Doświadczenia: skrobia, kontrola, wnioski

1. Badany materiał (np. skrawek bulwy lub owocu) + kilka kropel **płynu Lugola** (roztwór jodu w jodku potasu).
2. Wynik dodatni: **granatowe zabarwienie**.
3. **Próba kontrolna:** materiał bez skrobi albo sam odczynnik z wodą – pokazuje, że barwę daje skrobia, a nie odczynnik.

Hipoteza to zdanie twierdzące, które dotyczy skrobi i da się ją sprawdzić. Nie jest pytaniem.

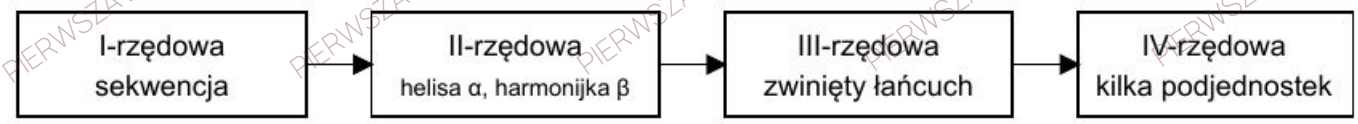
- **Próba badawcza** – materiał poddany badanemu czynnikowi. **Próba kontrolna** – ten sam układ bez tego czynnika (zmienia się tylko jedna zmienna).
- **Problem badawczy** to pytanie, **hipoteza** to zdanie twierdzące, które można sprawdzić.
- Wniosek musi wynikać z wyników: opisujesz zależność widoczną w danych i nie wychodzisz poza zakres pomiarów.
- Obserwacje wpływu czynnika na białko: temperatura, kwas, zasada, sól metalu ciężkiego, etanol – za każdym razem sprawdzasz, czy struktura przestrzenna została naruszona.
- Przy porównywaniu mas materiału uwzględnij wodę: zmienne uwodnienie zaburza porównania świeżej masy.

Białka: budowa

Aminokwas ma grupę aminową, karboksylową i łańcuch boczny R. Aminokwasy łączy **wiązanie peptydowe**. Białka **proste** mają tylko aminokwasy, **złożone** także część niebiałkową (hem, reszty cukrowe).

Struktura	Co to jest	Co ją stabilizuje
I-rzędowa	sekwencja aminokwasów	wiązania peptydowe
II-rzędowa	helisa α, harmonijka β	wiązania wodorowe szkieletu (C=O i N–H)
III-rzędowa	zwinięcie całego łańcucha	wiązania między łańcuchami bocznymi: wodorowe, jonowe, hydrofobowe, mostki disiarczkowe
IV-rzędowa	układ kilku podjednostek	te same oddziaływania między łańcuchami

Każdy kolejny poziom nadbudowuje się nad poprzednim. Denaturacja niszczy poziomy II, III i IV, ale nie poziom I (wiązania peptydowe zostają).



Białka: przykłady i denaturacja

- **albuminy** – osocze, ciśnienie onkotyczne, transport; **globuliny** – przeciwciała i białka transportujące;
- **histony** – zasadowe, wiążą DNA, tworzą nukleosomy;
- **kolagen** – ścięgna, skóra właściwa, kości; **keratyna** – włosy, paznokcie, naskórek;
- **hemoglobina** – 4 podjednostki z hemem, transport O_2; **mioglobina** – jeden łańcuch z hemem, magazyn O_2 w mięśniach.

Koagulacja (np. sole metali lekkich) – odwracalne wytrącenie białka, struktura przestrzenna zachowana.
Denaturacja (wysoka temperatura, mocny kwas lub zasada, sole metali ciężkich, etanol) – zniszczenie struktury II-, III- i IV-rzędowej, zwykle nieodwracalne. Wiązania peptydowe zostają, a enzym traci aktywność.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Osmoza i plazmoliza

Osmoza to przenikanie **wody** przez błonę półprzepuszczalną z roztworu o niższym stężeniu substancji osmotycznie czynnych do roztworu o wyższym stężeniu. Jony i inne substancje rozpuszczone nie przemieszczają się „na drodze osmozy".

- Roztwór **hipertoniczny** względem soku komórkowego: komórka roślinna traci wodę z wakuoli (przez błonę komórkową i tonoplast), protoplast odstaje od ściany – **plazmoliza**. Zachodzi tylko w żywych komórkach, a po przeniesieniu do wody następuje deplazmoliza.
- Roztwór **hipotoniczny**: komórka pobiera wodę, rośnie turgor; ściana chroni przed pęknięciem. Komórka zwierzęca bez ściany może pęknąć (hemoliza erytrocytów).
- Roztwór **izotoniczny**: brak wypadkowego przepływu wody, masa tkanki się nie zmienia. Stężenie izotoniczne odczytujesz z wykresu jako miejsce zmiany znaku zmiany masy.
- Substancja, która sama przenika do wnętrza (np. glicerol), po pewnym czasie wyrównuje stężenia i plazmoliza ustępuje bez zmiany roztworu. Sacharoza nie przenika, więc plazmoliza trwa.

Organella półautonomiczne, ściana, wakuola

Argumenty za endosymbiozą mitochondriów (od α-proteobakterii) i chloroplastów (od sinic):

- dwie błony otaczające organellum;
- własne koliste DNA bez histonów;
- rybosomy typu bakteryjnego, wrażliwe na antybiotyki działające na bakterie;
- namnażanie przez podział, a nie powstawanie od nowa;
- podobieństwo sekwencji genów rRNA do genów bakterii.

Samo „ma własne DNA" nie wystarcza: własne DNA ma też jądro. Trzeba wskazać cechę upodabniającą je do bakterii.

- **Ściana komórkowa:** rośliny – celuloza (mikrofibryle odporne na rozciąganie), grzyby – chityna, bakterie – peptydoglikan, zwierzęta – brak. Jest przepuszczalna dla wody i substancji rozpuszczonych; przeciwdziała ciśnieniu turgorowemu.
- **Wakuola** (otoczona tonoplastem): utrzymuje turgor, magazynuje wodę, jony, cukry, barwniki (antocyjany), zapasy i odpady.

Cytoszkielet i ruch

Element	Rola
mikrotubule	wrzeciono podziałowe, rzęski i wici, tory transportu (kinezyna, dyneina)
mikrofilamenty aktynowe	ruch cytoplazmy (miozyna po aktynie, zużycie ATP), ruch pełzakowaty
filamenty pośrednie	wytrzymałość mechaniczna, kształt komórki

Ruch cytoplazmy w komórkach roślin zależy od aktyny i miozyny, nie od mikrotubul. Białko traci aktywność w zbyt wysokiej temperaturze, dlatego prędkość ruchu rośnie z temperaturą tylko do pewnej granicy.

Porównanie typów komórek

Cecha	Prokariotyczna	Roślinna	Grzybowa	Zwierzęca
jądro	brak (nukleoid)	tak	tak	tak
rybosomy	70S	80S	80S	80S
mitochondria	brak	tak	tak	tak
plastydy	brak	tak	brak	brak
ściana	zwykle peptydoglikan	celuloza	chityna	brak
duża wakuola	brak	tak	często	brak
zapas	różny	skrobia	glikogen	glikogen

U prokariontów DNA to zwykle jedna kolista cząsteczka w nukleoidzie oraz plazmidy. Transkrypcja i translacja zachodzą w tym samym przedziale – cytoplazmie.

PIERWSZA ŁAWKA

Enzymy: regulacja i czynniki

- **Inhibitor kompetycyjny** przypomina substrat i wiąże się w centrum aktywnym; jego działanie słabnie, gdy rośnie stężenie substratu. **Niekompetycyjny** wiąże się poza centrum aktywnym i obniża V_{max}. **Enzymy allosteryczne** mają miejsca regulatorowe dla aktywatorów i inhibitorów. Inhibicja nieodwracalna to trwałe zablokowanie enzymu.
- **Ujemne sprzężenie zwrotne:** produkt końcowy szlaku hamuje enzym jednego z pierwszych etapów, więc szlak zwalnia, gdy produktu jest dość. Gdy produktu ubywa, hamowanie ustępuje. Przykład: glikoliza przyspiesza przy niedoborze ATP, a zwalnia przy jego nadmiarze.

Czynnik	Skutek dla szybkości reakcji
temperatura	wzrost do optimum – szybsze zderzenia cząsteczek; powyżej optimum – denaturacja, zmiana kształtu centrum aktywnego
pH	zmienia jonizację reszt aminokwasów, więc kształt i działanie centrum aktywnego
stężenie substratu	szybkość rośnie, aż wszystkie centra aktywne są zajęte (nasycenie, V_{max}); dalej prawie się nie zmienia

Doświadczenia z enzymami

Podstawa wymienia katalazę (rozkład H_2O_2 do wody i tlenu) i proteinazę (trawienie białka). Na maturze oceniana jest metodologia.

- **Próba kontrolna z przegotowanym ekstraktem** pokazuje, że efekt daje aktywny, niezdenaturowany enzym, a nie inne składniki ekstraktu. **Próba z wodą** wyklucza samorzutny przebieg zjawiska.
- **Temperaturę optymalną** można wskazać tylko po zbadaniu szeregu temperatur po obu stronach maksimum, i to jako przedział między sąsiednimi pomiarami. Dwa pomiary pozwalają tylko stwierdzić, w której temperaturze aktywność była wyższa.
- Hipoteza jest zdaniem twierdzącym o zmiennej niezależnej; problem badawczy ma formę pytania.
- Odchylenie standardowe liczysz ze wzoru z karty CKE (dzielenie przez n): $\sigma = \sqrt{[\Sigma(x_i - \bar{x})^2 / n]}$. Zapisz tok obliczeń i jednostkę.
- W doświadczeniach z masą roślin używa się suchej masy, bo zawartość wody w świeżej masie jest zmienna i zniekształca wniosek o związkach organicznych. Sucha masa zawiera też składniki mineralne.

Fotosynteza: faza zależna od światła

- **Chloroplast:** w tylakoidach (grana) są barwniki, fotosystemy, łańcuch transportu elektronów i syntaza ATP, w stromie enzymy cyklu Calvina (RuBisCO), DNA i rybosomy. Duża powierzchnia błon tylakoidów oznacza dużo fotosystemów.
- **Barwniki:** chlorofil a tworzy centra reakcji, chlorofil b i karotenoidy to barwniki antenowe, które poszerzają zakres pochłanianego światła. Karotenoidy chronią też przed uszkodzeniami fotooksydacyjnymi. Centra reakcji to P680 (PS II) i P700 (PS I).
- **Fotofosforylacja niecykliczna:** H_2O → PS II → plastochinon → kompleks cytochromów b_6f → plastocyjanina → PS I → ferredoksyna → reduktaza $NADP^+$ → NADPH. **Fotoliza wody** uzupełnia elektrony PS II i uwalnia O_2 oraz H^+ do wnętrza tylakoidu.
- **Chemiosmoza:** transport elektronów przez kompleks b_6f wpompowuje H^+ ze stromy do wnętrza tylakoidu, więc wnętrze ma niższe pH niż stroma (lekko zasadowa, ok. 8). H^+ wracają do stromy przez syntazę ATP i w stromie powstaje ATP.
- Produkty fazy: ATP i NADPH (**siła asymilacyjna**) oraz O_2.

Fotosynteza: cykl Calvina

Etap	Co zachodzi	Zużycie
karboksylacja	RuBisCO przyłącza CO_2 do RuBP (C_5); powstają 2 cząsteczki PGA (C_3)	–
redukcja	PGA → aldehyd 3-fosfoglicerynowy (triozofosforan)	ATP i NADPH
regeneracja	z 5 cząsteczek triozofosforanu odtwarzane są 3 cząsteczki RuBP	tylko ATP

- Na 1 CO_2 zużywane są 3 ATP i 2 NADPH. Sześć obrotów cyklu daje nadwyżkę triozofosforanów równoważną jednej heksozie.
- Faza zależna od światła: substraty H_2O, ADP, P_i, $NADP^+$; produkty O_2, ATP, NADPH. Cykl Calvina: substraty CO_2, ATP, NADPH; produkty triozofosforany, ADP, P_i, $NADP^+$.
- Po odcięciu CO_2 przy stałym świetle ustaje karboksylacja: RuBP przestaje być zużywany, a nadal jest odtwarzany, więc jego stężenie rośnie, a PGA maleje.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Bakterie: czynności życiowe i choroby

- **Odżywianie:** fotoautotrofizm (sinice, z wydzielaniem O_2), chemoautotrofizm (utlenianie związków nieorganicznych, np. bakterie nitryfikacyjne), heterotrofizm (saprotrofy, pasożyty, symbionty).
- **Oddychanie:** tlenowe; beztlenowe: **denitryfikacja** (azotany(V) jako końcowy akceptor elektronów, produkt N_2) i **fermentacja** (np. mlekowa: pirogronian → mleczan, regeneracja NAD^+). Są tlenowce bezwzględne, beztlenowce bezwzględne (laseczka tężca) i względne.
- **Rozmnażanie:** podział poprzedzony replikacją DNA. Przetrwalnik to przetrwanie, nie rozmnażanie (z jednej komórki jeden przetrwalnik).
- **Procesy płciowe** (rekombinacja bez wzrostu liczby osobników): **koniugacja** (DNA przez pilus między stykającymi się komórkami), **transformacja** (pobranie DNA z otoczenia), **transdukcja** (DNA bakterii przenosi bakteriofag). Tak szerzy się m.in. oporność na antybiotyki.

Choroba	Bakteria	Droga zakażenia
gruźlica	prątek gruźlicy	kropelkowa
tężec	laseczka tężca	zanieczyszczona rana
borelioza	krętki *Borrelia*	ukłucie kleszcza
salmonelloza	pałeczki *Salmonella*	pokarmowa (jaja, drób)
kiła	krętek blady	płciowa, przez łożysko
rzeżączka	dwoinka rzeżączki	płciowa

Znaczenie bakterii: obieg pierwiastków (destruenci, wiązanie N_2), mikrobiota jelit, kiszonki i jogurty, oczyszczanie ścieków, biotechnologia.

Protisty: budowa i czynności życiowe

Formy: jednokomórkowe (pantofelek, euglena, pełzak), kolonijne (okrzemki), plechowe wielokomórkowe (brunatnice). **Ruch:** wici, rzęski, nibynóżki. **Odżywianie:** autotrofizm (okrzemki), heterotrofizm (fagocytoza, wodniczki pokarmowe), miksotrofizm (euglena). **Osmoregulacja:** wodniczki tętniące form słodkowodnych usuwają wodę napływającą osmotycznie. **Wydalanie:** amoniak dyfunduje przez błonę. Budowa wiąże się ze środowiskiem i trybem życia: aparat ruchu (wici, rzęski) u form ruchliwych, błona komórkowa półprzepuszczalna, przez którą woda napływa osmotycznie do komórek słodkowodnych (stąd wodniczki tętniące), chloroplasty u fotosyntetyzujących, wodniczki tętniące u słodkowodnych.

Przy hodowli pantofelków pamiętaj, że nie pobierają one związków z siana bezpośrednio; odżywiają się drobnymi organizmami z hodowli.

Cykle rozwojowe i choroby protistów

Typ cyklu	Mejoza	Faza diploidalna	Przykłady
haplont	pozygotyczna (zaraz po zapłodnieniu)	tylko zygota	zarodziec malarii, toksoplazma
diplont	pregametyczna (przed gametami)	wszystkie stadia oprócz gamet	okrzemki, orzęski
haplo-diplont	pośrednia (sporowa)	jedno z pokoleń (przemiana pokoleń)	niektóre brunatnice

Fazę jądrową ustalasz po miejscu mejozy i zapłodnienia na schemacie. Gamety osobnika haploidalnego powstają w **mitozie**. **Żywiciel ostateczny** to organizm, w którym pasożyt rozmnaża się płciowo; z samej tej roli nie wynika, że tylko od niego można się zarazić.

Choroba	Droga zarażenia	Profilaktyka
malaria	ukłucie komara widliszka	ochrona przed komarami
toksoplazmoza	surowe lub niedogotowane mięso, oocysty z kału kotów, przez łożysko	obróbka cieplna mięsa, unikanie kontaktu z kałem kotów
lamblioza	cysty w wodzie i żywności, brudne ręce	mycie rąk, czysta woda i żywność
rzęsistkowica	kontakty seksualne	prezerwatywa

Znaczenie: producenci w wodach (okrzemki), otwornice (skały wapienne), symbionty (bruzdnice w koralowcach, wiciowce w jelicie termitów), plankton, pasożyty.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Organy wegetatywne i przyrost wtórny

- **Korzeń:** czapeczka (ochrona i odbiór grawitacji) → stożek wzrostu (podziały) → **strefa wydłużania** (tu zachodzą wygięcia) → strefa włośnikowa (pobieranie wody). W walcu osiowym drewno i łyko leżą naprzemianlegle; śródskórnia ma pasemka Caspary'ego.
- **Łodyga:** drewno od strony środka, łyko od obwodu; tkanki wzmacniające pod skórką.
- **Liść:** miękisz palisadowy (najwięcej chloroplastów), gąbczasty z przestworami (dyfuzja gazów), szparki zwykle od spodu, w nerwach drewno od strony górnej skórki.
- **Przyrost wtórny:** kambium odkłada drewno wtórne do środka, łyko wtórne na zewnątrz; felogen wytwarza korek. Drewno wczesne ma szerokie elementy o cienkich ścianach, późne – wąskie i grubościenne; granica to słój roczny.

Modyfikacje organów

- **Łodyga:** bulwa (topinambur, ziemniak), kłącze (perz), rozłóg, cierń (głóg), wąsy.
- **Liść:** cierń (kaktusy, berberys), wąsy (groch), łuski spichrzowe (cebula), pułapki (rosiczka).
- **Korzeń:** spichrzowy (marchew, pietruszka), podporowy (kukurydza), powietrzny, czepny (bluszcz), ssawki pasożytów.

Uzasadniając adaptację, łącz cechę z warunkami środowiska albo nową funkcją. Przykład: korzenie czepne bluszczu przytwierdzają pęd do pni i wynoszą liście ku światłu w zacienionym lesie.

Znaczenie roślin dla człowieka: pokarm (zboża, strączkowe – białko), surowce (drewno, włókna), leki, tlen i produkcja pierwotna.

Woda i sole mineralne

Potencjał wody $\Psi = \Psi_s + \Psi_p$. Woda płynie od Ψ wyższego (mniej ujemnego) do niższego, więc −0,3 MPa to więcej niż −0,9 MPa. Droga wody: roztwór glebowy → włośniki i kora → śródskórnia (pasemka Caspary'ego wymuszają przejście przez protoplasty) → drewno → liść → szparki.

- **Transport w drewnie:** siła ssąca transpiracji, kohezja i adhezja utrzymują ciągły słup wody; pomaga parcie korzeniowe.
- **Szparki:** napływ K^+ → spadek Ψ → napływ wody → wzrost turgoru → rozwarcie szparki dzięki nierówno zgrubiałym ścianom.
- **Zamykanie szparki:** wypływ K^+ → wzrost Ψ → ubytek wody → spadek turgoru.
- **Transpiracja** rośnie przy świetle, wyższej temperaturze, niższej wilgotności i wietrze.
- **Susza fizjologiczna:** woda jest w glebie, ale roślina nie może jej pobrać (zasolenie, zamarznięta gleba) przy trwającej transpiracji.

Pierwiastek	Forma pobierana	Znaczenie
N	NO_3^-, NH_4^+	aminokwasy, nukleotydy, chlorofil
S	SO_4^{2-}	cysteina, metionina, koenzym A
P	$H_2PO_4^-$	ATP, kwasy nukleinowe, fosfolipidy
Mg	Mg^{2+}	centrum chlorofilu, aktywator enzymów
K	K^+	turgor, ruchy szparek; niewbudowywany w związki organiczne

Fotosynteza w roślinie i symbionty

- **CO_2:** szparki → przestwory miękiszu → roztwór w ścianie → błona → cytoplazma → chloroplast. **Woda:** korzeń → drewno → nerwy → miękisz. **O_2:** wychodzi przez szparki.
- **Cukry** płyną łykiem jako sacharoza ze źródeł (dojrzałe liście, uruchamiane zapasy) do odbiorców (młode liście, wierzchołki, korzenie, owoce).
- **Czynniki:** światło, temperatura (enzymy fazy niezależnej od światła), CO_2, woda; wewnętrzne – chlorofil, budowa i wiek liścia, szparki. O tempie decyduje czynnik ograniczający.
- **Doświadczenie:** miarą jest O_2 wydzielony lub CO_2 pobrany w czasie; zmieniasz jedną zmienną, resztę utrzymujesz stałą.
- **Inne organizmy:** bakterie brodawkowe wiążą N_2 (nitrogenaza chroniona przez leghemoglobinę), nitryfikacyjne zamieniają NH_4^+ w NO_3^-, destruenty mineralizują, grzyby mikoryzowe dostarczają wodę i fosforany za cukry.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Homeostaza i zapotrzebowanie energetyczne

Homeostaza to względna stałość środowiska wewnętrznego: temperatury, składu płynów (glukoza, jony, woda) i ciśnienia krwi. Utrzymuje ją **ujemne sprzężenie zwrotne**: receptor wykrywa odchylenie, ośrodek porównuje je z wartością prawidłową, efektor działa przeciwnie do zmiany.

Zapotrzebowanie energetyczne:

- stałocieplne – wielokrotnie większe niż zmiennocieplne o tej samej masie (energia idzie na wytwarzanie ciepła);
- na 1 g masy ciała rośnie, gdy masa maleje – małe zwierzę ma duży stosunek powierzchni do objętości i szybko traci ciepło;
- rośnie wraz z aktywnością (praca mięśni);
- zmiennocieplne – rośnie wraz z temperaturą ciała.

Całkowite zużycie tlenu przez duże zwierzę jest większe, ale rośnie wolniej niż masa ciała.

Odżywianie zwierząt

Trawienie wewnątrzkomórkowe: w wakuolach pokarmowych po fagocytozie (komórki jamy chłonąco-trawiącej stułbi). **Zewnątrzkomórkowe**: enzymy wydzielane do jamy trawiennej; pozwala trawić duże kawałki i jest jedynym sposobem trawienia pokarmu u kręgowców. Parzydełkowce i płazińce łączą oba sposoby. Nie myl z pojęciami wewnątrzustrojowe i pozaustrojowe, które dotyczą miejsca w ciele.

Sposób odżywiania	Przystosowania
filtratory	małże: skrzela i rzęski zatrzymują drobne cząstki i kierują je do otworu gębowego
drapieżniki	kły i zęby tnące, krótkie jelito; ptaki drapieżne – hakowaty dziób
roślinożercy	szerokie, płaskie zęby, długie jelito, komory fermentacyjne z mikroorganizmami rozkładającymi celulozę (żwacz, jelito ślepe konia i zająca)
ptaki ziarnojady	wole; żołądek gruczołowy i mięśniowy z kamykami
pasożyty wewnętrzne	tasiemiec bez przewodu pokarmowego – wchłania strawione składniki całą powierzchnią
krwiopijcy	w ślinie substancje hamujące krzepnięcie (hirudyna pijawki)

Trawienie u człowieka

Odcinek	Wydzieliny	Procesy
jama ustna	ślina: amylaza, śluz, lizozym	skrobia → dekstryny i maltoza
żołądek	HCl (okładzinowe), pepsynogen → pepsyna (główne), śluz, czynnik wewnętrzny	denaturacja białek, białka → polipeptydy; HCl niszczy większość bakterii
dwunastnica i jelito cienkie	sok trzustkowy: amylaza, lipaza, proteazy (trypsynogen → trypsyna), nukleazy, HCO_3^-; żółć (bez enzymów); enzymy rąbka: maltaza, sacharaza, laktaza, peptydazy	emulgacja tłuszczów, neutralizacja treści, rozkład do monomerów, wchłanianie
jelito grube	śluz; mikrobiom	wchłanianie wody i jonów, fermentacja błonnika, witamina K, formowanie kału

Doświadczenie z trawieniem skrobi: płyn Lugola barwi skrobię na granatowo, brak barwy oznacza strawienie. Próba kontrolna ma te same warunki co badawcza, ale bez badanego czynnika albo z jego wartością odniesienia. Osobna próba bez enzymu wyklucza samoistny zanik skrobi. Problem badawczy i hipoteza muszą zawierać zmienną niezależną i zależną.

Wchłanianie i wątroba

- **Glukoza i galaktoza**: SGLT1 razem z Na^+ (transport aktywny wtórny); **fruktoza**: GLUT5 (dyfuzja ułatwiona); do krwi przez GLUT2.
- **Aminokwasy**, di- i tripeptydy: do enterocytów z Na^+ lub H^+, potem do krwi.
- **Kwasy tłuszczowe i monoacyloglicerole**: micele → dyfuzja przez błonę enterocytu → triacyloglicerole → **chylomikrony** → naczynia chłonne kosmków → przewód piersiowy → krew. Z tłuszczami wchłaniają się witaminy A, D, E, K.
- Żelazo – głównie dwunastnica; wapń – górna część jelita cienkiego; witamina B_{12} (z czynnikiem wewnętrznym) i sole kwasów żółciowych – jelito kręte; większość wody – jelito cienkie.

Wątroba (krew żyłą wrotną): glukoza → glikogen, przy głodzie glikogenoliza i glukoneogeneza; z aminokwasów białka osocza, a po deaminacji amoniak → mocznik (cykl mocznikowy); unieczynnia toksyny i leki, magazynuje witaminy A, D, B_{12} i żelazo, wytwarza żółć.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Przeszczepy, konflikt serologiczny, zaburzenia

- **Zgodność tkankowa:** białka MHC (u człowieka HLA) kodują silnie polimorficzne geny na chromosomie 6, dziedziczone zwykle jako haplotyp. Przeszczep od osoby o innych antygenach HLA jest odrzucany, głównie przez limfocyty Tc. Dobiera się dawcę o zgodnej grupie ABO i jak najbardziej zgodnym HLA; biorca dostaje leki immunosupresyjne.
- **Konflikt serologiczny:** matka Rh− zostaje uczulona erytrocytami płodu Rh+ (zwykle przy porodzie). W kolejnej ciąży z płodem Rh+ jej przeciwciała IgG anty-D przechodzą przez łożysko i niszczą erytrocyty płodu. Zapobiega temu immunoglobulina anty-D podana przed uczuleniem.
- **Nadmierna odpowiedź:** alergia (IgE na komórkach tucznych, histamina, wstrząs anafilaktyczny), choroby autoimmunologiczne (np. cukrzyca typu 1, reumatoidalne zapalenie stawów).
- **Osłabiona odpowiedź:** niedobory wrodzone i nabyte (AIDS, chemioterapia, immunosupresja).
- **Immunosupresja** przy przeszczepach, ciężkich alergiach i chorobach autoimmunologicznych – kosztem podatności na zakażenia.

Wymiana gazowa: warunki i narządy

Warunki dyfuzji: duża powierzchnia, cienka i stale wilgotna ściana, różnica ciśnień parcjalnych utrzymywana przez wentylację i przepływ krwi, dobre ukrwienie. Dyfuzja jest bierna – od wyższego do niższego ciśnienia parcjalnego. Zwierzęta wodne mają zwykle skrzela, lądowe – narządy wewnątrz ciała (płuca, tchawki), które chronią powierzchnię przed wyschnięciem.

Narząd	Grupy zwierząt
powierzchnia ciała	pierścienice, płazy (obok płuc)
skrzela	ryby, skorupiaki, mięczaki wodne, larwy płazów
tchawki	owady (tlen docierający bezpośrednio do komórek)
płucotchawki	pajęczaki
płuco – jama płaszczowa	ślimaki lądowe
płuca	płazy, gady, ptaki, ssaki

Mechanizm przeciwprądowy (skrzela ryb kostnoszkieletowych): krew w blaszkach płynie przeciwnie do wody, więc na całej długości blaszki pO_2 wody jest wyższe niż pO_2 krwi i krew pobiera większość tlenu.

Płuca kręgowców

Grupa	Budowa płuc	Wentylacja
płazy	workowate, słabo pofałdowane	tłocząca (dno jamy gębowej); ważna też skóra
gady	podzielone przegrodami (gąbczaste)	ssąca – ruchy żeber
ptaki	sztywne, parabronchy; worki powietrzne	worki jak miechy; jednokierunkowy przepływ przy wdechu i wydechu
ssaki	pęcherzykowe, bardzo duża powierzchnia	ssąca – przepona i mięśnie międzyżebrowe

Układ oddechowy człowieka i transport gazów

- **Drogi oddechowe** (nos, gardło, krtań, tchawica, oskrzela, oskrzeliki) doprowadzają, oczyszczają, ogrzewają i nawilżają powietrze; wymiana gazowa zachodzi w **pęcherzykach** – cienka ściana oplatana siecią naczyń włosowatych. Nabłonek urzęsiony i komórki kubkowe oczyszczają powietrze; chrząstki tchawicy utrzymują jej światło; ściana pęcherzyka jest jednowarstwowa, płaska i wilgotna.
- **Tlen:** ok. 98% związane z hemoglobiną (4 hemy z Fe^{2+}, wiązanie kooperatywne, krzywa w kształcie litery S). Krzywa przesuwa się w prawo (mniejsze powinowactwo, łatwiejsze oddawanie tlenu) przy wzroście pCO_2, spadku pH i wzroście temperatury – tak dzieje się w pracujących tkankach.
- **CO_2:** ok. 70% jako HCO_3^- (anhydraza węglanowa w erytrocytach), ok. 20% związane z hemoglobiną, reszta rozpuszczona w osoczu.
- **Czynniki szkodliwe:** dym tytoniowy (POChP, rak płuca), pyły PM_{10} i $PM_{2,5}$, smog, tlenek węgla (wiąże się z hemoglobiną ok. 200–250 razy silniej niż tlen).
- **Diagnostyka:** RTG klatki piersiowej, spirometria ($FEV_1/FVC < 0,7$ – obturacja), bronchoskopia.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Hormony w nerce, badanie moczu, dializa

Hormon	Skąd	Bodziec	Działanie w nerce
wazopresyna (ADH)	podwzgórze, uwalniana z tylnego płata przysadki	wzrost ciśnienia osmotycznego krwi	akwaporyny w kanaliku zbiorczym → resorpcja wody, mocz zagęszczony
aldosteron	kora nadnerczy	angiotensyna II, wzrost K^+	resorpcja Na^+ (za nim woda), wydzielanie K^+
ANP	przedsionki serca	rozciągnięcie przedsionków	więcej wydalanego Na^+ i wody; hamuje reninę i aldosteron
parathormon	przytarczyce	spadek Ca^{2+} we krwi	resorpcja Ca^{2+}, aktywacja witaminy D

Badanie ogólne moczu: w prawidłowym moczu nie ma białka, glukozy, ciał ketonowych, bilirubiny i azotynów. Najlepsza jest pierwsza poranna próbka ze środkowego strumienia.

Dializa zastępuje nerki przy niewydolności: z krwi usuwa się mocznik, nadmiar jonów i wody przez dyfuzję przez błonę półprzepuszczalną. Hemodializa zachodzi w dializatorze, dializa otrzewnowa – przez otrzewną.

Jak działają hormony

- **Niesteroidowe** – peptydowe i białkowe (insulina, glukagon, ADH, GH, PTH) oraz pochodne aminokwasów (adrenalina): hydrofilowe, nie przenikają przez błonę. Wiążą receptor błonowy, sygnał niesie przekaźnik II rzędu (np. cAMP), a kinazy białkowe **fosforylują białka już obecne** w komórce. Efekt jest szybki.
- **Steroidowe** (kortyzol, aldosteron, testosteron, estrogeny, progesteron, kalcytriol) i **hormony tarczycy** (pochodne tyrozyny, ale lipofilowe): przechodzą do wnętrza komórki i wiążą receptor wewnątrzkomórkowy. Kompleks działa jak **czynnik transkrypcyjny** → synteza nowych białek. Efekt jest opóźniony.

Gruczoły dokrewne i ich hormony

Gruczoł (położenie)	Hormony
podwzgórze (międzymózgowie)	liberyny i statyny (np. TRH, CRH, GnRH); wytwarza ADH i oksytocynę
przysadka (siodło tureckie kości klinowej)	przedni płat: GH, TSH, ACTH, FSH, LH, prolaktyna; tylny płat uwalnia ADH i oksytocynę
tarczyca (szyja, przed tchawicą)	T_4, T_3; komórki C – kalcytonina
przytarczyce (tył tarczycy)	parathormon (PTH)
trzustka – wyspy	insulina (komórki β), glukagon (komórki α)
nadnercza (nad nerkami)	kora: kortyzol, aldosteron, androgeny; rdzeń: adrenalina, noradrenalina
jądra	testosteron
jajniki	estrogeny i progesteron
szyszynka (międzymózgowie)	melatonina
grasica	tymozyna (dojrzewanie limfocytów T)

Podwzgórze, przysadka, sprzężenie zwrotne, antagonizm

Podwzgórze łączy układ nerwowy z hormonalnym. Komórki neurosekrecyjne wydzielają liberyny i statyny do **naczyń wrotnych** przysadki i sterują przednim płatem, a aksonami przesyłają ADH i oksytocynę do tylnego płata. Przedni płat wydziela hormony tropowe (TSH, ACTH, FSH, LH), które pobudzają gruczoły obwodowe.

Sprzężenie zwrotne ujemne na osi podwzgórze – przysadka – gruczoł: hormon gruczołu docelowego (T_4/T_3, kortyzol, testosteron, estrogeny) hamuje wydzielanie liberyny i hormonu tropowego. Mało hormonu gruczołu → słabsze hamowanie → więcej TSH, ACTH lub LH. Hormon podany z zewnątrz hamuje oś.

Antagonizm:

- **Glukoza:** insulina obniża stężenie (wychwyt przez mięśnie i tkankę tłuszczową, synteza glikogenu), glukagon podwyższa (glikogenoliza, glukoneogeneza w wątrobie).
- **Wapń:** parathormon podwyższa (uwalnianie Ca^{2+} z kości, resorpcja w nerkach, aktywacja witaminy D → wchłanianie w jelicie), kalcytonina obniża (hamuje osteoklasty).

PIERWSZA ŁAWKA

Smak, węch, sen i choroby

- **Smak:** kubki smakowe (język, podniebienie, gardło); smaki podstawowe: słodki, słony, kwaśny, gorzki, umami. **Węch:** nabłonek węchowy w górnej części jamy nosowej, impulsy idą do opuszki węchowej. Oba zmysły chronią przed szkodliwym pokarmem i pobudzają wydzielanie soków trawiennych.
- **Sen** (cykle NREM i REM): utrwalanie pamięci, usuwanie z mózgu produktów przemiany materii, regeneracja, hormon wzrostu, sprawność odporności. Senność narasta wraz z czasem czuwania (adenozyna), a melatonina z szyszynki sygnalizuje porę ciemności.
- **Depresja:** utrwalone obniżenie nastroju, utrata zainteresowań, zaburzenia snu; leczy się psychoterapią i lekami.
- **Alzheimer:** odkładanie β-amyloidu i białka tau, obumieranie neuronów (m.in. hipokamp); zaburzenia pamięci, orientacji, mowy.
- **Parkinson:** obumieranie neuronów dopaminergicznych istoty czarnej; drżenie spoczynkowe, sztywność, spowolnienie ruchów.

Wczesna diagnoza wydłuża okres samodzielności chorego i ogranicza skutki społeczne.

Ruch zwierząt i szkielety

Ruch rzęskowy występuje u małych zwierząt w wodzie lub wilgotnym środowisku (np. wypławek), **mięśniowy** – u pozostałych. Środowisko wymusza sposób poruszania: w wodzie duży opór (kształt opływowy, płetwy), na lądzie kończyny podpierające, w powietrzu skrzydła i lekki, sztywny szkielet.

Szkielet	Współpraca z mięśniami	Przykłady
hydrauliczny	płyn w zamkniętych przestrzeniach ciała; mięśnie okrężne i podłużne działają na płyn i zmieniają kształt ciała	dżdżownica, stułbia
zewnętrzny	oskórek z chityną; mięśnie przyczepione od wewnątrz; wzrost tylko po linieniu	owady, skorupiaki, pajęczaki
wewnętrzny	kości i chrząstki; mięśnie przyczepione od zewnątrz przez ścięgna; rośnie z organizmem	kręgowce

- **Osiowy:** czaszka, kręgosłup (7 szyjnych, 12 piersiowych, 5 lędźwiowych, kość krzyżowa, guziczna), 12 par żeber, mostek. **Obręcze:** barkowa (łopatki, obojczyki), miedniczna (kości miedniczne).
- **Kończyna górna:** ramienna, promieniowa, łokciowa, nadgarstek, śródręcze, paliczki. **Dolna:** udowa, rzepka, piszczelowa, strzałkowa, stęp, śródstopie, paliczki.

Połączenie	Przykłady
więzozrost (ścisłe)	szwy czaszki
chrząstkozrost (ścisłe)	spojenie łonowe, krążki międzykręgowe
kościozrost (ścisłe)	kość krzyżowa
staw kulisty	ramienny, biodrowy
staw zawiasowy	międzypaliczkowe
staw siodełkowy	nadgarstkowo-śródręczny kciuka
staw obrotowy	szczytowo-obrotowy

Staw ruchomy: powierzchnie pokryte **chrząstką szklistą**, torebka stawowa, jama z **mazią** (zmniejsza tarcie i amortyzuje wstrząsy), więzadła.

Mięsień szkieletowy i skurcz

Budowa: mięsień (brzusiec + ścięgna) → pęczki → **włókna mięśniowe** (wielojądrowe, z siateczką sarkoplazmatyczną i kanalikami T) → **miofibryle** → sarkomery (od linii Z do linii Z) z filamentami **aktynowymi** (cienkimi, z tropomiozyną i troponiną) i **miozynowymi** (grubymi, z główkami o aktywności ATPazy).

Model ślizgowy:

1. Acetylocholina z neuronu ruchowego wywołuje potencjał czynnościowy sarkolemmy i kanalików T.
2. Z siateczki sarkoplazmatycznej uwalniają się jony Ca^{2+}.
3. Ca^{2+} wiążą troponinę, tropomiozyna odsłania miejsca wiązania na aktynie.
4. Główki miozyny tworzą mostki i przesuwają filamenty aktynowe ku środkowi sarkomeru.
5. Przyłączenie ATP odłącza główkę, a hydroliza ATP ją ponownie „napina".
6. Rozkurcz: Ca^{2+} wracają do siateczki (transport aktywny).

Długość filamentów się **nie zmienia**; skraca się sarkomer.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Rozwój prosty i złożony, przeobrażenie

- **Rozwój prosty** – wychodzi osobnik podobny do dorosłego, różniący się wielkością i dojrzałością narządów (pająki, ślimaki, gady, ptaki, ssaki).
- **Rozwój złożony** – wylęga się larwa różna budową i często trybem życia, która przechodzi przeobrażenie (owady, płazy).

	Przeobrażenie niezupełne	Przeobrażenie zupełne
Stadia	jajo → larwa (nimfa) → imago	jajo → larwa → **poczwarka** → imago
Larwa	podobna do imago, zawiązki skrzydeł rosną przy linieniach	inna niż imago (gąsienica, czerw)
Przykłady	prostoskrzydłe, karaczany, ważki	chrząszcze, motyle, muchówki, błonkówki

Poczwarka nie pobiera pokarmu. Zachodzi w niej **przebudowa ciała larwy w ciało imago**. Odpowiedzi „przetrwanie zimy" lub „ochrona przed drapieżnikami" klucz nie uznaje bez odniesienia do przebudowy.

Cykle pasożytów

- **Żywiciel ostateczny** – organizm, w którym pasożyt osiąga dojrzałość płciową i rozmnaża się płciowo.
- **Żywiciel pośredni** – organizm ze stadiami larwalnymi; larwy mogą się w nim rozmnażać bezpłciowo.

Przykłady: tasiemiec nieuzbrojony – człowiek ostateczny, bydło pośredni (wągry w mięśniach). Glista ludzka nie ma żywiciela pośredniego.

Przystosowania do pasożytnictwa: ogromna liczba jaj, bezpłciowe mnożenie larw w żywicielu pośrednim, stadia inwazyjne odporne na środowisko, wykorzystanie zależności pokarmowych między żywicielami.

Schemat cyklu czytaj etapami: co wnika, gdzie, które stadium jest inwazyjne (np. dla motylicy wątrobowej metacerkarie na roślinach, a nie jaja) i w którym organizmie zachodzi etap płciowy. Rola żywiciela wynika z **etapu cyklu**, a nie z tego, komu pasożyt bardziej szkodzi lub gdzie żyje dłużej. W cyklu *Toxoplasma gondii* płciowy etap zachodzi u kotowatych, więc człowiek jest żywicielem pośrednim.

Układ rozrodczy człowieka

Narząd	Budowa i funkcja
jądra	w mosznie; kanaliki nasienne – spermatogeneza; komórki Leydiga – testosteron; komórki Sertolego – odżywianie i ochrona plemników
najądrza, nasieniowody	dojrzewanie, przechowywanie i wyprowadzanie plemników
pęcherzyki nasienne, gruczoł krokowy	wydzieliny stanowiące większość nasienia; fruktoza z pęcherzyków nasiennych jako źródło energii plemników
jajniki	pęcherzyki z oocytami; estrogeny (estradiol) i progesteron (ciałko żółte)
jajowody	wychwyt komórki jajowej, miejsce zapłodnienia, transport zarodka do macicy
macica, pochwa	endometrium – miejsce zagnieżdżenia; mięśniówka – skurcze porodowe; pochwa – narząd kopulacyjny i kanał rodny

Wyższa temperatura niż w jamie ciała jest niekorzystna dla wytwarzania plemników, dlatego jądra leżą w mosznie. Wniosek o niepłodności musi odnosić się właśnie do spermatogenezy.

Gametogeneza

	Spermatogeneza	Oogeneza
Początek	od dojrzewania, ciągle przez całe dorosłe życie	oogonia namnażają się w życiu płodowym; mejoza rusza przed urodzeniem i zatrzymuje się w profazie I
Produkty mejozy	4 równocenne komórki, 4 plemniki	1 komórka jajowa + ciałka kierunkowe (nierówny podział cytoplazmy)
Wspólne	mitozy komórek macierzystych, mejoza, gamety haploidalne (23 chromosomy)	

Liczby w mejozie (2n = 46): spermatocyt I – 46 chromosomów i 92 cząsteczki DNA; spermatocyt II – 23 chromosomy dwuchromatydowe i 46 cząsteczek DNA; plemnik – 23 chromosomy i 23 cząsteczki DNA. Nie myl liczby chromosomów z liczbą chromatyd.

Spermiogeneza to różnicowanie spermatyd w plemniki bez podziału: witka (ruch), mitochondria we wstawce (ATP dla witki), mało cytoplazmy. Ostatnim podziałem jest mejoza II. Zapasy dla zarodka dostarcza komórka jajowa.

Nondysjunkcja w mejozie I daje dwie komórki z błędną liczbą chromosomów (24 i 22). W spermatogenezie wszystkie 4 plemniki są nieprawidłowe, w oogenezie jedna komórka jajowa (reszta to ciałka kierunkowe). Zygota z gametą 24 ma 47 chromosomów. Ryzyko rośnie z wiekiem matki, bo oocyt czeka w profazie I nawet kilkadziesiąt lat.

Translacja

1. **Aktywacja aminokwasów:** syntetaza aminoacylo-tRNA przyłącza z użyciem ATP właściwy aminokwas do ramienia akceptorowego tRNA (koniec 3′, CCA). Antykodon tRNA jest komplementarny i antyrównoległy do **kodonu mRNA**, nie do DNA.
2. **Inicjacja:** mała podjednostka rybosomu + mRNA + inicjatorowy tRNA z Met na AUG; potem dochodzi duża podjednostka.
3. **Elongacja:** miejsca A, P, E; peptydylotransferaza (rRNA dużej podjednostki) tworzy wiązanie peptydowe; rybosom przesuwa się o kodon w kierunku 3′. Łańcuch rośnie od końca **N do C**.
4. **Terminacja:** kodon STOP rozpoznaje czynnik uwalniający.

Jeden mRNA może być tłumaczony naraz przez wiele rybosomów (polisom).

Modyfikacje potranslacyjne nadają białku aktywność, trwałość i miejsce działania: cięcie proteolityczne (proenzymy, prohormony), glikozylacja (siateczka szorstka, aparat Golgiego), fosforylacja, mostki disiarczkowe, grupy prostetyczne, łączenie podjednostek. Łańcuchów cukrowych nie koduje mRNA – dodają je enzymy.

Ekspresja u pro- i eukariontów

	Prokarionty	Eukarionty
miejsce	cytoplazma; translacja może się zacząć przed końcem transkrypcji	transkrypcja i obróbka w jądrze; translacja w cytozolu
obróbka mRNA	zwykle brak	czapeczka, poli(A), wycinanie intronów
rybosomy	70S	80S w cytozolu (70S w mitochondriach i plastydach)

Rozdzielenie transkrypcji i translacji u eukariontów daje czas i miejsce na obróbkę oraz regulację.

Regulacja ekspresji genów u eukariontów

Komórki organizmu mają (z nielicznymi wyjątkami) ten sam genom, ale różny zestaw **aktywnych** genów. Regulacja działa na wielu poziomach:

- **chromatyna**: heterochromatyna nie jest transkrybowana; acetylacja histonów rozluźnia chromatynę; metylacja cytozyny w promotorze zwykle wycisza gen, a wzór metylacji przechodzi na komórki potomne (dziedziczenie epigenetyczne);
- **transkrypcja**: czynniki transkrypcyjne wiążą swoiste sekwencje (promotor, wzmacniacze) i ułatwiają lub utrudniają przyłączenie polimerazy;
- **mRNA**: alternatywne składanie, eksport, trwałość; białka i małe RNA przyspieszają rozkład mRNA albo blokują translację;
- **białko**: modyfikacje potranslacyjne, kierowanie do miejsca działania, degradacja.

Regulacja na poziomie gotowego mRNA działa szybciej niż zmiana transkrypcji, bo nie wymaga syntezy i obróbki nowego transkryptu.

Narzędzia biotechnologii molekularnej

Narzędzie	Działanie i zastosowanie
restryktaza	rozpoznaje krótką swoistą sekwencję (często palindromową) i hydrolizuje wiązania fosfodiestrowe obu nici; końce lepkie lub tępe; cięcie DNA, mapy restrykcyjne
ligaza DNA	tworzy wiązania fosfodiestrowe między końcami fragmentów – wklejanie genu do wektora
polimeraza DNA	wydłuża starter od końca 3′-OH na matrycy DNA; termostabilna z termofili – w PCR
odwrotna transkryptaza	syntetyzuje DNA (cDNA) na matrycy RNA; daje gen bez intronów z dojrzałego mRNA
wektor	plazmid lub wirus przenoszący zrekombinowany DNA do komórki biorcy; gen markerowy (np. oporność na antybiotyk) pozwala wyselekcjonować komórki z wektorem

W metodzie z *Agrobacterium* wektorem jest bakteria przenosząca **zrekombinowany plazmid z transgenem**; do komórki rośliny wnika tylko fragment (T-DNA) tego plazmidu.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Płeć i cechy sprzężone z płcią

- **Determinacja płci:** XX/XY (ssaki; u człowieka o rozwoju jąder decyduje gen *SRY* na chromosomie Y); ZZ samiec / ZW samica (ptaki, motyle); XX/X0 (np. prostoskrzydłe); haplodiploidalna (błonkówki – samce z niezapłodnionych jaj, haploidalne).
- U człowieka płeć dziecka zależy od plemnika (X lub Y), każda płeć ma prawdopodobieństwo 1/2.
- **Cechy sprzężone z płcią** to geny na X (u ptaków na Z), nieobecne w Y. Mężczyzna jest **hemizygotą** – ujawnia się każdy jego allel. Syn dostaje X od matki, córka po jednym X od obojga rodziców.
- Zapis zawsze z chromosomem: X^HX^h, X^hY.

Dziedziczenie pozajądrowe: geny mitochondriów i plastydów przekazywane są zwykle tylko po matce, bo cytoplazma zygoty pochodzi z komórki jajowej. Nie rozdzielają się jak chromosomy jądrowe, a krzyżówki odwrotne dają różne wyniki.

Rodowody i choroby genetyczne

Sposób dziedziczenia	Co go wskazuje	Co go wyklucza	Choroby z podstawy
autosomalny recesywny	zdrowi rodzice mają chorą córkę (przy chorym synu możliwe jeszcze sprzężenie z X); chorują obie płcie	dwoje chorych rodziców ma zdrowe dziecko	mukowiscydoza (*CFTR*), fenyloketonuria (*PAH*)
autosomalny dominujący	chory ma chorego rodzica; przekazanie z ojca na syna	dwoje zdrowych rodziców ma chore dziecko	pląsawica Huntingtona (powtórzenia CAG w *HTT*, objawy zwykle w wieku 35–50 lat)
recesywny sprzężony z X	chorują głównie mężczyźni; allel od zdrowej nosicielki	chora kobieta ma zdrowego syna; chora córka ma zdrowego ojca	hemofilia A (czynnik VIII), daltonizm
dominujący sprzężony z X	chory ojciec – wszystkie córki chore	chory ojciec ma zdrową córkę; przekazanie z ojca na syna	–

Aberracje liczbowe wykrywane w kariotypie: zespół Downa – trisomia 21 (47,XX,+21 lub 47,XY,+21), zespół Turnera – 45,X (kobiety, niski wzrost, niepłodność), zespół Klinefeltera – 47,XXY (mężczyźni, niepłodność).

Zmienność genetyczna

- **Zmienność:** różnorodność fenotypowa osobników w populacji. **Ciągła** (ilościowa: masa, wzrost) – płynne przejścia, rozkład zbliżony do normalnego, podłoże wielogenowe. **Nieciągła** (jakościowa: grupa krwi) – wyraźne klasy, jeden lub kilka genów o dużym efekcie.
- **Rekombinacyjna** – nowe kombinacje istniejących alleli. Źródła: niezależna segregacja chromosomów w anafazie I mejozy, crossing-over w profazie I, losowe łączenie gamet.
- **Mutacyjna** – nowe allele i zmiany chromosomów. Potomstwu przekazywane są tylko mutacje w komórkach linii płciowej.

Mutacje genowe i aberracje chromosomowe

- **Substytucja:** cicha (ten sam aminokwas – degeneracja kodu), zmiana sensu (inny aminokwas), nonsensowna (kodon STOP, skrócone białko).
- **Insercja lub delecja** liczby nukleotydów niepodzielnej przez 3 – **przesunięcie ramki odczytu**. Zmiana o trzy nukleotydy: brak lub dodatek jednego aminokwasu.

Aberracja	Co się dzieje
delecja / duplikacja	utrata / podwojenie odcinka chromosomu
inwersja	odwrócenie odcinka w obrębie tego samego chromosomu
translokacja	przeniesienie odcinka na chromosom niehomologiczny
aneuploidia (2n ± 1)	trisomia, monosomia – skutek nondysjunkcji w mejozie
poliploidia (3n, 4n…)	dodatkowe całe zestawy chromosomów; częsta u roślin

Podgląd • Pierwsza Ławka

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – komplet 14 rozdziałów, dla ucznia

Podgląd pokazał 12 z 59 stron. Pełna wersja: 59 stron A4, PDF do druku.

- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 1: Chemizm życia, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 2: Komórka i podziały komórkowe, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 3: Energia i metabolizm, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 4: Klasyfikacja organizmów. Wirusy, bakterie, protisty i grzyby, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 5: Rośliny – budowa, różnorodność i fizjologia, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 6: Zwierzęta – różnorodność, tkanki i odżywianie, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 7: Odporność, wymiana gazowa i krążenie, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 8: Wydalanie, osmoregulacja, termoregulacja i regulacja hormonalna, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 9: Układ nerwowy, narządy zmysłów i ruch, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 10: Rozmnażanie i rozwój zwierząt i człowieka, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 11: Ekspresja informacji genetycznej i biotechnologia, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 12: Genetyka klasyczna i zmienność, dla ucznia
- Notatki do matury z biologii (poziom rozszerzony) – rozdział 13: Ewolucja, dla ucznia

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/biologia-matura-notatki-komplet-wszystkie-rozdzialy