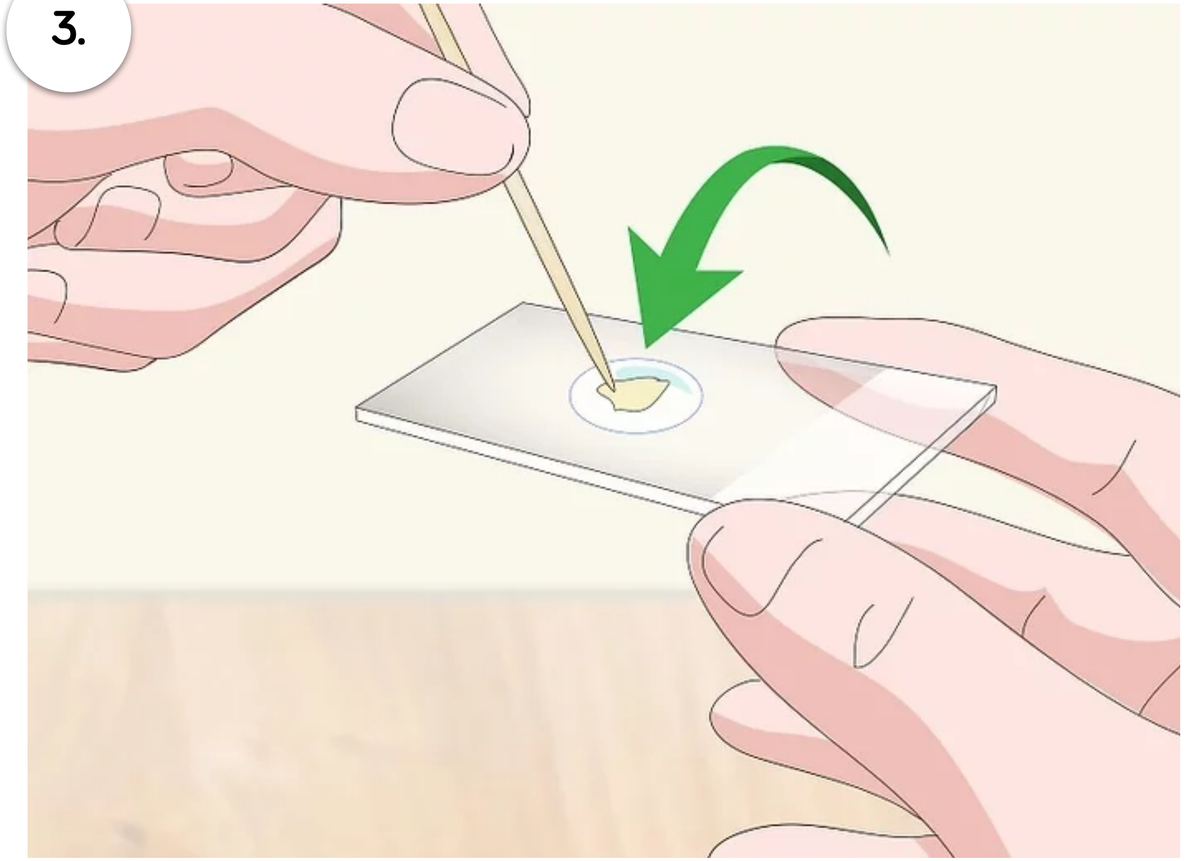
2.



Przygotuj obiekt obserwacji, no. fragment skórki liścia.

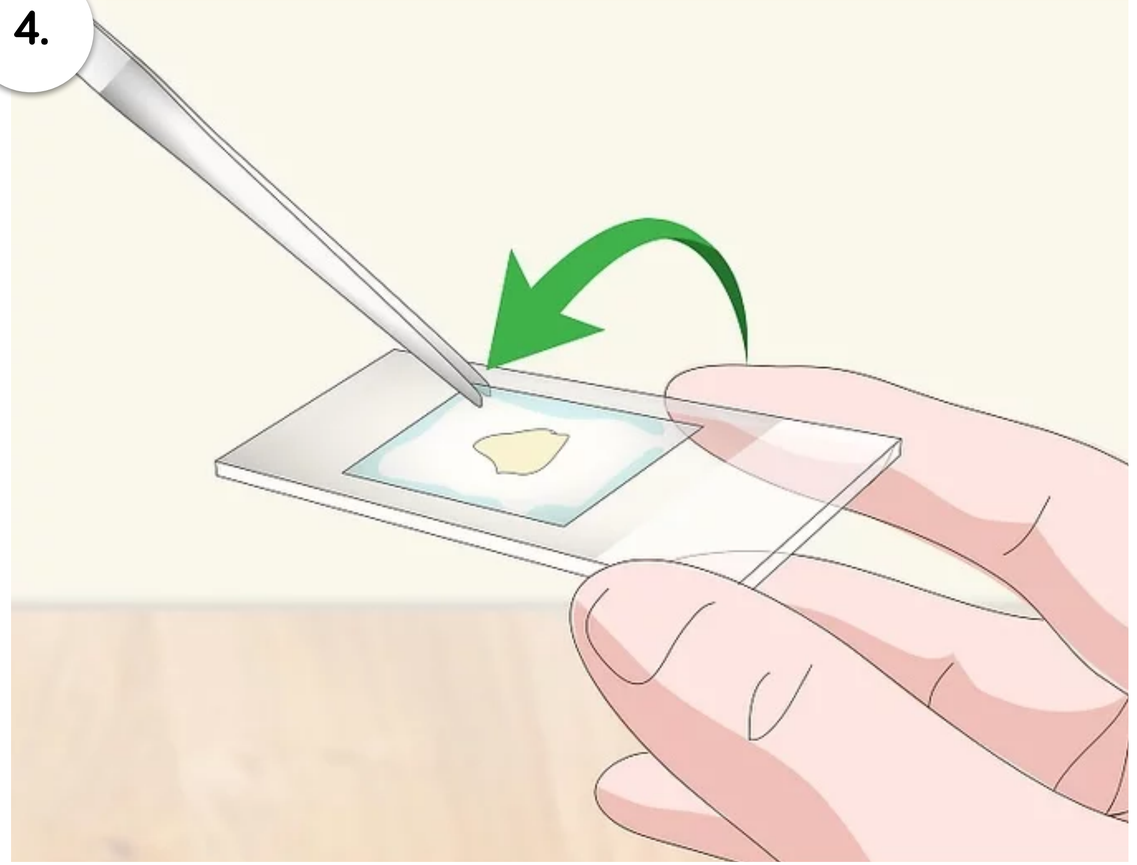
PRZYGOTOWYWANIE PREPARATU MIKROSKOPOWEGO

3.



Ostrożnie umieść obiekt obserwacji w kropli wody.

4.



Przykryj preparat szkiełkiem nakrywkowym.

ETAPY PRZEPROWADZANIA OBSERWACJI MIKROSKOPOWEJ



1. Na rewolwerze ustaw obiektyw o najmniejszym powiększeniu.
2. Umieść preparat na stoliku i włącz oświetlenie.
3. Za pomocą śruby makrometrycznej zbliż obiektyw do preparatu.
4. Za pomocą śruby mikrometrycznej ustaw ostrość obrazu.
5. Aby obejrzeć preparat pod większym powiększeniem, zmień obiektyw, a następnie ustaw ostrość obrazu za pomocą śruby mikrometrycznej.
6. Udokumentuj obserwację (rysunek lub zdjęcie).
7. Po zakończeniu obserwacji ustaw ponownie nad stolikiem obiektyw o najmniejszym powiększeniu, wyłącz oświetlenie i wyciągnij preparat ze stolika.

JAK OBLICZYĆ POWIĘKSZENIE OBRAZU?



W celu ustalenia, ile razy jest powiększony obraz widziany pod mikroskopem, należy pomnożyć **powiększenie okularu** przez **powiększenie obiektywu**.

Powiększenie obserwowanego obiektu =

powiększenie okularu x powiększenie obiektywu

Jeżeli powiększenie okularu wynosi 15, a powiększenie obiektywu 50, to obraz jest powiększony **750 razy** (15 x 50 = 750).



DOŚWIADCZENIE

DOŚWIADCZENIE



Doświadczenie (eksperyment) – metoda prowadzenia badań, w której celowo, w kontrolowanych warunkach zostaje zmieniony jeden z czynników wpływających na przedmiot lub obiekt doświadczenia.

Przeprowadzając doświadczenie możemy dokładnie sprawdzić **wpływ tego czynnika na konkretny przedmiot doświadczenia**. Osoba przeprowadzająca doświadczenie jest aktywna, tzn. ma wpływ na jego przebieg.

Doświadczenie zazwyczaj prowadzone jest w **laboratorium**, co umożliwia kontrolowanie jego przebiegu, a także oddzielenie przedmiotu badań od wpływu różnych, bardzo często niekorzystnych czynników.

DOŚWIADCZENIE



Doświadczenie, aby było wiarygodne powinno być przeprowadzone **kilkakrotnie na większej liczbie obiektów**.

Wyobraźmy sobie, że badamy wpływ natężenia światła na intensywność procesu kiełkowania nasion grochu używając w każdym doświadczalnym zestawie tylko po jednym nasionku. W tym przypadku intensywność kiełkowania lub jego brak może wynikać, nie z natężenia światła, ale z innych czynników, takich jak:

- niedojrzałość morfologiczna lub fizjologiczna zarodka,
- nieprzepuszczalność łupiny nasiennej dla tlenu, wody.

Aby wyniki doświadczenia odzwierciedlały rzeczywisty wpływ natężenia światła na proces kiełkowania, powinniśmy w każdym zestawie użyć **kilkanaście**, a nawet **kilkadziesiąt nasion!**

DOŚWIADCZENIE



Ważne jest to, aby przeprowadzając doświadczenie, nie wykonywać go kilkanaście razy aż wyjdzie, a także nie przedstawiać tylko wybranych przez nas wyników (takich, które nam pasują i mogą potwierdzić sens wykonywanego doświadczenia), ponieważ doświadczenie musi być **powtarzalne**.

Każdy inny człowiek przeprowadzając eksperyment **w takich samych warunkach** musi uzyskać **podobne lub takie same wyniki**.

Inny wynik eksperymentu np. **bardziej precyzyjny** może pojawić się przy użyciu **dokładniejszych przyrządów badawczych** związanych z rozwojem nauki.

DOŚWIADCZENIE



W każdym prawidłowo zaplanowanym doświadczeniu powinniśmy uwzględnić:

1. **Cel doświadczenia** (w jakim celu wykonujemy doświadczenie).
2. **Przedmiot doświadczenia** (konkretny proces) lub **obiekt doświadczenia** (konkretny organizm) (co będziemy badać).
3. **Próbę kontrolną i badawczą** (aby określić wpływ czynnika doświadczalnego, a następnie porównać go z kontrolą).
4. **Opis przeprowadzenia doświadczenia i dokonywania pomiarów** (przepis na doświadczenie czyli jak je wykonać krok po kroku).
5. **Dokumentację wyników doświadczenia** w postaci fotografii, rysunku, opisu, tabeli, wykresu itp. (aby móc je potem porównać).

W końcowym etapie należy opracować wyniki i sformułować wnioski wynikające z doświadczenia.

PRZYKŁADY DOŚWIADCZEŃ



- Badanie wpływu różnego natężenia światła na intensywność procesu fotosyntezy u moczarki kanadyjskiej.
- Badanie aktywności enzymu amylazy w nasionach pszenicy twardej w zależności od temperatury.
- Badanie wpływu natężenia światła na intensywność procesu transpiracji liścia kasztanowca pospolitego.

ETAPY EKSPERYMENTU BIOLOGICZNEGO



1. Sformułowanie problemu badawczego.

2. Postawienie hipotezy.

3. Zaplanowanie doświadczenia.
   - Określenie próby kontrolnej i badawczej.
   - Ustalenie liczby powtórzeń.
   - Określenie czasu przebiegu doświadczenia.

4. Przeprowadzenie doświadczenia.

ETAPY EKSPERYMENTU BIOLOGICZNEGO



5. Zebranie wyników.

6. Interpretacja wyników.

7. Sformułowanie wniosku.

8. Weryfikacja hipotezy.
   - Potwierdzenie hipotezy.
   - Odrzucenie hipotezy —> sformułowanie nowej hipotezy.



PROBLEM BADAWCZY

PROBLEM BADAWCZY



Sformułowanie problemu badawczego to sformułowaniu prostego, a zarazem konkretnego **celu badania** (co chcemy zbadać)**.** Najczęściej przyjmuje postać **pytania**, ale również może przyjąć postać **równo-ważnika zdania**.

Bardzo ważne jest to, aby nazwa badanego organizmu oraz zmieniany czynnik były zawarte w problemie badawczym.

PROBLEM BADAWCZY



Problemy należy rozwiązywać, dlatego **celem doświadczenia jest rozwiązanie problemu badawczego**, czyli uzyskanie odpowiedzi na pytanie badawcze.

Problem badawczy musi być tak skonstruowany, **abyśmy mogli po przeprowadzeniu doświadczenia na niego odpowiedzieć**. Nigdy nie formułujemy pytań na które nie możemy uzyskać odpowiedzi.

Na przykład: **Jak zagęszczenie elfów wpływa na intensywność procesu fotosyntezy u moczarki kanadyjskiej?**

PROBLEM BADAWCZY



- *Wpływ różnych stężeń auksyny na wzrost wydłużeniowy komórek epikotyla siewek grochu zwyczajnego.* - **forma równoważnika zdania** „wpływ X na Y u organizmu Z”.

- *Jak stężenie auksyny wpływa na wzrost wydłużeniowy komórek epikotyla siewek grochu zwyczajnego?* - **forma pytania** „jak X wpływa na Y u org. Z”.

Jeżeli w tekście wprowadzającym lub innej informacji do zadania użyto konkretnej nazwy gatunku to musisz ją uwzględnić formułując problem badawczy.



HIPOTEZA

HIPOTEZA



Hipoteza jest próbą odpowiedzi na pytanie zawarte w problemie badawczym. Postawienie hipotezy polega na udzieleniu przewidywanej, najbardziej prawdopodobnej odpowiedzi na pytanie badawcze, którą doświadczalnie zweryfikujemy.

Ma postać **zdania oznajmującego twierdzącego** lub **przeczącego.**

Hipoteza musi być możliwa do sprawdzenia, czyli musi odnosić się do celu doświadczenia. Jeżeli problem badawczy brzmi:

Jaki jest wpływ temperatury na intensywność procesu fotosyntezy moczarki kanadyjskiej?

To hipoteza nie może być skonstruowana w ten sposób:

Transpiracja z powierzchni liści warunkuje przepływ wody w roślinie.

HIPOTEZA



Podsumowując, hipoteza to taka **pierwsza robocza odpowiedź**, którą trzeba doświadczalnie zweryfikować, a następnie potwierdzić lub odrzucić.

Dlatego pamiętaj, że hipoteza może być prawdziwa, ale również może być fałszywa. **Fałszywa hipoteza nie jest błędem w badaniu biologicznym**. Aby rozwiązać problem badawczy po odrzuceniu fałszywej hipotezy należy sformułować nową hipotezę i ją także zweryfikować.

Sprawdzanie wiarygodności hipotezy to **weryfikacja.**



Przykładowy **problem badawczy**:

- Jaki jest wpływ temperatury na intensywność parowania wody z powierzchni liści pelargonii pachnącej?

Przykładowa **hipoteza**:

- Ze wzrostem temperatury zwiększa się ilość wyparowywanej wody przez pelargonię pachnącą.
- Im wyższa temperatura tym intensywniejsze parowanie wody z powierzchni liści pelargonii pachnącej.



PRÓBA BADAWCZA

PRÓBA BADAWCZA



Próbę badawczą stanowią organizmy lub procesy, które są poddane działaniu wybranego czynnika (podanego w problemie badawczym).

Należy ją tak zaplanować, aby **jej wyniki pozwoliły udzielić odpowiedzi** na pytanie zawarte w problemie badawczym.



PRÓBA KONTROLNA

PRÓBA KONTROLNA



Próbę kontrolną stanowią organizmy lub procesy, które nie są poddane działaniu badanego czynnika (podanego w problemie badawczym). Należy ją tak zaplanować, aby **jej wyniki pozwoliły udzielić odpowiedzi** na pytanie czy zmiany, które zaszły w próbie badawczej wynikają z wpływu badanego czynnika.

Możemy powiedzieć, że próba kontrolna jest punktem odniesienia. Wyniki uzyskane w próbie badawczej porównuje się z próbą kontrolną. Taka jest funkcja próby kontrolnej.

W badaniach biologicznych należy pamiętać o tym, żeby dla każdej próby kontrolnej i badawczej wykonać odpowiednią ilość powtórzeń – dzięki temu wyniki będą wiarygodne!

RODZAJE PRÓBY KONTROLNEJ



POZYTYWNA

Próbę kontrolną pozytywną stanowi próba, w której **można** zaobserwować przedmiot badania.

NEGATYWNA

Próbę kontrolną negatywną stanowi próba, w której **nie można** zaobserwować przedmiotu badania.

PRÓBA BADAWCZA I PRÓBA KONTROLNA



Zapamiętaj!

1. Próba badawcza i próba kontrolna powinny wynikać z problemu badawczego.

2. Próba badawcza i próba kontrolna powinny różnić się między sobą tylko badanym czynnikiem.



WNIOSEK

„WYCZERPUJĄCY" WNIOSEK



Wniosek stanowi potwierdzenie lub zaprzeczenie hipotezy.

Wniosek formułujemy zawsze na podstawie wyników uzyskanych z obserwacji lub doświadczenia .

Pamiętaj, aby wniosek nie był zbyt ogólny (musi się odnosić do wszystkich danych), a także wynikał bezpośrednio z przeprowadzonego doświadczenia.

Jeżeli w informacji wprowadzającej do zadania użyto konkretnej nazwy gatunku / konkretnego miejsca / został podany konkretny obiekt badawczy to musisz je uwzględnić formułując wniosek.

WNIOSEK



Zły wniosek:

- Umiarkowany wypas bydła zwiększa różnorodność gatunkową zbiorowiska roślinnego.

Dobre wnioski:

- Umiarkowany wypas bydła zwiększa różnorodność gatunkową **badanego** zbiorowiska roślinnego.
- Umiarkowany wypas bydła zwiększa różnorodność gatunkową wypasanego zbiorowiska **trawiastego Ameryki Południowej**.

WYNIK A WNIOSEK



Bardzo ważna informacja do zapamiętania: **Wniosek to nie to samo co wynik doświadczenia!** Na podstawie przedstawionych wyników formułujemy wniosek.

Wnioski piszemy w czasie **teraźniejszym**, a **wyniki** często w czasie **przeszłym**.

Wyniki: *Hipokotyl siewek gorczycy rosnących na świetle był krótszy niż hipokotyl siewek rosnących w ciemności.*

Na podstawie wcześniej opisanych wyników formułujemy następujący wniosek:

Wniosek: *Światło hamuje wzrost hipokotyla siewek gorczycy.*



ANALIZA STATYSTYCZNA

DOKUMENTACJA BADAŃ



DANE ILOŚCIOWE

Zmiany ilościowe wymagają liczenia lub wykonywania pomiarów.

- zmiana liczebności organizmów
- długość ciała organizmu
- masa ciała badanego organizmu

Można je zaprezentować w postaci: tabeli, wykresu słupkowego / kołowego / liniowego

DANE JAKOŚCIOWE

Zmiany jakościowe nie wymagają liczenia lub wykonywania pomiarów.

- zachowanie badanego organizmu
- barwa badanego organizmu

Można je zaprezentować w postaci: tabeli, fotografii, rysunku, filmu, nagranie audio.

TABELA



Za pomocą tabeli można przedstawić **dane jakościowe oraz ilościowe**. Tabela musi być **zamknięta**.

Miejsce pomiędzy dwiema sąsiednimi pionowymi liniami nazywa się **kolumną**, a miejsce pomiędzy dwiema sąsiednimi poziomymi liniami nazywa się **wierszem**.

Podsumowując, tabela składa się z pionowych kolumn i poziomych wierszy.

Pierwszy wiersz tabeli i/lub pierwsza kolumna, w zależności od tego jaką pełni funkcję, nazywana jest **nagłówkiem**. Komórki nagłówka informują nas o tym jakie dane znajdują się w poszczególnych wierszach i kolumnach.

TABELA



Symbol jednostki podajemy w nagłówku w **nawiasie kwadratowym** - dzięki temu nie musimy w kolumnie przy każdej danej liczbowej pisać jej jednostki.

W tabeli dane liczbowe należy podawać z **taką samą dokładnością dla określonej jednostki** np. do drugiego miejsca po przecinku, w kg, natomiast dane jakościowe powinniśmy zapisywać **słownie**.

TABELA



KOLUMNA

JEDNOSTKA W NAWIASIE KWADRATOWYM

NAGŁÓWEK

WIERSZ

Gatunek rośliny	Aparaty szparkowe		
	liczba [na 1 cm^2]	wymiary [µm]	odległość między aparatami [mm]
kukurydza zwyczajna	7 000	19 × 5	0,14
pomidor	13 000	13 × 6	0,10
pszenica	1 000–2 000	38 × 7	0,30

Na podstawie: *Botanika*, pod red. B. Polakowskiego, Warszawa 1991.

WYKRES



Na podstawie danych zawartych w tabeli, możemy narysować wykres.

Wykres umożliwia nam **zobrazowanie konkretnej tendencji** – zmian wartości jednego czynnika pod wpływem zmiany parametrów innego czynnika.

JAK PRAWIDŁOWO NARYSOWAĆ WYKRES?



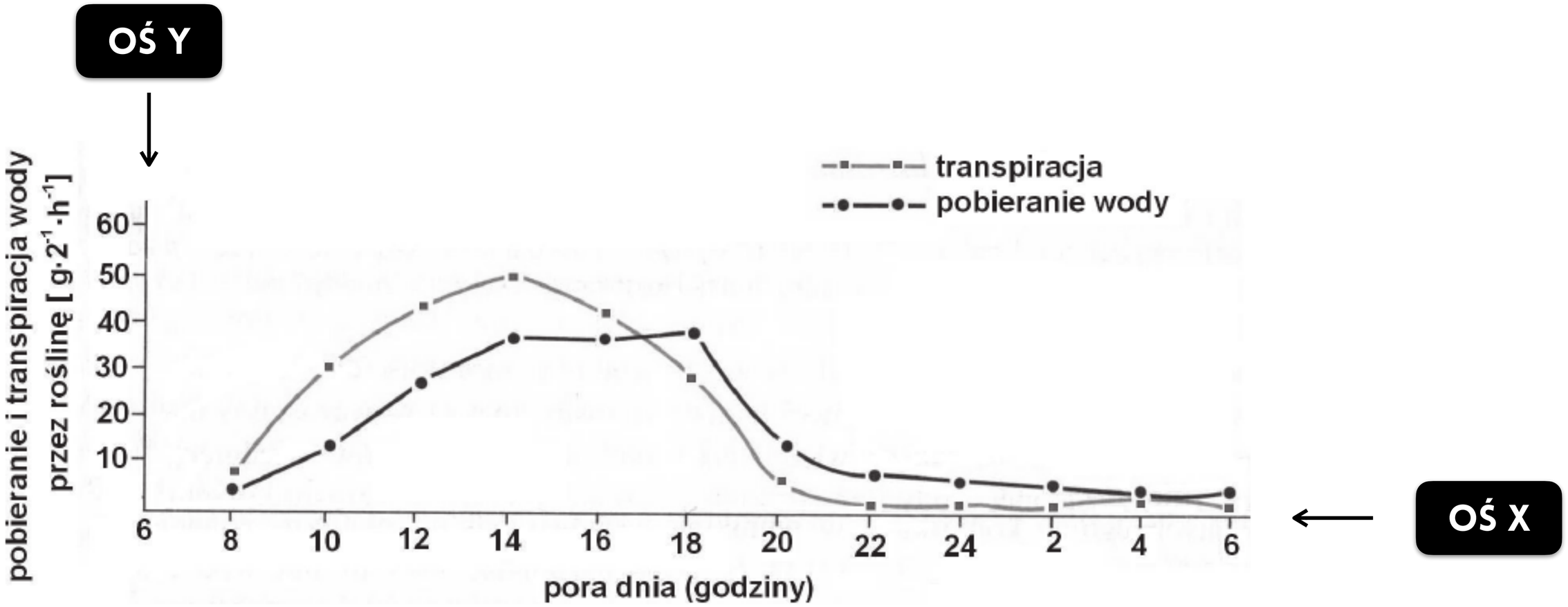
1. Ustalamy jaki wykres mamy narysować - diagram **słupkowy**, a może wykres **liniowy**?

2. Ustalamy który parametr jest **zmienną zależną**, a który **zmienną niezależną**.

Zmienna niezależna to czynnik, którego wartość w doświadczeniu zmieniamy, np. temperatura, natężenie światła czy wilgotność. Na wykresie umieszczamy ją na **osi X**. To od niej zależy przebieg doświadczenia.

Zmienna zależna to czynnik, którego wartość zmienia się pod wpływem zmiennej niezależnej, np. liczba kiełkujących siewek sosny zwyczajnej lub intensywność oddychania tlenowego. Na wykresie umieszczamy ją na **osi Y**.

JAK PRAWIDŁOWO NARYSOWAĆ WYKRES?



Na podstawie: J. Kopcewicz, S. Lewak, *Fizjologia roślin*, Warszawa 2002.

JAK PRAWIDŁOWO NARYSOWAĆ WYKRES?



Podpisując oś X i Y, musimy odpowiedzieć sobie na pytanie: co zależy od czego?

Czy liczebność bakterii zależy od temperatury, czy też temperatura zależy od liczebności bakterii?

Czy aktywność enzymów zależy od pH środowiska reakcji, czy też pH środowiska reakcji zależy od aktywności enzymów?

3. Zmienną zależną zapisujemy przy osi Y, a niezależną przy osi X - **osie wykresu zawsze muszą być podpisane**.

4. Jeżeli w opisie do wykresu zostały podane jednostki to koniecznie je zapisujemy, najlepiej w **nawiasie kwadratowym**.

JAK PRAWIDŁOWO NARYSOWAĆ WYKRES?



5. Wykres odpowiednio **skalujemy**, a w przypadku wykresu liniowego łączymy ze sobą tylko zaznaczone na wykresie punkty. Nie wyjeżdżamy linią poza punkty naniesione na wykres. **Nie rysujemy linii na siłę do punktu 0**, również nie zaczynamy rysować linii od punktu 0, jeśli nie był on zawarty w danych zadania.

Mamy do narysowania wykres liniowy przedstawiający zawartość procentową wody w organizmie kobiety, w zależności od dnia cyklu miesiączkowego. Rysując linię do punktu 0 stwierdzamy, że zawartość procentowa wody w żywym organizmie kobiety wynosi 0 i to w 0 dniu, co nie ma żadnego sensu biologicznego.

JAK PRAWIDŁOWO NARYSOWAĆ WYKRES?

6. Jeżeli na wykresie porównujemy kilka grup danych, to każdą oznaczamy w odpowiedni sposób i wykonujemy **legendę**.



JAK PRAWIDŁOWO NARYSOWAĆ WYKRES?



Każdy wykres powinien być opatrzony **tytułem**. Na maturze najczęściej jest on podany w treści zadania. W sytuacji konkretnego polecenia w zadaniu np. nadaj wykresowi odpowiedni tytuł, wtedy podpisujemy wykres pamiętając o tym, że oś Y wykresu zależy od osi X wykresu.

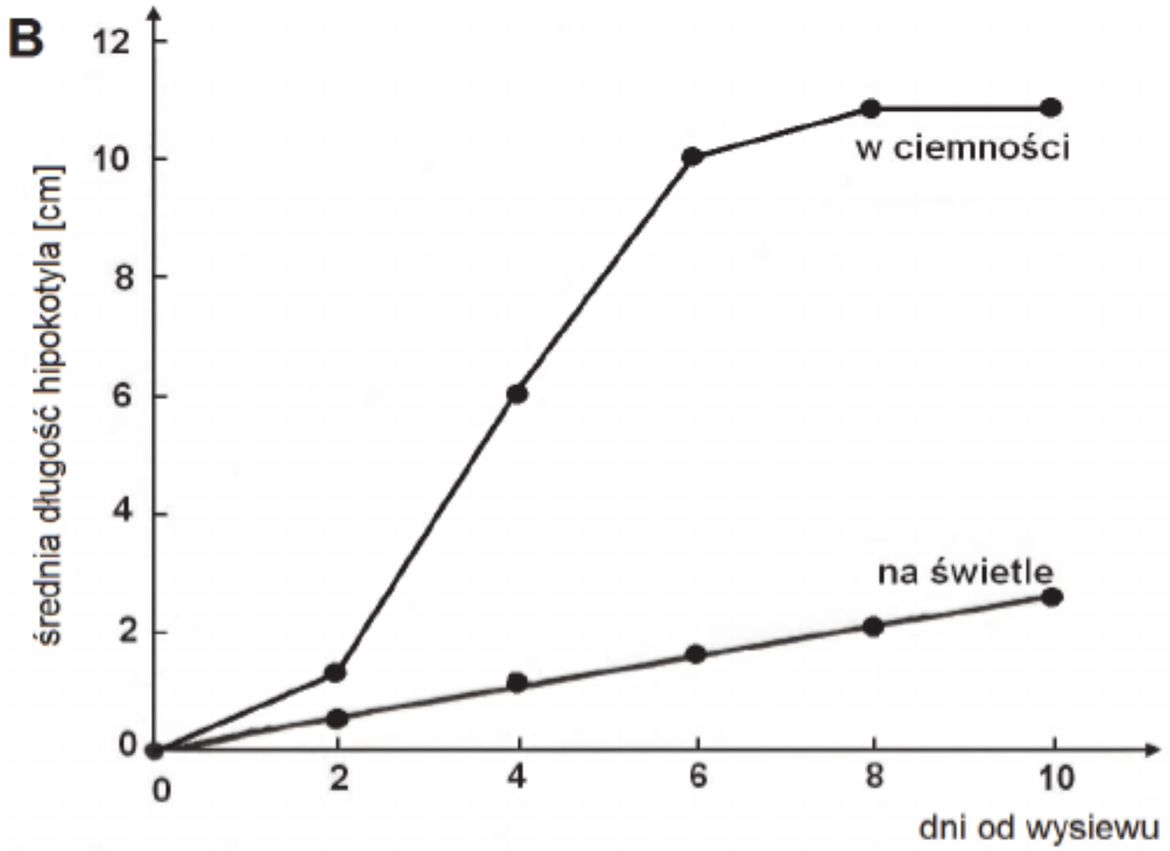
Prawidłowe tytuły wykresu:

- Pojemność minutowa serca człowieka w zależności od wysiłku fizycznego.
- Aktywność enzymu amylazy w nasionach jęczmienia w zależności od pH środowiska.

PRAWIDŁOWO NARYSOWANY WYKRES LINIOWY

Wniosek:

Światło hamuje wzrost hipokotyla siewek gorczycy.



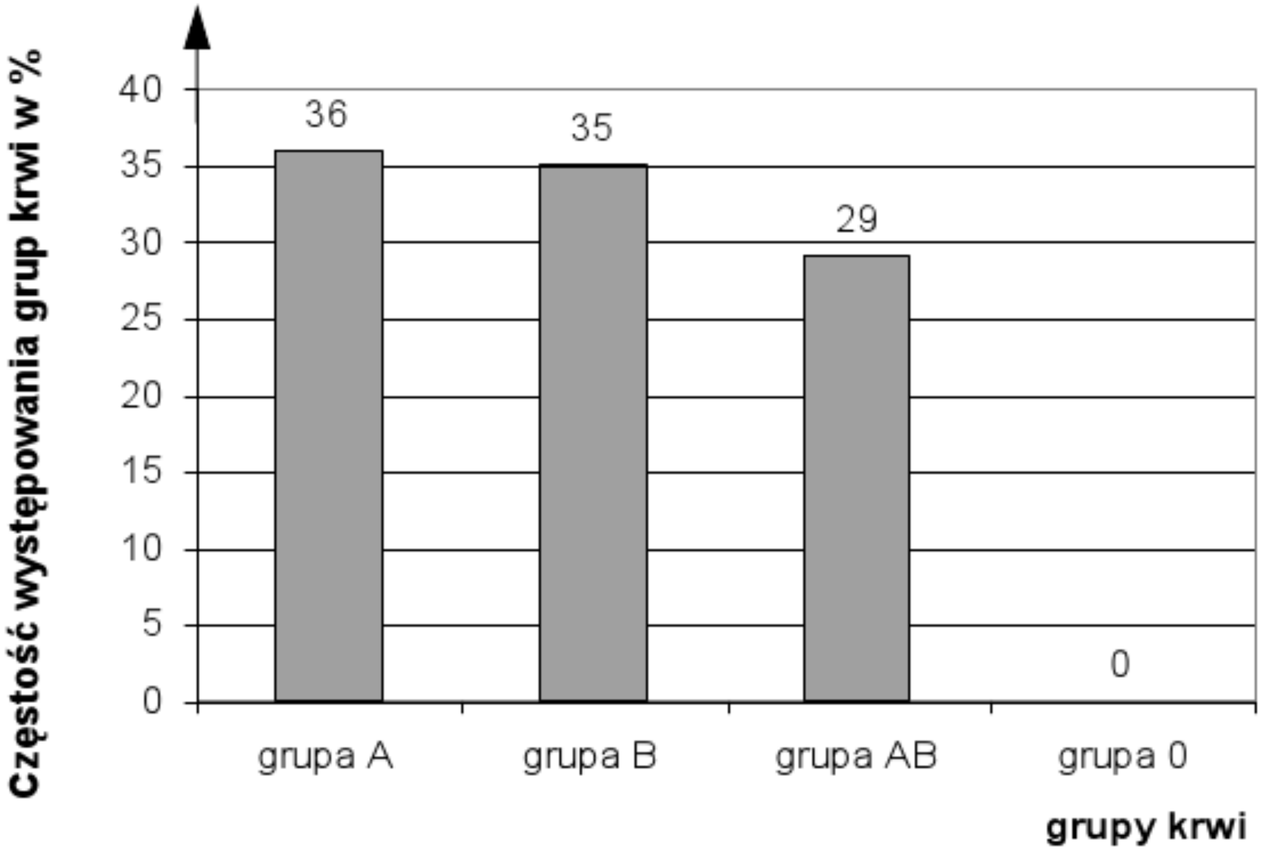
Na podstawie: A. Szweykowska, *Fizjologia roślin*, Poznań 1998.

WYKRES SŁUPKOWY / KOLUMNOWY

Wysokość każdego słupka na osi X (poziomej) **odpowiada częstości występowania poszczególnej grupy krwi w %**, którą odczytujemy z osi Y (pionowej).

Zwróćcie uwagę, że na osi X **nie jest zaznaczony grot strzałki**, tylko na osi Y.

Na osi X żadne wartości już nie rosną – są cztery grupy krwi i grot strzałki jest niepotrzebny - wręcz przeciwnie, jego pojawienie mogłoby sugerować, że wraz z wydłużeniem osi X będą pojawiać się nowe grupy krwi.

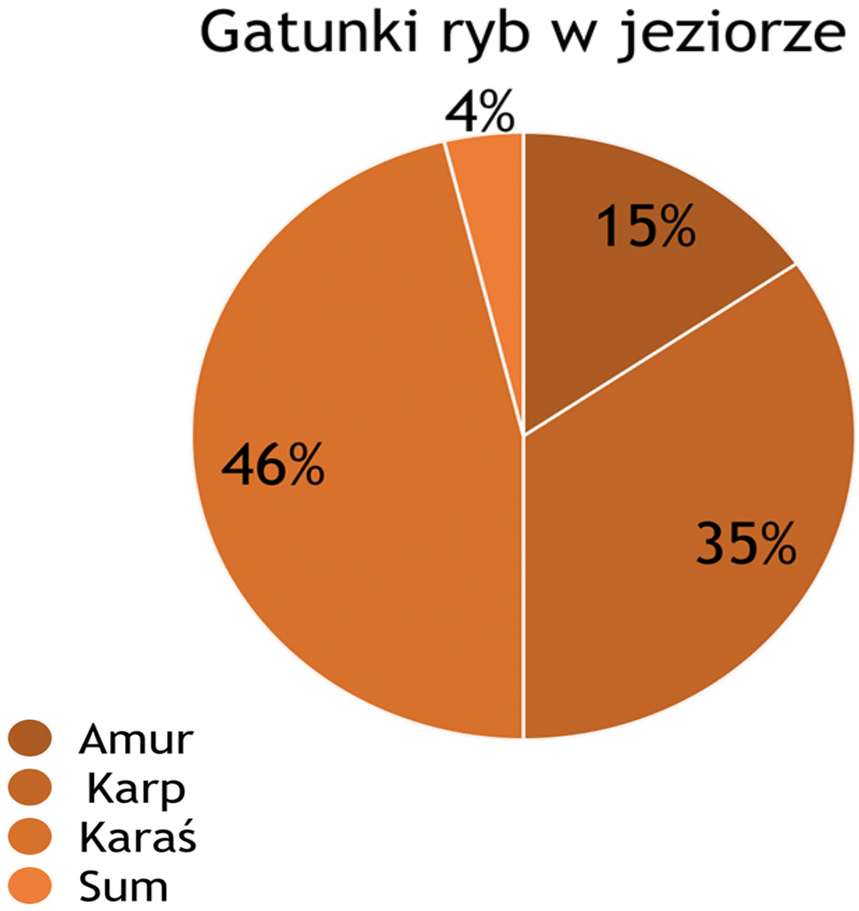


WYKRES KOŁOWY

Wykres kołowy jest podzielony na wycinki, które przedstawiają wzajemne proporcje.

Na diagramie kołowym długość łuku każdego wycinka jest proporcjonalna do ilości jaką przedstawia. Wszystkie wycinki diagramu zawsze tworzą pełne koło. Koło ma 360°, co odpowiada 100%.

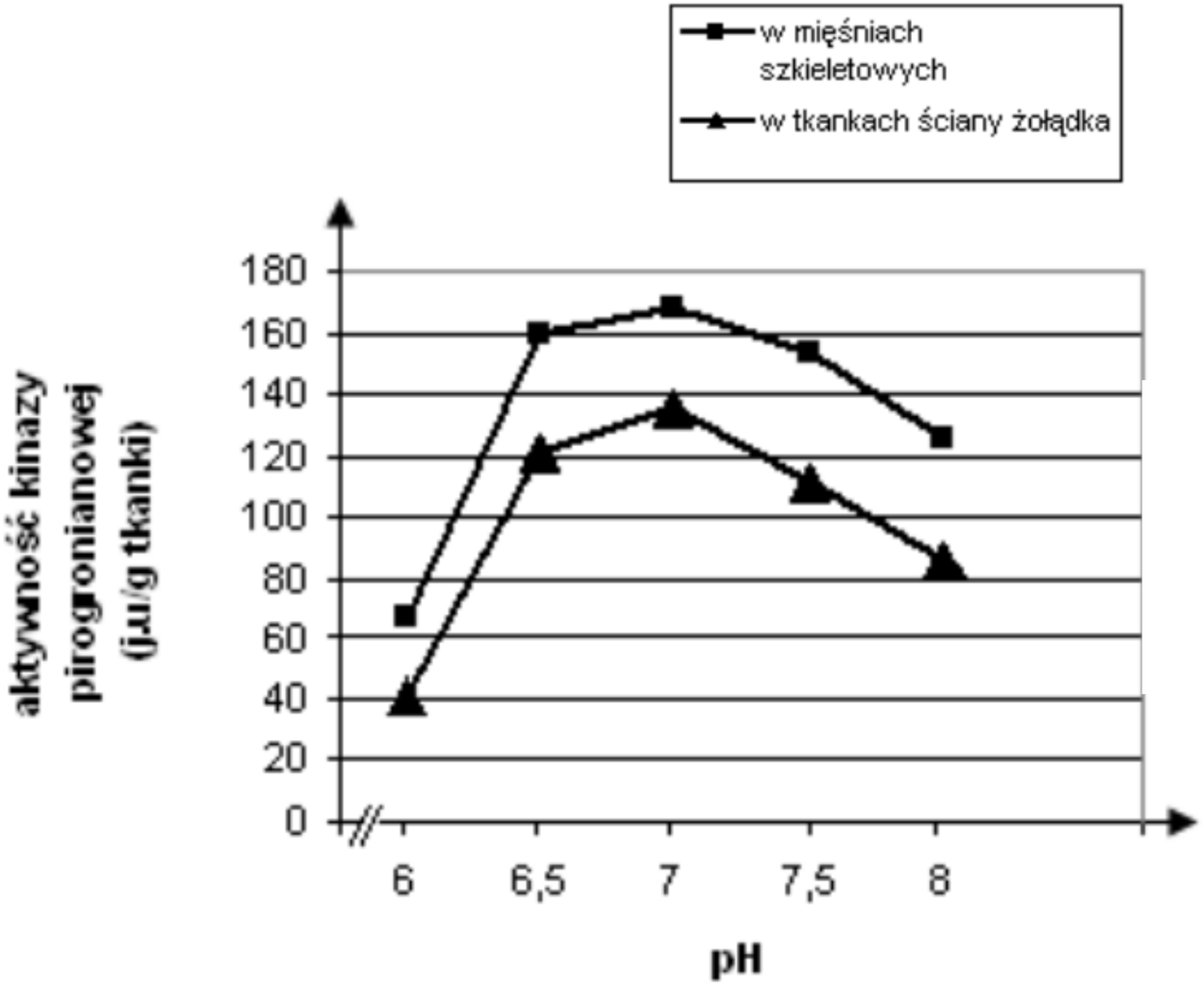
Ten rodzaj wykresu wykorzystywany jest do przedstawienia procentowego udziału poszczególnych elementów w zbiorze np. w naszym przypadku, procentowy udział konkretnych gatunków ryb w jeziorze.



WYKRES LINIOWY

Zwróćmy uwagę na dwie kreski na osi X przed pH równym 6. **Zaznaczając takie dwie nachylone kreski na osi wykresu** (oś X lub oś Y) **nie musimy rozpisywać wszystkich wartości**, tylko te zawarte w tekście, tabeli, czy też istotne dla naszego zadania. W przypadku zaznaczenia na osi X pH od 1 do 8 wykres przyjąłby mało czytelną postać.

Załóżmy, że mamy na osi X zaznaczyć liczby 45, 46 i 47. Czy byłby wtedy sens rozpisywania wszystkich wartości od 1 do 45?



WYKRES LINIOWY

Tym razem mamy wykres gdzie kreski zaznaczono na osi Y, przed 2,0. Później skalowano co 0,5 jednostki umowne w przedziale od 2,0 do 4,0. Dzięki temu zabiegowi wykres jest bardziej czytelny.

