

DLA
ABSOLWENTÓW
SZKÓŁ
PODSTAWOWYCH

Biologia na czasie

Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum

1

Zakres podstawowy

nowa
era

Droga Nowa Ero,

Nigdy bym nie publikowała publicznie książek wydawnictw, które działają na uczciwych zasadach.

Wasza firma jednak promuje masowy dodruk, całkowicie niepotrzebnych książek, które mogłyby zastąpione wersjami elektronicznymi!

Co prawda e-booki są dostępne na waszej stronie, jednak:

- W przeciwieństwie do fizycznej książki, licencja na e-book kończy się po roku. Oznacza to, że jeżeli moja córka chciałaby powtórzyć sobie całą wiedzę do matury, musiałabym jej kupić wszystkie wasze książki od nowa.
- Waszych e-booków nie da się pobrać! Wymagają one dostęp do internetu, co uniemożliwia ich użycie na naszej wsi, gdzie zasięg jest ograniczony.
- Wasze e-booki nie działają na telefonach komórkowych!!!
- Wasze e-booki sprzedawane są **po tej samej (albo wyższej) cenie** co regulame książki. Cena e-booka powinna być niższa, gdyż e-booki wymagają elektronicznego czytnika (tabletu)!

Czas rozpocząć nową erę (o ironio), w której papier nie jest beczelnie marnowany dla pieniędzy. Przedstawiam e-book, który spełnia wszystkie oczekiwania uczniów.

Dbajmy o środowisko, zróbmy to dla młodych pokoleń.

O czym jest podręcznik?

W podręczniku *Biologia na czasie 1* znajdziesz informacje dotyczące przeprowadzania badań przyrodniczych, składników chemicznych organizmów, budowy komórek oraz metabolizmu. Dzięki tym wiadomościom odpowiesz na wiele pytań dotyczących budowy i funkcjonowania organizmów.



Do czego służą poszczególne elementy podręcznika?

To było w szkole podstawowej!

Informacje umieszczone na stronie rozpoczynającej dany dział pomogą Ci zrozumieć nowe wiadomości.

Krok po kroku

Samouczek ułatwi Ci wykształcenie kluczowych umiejętności biologicznych krok po kroku.

Zwróć uwagę na...

Wyszczególnienie głównych treści na początku tematu podpowie Ci, które wiadomości są najważniejsze.

Jest na to sposób

Wskazówki zawarte w tym elemencie podpowiedzą Ci, jak najłatwiej zapamiętać ważne wiadomości.

Polecenia kontrolne

Wykonanie poleceń umieszczonych na końcu tematu pozwoli Ci sprawdzić wiedzę i utrwalić zdobyte wiadomości.

Bliżej życia

Informacje zawarte w tym elemencie pokażą Ci, jak wiedza biologiczna jest stosowana w praktyce.

Doświadczenie, Obserwacja

Obowiązkowe doświadczenia i obserwacje zostały opisane w sposób, który umożliwi Ci dokładne przeanalizowanie wszystkich ich etapów.

Tablice biologiczne

Tabele i schematy zamieszczone na końcu podręcznika uzupełniają informacje zawarte w lekcjach, dzięki czemu możesz poszerzyć swoją wiedzę.

Czy wiesz, że...

Dzięki ciekawostkom poznasz interesujące informacje związane z lekcją.

Podsumowanie

Na tych stronach znajdziesz najważniejsze informacje z danego działu podane w przejrzystej formie. Dzięki nim uporządkujesz i utrwalisz zdobytą wiedzę.

Sprawdź, czy już umiesz!

Zadania umieszczone po każdym dziale umożliwią Ci doskonalenie umiejętności biologicznych oraz ułatwią powtarzanie wiadomości przed sprawdzianami.

Spis treści

Klasa 1

1. Badania przyrodnicze

1.1. Znaczenie nauk biologicznych	6
1.2. Zasady prowadzenia badań biologicznych	12
1.3. Obserwacje biologiczne	19
Podsumowanie	25
Sprawdź, czy już umiesz!	27

2. Chemiczne podstawy życia

2.1. Skład chemiczny organizmów. Makro- i mikroelementy	30
2.2. Znaczenie wody dla organizmów	35
2.3. Węglowodany – budowa i znaczenie	39
2.4. Białka – budulec życia	46
2.5. Właściwości i wykrywanie białek	50
2.6. Lipidy – budowa i znaczenie	56
2.7. Budowa i funkcje kwasów nukleinowych	62
Podsumowanie	66
Sprawdź, czy już umiesz!	70

3. Komórka

3.1. Budowa komórki eukariotycznej	74
3.2. Budowa i znaczenie błon biologicznych	79
3.3. Budowa i rola jądra komórkowego	84
3.4. Składniki cytoplazmy	87
3.5. Cykl komórkowy	91
3.6. Znaczenie mitozy, mejozy i apoptozy	95
Podsumowanie	99
Sprawdź, czy już umiesz!	104

4. Metabolizm

4.1. Kierunki przemian metabolicznych	108
4.2. Budowa i działanie enzymów	112
4.3. Regulacja aktywności enzymów	116
4.4. Oddychanie komórkowe. Oddychanie tlenowe	122
4.5. Procesy beztlenowego uzyskiwania energii	127
4.6. Inne procesy metaboliczne	132
Podsumowanie	137
Sprawdź, czy już umiesz!	142

Sprawdź, czy już umiesz! – klucz odpowiedzi	145
Przydatne terminy	148
Indeks	151
Tablice biologiczne	154

Klasa 2

- Człowiek

Klasa 3

- Genetyka
- Ewolucjonizm
- Ekologia
- Ochrona przyrody



1. Badania przyrodnicze

To było w szkole podstawowej!

- ✓ **Obserwacja** – zaplanowane działanie badawcze, które polega na uważnym przyglądaniu się wybranemu organizmowi lub procesowi bez wpływania na jego przebieg.
- ✓ **Doświadczenie** – zaplanowane działanie badawcze, które polega na badaniu wpływu wybranego czynnika na dany organizm lub proces.
- ✓ Etapy metody naukowej:



1.1. Znaczenie nauk biologicznych

Zwróć uwagę na:

- definicję biologii,
- cechy organizmów,
- przykłady osiągnięć biologicznych,
- przykłady wykorzystania odkryć biologicznych.

Chociaż często sobie tego nie uświadamiamy, nauki biologiczne mają ogromny wpływ na nasze codzienne życie. To dzięki nim istnieją lekarstwa, szczepionki i środki higieny, a lekarze mają wiedzę na temat przyczyn i sposobów leczenia różnych chorób. Za sprawą nauk biologicznych wydłużył się też czas życia człowieka, a wiele chorób, które dziesiątkowały pokolenia (np. ospa prawdziwa), przeszło do historii.

■ Czym zajmuje się biologia?

Biologia jest nauką zajmującą się budową organizmów, ich czynnościami życiowymi oraz funkcjonowaniem w środowisku. Do jej zadań należy również badanie pokrewieństwa ewolucyjnego i klasyfikowanie organizmów. Biologia, podobnie jak geografia, astronomia, chemia, fizyka i szeroko pojęte nauki o Ziemi, należy do **nauk przyrodniczych**.

Czy wiesz, że...

Informacja o tym, czym zajmuje się biologia, jest zapisana już w samej jej nazwie. Wyraz „biologia” pochodzi bowiem od greckich słów *bíos* – ‘życie’ i *lógos* – ‘nauka’. Biologia jest więc nauką o życiu we wszystkich jego przejawach.

■ Jakie cechy mają organizmy?

Jak już wiesz, przedmiotem badań biologicznych są organizmy, czyli przyroda ożywiona. Wszystkie organizmy mają następujące cechy:

- ▶ są zbudowane z **komórek**;
- ▶ **wykonują czynności życiowe**, takie jak: odżywianie się, oddychanie, wydalenie, ruch, reakcje na bodźce, rozmnażanie się, wzrost i rozwój;

- ▶ mają **materiał genetyczny w postaci DNA**. Zawiera on informacje o białkach i RNA;
- ▶ **przekazują cechy** organizmom potomnym w procesach dziedziczenia. Informacja o cechach jest zapisana w postaci genów;
- ▶ **podlegają ewolucji**, która zachodzi przez mutacje, czyli zmiany w DNA;
- ▶ mają zdolność do utrzymywania **homeostazy**, czyli stanu równowagi wewnętrznej organizmu. Przykładem jest utrzymywanie stałej temperatury ciała przez organizmy stałocieplne – ptaki i ssaki.



Rozmnażanie się umożliwia przetrwanie gatunku, ponieważ w jego wyniku jest przekazywana informacja genetyczna w postaci genów. Informacja ta dotyczy m.in. białek i RNA, które umożliwiają wzrost i rozwój organizmów potomnych.

Współczesne osiągnięcia biologiczne

Niemal każdego dnia biolodzy dokonują odkryć, które mają znaczny wpływ na jakość naszego życia, m.in. pomagają opracować nowe metody leczenia chorób uznawanych dotychczas za nieuleczalne. Poniżej zamieściliśmy przykłady odkryć biologicznych z ostatnich 70 lat.

2003

Poznanie sekwencji genomu człowieka

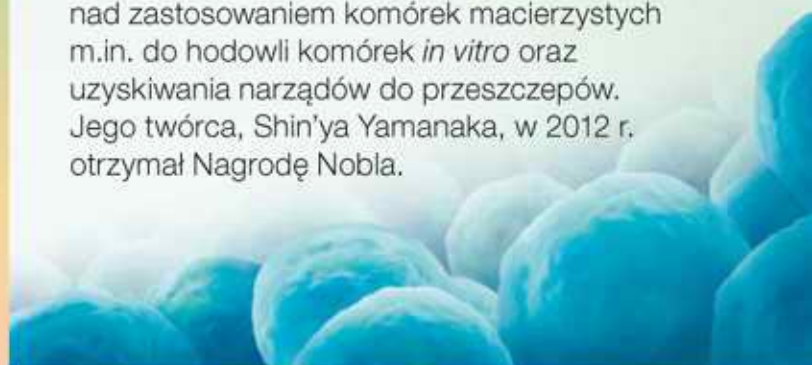
W ramach Human Genome Project ustalono 99% sekwencji nukleotydów występujących w DNA człowieka. Uzyskane wyniki wykorzystuje się obecnie do analizy sekwencji genów np. w diagnostyce i leczeniu nowotworów.



2006

Odróżnicowanie dojrzałych komórek do stadium embrionalnego

Dzięki temu osiągnięciu nastąpił rozwój badań nad zastosowaniem komórek macierzystych m.in. do hodowli komórek *in vitro* oraz uzyskiwania narządów do przeszczepów. Jego twórca, Shin'ya Yamanaka, w 2012 r. otrzymał Nagrodę Nobla.



1982

Dopuszczenie do stosowania u ludzi insuliny wytworzonej w komórkach bakterii

Od tego czasu chorzy na cukrzycę mogą stosować insulinę wytworzoną na podstawie ludzkiego genu w komórkach bakterii *Escherichia coli*. To pierwszy lek wyprodukowany metodami inżynierii genetycznej.



1996

Sklonowanie ssaka z komórek dorosłego osobnika

Od tego czasu naukowcy potrafią odtworzyć zwierzę z jądra komórkowego pojedynczej dojrzałej komórki. Pierwszym sklonowanym ssakiem była owca Dolly.



1953

Opracowanie modelu budowy przestrzennej DNA

Model ten opracowali James Watson i Francis Crick. Poznanie budowy DNA pozwoliło m.in. zrozumieć mechanizm przekazywania informacji genetycznej.



1951

Uzyskanie *in vitro* pierwszej trwałej hodowli ludzkich komórek

Hodowla ta stała się modelową linią komórkową. Wykorzystano ją m.in. do badań nad szczepionką przeciwko polio i mechanizmem infekcji HIV.



Znaczenie nauk biologicznych w różnych dziedzinach

Współcześnie nauki biologiczne rozwijają się bardzo intensywnie i stanowią grupę najważniejszych dziedzin wiedzy. Mają również ogromne znaczenie dla rozwoju innych nauk, takich jak: medycyna, kryminalistyka, psychologia, pedagogika czy nauki rolnicze i leśne.



■ Medycyna i farmakologia

Informacje na temat budowy i funkcjonowania organizmów są stosowane do diagnozowania i leczenia wielu chorób. Odkrycia dotyczące odporności umożliwiają przeprowadzanie operacji ratujących życie, m.in. przeszczepów serca, nerek czy wątroby. Dzięki technikom inżynierii genetycznej produkuje się np. szczepionki oraz antybiotyki.



■ Ochrona środowiska

Wiedza o zdolności mikroorganizmów do rozkładu różnych substancji jest wykorzystywana do oczyszczania ścieków. Produkty uboczne, które powstają podczas tego procesu, są stosowane do produkcji biogazu, będącego źródłem energii. Dzięki badaniom prowadzonym przez biologów udało się również stworzyć tworzywa biodegradowalne oraz biopaliwa.



■ Produkcja kosmetyków i środków czystości

Wyniki badań biologów wykorzystuje się także do produkcji kosmetyków oraz środków czystości. Na przykład białka zwierzęce: kolagen i elastynę stosuje się w kremach, a substancje zapachowe uzyskiwane z roślin – w perfumach. Z kolei enzymy zdolne do rozkładu białek czy tłuszczów wykorzystuje się do produkcji detergentów.



■ Kryminalistyka

Metody wypracowane przez genetyków pozwalają ustalić na podstawie analizy DNA tożsamość ofiary lub sprawcy przestępstwa. Z kolei dzięki analizie szkieletu można zrekonstruować wygląd ofiary i określić m.in. jej płeć, wiek czy wzrost. We współczesnej kryminalistyce wykorzystuje się też wiedzę z zakresu biologii owadów – określone gatunki i ich stadia rozwojowe pozwalają określić np. czas i miejsce śmierci ofiary.



■ Psychologia i pedagogika

Nauki biologiczne dały podstawy do zbadania takich zagadnień, jak: etapy rozwoju człowieka, wpływ genów i środowiska na stan zdrowia fizycznego i psychicznego człowieka, biologiczne podstawy uczenia się i zapamiętywania czy neurobiologiczne mechanizmy uzależnień. Wiedzę tę wykorzystuje się m.in. do opracowywania nowych metod edukacyjnych oraz nowoczesnych form terapii.



■ Rolnictwo, ogrodnictwo i leśnictwo

Opracowane przez genetyków techniki hodowli zwierząt i roślin, oparte na selekcji i krzyżowaniu ich w celu otrzymania organizmów o określonych cechach, pozwoliły uzyskać np. rośliny dające większe plony czy zwierzęta o szybszym przyroście masy ciała. Dzięki osiągnięciom współczesnej inżynierii genetycznej powstały też organizmy zmodyfikowane genetycznie, takie jak rośliny o zwiększonej odporności na szkodniki.

■ Wiarygodność informacji

W dzisiejszych czasach mamy łatwy dostęp do ogromnej liczby informacji, które uzyskujemy z mediów, przede wszystkim z internetu. Musimy jednak pamiętać, że nie każda informacja jest prawdziwa, obiektywna i poparta dowodami. Dlatego bardzo ważne jest, aby korzystać z informacji ze sprawdzonych źródeł.

W wypadku informacji dotyczących nauki najrzetelniejszymi źródłami są **wyniki badań** opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych. **Artykuły naukowe** służą przede wszystkim do wymiany informacji między badaczami, a do ich zrozumienia często jest potrzebna specjalistyczna wiedza. Dlatego warto też korzystać z **podręczników akademickich**. Są one oparte na wynikach badań naukowych, ale poszczególne zagadnienia są w nich wyjaśnione w prostszy sposób.

O najnowszych odkryciach w świecie nauki informują również specjalistyczne strony internetowe oraz **czasopisma popularno-naukowe**. Redagują je zazwyczaj osoby związane z nauką (dziennikarze zajmujący się popularyzacją nauki, naukowcy), a podawane w nich informacje są konsultowane z ekspertami. Mimo to musimy jednak pamiętać, że w informacjach tych mogą się znaleźć przeinaczenia lub błędy wynikające np. ze zbyt dużego uproszczenia. Dlatego powinniśmy zawsze sprawdzać, czy na końcu artykułu jest podane **źródło informacji**.

Przy ocenie znaczenia nowych odkryć ważne jest również to, co na ich temat mówi **specjaliści**.

Czy wiesz, że...

Przykładami cenionych czasopism naukowych są „Nature” i „Science”. Jeżeli chcesz znaleźć rzetelną informację naukową w internecie, możesz skorzystać z wyszukiwarek Google Scholar i Pubmed.

Jak rozpoznać prawdziwą informację w internecie?



Sprawdź źródło

Przeanalizuj dokładnie dane oraz opis strony, z której pochodzi informacja. Zwróć uwagę na charakter strony, ponieważ informacja może być częścią żartobliwej wypowiedzi.



Sprawdź autorów

Poszukaj informacji o autorze tekstu lub twórcach strony. Upewnij się, czy w ogóle istnieją i czy są wiarygodni.



Sprawdź dodatkowe źródła

Sprawdź, czy źródła, do których odsyłają zamieszczone w tekście linki, rzeczywiście zawierają wskazane informacje.



Sprawdź datę

Informacje opublikowane jakiś czas temu mogą być nieaktualne.



Przeczytaj więcej

Nagłówki i tytuły mogą wprowadzać w błąd lub mieć prowokacyjny charakter. Dlatego zapoznaj się z całym tekstem.



Sprawdź cel informacji

Zwróć uwagę, czy informacja jest obiektywna. Sprawdź, czy nie powstała na zlecenie jakiejś firmy lub organizacji (może to być ukryta reklama).



Zapytaj ekspertów

Zawsze warto wiedzieć więcej. Dopytaj ekspertów, np. nauczyciela, czy wiadomości odnalezione w internecie są rzetelne.

Zegar biologiczny

Czy nauki biologiczne mogą mieć wpływ na naszą codzienną aktywność? Okazuje się, że tak. To właśnie dzięki badaczom, którzy interesują się aktywnością okołodobową, czyli zegarem biologicznym człowieka i innych organizmów, możemy świadomie zaplanować swoje działania w ciągu doby. Ma to istotne znaczenie, ponieważ brak synchronizacji z zegarem biologicznym wpływa negatywnie na nasz stan fizyczny i psychiczny. Jeżeli zmuszamy się do aktywności w nieodpowiednim czasie, nasza wydajność spada. Takie problemy mogą pojawić się np. u osób, które pracują na zmianę, lub tych, które zmieniają strefę czasową podczas podróży samolotem. W 2017 r. za wyjaśnienie i opisanie mechanizmów kontrolujących rytmy okołodobowe organizmów została przyznana Nagroda Nobla w dziedzinie fizjologii lub medycyny.



Zegar biologiczny człowieka.

W skrócie

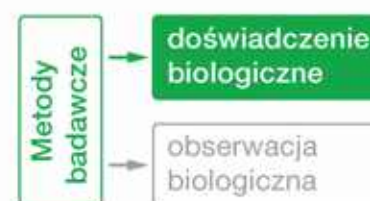
- **Biologia** to nauka, która bada budowę, czynności życiowe i funkcjonowanie organizmów w środowisku. Zajmuje się ona również pochodzeniem organizmów i ich klasyfikowaniem.
- Wspólne **cechy organizmów** to: budowa komórkowa, wykonywanie czynności życiowych (odżywianie się, oddychanie, wydalanie, ruch, reakcje na bodźce, rozmnażanie się, wzrost i rozwój), materiał genetyczny – DNA, zawierający informację o białkach i RNA, przekazywanie organizmom potomnym cech w postaci genów, podleganie ewolucji w wyniku mutacji DNA oraz zdolność do utrzymywania homeostazy.
- Nauki biologiczne wpływają m.in. na rozwój medycyny, farmakologii, kryminalistyki, rolnictwa, psychologii oraz pedagogiki.

Polecenia kontrolne

1. Podaj cechy organizmów.
2. Na podstawie różnych źródeł informacji wyjaśnij, czym zajmują się: bioinformatyka, biogerontologia i bionika. Jak sądzisz, czy będą one miały znaczący wpływ na nasze życie w najbliższej przyszłości? Uzasadnij swoją opinię dwoma argumentami.
3. Wyszukaj w dostępnych źródłach informacje dotyczące Nagrody Nobla w dziedzinie fizjologii lub medycyny, przyznanej w ostatnim roku. Podaj, kto ją otrzymał i za jakie badania.
4. Psycholog, aby wykonywać swój zawód, musi mieć wiedzę z zakresu budowy i funkcjonowania układów nerwowego i hormonalnego. Udowodnij za pomocą dwóch argumentów, że wiedza biologiczna jest niezbędna do wykonywania dwóch innych wybranych zawodów.

1.2.

Zasady prowadzenia badań biologicznych



Zwróć uwagę na:

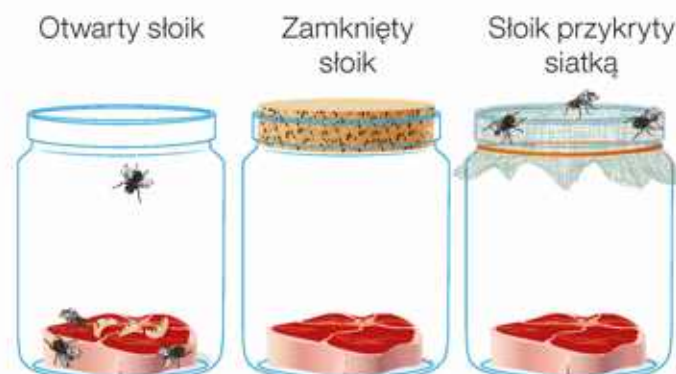
- znaczenie doświadczenia biologicznego jako metody badawczej,
- zasady przeprowadzania i dokumentowania badań.

Około trzech wieków temu świat nauki był przekonany, że organizmy mogą powstawać z substancji nieożywionej, na drodze samoródtwa. Uważano na przykład, że żaby biorą swój początek z błota, a muchy – z rozkładającego się mięsa. Teoria ta jednak upadła, ponieważ doświadczenia, które miały ją udowodnić, zostały nieprawidłowo przeprowadzone. Wykazały to kolejne, poprawnie wykonane badania. Obecnie naukowcy prowadzą badania według ściśle określonych zasad, dzięki czemu uzyskują wiarygodne wyniki.

■ Obserwacja i doświadczenie – metody naukowe stosowane przez biologów

Badacze docierają do prawdy i uzyskują dowody popierające wniosek wyciągnięty z badania dzięki wykorzystywaniu metod naukowych. Biolodzy stosują przede wszystkim dwie metody naukowe: obserwację i doświadczenie.

Obserwacja to metoda naukowa polegająca na poszukiwaniu informacji o organizmach, procesach lub zjawiskach za pomocą zmysłów i niekiedy określonych narzędzi, np. mikroskopu. Podczas obserwacji badacz **nie wpływa w żaden sposób** na obiekt badawczy, zjawisko czy proces. Do przykładowych badań tego typu należą: obserwacja wzrostu roślin na różnie nasłonecznionych stanowiskach, obserwacja zachowywania się saren na łące czy liczenie bocianów, które przyleciały w danym roku do danej miejscowości.



W XVII w. włoski przyrodnik Francesco Redi [wym. francesko redi] przeprowadził doświadczenie, w którym udowodnił, że larwy much nie powstają samoczynnie z gnijącego mięsa. Wykazał on, że rozwijają się one z jaj złożonych przez muchy. W słoiku zamkniętym lub zakrytym siatką, do którego muchy nie mają dostępu, larwy się nie pojawiają.

Doświadczenie to metoda naukowa, w której badacz **celowo zmienia jeden z czynników** wpływających na badany obiekt, proces lub zjawisko. Najczęściej doświadczenie jest przeprowadzane w warunkach laboratoryjnych, dzięki czemu badacz może kontrolować wszystkie istotne czynniki wpływające na obiekt badawczy. Do przykładowych doświadczeń zaliczamy: badanie zmiany właściwości fizycznych kości pod wpływem octu oraz badanie wpływu światła na intensywność fotosyntezy.

Obie metody badawcze są ze sobą powiązane. Naukowcy często najpierw przeprowadzają obserwację w warunkach naturalnych, a następnie sprawdzają za pomocą doświadczeń, czy ich wnioski dotyczące zaobserwowanego zjawiska są prawdziwe. Na przykład, gdy zaobserwują, że dany gatunek rośliny rośnie tylko w określonych miejscach, mogą sprawdzić, jakimi czynnikami jest to spowodowane.

■ Zasady przeprowadzania obserwacji i doświadczeń

Zarówno obserwacje, jak i doświadczenia muszą być przeprowadzane w kilku etapach. Powinny też zostać wielokrotnie powtórzone. Dopiero na podstawie tak uzyskanych wyników naukowcy mogą wyciągnąć odpowiednie wnioski. **Główne etapy badań to:** obserwacja, sformułowanie problemu badawczego, sformułowanie hipotezy, weryfikacja hipotezy za pomocą badań i sformułowanie wniosku. Dokładny opis każdego etapu znajdziesz na następnej stronie.

Jeżeli badania prowadzone przez wielu różnych naukowców potwierdzą tę samą hipotezę, to mogą się one przyczynić do sformułowania **teorii naukowej**. Teorią naukową nazywamy przyjęty system twierdzeń dotyczących danej dziedziny nauki. Przykładem jest teoria komórkowa, która głosi, że wszystkie organizmy są zbudowane z komórek.

■ Próba badawcza i próba kontrolna

Podczas planowania doświadczeń oraz niektórych obserwacji należy określić próbę badawczą oraz próbę kontrolną. **Próba badawcza** to zestaw doświadczalny, w którym organizm lub proces jest poddawany działaniu czynnika, którego wpływ chcemy zbadać. Natomiast **próba kontrolna** to taki sam zestaw doświadczalny jak w próbie badawczej, ale organizm lub proces nie jest w nim poddany działaniu badanego czynnika. Dzięki próbie kontrolnej można określić, czy obserwowany w próbie badawczej efekt wynika z działania badanego czynnika. Przykładowo w badaniu, czy azot ma wpływ na wzrost siewek fasoli, próbą badawczą są siewki fasoli uprawiane na podłożu z nawozem azotowym, a próbą kontrolną – siewki uprawiane bez nawozu azotowego. Wpływ azotu na wzrost siewek ustalimy po porównaniu wyników uzyskanych w obu próbach.

Próba kontrolna pozytywna i negatywna

W niektórych badaniach można zastosować dwa rodzaje prób kontrolnych. Pierwszy z nich to tzw. **próba kontrolna pozytywna**, która pokazuje, jaki będzie wynik, gdy w badaniu występuje określony czynnik. Z kolei **próba kontrolna negatywna** pokazuje, jaki będzie wynik, gdy badany czynnik nie występuje. Przykładem badań, w których można zastosować oba rodzaje prób, są badania dotyczące wykrywania związków chemicznych w produktach spożywczych.

Przykład: Wykrywanie skrobi w bulce

Problem badawczy: Czy w bulce występuje skrobia?



Próba badawcza: Rozdrobniiona bułka wymieszana z wodą destylowaną.



Próba kontrolna pozytywna: Zawiesina skrobi w wodzie destylowanej.



Próba kontrolna negatywna: Woda destylowana.

Przebieg: Do każdej próby należy dodać kilka kropli płynu Lugola, który pod wpływem skrobi zabarwi próbkę na granatowy kolor. W próbie kontrolnej pozytywnej próbka zabarwi się na granatowo, natomiast w próbie kontrolnej negatywnej próbka nie zabarwi się na granatowo.

Jakie są kolejne etapy badań naukowych?

Przeprowadzanie badań naukowych można porównać do pokonywania drogi w kilku etapach. Start następuje w wyniku zaobserwowania jakiejś intrygującej i zagadkowej sytuacji, a metą jest jej wyjaśnienie.



1 Obserwacja

Na początku drogi naukowcy zauważają nieznany organizm czy niewytłumaczony proces. Budzi to ich ciekawość i skłania do zadawania pytań.



2 Sformułowanie problemu badawczego

W **problemie badawczym** naukowcy określają **cel badania**. Zapisują go w postaci pytania lub równoważnika zdania. Problem musi się odnosić do zagadnienia, które chcą zbadać, a które wynika z ich zainteresowania jakimś obiektem czy zjawiskiem przyrodniczym.



3 Sformułowanie hipotezy

Hipoteza to przewidywany wynik doświadczenia lub obserwacji. Jest ona **przypuszczalną odpowiedzią** na sformułowany wcześniej problem badawczy. Hipotezę naukowcy formułują w postaci zdania oznajmującego, twierdzącego lub przeczącego.



4 Weryfikacja hipotezy

Weryfikacja polega na sprawdzeniu, za pomocą badania, czy hipoteza jest prawdziwa. Przed badaniem naukowcy muszą określić m.in.: obiekt badawczy, sposób przeprowadzenia badania, miejsce, czas trwania, liczbę powtórzeń oraz sposób dokumentowania wyników. W większości badań konieczne jest zastosowanie próby badawczej i próby kontrolnej.



5 Sformułowanie wniosku

Wniosek stanowi **potwierdzenie lub zaprzeczenie hipotezy**. Musi on być zgodny z uzyskanymi przez badacza wynikami obserwacji lub doświadczenia.



Dokumentowanie wyników badań

Podczas obserwacji i doświadczeń musimy stale dokumentować ich przebieg oraz zapisywać uzyskiwane wyniki np. w tabeli. Jeśli dane, które gromadzimy, mają charakter jakościowy, czyli nie możemy ich policzyć (np. kolor kwiatów, sposób zachowania badanego obiektu), możemy prowadzić dokumentację w formie rysunków, fotografii lub filmów.

■ Do czego służy tabela i jak ją wykonać?

Tabela umożliwia zestawienie i uporządkowanie dużej liczby danych zarówno jakościowych, jak i ilościowych.

Barwa i wysokość siewek fasoli w zależności od dostępu do światła

Nr próby	Barwa rośliny	Średnia wysokość [cm]
1. Doniczki umieszczone w świetle	zielona	19,2
2. Doniczki umieszczone w ciemności	żółta	30,3

Tabela powinna być opatrzona tytułem określającym jej zawartość.

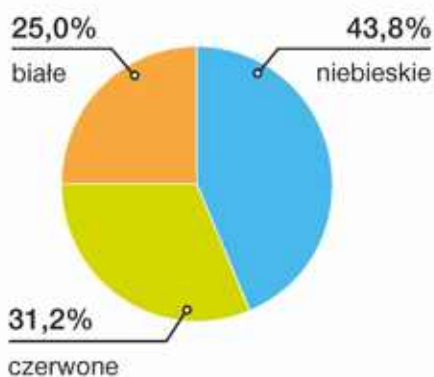
Pierwszy wiersz to nagłówek tabeli. Komórki nagłówka zawierają informacje o tym, jakie dane znajdują się w poszczególnych kolumnach.

Dane liczbowe w tabeli musimy podawać z taką samą dokładnością dla określonej jednostki. Natomiast dane jakościowe wpisujemy słownie.

■ Jak prezentować dane na wykresie?

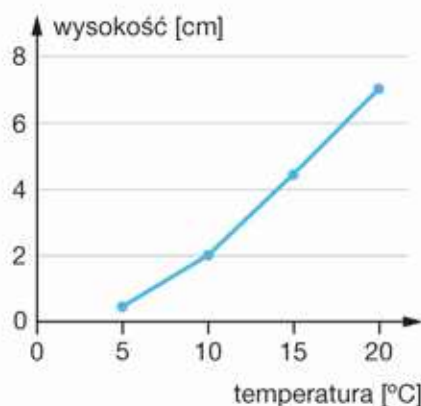
Przedstawienie wyników badania w postaci wykresu (diagramu) pomaga nam zauważyć różne zależności, tendencje zmian i różnice ilościowe, które trudno dostrzec w tabeli. Wybór formy wykresu zależy od tego, jakie dane chcemy przedstawić. Poniżej prezentujemy trzy przykłady najczęściej spotykanych form wykresów.

Udział procentowy osobników o różnych kolorach w badanej grupie



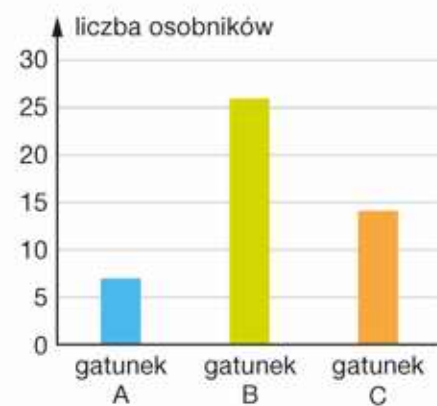
Wykres kołowy stosujemy najczęściej po to, by przedstawić procentowy udział poszczególnych elementów w określonym zbiorze.

Wysokość osobników w zależności od temperatury



Wykres liniowy stosujemy, aby pokazać zależność badanego zjawiska od danego czynnika. Pozwala on określić m.in. tendencję zmian.

Liczba osobników poszczególnych gatunków na badanym terenie



Wykres słupkowy (słupkowy) stosujemy, gdy chcemy porównać bezwzględne wartości pomiarów w różnych grupach.

■ Analiza wyników badań

Po wykonaniu badania naukowcy przeprowadzają skomplikowane analizy statystyczne uzyskanych wyników. Do tego celu wykorzystują specjalistyczne programy komputerowe. Dlaczego takie analizy są konieczne?

Badania naukowe przeprowadza się zwykle na dużych próbach i w kilku seriach powtórzeń. Im większa jest liczba prób, tym mniejsze jest ryzyko wpływu na badanie przypadkowych czynników, a co za tym idzie – uzyskany wynik jest bardziej wiarygodny. Z tego względu w badaniach przeprowadzanych przez ośrodki naukowe, np. medyczne i farmaceutyczne, liczba powtórzeń sięga

nawet kilkuset lub więcej. W konsekwencji naukowcy otrzymują wiele jednostkowych wyników, które bez rzetelnej analizy trudno byłoby zinterpretować. Ciężko byłoby również ocenić, czy otrzymane wyniki mają istotne znaczenie.

Podczas planowania badań na lekcjach biologii musisz również uwzględnić odpowiednią liczbę powtórzeń. W warunkach szkolnych dobrze jest wykonać przynajmniej trzy powtórzenia. Musisz też zaplanować sposób, w jaki udokumentujesz, przeanalizujesz i zaprezentujesz swoje wyniki. Przyda Ci się również umiejętność obliczania średniej arytmetycznej.

Krok po kroku

Jak obliczyć średnią arytmetyczną?

Średnia arytmetyczna jest jedną z podstawowych analiz statystycznych. Pozwala ona np. porównać średnie wartości wyników uzyskanych w próbie badawczej i próbie kontrolnej. Obliczysz ją ze wzoru:

$$\text{średnia arytmetyczna} = \frac{\text{suma wyników}}{\text{liczba wyników}}$$

- 1** Zapisz wszystkie wyniki uzyskane w danej próbie badawczej i próbie kontrolnej.

Nr pomiaru	Próba badawcza	Próba kontrolna
1.	27,5	15,3
2.	32,0	17,8
3.	24,5	28,0
4.	36,1	20,2
5.	33,1	16,7
6.	28,4	17,4

- 2** Oblicz sumę wyników w każdej próbie.

Próba badawcza:

$$27,5 + 32,0 + 24,5 + 36,1 + 33,1 + 28,4 = 181,6$$

Próba kontrolna:

$$15,3 + 17,8 + 28,0 + 20,2 + 16,7 + 17,4 = 115,4$$

- 3** Podziel uzyskany wynik dodawania przez liczbę wyników w danej próbie.

W podanym przykładzie w każdej próbie było 6 pomiarów, więc uzyskane sumy podziel przez 6:

Próba badawcza:

$$181,6 : 6 = 30,3$$

Próba kontrolna:

$$115,4 : 6 = 19,2$$

- 4** Na koniec porównaj średnie arytmetyczne obu prób. Jak widzisz, łatwiej jest porównać uśrednione wyniki niż pojedyncze rezultaty.

Krok po kroku

Jak przeprowadzić doświadczenie?

Założmy, że przy robieniu sałatki owocowej zaciekało Cię, że owoce, które zostały skropione sokiem z cytryny, nie ściemniały. Jak za pomocą doświadczenia sprawdzisz, czy związki zawarte w soku z cytryny hamują ciemnienie owoców? Postępuj według poniższych wskazówek.

1 Sformułuj problem badawczy.

Problem badawczy powinien określać cel badania, czyli zagadnienie, które chcesz wyjaśnić dzięki doświadczeniu. Możesz go zapisać w formie pytania lub równoważnika zdania. Na przykład:

- Czy związki zawarte w soku z cytryny hamują proces ciemnienia jabłek?
- Wpływ soku z cytryny na proces ciemnienia jabłek.

2 Postaw hipotezę.

Hipoteza powinna być odpowiedzią na pytanie zawarte w problemie badawczym. Formułujesz ją na podstawie swojej dotychczasowej wiedzy, przed wykonaniem badania, dlatego jest ona tylko przypuszczalną odpowiedzią i może okazać się nieprawdziwa. Zwróć uwagę, że hipoteza powinna wprost odnosić się do problemu badawczego i być wyrażona w postaci zdania oznajmującego. Na przykład:

Związki zawarte w soku z cytryny hamują proces ciemnienia jabłek.

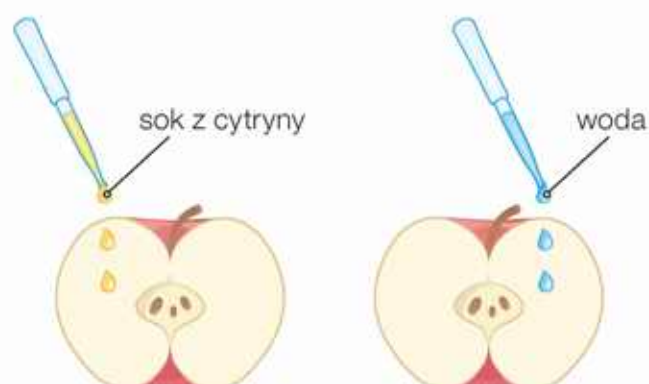
3 Sprawdź hipotezę.

Sprawdź prawdziwość hipotezy. Zaplanuj badanie. Określ, jak będzie wyglądała próba badawcza, a jak – próba kontrolna. Zastanów się, czego będziesz potrzebować do przeprowadzenia badania. Zaplanuj czas jego wykonania, liczbę powtórzeń oraz sposób dokumentowania wyników. Przykładowy opis doświadczenia:

Potrzebne materiały: pięć jabłek, nóż, woda, sok z cytryny, pipeta.

Próba badawcza: część jabłka skropiona sokiem z cytryny.

Próba kontrolna: część jabłka skropiona wodą.



Próba badawcza.

Próba kontrolna.

Przebieg doświadczenia:

Przetnij każde jabłko na pół. Jedną część każdej połówki skrop wodą, drugą – taką samą ilością soku z cytryny. W ten sposób otrzymasz 10 prób badawczych i 10 prób kontrolnych. Pozostaw próby na 20 min.

Wynik:

Porównaj próby po upływie 20 min. Sprawdź, czy wynik jest taki sam dla wszystkich prób badawczych (np. części skropione sokiem z cytryny nie ściemniały) i wszystkich prób kontrolnych (np. części skropione wodą ściemniały). Jeżeli wyniki różnią się, zapisz je np. w tabeli. Wyniki możesz też udokumentować na przykład w postaci zdjęcia.



4 Sformułuj wniosek.

Na podstawie dokonanego porównania sformułuj wniosek z doświadczenia. Na przykład:

Związki zawarte w soku z cytryny hamują proces ciemnienia jabłek.

Uwaga: Hipoteza może brzmieć podobnie, a nawet identycznie jak wniosek. Co je od siebie odróżnia? Głównie to, że hipotezę formułujemy przed wykonaniem badania, a wniosek – po przeprowadzonym badaniu. Wniosek jest więc potwierdzeniem lub zaprzeczeniem hipotezy.

Hipoteza, która ratuje życie

Bliżej życia

W XIX w. lekarze sądzili, że choroby zakaźne są wywołane przez odór (przykry zapach) obecny w powietrzu, a nie przez mikroorganizmy chorobotwórcze przenoszone np. na rękach. Związek między czystością rąk a zakażeniami jako jeden z pierwszych zbadał wiedeński lekarz Ignaz Semmelweis [wym. ignac zemelwejs]. Zainteresował się on przypadkiem lekarza, który w wyniku zranienia skalpelem umarł z objawami gorączki poporodowej. Semmelweis wysunął hipotezę, że lekarze i studenci w czasie przyjmowania porodu przenoszą na nieumytych dłoniach zarazki, co może spowodować chorobę u kolejnych rodzących. Aby sprawdzić prawdziwość swoich przypuszczeń, zaczął zalecać personelowi medycznemu mycie rąk specjalnie przygotowanym roztworem. Dzięki temu śmiertelność wśród jego pacjentek wyraźnie zmalała. Semmelweis powtórzył wielokrotnie swoje doświadczenie i zawsze otrzymywał ten sam wynik. Mimo to inni lekarze toczyli z nim spór i przez długi czas uznawali go za szaleńca.

Obecnie mycie rąk przed zabiegiem medycznym oraz stosowanie jednorazowych rękawiczek i igieł jest czymś oczywistym.



W skrócie

- Podstawowymi metodami badawczymi, będącymi **źródłami danych naukowych**, są **obserwacja** i **doświadczenie**.
- Badania biologiczne przeprowadza się w pięciu etapach, które obejmują: **zaobserwowanie** np. interesującego zjawiska, sformułowanie **problemu badawczego**, postawienie **hipotezy**, **weryfikację hipotezy** oraz wysnucie **wniosku**. W badaniach zwykle uwzględnia się **próbę badawczą** i **próbę kontrolną**.
- **Próba badawcza** to zestaw doświadczalny, w którym organizm lub proces jest poddawany działaniu czynnika, którego wpływ chcemy zbadać. **Próba kontrolna** to taki sam zestaw doświadczalny jak w próbie badawczej, ale organizm lub proces nie jest w nim poddany działaniu badanego czynnika.
- Jeżeli wielu różnych naukowców pracujących niezależnie od siebie potwierdzi tę samą hipotezę, może to doprowadzić do sformułowania **teorii naukowej**.

Polecenia kontrolne

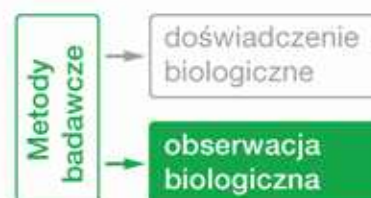
1. Wyjaśnij, czym obserwacja różni się od doświadczenia.
2. Wyjaśnij, w jakim celu podczas doświadczenia stosuje się próbę kontrolną.
3. Podaj trzy przykłady obserwacji i doświadczeń przeprowadzonych przez Ciebie w życiu codziennym.
4. Zaplanuj doświadczenie mające na celu zbadanie wpływu światła na wzrost rzeżuchy.
Uwzględnij próbę badawczą i próbę kontrolną.

1.3.

Obserwacje biologiczne

Zwróć uwagę na:

- podział obserwacji na makroskopowe i mikroskopowe,
- zasady przeprowadzania obserwacji makroskopowych,
- zastosowanie mikroskopów i sposób przeprowadzania obserwacji mikroskopowych.



Szczególną cechą naszego gatunku jest potrzeba i umiejętność przeprowadzania obserwacji, a następnie wyciągania z nich wniosków. Obserwacja jest również podstawową metodą wykorzystywaną przez biologów do poznawania świata organizmów.

■ Obserwacja jako metoda naukowa

Jak wiesz z poprzedniego tematu, obserwacja to metoda badawcza, którą przeprowadzamy według ustalonego schematu. Najpierw musimy określić jej cel, czyli sformułować problem badawczy oraz hipotezę. Następnie musimy wybrać obiekt i ustalić sposób przeprowadzenia badań oraz zapisywania wyników.

Gdzie możemy przeprowadzać obserwacje? Przede wszystkim w **naturalnym środowisku**, w którym żyje interesujący nas obiekt (np. obserwacja gatunków owadów zapylających określony gatunek kwiatów na łące). Badanie może się też odbywać w **sztucznych warunkach**, m.in. w laboratorium czy w klasie w szkole (np. obserwacja rozwoju siewki fasoli lub zachowania ryb w akwarium).

Niekiedy ważne jest **określenie czasu**, w którym obserwacja powinna zostać przeprowadzona. Tak jest np. w wypadku obserwacji zachowań godowych wybranych gatunków zwierząt.

Podczas obserwacji musimy przede wszystkim pamiętać o tym, aby w żaden sposób **nie wpływać na obserwowany obiekt**.

Czy wiesz, że...

Jednym z miejsc, w których codziennie przeprowadzamy obserwacje, jest nasz dom. Domowym sposobem możemy np. sprawdzić, czy jaja kurze są świeże. W tym celu musimy włożyć jaja do garnka i zalać je wodą. Jeśli któreś jajko wypłynie na powierzchnię, będzie to znaczyć, że jest nieświeże.



? Pomyśl

Sprawdź w dostępnych źródłach, z jakiego powodu nieświeże jaja unoszą się na wodzie.

■ Obserwacje makro- i mikroskopowe

Najczęściej przeprowadzamy **obserwacje makroskopowe**. Dotyczą one dużych obiektów, które możemy zobaczyć gołym okiem lub za pomocą lornetki albo lupy.

Wiele obserwacji biologicznych dotyczy jednak obiektów o bardzo małych rozmiarach, takich jak wirusy, bakterie, pojedyncze komórki, np. czerwone krwinki, czy organelle komórkowe. Takie obserwacje nazywamy **obserwacjami mikroskopowymi**, a do ich przeprowadzania wykorzystujemy mikroskop. W ten sposób obserwujemy obiekty mniejsze niż 0,01 mm, ponieważ tyle w przybliżeniu wynosi **zdolność rozdzielcza**¹ ludzkiego oka. W badaniach biologicznych stosuje się m.in. mikroskopy optyczne i mikroskopy elektronowe.

¹ Zdolność rozdzielcza – najmniejsza odległość między dwoma punktami, przy której są one widziane jako oddzielne punkty, a nie jako jeden punkt.

Krok po kroku

Jak przeprowadzić obserwację dotyczącą częstości występowania danej cechy?

Dzięki obserwacjom możesz m.in. określić częstość, z jaką dana cecha występuje w grupie badanych obiektów. Na przykład, jeżeli zaciekało Cię, że podczas zajęć z mikroskopowania niektóre osoby patrzą przez mikroskop prawym okiem, a niektóre – lewym, możesz sprawdzić, które oko częściej jest okiem dominującym wśród Twoich kolegów i koleżanek. Oko dominujące to oko, które głównie odpowiada za widziany przez nas obraz. Wybieramy je również spontanicznie, kiedy chcemy np. zajrzeć przez dziurkę od klucza. Przeprowadź obserwację w opisany niżej sposób.

1 Sformułuj problem badawczy.

Określ cel badania – zapisz go w formie pytania lub równoważnika zdania. Na przykład:

- Które oko częściej dominuje w badanej grupie uczniów?
- Częstość dominacji oka lewego lub prawego w badanej grupie uczniów.

2 Postaw hipotezę.

Pamiętaj, że hipoteza powinna wprost odnosić się do problemu badawczego i być wyrażona w postaci zdania oznajmującego. Na przykład:

W badanej grupie uczniów częściej dominuje oko prawe.

3 Sprawdź hipotezę.

Sprawdź, czy hipoteza jest prawdziwa, czy fałszywa. W tym celu przeprowadź badanie na wszystkich uczniach w klasie.

Przebieg badania:

W odległości ok. 3 m od ściany postaw krzesło. Poproś pierwszą osobę, aby wykonała poniższe czynności:

1. Usiadła na krześle.
2. Patrzyła na określony przedmiot umieszczony na ścianie, np. na włącznik światła.
3. Podniosła w górę palec i ustawiła go w jednej linii z obserwowanym przedmiotem.

4. Zakryła dłonią prawe oko, a następnie lewe oko.

5. Określiła, po zasłonięciu którego oka ma wrażenie, że palec się przesunął. Będzie to oko dominujące.

W ten sam sposób przeprowadź badanie z pozostałymi osobami. Następnie zapisz ich odpowiedzi w postaci tabeli. Na tej podstawie wykonaj wykres kolumnowy. Pozwoli Ci on porównać liczbę osób, u których dominowało oko prawe, z liczbą osób, u których dominowało oko lewe.



Jeżeli patrzymy okiem dominującym, widzimy, że palec wskazuje wybrany obiekt.



Jeżeli oko dominujące jest zakryte i patrzymy drugim okiem, palec jest przesunięty w bok.

Wynik:

Przykładowa tabela. Symbolem „X” oznaczono dominujące oko.

Badana osoba	Dominujące oko prawe	Dominujące oko lewe
1.	X	
2.		X
3.	X	
4.	X	

4 Sformułuj wniosek.

Pamiętaj, że wniosek powinien być potwierdzeniem lub zaprzeczeniem hipotezy. Na przykład:

Okiem, które częściej dominuje w badanej grupie uczniów, jest oko prawe.

Jak możemy zobaczyć „niewidzialne”?

Gołym okiem nie jesteśmy w stanie zobaczyć tak małych obiektów, jak komórki glonów, komórki naskórka czy bakterie. Do tego celu musimy używać mikroskopów, których zdolność rozdzielcza jest znacznie większa od zdolności rozdzielczej ludzkiego oka.

■ Oko człowieka

Za pomocą wzroku możemy obserwować obiekty o rozmiarach większych niż 0,01 mm, takie jak pręciki kwiatów pokryte pomarańczowym pyłkiem.



■ Mikroskop optyczny

Za pomocą mikroskopu optycznego możemy obserwować struktury, których nie widzimy gołym okiem. Najlepsze mikroskopy tego typu pozwalają powiększyć obraz obiektów ok. 1000 razy. Dzięki nim możemy obserwować np. budowę wewnętrzną pręcików i pojedyncze ziarna pyłku.



■ Mikroskop elektronowy

Mikroskop elektronowy umożliwia powiększenie obrazu do 1 000 000 razy. Dzięki temu możemy np. zobaczyć szczegóły budowy ziarna pyłku lub porównać pyłki różnych kwiatów. Wyróżniamy dwa rodzaje tego typu mikroskopów:

- **skaningowy mikroskop elektronowy** (ang. Scanning Electron Microscope – **SEM**) – powstający obraz jest trójwymiarowy,
- **transmisyjny mikroskop elektronowy** (ang. Transmission Electron Microscope – **TEM**) – powstający obraz jest dwuwymiarowy.



Zasady mikroskopowania i budowa mikroskopu optycznego

W szkole do przeprowadzania obserwacji mikroskopowych używasz mikroskopu optycznego. To mikroskop, w którym do uzyskania obrazu jest potrzebne światło. Przechodzi ono przez obserwowany obiekt oraz przez układ soczewek, które je załamują. Dzięki temu widzisz powiększony obraz obiektu. Czy pamiętasz, jak jest zbudowany mikroskop optyczny i według jakich zasad się z niego korzysta?

■ Budowa mikroskopu

Elementy mechaniczne:

- tubus
- rewolwer
- stolik
- śruba makrometryczna
- śruba mikrometryczna

Elementy optyczne:

- okular
- obiektyw
- kondensor
- źródło światła



Dawne mikroskopy

Pierwsze mikroskopy znacznie różniły się wyglądem od tych, które znajdują się w pracowni biologicznej. Na zdjęciu obok możesz zobaczyć mikroskop z XVI w. Był on niewielki (miał ok. 5 cm długości) i przykładano się go bezpośrednio do oka. Mikroskop ten umożliwiał powiększenie obrazu obiektu ponad 200 razy.



■ Zasady mikroskopowania

1. Wyczyść części optyczne mikroskopu miękką szmatką.
2. Ustaw rewolwer tak, aby nad stolikiem znajdował się obiektyw o najmniejszym powiększeniu.
3. Włącz światło w mikroskopie lub ustaw odpowiednio lustro, aby przez okular zobaczyć jasne pole.
4. Połóż preparat na stoliku w taki sposób, żeby znalazł się pod soczewką obiektywu.
5. Obserwuj obraz przez okular i nastawiaj ostrość za pomocą śruby makrometrycznej, aż zobaczysz obiekt swojej obserwacji.
6. Wyreguluj ostrość śrubą mikrometryczną.
7. Zmień obiektyw na taki, który ma większe powiększenie. Wyreguluj ostrość obrazu.
8. Oblicz powiększenie, pod jakim oglądasz preparat.

$$\text{powiększenie obserwowanego obiektu} = \text{powiększenie okularu} \times \text{powiększenie obiektywu}$$
9. Po zakończeniu obserwacji ustaw rewolwer w takiej pozycji, aby nad stolikiem znajdował się obiektyw o najmniejszym powiększeniu. Wyłącz źródło światła, wytrzymaj miękką ściereczką części optyczne mikroskopu i odstaw go w bezpieczne miejsce.

❓ Pomyśl

Okular mikroskopu powiększa obraz 10 razy. Jakiego obiektywu musisz użyć, aby obejrzeć komórki swojego naskórka powiększone 400 razy?

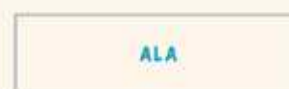
Po co przeprowadzamy obserwacje mikroskopowe?

Obserwacje mikroskopowe możemy przeprowadzać w różnych celach. Dzięki nim możemy m.in. znaleźć odpowiedź na określone pytanie (np. Czy w komórkach bulw ziemniaka jest gromadzona skrobia?). Najczęściej jednak obserwacje mikroskopowe pomagają poznać szczegóły budowy badanych obiektów, np. włosa.

Obserwacja 1. Cechy obrazu mikroskopowego

Jest to przykład obserwacji, w której chcemy wyjaśnić określony problem badawczy.

- **Problem badawczy:** Jakie cechy ma obraz obiektu obserwowanego pod mikroskopem?
- **Hipoteza:** Obraz obiektu obserwowanego pod mikroskopem jest powiększony i odwrócony.
- **Przebieg obserwacji:** Napisz swoje imię markerem na szkiełku podstawowym. Następnie przeprowadź obserwację mikroskopową zgodnie z zasadami zamieszczonymi na poprzedniej stronie.
- **Wynik obserwacji:** Zwróć uwagę na orientację i wielkość liter w obserwowanym wyrazie.
- **Wniosek:** Obraz spod mikroskopu jest odwrócony i powiększony.



Rzeczywisty wygląd obiektu.

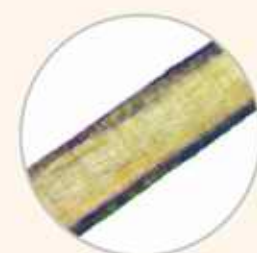


Wygląd obiektu widziany w okularze mikroskopu.

Obserwacja 2. Budowa ludzkiego włosa

Jest to przykład obserwacji, której celem jest określenie szczegółów wyglądu badanego obiektu.

- 1 Przygotuj samodzielnie preparat z ludzkiego włosa. W tym celu na szkiełku podstawowym w kropli wody umieść fragment włosa, np. jego nasadę. Następnie przykryj go szkiełkiem nakrywkowym.
- 2 Przeprowadź obserwację mikroskopową zgodnie z opisanymi wcześniej zasadami.
- 3 Udokumentuj wynik swojej obserwacji za pomocą odpowiedniego opisu oraz rysunku lub zdjęcia.



Obraz włosa spod mikroskopu świetlnego.

Obserwacja 3. Obserwacja okrzemek występujących na ściankach akwarium

Mikroskopy optyczne umożliwiają też obserwację żywych obiektów, np. okrzemek – jednokomórkowych protistów.

- 1 Zdrap nożykiem niewielką ilość nalotu ze ścianek akwarium. Umieść nalot w kropli wody na szkiełku podstawowym. Następnie przykryj go szkiełkiem nakrywkowym.
- 2 Przeprowadź obserwację mikroskopową zgodnie z opisanymi zasadami.
- 3 Narysuj zaobserwowane organizmy lub wykonaj zdjęcie.

Jak przygotować dokumentację obserwacji mikroskopowej?

Bardzo istotnym elementem obserwacji jako metody badawczej jest sporządzenie odpowiedniej dokumentacji. W przypadku mikroskopowania dokumentujemy badanie za pomocą rysunków lub fotografii.

O czym trzeba pamiętać podczas wykonywania rysunku?

- Rysunki wykonuj ołówkiem.
- Staraj się jak najwierniej przedstawić obiekt, który widzisz przez okular (niekiedy możesz zastosować pewne uproszczenia, np. nie rysować wszystkich widocznych komórek, a jedynie kilka wybranych lub jedną komórkę).
- Zamieść przy rysunku tytuł, opis oraz informację o tym, ile razy obraz obiektu został powiększony.



W jaki sposób wykonać zdjęcie obrazu spod mikroskopu?

Do wykonania zdjęcia obiektu oglądanego za pomocą mikroskopu możesz wykorzystać aparat fotograficzny z telefonu komórkowego lub smartfona. Przybliż obiektyw aparatu telefonu do okularu i ustaw obraz tak, aby obiekt był widoczny na ekranie telefonu. Wtedy zrób zdjęcie.



W skrócie

- **Obserwacje makroskopowe** to obserwacje dużych obiektów – powyżej 0,01 mm. **Obserwacje mikroskopowe** dotyczą obiektów o rozmiarach poniżej 0,01 mm, czyli takich, których nie możemy dostrzec gołym okiem. Do ich przeprowadzania używamy mikroskopów.
- Najlepsze mikroskopy optyczne pozwalają na ok. 1000-krotne powiększenie obrazu obserwowanych obiektów. Za ich pomocą możemy obserwować np. bakterie, pojedyncze komórki lub niektóre organelle komórkowe.
- Mikroskopy elektronowe umożliwiają powiększenie obrazu do 1 000 000 razy. Możemy dzięki nim obserwować np. wirusy, cząsteczki związków chemicznych (m.in. białek) i organelle komórkowe.
- Obserwacje przeprowadzamy zgodnie z planem, który powinien uwzględniać: **problem badawczy, hipotezę, weryfikację hipotezy, zebranie wyników i wyciągnięcie wniosków.**
- **Dokumentacja** obserwacji mikroskopowej często ma postać rysunku lub fotografii.

Polecenia kontrolne

1. Zaplanuj dowolnie wybraną obserwację makroskopową. Zastosuj elementy metody naukowej.
2. Oblicz, pod jakim powiększeniem uczeń obserwował liść moczarki kanadyjskiej, jeżeli zastosował okular o 10-krotnym powiększeniu i obiektyw o 5-krotnym powiększeniu.
3. Na podstawie dostępnych źródeł informacji podaj przykład zastosowania mikroskopów w diagnostyce chorób.

Podsumowanie



1 Biologia – nauka, która zajmuje się budową, czynnościami życiowymi i funkcjonowaniem organizmów w środowisku. Do jej zadań należy również badanie pokrewieństwa i klasyfikowanie organizmów.

2 Cechy organizmów:

- są zbudowane z komórek;
- wykonują czynności życiowe, takie jak odżywianie się, oddychanie, wydalanie, ruch, reakcja na bodźce, rozmnażanie się, wzrost i rozwój;
- mają materiał genetyczny w postaci DNA. Zawiera on informacje o białkach i RNA;
- przekazują organizmom potomnym cechy w postaci genów;
- podlegają ewolucji, która dokonuje się przez zmiany, czyli mutacje w DNA;
- mają zdolność do utrzymywania homeostazy.

3 Zastosowanie odkryć biologicznych w różnych dziedzinach życia

Dziedziny	Przykłady zastosowania odkryć biologicznych
Medycyna i farmakologia	do produkcji szczepionek i antybiotyków
Ochrona środowiska	do oczyszczania ścieków
Psychologia i pedagogika	do opracowywania nowych metod edukacyjnych
Leśnictwo, ogrodnictwo i rolnictwo	do tworzenia nowych odmian roślin i zwierząt
Przemysł środków czystości i kosmetyków	do produkcji detergentów i kosmetyków, np. kremów, perfum

4 Różnice między doświadczeniem a obserwacją

Doświadczenie	Obserwacja
Metoda naukowa, w której badacz celowo zmienia jeden z czynników wpływających na badany obiekt, proces lub zjawisko.	Metoda naukowa, w której badacz w żaden sposób nie wpływa na badany obiekt czy zjawisko.

5 Rodzaje prób w badaniach biologicznych

Próba badawcza	Próba kontrolna
Jest to zestaw doświadczalny, w którym organizm lub proces jest poddany działaniu badanego czynnika.	Jest to taki sam zestaw doświadczalny jak w próbie badawczej, ale organizm lub proces nie jest w nim poddany działaniu badanego czynnika. Służy do określenia, czy obserwowany w próbie badawczej efekt wynika z działania badanego czynnika.

6 Etapy prowadzenia badań biologicznych

Etap badań biologicznych	Opis
1. Obserwacja	- To zauważenie obiektów, zjawisk lub procesów, które wzbudzają naszą ciekawość i skłaniają do zadawania pytań. - Przykład: Rośliny lepiej rosną, jeśli są podlewane wodą z dodatkiem nawozu azotowego.
2. Sformułowanie problemu badawczego	- Polega na określeniu celu badania. Najczęściej zapisuje się go w postaci pytania lub równoważnika zdania. - Przykład: Wpływ nawozu azotowego na wzrost siewek fasoli.
3. Sformułowanie hipotezy	Hipoteza to przewidywany wynik doświadczenia lub obserwacji. Stanowi przypuszczalną odpowiedź na określony wcześniej problem badawczy. - Przykład: Dodanie nawozu azotowego przyspiesza wzrost siewek fasoli.
4. Weryfikacja hipotezy	- Polega na sprawdzeniu, czy hipoteza jest prawdziwa. Podczas tego etapu przeprowadza się obserwację lub doświadczenie. W przypadku doświadczenia i niektórych obserwacji należy uwzględnić próbę badawczą i próbę kontrolną. - Przykład: Próba badawcza: 20 doniczek z siewkami fasoli podlewanymi wodą z dodatkiem nawozu azotowego. Próba kontrolna: 20 doniczek z siewkami fasoli podlewanymi wodą.
5. Sformułowanie wniosku	Wniosek to potwierdzenie lub odrzucenie hipotezy. Zależy on od wyniku uzyskanego w czasie doświadczenia. Jeżeli hipoteza została odrzucona, konieczne jest sformułowanie nowej hipotezy i powtórzenie badań. - Przykład: Wynik: Średnia wysokość siewek fasoli z prób badawczych była większa niż średnia wysokość siewek fasoli z prób kontrolnych. Wniosek: Dodanie nawozu azotowego przyspiesza wzrost siewek fasoli.

7 Rodzaje obserwacji biologicznych ze względu na wielkość obiektu



8 Obliczanie powiększenia obrazu w mikroskopie optycznym

powiększenie obserwowanego obiektu = powiększenie okularu x powiększenie obiektywu

9 Przygotowanie preparatu mikroskopowego

1. Wyczyść szkiełko podstawowe i szkiełko nakrywkowe.
2. Nanieś zakraplaczem kroplę wody na szkiełko podstawowe.
3. Przygotuj obiekt do obserwacji przy użyciu pęsety i igły preparacyjnej.
4. Połóż obiekt w kropli wody na szkiełku podstawowym.
5. Nakryj przygotowany obiekt szkiełkiem nakrywkowym.
6. Umieść preparat na stoliku mikroskopu.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE



1 Podaj trzy cechy, które są charakterystyczne dla wszystkich organizmów. (3 p.)

2 Marcin przeczytał na stronie internetowej informację dotyczącą odkrycia nowych genów, których występowanie zwiększa ryzyko zachorowania na raka piersi. Podaj trzy wskazówki, które pozwolą Marcinowi zweryfikować wiarygodność tej informacji. (3 p.)

3 Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (3 p.)

1.	W czasie doświadczenia celowo zmienia się jeden z czynników wpływających na badany obiekt lub zjawisko.	P	F
2.	Obserwacje najczęściej przeprowadza się w laboratoriach, ponieważ można tam w pełni kontrolować warunki badawcze.	P	F
3.	Próba kontrolna pozwala sprawdzić, czy zmiany w próbie badawczej zostały wywołane działaniem badanego czynnika.	P	F

4 Uczniowie chcieli sprawdzić, czy kierunek padania światła ma wpływ na wzrost pelargonii. Przygotowali próbę badawczą, w której rośliny były oświetlane z prawej strony. W próbie kontrolnej rośliny były oświetlane z góry. Zaproponuj i zapisz w zeszycie problem badawczy oraz hipotezę do przedstawionego doświadczenia. (2 p.)

5 Oceń, które z opisanych badań to obserwacje, a które – doświadczenia. Wybierz O, jeśli zdanie dotyczy obserwacji, lub D, jeśli dotyczy doświadczenia. Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (4 p.)

1.	Badanie wpływu soli występującej w glebie na wzrost fasoli.	O	D
2.	Sprawdzanie liczby jaj w gniazdach bocianów w danej miejscowości.	O	D
3.	Badanie, jaki wpływ na pęcznienie nasion mają różne rodzaje materiału zapasowego.	O	D
4.	Liczenie osobników poszczególnych gatunków drzew w parku.	O	D

6 Podaj, jakiego rodzaju obserwacji – makroskopowej czy mikroskopowej – dotyczą poniższe opisy. Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (4 p.)

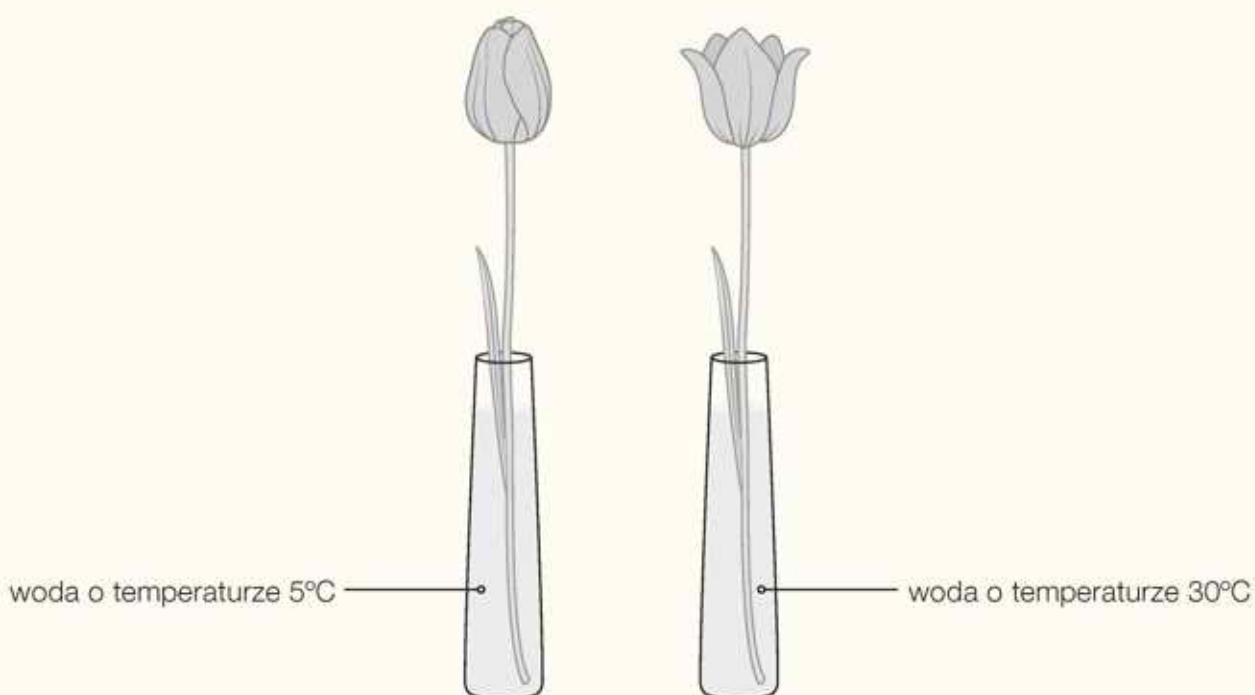
- A. Ornitolodzy obserwowali żurawie na łące.
- B. Laboranci oglądali komórki bakterii przez mikroskop optyczny.
- C. Uczniowie przyglądali się ruchom podgardla żaby trawnej.
- D. Naukowcy obserwowali szczegółową budowę ludzkiego włosa.

- 7** Uczeń obserwował protisty pod mikroskopem. Ile razy powiększył obraz, jeżeli zastosował okular o 10-krotnym powiększeniu i obiektyw o 20-krotnym powiększeniu? Wskaż poprawne dokończenie zdania. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

Uczeń powiększył obraz

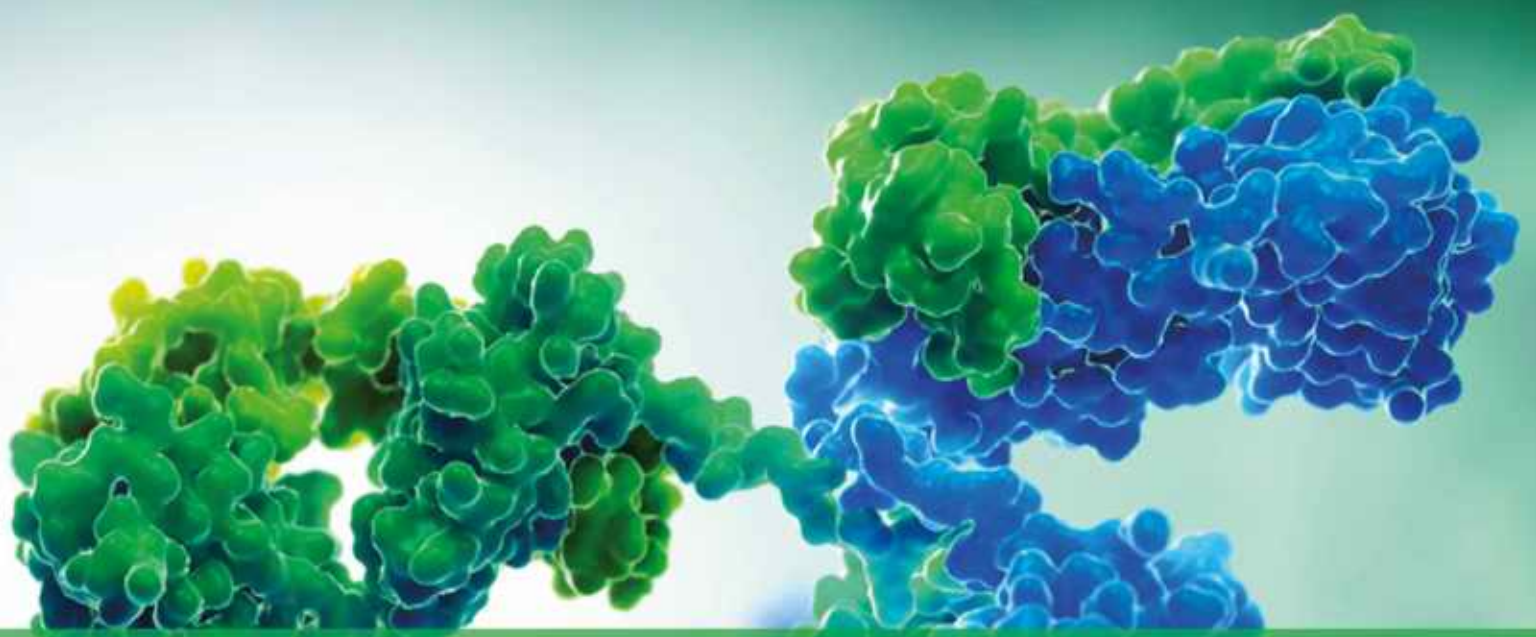
- A. 20 razy.
- B. 200 razy.
- C. 2 000 razy.
- D. 20 000 razy.

- 8** Uczniowie przeprowadzili doświadczenie, w którym sprawdzali wpływ temperatury wody w wazonie na otwieranie i zamykanie się kwiatów tulipana. Na rysunku przedstawiono wyniki otrzymane w próbach badawczych. Zaproponuj i zapisz w zeszycie: problem badawczy, hipotezę oraz wniosek do przedstawionego doświadczenia. (3 p.)



- 9** W tabeli zestawiono informacje dotyczące liczby osobników dwóch gatunków płazów występujących na badanym odcinku drogi w określonych dniach. Przedstaw dane z tabeli w postaci wykresu liniowego. Wykres wykonaj w zeszycie. (1 p.)

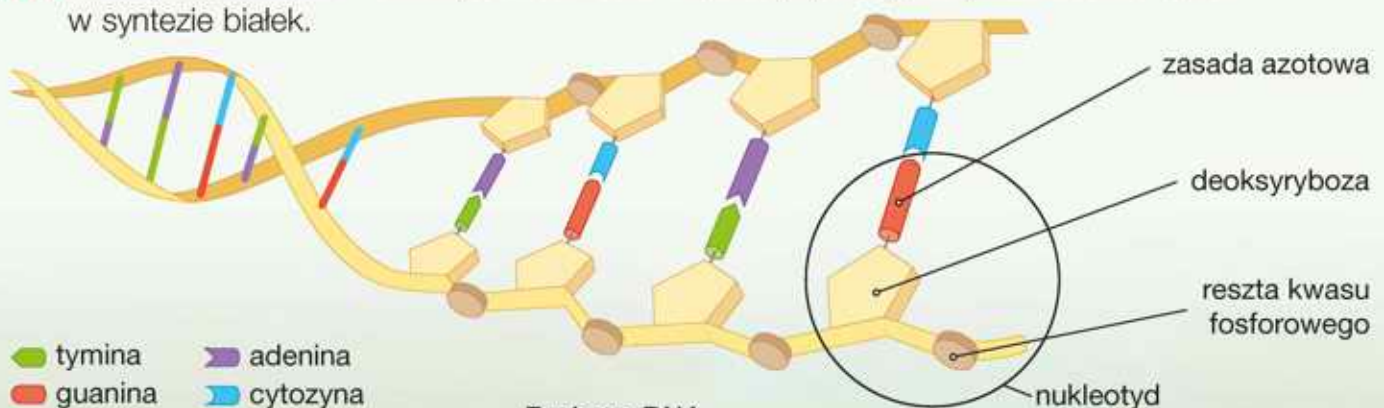
Data	Żaba trawna	Ropucha szara
10.03.2019	9	31
15.03.2019	25	25
20.03.2019	16	28
25.03.2019	18	22
30.03.2019	8	16
04.04.2019	2	7
09.04.2019	0	10



2. Chemiczne podstawy życia

To było w szkole podstawowej!

- ✓ **Woda** – stanowi środowisko, w którym w organizmach zachodzą wszystkie reakcje chemiczne, transportuje substancje i jest środowiskiem życia wielu gatunków. Wraz z wodą są też usuwane szkodliwe i niepotrzebne związki.
- ✓ **Sole mineralne** – pełnią funkcję budulcową i są źródłem pierwiastków, które regulują pracę organizmu.
- ✓ **Węglowodany** – dostarczają energii, są materiałem zapasowym i budulcowym organizmów.
- ✓ **Białka** – pełnią funkcje enzymatyczne, regulatorowe, strukturalne i zapasowe (u roślin).
- ✓ **Tłuszcze** – są materiałem zapasowym, stanowią warstwę ochronną, dostarczają energii.
- ✓ **Kwasy nukleinowe** – DNA jest nośnikiem informacji genetycznej, RNA bierze udział w syntezie białek.



Budowa DNA.

2.1.

Skład chemiczny organizmów. Makro- i mikroelementy

Zwróć uwagę na:

- związki organiczne i nieorganiczne występujące w organizmach,
- przykłady makro- i mikroelementów,
- znaczenie makroelementów, w tym pierwiastków biogennych,
- znaczenie wybranych mikroelementów.

Na kilku najbliższych lekcjach biologii będziesz się uczyć o pierwiastkach i związkach chemicznych występujących w organizmach. Wiedza ta pomoże Ci zrozumieć, z czego są zbudowane i jak funkcjonują komórki oraz całe organizmy.

■ Pierwiastki – podstawowe składniki chemiczne organizmu

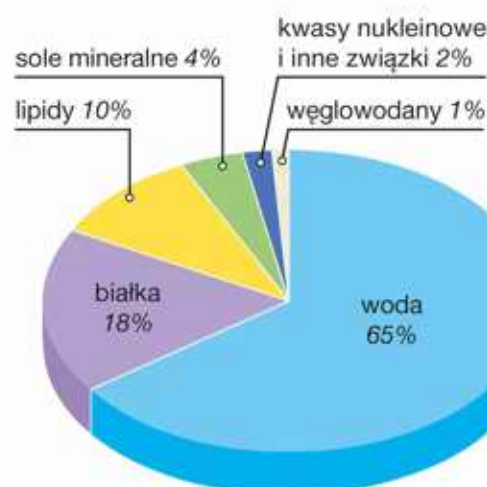
Podstawowymi składnikami chemicznymi każdego organizmu są **pierwiastki chemiczne**. Łączą się one w związki chemiczne lub występują w postaci jonów – taką postać mają np. pierwiastki, które tworzą rozpuszczalne w wodzie sole, m.in. chlorek sodu (NaCl).

Wśród związków chemicznych występujących w organizmach wyróżniamy:

- ▶ **związki organiczne**, do których należą m.in. białka, lipidy, węglowodany i kwasy nukleinowe;

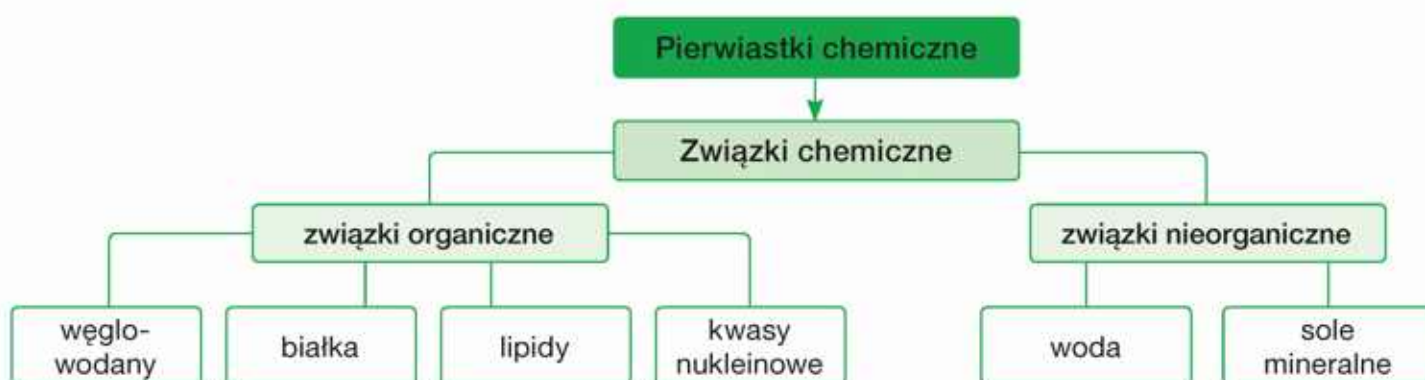
- ▶ **związki nieorganiczne**, do których należą m.in. woda i sole mineralne.

W organizmach związki organiczne i nieorganiczne występują w różnych ilościach. Ich zawartość w organizmie człowieka możesz prześledzić na poniższym wykresie.



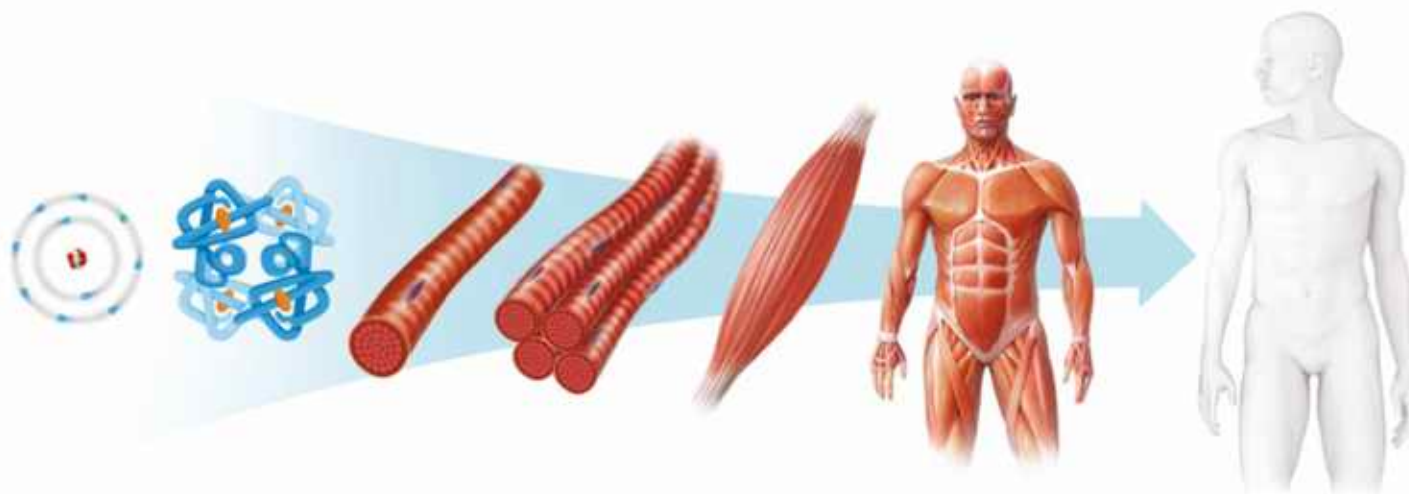
Procentowa zawartość związków chemicznych w organizmie człowieka.

Składniki chemiczne organizmów



Hierarchiczna budowa organizmów

Pierwiastki to podstawowe elementy budujące organizm. Łączą się one w **związki chemiczne**, np. białka, które budują składniki **komórki**. Komórki tworzą **tkanki**. Z tkanek powstają **narządy**. Współpracujące ze sobą **układy narządów** tworzą **organizm**.



Na ilustracji pokazaliśmy hierarchiczną budowę organizmów na przykładzie człowieka.

■ Podział pierwiastków na makro- i mikroelementy

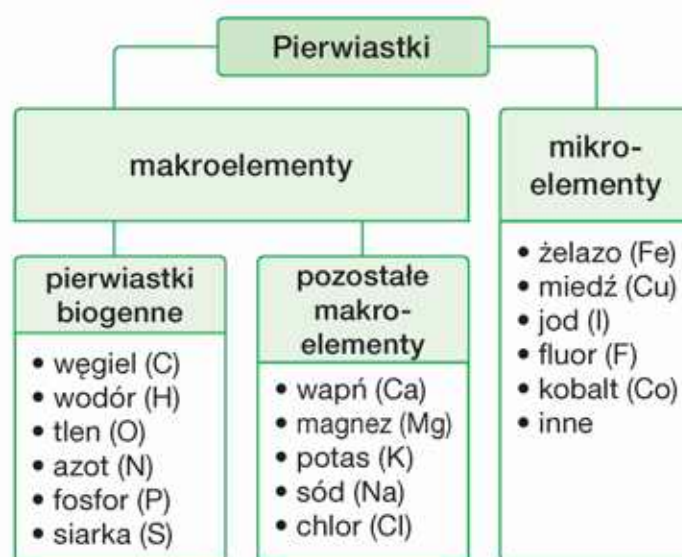
Wszystkie pierwiastki wchodzące w skład organizmów dzielimy na makroelementy i mikroelementy.

Makroelementy to pierwiastki, które występują w organizmie w dużych ilościach (stanowią 0,01% lub więcej jego suchej masy¹). Do makroelementów w organizmie człowieka zaliczamy jedenaście pierwiastków. Sześć z nich nazywamy **pierwiastkami biogennymi**, ponieważ są one głównymi składnikami związków organicznych budujących wszystkie organizmy. Są to: **węgiel (C)**, **wodór (H)**, **tlen (O)**, **azot (N)**, **fosfor (P)** i **siarka (S)**. Jednym z najważniejszych pierwiastków biogennych jest węgiel, którego atomy tworzą stabilne wiązania między sobą oraz z wieloma innymi pierwiastkami. Dzięki temu węgiel stanowi szkielet wszystkich związków organicznych.

Pozostałe pięć makroelementów to: **wapń (Ca)**, **magnez (Mg)**, **potas (K)**, **sód (Na)** i **chlor (Cl)**.

Mikroelementy to pierwiastki, które występują w organizmie w niewielkich ilościach (stanowią mniej niż 0,01% jego suchej masy). Zaliczamy do nich m.in. **żelazo (Fe)**, **miedź (Cu)**, **jod (I)**, **fluor (F)** oraz **kobalt (Co)**. Pierwiastki te regulują wiele czynności i procesów życiowych.

Podział pierwiastków



¹ Sucha masa organizmu – masa organizmu po odparowaniu z niego wody.

Znaczenie makro- i mikroelementów

O tym, jakie znaczenie mają makro- i mikroelementy w organizmie, możesz przekonać się na przykładzie człowieka. Zwróć szczególną uwagę, na jakie procesy życiowe mają wpływ omawiane pierwiastki.

Makroelementy – pierwiastki biogenne

Tlen (O)

- jest składnikiem związków organicznych
- jest substratem oddychania tlenowego zachodzącego w mitochondrium



Węgiel (C)

- jest składnikiem wszystkich związków organicznych
- związki węgla – głównie glukoza – stanowią substrat oddychania tlenowego



Wodór (H)

- jest składnikiem związków organicznych
- w postaci jonów decyduje o pH płynów ustrojowych, np. krwi i limfy
- bierze udział w wytwarzaniu ATP (nośnika energii) w mitochondriach



Azot (N)

- jest składnikiem kwasów nukleinowych i białek



Fosfor (P)

- jest składnikiem kwasów nukleinowych
- występuje w ATP (nośniku energii)
- fosforan wapnia buduje kości i zęby



Siarka (S)

- jest składnikiem wielu białek, występuje m.in. w białkach budujących włosy i paznokcie



węgiel 18%

wodór 10%

azot 3%

inne



Pozostałe makroelementy

Wapń (Ca)

- jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania komórek mięśniowych i nerwowych
- buduje kości
- uczestniczy w krzepnięciu krwi



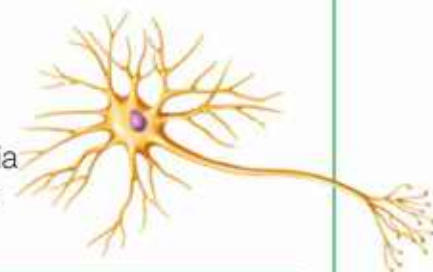
Magnez (Mg)

- jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania komórek mięśniowych i nerwowych
- reguluje działanie enzymów



Sód (Na) i potas (K)

- biorą udział w przewodzeniu impulsów nerwowych
- uczestniczą w regulowaniu ciśnienia krwi oraz ilości wody w organizmie



Chlor (Cl)

- jest składnikiem płynów ustrojowych
- jest składnikiem soku żołądkowego



Wybrane mikroelementy

Żelazo (Fe)

- wchodzi w skład m.in. hemoglobiny – białka, dzięki któremu eryocyty transportują tlen



Miedź (Cu)

- jest składnikiem enzymów, które uczestniczą w uzyskiwaniu energii
- uczestniczy w tworzeniu melaninu – barwników skóry



Jod (I)

- jest składnikiem hormonów tarczycy, przez co wpływa na pracę serca i układu nerwowego oraz na przemianę materii



Fluor (F)

- jest składnikiem szkliwa, które zabezpiecza zęby przed uszkodzeniami chemicznymi (np. przed kwasami wytwarzanymi przez bakterie)



Kobalt (Co)

- jest składnikiem witaminy B₁₂, która bierze udział w powstawaniu erytrocytów



Magnez – „cudowny” pierwiastek

Bliżej życia

Wielu producentów suplementów reklamuje magnez jako najlepszy środek na stres, problemy z pamięcią, koncentracją, pracą mięśni szkieletowych oraz sercem. Magnez jest jednak tylko jednym z pierwiastków mających wpływ na funkcjonowanie organizmu. Dlatego twierdzenie, że jest jedynym skutecznym środkiem na wymienione wyżej problemy, budzi wątpliwości. Pewne jest natomiast, że magnez jest niezbędnym składnikiem pożywienia każdego człowieka. Ale czy musimy przyjmować go w postaci tabletek? Niekoniecznie. Dużo magnezu znajduje się w takich produktach, jak nasiona dyni, otręby pszenne czy kakao. Dzięki nim możemy z łatwością zaspokoić nasze codzienne zapotrzebowanie na ten pierwiastek.



Przykłady produktów będących źródłem magnezu.

W skrócie

- **Pierwiastki** obecne w organizmach wchodzą w skład **związków chemicznych** lub występują w postaci **jonów**.
- **Związki organiczne** mają szkielet **węglowy**. Należą do nich m.in.: **węglowodany, białka, lipidy i kwasy nukleinowe**. Przykładami **związków nieorganicznych** występujących w organizmach są **woda i sole mineralne**.
- **Pierwiastki** dzielimy na makro- i mikroelementy.
- **Makroelementy** to pierwiastki, które występują w organizmie w dużych ilościach. Wśród nich wyróżniamy **pierwiastki biogenne: C, H, O, N, P, S**, które stanowią główny składnik związków organicznych. Pozostałe makroelementy to: **Ca, Mg, K, Na, Cl**.
- Mikroelementy to pierwiastki, które występują w organizmie w niewielkich ilościach. Do mikroelementów zaliczamy m.in.: **Fe, Cu, I, F, Co**.

Polecenia kontrolne

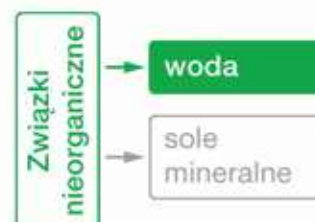
1. Odwołując się do hierarchicznej budowy organizmów, uzasadnij słuszność stwierdzenia: „Pierwiastki są podstawowymi składnikami chemicznymi organizmu”.
2. Wyjaśnij, czym są pierwiastki biogenne. Podaj ich nazwy.
3. Podaj po jednym przykładzie skutków niedoboru wapnia, magnezu, żelaza i jodu u człowieka.
4. Podaj po trzy przykłady produktów spożywczych, które są źródłem wapnia, żelaza i jodu. Wykorzystaj dostępne źródła, np. artykuły zamieszczone w internecie. W odpowiedzi podaj źródło swoich informacji.
5. Podaj, według jakiego kryterium dzielimy pierwiastki na makro- i mikroelementy. Wymień po jednej funkcji dwóch wybranych makro- i mikroelementów.

2.2.

Znaczenie wody dla organizmów

Zwróć uwagę na:

- właściwości wody,
- znaczenie wody dla organizmów.

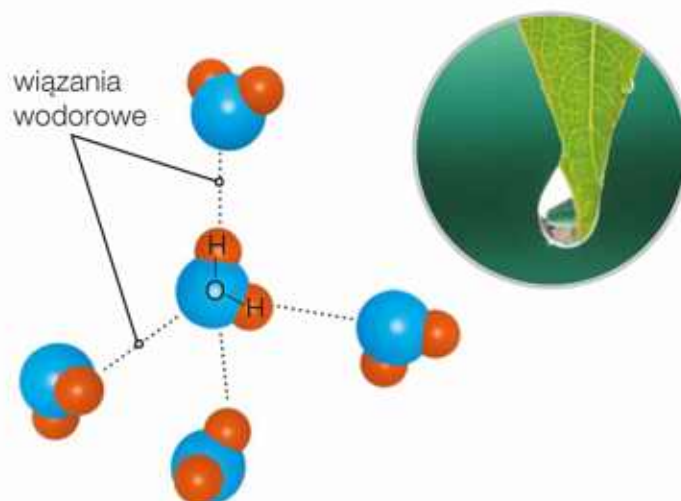


Woda występuje wewnątrz komórek organizmów, gdzie stanowi środowisko, w którym przebiegają procesy metaboliczne. Jest także składnikiem płynów ustrojowych, np. płynu międzykomórkowego i krwi. Jako środowisko życia wielu gatunków organizmów woda odgrywa również ogromną rolę w utrzymaniu równowagi ekologicznej na naszej planecie.

■ Woda – ważny składnik organizmów

Woda jest głównym związkiem nieorganicznym wchodzącym w skład wszystkich organizmów. Jej cząsteczki są zbudowane z atomów wodoru i tlenu.

Zawartość wody w organizmach jest różna. Zależy ona m.in. od tego, jak bardzo aktywny jest organizm, w jakim środowisku żyje, czy jest zdrowy, czy chory, a także, na jakim etapie rozwoju się znajduje. Ponadto poszczególne struktury jednego organizmu również zawierają odmienną ilość wody.



Dzięki budowie polarnej cząsteczki wody mogą łączyć się ze sobą w większe zespoły za pomocą wiązań wodorowych. W ten sposób tworzą się m.in. krople wody.

Ile wody znajduje się w narządach naszego ciała?

Woda w ciele dorosłego człowieka stanowi ok. 65% jego masy. Najmniej wody zawiera szkliwo zębów, a najwięcej – oko.



Jakie znaczenie ma woda dla organizmów?

Organizmy potrzebują wody do życia. Nie tylko dlatego, że jest ona głównym składnikiem ich ciała, lecz także dlatego, aby móc wykonywać różne czynności życiowe. Woda jest również środowiskiem życia wielu organizmów. Znaczenie wody wynika z jej właściwości.

WŁAŚCIWOŚĆ

Woda jest dobrym rozpuszczalnikiem.



ZNACZENIE

Dzięki temu stanowi środowisko, w którym mogą zachodzić reakcje chemiczne (np. enzymy działają wyłącznie w środowisku wodnym). Woda umożliwia też transport różnych związków chemicznych.

Woda jako dobry rozpuszczalnik umożliwia m.in. rozpuszczanie i transport substancji odżywczych w komórce.

WŁAŚCIWOŚĆ

Gęstość wody zależy od temperatury.

Największą gęstość woda ma w temperaturze 4°C. Woda o większej gęstości opada na dno, dlatego zimą na dnie zbiorników wodnych pozostaje w stanie ciekłym.

ZNACZENIE

Pozwala to organizmom wodnym przetrwać zimę pod powierzchnią lodu.

Różna gęstość wody w zależności od temperatury powoduje, że w niskich temperaturach przy powierzchni wody powstaje lód. Tworzy on warstwę zatrzymującą ciepło w głębszych warstwach zbiornika.



WŁAŚCIWOŚĆ

Woda ma duże napięcie powierzchniowe.

Na styku powierzchni wody z powietrzem woda tworzy elastyczną błonę.

Duże napięcie powierzchniowe wody sprawia, że niektóre owady, np. nartnik, mogą się po niej poruszać.

ZNACZENIE

Pozwala to niewielkim owadom utrzymywać się na jej powierzchni.



WŁAŚCIWOŚĆ

Woda ma wysokie ciepło parowania.

Zmienia stan skupienia z ciekłego na gazowy, gdy zostanie dostarczona do niej duża ilość energii.



ZNACZENIE

Umożliwia to organizmom termoregulację.



Wysokie ciepło parowania powoduje, że woda obecna na skórze w kroplach potu paruje, co ochładza organizm.

WŁAŚCIWOŚĆ

Woda ma duże ciepło właściwe.

Aby podnieść temperaturę wody, należy dostarczyć jej znaczną ilość energii cieplnej. Natomiast aby obniżyć temperaturę, trzeba dużą ilość energii zabrać.

Duże ciepło właściwe wody zapewnia względnie stałą temperaturę środowiska organizmom wodnym.

ZNACZENIE

Chroni to organizmy przed nagłymi zmianami temperatury otoczenia i umożliwia utrzymanie stałej temperatury ciała.



Jak długo człowiek przeżyje bez wody?

Człowiek bez jedzenia jest w stanie przeżyć przeciętnie ok. trzech tygodni, a bez wody – zaledwie cztery dni. Dzieje się tak, ponieważ woda stanowi główny składnik naszego organizmu, umożliwia transport substancji, utrzymanie homeostazy oraz prawidłowe zachodzenie procesów życiowych. Tymczasem wodę tracimy bardzo szybko, np. podczas pocenia się, dlatego jeżeli nie dostarczamy jej w odpowiedniej ilości, dochodzi do odwodnienia organizmu. O takim stanie mówimy już wtedy, gdy organizm straci 1% wody w stosunku do całej masy ciała. Jeśli stracimy ok. 20% wody, organizm nie będzie w stanie funkcjonować.



Bliżej życia

Aby uniknąć odwodnienia, musimy dostarczać organizmowi ok. 2 l wody dziennie, wliczając w to wodę zawartą w pokarmie. W upalne dni, podczas choroby czy wysiłku fizycznego, zapotrzebowanie na wodę jest jednak większe.

W skrócie

- Woda jest głównym **związkiem nieorganicznym** wchodzącym w skład organizmów.
- Cząsteczka wody jest zbudowana z atomu tlenu i dwóch atomów wodoru. Ma ona **budowę polarną**, dzięki czemu może łączyć się z innymi cząsteczkami za pomocą wiązań wodorowych. Cechy te wpływają na właściwości wody.
- Woda ma następujące właściwości:
 - **jest dobrym rozpuszczalnikiem** – rozpuszcza i transportuje różne substancje oraz stanowi środowisko, w którym przebiegają procesy metaboliczne w organizmach,
 - **jej gęstość jest zależna od temperatury** – dzięki temu organizmy wodne mogą przetrwać zimę,
 - **ma duże napięcie powierzchniowe** – sprawia to, że utrzymują się na niej niektóre drobne organizmy,
 - **ma wysokie ciepło parowania** – umożliwia to organizmom termoregulację,
 - **ma duże ciepło właściwe** – zapewnia to ochronę przed nagłymi zmianami temperatury organizmu.

Polecenia kontrolne

1. Określ, od czego zależy zawartość wody w organizmach.
2. Wyjaśnij, jakie znaczenie dla organizmów ma fakt, że woda ma największą gęstość w temperaturze 4°C.
3. Określ, jakie właściwości wody odpowiadają za podane niżej zjawiska:
 - a) cukier rozpuszcza się w herbacie,
 - b) organizm człowieka utrzymuje stałą temperaturę ciała,
 - c) lód unosi się na powierzchni zbiornika wodnego.
4. Wyjaśnij, czy w upalny dzień powinno się wycierać pot, który ochrania organizm przed przegrzaniem. Zastanów się, czy w świecie roślin istnieje analogiczny mechanizm chłodzący.

2.3.

Węglowodany – budowa i znaczenie

Zwróć uwagę na:

- budowę węglowodanów,
- podział węglowodanów na monosacharydy, disacharydy oraz polisacharydy,
- sposoby wykrywania węglowodanów,
- występowanie i znaczenie węglowodanów.



Do wykonywania wszystkich czynności potrzebujesz energii. Jej głównym źródłem są cukry, nazywane inaczej węglowodanami lub sacharydami. Funkcja energetyczna jest główną funkcją węglowodanów, ale nie jedyną. Niektóre z tych związków pełnią np. funkcję budulcową. Cukry różnią się też właściwościami i nie zawsze mają słodki smak, który nam się z nimi kojarzy.

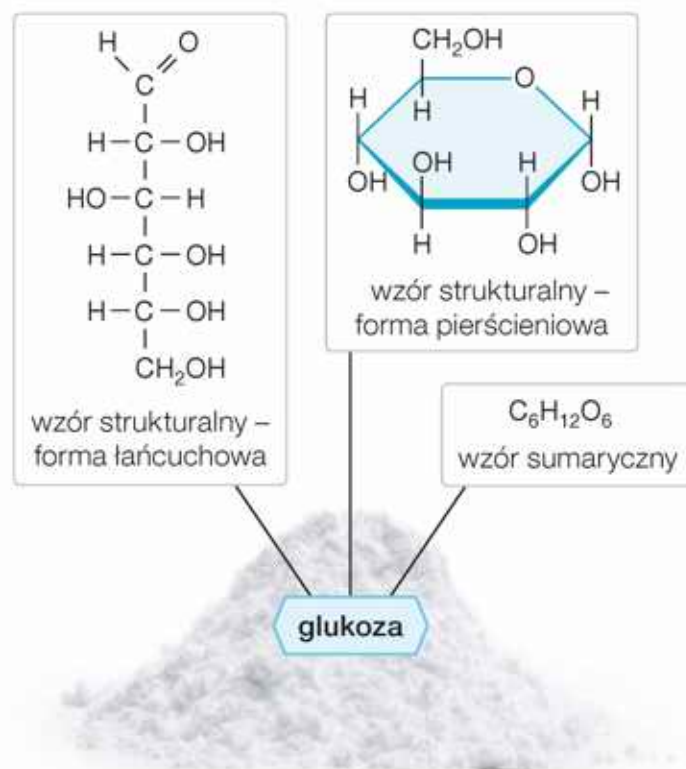
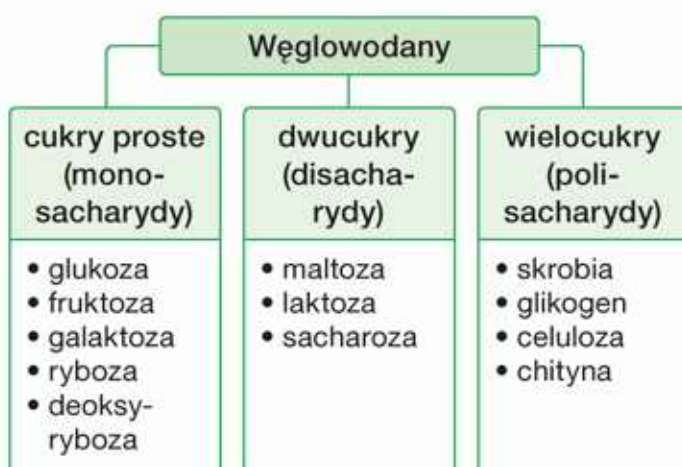
■ Budowa i podział węglowodanów

Węglowodany to związki organiczne zbudowane z atomów węgla, wodoru i tlenu. Wyróżniamy wśród nich:

- ▶ **cukry proste**,
- ▶ **dwucukry**, czyli cukry złożone z dwóch cukrów prostych,
- ▶ **wielocukry**, czyli cukry złożone z wielu cukrów prostych.

Podział węglowodanów i ich przykłady przedstawiliśmy na schemacie.

Podział węglowodanów



Budowę cząsteczek węglowodanów, np. glukozy, możemy przedstawić za pomocą różnych typów wzorów chemicznych.

■ Cukry proste (monosacharydy)

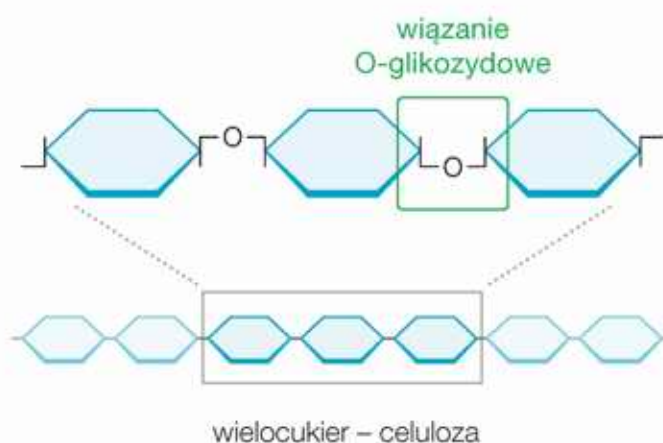
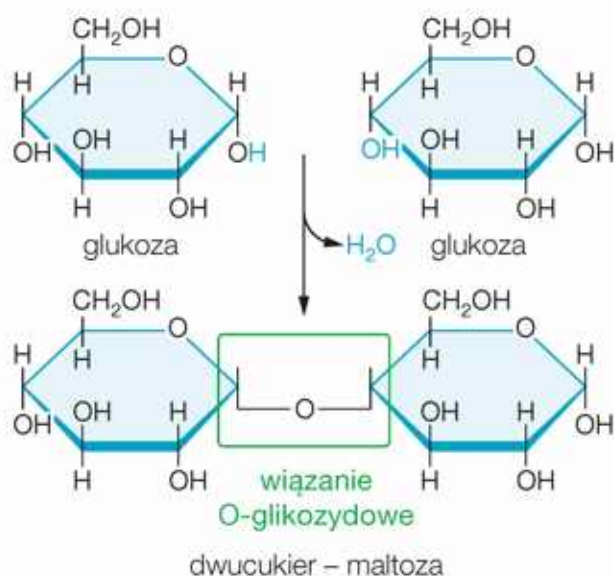
Cukry proste, które nazywamy też monosacharydami, mają następujące cechy:

- ▶ ich cząsteczki mają szkielet węglowy, w którym występuje od trzech do ośmiu atomów węgla,
- ▶ część cukrów prostych (np. glukoza) może występować w postaci łańcucha lub – częściej – w postaci pierścienia,
- ▶ są słodkie w smaku i dobrze rozpuszczają się w wodzie.

Do cukrów prostych należą m.in.: **glukoza**, **fruktoza**, **galaktoza**, **ryboza** oraz **deoksyryboza**.

W jaki sposób z cukrów prostych powstają dwucukry i wielocukry?

Dwucukry i wielocukry powstają w wyniku łączenia się ze sobą cząsteczek cukrów prostych. Cząsteczki te łączą się **wiązaniem O-glikozydowym**.



■ Dwucukry (disacharydy)

Dwucukry, inaczej – disacharydy, są zbudowane z dwóch cząsteczek cukrów prostych. Dwucukry mają podobne właściwości jak monosacharydy, czyli **są słodkie w smaku** i **dobrze rozpuszczają się w wodzie**. Przykładami dwucukrów są m.in.: **maltoza**, **laktoza** i **sacharoza**.

■ Wielocukry (polisacharydy)

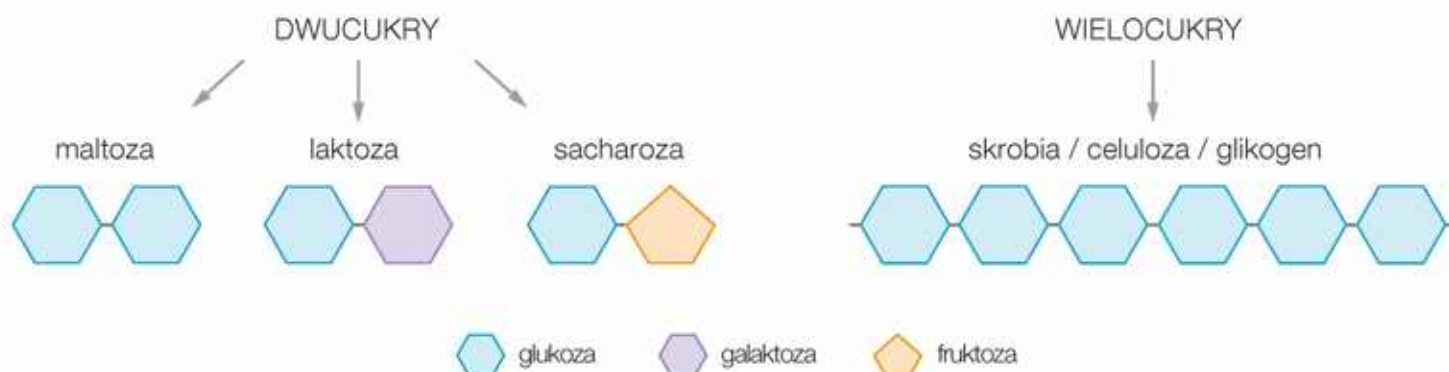
Wielocukry, czyli polisacharydy, są polimerami. Polimery to duże cząsteczki chemiczne

zbudowane z powtarzających się mniejszych elementów – monomerów. W przypadku wielu polisacharydów monomerem jest glukoza. W zależności od ułożenia monomerów wielocukry przyjmują postać prostych lub rozgałęzionych łańcuchów.

Polisacharydy mają inne właściwości niż budujące je monosacharydy – **nie są słodkie w smaku** oraz **słabo rozpuszczają się w wodzie** lub **nie rozpuszczają się** w niej wcale. Przykładami wielocukrów są **skrobia**, **glikogen**, **celuloza** oraz **chityna**.

Jeden cukier prosty – wiele możliwości

Podstawową jednostką budującą wiele dwucukrów i wielocukrów jest glukoza.





Doświadczenie 1. Wykrywanie glukozy w soku z winogron

■ **Problem badawczy:** Czy w soku z winogron występuje glukoza?

■ **Hipoteza:** W soku z winogron występuje glukoza.

■ **Przebieg badania:**

Przygotuj: dwie probówki, pipetę, sok z winogron, palnik, roztwór glukozy o stężeniu 10%, odczynniki Fehlinga (I i II).

Próba badawcza: Probówka I zawierająca sok z winogron oraz odczynniki Fehlinga (I i II).

Próba kontrolna: Probówka II zawierająca roztwór glukozy oraz odczynniki Fehlinga (I i II).

1. Do probówki I wlej 2 ml soku z winogron, a do probówki II – 2 ml roztworu glukozy.
2. Dodaj do obu probówek taką samą ilość mieszaniny odczynników Fehlinga (I i II).
3. Podgrzej mocno probówki nad palnikiem. Obserwuj zachodzące zmiany.

■ **Wynik badania:** Niebieska barwa znika, a w obu probówkach pojawia się ceglastoczerwony osad.

■ **Wniosek:** W soku z winogron występuje glukoza.

Uwaga! W soku z winogron rzeczywiście znajduje się glukoza, jednak pozytywny wynik próby Fehlinga dają też niektóre inne cukry proste, np. fruktoza, i niektóre dwucukry, w tym maltoza. Aby upewnić się, że nasz wniosek jest poprawny, należy przeprowadzić dalsze badania np. z użyciem glukometru i pasków do oznaczania poziomu glukozy dostępnych w aptekach.

Doświadczenie 2. Wykrywanie skrobi w bulwie ziemniaka

■ **Problem badawczy:** Czy w bulwie ziemniaka występuje skrobia?

■ **Hipoteza:** W bulwie ziemniaka występuje skrobia.

■ **Przebieg badania:**

Przygotuj: płyn Lugola, startą bulwę ziemniaka, kleik skrobiowy, dwa szkiełka zegarkowe, zakraplacz.

Próba badawcza: Szkiełko zegarkowe ze startą bulwą ziemniaka i płynem Lugola.

Próba kontrolna: Szkiełko zegarkowe z kleikiem skrobiowym i płynem Lugola.

1. Nanieś na pierwsze szkiełko zegarkowe porcję startej bulwy ziemniaka, a na drugie – porcję kleiku skrobiowego.
2. Na obie próby nanieś kilka kropli płynu Lugola. Obserwuj zachodzące zmiany.

■ **Wyniki badania:** Obie próby przybrały granatową barwę.

■ **Wniosek:** W bulwach ziemniaka występuje skrobia.

Jakie znaczenie mają węglowodany?

Węglowodany stanowią dla organizmów **źródło energii**, **materiał zapasowy** oraz **materiał budulcowy**. Znajdują również zastosowanie w gospodarce człowieka, m.in. do wytwarzania produktów spożywczych.

■ Cukry proste (monosacharydy)

Glukoza

Jest **podstawowym źródłem energii** dla komórek. Wchodzi w skład większości dwu- i wielocukrów.

Fruktoza

Stanowi **dodatkowe źródło energii** dla komórek, ponieważ jest łatwo przekształcana w glukozę. Wchodzi w skład niektórych dwu- i wielocukrów. Występuje w owocach i miodzie.

Galaktoza

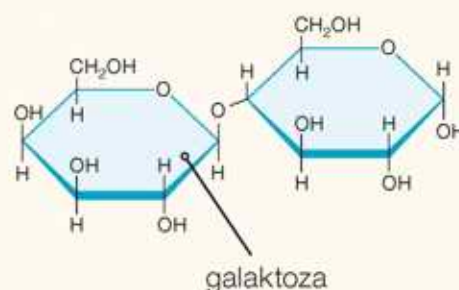
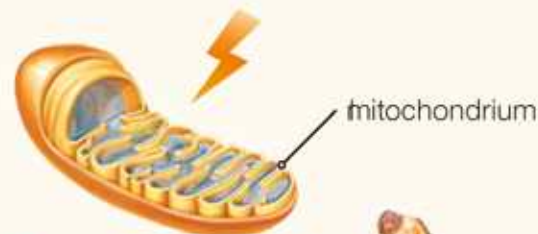
Jest **składnikiem laktozy** oraz niektórych wielocukrów. Stanowi źródło energii dla komórek.

Deoksyryboza

Jest **składnikiem DNA** (kwasu deoksyrybonukleinowego) – związku, który jest nośnikiem informacji genetycznej.

Ryboza

Jest **składnikiem RNA** (kwasu rybonukleinowego) – związku, który uczestniczy w powstawaniu białek.



deoksyryboza



ryboza

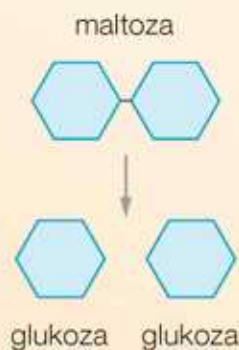


■ Dwucukry (disacharydy)



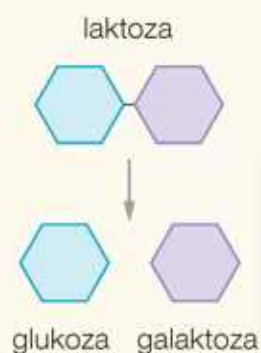
Maltoza (cukier słodowy)

Jest **produktem rozkładu skrobi**, zawartej np. w ziarnach zbóż. Człowiek wykorzystuje ją jako substancję słodzącą oraz do produkcji piwa.



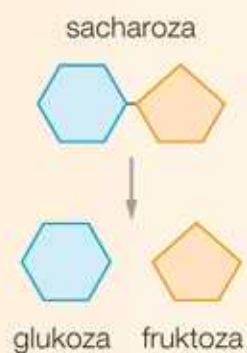
Laktoza (cukier mlekowy)

Jest **składnikiem mleka ssaków**. Stanowi źródło energii dla komórek.



Sacharoza (cukier buraczany, trzcinowy)

Jest główną formą **transportową cukrów** u roślin. Człowiek wykorzystuje sacharozę w przemyśle spożywczym jako substancję słodzącą.



■ Wielocukry (polisacharydy)



Skrobia

Stanowi **materiał zapasowy u roślin**. Występuje m.in. w bulwach ziemniaka i ziarnach zbóż. Skrobia jest trawiona w układzie pokarmowym człowieka, dzięki czemu stanowi źródło cukrów prostych dla organizmu.



Glikogen

Jest **materiałem zapasowym u zwierząt i grzybów**. W organizmie człowieka jest gromadzony w komórkach wątroby i mięśni. Glikogen zmagazynowany w mięśniach jest wykorzystywany np. podczas wysiłku fizycznego. Synteza i rozkład glikogenu w wątrobie – regulowane hormonalnie – umożliwiają utrzymanie odpowiedniego poziomu glukozy we krwi.



Celuloza

Buduje ścianę komórkową roślin. W organizmie człowieka nie jest trawiona, ponieważ nie wytwarza on enzymów odpowiedzialnych za rozkład wiązań w cząsteczce celulozy. Celuloza wpływa jednak korzystnie na działanie układu pokarmowego jako składnik błonnika pokarmowego.



włókna celulozy



Chityna

Buduje ściany komórkowe grzybów oraz szkielet zewnętrzny stawonogów, np. owadów. Tworzy twarde struktury odporne na uszkodzenia mechaniczne. Chityna powstaje z wielu cząsteczek cukru prostego, który przypomina swoją budową glukozę, ale zawiera azot.



Cukier jak narkotyk?

Wiele substancji powodujących uzależnienia, takich jak alkohol czy narkotyki, daje fałszywe poczucie szczęścia, ponieważ aktywuje tzw. układ nagrody. Jest to obszar mózgu związany z motywacją i kontrolą zachowania. Naukowcy zajmujący się problematyką uzależnień udowodnili, że węglowodany oddziałują na mózg podobnie jak silne narkotyki. Okazuje się, że do pobudzenia układu nagrody wystarczy nawet niewielka dawka cukrów. Dlatego tak trudno jest nam się oprzeć pokusie zjedzenia kolejnej porcji deseru. Musimy jednak pamiętać, że nadmierne spożywanie słodczy i słodzonych napojów jest szkodliwe dla zdrowia, m.in. jest jedną z przyczyn otyłości.



Bliżej życia

W skrócie

- **Węglowodany (cukry, sacharydy)** należą do związków organicznych. W ich skład wchodzi węgiel, wodór i tlen.
- **Cukry proste (monosacharydy)** mają od trzech do ośmiu atomów węgla w cząsteczce. Należą do nich m.in.: glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza i deoksyryboza.
- **Dwucukry (disacharydy)** składają się z dwóch cząsteczek monosacharydów. Dwucukrami są np. sacharoza, laktoza i maltoza.
- **Wielocukry (polisacharydy)** są zbudowane z wielu cząsteczek monosacharydów. Do wielocukrów zaliczamy m.in. skrobię, glikogen, celulozę i chitynę.
- Monosacharydy łączą się **wiązaniami O-glikozydowymi**, dzięki czemu tworzą disacharydy i polisacharydy.
- Do wykrywania **glukozy** stosujemy **odczynniki Fehlinga I i II**, a do wykrywania **skrobi** – **płyn Lugola**.
- Węglowodany pełnią wiele funkcji w organizmach, m.in. **funkcję energetyczną, zapasową i budulcową**.

Polecenia kontrolne

1. Podaj kryterium, według którego dzielimy węglowodany na mono-, di- i polisacharydy.
2. Skonstruuuj tabelę, w której porównasz glukozę, sacharozę i skrobię. W tabeli uwzględnij: nazwy grup węglowodanów, przykłady funkcji biologicznej, właściwości (rozpuszczalność w wodzie i smak).
3. Skrobia jest często wykorzystywana w przemyśle spożywczym jako dodatek do żywności. Zaplanuj i opisz badanie, w którym sprawdzisz, czy w czterech wybranych produktach spożywczych (np. jogurcie, śmietanie, parówce, serku homogenizowanym) jest obecna skrobia.

2.4. Białka – budulec życia

Zwróć uwagę na:

- budowę aminokwasów i białek,
- związek między budową a funkcją białek,
- podział białek na proste i złożone,
- przykłady białek i ich występowanie.



Czy wiesz, dlaczego możesz wziąć ten podręcznik do rąk, przeczytać i zrozumieć zapisane w nim słowa? Dzieje się to m.in. dzięki białkom. Białka budujące mięśnie umożliwiają Ci utrzymanie podręcznika w dłoniach. Białkowy barwnik występujący w oczach sprawia, że widzisz litery, a dzięki białkom odpowiedzialnym za przekazywanie informacji możesz zrozumieć czytany przez siebie tekst. To głównie z białek są zbudowane wszystkie organizmy. Dlatego możemy powiedzieć, że są one budulcem życia.

■ Jak są zbudowane białka?

Białka są polimerami zbudowanymi z 20 różnych rodzajów **aminokwasów**. Połączone ze sobą aminokwasy tworzą łańcuch białkowy. Jeden łańcuch może liczyć od kilkudziesięciu do wielu tysięcy aminokwasów.

Wszystkie białka występujące w organizmach powstają na podstawie informacji genetycznej zawartej w DNA i RNA.

Czy wiesz, że...

W DNA człowieka są zakodowane sekwencje ok. 20 tys. białek. Około 3 tys. spośród tych białek stanowią enzymy.

Aminokwasy są zbudowane z węgla, wodoru, tlenu i azotu. W skład niektórych z nich wchodzi również siarka.

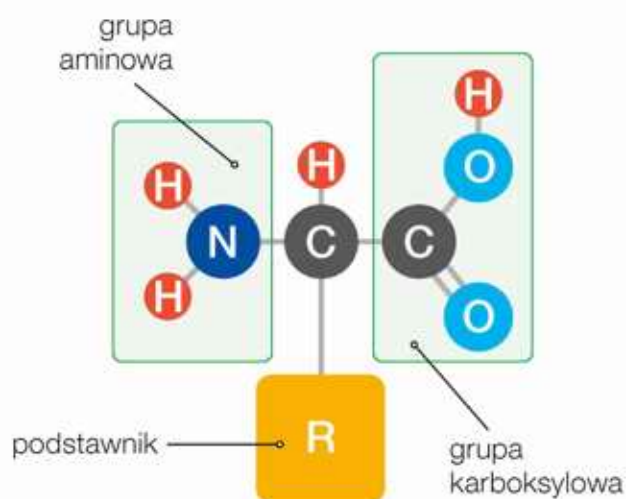
Pojedynczy aminokwas składa się z czterech elementów:

- ▶ centralnie położonego atomu węgla,
- ▶ grupy karboksylowej ($-\text{COOH}$),
- ▶ grupy aminowej ($-\text{NH}_2$),
- ▶ podstawnika oznaczanego symbolem R.



Jednym z białek o funkcji budulcowej jest keratyna, z której są zbudowane nasze włosy.

Podstawniki mogą mieć formę łańcucha lub pierścienia. Różnią się także wielkością, ładunkiem elektrycznym, zdolnością do tworzenia wiązań wodorowych i powinowactwem do wody. Dlatego to one decydują o właściwościach chemicznych aminokwasów.

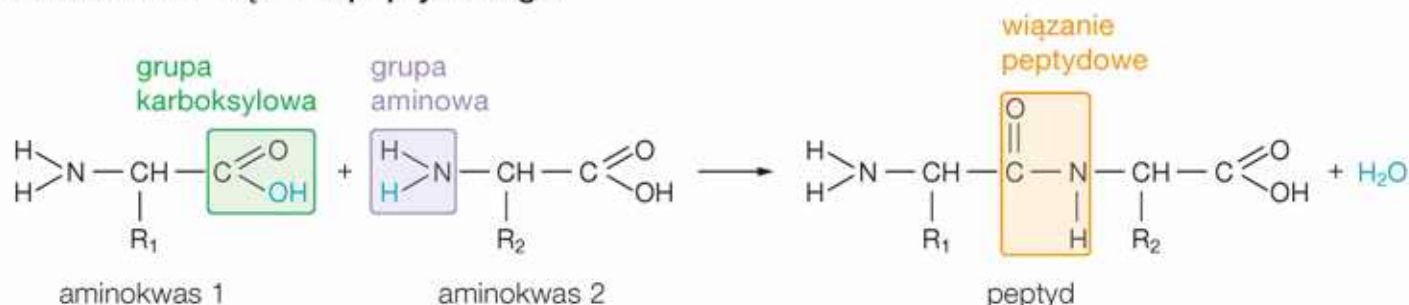


Budowa aminokwasu.

Jak są połączone aminokwasy w białkach?

Aminokwasy są połączone za pomocą **wiązań peptydowych**. Wiązania te powstają pomiędzy grupą karboksylową jednego aminokwasu a grupą aminową następnego aminokwasu.

Powstawanie wiązania peptydowego



■ Podział białek

Jednym z kryteriów podziału białek jest ich budowa. Zgodnie z tym kryterium białka dzielimy na białka proste i białka złożone.

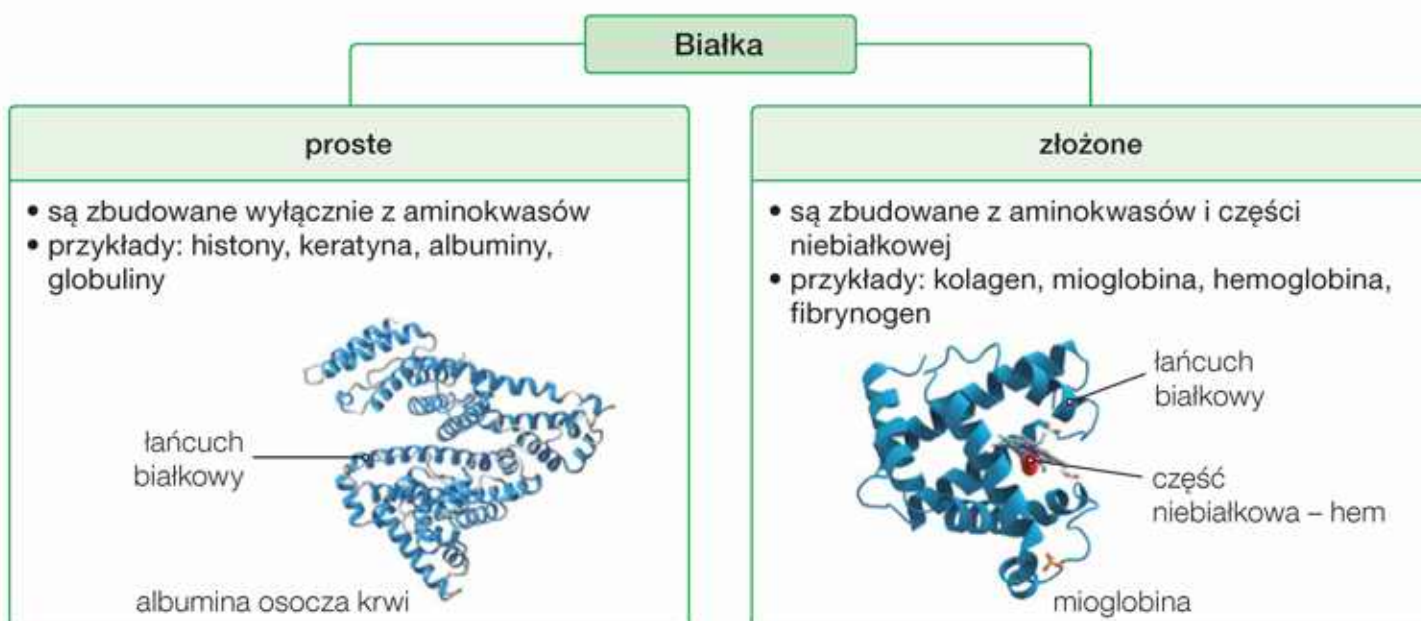
Białka proste są zbudowane wyłącznie z aminokwasów. **Białka złożone** składają się z aminokwasów oraz części niebiałkowej. Część niebiałkową mogą stanowić cukry, tłuszcze, kwasy nukleinowe, a nawet jony metalu.

Wielu naukowców uważa, że podział białek na proste i złożone jest obecnie nieco przestarzały. Mimo to jest on powszechnie stosowany.

■ Budowa a funkcje białek

Białka różnią się między sobą budową, m.in. liczbą, rodzajem i kolejnością aminokwasów oraz obecnością części niebiałkowej. Cechy te wpływają na właściwości białek, np. na to, czy dane białko rozpuszcza się w wodzie i jaki przyjmuje kształt. Od właściwości białek zależą natomiast ich funkcje. Jedną z najważniejszych funkcji białek jest **funkcja enzymatyczna**, polegająca na przyspieszaniu przebiegu reakcji chemicznych w organizmie. Przykładem białek pełniących tę funkcję są enzymy trawienne, m.in. pepsyna. Więcej na temat budowy i działania enzymów dowiesz się w rozdziale czwartym (s. 112–121).

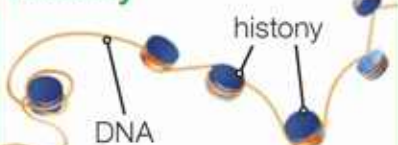
Przykłady białek prostych i złożonych



Jakie funkcje pełnią białka?

Białka pełnią m.in. funkcje: **enzymatyczne, strukturalne, magazynujące, transportowe, odpornościowe i ochronne**. Rolę białek w organizmie możesz prześledzić na przykładzie człowieka.

Histony



Histony pełnią **funkcję strukturalną**. Tworzą podporę dla nawiniętej na nie nici DNA. Występują w jądrze komórkowym.

Keratyna



Keratyna pełni **funkcję strukturalną**. Buduje włosy i paznokcie.

Pepsyna



Pepsyna pełni **funkcję enzymatyczną**. Jest enzymem trawiennym wytwarzanym w żołądku i odpowiada za trawienie białek.

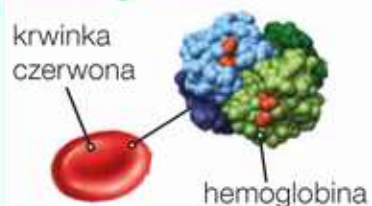
Kolagen



Kolagen pełni **funkcję strukturalną**. Buduje skórę, ścięgna i więzadła.

Białka występujące we krwi

Hemoglobina



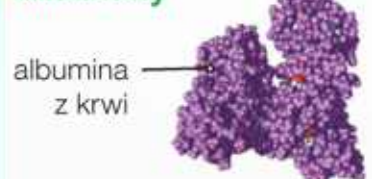
Hemoglobina pełni **funkcję transportową**. Przenosi tlen i dwutlenek węgla we krwi.

Globuliny



Globuliny będące przeciwciałami pełnią **funkcję odpornościową**. Inne globuliny pełnią **funkcję transportową** – transportują hormony.

Albuminy



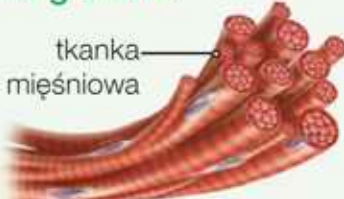
Albuminy pełnią **funkcję transportową** – transportują m.in. hormony, leki, witaminy oraz jony różnych metali.

Fibrynogen



Fibrynogen pełni **funkcję ochronną**. Chroni przed utratą krwi, ponieważ uczestniczy w procesie jej krzepnięcia.

Mioglobina

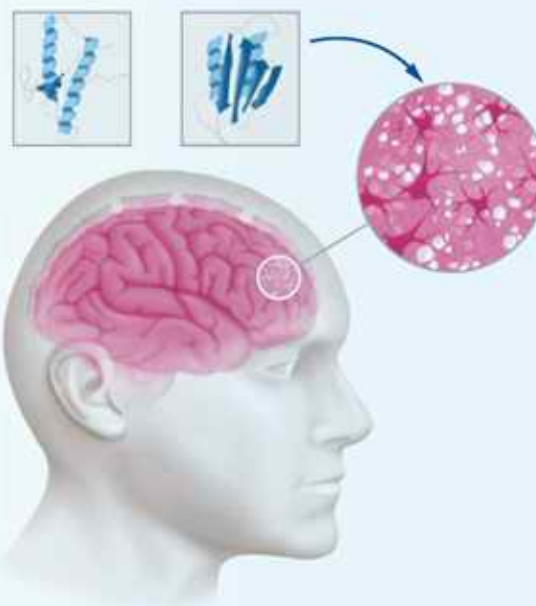


Mioglobina pełni **funkcję magazynującą**. Gromadzi tlen w mięśniach.

Białka przyczyną choroby kanibali

W połowie XX w. opisano tajemniczą chorobę, która występowała wśród plemion z Papui-Nowej Gwinei praktykujących rytualny kanibalizm. Jednym z jej objawów jest drżenie mięśni, dlatego chorobę nazwano „kuru”, co w języku jednego z plemion oznacza ‘drżenie’. Inne objawy to: zaburzenia równowagi, utrata kontroli nad ruchami, a także zaburzenia emocjonalne, w tym napady śmiechu, od których pochodzi druga nazwa tej choroby – „śmiejąca się śmierć”. Jak się okazało, choroba jest wywoływana przez białka o nieprawidłowej strukturze – priony. Powstają one z białek otoczki nerwowej i powodują jej powolne niszczenie, a w rezultacie – śmierć organizmu. Priony mogą przenosić się np. drogą pokarmową, dlatego choroba rozprzestrzeniała się wśród plemion kanibali.

prawidłowe białko prion



Blżej życia

W chorobie kuru priony powodują powolne niszczenie komórek nerwowych. Po pewnym czasie tkanka mózgowa chorych przypomina gąbkę.

Inne znaczenie białek

Na infografice na poprzedniej stronie omówiliśmy jedynie kilka funkcji białek. Związki te odgrywają w organizmie także inne role, np.:

- ▶ **regulują pracę organizmu.** Taką funkcję pełni m.in. hormon białkowy insulina;
- ▶ **odpowiadają za ruch** komórek i organizmu. Przykładami są aktyna i miozyna odpowiedzialne za skurcz mięśni;

- ▶ **wykrywają sygnały i przekazują je** do wnętrza komórek. Takimi białkami są np. receptory błonowe;
- ▶ **stanowią zapas substancji odżywczych.** Przykładem są białka występujące w nasionach niektórych roślin;
- ▶ **przenoszą elektrony**, dzięki czemu umożliwiają wytworzenie ATP w mitochondriach (zobacz: s. 125).

W skrócie

- Wszystkie białka występujące w organizmach powstają na podstawie informacji genetycznej zawartej w DNA i RNA.
- Podstawowymi jednostkami tworzącymi białka są **aminokwasy**. Aminokwasy są zbudowane z centralnie ustawionego atomu węgla, grupy karboksylowej ($-\text{COOH}$), grupy aminowej ($-\text{NH}_2$) oraz podstawnika. Aminokwasy w białkach są połączone za pomocą **wiązań peptydowych**.
- **Białka proste** są zbudowane tylko z aminokwasów. **Białka złożone** są zbudowane z aminokwasów i części niebiałkowej. Białka pełnią m.in. funkcje: enzymatyczne, strukturalne, magazynujące, odpornościowe, transportowe, regulujące i zapasowe.

Polecenia kontrolne

1. Podaj nazwę podstawowych jednostek budujących białka.
2. Wyjaśnij, jakie kryterium decyduje o podziale białek na białka proste i złożone.
3. Opisz na czterech wybranych przykładach funkcje białek w organizmie człowieka.

2.5.

Właściwości i wykrywanie białek

Zwróć uwagę na:

- właściwości białek, koagulację i denaturację białek,
- wpływ wybranych czynników fizykochemicznych na białka,
- sposoby wykrywania białek.

Podczas przygotowywania jajek sadzonych czy jajecznicy wykorzystujemy jedną z podstawowych właściwości białek, czyli to, że ulegają one denaturacji pod wpływem wysokiej temperatury. Czy wiesz, co się dzieje z białkami pod wpływem innych czynników fizycznych i chemicznych?

■ Jakie właściwości mają białka?

Większość białek **rozpuszcza się** w wodzie, tworząc **roztwór koloidalny (koloid)**, czyli niejednorodną mieszaninę dwóch substancji. W takim roztworze, np. w mieszaninie białka jaja kurzego z wodą, cząsteczki białka są otoczone cząsteczkami wody. Otoczka wodna zapobiega ich łączeniu się w większe grupy i wytrącaniu z roztworu w postaci osadu.

Białka pod wpływem roztworów soli metali lekkich **ulegają odwracalnej koagulacji**.

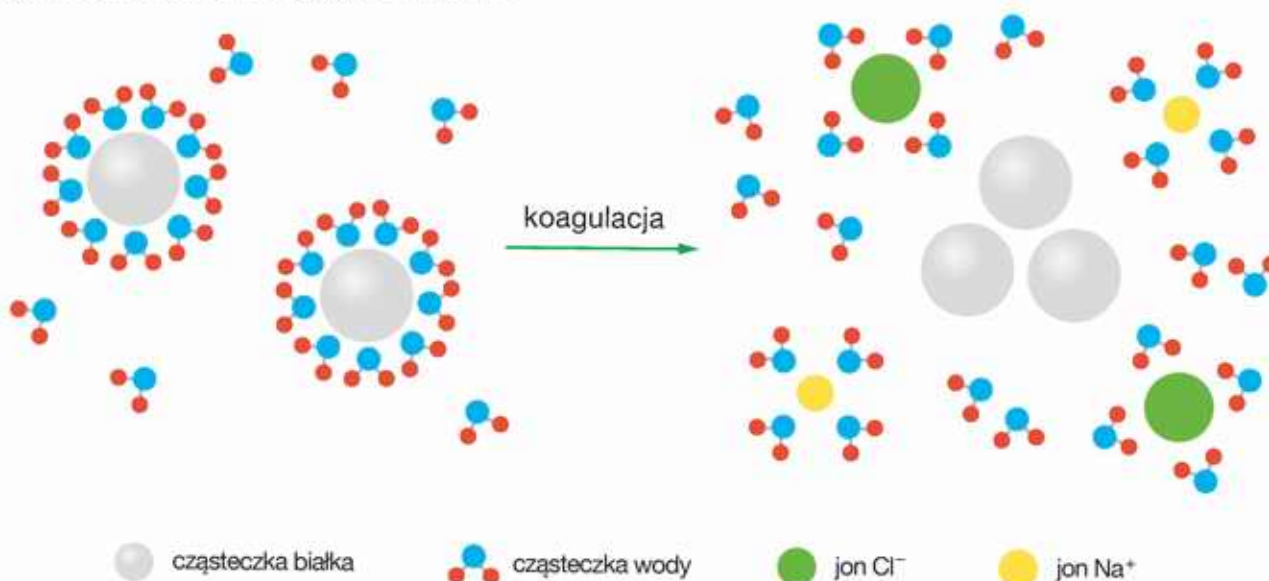
Natomiast poddane obróbce termicznej lub pod wpływem alkoholu czy silnych kwasów **ulegają denaturacji**.

■ Czym jest koagulacja białka?

Koagulacja to proces polegający na łączeniu się cząsteczek koloidu w większe struktury. Przykładem koagulacji jest **wysalanie białka** pod wpływem **soli niektórych metali lekkich**, np. chlorku sodu (NaCl). Polega ono na odwodnieniu białka, dzięki czemu jego cząsteczki łączą się ze sobą i tworzą osad. Wysalanie jest procesem odwracalnym, ponieważ nie dochodzi w nim do zniszczenia struktury białka. Po dodaniu wody osad białka rozpuszcza się, a białko odzyskuje swoją pierwotną postać.

Aby lepiej zrozumieć proces koagulacji, przeanalizuj poniższy schemat.

Koagulacja białka pod wpływem NaCl



W roztworze wodnym cząsteczki białka są otoczone przez cząsteczki wody, przez co nie mogą się ze sobą połączyć.

Podczas koagulacji jony soli, np. chlorku sodu, odciągają wodę od cząsteczek białka. Dzięki temu cząsteczki te mogą się połączyć i utworzyć osad.

■ Na czym polega denaturacja białka?

Denaturacja białka to naruszenie jego struktury przestrzennej pod wpływem czynników fizycznych lub chemicznych. Podczas denaturacji następuje rozerwanie występujących w białku wiązań chemicznych, z wyjątkiem wiązań peptydowych. W konsekwencji białko nie ma prawidłowej struktury, zmieniają się także jego właściwości, np. rozpuszczalność w wodzie. Takie białko nie może pełnić swojej biologicznej funkcji.

Do **czynników fizycznych** powodujących denaturację białek należą:

- ▶ wysoka temperatura (powyżej 40°C),
- ▶ promieniowanie UV,
- ▶ promieniowanie rentgenowskie,
- ▶ wysokie ciśnienie.

Czynniki chemiczne, pod wpływem których dochodzi do denaturacji, to:

- ▶ stężone kwasy i zasady,
- ▶ sole metali ciężkich (np. rtęci),
- ▶ alkohole (np. etanol).



Wysoka temperatura ciała, powyżej 40°C, jest niebezpieczna dla człowieka, ponieważ pod jej wpływem białka obecne w organizmie ulegają trwałemu uszkodzeniu w wyniku denaturacji.

Czy wiesz, że...

W niektórych przypadkach, po usunięciu czynnika denaturującego, białko może powrócić do swojej pierwotnej formy. Proces ten nazywamy renaturacją. Zachodzi on skuteczniej w przypadku małych białek.

Co się dzieje z białkiem w wyniku denaturacji?

W wyniku denaturacji cząsteczka białka zmienia strukturę, przez co traci swoje właściwości. Zmianę tę możesz prześledzić na przykładzie białka jaja kurzego. Kiedy przygotowujesz jajko sadzone, pod wpływem temperatury jego białko ulega denaturacji, przez co staje się nieprzezroczyste i nierozpuszczalne w wodzie. W ten sam sposób zmieniają się struktura i właściwości białek pod wpływem innych czynników powodujących denaturację.



Białko o strukturze prawidłowej.



Białko zdenaturowane.

denaturacja

kwasy, zasady,
sole metali ciężkich,
wysoka temperatura



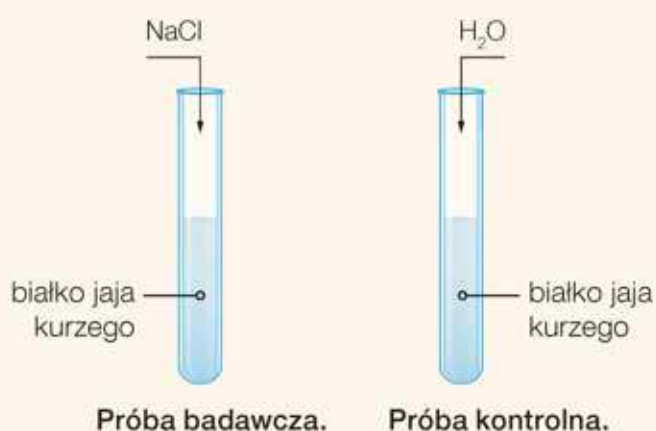
Badanie wpływu roztworu soli kuchennej na białko jaja kurzego

- **Problem badawczy:** Czy białko jaja kurzego ulega koagulacji pod wpływem roztworu soli kuchennej?
- **Hipoteza:** Białko jaja kurzego ulega koagulacji pod wpływem roztworu soli kuchennej.
- **Przebieg doświadczenia:**

Przygotuj: stężony roztwór soli kuchennej (sól rozpuszczona w niewielkiej ilości wody), wodę destylowaną, białko jaja kurzego, dwie probówki, pipetę.

Próba badawcza: Probówka I z białkiem jaja kurzego, do której dodano roztwór soli kuchennej.

Próba kontrolna: Probówka II z białkiem jaja kurzego, do której dodano wodę.



1. Wlej do obu probówek 3 cm^3 białka kurzego.
2. Do probówki I dodaj kilka kropli stężonego roztworu soli kuchennej (NaCl), a do probówki II dodaj tyle samo kropeł wody.
3. Zaobserwuj zmiany, które zaszły w obu probówkach.
4. Następnie do każdej z probówek dodaj 10 cm^3 wody destylowanej.
5. Porównaj wygląd obu prób.

- **Wynik doświadczenia:** W próbie badawczej po dodaniu NaCl wytrącił się kłaczkowaty osad, który rozpuścił się po dodaniu wody. W próbie kontrolnej osad się nie wytrącił.
- **Wniosek:** Hipoteza została potwierdzona. Białko jaja kurzego ulega koagulacji pod wpływem roztworu soli kuchennej.
- **Wyjaśnienie:** Dzięki dodaniu wody można było sprawdzić, czy w próbie badawczej zaszła koagulacja (proces odwracalny), czy denaturacja (proces nieodwracalny).



Badanie wpływu wysokiej temperatury na białko jaja kurzego

■ **Problem badawczy:** Czy wysoka temperatura powoduje denaturację białka jaja kurzego?

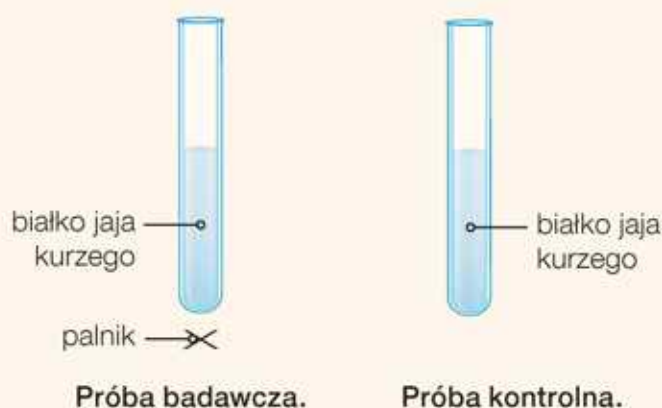
■ **Hipoteza:** Białko jaja kurzego ulega denaturacji pod wpływem wysokiej temperatury.

■ **Przebieg doświadczenia:**

Przygotuj: białko jaja kurzego, palnik, dwie probówki, pipetę i wodę destylowaną.

Próba badawcza: Probówka I z białkiem jaja kurzego ogrzanym w płomieniu palnika.

Próba kontrolna: Probówka II z białkiem jaja kurzego w temperaturze pokojowej.



1. Wlej do obu probówek 3 cm^3 białka jaja kurzego.
2. Ogrzej probówkę I w płomieniu palnika.
3. Probówkę II pozostaw w temperaturze pokojowej.
4. Porównaj wygląd zawartości obu probówek.
5. Następnie do każdej z probówek dodaj 10 cm^3 wody destylowanej i zamieszaj całość.
6. Ponownie porównaj wygląd zawartości obu probówek.

■ **Wynik doświadczenia:** W probówce I po podgrzaniu nad palnikiem wytrącił się osad, który nie rozpuścił się po dodaniu wody.

■ **Wniosek:** Białko jaja kurzego ulega denaturacji pod wpływem wysokiej temperatury.

■ **Wyjaśnienie:** Dodanie do probówek wody destylowanej pozwoliło Ci stwierdzić, czy pod wpływem temperatury doszło do nieodwracalnej denaturacji, czy do odwracalnej koagulacji. Ponieważ osad się nie rozpuścił, oznacza to, że zaszła denaturacja.

Wykrywanie obecności białek na podstawie występowania wiązań peptydowych (reakcja biuretowa)

■ **Problem badawczy:** Czy w mleku występują białka?

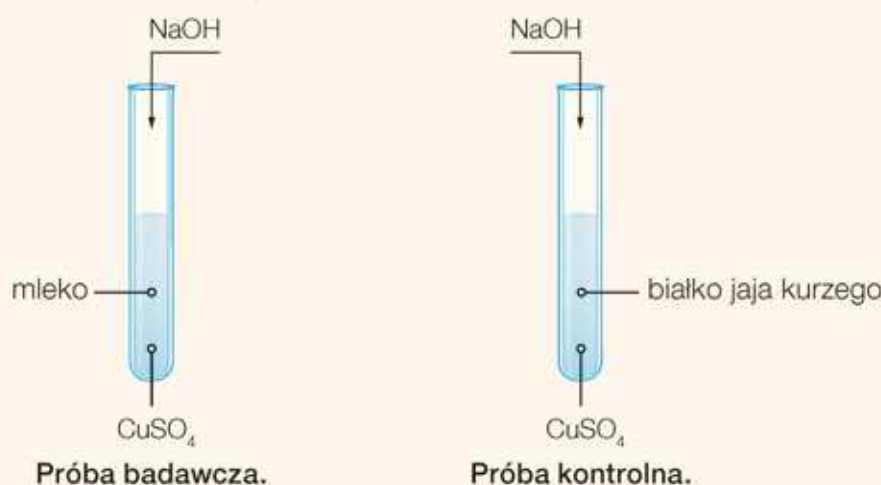
■ **Hipoteza:** W mleku występują białka.

■ **Przebieg badania:**

Przygotuj: mleko, białko jaja kurzego, roztwór CuSO_4 o stężeniu 1%, roztwór NaOH o stężeniu 10%, dwie probówki.

Próba badawcza: Probówka I zawierająca mleko, roztwór NaOH o stężeniu 10% oraz roztwór CuSO_4 o stężeniu 1%.

Próba kontrolna: Probówka II zawierająca białko jaja kurzego, roztwór NaOH o stężeniu 10% oraz roztwór CuSO_4 o stężeniu 1%.



1. Do probówki I wlej ok. 2 cm^3 mleka, dodaj taką samą objętość roztworu NaOH o stężeniu 10% i kilka kropli roztworu CuSO_4 o stężeniu 1%. Potrząśnij lekko probówką.
2. Do probówki II wlej ok. 2 cm^3 białka jaja kurzego, dodaj taką samą objętość roztworu NaOH o stężeniu 10% i kilka kropli roztworu CuSO_4 o stężeniu 1%. Potrząśnij lekko probówką.
3. Porównaj wygląd zawartości obu probówek.

■ **Wynik badania:** W obu probówkach roztwór zmienił zabarwienie na fioletowe.

■ **Wniosek:** W mleku występują białka.

■ **Wyjaśnienie:** W probówkach zaszła reakcja biuretowa. Jest ona charakterystyczna dla związków zawierających w cząsteczce co najmniej dwa wiązania peptydowe. W obecności tych związków roztwór zmienia barwę z jasnoniebieskiej na fioletową.

W probówce zawierającej białka jasnoniebieska barwa roztworu, spowodowana obecnością jonów miedzi Cu^{2+} , zmienia się na barwę fioletową. Wynika to z faktu, że podczas reakcji biuretowej powstają związki kompleksowe białek z jonami miedzi(II). Intensywność barwy w reakcji biuretowej jest proporcjonalna do liczby wiązań peptydowych występujących w białkach.



Denaturacja w służbie medycyny

Bliżej życia

Denaturacja białek zachodzi również w wyniku działania niskich temperatur. Właściwość ta znalazła zastosowanie w metodzie usuwania znamion, brodawek wirusowych i innych zmian skórnych z wykorzystaniem krioterapii. Krioterapia polega na zamrażaniu fragmentów skóry za pomocą ciekłego azotu o bardzo niskiej temperaturze. W efekcie zamrażania w komórkach i wokół nich powstają kryształki lodu, które powodują denaturację białek, co z kolei prowadzi do martwicy tkanek przeznaczonych do usunięcia. Ten sposób usuwania zmian skórnych stanowi alternatywę dla wycinania ich za pomocą skalpela.



W skrócie

- Większość białek rozpuszcza się w wodzie i tworzy roztwór koloidalny.
- **Koagulacja** to proces polegający na łączeniu się cząstek koloidu w większe struktury. Przykładem koagulacji jest **wysalanie białka** pod wpływem soli niektórych pierwiastków, np. sodu. Koagulacja białek pod wpływem soli jest procesem odwracalnym.
- **Denaturacja** to proces polegający na naruszeniu struktury białka. Zachodzi on pod wpływem czynników fizycznych, np.: **wysokiej temperatury**, promieniowania UV, promieniowania rentgenowskiego, wysokiego ciśnienia, oraz czynników chemicznych, np. stężonych **kwasów**, **zasad**, **soli** metali ciężkich i **alkoholu**. Białko, które ulegnie denaturacji, nie może pełnić swojej biologicznej funkcji.
- Do wykrywania **białek** stosujemy np. **reakcję biuretową**. Pozwala ona wykryć obecność wiązań peptydowych.

Polecenia kontrolne

1. Porównaj proces wysalania białek z procesem denaturacji.
2. Wymień cztery czynniki, które mogą doprowadzić do denaturacji białka.
3. Wyjaśnij, dlaczego w wielu gabinetach lekarskich i szpitalach stosuje się lampy grzybobójcze, emitujące promieniowanie UV.
4. Zaplanuj doświadczenie, podczas którego ustalisz, czy w parówkach, twarogu i nasionach grochu występują białka. Do przygotowania próby kontrolnej użyj białka jaja kurzego.
5. Wyjaśnij, dlaczego nadmierne spożywanie alkoholu może mieć negatywny wpływ na funkcje białek występujących w organizmie człowieka. W odpowiedzi uwzględnij wpływ alkoholu na strukturę białek.

2.6.

Lipidy – budowa i znaczenie

Zwróć uwagę na:

- budowę i podział lipidów,
- właściwości i funkcje lipidów.



Lipidy, nazywane inaczej tłuszczowcami, to związki, które zawierają znaczne ilości energii. Nie rozpuszczają się w wodzie, będącej głównym składnikiem komórek, dlatego mogą się w nich gromadzić. Dzięki tym właściwościom stanowią materiał zapasowy organizmów.

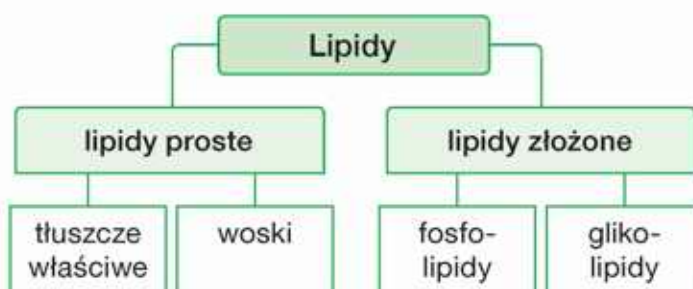
■ Z czego są zbudowane lipidy?

Lipidy należą do związków organicznych. Ich cząsteczki zawierają węgiel, wodór i tlen. W skład niektórych lipidów mogą też wchodzić azot lub fosfor.

Ze względu na budowę lipidy dzielimy na proste i złożone. Pod względem chemicznym **lipidy proste** są estrami alkoholi, np. glicerolu, i kwasów tłuszczowych. Natomiast **lipidy złożone** oprócz alkoholu i kwasów

tłuszczowych zawierają też inne związki, np. cukry. Więcej informacji na temat budowy i właściwości lipidów znajdziesz na infografice na s. 58–59.

Podział lipidów ze względu na budowę

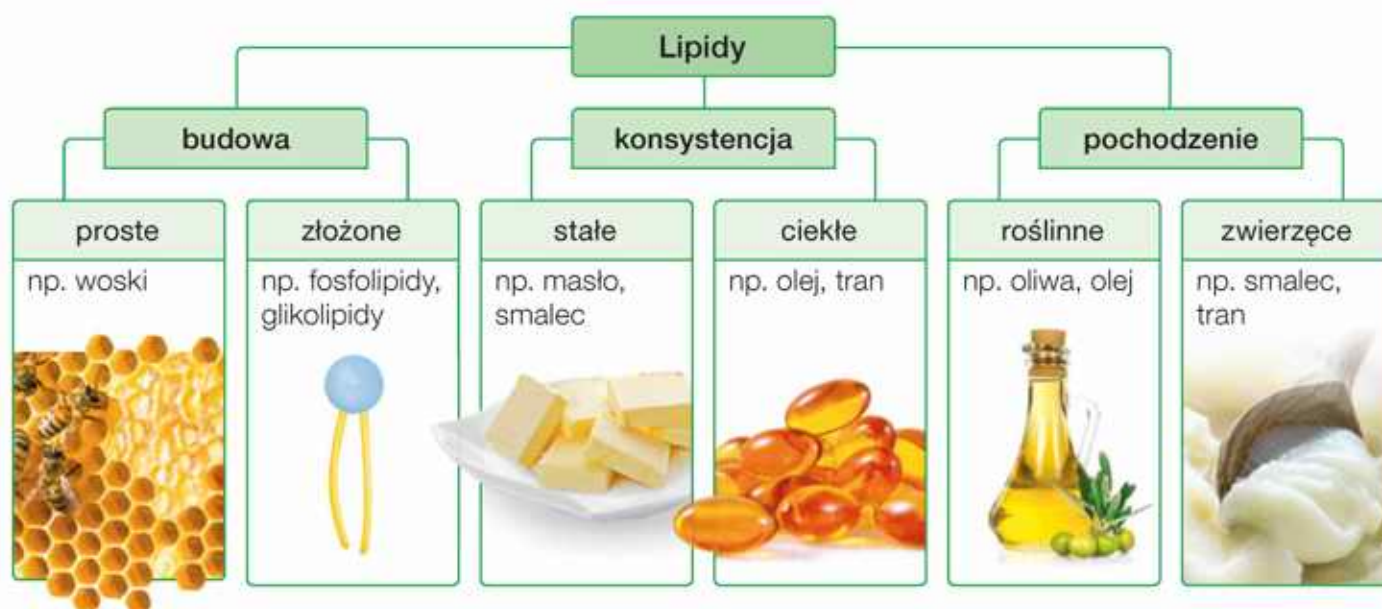


Czy wiesz, że...

Tłuszcze obecne w tkance tłuszczowej człowieka stanowią rezerwę energii, która może starczyć aż na ok. 40 dni.

Jak inaczej możemy podzielić lipidy?

Lipidy możemy podzielić nie tylko ze względu na budowę, lecz także ze względu na konsystencję czy pochodzenie.





Doświadczenie 1. Wykrywanie lipidów w nasionach słonecznika

■ **Problem badawczy:** Czy nasiona słonecznika zawierają lipidy?

■ **Hipoteza:** W nasionach słonecznika znajdują się lipidy.

■ **Przebieg badania:**

Przygotuj: dwa szkiełka podstawowe, nasiona słonecznika, olej, moździerz, odczynnik Sudan III, mikroskop.

Próba badawcza: Nasiona słonecznika roztarte w moździerzu i umieszczone na szkiełku podstawowym z odczynnikiem Sudan III.

Próba kontrolna: Kropla oleju umieszczona na szkiełku podstawowym z odczynnikiem Sudan III.



1. Rozgnieć w moździerzu nasiona słonecznika.
2. Umieść na pierwszym szkiełku rozgniecione nasiona słonecznika, a na drugim – kroplę oleju. Dodaj na oba szkiełka po kropli odczynnika Sudan III. Obejrzyj preparaty pod mikroskopem.

■ **Wynik badania:** Obie próby zmieniły barwę na czerwoną.

■ **Wniosek:** Nasiona słonecznika zawierają tłuszcze.

■ **Wyjaśnienie:** Olej stanowił próbę kontrolną pozytywną. Ponieważ w próbie badawczej otrzymaliśmy taki sam wynik jak w próbie kontrolnej, to możemy wnioskować, że w nasionach słonecznika występują tłuszcze.

Doświadczenie 2. Wykrywanie lipidów w nasionach dyni

■ **Problem badawczy:** Czy w nasionach dyni występują lipidy?

■ **Hipoteza:** W nasionach dyni występują lipidy.

■ **Przebieg badania:**

Przygotuj: trzy kartki papieru, wodę, olej, kilka nasion dyni, długopis.

1. Podpisz kartki: próba I – nasiona dyni, próba II – olej (próba kontrolna pozytywna), próba III – woda (próba kontrolna negatywna).
2. Umieść na pierwszej kartce papieru kilka nasion dyni. Złóż kartkę i przyciśnij ją tak, żeby rozgnieść nasiona. Następnie usuń resztki nasion. Na drugą kartkę nanieś kroplę oleju. Złóż kartkę i przyciśnij. Na trzecią kartkę nanieś kroplę wody. Złóż kartkę i przyciśnij. Pozostaw kartki do wyschnięcia.
3. Zobacz pod światło, czy na kartkach są widoczne plamy.

■ **Wynik badania:** Na kartce, na której były rozgniecione nasiona dyni, oraz na kartce z kroplą oleju są widoczne plamy. Na kartce z kroplą wody plamy nie ma.

■ **Wniosek:** W nasionach dyni występują lipidy.

■ **Wyjaśnienie:** Ponieważ ślad pozostawiony na kartce przez rozgniecione nasiona dyni wyglądał tak, jak ślad pozostawiony przez kroplę oleju, możemy wnioskować, że w nasionach dyni występują lipidy.

Budowa i właściwości lipidów prostych i lipidów złożonych

Lipidy to grupa związków chemicznych o zróżnicowanej budowie. Większość z nich składa się z glicerolu i kwasów tłuszczowych. Od budowy lipidów zależy m.in. to, czy mają one postać stałą, czy występują w postaci cieczy.

■ Lipidy proste

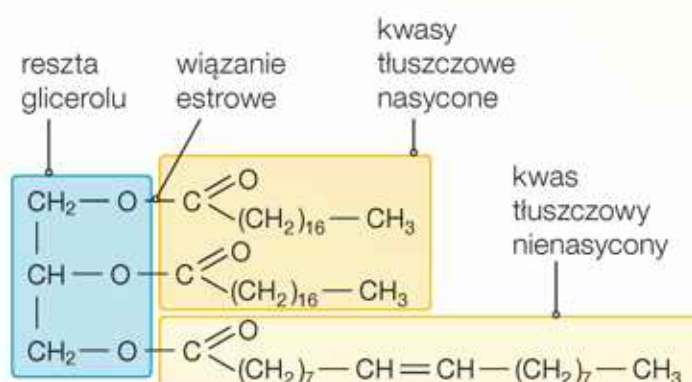
Do lipidów prostych należą **tłuszcze właściwe** i **woski**. Związki te są zbudowane tylko z alkoholu i kwasów tłuszczowych.

Schemat budowy lipidów prostych

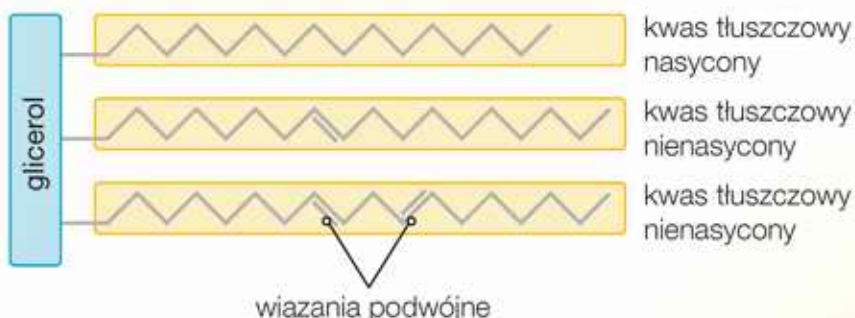


Tłuszcze właściwe

W tłuszczach właściwych alkoholem jest **glicerol**, który może przyłączyć trzy **kwasy tłuszczowe**. Wyróżniamy kwasy tłuszczowe nasycone i nienasycone. **Kwasy tłuszczowe nasycone** między atomami węgla mają pojedyncze wiązania. **Kwasy tłuszczowe nienasycone** mają co najmniej jedno wiązanie podwójne.



Glicerol łączy się z kwasami tłuszczowymi dzięki **wiązaniom estrowym**.



W kropli tłuszczu, np. oleju słonecznikowego, znajdują się lipidy zbudowane z glicerolu i nasyconych lub nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Budowa kwasów tłuszczowych, które wchodzą w skład lipidów, ma wpływ na ich konsystencję. Lipidy, które zawierają głównie **kwasy tłuszczowe nasycone**, w temperaturze pokojowej mają postać **stałą**. Natomiast te, w których przeważają **kwasy tłuszczowe nienasycone**, występują w postaci **płynnej**.



Kwasy tłuszczowe nasycone znajdują się w tłuszczach zwierzęcych, np. w maśle.



Kwasy tłuszczowe nienasycone występują głównie w tłuszczach roślinnych, takich jak olej.

Woski

Woski zawierają kwasy tłuszczowe i inny alkohol niż glicerol. Dzięki temu, że nie rozpuszczają się w wodzie, stanowią warstwę ochronną na powierzchni ciała wielu roślin i zwierząt.

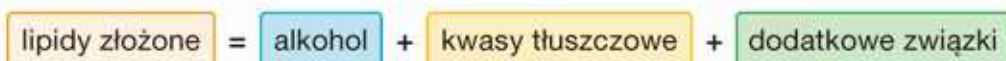


Wosk wydzielany przez pszczoły jest przez nie wykorzystywany do budowy plastrów w ulu.

Lipidy złożone

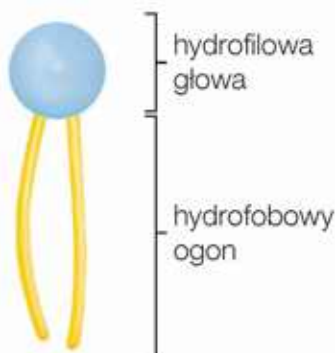
Do lipidów złożonych należą **fosfolipidy** i **glikolipidy**. Są one zbudowane z glicerolu, kwasów tłuszczowych i dodatkowych związków, takich jak **reszta kwasu fosforowego(V)** w fosfolipidach czy **cukier** w glikolipidach.

Schemat budowy lipidów złożonych



Budowa fosfolipidów a ich właściwości

Fosfolipidy zawierają tylko dwa kwasy tłuszczowe, które tworzą tzw. ogon. Z kolei glicerol i połączona z nim reszta kwasu fosforowego(V) to tzw. głowa. Hydrofilowe głowy zwracają się w kierunku środowiska wodnego, natomiast hydrofobowe ogony unikają kontaktu z wodą. Dzięki takiej budowie fosfolipidy budujące błonę komórkową tworzą na powierzchni komórki dwuwarstwę, która stanowi granicę między komórką a otoczeniem. Więcej informacji na ten temat znajdziesz na s. 79.



Budowa fosfolipidu.



Ułożenie cząsteczek fosfolipidów.

Jaką rolę odgrywają lipidy?

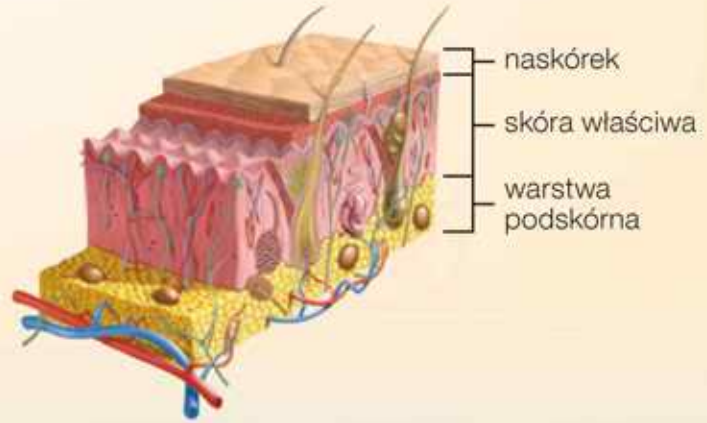
Lipidy są grupą związków o bardzo zróżnicowanej budowie, dlatego pełnią w organizmach różnorodne funkcje. Niektóre z nich odpowiadają za kolor kwiatów i owoców, inne tworzą nieprzemakalną powłokę na piórach ptaków wodnych, a jeszcze inne umożliwiają zwierzętom polarnym przetrwanie chłódów. Poniżej znajdziesz przykłady najważniejszych funkcji pełnionych przez lipidy.

■ Lipidy proste

Tłuszcze właściwe



Stanowią wysokoenergetyczny **material zapasowy** organizmów. Występują np. w nasionach słonecznika.



Tworzą **warstwę podskórną**, która pełni **funkcję termoizolacyjną** np. u ssaków. Stanowią też **ochronę mechaniczną** narządów wewnętrznych.

Woski



Tworzą powłokę na powierzchni roślin, dzięki czemu **chronią je przed nadmiernym parowaniem wody**.



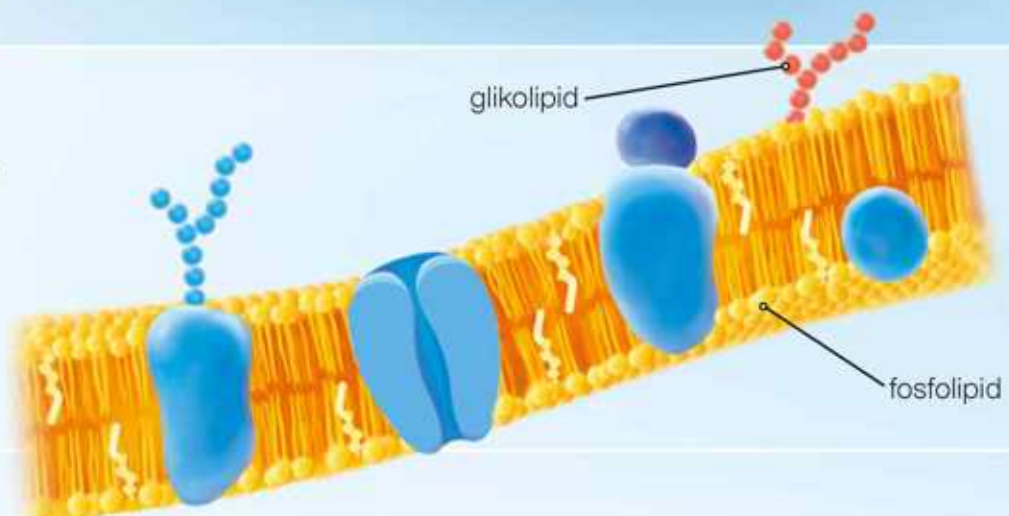
Tworzą **nieprzemakalną powłokę** na piórach ptaków wodnych. Pióra nie nasiakają wodą, dlatego ptaki te mogą sprawnie się w niej poruszać.

■ Lipidy złożone

Fosfolipidy i glikolipidy

Pełnią **funkcję budulcową**. Wchodzą w skład błon biologicznych komórek!

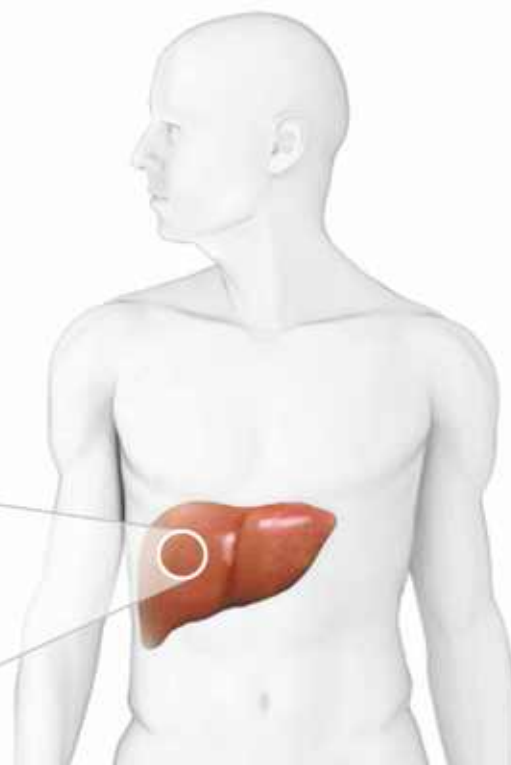
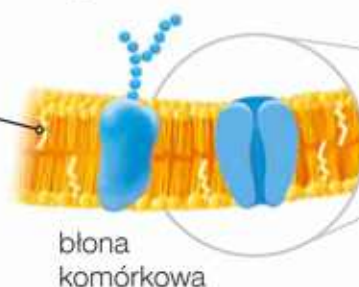
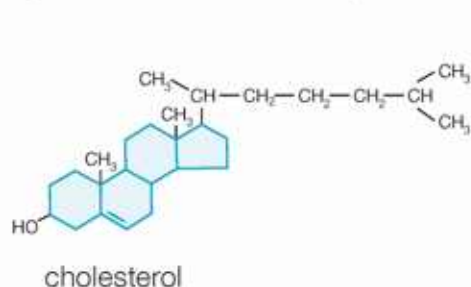
Błona biologiczna.



Cholesterol – niezbędny składnik komórek

W mediach często możesz usłyszeć, że cholesterol jest szkodliwy. Nadmiar cholesterolu rzeczywiście przyczynia się do rozwoju groźnych chorób układu krążenia, np. miażdżycy. Jednak czy cholesterol zawsze nam szkodzi? Czym właściwie jest ten związek i jakie pełni funkcje? Cholesterol jest jednym z lipidów, które zaliczamy do tzw. steroidów. Występuje w komórkach zwierząt, gdzie jest składnikiem błon komórkowych. Cząsteczki cholesterolu są płaskie, dlatego mogą wciskać się pomiędzy fosfolipidy i w ten sposób usztywniać i uszczelniać błony. Chroni to komórki m.in. przed wnikaniem drobnoustrojów chorobotwórczych. Ponadto cholesterol bierze udział w powstawaniu niektórych hormonów, np. testosteronu.

Cholesterol w organizmie człowieka jest produkowany głównie w wątrobie.



W skrócie

- **Lipidy** są związkami organicznymi zbudowanymi z węgla, wodoru i tlenu. Niektóre z nich zawierają również azot lub fosfor.
- Do lipidów prostych należą tłuszcze właściwe i woski. **Tłuszcze właściwe** są zbudowane z glicerolu i kwasów tłuszczowych, a **woski** – z alkoholu innego niż glicerol i kwasów tłuszczowych.
- Lipidami złożonymi są **fosfolipidy** i **glikolipidy**. W swojej budowie oprócz alkoholu i kwasów tłuszczowych mają one m.in. reszty fosforanowe i cukrowe.
- Do wykrywania lipidów służy odczynnik **Sudan III**.
- Lipidy pełnią funkcję:
 - **zapasową**, np. w nasionach słonecznika,
 - **termoizolacyjną**, np. pod skórą ssaków,
 - **ochrony mechanicznej**, np. wokół narządów wewnętrznych,
 - **ochronną**, np. zabezpieczającą przed parowaniem wody z powierzchni roślin,
 - **budulcową**, np. budując błony komórkowe oraz błony organelli komórkowych, takich jak mitochondria i chloroplasty.

Polecenia kontrolne

1. Opisz funkcje lipidów.
2. Porównaj budowę lipidów prostych z budową lipidów złożonych.
3. Wyjaśnij, jak obecność wiązań podwójnych w kwasach tłuszczowych wpływa na właściwości lipidów.

2.7.

Budowa i funkcje kwasów nukleinowych

Zwróć uwagę na:

- budowę i funkcję nukleotydów,
- budowę oraz znaczenie DNA,
- budowę, rodzaje i znaczenie RNA.



Kwasy nukleinowe są nośnikami informacji genetycznej. To właśnie w nich jest zakodowany cały plan rozwoju i funkcjonowania organizmu. Kwasy nukleinowe odpowiadają też za syntezę białek niezbędnych do zrealizowania tego planu.

Rodzaje kwasów nukleinowych

W komórkach występują dwa rodzaje kwasów nukleinowych:

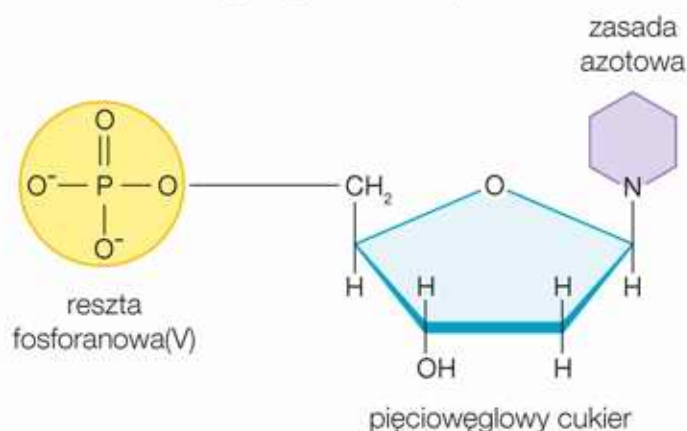
- ▶ DNA – kwas deoksyrybonukleinowy,
- ▶ RNA – kwas rybonukleinowy.

Są one zbudowane z węgla, wodoru, tlenu, azotu i fosforu.

DNA i RNA to polimery składające się z **nukleotydów**. Pojedynczy nukleotyd jest zbudowany z:

- ▶ zasady azotowej,
- ▶ pięciowęglowego cukru,
- ▶ reszty kwasu fosforowego(V).

Nukleotydy budujące DNA i RNA są połączone w długie nici **wiązaniami fosfodiesterowymi**. Wiązania te powstają między cukrem jednego nukleotydu a resztą fosforanową(V) następnego nukleotydu.



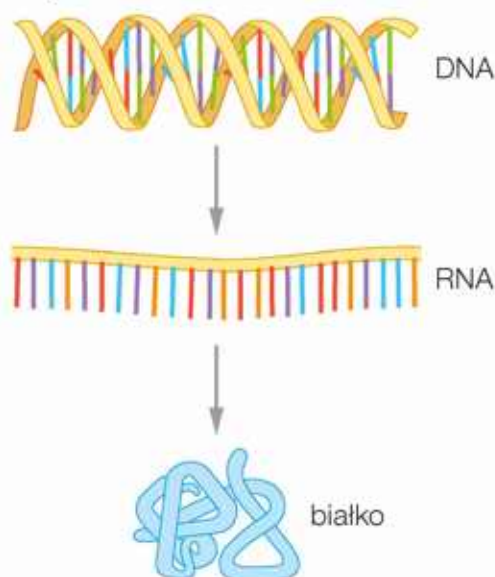
Schemat budowy nukleotydu DNA.

Znaczenie i występowanie DNA

DNA jest materiałem genetycznym organizmów oraz niektórych wirusów. W sekwencji tworzących go nukleotydów jest zapisana informacja o kolejności, rodzaju i liczbie aminokwasów tworzących białka. W całym świecie ożywionym określone trzy kolejne nukleotydy w DNA lub w RNA oznaczają jeden konkretny aminokwas.

DNA nazywamy również nośnikiem informacji genetycznej, ponieważ zawarta w nim informacja jest przekazywana w procesach dziedziczenia z pokolenia na pokolenie.

DNA w komórkach jądrowych, do których należą komórki zwierzęce, roślinne i grzybowe, znajduje się głównie w **jądrze komórkowym**. W niewielkich ilościach obecny jest także w mitochondriach, a u roślin – również w chloroplastach.



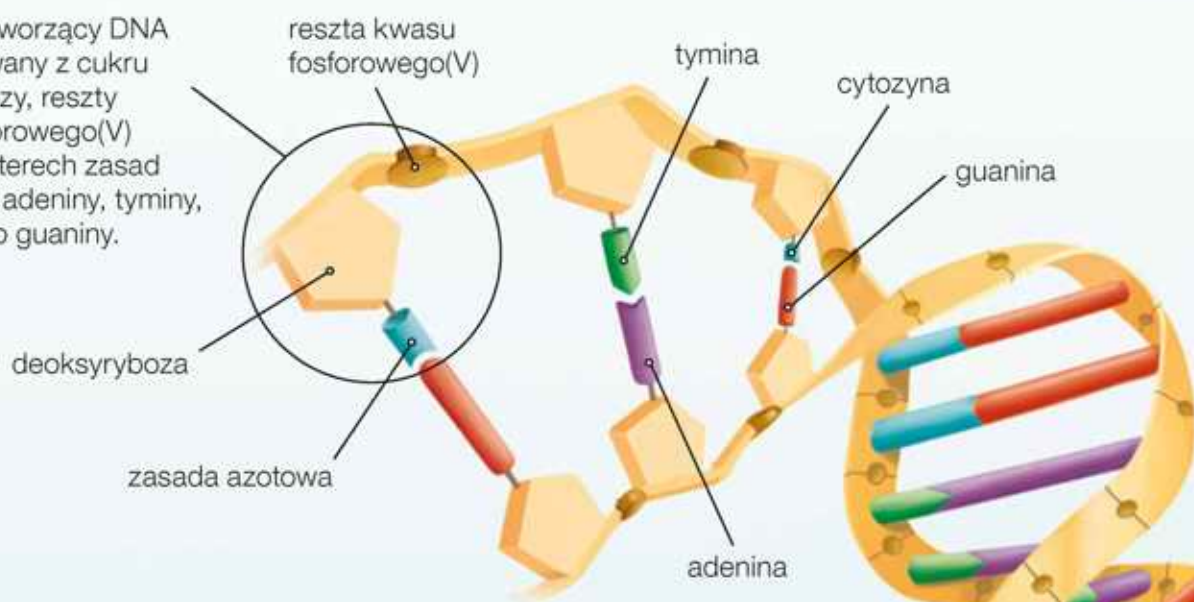
Każde białko powstaje dzięki przetłumaczeniu informacji zawartej w DNA, za pośrednictwem RNA, na odpowiednią sekwencję aminokwasów, które budują to białko.

Budowa cząsteczki DNA

Cząsteczka DNA jest zbudowana z dwóch nici, które są ułożone równolegle do siebie i śrubowato skręcone wokół wspólnej osi. Strukturę tę nazywamy **podwójną helisą**. Helisa utrzymuje swój kształt m.in. dzięki **wiązaniom wodorowym** występującym między zasadami azotowymi obu łańcuchów.

W DNA występują cztery rodzaje nukleotydów. Każdy z nich ma inną zasadę azotową. Może nią być: **adenina** (oznaczana jako A), **tymina** (T), **cytozyna** (C) lub **guanina** (G). Cukrem wchodzącym w skład nukleotydów DNA jest **deoksyryboza**.

Nukleotyd tworzący DNA jest zbudowany z cukru deoksyrybozy, reszty kwasu fosforowego(V) i jednej z czterech zasad azotowych: adeniny, tyminy, cytozyny lub guaniny.

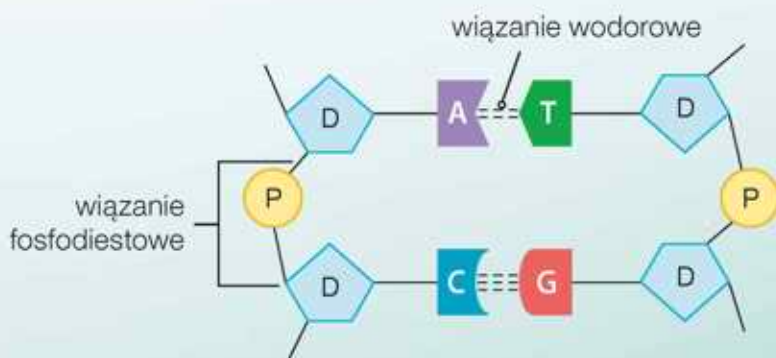


Komplementarność zasad

W cząsteczce DNA leżące naprzeciwko siebie zasady azotowe łączą się zawsze w określony sposób, który nazywamy zasadą komplementarności. Zgodnie z tą zasadą:

- ▶ **adenina** łączy się z **tyminą** – między nimi powstają **dwa wiązania wodorowe**,
- ▶ **cytozyna** łączy się z **guaniną** – między nimi powstają **trzy wiązania wodorowe**.

W ten sposób obie nici tworzące cząsteczkę DNA również są komplementarne.



Nukleotydy w jednej nici są połączone **wiązaniem fosfodiesterowym**.

Cząsteczka DNA ma postać podwójnej helisy.

jądro komórkowe

Komórka zwierzęca.

■ Znaczenie zasady komplementarności

Dzięki temu, że nici DNA są komplementarne, kwas ten może łatwo się powielać w procesie nazywanym **replikacją DNA**. Polega on na tym, że po rozpleceniu helisy do każdej nici są dobudowywane nowe nukleotydy, a odbywa się to na zasadzie komplementarności. W ten sposób z jednej cząsteczki DNA powstają dwie identyczne cząsteczki potomne. Więcej o znaczeniu replikacji DNA podczas podziału komórki dowiesz się w lekcji dotyczącej cyklu komórkowego, na s. 91.

■ Występowanie i znaczenie RNA

RNA występuje w jądrze komórkowym oraz w cytozolu, mitochondriach i chloroplastach. Powstaje on w wyniku kopiowania informacji z DNA.

W komórkach występują różne rodzaje RNA. Najważniejsze z nich to:

- ▶ **rRNA** – rybosomowy RNA,
- ▶ **tRNA** – transportujący RNA,
- ▶ **mRNA** – informacyjny RNA.

Główną funkcją RNA jest udział w syntezie białek:

- ▶ rRNA buduje rybosomy – struktury odpowiedzialne za łączenie aminokwasów w białka,
- ▶ tRNA transportuje aminokwasy na rybosomy,
- ▶ mRNA przenosi informację o budowie białka z jądra komórkowego na rybosomy.

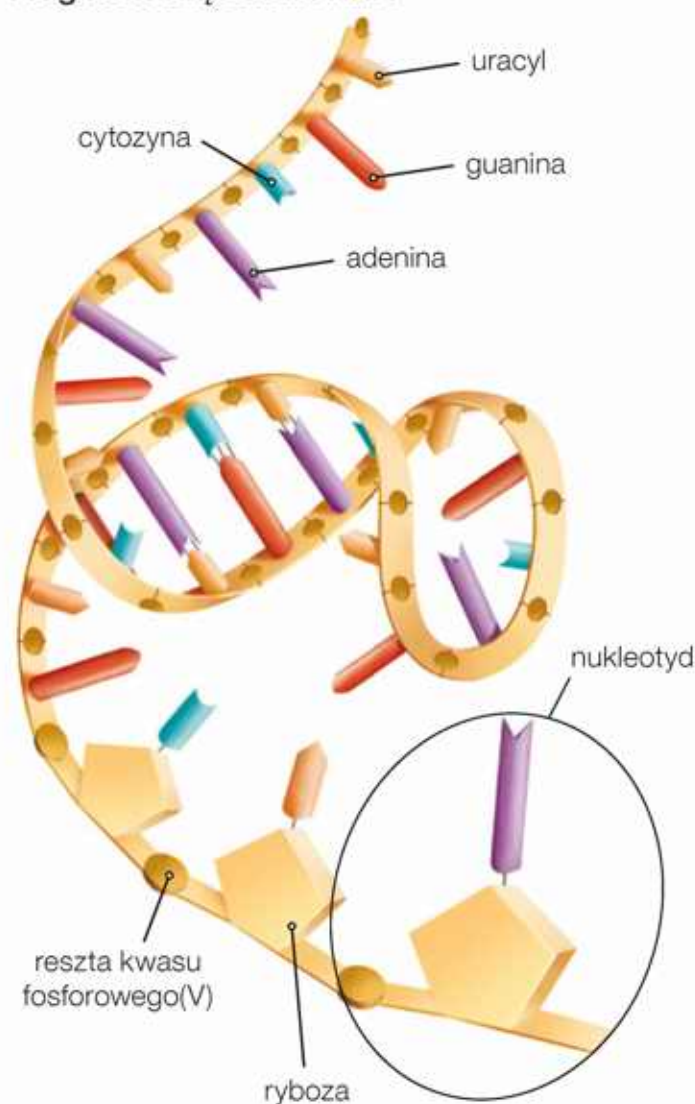
W komórkach występują także cząsteczki RNA, które pełnią inne funkcje, np. funkcję enzymatyczną lub regulatorową. RNA stanowi też materiał genetyczny niektórych wirusów.

■ Budowa RNA

Nukleotydy, które budują RNA, różnią się od nukleotydów tworzących DNA. Cukrem jest w nich **ryboza**, a zamiast tyminy występuje inna zasada azotowa – **uracyl (U)**.

Cząsteczki RNA są zwykle jednoniciowe. Czasem występują w nich fragmenty dwuniciowe, które powstają wskutek komplementarnego łączenia się nukleotydów jednej nici. Obecność takich fragmentów określa kształt cząsteczki RNA, co wpływa na jej funkcję.

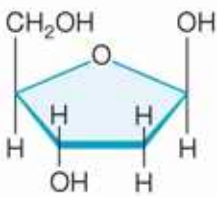
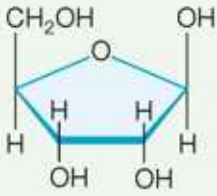
Fragment cząsteczki RNA



■ Inne funkcje nukleotydów

W komórce nukleotydy występują również w postaci wolnych nukleotydów oraz tzw. dinukleotydów. Przykładem wolnego nukleotydu jest **ATP** (adenozynotryfosforan), który przenosi energię. Przykładami dinukleotydów są **NAD⁺** (dinukleotyd nikotynoamidoadeninowy) oraz **FAD** (dinukleotyd flawinoadeninowy), które transportują elektrony np. w procesie oddychania tlenowego. Więcej na temat tych związków dowiesz się w rozdziale czwartym (s. 109 i 110).

Porównanie kwasów nukleinowych

Rodzaj kwasu nukleinowego	Budowa cząsteczki	Cukier obecny w nukleotydzie	Zasady azotowe w nukleotydach	Główna funkcja
DNA – kwas deoksyrybonukleinowy	dwuniciowa helisa	 deoksyryboza	adenina (A) tymina (T) cytozyna (C) guanina (G)	przechowywanie i przekazywanie informacji genetycznej, kodowanie wszystkich białek i RNA
RNA – kwas rybonukleinowy	głównie jednoniciowa	 ryboza	adenina (A) uracyl (U) cytozyna (C) guanina (G)	udział w syntezie białek

 Jest na to sposób

Aby zapamiętać zasadę komplementarności, przećwicz dopisywanie komplementarnych nici. Zapisz jedną nić złożoną np. z 12 symboli zasad, a następnie dopisz pod spodem komplementarną nić.

Przykładowo: **A G C T A A T T G C G C**
T C G A T T A A C G C G

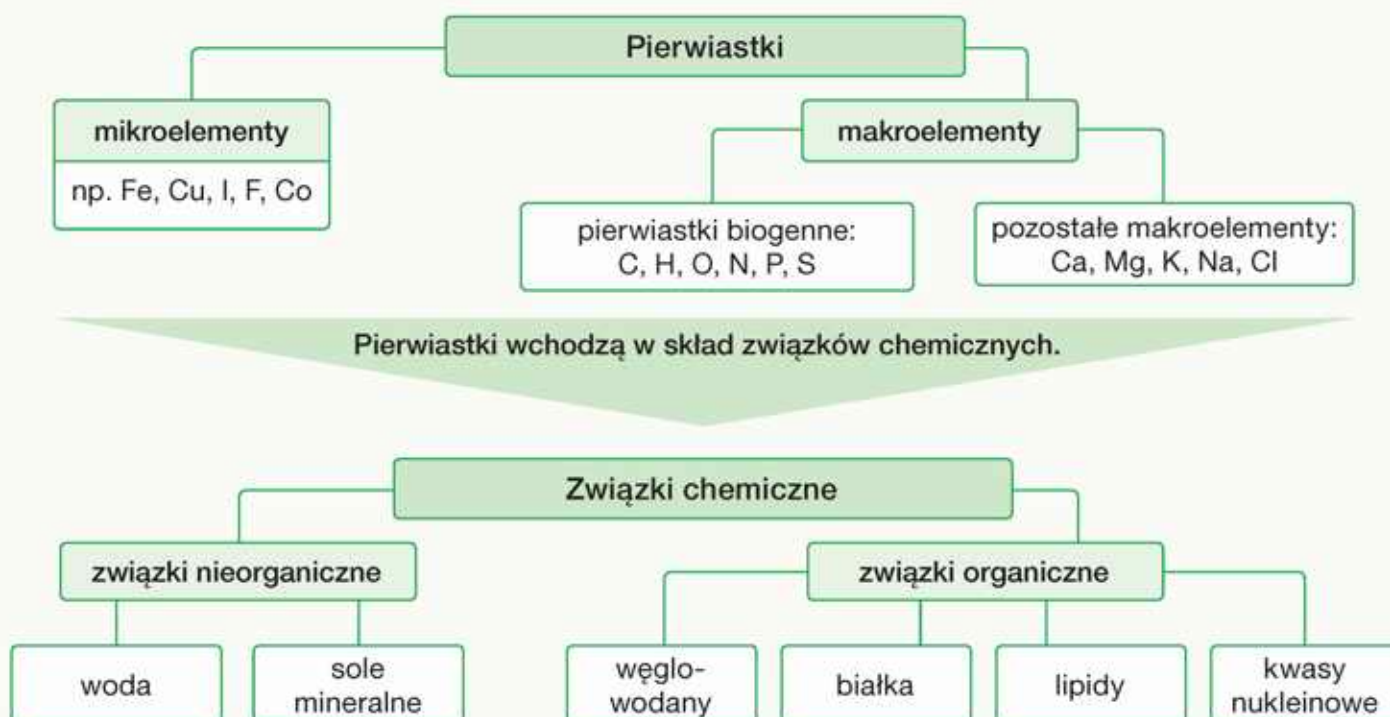
W skrócie

- **Kwasy nukleinowe – DNA i RNA** – to związki **organiczne**, które są zbudowane z podjednostek zwanych **nukleotydami**.
- DNA jest **nośnikiem informacji genetycznej**. Jest on przekazywany z pokolenia na pokolenie, a w kolejności tworzących go nukleotydów zawarta jest informacja o kolejności, rodzaju i liczbie aminokwasów tworzących białka.
- Każdy nukleotyd jest zbudowany z: **reszty kwasu fosforowego(V)**, **cukru – deoksyrybozy** (w DNA) lub **rybozy** (w RNA) oraz **jednej zasady azotowej – adeniny, guaniny, cytozyny, tyminy** (w DNA) lub **uracylu** (w RNA).
- Zasady azotowe w przeciwległych łańcuchach DNA łączą się ze sobą za pomocą **wiązań wodorowych** na zasadzie komplementarności: adenina z tyminą, a cytozyna z guaniną. W RNA komplementarne pary zasad to adenina i uracyl oraz cytozyna i guanina.
- **Kwas rybonukleinowy (RNA)** bierze udział w **syntezie białek**. Wyróżniamy trzy podstawowe rodzaje RNA: **rRNA – rybosomowy RNA**, **tRNA – transportujący RNA** i **mRNA – informacyjny RNA**.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, dzięki jakim właściwościom budowy DNA może pełnić funkcję nośnika informacji genetycznej.
2. Podaj funkcje trzech podstawowych rodzajów RNA.
3. Podaj po dwa przykłady podobieństw i różnic w budowie cząsteczek DNA i RNA.

1 Podział składników chemicznych tworzących organizmy



2 Rola pierwiastków w organizmie człowieka

Pierwiastki		Rola w organizmie człowieka
Makroelementy	Pierwiastki biogenne C H O N P S	• Węgiel (C) tworzy szkielet wszystkich związków organicznych. • Wodór (H) wraz z węglem buduje związki organiczne. Decyduje też o odczynie pH płynów ustrojowych, np. krwi, i bierze udział w wytwarzaniu ATP w mitochondriach. • Tlen (O) tak jak węgiel i wodór jest składnikiem wielu związków organicznych. Jest też substratem oddychania tlenowego. • Azot (N) wchodzi w skład białek i kwasów nukleinowych. • Fosfor (P) wchodzi w skład DNA, RNA, ATP, zębów i kości. • Siarka (S) buduje białka, wpływa na stan skóry, włosów i paznokci.
	Pozostałe makroelementy Ca Mg K Na Cl	• Wapń (Ca) buduje kości i zęby, wpływa na działanie mięśni i układu nerwowego, uczestniczy w krzepnięciu krwi. • Magnez (Mg) wpływa na działanie enzymów oraz funkcjonowanie układu mięśniowego i układu nerwowego. • Potas (K) wpływa na przewodzenie impulsów nerwowych oraz na ilość wody w organizmie i ciśnienie krwi. • Sód (Na) jest niezbędny w przewodzeniu impulsów nerwowych oraz regulacji ilości wody w organizmie. • Chlor (Cl) jest składnikiem soku żołądkowego i płynów ustrojowych.
Mikroelementy	Fe Cu I F Co	• Żelazo (Fe) jest składnikiem hemoglobiny. • Miedź (Cu) jest składnikiem wielu enzymów, uczestniczy w syntezie barwników skóry – melanin. • Jod (I) stanowi składnik hormonów tarczycy. • Fluor (F) jest składnikiem szkliwa zębów. • Kobalt (Co) jest składnikiem witaminy B₁₂, dzięki czemu wpływa na rozwój erytrocytów.

3 Znaczenie wody dla organizmów

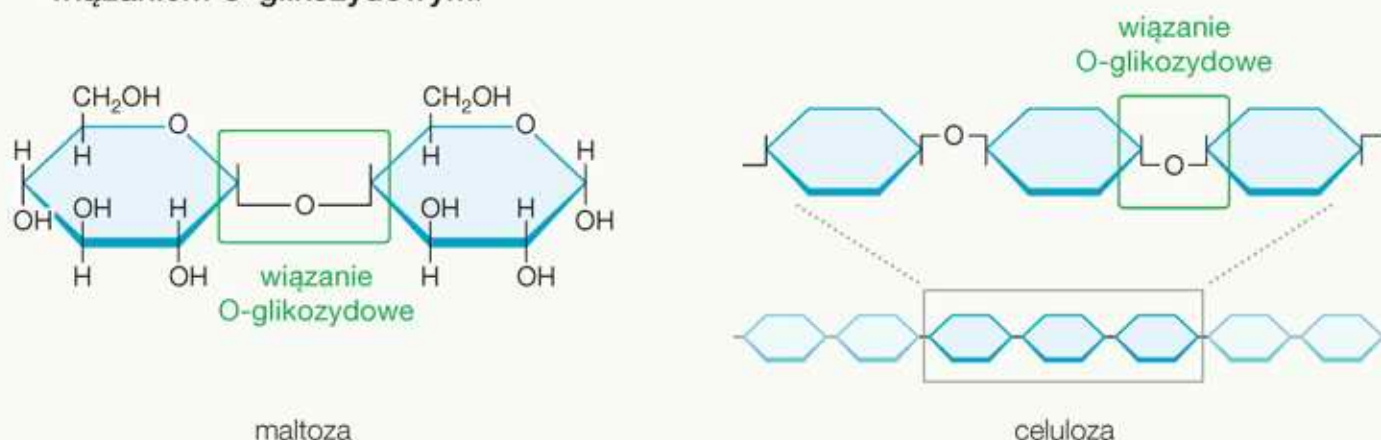
Właściwość wody	Znaczenie dla organizmów
Dobry rozpuszczalnik	Stanowi środowisko, w którym w komórkach zachodzą reakcje chemiczne, oraz umożliwia transport różnych substancji.
Gęstość zależna od temperatury	Umożliwia organizmom wodnym przeżycie pod lodem okresu zimy.
Duże napięcie powierzchniowe	Umożliwia niektórym organizmom utrzymywanie się na powierzchni wody.
Wysokie ciepło parowania	Umożliwia organizmom termoregulację.
Wysokie ciepło właściwe	Zapewnia ochronę przed nagłymi zmianami temperatury otoczenia.

4 Charakterystyka i znaczenie węglowodanów

Węglowodany – związki organiczne zbudowane z atomów węgla, wodoru i tlenu.

Rodzaje węglowodanów	Charakterystyka węglowodanów	Przykładowe węglowodany i ich znaczenie
Cukry proste (monosacharydy)	- Mają szkielet węglowy zbudowany z od trzech do ośmiu atomów węgla. - Niektóre, np. glukoza, występują w postaci łańcucha lub pierścienia. - Są słodkie w smaku, dobrze rozpuszczają się w wodzie.	Glukoza stanowi podstawowe źródło energii dla komórek. Fruktoza stanowi dodatkowe źródło energii dla komórek dzięki łatwemu przekształcaniu się w glukozę. Występuje w wielu owocach. Galaktoza jest składnikiem laktozy. Stanowi też źródło energii dla komórek. Ryboza buduje RNA. Deoksyryboza buduje DNA.
Dwucukry (disacharydy)	- Są zbudowane z dwóch cząsteczek cukrów prostych. - Są słodkie w smaku, dobrze rozpuszczają się w wodzie.	Maltoza (glukoza + glukoza) jest produktem rozpadu skrobi w trakcie trawienia. Laktoza (glukoza + galaktoza) jest składnikiem mleka ssaków. Stanowi źródło energii. Sacharoza (glukoza + fruktoza) stanowi formę transportową cukrów u roślin.
Wielocukry (polisacharydy)	- Są zbudowane z wielu cząsteczek cukrów prostych. - Występują w postaci łańcuchów. - Nie są słodkie w smaku, słabo rozpuszczają się w wodzie lub wcale się nie rozpuszczają.	Skrobia stanowi materiał zapasowy roślin. Glikogen stanowi materiał zapasowy zwierząt i grzybów. Celuloza buduje ścianę komórkową roślin. Chityna buduje ścianę komórkową grzybów i szkielet zewnętrzny stawonogów.

Dwucukry i wielocukry powstają w wyniku połączenia cząsteczek cukrów prostych **wiązaniem O-glikozydowym**.



5 Charakterystyka i znaczenie białek

Białka – związki organiczne zbudowane z atomów węgla, wodoru, tlenu, a także azotu, siarki i fosforu. Podstawowymi elementami budującymi białka są **aminokwasy**.

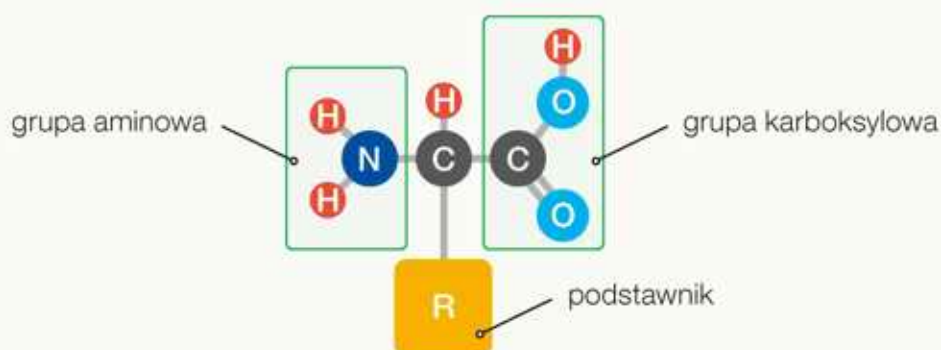
Rodzaje białek	Przykładowe białka i ich znaczenie
Białka proste – są zbudowane tylko z aminokwasów.	• Keratyna pełni funkcję strukturalną – buduje włosy i paznokcie. • Albuminy pełnią funkcję transportową – transportują hormony, leki, witaminy oraz jony różnych metali. • Globuliny pełnią funkcję odpornościową (przeciwciała) oraz transportową, np. przenoszą hormony. • Histony pełnią funkcję podporową dla nawiniętej na nie nici DNA. • Pepsyna jest enzymem, który bierze udział w trawieniu białek.
Białka złożone – są zbudowane z aminokwasów i części niebiałkowej, np. cukrów, tłuszczów, kwasów nukleinowych czy jonów metali.	• Kolagen pełni funkcję strukturalną – buduje skórę, ścięgna i więzadła. • Mioglobina pełni funkcję magazynującą – gromadzi tlen w mięśniach. • Hemoglobina pełni funkcję transportową we krwi – przenosi tlen i dwutlenek węgla. • Fibrynogen pełni funkcję ochronną, bierze udział w krzepnięciu krwi.

Budowa aminokwasu

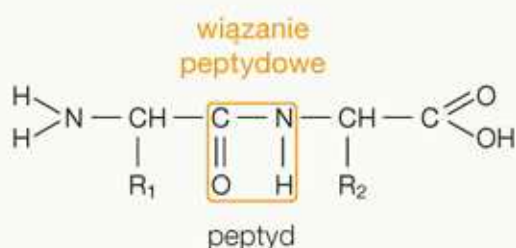
Pojedynczy aminokwas składa się z czterech elementów:

- centralnie położonego atomu węgla,
- grupy karboksylowej ($-\text{COOH}$),
- grupy aminowej ($-\text{NH}_2$),
- podstawnika oznaczanego symbolem **R**.

Podstawnik decyduje o właściwościach danego aminokwasu.



Białka są zbudowane z 20 rodzajów aminokwasów. Aminokwasy w białkach są ze sobą połączone **wiązaniem peptydowym**.

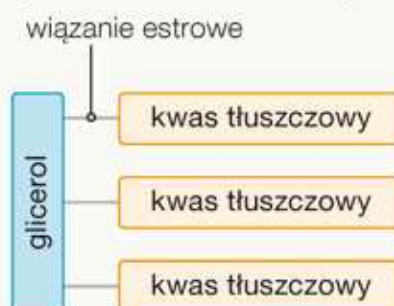


6 Charakterystyka i znaczenie lipidów

Lipidy – związki organiczne zbudowane z węgla, wodoru i tlenu. W skład niektórych z nich może też wchodzić azot lub fosfor.

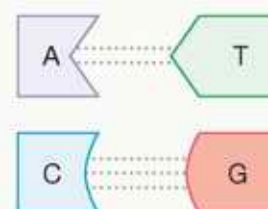
Rodzaje lipidów	Charakterystyka lipidów	Przykładowe lipidy i ich znaczenie
Lipidy proste	- Są zbudowane z alkoholu połączonego z kwasami tłuszczowymi. - W tłuszczach właściwych alkoholem jest glicerol. - Kwasy tłuszczowe mogą być nasycone (gdy mają pojedyncze wiązania) lub nienasycone (gdy mają co najmniej jedno wiązanie podwójne). - Mogą występować w postaci płynnej lub stałej.	Tłuszcze właściwe stanowią materiał zapasowy organizmów – funkcję tę pełnią w nasionach roślin i tkankach zwierząt. Stanowią też warstwę termoizolacyjną i chronią przed urazami mechanicznymi. Woski tworzą powłokę na powierzchni organów roślinnych (np. liści), co chroni przed nadmiernym parowaniem z nich wody. Wchodzi również w skład plastrów miodu, dzięki czemu chronią miód przed rozwojem bakterii. Tworzą też nieprzemakalną warstwę na sierści zwierząt.
Lipidy złożone	Są zbudowane z alkoholu, kwasów tłuszczowych oraz dodatkowych związków, np. reszty kwasu fosforowego(V).	Fosfolipidy budują błony biologiczne komórek.

W lipidach alkohol jest połączony z kwasami tłuszczowymi **wiązaniem estrowym**.



7 Porównanie DNA z RNA

- Są zbudowane z węgla, wodoru, tlenu, azotu i fosforu.
- Ich podstawowe jednostki budulcowe to nukleotydy, które składają się z: reszty kwasu fosforowego (V), cukru i jednej z zasad azotowych.



Kwasy nukleinowe	
DNA	RNA
Cukier: deoksyryboza. Zasady azotowe: adenina, guanina, cytozyna, tymina. - Cząsteczka DNA jest zbudowana z dwóch nici skręconych wokół wspólnej osi i tworzy podwójną helisę. Funkcja: stanowi materiał genetyczny wszystkich organizmów i niektórych wirusów.	Cukier: ryboza. Zasady azotowe: adenina, guanina, cytozyna, uracyl. - Cząsteczka RNA jest najczęściej zbudowana z pojedynczego łańcucha. Funkcja: bierze udział w syntezie białek. Rodzaje RNA: mRNA – informacyjny RNA – przenosi informację genetyczną z jądra do cytoplazmy na rybosomy, gdzie odbywa się synteza białek. tRNA – transportujący RNA – transportuje aminokwasy do miejsca syntezy białek, czyli na rybosomy. rRNA – rybosomowy RNA – łącznie z białkami buduje rybosomy, czyli struktury, w których następuje synteza białek.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE



- 1** Pogrupuj pierwiastki na makroelementy i mikroelementy. Rozwiązanie zapisz w zeszycie. (2 p.)

Fe, S, K, Mg, N, P, I, H, Ca, C, F, Cu, O, Co

- 2** Podaj nazwę tej właściwości wody, dzięki której bierze ona udział w termoregulacji w organizmie człowieka. (1 p.)

- 3** Podaj, które właściwości wody odpowiadają za opisane niżej zjawiska. (3 p.)

- A. Sól rozpuszcza się w wodzie.
- B. Ryby mogą przeżyć okres zimy w częściowo zamrożonym zbiorniku wodnym.
- C. Nartnik utrzymuje się na powierzchni wody.

- 4** Narysuj w zeszycie schemat podziału węglowodanów. Do każdego rodzaju węglowodanów podaj po trzy przykłady. (2 p.)

- 5** Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (4 p.)

1.	Glukoza i galaktoza wchodzą w skład maltozy.	P	F
2.	Cukrem zapasowym w organizmie człowieka jest glikogen.	P	F
3.	Laktoza występuje w mleku.	P	F
4.	Chityna należy do polisacharydów.	P	F

- 6** Wybierz punkt, w którym wymieniono wyłącznie nazwy białek. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

- A. Keratyna, albumina, globulina, galaktoza, hemoglobina.
- B. Hemoglobina, keratyna, cholesterol, mioglobina, fibrynogen.
- C. Hemoglobina, fibrynogen, keratyna, albumina, histony.
- D. Mioglobina, histony, adenina, kolagen, albumina.

- 7** Przyporządkuj białkom (A–F) odpowiednie funkcje wybrane spośród podanych (1–7). Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (6 p.)

- | | |
|-----------------|---|
| A. Keratyna. | 1. Buduje skórę, ścięgna i więzadła. |
| B. Kolagen. | 2. Buduje włosy i paznokcie. |
| C. Fibrynogen. | 3. Przenosi tlen we krwi. |
| D. Mioglobina. | 4. Uczestniczy w procesie krzepnięcia krwi. |
| E. Hemoglobina. | 5. Gromadzi tlen w mięśniach. |
| F. Pepsyna. | 6. Bierze udział w trawieniu białek. |
| | 7. Tworzy podporę dla nici DNA. |

- 8** Zapisz w zeszycie po jednym przykładzie lipidu, który jest (4 p.)

- lipidem prostym,
- lipidem ciekłym,
- lipidem stałym zwierzęcym,
- lipidem złożonym.

9 Wymień elementy, z których jest zbudowany zarówno nukleotyd DNA, jak i nukleotyd RNA. (1 p.)

10 Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (4 p.)

1.	Cząsteczka DNA organizmów jest zbudowana z jednej nici nukleotydów.	P	F
2.	Cukrem wchodzącym w skład RNA jest ryboza.	P	F
3.	DNA jest materiałem genetycznym organizmów i niektórych wirusów.	P	F
4.	RNA organizmów bierze udział w syntezie białek.	P	F

11 Wyjaśnij, na czym polega komplementarność zasad azotowych. (1 p.)

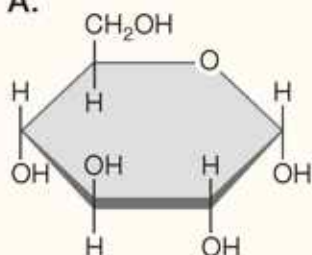
12 Przerysuj tabelę dotyczącą DNA i RNA organizmów do zeszytu, a następnie uzupełnij ją odpowiednimi informacjami. (5 p.)

Cecha	DNA	RNA
Liczba nici w cząsteczce	?	?
Jednostka budulcowa	?	?
Zasady azotowe	?	?
Rodzaj cukru	?	?
Funkcja	?	?

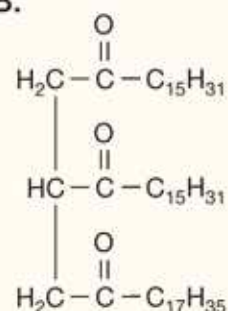
13 Podaj nazwy grup związków organicznych, do których należą związki przedstawione za pomocą wzorów (A–D). Skorzystaj z nazw podanych poniżej. Zadanie wykonaj w zeszycie. (4 p.)

aminokwas, nukleotyd, cukier prosty, białko, tłuszcz właściwy

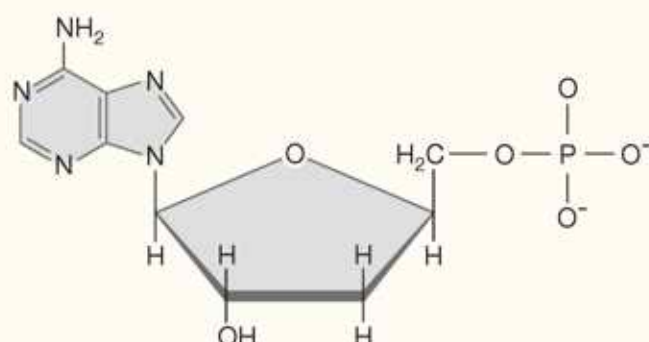
A.



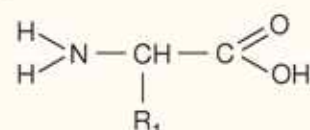
B.



C.



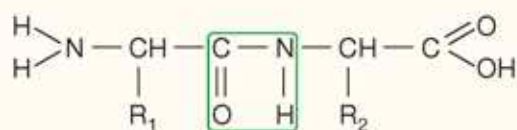
D.



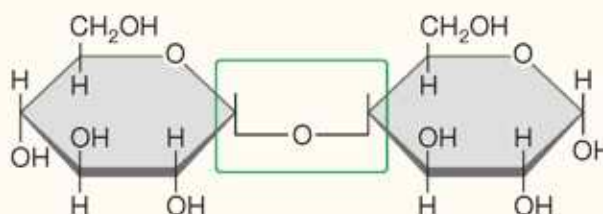
- 14** Podaj nazwy wiązań chemicznych zaznaczonych na poniższych wzorach. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

(2 p.)

A.

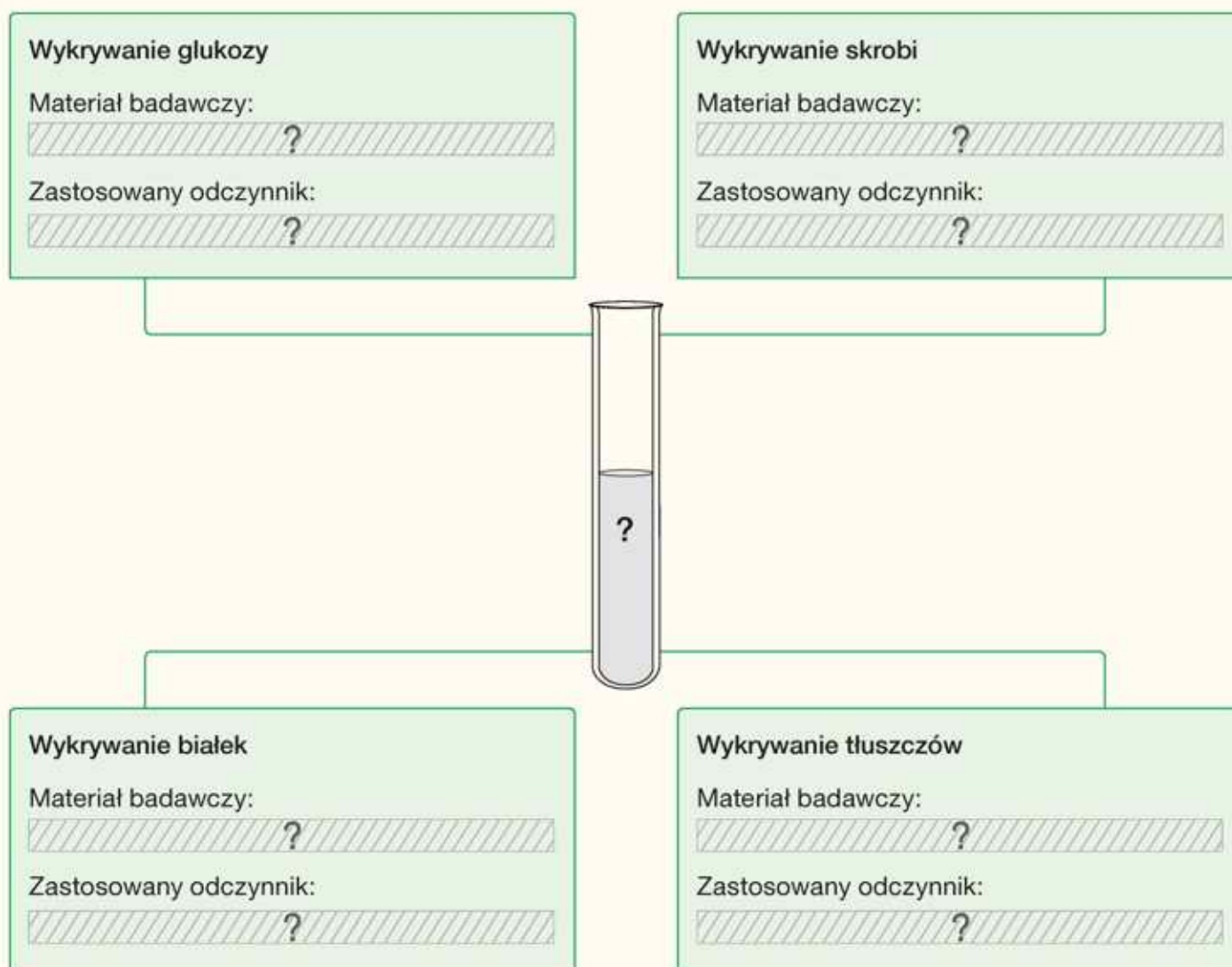


B.



- 15** Przerysuj schemat do zeszytu i uzupełnij go tak, aby stanowił instrukcję, którą można wykorzystać do wykrywania poszczególnych związków organicznych.

(4 p.)



- 16** Zaplanuj w zeszycie badanie, w którym sprawdzisz, czy banan zawiera skrobię. Uwzględnij:

(3 p.)

- problem badawczy,
- hipotezę,
- próbę kontrolną,
- próbę badawczą,
- wyniki,
- wniosek.

3. Komórka

To było w szkole podstawowej!

✓ **Komórka** – najmniejsza część organizmu zdolna do przeprowadzania czynności życiowych.



✓ Porównanie mitozy z mejozą.

Porównywana cecha	Mitoza	Mejoza
Liczba komórek potomnych	2	4
Liczba chromosomów w komórkach potomnych	taka sama jak w komórce rodzicielskiej	o połowę mniejsza niż w komórce rodzicielskiej
Komórki powstałe w wyniku podziału	komórki budujące ciało	gamety

3.1.

Budowa komórki eukariotycznej

Zwróć uwagę na:

- podział komórek na eukariotyczne i prokariotyczne,
- główne elementy komórki eukariotycznej,
- przykłady przystosowania komórek do pełnionych przez nie funkcji,
- porównanie budowy komórek zwierzęcych, roślinnych i grzybowych.

Komórka to podstawowa jednostka strukturalna wszystkich organizmów, zdolna do wykonywania czynności życiowych. W przyrodzie spotykamy zarówno organizmy jednokomórkowe, np. bakterie, jak i organizmy wielokomórkowe, które podobnie jak człowiek mogą być zbudowane nawet z bilionów komórek.

Czy wiesz, w jaki sposób wyróżniamy poszczególne rodzaje komórek i czym się one od siebie różnią?

■ Rodzaje komórek

Jednym z podstawowych kryteriów podziału komórek jest podział ze względu na występowanie jądra komórkowego lub jego brak. Na jego podstawie wyróżniamy dwa główne rodzaje komórek:

- ▶ **komórki prokariotyczne** – są to komórki bezjądrowe. Ich materiał genetyczny (DNA) jest ułożony luźno w cytozolu;

▶ **komórki eukariotyczne** – są to komórki, które mają jądro komórkowe, stąd ich druga nazwa – komórki jądrowe. Jądro komórkowe zawiera większość DNA komórki.

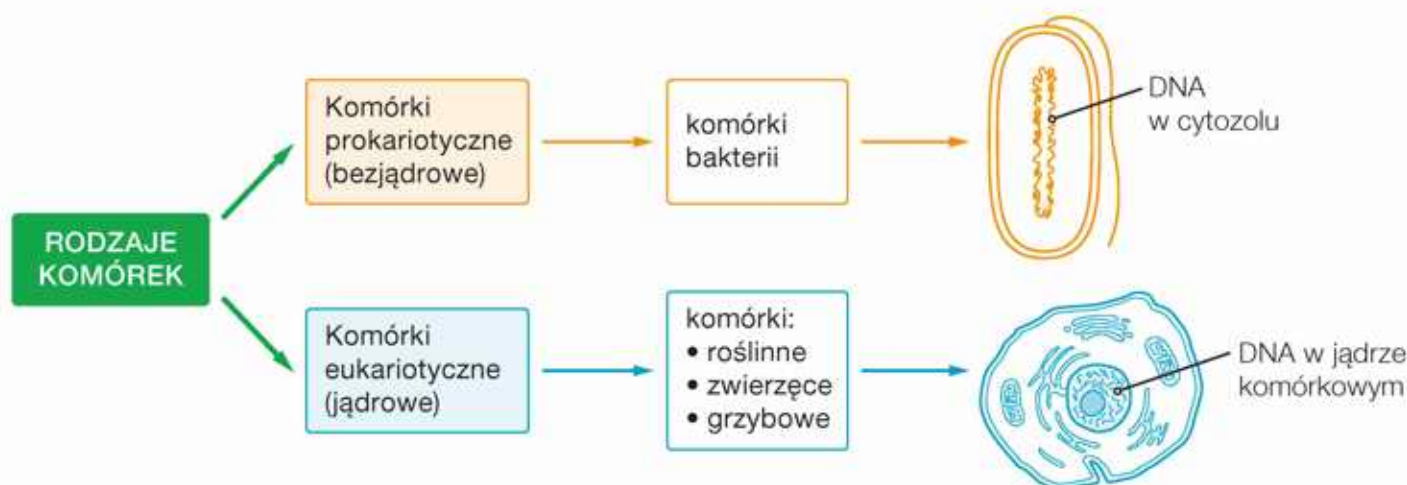
Komórkami prokariotycznymi są komórki bakterii, natomiast komórki eukariotyczne to komórki zwierzęce, roślinne i grzybowe.

■ Kształt i wielkość komórek eukariotycznych

Komórki eukariotyczne mogą mieć owalny, wydłużony, sześcienny lub gwiazdkowaty kształt. Różnią się także wielkością. Większość z nich ma wielkość kilku mikrometrów, jednak największe komórki zwierzęce, np. komórki nerwowe i włókna mięśniowe, a także włókna niektórych roślin, osiągają nawet kilkadziesiąt centymetrów długości.

Zarówno kształt, jak i wielkość komórki zależy od jej funkcji.

Podział komórek ze względu na obecność jądra komórkowego



Jak komórki są przystosowane do pełnienia swoich funkcji?

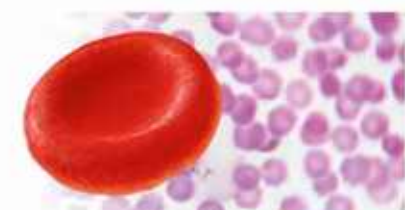
Ciało organizmów wielokomórkowych jest zbudowane z ogromnej liczby komórek tworzących tkanki. Sposób, w jaki komórki są przystosowane do pełnienia swoich funkcji, możesz prześledzić na przykładzie komórek człowieka.



Komórki nerwowe mają wydłużony kształt oraz liczne wypustki. Umożliwia im to kontakt z innymi komórkami i szybkie przekazywanie informacji.



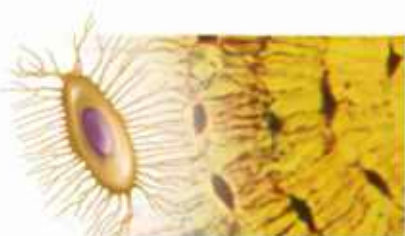
Pręciki to komórki siatkówki. Mają one podłużny kształt i zawierają światłoczułe barwniki, które pozwalają na odbiór bodźców świetlnych z otoczenia.



Krwinki czerwone to małe, okrągłe i spłaszczone komórki, które nie mają jądra. Ich kształt i wielkość ułatwiają im przeciskanie się w drobnych naczyniach krwionośnych. Wypełnione są hemoglobina, dzięki czemu transportują tlen.



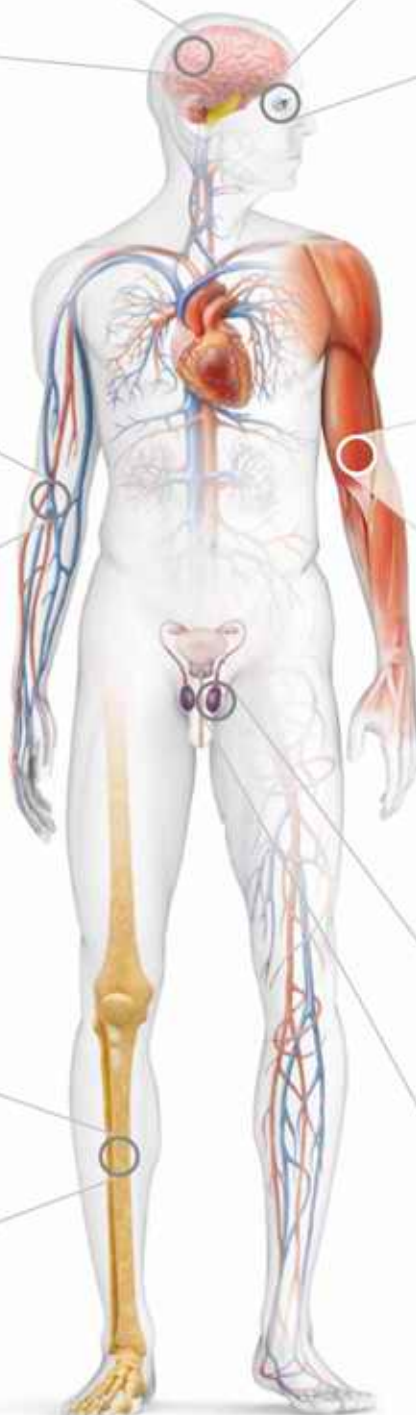
Włókna mięśnia szkieletowego są długie i poprzecznie prążkowane. Prążkowanie wynika z naprzemiennego ułożenia białek, dzięki którym mięśnie mogą się kurczyć.



Komórki tkanki kostnej mają liczne wypustki, które umożliwiają wymianę substancji odżywczych między naczyniami krwionośnymi a komórkami tkanki kostnej.



Plemniki są męskimi komórkami rozrodczymi o opływowym kształcie. Mają więc, dzięki której mogą przemieszczać się w kierunku komórki jajowej.



Porównanie komórek eukariotycznych

Na ilustracjach przedstawiliśmy modele trzech komórek eukariotycznych: komórki zwierzęcej, roślinnej i grzybowej. Zauważ, że we wszystkich tych komórkach występują:

- ▶ **błona komórkowa** – tworząca barierę, która oddziela komórkę od środowiska zewnętrznego,
- ▶ **jądro komórkowe** – zawierające DNA, w którym jest zapisana informacja o budowie białek potrzebnych komórce,
- ▶ **cytoplazma** – złożona z płynnej substancji, czyli **cytozolu**, oraz **organelli komórkowych**, takich jak mitochondria, aparaty Golgiego, wakuole oraz siateczka śródplazmatyczna.

Kiedy będziesz porównywać komórki, zwróć szczególną uwagę na elementy opisane w zielonych ramkach. To one pozwalają rozpoznać poszczególne rodzaje komórek.

■ Budowa komórki zwierzęcej

Błona komórkowa – oddziela wnętrze komórki od otoczenia. Zapewnia transport substancji do wnętrza i na zewnątrz komórki.

Jądro komórkowe – zawiera materiał genetyczny (DNA). Kontroluje przebieg większości procesów życiowych komórki.

Cytozol – wypełnia przestrzeń między organellami oraz pośredniczy w transporcie substancji między różnymi rejonami komórki.

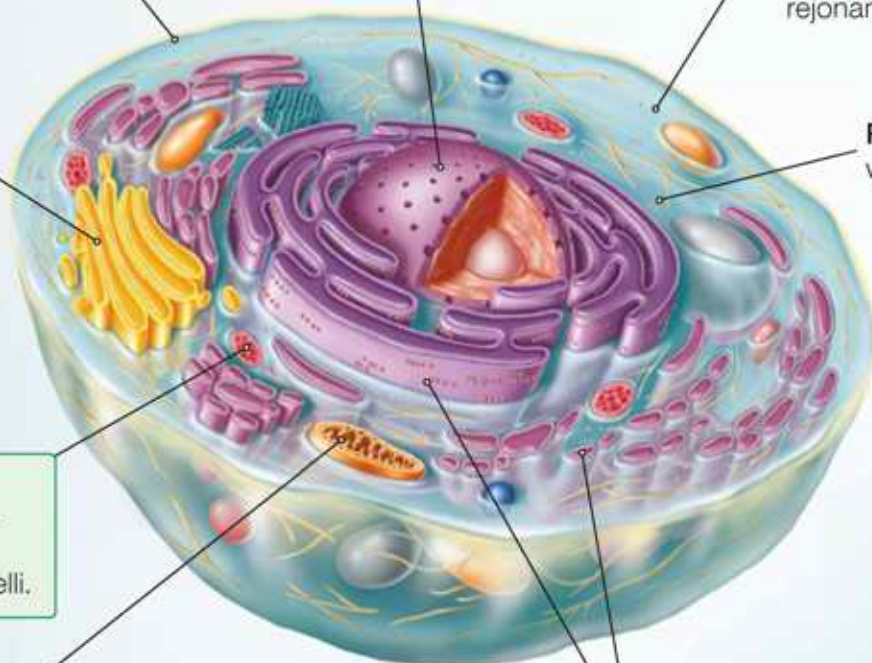
Aparat Golgiego – modyfikuje białka i lipidy oraz transportuje je w odpowiednie rejony komórki lub poza nią.

Lizosom – zachodzi w nim trawienie składników pokarmowych i uszkodzonych organelli.

Mitochondrium – zachodzą w nim główne etapy oddychania tlenowego.

Rybosomy – uczestniczą w syntezie białek.

Siateczka śródplazmatyczna – bierze udział głównie w produkcji białek i lipidów.

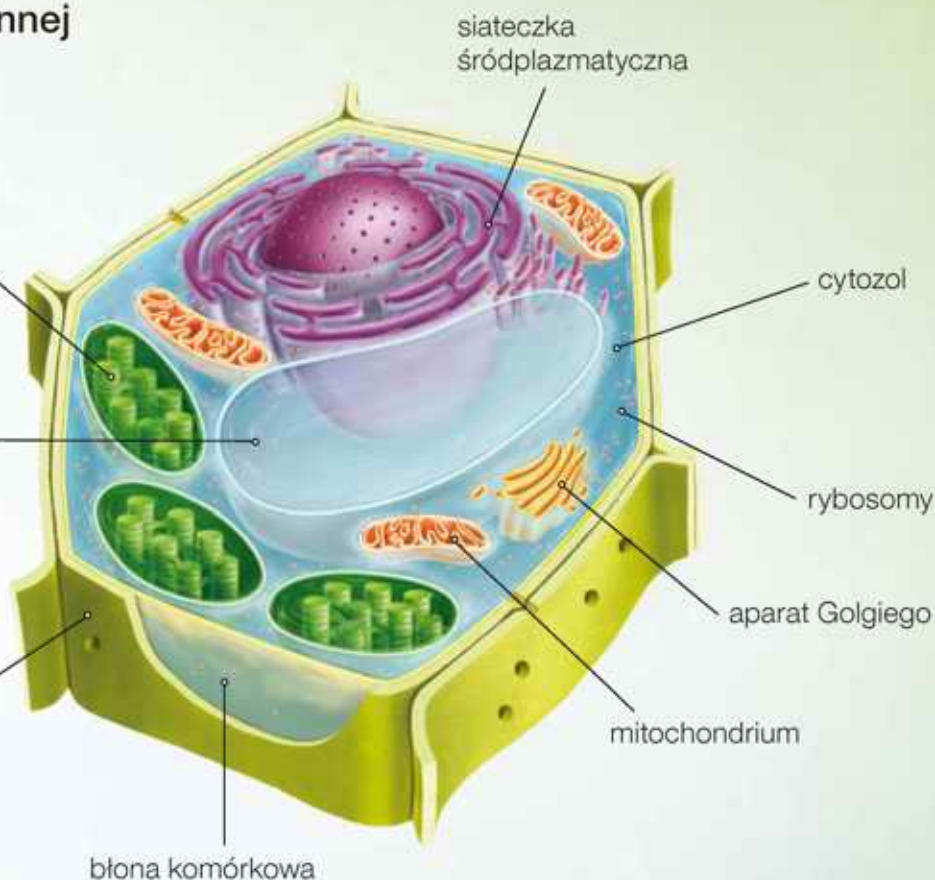


■ Budowa komórki roślinnej

Chloroplast – odpowiada za wytwarzanie substancji pokarmowych podczas fotosyntezy.

Wakuola – w dojrzałej komórce jest położona centralnie i wypełnia prawie całe wnętrze. Główną jej funkcją jest gromadzenie wody.

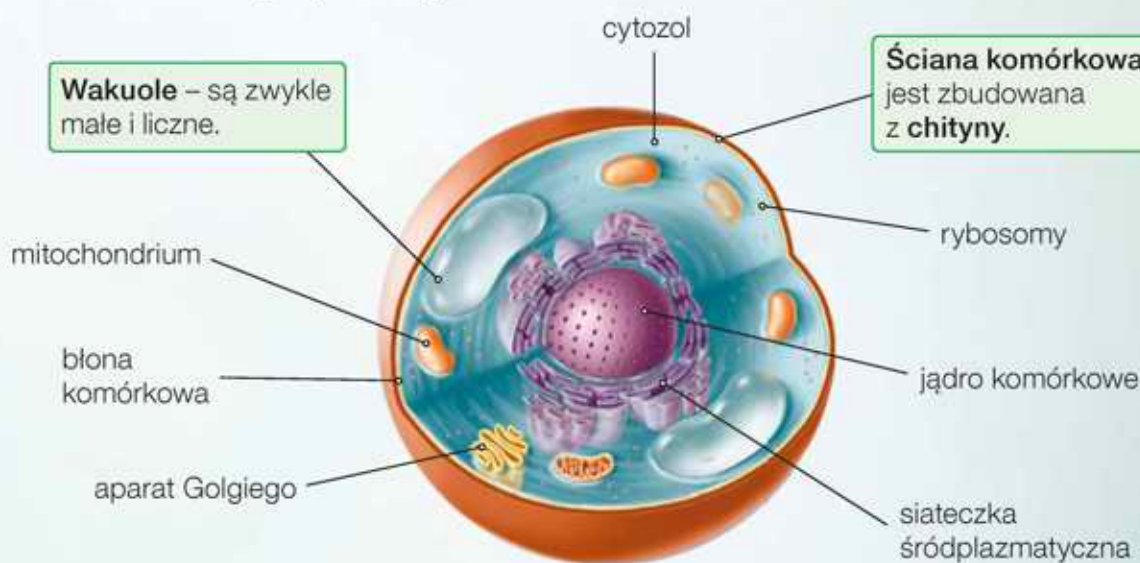
Ściana komórkowa – nadaje kształt komórce, chroni przed uszkodzeniami mechanicznymi oraz wnikaniem drobnoustrojów. Jest zbudowana głównie z **celulozy**.



■ Budowa komórki grzybowej

Wakuole – są zwykle małe i liczne.

Ściana komórkowa – jest zbudowana z **chityny**.

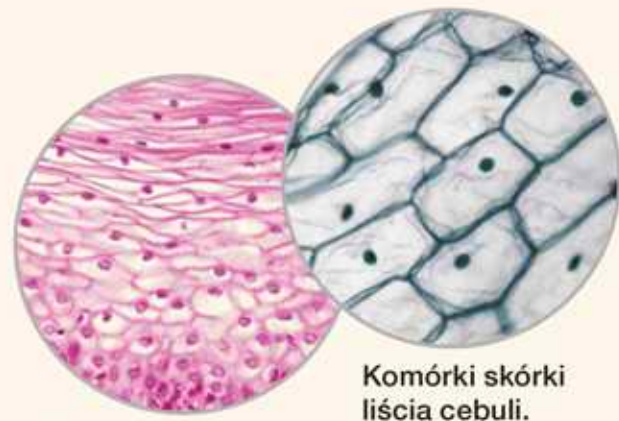


Występowanie struktur w komórkach eukariotycznych

Struktury komórkowe	Komórka zwierzęca	Komórka roślinna	Komórka grzybowa
Charakterystyczne dla poszczególnych typów komórek	lizosomy	chloroplasty, ściana komórkowa zbudowana z celulozy, duża, centralnie położona wakuola	ściana komórkowa zbudowana z chityny, zwykle małe i liczne wakuole
Występujące we wszystkich typach komórek eukariotycznych	błona komórkowa, cytozol, jądro komórkowe, rybosomy, siateczka śródplazmatyczna, aparaty Golgiego, mitochondria		

Obserwacja mikroskopowa komórek roślinnych i zwierzęcych

Przeprowadź obserwacje mikroskopowe komórek roślinnych i zwierzęcych. W tym celu przygotuj samodzielnie wodny preparat mikroskopowy ze skórki liścia cebuli, liścia moczarki albo miąższu pomidora. Do obserwacji komórek zwierzęcych wykorzystaj preparaty trwałe, np. tkanki nabłonkowej, tkanki mięśniowej lub tkanki łącznej. Następnie wykonaj w zeszycie schematyczne rysunki oglądanych komórek.



Komórki nabłonka.

Komórki skórki liścia cebuli.

W skrócie

- **Komórka** jest najmniejszą jednostką strukturalną organizmu zdolną do przeprowadzania wszystkich czynności życiowych.
- Ze względu na obecność jądra komórkowego wyróżniamy dwa rodzaje komórek:
 - **komórki prokariotyczne** (bezejądrowe) – są to komórki bakterii,
 - **komórki eukariotyczne** (jądrowe) – są to komórki roślinne, zwierzęce i grzybowe.
- Komórki eukariotyczne mają: błonę komórkową, jądro komórkowe oraz cytoplazmę.
- Elementami cytoplazmy występującymi we wszystkich typach komórek eukariotycznych są: cytozol, rybosomy, siateczka śródplazmatyczna, aparaty Golgiego i mitochondria.
- **Komórka roślinna** różni się od innych komórek obecnością chloroplastów, położoną centralnie wakuolą oraz ścianą komórkową zbudowaną głównie z celulozy. Dla **komórek zwierzęcych** charakterystyczne są lizosomy, a dla **komórek grzybowych** – ściana komórkowa zbudowana z chityny.

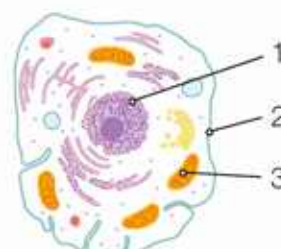
Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, dlaczego komórka jest nazywana podstawową jednostką materii żywej.
2. Przerysuj tabelę do zeszytu. Następnie przyporządkuj podane struktury komórkowe do rodzajów komórek, wpisując litery (A–H) w odpowiednie miejsca. Uwaga: Niektóre struktury mogą się powtarzać.

Komórka roślinna	Komórka zwierzęca	Komórka grzybowa
?	?	?

A. ściana komórkowa zbudowana z chityny, B. chloroplast, C. błona komórkowa, D. duża, centralna wakuola, E. lizosomy, F. ściana komórkowa zbudowana z celulozy, G. siateczka śródplazmatyczna, H. mitochondrium

3. Podaj nazwy struktur komórkowych zaznaczonych na rysunku numerami 1–3. Określ, jaki to rodzaj komórki eukariotycznej. Odpowiedź uzasadnij dwoma argumentami.



3.2.

Budowa i znaczenie błon biologicznych

Zwróć uwagę na:

- budowę i rodzaje błon biologicznych,
- funkcje błon biologicznych w komórce,
- rodzaje transportu przez błony,
- osmozę w komórce roślinnej i zwierzęcej.

Każda komórka ma błonę komórkową, która oddziela ją od środowiska zewnętrznego. Ponadto w komórce występują błony organeli. Wszystkie te rodzaje błon określamy wspólną nazwą: błony biologiczne.

■ Budowa błon biologicznych

Błony biologiczne są zbudowane przede wszystkim z lipidów i białek. **Lipidami** budującymi błonę są głównie **fosfolipidy**. Tworzą one podwójną warstwę, tzw. **dwuwarstwę**. Ogony fosfolipidów są zwrócone do wnętrza dwuwarstwy, a głowy – w stronę wodnych roztworów.

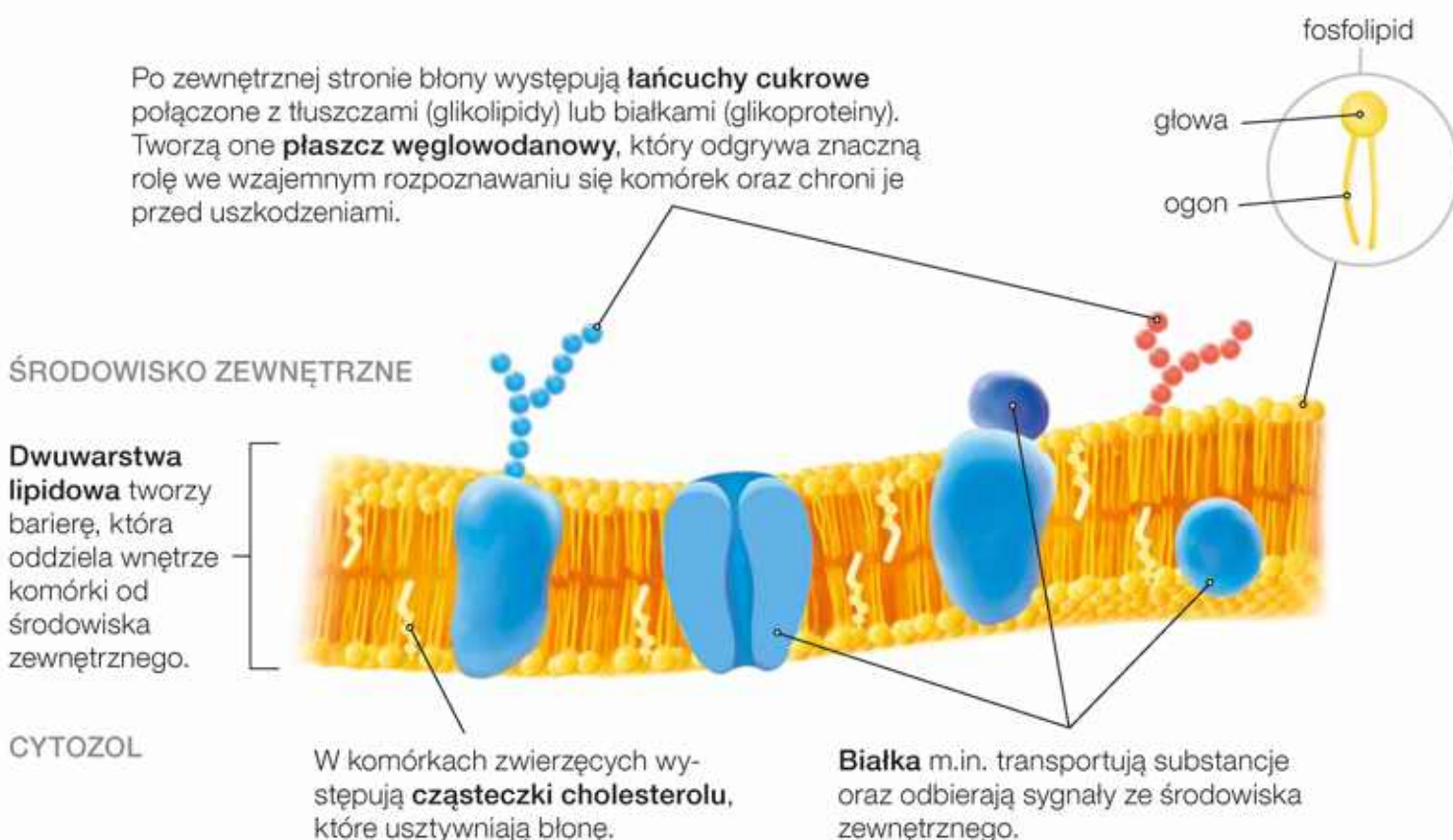
Białka budujące błonę mogą być połączone tylko z jedną warstwą lipidów lub mogą przechodzić przez obie warstwy.

■ Właściwości błony biologicznej

Dzięki swojej budowie błona biologiczna jest **selektywnie przepuszczalna**. Oznacza to, że przepuszcza tylko niektóre substancje.

Kolejną cechą błony jest jej **asymetryczność**. Wynika ona z tego, że warstwy błony różnią się występującymi w nich lipidami i białkami. Jeżeli przyjrzymy się zamieszczonej poniżej ilustracji, zobaczysz, że warstwa błony skierowana do środowiska zewnętrznego różni się od warstwy błony skierowanej do cytozolu np. obecnością płaszcza węglowodanowego.

Błona biologiczna jest również **półpłynna**, ponieważ tworzące ją elementy nieustannie przemieszczają się względem siebie.



Budowa błony komórkowej w komórce zwierzęcej.

■ Funkcje błon biologicznych

Błony biologiczne pełnią w komórce m.in. następujące funkcje:

- ▶ **tworzą barierę ochronną** oddzielającą wnętrze komórki od środowiska zewnętrznego,
- ▶ **pośredniczą w transporcie** substancji oraz kontrolują przepływ substancji pomiędzy wnętrzem komórki a środowiskiem zewnętrznym,
- ▶ **tworzą przedziały**, dzięki czemu w komórce mogą zachodzić jednocześnie różne, często przeciwstawne procesy,
- ▶ **odbierają** ze środowiska zewnętrznego **sygnały** (m.in. chemiczne, elektryczne lub mechaniczne), które mogą wpływać na funkcjonowanie komórki.

■ Rodzaje transportu przez błony

Jednym z kryteriów podziału transportu przez błony jest podział ze względu na nakład energii. Na podstawie tego kryterium wyróżniamy:

- ▶ **transport bierny (pasywny)** – odbywa się on ze środowiska o większym stężeniu

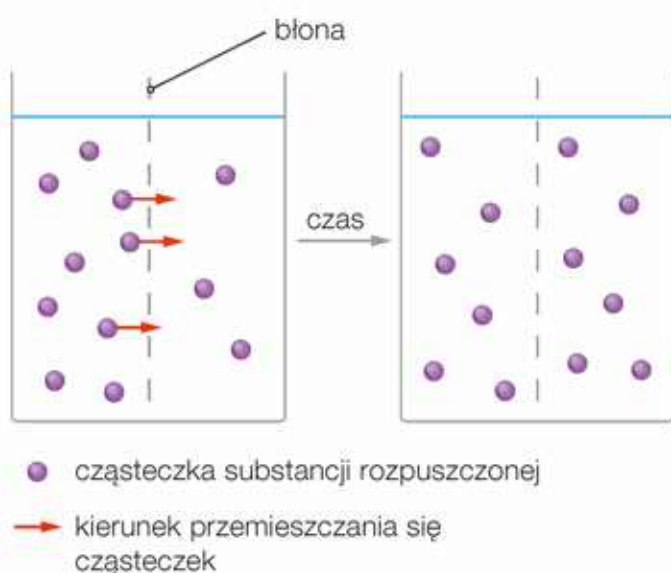
substancji rozpuszczonych do środowiska o ich mniejszym stężeniu, czyli zgodnie z różnicą stężeń. Dlatego nie wymaga nakładu energii. Kiedy transport ten zachodzi bezpośrednio przez błonę, nazywamy go **dyfuzją prostą**, a kiedy zachodzi z udziałem białek błonowych – **dyfuzją ułatwioną**;

- ▶ **transport czynny (aktywny)** – odbywa się on ze środowiska o mniejszym stężeniu substancji rozpuszczonych do środowiska o ich większym stężeniu, czyli wbrew różnicy stężeń. Dlatego wymaga nakładu energii, np. w postaci ATP (zob. s. 109). W transporcie czynnym zawsze uczestniczą białka błonowe.

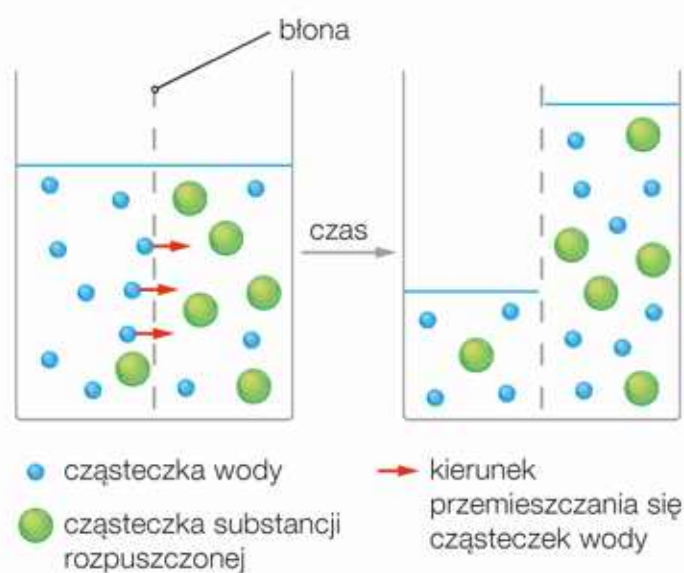
Dyfuzja prosta

Dyfuzją prostą nazywamy swobodne przenikanie substancji przez błonę biologiczną. W ten sposób transportowane są małe cząsteczki, takie jak tlen (O_2) i dwutlenek węgla (CO_2).

Rodzajem dyfuzji prostej jest **osmoza**. Polega ona na tym, że przez błonę przemieszczają się cząsteczki wody.



Przykład dyfuzji prostej. Cząsteczki substancji, które mogą swobodnie przechodzić przez błonę biologiczną (np. cząsteczki tlenu lub dwutlenku węgla), przemieszczają się z roztworu o wyższym stężeniu substancji do roztworu o niższym stężeniu substancji. Prowadzi to do wyrównania stężeń po obu stronach błony.



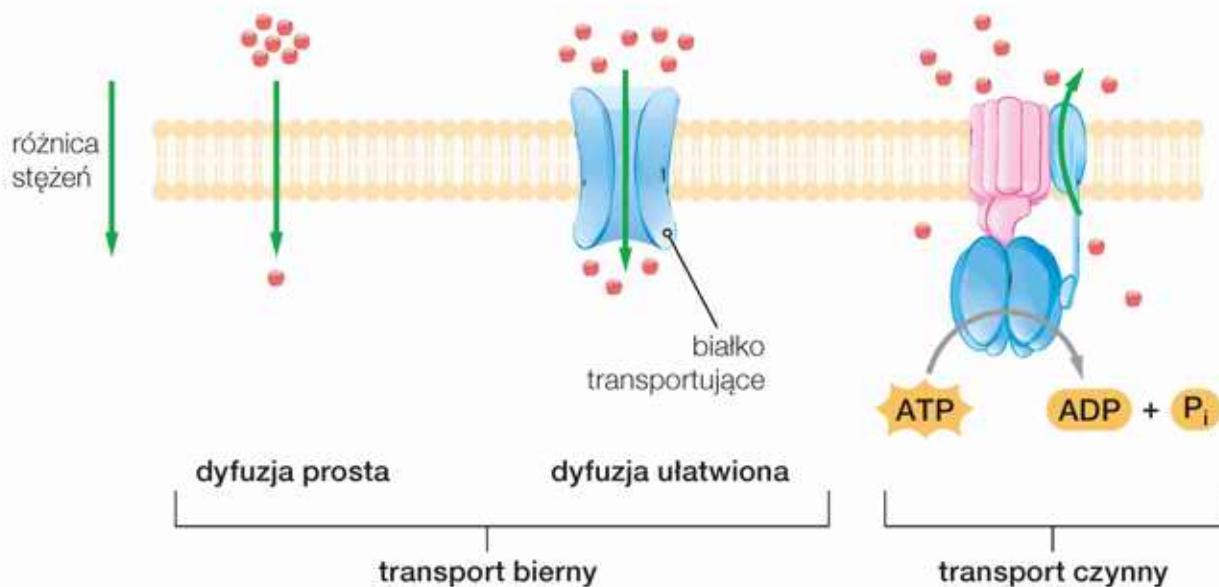
Przykład osmozy. Przez błonę przechodzą cząsteczki wody. Przemieszczają się one z roztworu o mniejszym stężeniu substancji rozpuszczonej do roztworu o jej większym stężeniu, co prowadzi do wyrównania stężeń. Jeżeli cząsteczki substancji rozpuszczonej nie przechodzą przez błonę, to zmienia się poziom cieczy po obu stronach błony.

Dyfuzja ułatwiona

Dyfuzja ułatwiona zachodzi wtedy, gdy cząsteczki są przenoszone **biernie**, ale **z udziałem** transportujących **białek błonowych**. Za jej pomocą do wnętrza komórek wnika większość związków chemicznych potrzebnych im do życia, m.in. cukry proste (np. glukoza) i aminokwasy. Również produkty przemiany materii opuszczają komórki głównie za pomocą dyfuzji ułatwionej.

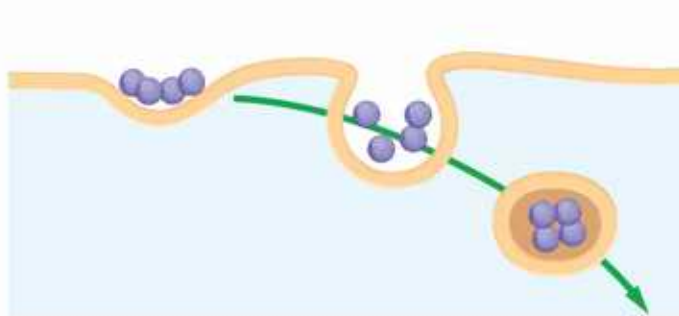
Transport czynny (aktywny)

Transport czynny zachodzi **wbrew różnicy stężeń**. Dlatego wiąże się ze **zużyciem energii** (w postaci ATP) i z obecnością białek transportujących. Przykładem takiego białka jest pompa protonowa w błonie lizosomów. Transportuje ona protony H^+ z cytozolu do wnętrza lizosomu. Pozwala to utrzymać w lizosomie kwaśny odczyn niezbędny dla działania występujących w nim enzymów trawiennych.

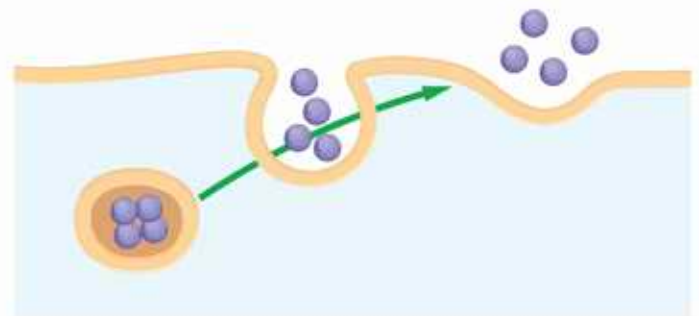


Transport pęcherzykowy

Niektóre cząsteczki, np. cząsteczki białek, a także wirusy czy fragmenty bakterii, są zbyt duże, aby mogły być transportowane bezpośrednio przez błonę lub z udziałem białek błonowych. Dlatego są one zamykane w pęcherzykach transportowych, które powstają z fragmentów błon. Zależnie od kierunku transportu wyróżniamy dwa główne rodzaje transportu pęcherzykowego – endocytozę i egzocytozę.



Endocytoza służy do transportu dużych cząstek (np. białek lub bakterii) do wnętrza komórki. Polega ona na tym, że błona wpukla się i tworzy pęcherzyk, który otacza, a następnie przenosi cząstkę do środka komórki. Przykładem jest pochłanianie bakterii przez białe krwinki nazywane makrofagami.



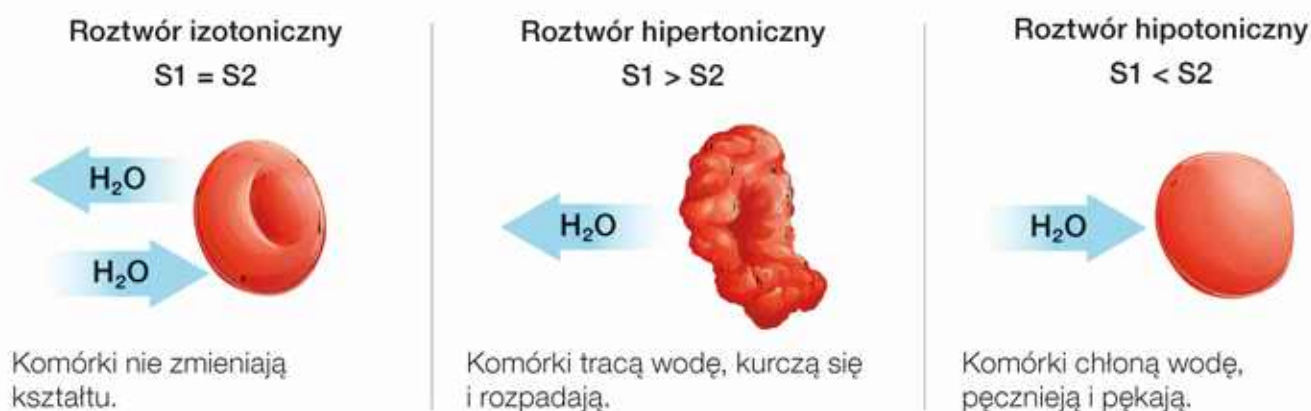
Egzocytoza służy do transportu dużych cząstek powstających w organellach. Cząsteczki są przenoszone w pęcherzykach aparatu Golgiego. Pęcherzyki zlewają się z błoną i uwalniają cząsteczki na zewnątrz komórki. Przykładem egzocytozy jest wydzielanie hormonów i enzymów przez komórki trzustki.

Osmoza w komórkach zwierzęcych i roślinnych

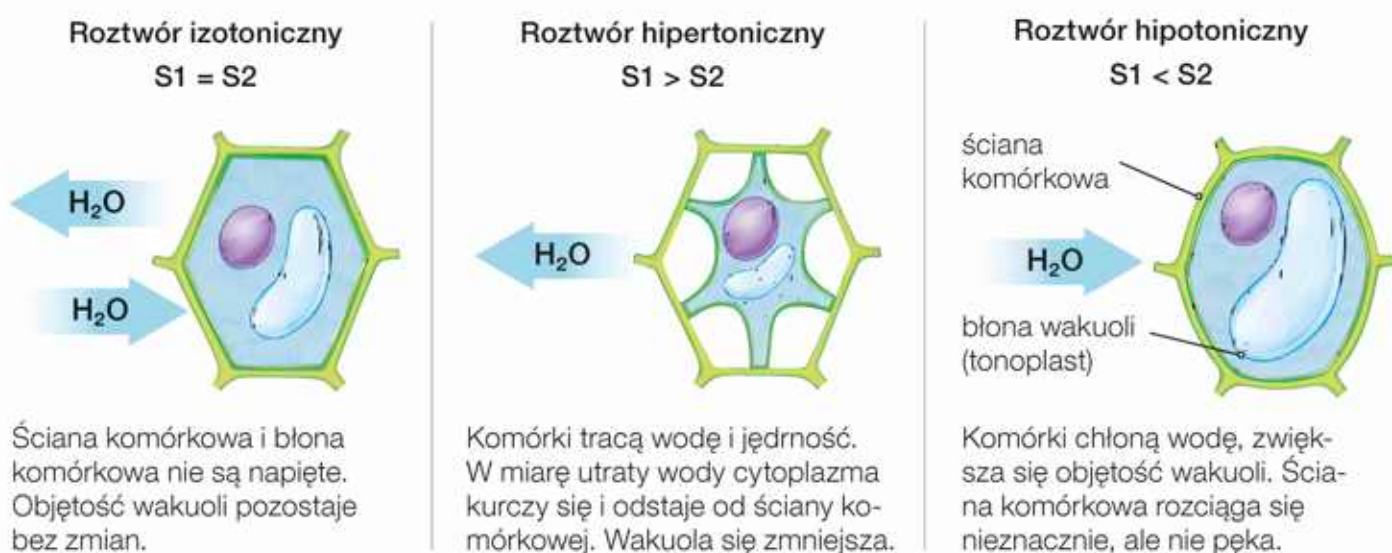
Jak wiesz, w wyniku osmozy cząsteczki wody przemieszczają się biernie z roztworu o niższym stężeniu do roztworu o wyższym stężeniu. Roztwór o stężeniu substancji wyższym niż wewnątrz komórki nazywamy roztworem **hipertonicznym**. Roztwór o stężeniu substancji niższym niż w komórce to roztwór **hipotoniczny**, a o stężeniu równym – **izotoniczny**.

Jeżeli umieścimy komórkę zwierzęcą i roślinną w takim samym roztworze, zachowują się one odmiennie. Dlaczego? Ponieważ komórka roślinna ma sztywną ścianę komórkową i położoną centralnie wakuolę, która gromadzi wodę. Na ilustracjach możesz prześledzić, jak zachowują się komórki zwierzęce (czerwone krwinki) i roślinne w różnych roztworach. Stężenie roztworu na zewnątrz komórki oznaczyliśmy jako S_1 , a wewnątrz komórki – jako S_2 .

Osmoza w komórkach zwierzęcych



Osmoza w komórkach roślinnych



Jest na to sposób

Łatwiej zapamiętasz, na czym polegają różne zjawiska, jeżeli skojarzysz je z codziennym życiem. Na przykład, aby zapamiętać, co się stanie z komórką roślinną po umieszczeniu jej w roztworze hipertonicznym, przypomnij sobie, co się dzieje, kiedy posolisz ogórka w mizerii. Traci on wodę, dlatego mizeria po pewnym czasie robi się wodnista.





Badanie wpływu roztworów o różnym stężeniu na zjawisko osmozy

- **Problem badawczy:** Czy stężenie roztworu ma wpływ na kierunek osmozy w komórkach bulwy ziemniaka?
- **Hipoteza:** Stężenie roztworu ma wpływ na kierunek osmozy w komórkach bulwy ziemniaka.
- **Przebieg doświadczenia:**

Przygotuj: bulwę ziemniaka, nóż, linijkę, wodę destylowaną, sól kuchenną, wagę laboratoryjną lub kuchenną oraz trzy zlewki.

1. Obierz bulwę ziemniaka i wykrój z niej dziewięć jednakowych prostopadłościanów (jak na frytki). Zmierz ich długość.
2. Nalej do każdej zlewki 100 ml wody destylowanej. W pierwszej zlewce zostaw tylko wodę, do drugiej zlewki dodaj 1 g, a do trzeciej – 5 g soli kuchennej.
3. Włóż po trzy kawałki ziemniaka (czyli po trzy próbki) do każdej zlewki i odstaw na 2 godz. Po tym czasie zmierz długość próbek i zapisz wyniki.

- **Wynik doświadczenia:** Zapisz wyniki w tabeli.

Długość próbki [cm]	Zlewka 1 (woda destylowana)	Zlewka 2 (1 g soli/100 ml wody)	Zlewka 3 (5 g soli/100 ml wody)
Średnia długość próbki po 2 godz.	?	?	?
Średnia zmiana długości	?	?	?

- **Wniosek:** Stężenie roztworu ma wpływ na kierunek osmozy w komórkach bulwy ziemniaka.
- **Wyjaśnienie:** Zlewka nr 1 zawierała wodę. W wyniku osmotycznego napływu wody do komórek ziemniaka próbka wydłużyła się. Zlewka nr 2 zawierała roztwór zbliżony do roztworu izotonicznego – długość próbki nie zmieniła się. Zlewka nr 3 zawierała roztwór hipertoniczny. Woda wypływała z komórek – długość próbki zmniejszyła się.

W skrócie

- Błona biologiczna jest zbudowana głównie z **lipidów** (przede wszystkim fosfolipidów) oraz **białek**.
- Funkcje błon biologicznych to: tworzenie bariery ograniczającej komórkę, pośredniczenie w transporcie substancji, tworzenie małych przedziałów wewnątrz komórki, odbieranie sygnałów.
- Transport przez błonę ze względu na nakład energii dzielimy na **bierny** (dyfuzja prosta, dyfuzja ułatwiona) oraz **czynny (aktywny)**.
- Transport pęcherzykowy dzielimy na **endocytozę** i **egzocytozę**.

Polecenia kontrolne

1. Wykaż związek budowy błony z jej dwiema wybranymi funkcjami.
2. Sól fizjologiczna to zwykle wodny roztwór NaCl o stężeniu 0,9%, który jest izotoniczny w stosunku do płynów ustrojowych. Wyjaśnij, dlaczego w przypadku odwodnienia podaje się pacjentom dożylnie sól fizjologiczną, a nie wodę.
3. Skonstruuj tabelę, w której porównasz dyfuzję prostą z dyfuzją ułatwioną i transportem aktywnym.

3.3.

Budowa i rola jądra komórkowego

Zwróć uwagę na:

- funkcje jądra komórkowego,
- budowę jądra komórkowego,
- organizację materiału genetycznego w jądrze komórkowym.

W jądrze komórkowym znajduje się DNA, w którym jest zawarta informacja genetyczna organizmu. Informacja ta jest przepisywana na cząsteczki RNA, które po opuszczeniu jądra kierują syntezą białek.

U wszystkich organizmów z wyjątkiem bakterii DNA występuje w jądrze komórkowym w postaci liniowych cząsteczek. Obecnie większość naukowców **pojedynczą cząsteczkę DNA** nazywa **chromosomem**. Człowiek ma 46 chromosomów – 23 od ojca i 23 od matki. Każdy chromosom od ojca tworzy parę z odpowiadającym mu chromosomem od matki, który ma takie same geny. Takie pary chromosomów nazywamy **chromosomami homologicznymi**. DNA w chromosomach jest związany z RNA i białkami. Część z tych białek reguluje aktywność genów, a część umożliwia upakowanie DNA. Kompleks DNA, białek i RNA nazywamy **chromatyną**.

■ Funkcje jądra komórkowego

Najważniejsze funkcje jądra komórkowego to:

- ▶ kontrolowanie większości procesów zachodzących w komórce przez syntezę RNA na podstawie informacji zapisanej w DNA,
- ▶ przekazywanie materiału genetycznego, czyli DNA do komórek potomnych.

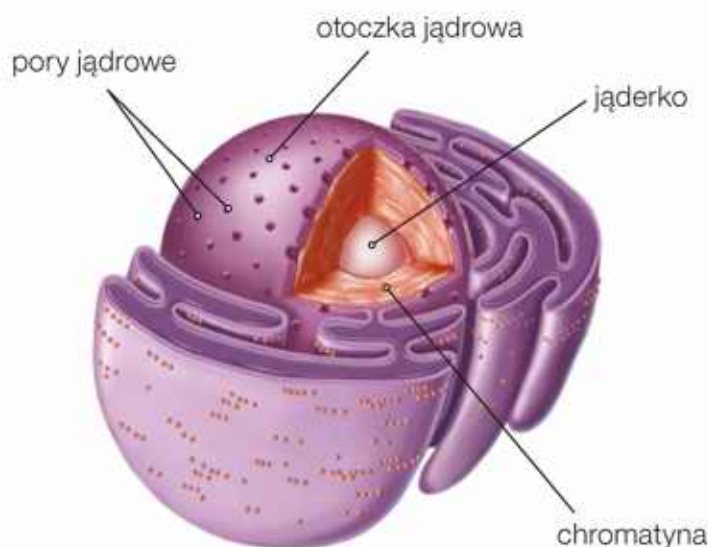
Pierwszą z tych funkcji jądro może pełnić dzięki swojemu głównemu składnikowi – **DNA**. Ten kwas nukleinowy zawiera informacje o budowie cząsteczek RNA i białek. Oznacza to, że sekwencja nukleotydów w DNA wyznacza sekwencję nukleotydów w RNA, co z kolei umożliwia syntezę białek.

W różnych komórkach czynne są różne geny, dlatego np. komórki skóry człowieka różnią się budową i funkcjami od komórek wątroby. Białka z kolei odpowiadają za metabolizm komórki.

Dzięki drugiej funkcji jądra oraz replikacji DNA komórki, które powstają po podziale komórkowym, zawierają taki sam materiał genetyczny jak komórka rodzicielska.

■ Budowa jądra komórkowego

Jądro komórkowe jest otoczone dwiema błonami, które tworzą **otoczkę jądrową**. Reguluje ona transport RNA do cytozolu oraz transport białek do i z jądra komórkowego. Transport odbywa się przez znajdujące się w otoczce otwory nazywane **porami jądrowymi**. Wnętrze jądra komórkowego jest wypełnione **chromatyną**. Częścią chromatyny jest **jąderko**. Jest to obszar, gdzie zachodzi intensywna produkcja cząsteczek rRNA, które są niezbędnymi składnikami rybosomów.



Budowa jądra komórkowego.

Sposób na upakowanie DNA w jądrze komórkowym

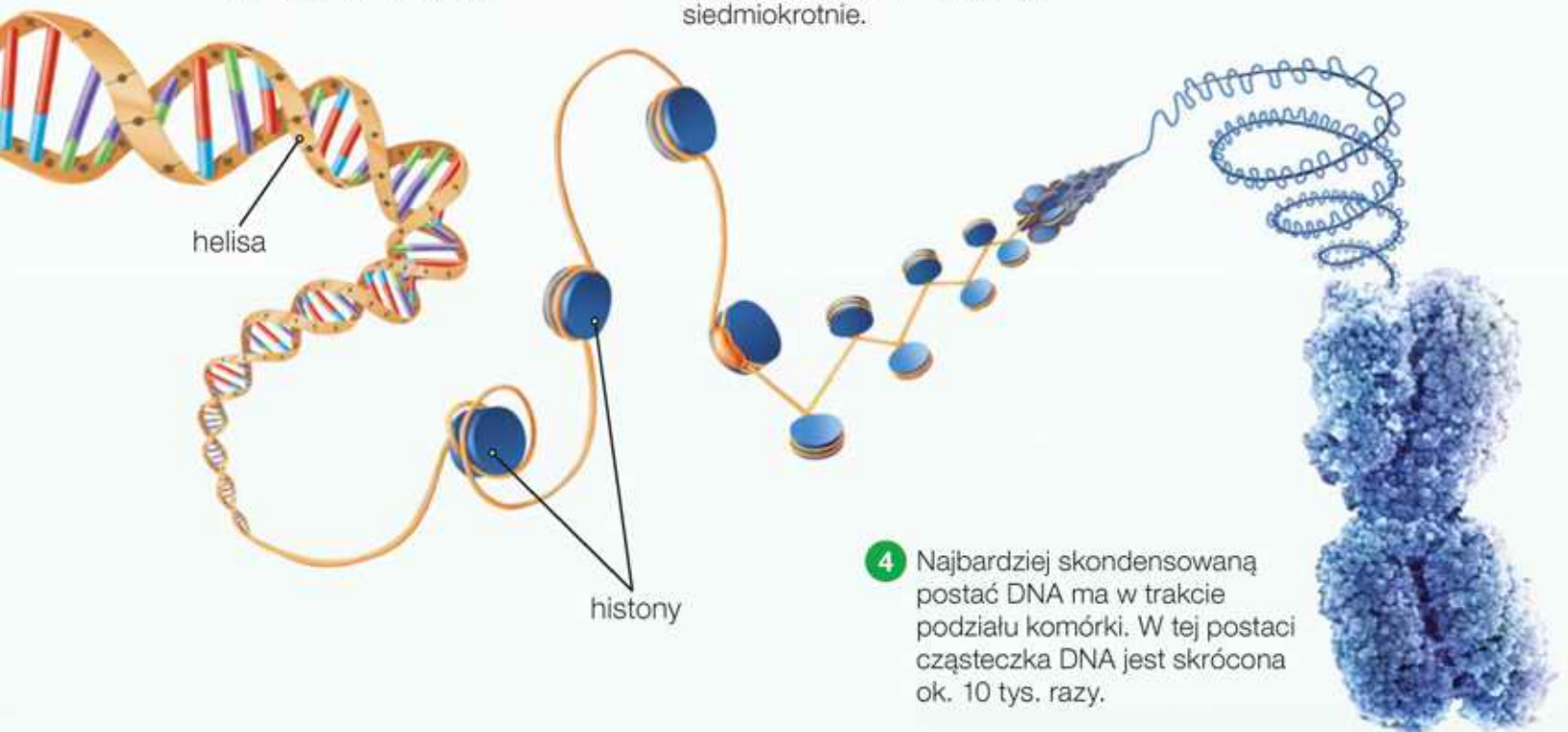
W jądrze komórkowym komórki budującej ciało człowieka znajduje się 46 cząsteczek DNA, których łączna długość wynosi ok. 2 m. Aby mogły się one zmieścić w jądrze, muszą być odpowiednio upakowane.

1 Jedna cząsteczka DNA, czyli chromosom, ma postać podwójnej helisy i kilka centymetrów długości.

2 Cząsteczka DNA łączy się z białkami histonowymi i tworzy **chromatynę**. Dzięki temu jej długość zmniejsza się siedmiokrotnie.

3 W kolejnym stopniu upakowania chromatyny DNA ulega czterdziestokrotnemu skróceniu.

4 Najbardziej skondensowaną postać DNA ma w trakcie podziału komórki. W tej postaci cząsteczka DNA jest skrócona ok. 10 tys. razy.

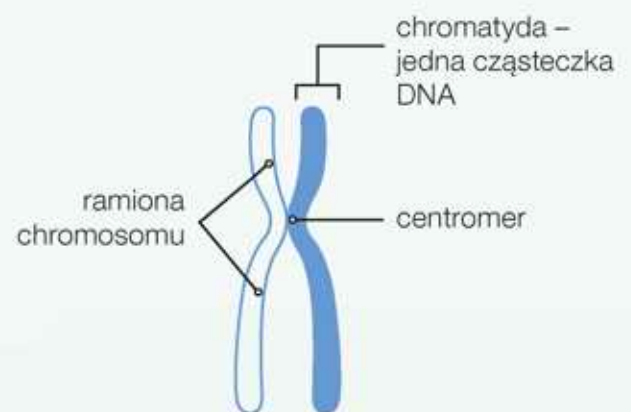
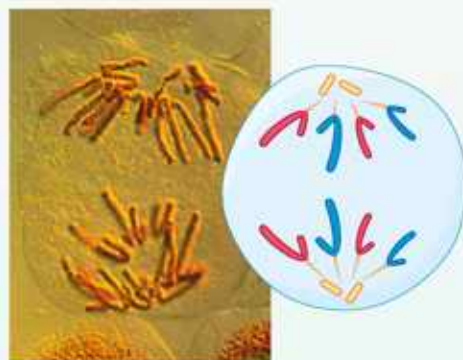


Jak zmienia się upakowanie chromatyny?

W niedzieliącej się komórce chromatyna jest ułożona luźno, co umożliwia syntezę RNA. Przed podziałem komórki DNA ulega podwojeniu i skondensowaniu. Wtedy chromosomy mogą być rozdzielone do dwóch komórek potomnych. Aby mogło do tego dojść, zanika otoczka jądrowa.

Skondensowane chromosomy można obserwować pod mikroskopem.

Skondensowane chromosomy wędrują do przeciwnych biegunów komórki. Powstaną z nich jądra komórkowe komórek potomnych.

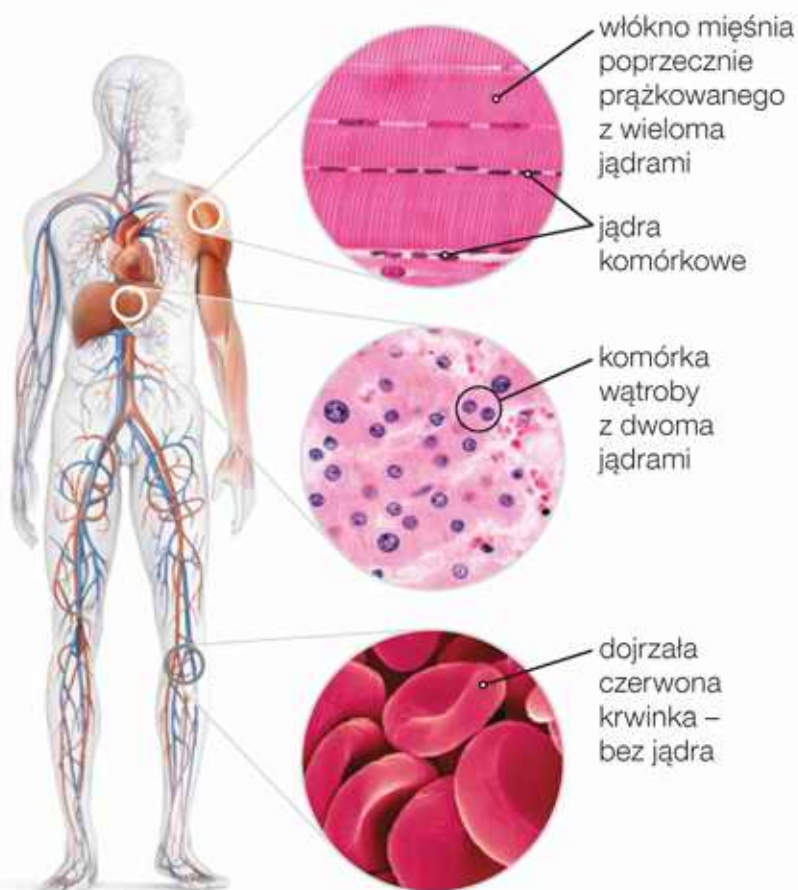


Chromosom złożony z dwóch cząsteczek DNA, zwanych chromatydami, powstaje w wyniku replikacji DNA. W takiej postaci występuje jedynie w dzielącej się komórce.

Ile jąder mają komórki zwierzęce?

Komórki zwierzęce mają zwykle jedno jądro komórkowe.

Są jednak również takie komórki, np. włókna mięśni szkieletowych, które zawierają kilka, a nawet kilkaset jąder. W niektórych dojrzałych komórkach, m.in. czerwonych krwinkach ssaków, jądro komórkowe nie występuje, ponieważ zanikło w trakcie rozwoju tych komórek.



W skrócie

- **Jądro komórkowe** zawiera większość genów komórki, dlatego kontroluje przebieg procesów metabolicznych. Do jego funkcji należy również powielenie i przekazanie DNA komórkom potomnym.
- RNA, powstający w jądrze komórkowym na podstawie informacji zapisanej w DNA, jest transportowany z jądra komórkowego do cytozolu.
- Pomiędzy podziałami komórki **cząsteczki DNA**, czyli **chromosomy**, są luźno ułożone. W trakcie podziałów komórki DNA ulega upakowaniu, co umożliwia precyzyjne rozdzielenie chromosomów do komórek potomnych.

Polecenia kontrolne

1. Wykaż związek między budową jądra komórkowego a jego funkcją w komórce.
2. Wyjaśnij, dlaczego DNA ulega podwojeniu i kondensacji przed podziałem komórki.
3. Określ, których rodzajów RNA wytwarzanych w jądrze komórkowym dotyczą poniższe opisy. Wykorzystaj informacje, które znasz z lekcji o chemicznych składnikach komórki.
 - I. Powstaje w jąderku i wraz z białkami buduje podjednostki rybosomów.
 - II. Przenosi informację o budowie białka z jądra komórkowego do miejsca syntezy białek, czyli rybosomów.
4. Wyjaśnij, jaką funkcję pełnią pory jądrowe znajdujące się w otoczce jądrowej.

3.4. Składniki cytoplazmy

Zwróć uwagę na:

- budowę i funkcje cytozolu,
- rolę systemu błon wewnątrzkomórkowych w podziale komórki na przedziały (kompartimentacji),
- składniki cytoplazmy z pojedynczą błoną,
- funkcję rybosomów,
- budowę i funkcję mitochondriów.

Wnętrze komórki składa się z jądra komórkowego i cytoplazmy, którą tworzą cytozol i zawieszone w nim organelle komórkowe. Całą komórkę można porównać do sprawnie działającego miasta. Jądro komórkowe kieruje funkcjonowaniem komórki, a cytozol jest środowiskiem, w którym zachodzą wszystkie procesy. Organelle otoczone jedną błoną, tworzące system błon wewnątrzkomórkowych, działają jak przedsiębiorstwa odpowiadające za produkcję, transport i magazynowanie różnych materiałów, a także usuwanie zbędnych elementów. Współpracują one z mitochondriami, które tak jak elektrownie są odpowiedzialne za uwalnianie energii, a także z rybosomami. W dalszej części lekcji zajmiemy się składnikami cytoplazmy.

■ Cytozol

Cytozol to półpłynny składnik cytoplazmy. Jest on niejednorodną, galaretowatą substancją, która wypełnia przestrzeń między organelami.

W skład cytozolu wchodzi woda wraz z rozpuszczonymi lub zawieszonymi w niej substancjami nieorganicznymi, takimi jak jony magnezu i wapnia, oraz związkami organicznymi, przede wszystkim białkami.

W komórce cytozol pełni m.in. następujące funkcje:

- ▶ **stanowi środowisko**, w którym zachodzą różne reakcje biochemiczne,

- ▶ **pośredniczy w transporcie** substancji między organelami oraz między organelami a środowiskiem zewnętrznym komórki.

W cytozolu znajduje się **cytoszkielet**, czyli skomplikowana sieć włókien białkowych. Cytoszkielet zapewnia komórce wytrzymałość, m.in. zapobiega jej pękaniu w wyniku rozciągania, oraz pomaga utrzymać właściwy kształt. Jednocześnie dzięki niemu komórki mogą zmieniać kształt i poruszać się ruchem pełzakowatym (tak poruszają się np. makrofagi). Cytoszkielet umożliwia również przemieszczanie się chromosomów podczas podziału komórki. Buduje też takie struktury, jak rzęski i wici (np. rzęski nabłonka dróg oddechowych i wici plemnika).



Włókna cytoszkieletu przypominają mosty łączące różne rejony komórki. Możemy je obserwować dzięki mikroskopii fluorescencyjnej.

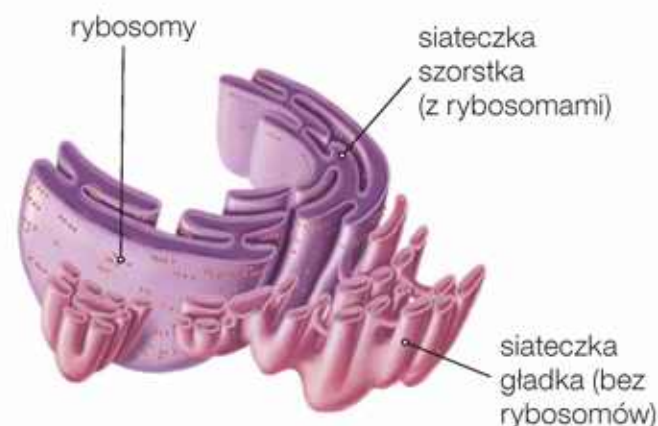
System błon wewnątrzkomórkowych

Cytoszol i zawieszone w nim organelle są oddzielone od środowiska zewnętrznego błoną komórkową. Jest ona powiązana z **systemem błon wewnątrzkomórkowych**, który tworzą: **siateczka śródplazmatyczna, wakuole, lizosomy** oraz **aparaty Golgiego**. Struktury te tworzą drobne przedziały wewnątrz komórki – mikrośrodowiska. Taka **przedziałowość (kompartmentacja)** sprawia, że obok siebie w tym samym czasie mogą zachodzić zupełnie przeciwstawne reakcje, np. syntezy i rozpadu.

■ Siateczka śródplazmatyczna – zakłady produkcji białek i lipidów

Siateczka śródplazmatyczna składa się z błon biologicznych mających postać spłaszczonych woreczków i rozgałęziających się kanalików. Wyróżniamy dwa rodzaje siateczki. Są to:

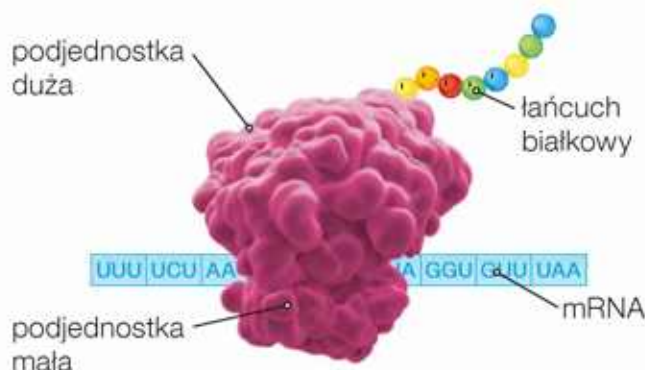
- **siateczka śródplazmatyczna szorstka** (z rybosomami) – odpowiada ona za wytwarzanie białek kierowanych poza komórkę, a także białek potrzebnych komórce – enzymów lizosomów i wakuol oraz składników błon,
- **siateczka śródplazmatyczna gładka** (bez rybosomów) – produkuje ona lipidy, neutralizuje trujące związki oraz magazynuje jony wapnia.



Budowa siateczki śródplazmatycznej.

Rybosomy – fabryki białek

Rybosomy to niewielkie struktury, których zadaniem jest synteza białek według instrukcji zawartej w sekwencji RNA. Rybosomy **nie są otoczone błoną** biologiczną, ale współpracują z systemem błon wewnątrzkomórkowych. Składają się one z dwóch podjednostek – dużej i małej – zbudowanych z białka oraz rybosomowego RNA (rRNA). Rybosomy mogą być połączone z błonami siateczki śródplazmatycznej lub występować w cytozolu, mitochondriach i chloroplastach. Rybosomy znajdujące się w mitochondriach i chloroplastach mają jednak inną budowę i nigdy nie opuszczają tych organelli.

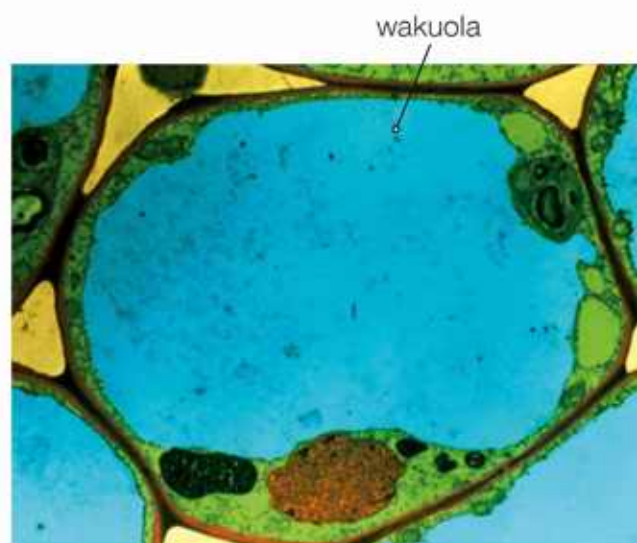


Rybosomy syntetyzują łańcuchy białkowe na podstawie instrukcji zawartej w kwasie nukleinowym (mRNA).

■ Wakuola – magazyn wody

Wakuola to pęcherzyk wypełniony płynem. W komórkach roślinnych zadaniem wakuoli jest m.in. **gromadzenie wody i utrzymywanie odpowiedniego uwodnienia** komórek, **magazynowanie** różnych substancji, np. białek zapasowych, ubocznych produktów przemiany materii, barwników oraz związków takich jak kofeina czy nikotyna. W komórkach roślinnych występuje zwykle jedna, duża, centralnie położona wakuola, której błonę nazywamy **tonoplastem**.

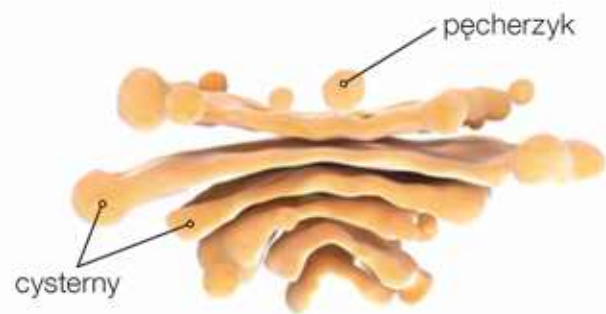
W komórkach grzybowych wakuole są mniejsze i liczniejsze niż w komórkach roślinnych. Ich funkcje to m.in. pochłanianie, trawienie oraz usuwanie z komórki różnych substancji.



Wakuola w dojrzałej komórce roślinnej.

■ Aparat Golgiego – przedsiębiorstwo transportowe

Aparat Golgiego to system spłaszczonych woreczków, nazywanych **cysternami**. Trafiają do nich lipidy i białka wyprodukowane w siateczce śródplazmatycznej. Tutaj są one modyfikowane. Następnie są przenoszone w pęcherzykach odrywających się od aparatu Golgiego np. na zewnątrz komórki (m.in. hormony) czy do wnętrza organelli (np. enzymy trawienne lizosomów).



Budowa aparatu Golgiego.

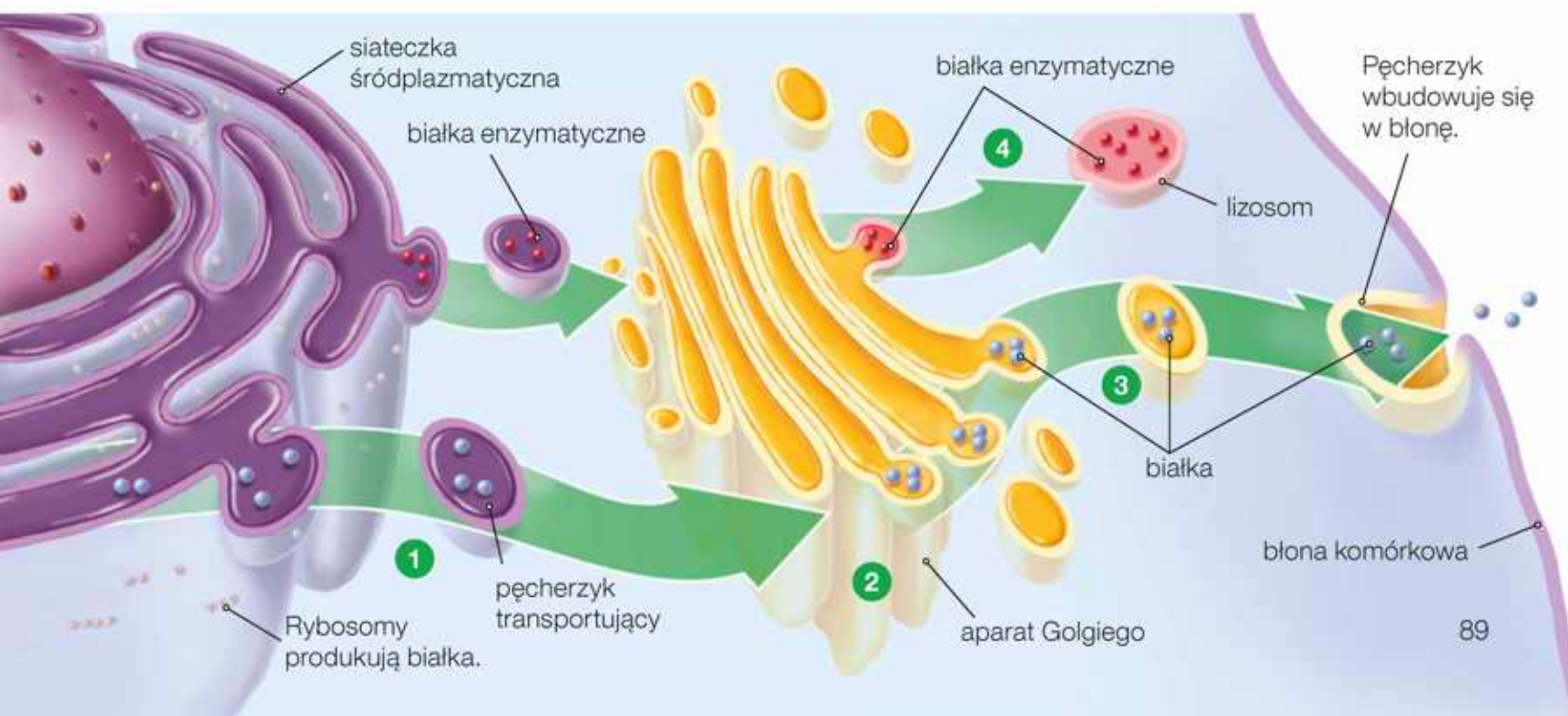
■ Lizosomy – zakłady usuwania śmieci

Lizosomy mają postać niewielkich pęcherzyków. Ich wnętrze jest wypełnione **enzymami trawiennymi**, które rozkładają nie tylko duże cząsteczki organiczne, lecz także uszkodzone organelle. Lizosomy występują w komórkach zwierzęcych.

■ Do czego jest potrzebny system błon wewnątrzkomórkowych?

System błon wewnątrzkomórkowych umożliwia strukturom komórkowym sprawną komunikację za pomocą pęcherzyków transportujących. Dzięki temu np. białka, które powstają na rybosomach siateczki śródplazmatycznej, trafiają m.in. do lizosomów i wakuol lub poza komórkę. Możesz to prześledzić na poniższej ilustracji.

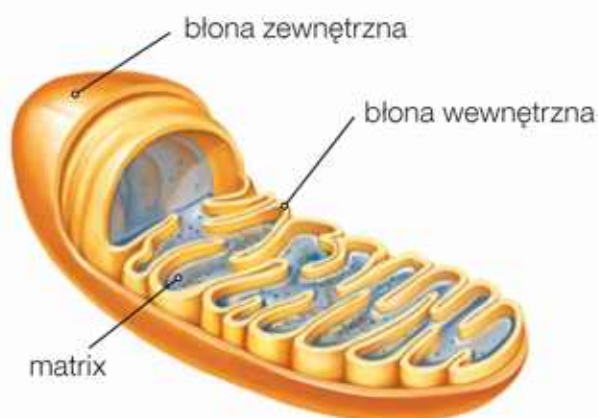
- 1 Białka wytworzone na rybosomach są transportowane w pęcherzykach oddzielających się od siateczki śródplazmatycznej do aparatu Golgiego.
- 2 W aparacie Golgiego białka ulegają modyfikacjom.
- 3 Gotowe cząsteczki (np. hormon białkowy insulina) są transportowane w pęcherzykach aparatów Golgiego poza komórkę.
- 4 W siateczce śródplazmatycznej szorstkiej powstają również enzymy lizosomów. W pęcherzykach siateczki docierają one do aparatu Golgiego, gdzie ulegają modyfikacjom. Następnie są pakowane w pęcherzyki, które odłączają się od cystern aparatu Golgiego i tworzą lizosomy.



Mitochondrium – elektrownia komórki

W mitochondriach zachodzą **główne etapy oddychania tlenowego**. Energia uwolniona w tym procesie jest gromadzona w związku o nazwie ATP (adenozynotrifosforan).

Mitochondrium ma dwie błony, pomiędzy którymi znajduje się niewielka przestrzeń.



Budowa mitochondrium.

Błona zewnętrzna mitochondrium jest **gładka**. Błona wewnętrzna jest **pofalowana** i tworzy charakterystyczne wypuklenia – **grzebienie mitochondrialne**. Obszar mitochondrium ograniczony przez wewnętrzną błonę jest wypełniony substancją zwaną **matrix**. Zawiera ona białka enzymatyczne, rybosomy oraz koliste cząsteczki DNA.



Mitochondrium – zdjęcie mikroskopowe barwione komputerowo.

W skrócie

- **Cytoplazma** składa się z cytozolu i zawieszonych w nim organelli komórkowych.
- **Cytozol** tworzy środowisko dla różnych reakcji biochemicznych oraz pośredniczy w transporcie i wymianie substancji pomiędzy organellami.
- **System błon wewnątrzkomórkowych** dzieli komórkę na przedziały, w których mogą zachodzić jednocześnie różne, często przeciwstawne reakcje (np. syntezy i rozkładu). Jest to tak zwana kompartmentacja komórki.
- Do organelli komórkowych otoczonych jedną błoną należą:
 - **siateczka śródplazmatyczna szorstka**, na której znajdują się rybosomy produkujące białka,
 - **siateczka śródplazmatyczna gładka** (bez rybosomów), która produkuje lipidy,
 - **aparaty Golgiego**, które modyfikują i transportują białka oraz lipidy w różne rejony komórki lub poza nią,
 - **lizosomy**, które zawierają enzymy trawienne,
 - **wakuole**, które gromadzą i magazynują różne związki, przede wszystkim wodę. Uczestniczą też w pochłanianiu, trawieniu i usuwaniu różnych substancji.
- **Mitochondria** są zbudowane z dwóch błon. Zachodzą w nich główne etapy **oddychania tlenowego**.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, na czym polega różnica pomiędzy cytoplazmą a cytozolem.
2. Określ, jakie znaczenie dla komórki ma występowanie w niej organelli otoczonych pojedynczą błoną.
3. Podaj nazwy organelli komórkowych biorących udział w kolejnych etapach poniższego procesu.
synteza białek → przebudowa białek → transport białek poza komórkę

3.5. Cykl komórkowy

Zwróć uwagę na:

- fazy cyklu komórkowego,
- znaczenie procesu replikacji DNA,
- zmiany ilości DNA w poszczególnych fazach cyklu komórkowego.

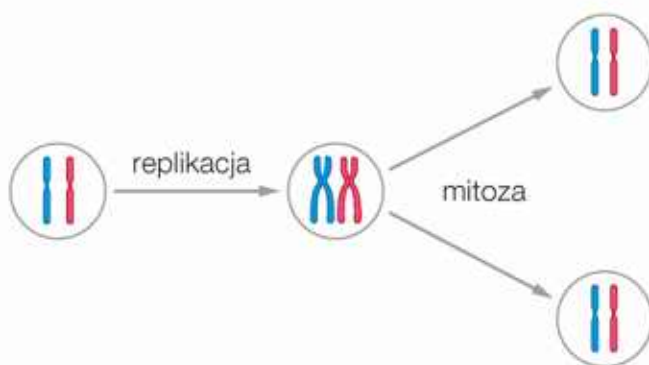
Organizmy nieustannie potrzebują nowych komórek, aby rosnąć, prawidłowo się rozwijać i funkcjonować. Komórki te powstają tylko w wyniku podziału już istniejących komórek. Następnie rosną i same przygotowują się do podziału. Czy wiesz, że procesy te zachodzą cyklicznie?

■ Czym jest cykl komórkowy?

Cykl komórkowy to ogół procesów, które zachodzą od powstania komórki do jej podziału na dwie komórki potomne.

Cykl komórkowy przebiega w dwóch etapach. Są to:

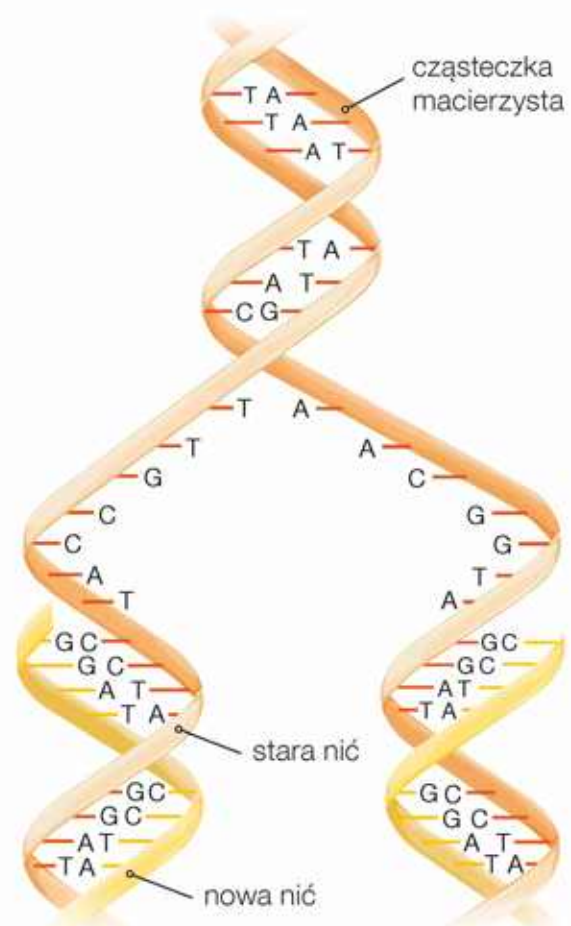
- ▶ **etap interfazy**, czyli okres między podziałami, w czasie którego komórka zwiększa swoje rozmiary, gromadzi materiały zapasowe i powiela organelle komórkowe, a także zachodzi replikacja DNA. Interfaza dzieli się na trzy fazy: G_1 , S i G_2 ;
- ▶ **etap podziału komórki (faza M)**, podczas którego następuje podział jądra komórkowego i podział cytoplazmy. Podział jądra zachodzący w cyklu komórkowym nazywamy **mitozą**.



W wyniku mitozy z komórki rodzicielskiej powstają dwie komórki potomne.

Dlaczego w cyklu komórkowym zachodzi replikacja DNA?

Każda komórka powstająca po podziale komórkowym musi odziedziczyć wszystkie geny, czyli dokładnie powielony DNA komórki rodzicielskiej. Dlatego w cyklu komórkowym proces podziału komórki jest poprzedzony replikacją DNA.



W czasie replikacji DNA ulega skopiowaniu, a tym samym – podwojeniu. Proces ten polega na tym, że do każdej nici DNA jest dobudowywana nowa nić, zgodnie z zasadą komplementarności (A–T, C–G). W efekcie powstają dwie identyczne cząsteczki DNA, z których każda zawiera jedną nić starą i jedną nową.

■ Etap I: interfaza

Wraz z powstaniem nowej komórki zaczyna się jej cykl komórkowy. Jego pierwszym etapem jest interfaza. Rozpoczyna się ona **fazą G_1** , w której komórka rośnie. Powstają wtedy nowe organelle komórkowe, są gromadzone cząsteczki pokarmowe i wytwarzane wszystkie białka niezbędne do funkcjonowania komórki, np. enzymy potrzebne do replikacji DNA.

Niektóre komórki w fazie G_1 nie przygotowują się do kolejnego podziału, lecz specjalizują się w komórki określonego typu, np. komórki nerwowe. Przechodzą one wtedy do **fazy G_0** , którą nazywamy też **fazą spoczynkową**. Oznacza to wyjście komórki z cyklu. Niekiedy komórki z fazy G_0 mogą wrócić do cyklu, np. pod wpływem hormonów.

Kolejną fazą jest **faza S**. W jej trakcie dochodzi do podwojenia zawartości DNA

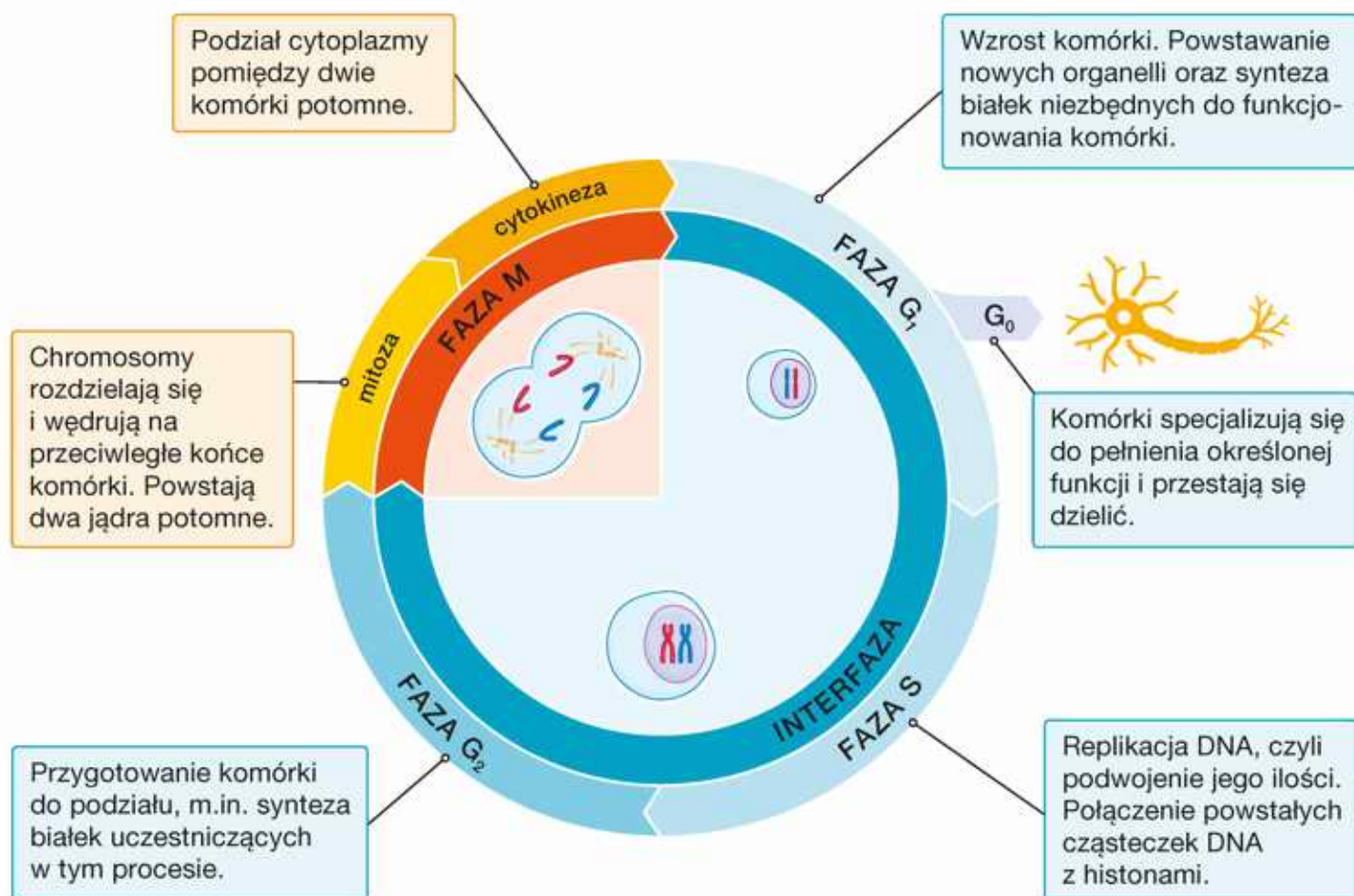
w jądrze komórkowym w procesie replikacji. Zachodzi również synteza histonów.

Ostatnim etapem interfazy jest **faza G_2** , w której komórka przygotowuje się do podziału. Zachodzi wtedy synteza pozostałych białek (oprócz histonów) niezbędnych do tego procesu.

■ Etap II: podział komórki

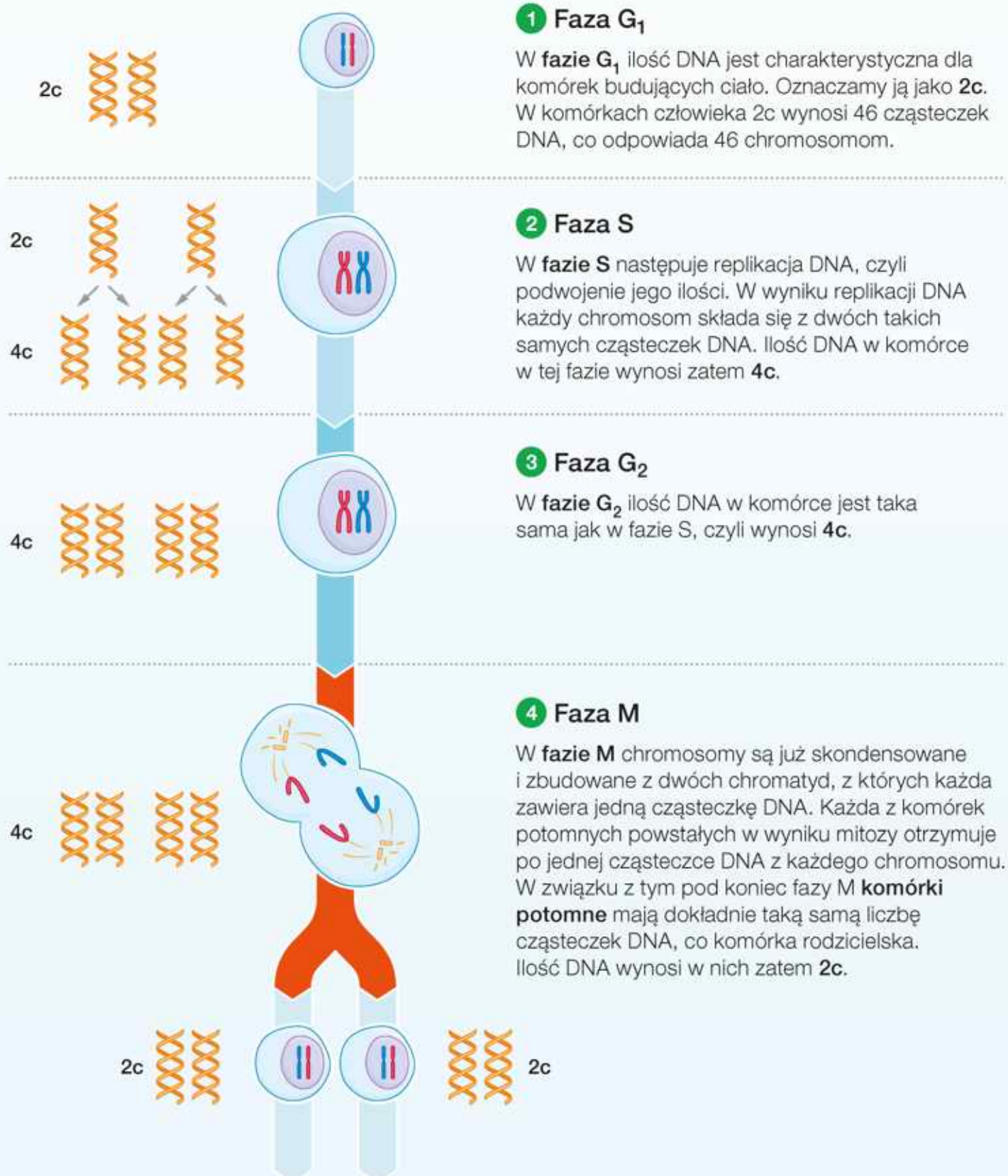
Po interfazie następuje etap podziału komórki, który nazywamy **fazą M**. Składa się on z dwóch części: podziału jądra komórkowego oraz podziału cytoplazmy. Najważniejszym etapem **podziału jądra**, czyli **mitozy**, jest rozdzielenie chromosomów. W efekcie tego procesu powstają dwa jądra potomne o takiej samej zawartości DNA. Po podziale jądra komórkowego następuje **podział cytoplazmy** (cytokineza), czyli rozdzielenie cytozolu oraz organeli do dwóch komórek potomnych.

Schemat cyklu komórkowego



Jak się zmienia ilość DNA w cyklu komórkowym?

Ilość DNA w komórce zmienia się w zależności od fazy cyklu komórkowego, w którym komórka się znajduje. Zmiany te możesz prześledzić na schemacie, na przykładzie **pojedynczej pary chromosomów w komórce diploidalnej**. Dla uproszczenia wszystkie chromosomy na rysunkach pokazaliśmy w postaci skondensowanej.



Ilość DNA w poszczególnych fazach cyklu komórkowego.

Nieśmiertelne komórki

Bliżej życia

Większość komórek dzieli się określoną liczbę razy, po czym starzeje się i umiera. Niekiedy zdarza się jednak, że w wyniku działania czynników powodujących mutacje w niektórych komórkach dochodzi do zaburzenia cyklu komórkowego. Takie komórki, nazywane **komórkami nowotworowymi**, stale się dzielą i powodują zagrożenie dla zdrowia i życia osób chorych.

Komórki nowotworowe mają zaburzony cykl komórkowy, przez co stale się dzielą.



W skrócie

- **Cykl komórkowy** – ogół procesów, które zachodzą od powstania komórki do jej podziału na dwie komórki potomne.
- Cykl komórkowy składa się z:
 - **interfazy**, którą dzielimy na trzy fazy: G_1 – wzrost komórki, S – synteza DNA; G_2 – wzrost komórki i przygotowanie do podziału;
 - **podziału komórki** (fazy M), złożonego z **podziału jądra** (mitozy) i **podziału cytoplazmy**.
- W cyklu komórkowym w **fazie S** ilość DNA podwaja się podczas **replikacji DNA**. Rozdzielenie kopii DNA do nowych komórek następuje w czasie podziału komórki.
- Komórki, które specjalizują się i przestają się dzielić, wychodzą z cyklu komórkowego i pozostają w tzw. **fazie G_0** , czyli w **fazie spoczynkowej**.
- Ilość DNA zmienia się w cyklu komórkowym. W fazie G_1 wynosi ona $2c$, a w fazie S i w fazie G_2 ulega podwojeniu i wynosi $4c$. Podczas fazy M następuje rozdzielenie cząsteczek DNA do komórek potomnych. W konsekwencji każda z nich zawiera taką samą ilość DNA, co komórka rodzicielska, czyli $2c$.

Polecenia kontrolne

1. Przedstaw przebieg poszczególnych faz cyklu komórkowego.
2. Uzasadnij konieczność podwojenia ilości DNA przed podziałem komórki.
3. Komórki budujące ciało psa zawierają w jądrze komórkowym przed replikacją DNA 78 cząsteczek DNA, co odpowiada 78 chromosomom. Określ liczbę cząsteczek DNA w komórce psa w poszczególnych fazach cyklu komórkowego.

3.6.

Znaczenie mitozy, mejozy i apoptozy

Zwróć uwagę na:

- porównanie mitozy z mejozą,
- znaczenie procesu apoptozy.

Powstawanie oraz wzrost nowych organizmów są możliwe dzięki podziałom komórkowym – mitozie i mejozie. Aby organizmy mogły prawidłowo się rozwijać, część tworzących je komórek musi jednak ginąć w procesie, który nazywamy apoptozą.

■ Czym są mitoza i mejoza?

Mitoza to podział jądra komórkowego, w którego wyniku z jednej komórki rodzicielskiej powstają **dwie komórki potomne** o takiej samej liczbie chromosomów, co komórka rodzicielska. Mitoza zachodzi w komórkach tworzących ciało organizmów i odpowiada m.in. za ich wzrost.

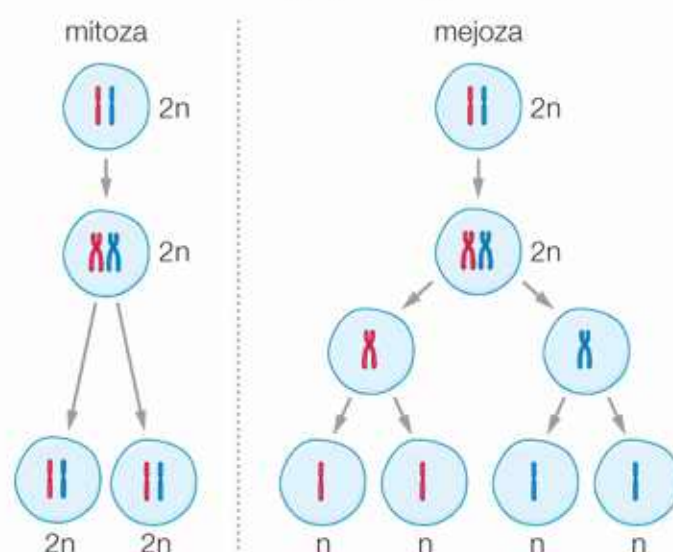
Mejoza to podział jądra komórkowego, w którego wyniku z jednej komórki rodzicielskiej powstają **cztery komórki potomne** o zredukowanej o połowę liczbie chromosomów.

Aby zrozumieć, na czym polega różnica między mitozą a mejozą, przypomnij sobie, czym są komórki diploidalne i haploidalne. Komórki diploidalne, które oznaczamy jako $2n$, mają w jądrze komórkowym podwójny zestaw chromosomów (jeden zestaw od ojca, a drugi od matki). Przykładami takich komórek są komórki somatyczne, czyli tworzące ciało. Komórki haploidalne ($1n$) mają w jądrze komórkowym pojedynczy zestaw chromosomów. Przykładami komórek haploidalnych są gamety zwierząt – komórki jajowe i plemniki.

■ Mejoza a rozmnażanie płciowe

Większość organizmów to organizmy diploidalne, które mają haploidalne gamety. Jak wiesz, redukcja o połowę liczby chromosomów

w gametach jest możliwa dzięki mejozie. Mejoza zwiększa również różnorodność cech u organizmów potomnych. Jak do tego dochodzi? Otóż za dziedziczenie cech są odpowiedzialne geny, które są ułożone na chromosomach liniowo. W czasie mejozy chromosomy homologiczne wymieniają się odcinkami DNA, a co za tym idzie – genami. Połączenie dwóch gamet podczas zapłodnienia odtwarza dwa komplety chromosomów w komórkach, ale potomstwo różni się od rodziców, ponieważ dziedziczy różne warianty genów w różnych kombinacjach. Większe zróżnicowanie osobników sprawia, że nawet przy zmieniających się warunkach środowiska część z nich będzie mogła przetrwać i przekazać geny organizmom potomnym. Rozmnażanie płciowe oraz wytwarzanie haploidalnych gamet jest więc ważnym przystosowaniem ewolucyjnym organizmów.



W wyniku mitozy z jednej komórki diploidalnej powstają dwie komórki diploidalne (z jednej komórki haploidalnej powstałyby dwie komórki haploidalne). W wyniku mejozy z jednej komórki diploidalnej powstają cztery komórki haploidalne (komórki haploidalne nie dzielą się mejotycznie).

Jakie znaczenie mają mitozą i mejoza?

Nowe komórki powstają tylko z komórek już istniejących, dlatego możemy powiedzieć, że to dzięki podziałom komórkowym jest zachowana ciągłość życia na Ziemi. Mitoza umożliwia organizmom wzrost, rozwój i prawidłowe funkcjonowanie, a niektórym również rozmnażanie bezpłciowe. Z kolei mejoza jest niezbędna do rozmnażania płciowego (np. u człowieka). Ten typ rozmnażania zwiększa zróżnicowanie genetyczne osobników danego gatunku, przez co umożliwia przetrwanie tego gatunku nawet przy zmieniających się warunkach środowiska.

Znaczenie mitozy

Wytwarzanie nowych komórek ciała

W wyniku mitozy powstają np. komórki naskórka, którego zewnętrzna, zrogowaciała warstwa stale się złuszcza.



Komórki zewnętrznej warstwy naskórka (fotografia mikroskopowa – SEM).

Wzrost całego organizmu oraz jego części

Mitoza umożliwia zmianę rozmiarów naszego ciała w okresie dzieciństwa i dojrzewania, a także wydłużanie się naszych włosów i paznokci.



Rozmnażanie bezpłciowe organizmów

Dzięki mitozie np. truskawka rozmnaża się przez rozłogi.

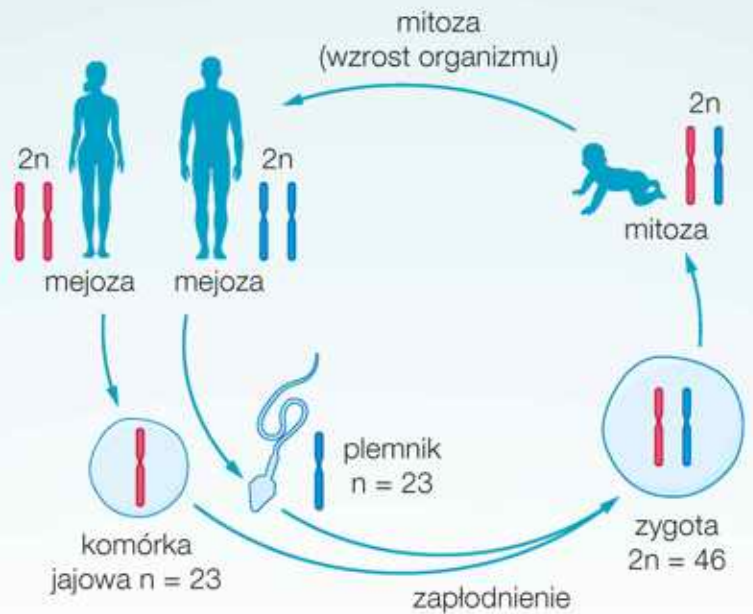
Regeneracja uszkodzonych tkanek

Mitoza umożliwia gojenie się ran.



■ Mitoza i mejoza w życiu człowieka

Gamety powstają w wyniku mejozy, dlatego są haploidalne. Z połączenia dwóch gamet powstaje diploidalna zygota, która dzieli się mitotycznie. Kolejne mitozy prowadzą do powstania wielokomórkowego organizmu. Gamety wytwarzane przez organizm powstają w procesie mejozy.



Znaczenie mejozy



Rozmnażanie płciowe

Mejoza umożliwia rozmnażanie płciowe zwierząt, w tym człowieka. Gamety, każda z innym zestawem genów, łączą się losowo w procesie zapłodnienia, dlatego każdy z nas ma unikalny zestaw genów.



Przekazywanie informacji genetycznej

Dzięki mejozie możemy odziedziczyć pewne – ale nie wszystkie – cechy rodziców i dziadków.

Zróżnicowanie genetyczne osobników tego samego gatunku

Mejoza prowadzi do zróżnicowania genetycznego m.in. naszego gatunku. Duże zróżnicowanie zwiększa szansę na przetrwanie gatunku, ponieważ mniejsze jest wtedy prawdopodobieństwo wystąpienia chorób genetycznych, a większe – pojawienia się nowych, korzystnych cech.



Apoptoza, czyli śmierć komórek

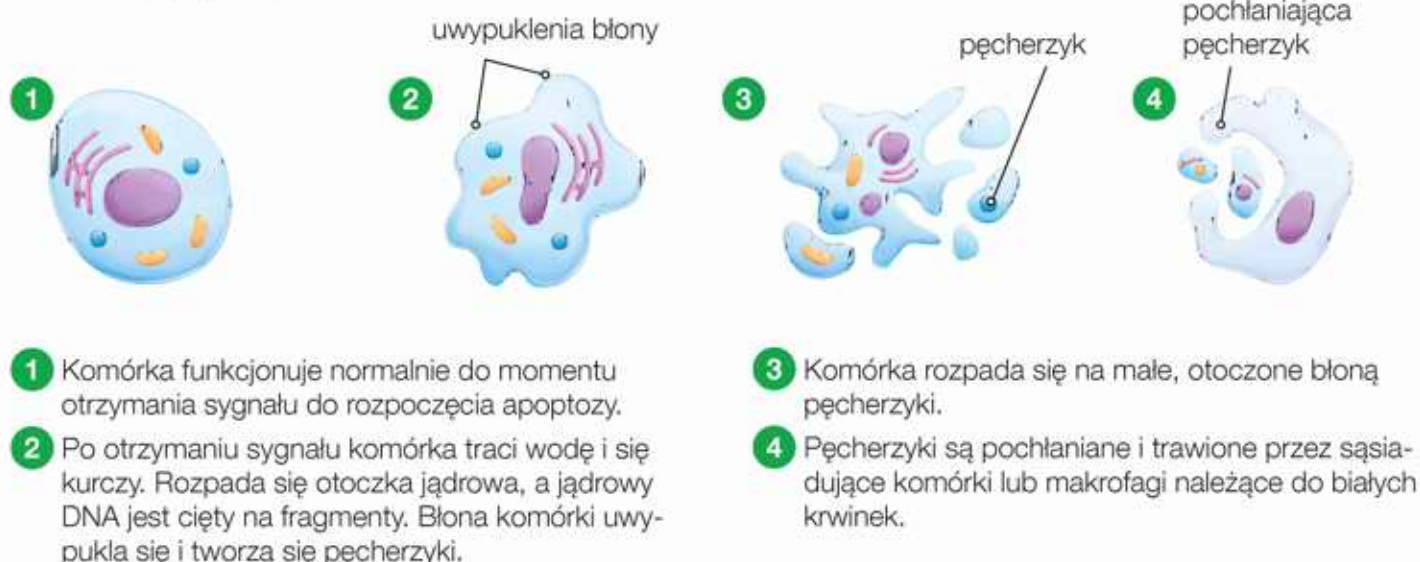
Apoptoza to naturalny proces obumierania komórek w organizmie, nazywany również programowaną śmiercią komórek. Dotyczy on komórek uszkodzonych, zainfekowanych, nieprawidłowych lub takich, które powstały w nadmiernej ilości np. podczas rozwoju układu nerwowego lub podczas kształtowania się narządów. Dzięki apoptozie liczba komórek tworzących organizm utrzymuje się na odpowiednim poziomie i może on działać prawidłowo.

Komórki, które ulegają apoptozie.



Apoptoza jest potrzebna m.in. podczas rozwoju zarodkowego, żeby narządy, np. nasze dłonie, miały odpowiednią formę.

Przebieg apoptozy



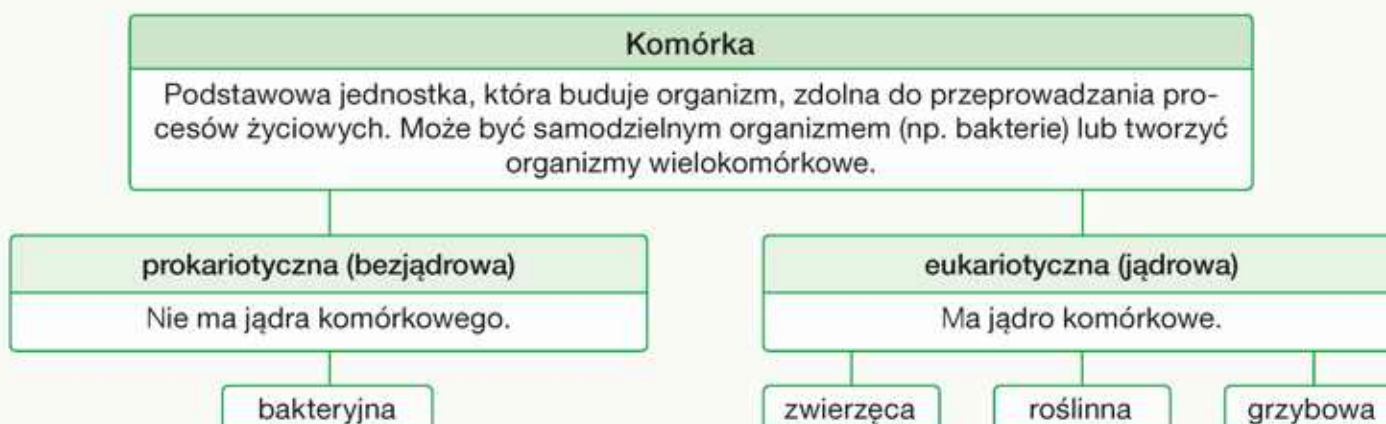
W skrócie

- W wyniku **mitozy** z jednej komórki rodzicielskiej powstają dwie komórki potomne o tej samej liczbie chromosomów, co komórka rodzicielska. Mitoza umożliwia: wzrost i rozwój organizmów, regenerację uszkodzonych tkanek, bezpłciowe rozmnażanie się wielu organizmów, np. grzybów i roślin.
- W wyniku **mejozy** z jednej komórki rodzicielskiej powstają cztery komórki potomne o liczbie chromosomów zredukowanej o połowę. Mejoza umożliwia: wytwarzanie gamet u zwierząt i rozmnażanie płciowe organizmów, przekazywanie cech potomstwu oraz zróżnicowanie genetyczne osobników tego samego gatunku.
- **Apoptoza** to regulowana genetycznie, zaprogramowana śmierć komórki. Umożliwia ona m.in. likwidację uszkodzonych komórek oraz odpowiednie formowanie narządów i części ciała.

Polecenia kontrolne

1. Skonstruuj tabelę, w której porównasz mitozę z mejozą. Uwzględnij liczbę komórek po podziale, liczbę chromosomów przed podziałem i po podziale oraz znaczenie obu procesów.
2. Wyjaśnij, dlaczego mejozę nazywamy podziałem redukcyjnym.
3. Określ znaczenie apoptozy w prawidłowym rozwoju organizmów.

1 Podział komórek

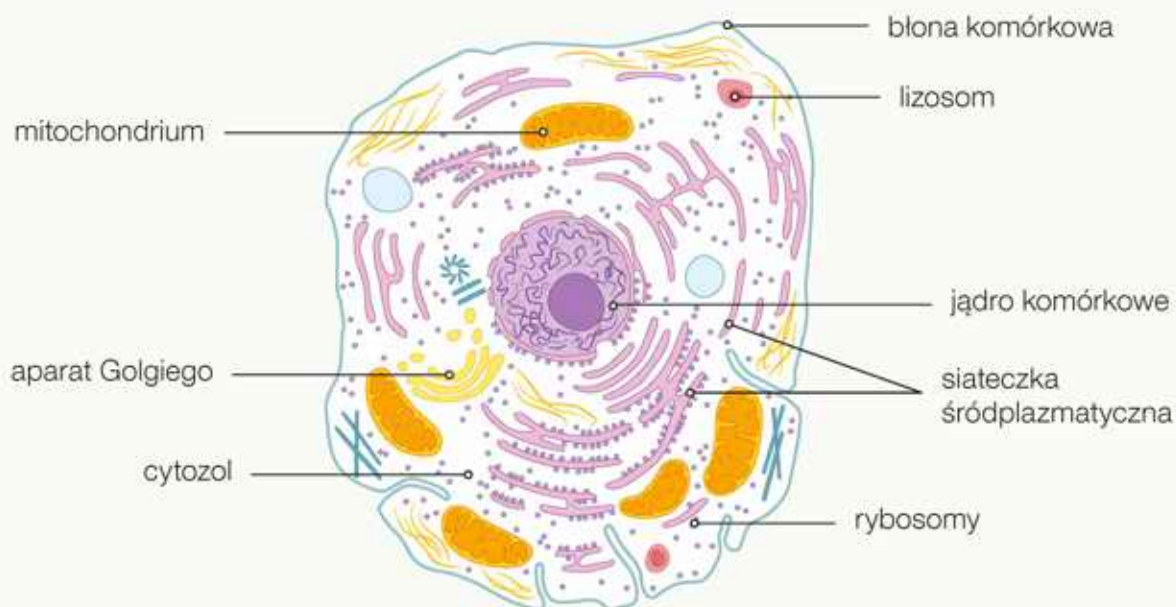


2 Porównanie komórek eukariotycznych

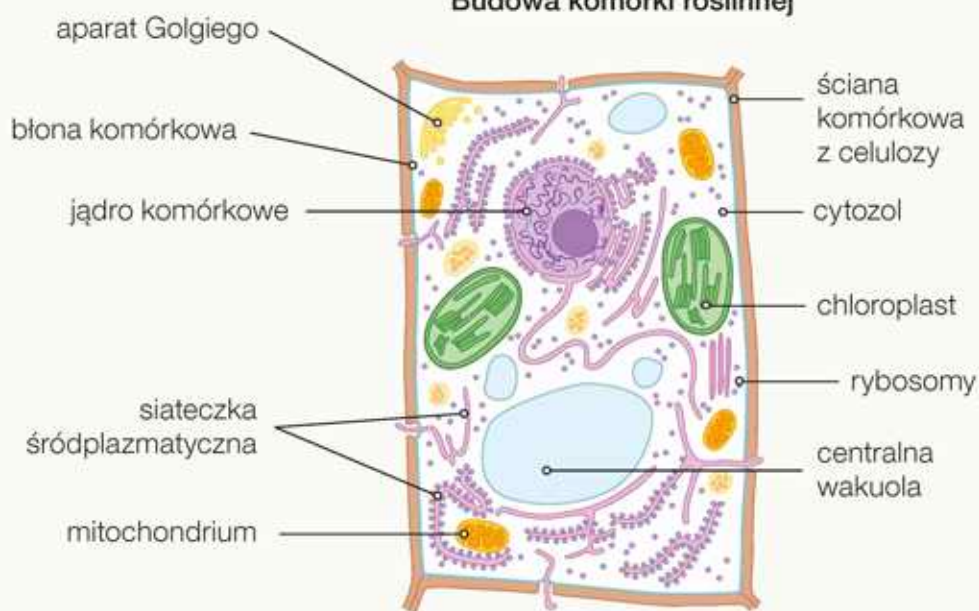
Struktura komórki	Komórka eukariotyczna		
	zwierzęca	roślinna	grzybowa
Elementy, które nie są składnikami cytoplazmy			
Jądro komórkowe	+	+	+
Ściana komórkowa	–	+	+
Błona komórkowa	+	+	+
Elementy, które są składnikami cytoplazmy			
Cytozol	+	+	+
Mitochondria	+	+	+
Chloroplasty	–	+	–
Siateczka śródplazmatyczna	+	+	+
Rybosomy	+	+	+
Aparat Golgiego	+	+	+
Lizosomy	+	–	–
Wakuole	–	duża, centralnie położona wakuola	zwykle małe i liczne

3 Budowa komórek eukariotycznych

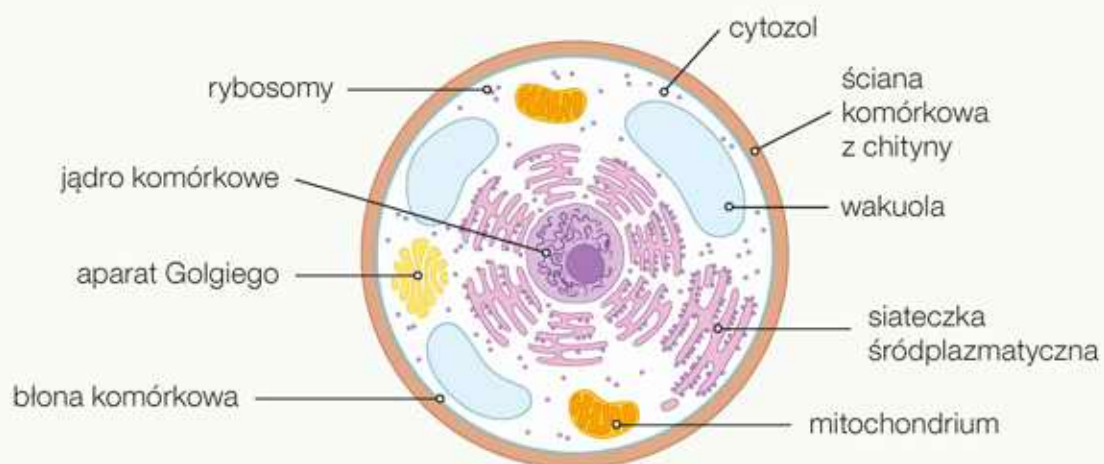
Budowa komórki zwierzęcej



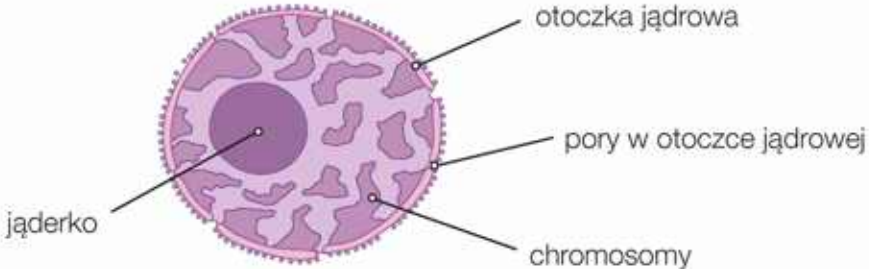
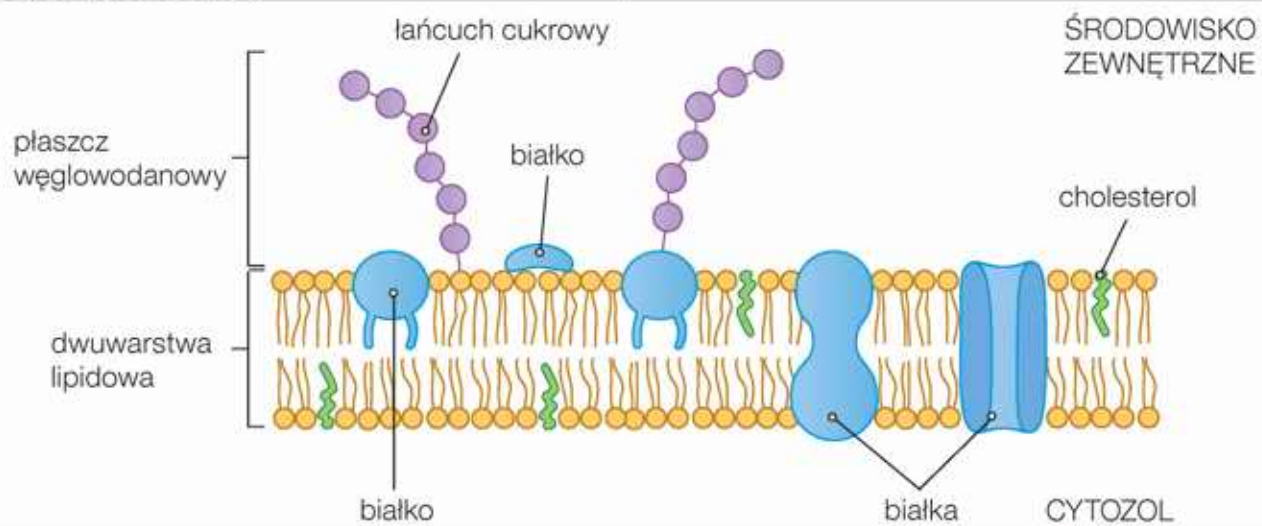
Budowa komórki roślinnej

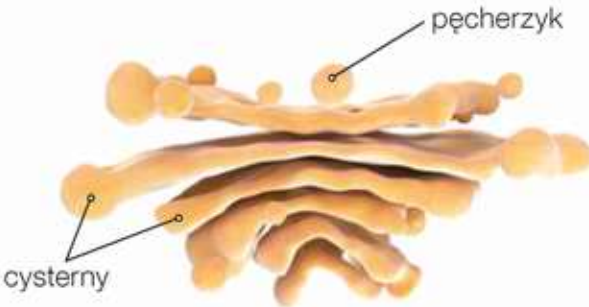
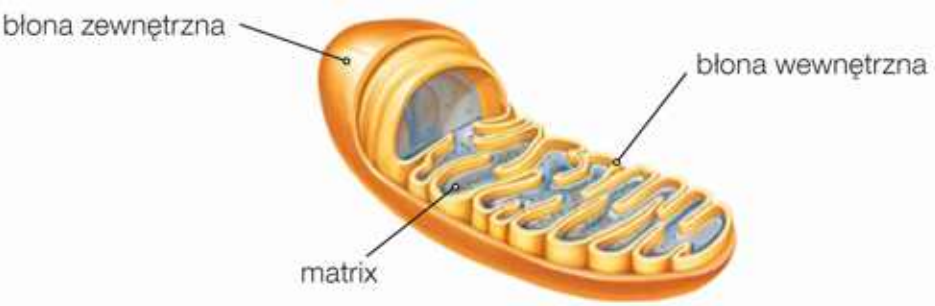


Budowa komórki grzybowej



4 Charakterystyka i funkcje elementów komórki eukariotycznej

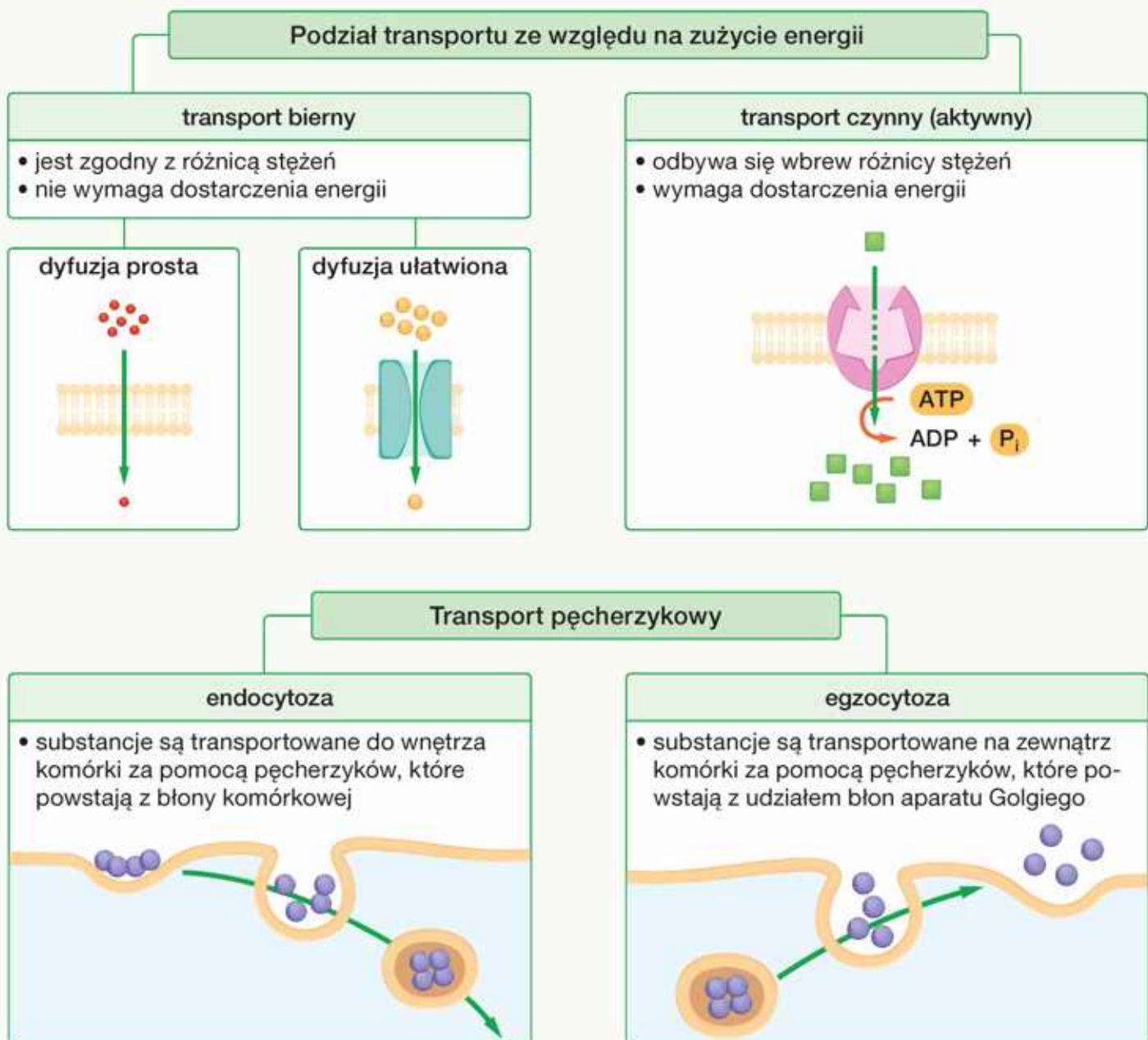
Charakterystyka	Funkcje
jądro komórkowe	
- W jego wnętrzu znajdują się jąderko i chromosomy. - Jest otoczone dwiema błonami, tworzącymi otoczkę jądrową z porami jądrowymi.	- Zawiera DNA, który steruje większością procesów życiowych komórki. - Przekazuje DNA do komórek potomnych.
	
błony biologiczne	
- Zaliczamy do nich błonę komórkową oraz błony organelli komórkowych. - Są zbudowane z dwóch warstw fosfolipidów, w których są zanurzone białka. - Na zewnątrz błony komórkowej występuje płaszcz węglowodanowy. - W komórkach zwierzęcych są usztywniane przez cząsteczki cholesterolu.	- Oddzielają komórkę od środowiska zewnętrznego. - Odbierają ze środowiska zewnętrznego sygnały, które wpływają na funkcjonowanie komórki. - Tworzą w komórce przedziały, w których mogą zachodzić równocześnie różne procesy. - Transportują substancje między komórką a środowiskiem zewnętrznym.
	
cytozol	
Jest płynną częścią cytoplazmy.	- Stanowi środowisko licznych reakcji biochemicznych. - Transportuje substancje między organellami.
siateczka śródplazmatyczna	
- To sieć kanalików i pęcherzyków otoczonych pojedynczą błoną. - Występuje w dwóch rodzajach. Są to: - siateczka śródplazmatyczna szorstka – ma na powierzchni rybosomy, - siateczka śródplazmatyczna gładka – nie ma rybosomów.	- Siateczka śródplazmatyczna szorstka – rybosomy znajdujące się na siateczce produkują białka. - Siateczka śródplazmatyczna gładka – produkuje lipidy, neutralizuje trujące związki chemiczne, magazynuje jony wapnia.

Charakterystyka	Funkcje
aparat Golgiego	
• Tworzy go zespół spłaszczonych cystern otoczonych pojedynczą błoną. • Ma na brzegach pęcherzyki transportowe.	• Modyfikuje tłuszcze i białka. • Pakuje białka i tłuszcze, a następnie kieruje je do miejsca ich przeznaczenia.
	
lizosomy	
• To niewielkie pęcherzyki otoczone błoną. • Zawierają enzymy trawienne.	• Trawią cząstki pokarmowe i uszkodzone organelle.
rybosomy	
• To małe, nieobłonione struktury komórkowe, zbudowane z rRNA i białek.	• Syntetyzują białka na podstawie informacji zawartej w sekwencji nukleotydów w RNA.
wakuole	
• To pęcherzyki wypełnione płynem i otoczone pojedynczą błoną, u roślin nazywaną tonoplastem.	• Wakuola centralna roślin magazynuje wodę i inne związki, np. białka. • Drobnie wakuole pochłaniają, trawią i usuwają różne substancje.
mitochondria	
• To struktury otoczone dwiema błonami. Wewnętrzna błona tworzy grzebienie mitochondrialne. • W matrix znajdują się DNA, rybosomy i enzymy.	• Zachodzą w nich główne etapy oddychania tlenowego. • Są miejscem uwalniania energii, która jest następnie magazynowana w ATP.
	

- 5 Osmoza** – odmiana **dyfuzji prostej**. Polega na przenikaniu wody przez błonę biologiczną. Woda przenika z roztworu o mniejszym stężeniu substancji rozpuszczonej do roztworu o większym stężeniu do momentu wyrównania stężenia po obu stronach błony.

Zmiany	Roztwór hipotoniczny	Roztwór izotoniczny	Roztwór hipertoniczny
W komórce zwierzęcej	Komórki chłoną wodę, pęcznieją i pękają.	Komórki nie zmieniają kształtu.	Komórki tracą wodę, kurczą się i rozpadają.
W komórce roślinnej	Woda wnika do komórek, przez co zwiększa się objętość wakuoli. Ściana komórkowa chroni komórkę przed pęknięciem.	Ściana komórkowa i błona komórkowa nie są napięte, dlatego komórki są elastyczne.	Komórki tracą wodę i jędrność. Cytoplazma kurczy się i odstaje od ściany komórkowej.

6 Rodzaje transportu przez błonę



7 Cykl komórkowy – uporządkowany ciąg zdarzeń, obejmujący wzrost komórki, a następnie jej podział na dwie komórki potomne. Składa się z interfazy, czyli okresu międzypodziałowego, który obejmuje fazy G_1 , S i G_2 , oraz z podziału komórki.

8 Rodzaje podziałów komórkowych



9 Apoptoza – naturalna, zaplanowana śmierć komórki, kontrolowana przez geny. Prowadzi do usunięcia komórek nieprawidłowych oraz zbędnych.

Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE



- 1** W tabeli zestawiono elementy, które występują w różnych typach komórek eukariotycznych. Przeanalizuj wszystkie dane, a następnie podaj nazwy komórek oznaczonych w tabeli jako A, B i C.

(3 p.)

Cecha budowy	Komórka A	Komórka B	Komórka C
Cytosol	+	+	+
Lizosomy	-	-	+
Ściana komórkowa	+	+	-
Chloroplasty	-	+	-
Jądro komórkowe	+	+	+

- 2** Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

(3 p.)

1.	Komórki prokariotyczne i eukariotyczne mają jądro komórkowe.	P	F
2.	Do komórek prokariotycznych należą komórki bakteryjne.	P	F
3.	Cytoplazma komórek eukariotycznych jest otoczona błoną komórkową.	P	F

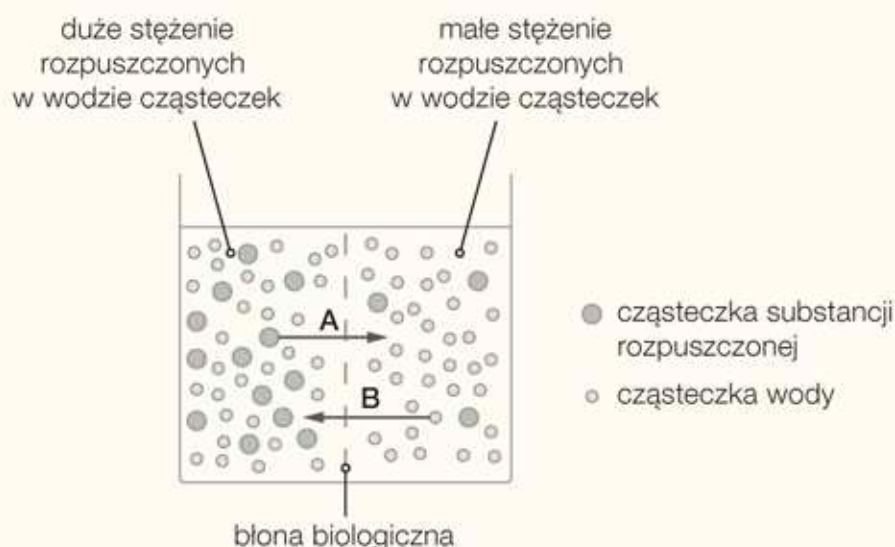
- 3** Przyporządkuj elementom błony komórkowej (A–C) odpowiednie opisy wybrane spośród podanych (1–4). Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

(3 p.)

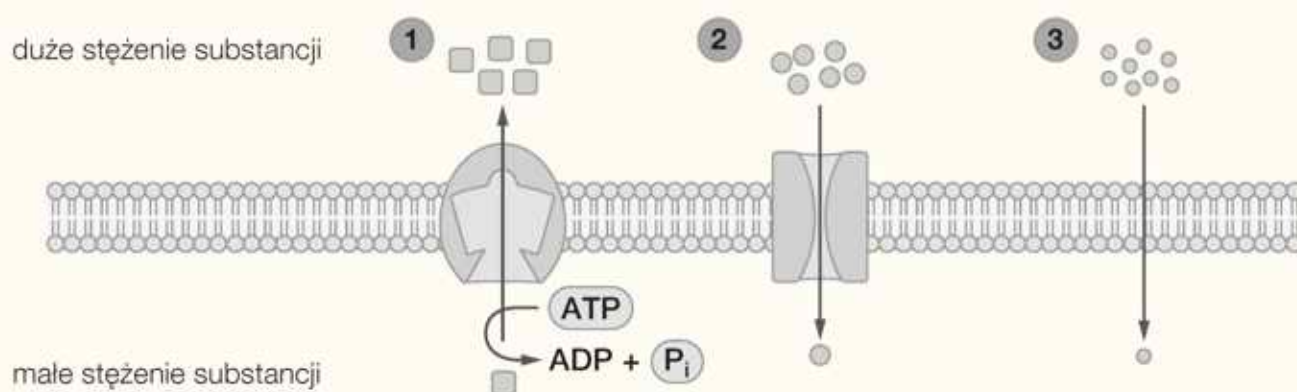
- | | |
|----------------------|--|
| A. Białka. | 1. Tworzą podwójną warstwę błony. |
| B. Fosfolipidy. | 2. Usztywniają błonę w komórkach zwierzęcych. |
| C. Łańcuchy cukrowe. | 3. Uczestniczą w procesie rozpoznawania się komórek. |
| | 4. Tworzą w błonie kanały transportowe. |

- 4** Określ na podstawie rysunku, która strzałka – A czy B – oznacza osmozę. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

(1 p.)

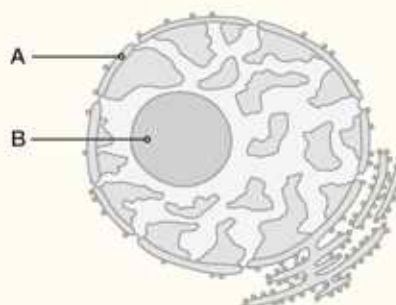


- 5** Podaj nazwy sposobów transportu oznaczonych na rysunku cyframi 1, 2 i 3. (3 p.)



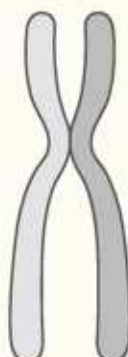
- 6** Lekarz podał choremu dożylnie roztwór soli fizjologicznej o stężeniu 0,9%. Określ, czy w stosunku do środowiska krwinek czerwonych sól fizjologiczna jest hipertoniczna, izotoniczna czy hipotoniczna. (1 p.)

- 7** Przerysuj tabelę do zeszytu. Następnie przeanalizuj rysunek i uzupełnij tabelę, wpisując w odpowiednie miejsca nazwy oraz litery zaznaczonych na nim struktur. (2 p.)



Litera	Nazwa struktury	Opis
?	?	Oddziela wnętrze jądra komórkowego od cytozolu.
?	?	Jest miejscem, w którym zachodzi synteza rRNA.

- 8** Określ, czy na rysunku przedstawiono chromosom przed czy po replikacji DNA. Odpowiedź uzasadnij jednym argumentem i zapisz ją w zeszycie. (1 p.)



- 9** Przyporządkuj podanym strukturom komórki (A–E) odpowiednie funkcje wybrane spośród podanych (1–6). Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (5 p.)

A. Wakuola.	1. Produkowanie białek.
B. Lizosom.	2. Modyfikowanie białek.
C. Rybosom.	3. Rozkład uszkodzonych organelli.
D. Aparat Golgiego.	4. Produkowanie tłuszczów.
E. Mitochondrium.	5. Uwalnianie energii.
	6. Gromadzenie wody.

- 10** Podaj nazwę struktur komórkowych, które nie są otoczone błoną i biorą udział w produkcji białek. (1 p.)

- 11** Oceń prawdziwość stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (2 p.)

1.	System błon wewnętrznych tworzą m.in. takie struktury komórkowe, jak: siateczka śródplazmatyczna, aparaty Golgiego, lizosomy i wakuole.	P	F
2.	Błony wewnętrzne tworzą przedziały w komórce, co umożliwia jednocześnie zachodzenie obok siebie przeciwstawnych reakcji.	P	F

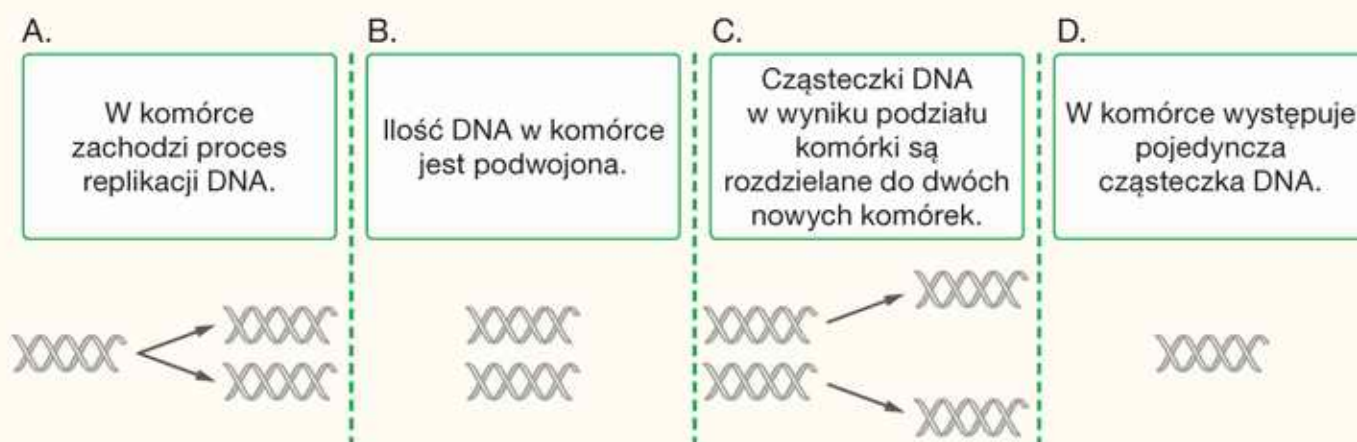
- 12** Zapisz w zeszycie poniższe informacje w takiej kolejności, aby przedstawiały cykl komórkowy nowo powstałej komórki. (1 p.)

Produkcja białek potrzebnych w czasie podziału komórkowego.

Podział mitotyczny komórki.

Podwojenie ilości materiału genetycznego.

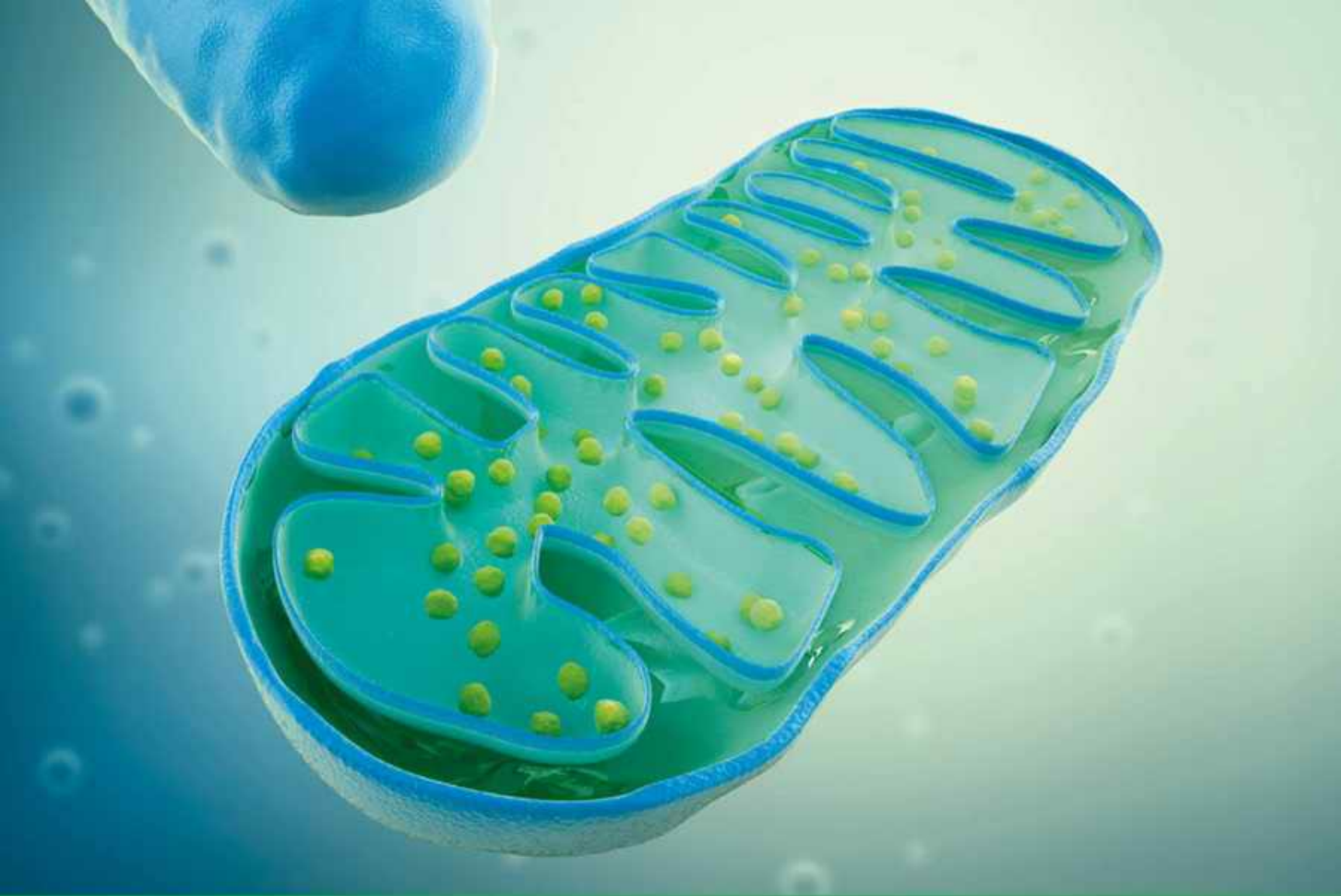
- 13** Na podstawie zmian ilości DNA w komórce określ, które etapy cyklu komórkowego zostały przedstawione na schematach A–D. (4 p.)



- 14** Wybierz właściwą odpowiedź – 1 lub 2 – i jej uzasadnienie – A lub B. Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (2 p.)

Który podział komórki doprowadza do powstania komórek rozrodczych zwierząt (komórek jajowych i plemników)?

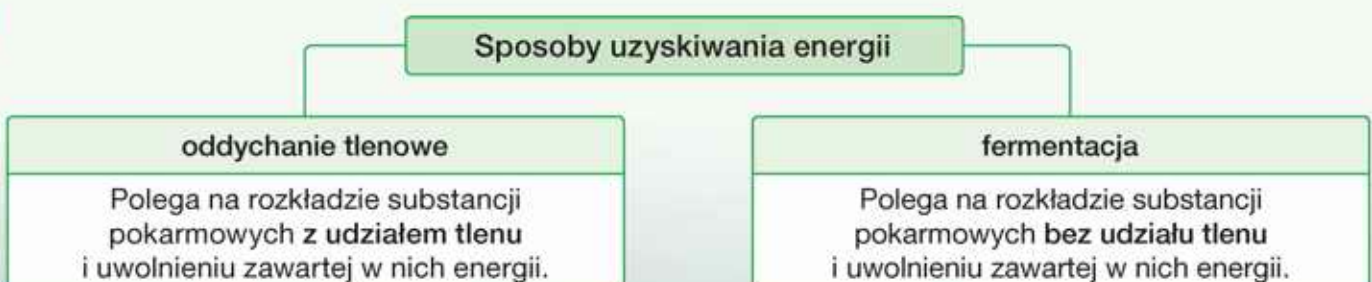
1.	Mitoza,	ponieważ	A.	gamety są diploidalne, a podział ten prowadzi do powstania komórek o takiej samej liczbie chromosomów jak przed podziałem.
2.	Mejoza,		B.	gamety są haploidalne, a podział ten prowadzi do powstania komórek o zredukowanej liczbie chromosomów.



4. Metabolizm

To było w szkole podstawowej!

- ✓ **Oddychanie komórkowe** – proces, który zachodzi w komórce. Polega on na rozkładzie substancji pokarmowych i uwolnieniu zawartej w nich energii.



4.1.

Kierunki przemian metabolicznych

Zwróć uwagę na:

- definicję metabolizmu,
- rodzaje reakcji metabolicznych: anabolizm i katabolizm,
- budowę i funkcję ATP,
- pojęcia: szlak metaboliczny i cykl metaboliczny.

Wewnątrz każdej komórki zachodzi równocześnie wiele różnych reakcji chemicznych. Z tej lekcji dowiesz się, w jaki sposób są ze sobą powiązane procesy syntezy i rozpadu związków oraz w jakich procesach energia jest uwalniana, a w jakich – zużywana. Poznasz również związek, który odpowiada za przenoszenie energii w komórce. Pozwoli Ci to zrozumieć, na czym polega metabolizm komórki.

■ Czym jest metabolizm?

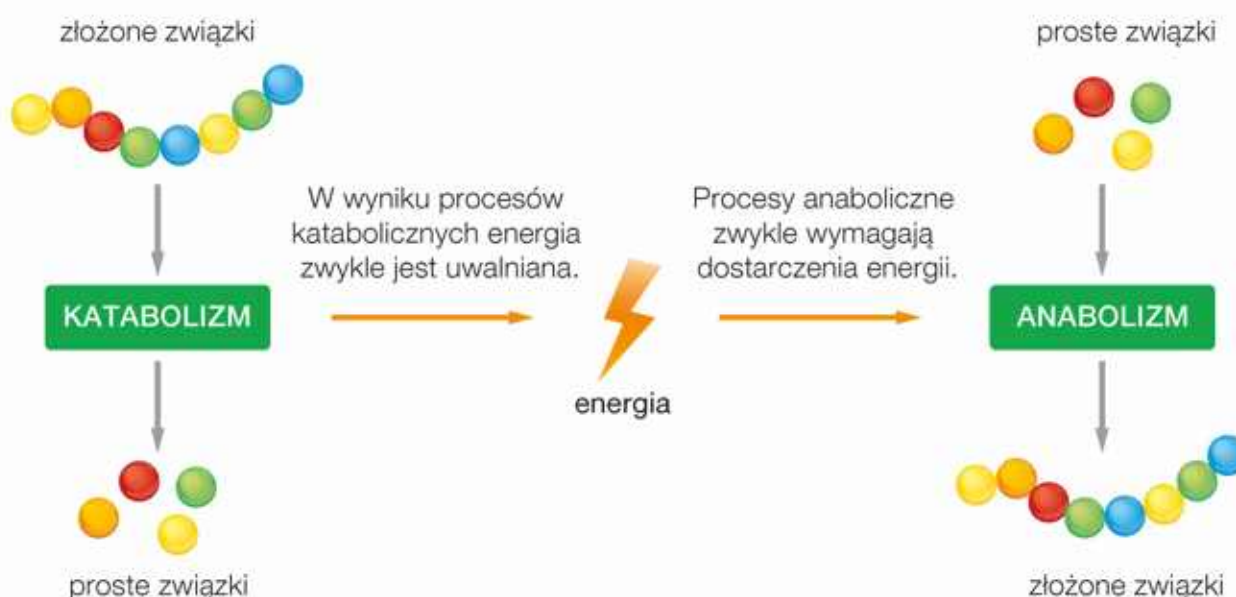
Metabolizm to ogół przemian chemicznych i energetycznych, które zachodzą w organizmie. W zależności od tego, czy prowadzą one do syntezy, czy do rozkładu związku chemicznego, wyróżniamy dwa kierunki przemian metabolicznych:

- ▶ **katabolizm** – procesy, podczas których złożone związki chemiczne są rozkładane do związków prostych (np. oddychanie tlenowe, rozkład białek i lipidów),
- ▶ **anabolizm** – procesy, podczas których z prostych związków chemicznych są syntetyzowane związki złożone (np. synteza białek, synteza glikogenu).

■ Co się dzieje z energią w procesach metabolicznych?

Podczas wielu procesów katabolicznych energia **jest uwalniana**, a następnie magazynowana w tzw. przenośnikach energii. Najważniejszym z przenośników jest ATP, który powstaje przede wszystkim w wyniku oddychania tlenowego. Procesy anaboliczne zwykle wymagają **dostarczenia energii**.

METABOLIZM = KATABOLIZM + ANABOLIZM



W wyniku wielu procesów katabolicznych jest uzyskiwana energia potrzebna do przebiegu części procesów anabolicznych. Dlatego w komórkach procesy te są ze sobą ściśle związane.

ATP – przenośnik energii

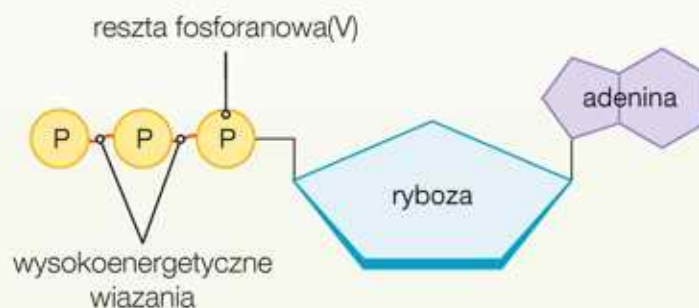
Aby organizm mógł wykorzystać energię, musi być ona magazynowana i przenoszona w odpowiedniej formie. Najczęściej wykorzystywanym przez organizm przenośnikiem energii jest ATP. Ważnym źródłem ATP jest oddychanie komórkowe, które omówimy na stronach 122–126.

■ Budowa ATP

ATP, czyli adenozynotrifosforan, to nukleotyd zbudowany z:

- zasady azotowej – adeniny,
- pięciowęglowego cukru – rybozy,
- trzech reszt fosforanowych(V).

Pomiędzy resztami fosforanowymi(V) znajdują się dwa wysokoenergetyczne wiązania. To właśnie w nich jest gromadzona energia.



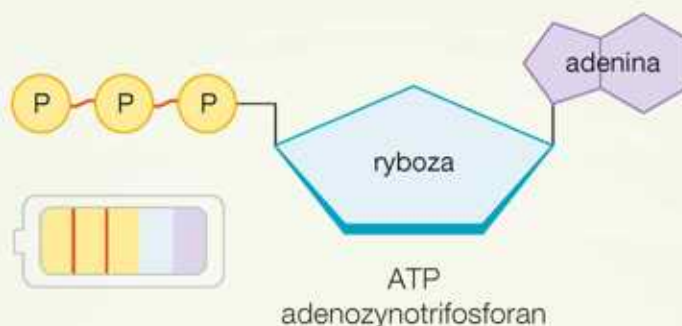
Budowa cząsteczki ATP.

■ Jak jest uwalniana energia z ATP?

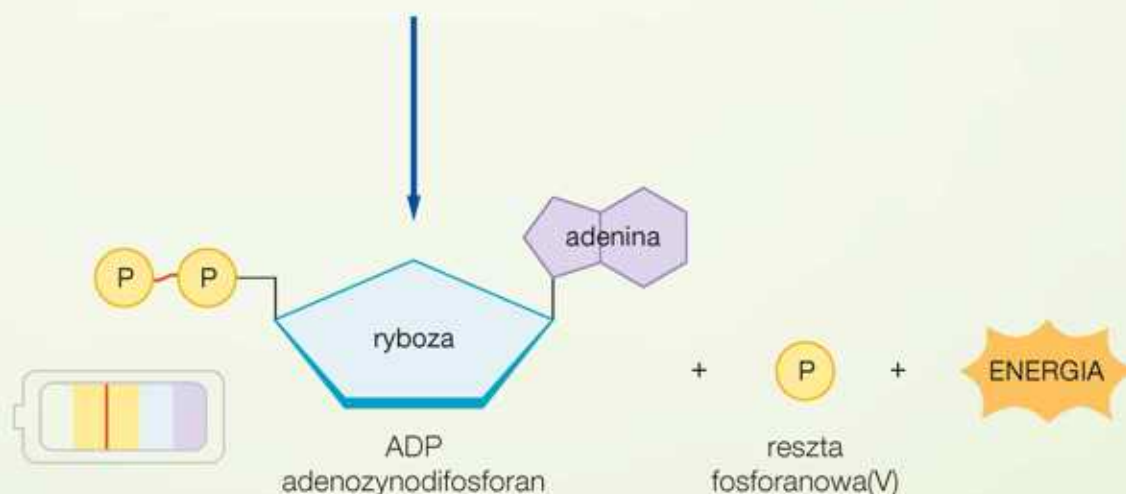
Energia zmagazynowana w wysokoenergetycznych wiązaniach ATP jest uwalniana podczas rozkładu tego związku. Oprócz energii w wyniku tej reakcji powstają:

- ADP (adenozynodifosforan) – związek zawierający dwie reszty fosforanowe,
- reszta fosforanowa(V).

ATP można porównać do maksymalnie naładowanej baterii.



ADP jest jak bateria, która wymaga doładowania, ponieważ część jej energii została zużyta.

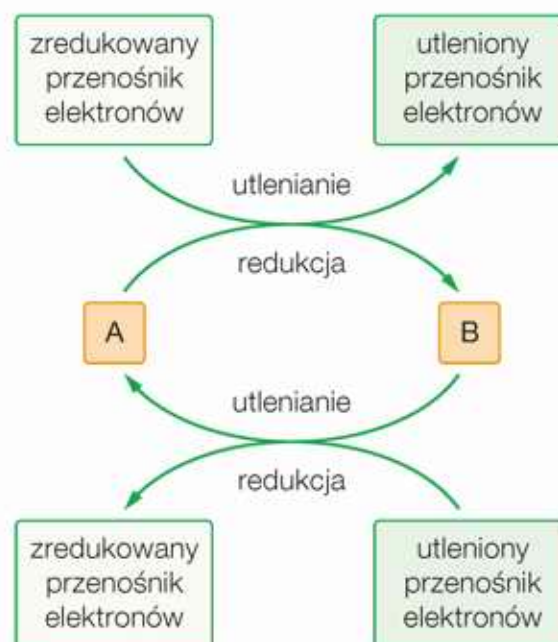


Podczas rozkładu ATP do ADP jest uwalniana energia.

Inne rodzaje przenośników

W trakcie wielu reakcji chemicznych następuje przenoszenie elektronów z jednego związku na drugi. Związek, który oddaje elektrony, ulega utlenieniu. Związek, który przyjmuje elektrony, ulega redukcji.

W komórce reakcje utleniania i redukcji zachodzą w bardziej skomplikowany sposób. Uczestniczą w nich związki pośrednie, nazywane **przenośnikami elektronów**. Przykładami przenośników elektronów są dinukleotyd nikotynoamidoadeninowy (forma utleniona – NAD^+ , forma zredukowana – NADH) oraz dinukleotyd flawinoadeninowy (forma utleniona – FAD , forma zredukowana – FADH_2).

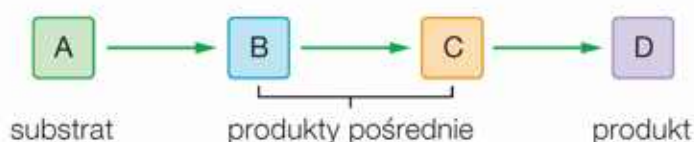


Przenośniki elektronów po dołączeniu elektronów ulegają zredukowaniu, a po odłączeniu elektronów – utlenieniu.

Szlaki i cykle metaboliczne

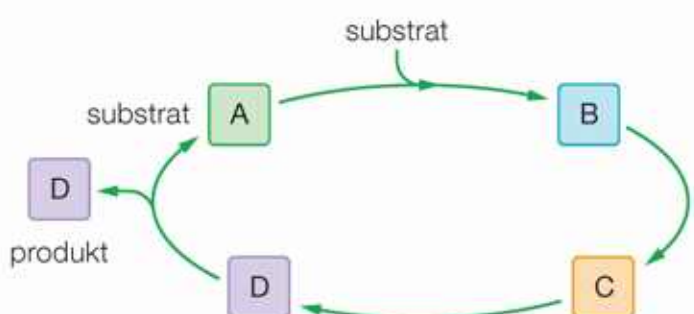
Przemiany metaboliczne zachodzące w komórce zwykle nie są pojedynczymi reakcjami. Następują po sobie w określonej kolejności, przez co tworzą ciągi reakcji, które w zależności od ich przebiegu nazywamy **szlakami metabolicznymi** lub **cyklami metabolicznymi**. Są one ze sobą ściśle związane i wchodzą w skład skomplikowanych procesów metabolicznych, takich jak oddychanie komórkowe.

Szlak metaboliczny



Szlaki metaboliczne przebiegają tylko w jednym kierunku. Dzieje się tak m.in. podczas rozkładu glukozy czy syntezy białka.

Cykl metaboliczny



Podczas **cykli metabolicznych** jeden z produktów końcowych staje się substratem do pierwszej reakcji rozpoczynającej kolejny cykl. W taki sposób przebiegają niektóre procesy podczas oddychania tlenowego.

Sterydy anaboliczne – czy można je stosować?

Procesy anaboliczne zachodzące w naszym ciele są regulowane przez hormony sterydowe, np. testosteron. W przypadku niektórych chorób konieczne jest przyjmowanie ich syntetycznych odpowiedników, tzw. sterydów anabolicznych. Powodują one m.in. szybki przyrost masy mięśniowej, dlatego sięgają po nie też osoby, którym zależy na lepszym umięśnieniu ciała. Stosowanie sterydów bez zaleceń lekarza ma jednak poważne skutki uboczne, takie jak uszkodzenie wątroby i choroby układu krążenia. Może też doprowadzić do obsesyjnego dążenia do zwiększania masy mięśniowej.



Bliżej życia

W sporcie przyjmowanie sterydów anabolicznych jest uznawane za nielegalny doping. Dlatego zawodnicy startujący np. w olimpiadach są badani pod kątem obecności tych związków w organizmie.

W skrócie

- **Metabolizmem** nazywamy ogół przemian chemicznych i energetycznych zachodzących w komórce.
- Porównanie procesów katabolicznych z procesami anabolicznymi.

Cecha	Katabolizm	Anabolizm
Cel	rozkład związków złożonych do związków prostych	synteza związków złożonych ze związków prostych
Energia	zwykle uwolnienie energii	zwykle dostarczenie energii
Substraty	związki złożone	związki proste
Produkty	związki proste	związki złożone
Przykłady	rozkład lipidów, białek i oddychanie tlenowe	synteza białek, synteza glikogenu i lipidów

- Podczas **reakcji katabolicznych** związki złożone są rozkładane do związków prostych. Zwykle reakcje te zachodzą z uwolnieniem energii.
- W **reakcjach anabolicznych** ze związków prostych są syntetyzowane związki złożone. Zwykle w trakcie tych reakcji musi zostać dostarczona energia.
- Energia w komórce jest magazynowana w **wysokoenergetycznych wiązaniach** występujących w **ATP**.
- **Szlaki metaboliczne** są ciągiem kolejno następujących po sobie reakcji chemicznych. Podczas **cykli metabolicznych** jeden z produktów końcowych staje się substratem do pierwszej reakcji rozpoczynającej kolejny cykl.

Polecenia kontrolne

1. Podaj różnicę między procesami katabolicznymi a procesami anabolicznymi.
2. Wykaż związek budowy ATP z jego rolą biologiczną.
3. Porównaj przebieg szlaków metabolicznych i cykli metabolicznych.

4.2. Budowa i działanie enzymów

Zwróć uwagę na:

- budowę enzymu,
- właściwości enzymów,
- istotę katalizy enzymatycznej.

Poprzedni temat poświęciliśmy procesom katabolicznym i anabolicznym. Wiesz już, na czym one polegają i że towarzyszą im przemiany energii. Teraz dowiesz się, jaką funkcję w procesach tych pełnią enzymy.

■ Czym są enzymy?

Enzymy to związki (zwykle białka), które przyspieszają przebieg reakcji zachodzących w organizmie. Gdyby nie one, niektóre z tych reakcji mogłyby trwać nawet tysiące lat. Enzymy nie są jednak ani substratami, ani produktami tych reakcji.

W komórkach enzymy są konieczne do przebiegu zarówno reakcji rozkładu, jak i syntezy. Na przykład związki złożone, takie jak skrobia, w wyniku działania enzymów są rozkładane do związków prostszych, np. glukozy. Biorą one również udział w złożonych procesach metabolicznych, m.in. w oddychaniu komórkowym czy syntezie białek.

■ Właściwości enzymów

Wszystkie enzymy mają następujące właściwości:

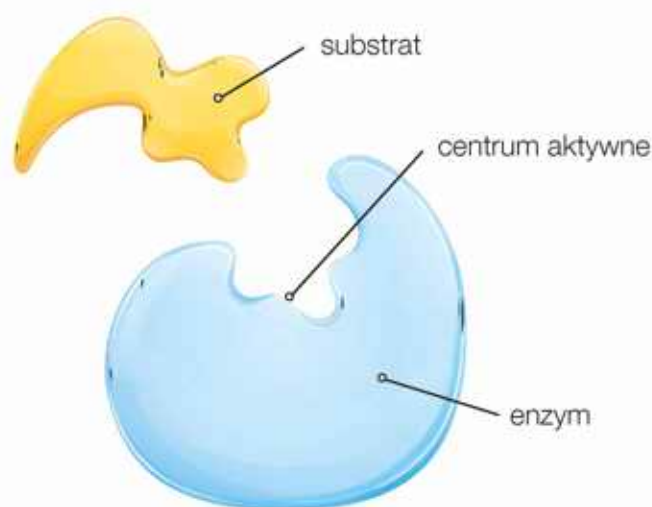
- ▶ **są swoiste względem danego substratu**, co oznacza, że wiążą się wyłącznie z określonymi substratami. Przykładowo enzym maltaza łączy się tylko z maltozą;
- ▶ **są swoiste względem przeprowadzanej reakcji**, ponieważ uczestniczą tylko w jednym określonym typie reakcji, a niekiedy nawet tylko w jednej reakcji. Na przykład enzym sacharaza uczestniczy wyłącznie w rozkładzie sacharozy;
- ▶ **nie zużywają się w przebiegu reakcji**, dzięki czemu mogą być wielokrotnie wykorzystywane.

Czy wiesz, że...

W naszych łzach i ślinie występuje lizozym. Jest to enzym, który rozkłada ściany komórkowe bakterii, dzięki czemu chroni nas przed infekcjami.

Jak są zbudowane enzymy?

Większość enzymów to **białka**. Najczęściej składają się one z części białkowej i części niebiałkowej. Częścią niebiałkową mogą być jony metali (np. magnezu, cynku i miedzi), a także niewielkie cząsteczki organiczne, tzw. koenzymy (np. witaminy i przenośniki elektronów). Każdy enzym ma **centrum aktywne** (miejsce aktywne). Jest to obszar, w którym wiążą się z nim cząsteczki jednego substratu lub kilku substratów.



Enzym łączy się z substratem, co umożliwia zajście reakcji.

Jak działają enzymy?

Enzymy działają jak katalizatory, czyli substancje, które przyspieszają reakcję przez obniżenie jej energii aktywacji. Z tego powodu przyspieszenie reakcji chemicznej spowodowane działaniem enzymu nazywamy **katalizą enzymatyczną** (reakcją enzymatyczną). Jaki jest mechanizm tej reakcji?

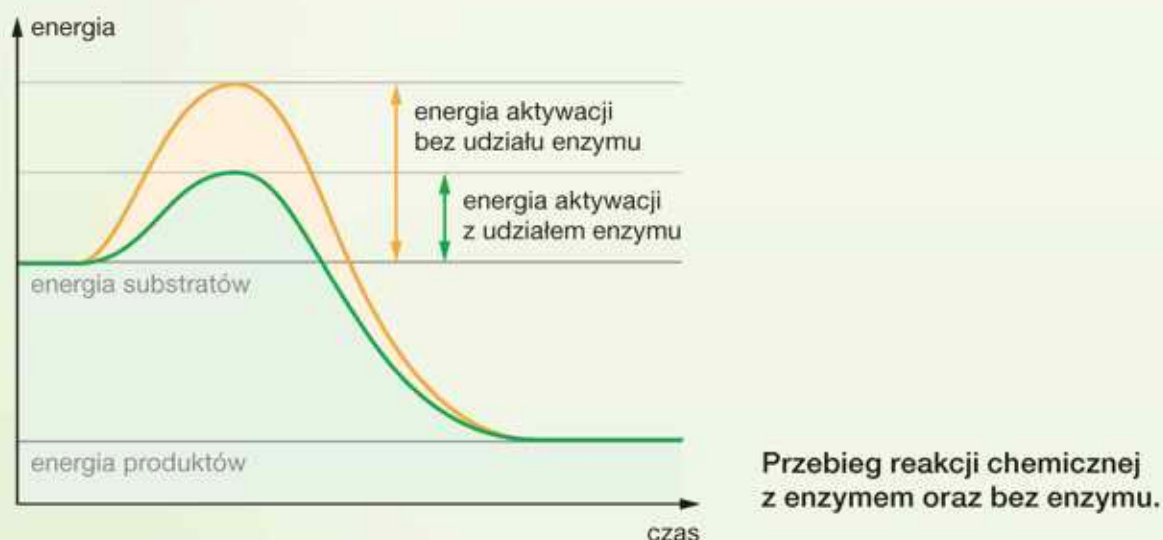
Mechanizm działania enzymów

Podczas reakcji chemicznej enzym łączy się z jednym substratem lub z kilkoma substratami. Po połączeniu tworzy się kompleks enzym–substrat, co przyspiesza przebieg reakcji. Powstaje produkt, który odłącza się od enzymu. Następnie enzym może przeprowadzić kolejną reakcję enzymatyczną.



W jaki sposób enzymy przyspieszają przebieg reakcji chemicznej?

Dzięki połączeniu się enzymu z substratem obniża się energia aktywacji reakcji. Jest to energia, która jest potrzebna na początku każdej reakcji chemicznej do rozerwania wiązań chemicznych w substratach.



Kiedy chcemy przesunąć stół, ilość energii, którą musimy zużyć na tę czynność, jest największa na początku. Podobnie jest w reakcjach chemicznych, do których zapoczątkowania potrzebna jest duża ilość energii początkowej – energii aktywacji.





Wpływ enzymów ze świeżego ananasa na białka zawarte w żelatynie

- **Problem badawczy:** Czy w świeżym ananasie występują enzymy katalizujące rozkład białek zawartych w żelatynie?
- **Hipoteza:** W świeżym ananasie występują enzymy katalizujące rozkład białek zawartych w żelatynie.
- **Przebieg doświadczenia:**

Przygotuj: dwie zlewki, jedno opakowanie żelatyny w proszku (może być również owocowa galaretka z żelatyną w składzie), ciepłą wodę, pokrojonego na drobne kawałki, świeżego ananasa, czajnik z wodą, sitko kuchenne.

Próba badawcza: Zlewka ze stężałą żelatyną, na której umieszczono rozdrobnionego, świeżego ananasa.

Próba kontrolna: Zlewka ze stężałą żelatyną, na której umieszczono sparzonego, rozdrobnionego ananasa.

1. Rozpuść żelatynę w ciepłej wodzie według przepisu na opakowaniu.
2. Przelej do obu zlewek po tyle samo żelatyny i pozostaw do stężenia w chłodnym miejscu, np. w lodówce.
3. Sparz połowę rozdrobnionych kawałków ananasa. Aby to zrobić, umieść je na sitku kuchennym, a następnie zalej gorącą wodą z czajnika. Pozostaw sparzonego ananasa do ostygnięcia.
4. Dodaj do jednej zlewki na powierzchnię żelatyny rozdrobnionego, świeżego ananasa. Do drugiej zlewki dodaj sparzonego ananasa.

- **Wynik doświadczenia:** W zlewce ze świeżym ananasem powierzchniowa, stykająca się z owocem warstwa żelatyny stała się płynna. W zlewce ze sparzonym ananasem żelatyna pozostała stężała.



- **Wniosek:** W świeżym ananasie występują enzymy katalizujące rozkład białek zawartych w żelatynie.
- **Wyjaśnienie:** Żelatyna jest zbudowana z białek, a w świeżym ananasie występują enzymy, które katalizują ich rozkład. Aby sprawdzić, czy to enzymy rzeczywiście są odpowiedzialne za upłynnienie żelatyny, musisz sparzyć ananasa. W wysokiej temperaturze enzymy ulegną denaturacji i staną się nieaktywne. Po nałożeniu sparzonego ananasa na stężałą żelatynę nie stanie się więc ona płynna.

Zanikający enzym, czyli dlaczego po mleku może boleć brzuch

Bliżej życia

W pierwszych dniach naszego życia odżywiamy się mlekiem. Zawiera ono cukier – laktozę, który jest rozkładany przez enzym zwany laktazą. U części ludzi pod koniec wieku dziecięcego enzym ten przestaje być wytwarzany. Ma to swoje skutki: bez laktazy spożywanie produktów mlecznych może prowadzić do zalegania w jelitach niestrawionej laktozy, co powoduje osmotyczny wpływ wody w jelitach. Niestrawiona laktoza ulega fermentacji przeprowadzanej przez bakterie jelitowe. Efektem są nieprzyjemne objawy żołądkowo-jelitowe, które nazywamy nietolerancją laktozy. Należą do nich m.in. wzdęcia i biegunki. By im zaradzić, osoby z nietolerancją laktozy stosują specjalne preparaty zawierające laktazę albo kupują żywność o obniżonej zawartości laktozy.



Laktoza występuje w produktach mlecznych, takich jak ser, twaróg czy masło.

W skrócie

- **Enzymy** to związki, które **przyspieszają zachodzenie reakcji chemicznych** w organizmie przez obniżenie energii aktywacji.
- Przyspieszenie reakcji chemicznej spowodowane działaniem enzymu nazywamy **katalizą enzymatyczną**.
- Większość enzymów to **białka**. W budowie enzymu wyróżniamy tzw. **centrum aktywne**, czyli obszar, w którym z enzymem wiążą się cząsteczki substratu.
- Enzymy mają charakterystyczne właściwości: są swoiste względem danego substratu, są swoiste względem danej reakcji, nie zużywają się w reakcjach.
- **Etapy katalizy enzymatycznej:**
 - wiązanie substratów z enzymem,
 - tworzenie kompleksu enzym–substrat,
 - powstanie produktu, który oddziela się od enzymu.

Polecenia kontrolne

1. Opisz budowę i właściwości enzymów.
2. Wyjaśnij, jakie znaczenie ma przestrzenny kształt centrum aktywnego enzymu w reakcji enzymatycznej.
3. Wyjaśnij, jak przebiega kataliza enzymatyczna.
4. Poszukaj w dostępnych źródłach informacji dotyczących enzymów niebiałkowych. Podaj przykład takiego enzymu.
5. W detergentach, np. w proszkach do prania, znajdują się enzymy o działaniu podobnym do działania enzymów trawiennych. Wyjaśnij, na czym polega ich funkcja.

4.3.

Regulacja aktywności enzymów

Zwróć uwagę na:

- działanie aktywatorów oraz inhibitorów enzymów,
- mechanizm ujemnego sprzężenia zwrotnego w regulacji szlaków metabolicznych,
- wpływ temperatury, pH i stężenia substratu na aktywność enzymów.

Wiesz już, że enzymy to białka, które przyspieszają przebieg reakcji chemicznych. Zależy od nich funkcjonowanie całej komórki, dlatego ich aktywność musi być ściśle regulowana.

■ Jak są regulowane reakcje enzymatyczne?

Przebieg reakcji enzymatycznych może być regulowany na kilka sposobów. Do najważniejszych z nich należą:

- ▶ **aktywacja** (pobudzanie) lub **inhibicja** (hamowanie) enzymów przez specjalne substancje, które nazywamy aktywatorami i inhibitorami,

- ▶ regulacja szlaków metabolicznych przez **ujemne sprzężenie zwrotne**,
- ▶ zmiany warunków środowiska (np. temperatury, pH i stężenia substratu).

Czy wiesz, że...

Informacja o wszystkich produkowanych w organizmie białkach, w tym enzymach, znajduje się w DNA każdej komórki. Ponieważ jednak komórki pełnią różne funkcje, inne enzymy są wytwarzane np. w komórkach wątroby, a inne – w komórkach mięśni. Enzymy nie powstają też równocześnie, a ich wytwarzanie podlega kontroli. Oznacza to, że mogą być produkowane lub nie w zależności od docierających do komórki sygnałów.

Jak enzymy są „włączane” i „wyłączane”?

Aktywatory i inhibitory możemy porównać do włączników prądu stosowanych w urządzeniach elektronicznych. Umożliwiają one zmianę aktywności komórki przez zmianę działania enzymów. Przyłączenie aktywatora do enzymu powoduje jego „włączenie”, a przez to – przyspieszenie przebiegu reakcji. Z kolei inhibitor „wyłącza” enzym, przez co reakcja przebiega wolniej.



Aktywator to substancja pobudzająca enzym do właściwej pracy.



Inhibitor to substancja hamująca działanie enzymu.

Aktywatory i inhibitory – przykłady i działanie

Dzięki aktywatorom i inhibitorom, które dołączają się do enzymów, komórka może dostosować swój metabolizm do zmieniających się warunków środowiska.

Aktywatory enzymów

Aktywatory to substancje, które umożliwiają prawidłową pracę enzymów, ale same nie biorą udziału w przeprowadzanej przez nie reakcji. Przykładami aktywatorów są:

- ▶ jony metali, np. Mg^{2+} , Zn^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} . Mogą one uczestniczyć w wiązaniu substratu przez enzym lub utrzymywać odpowiednią strukturę przestrzenną enzymu,
- ▶ inne enzymy, które aktywują dany enzym.

Inhibitory enzymów

Inhibitory enzymów to substancje, które hamują aktywność enzymów. Mogą nimi być produkty reakcji enzymatycznych lub inne związki chemiczne. Podział inhibitorów ze względu na sposób działania przedstawiliśmy na poniższym schemacie.



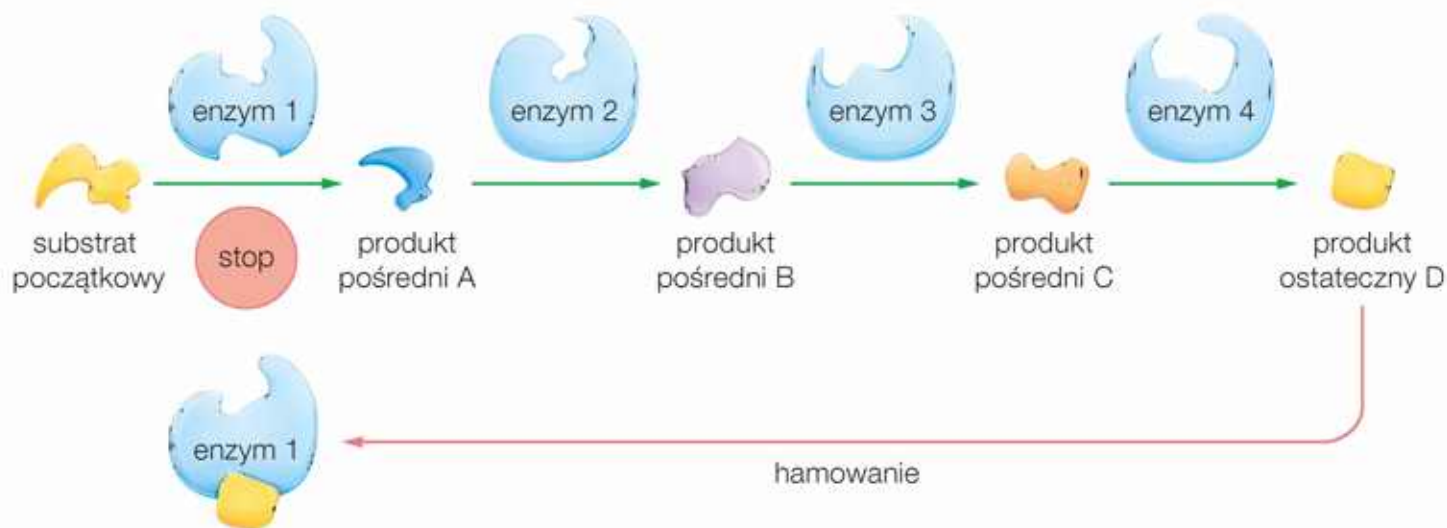
Inhibitorami jest wiele leków, np. kwas acetylosalicylowy, czyli aspiryna – popularny lek przeciwgorączkowy i przeciwbólowy.

Rodzaje inhibitorów

inhibitory nieodwracalne	inhibitory odwracalne
• wiążą się trwale z enzymem, przez co traci on całkowicie i nieodwracalnie swoje właściwości • przykładem są niektóre trucizny, np. cyjanek potasu	• łączą się z enzymem nietrwale, przez co blokują jego zdolności enzymatyczne tylko na pewien czas • inhibitor jest podobny do substratu i konkuruje z nim o dostęp do centrum aktywnego enzymu • przykładem są antywitaminy, czyli związki, które uniemożliwiają wykorzystanie danej witaminy przez organizm
Substrat nie może się połączyć z enzymem. Inhibitor blokuje centrum aktywne enzymu. enzym	Inhibitor wiąże się z enzymem poza centrum aktywnym. Substrat nie jest przekształcany w produkt reakcji. enzym

Regulacja szlaków metabolicznych

Szlak metaboliczny tworzą następujące po sobie reakcje, przy czym produkt jednej reakcji jest substratem kolejnej. Każda z reakcji zachodzi z udziałem innego enzymu. Szlaki metaboliczne wymagają dużych nakładów energii. Aby jej nie tracić, są odpowiednio regulowane. Jednym ze sposobów regulacji szlaków jest **ujemne sprzężenie zwrotne**. Polega ono na hamowaniu działania enzymu katalizującego pierwszy etap szlaku przez produkt ostatniej reakcji danego szlaku. Mechanizm ten dodatkowo zabezpiecza komórkę przed niepotrzebnym nagromadzeniem się produktów.



Enzym 1 katalizuje pierwszą reakcję w szlaku metabolicznym. Jego aktywność jest hamowana przez produkt D – końcowy produkt tego szlaku metabolicznego. Znak „stop” na schemacie pokazuje, że wtedy reakcja nie zachodzi. Gdy produkt zostanie zużyty, jego hamujący wpływ znika, a szlak metaboliczny staje się ponownie aktywny.

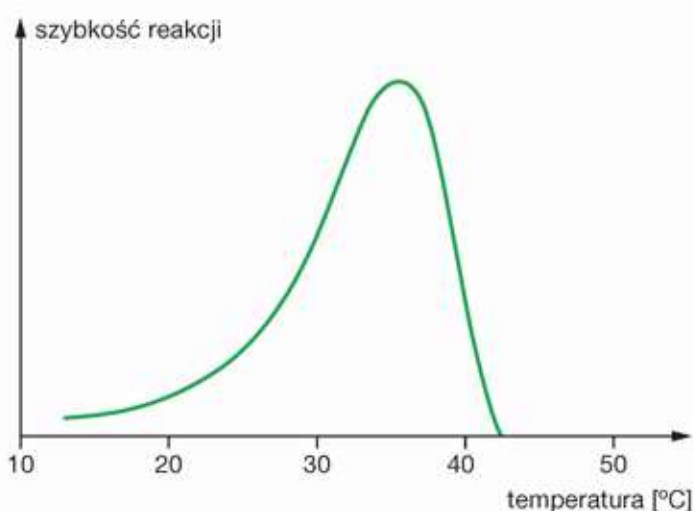
■ Wpływ czynników fizykochemicznych na działanie enzymów

Działanie enzymów jest regulowane również przez czynniki środowiska. Do najważniejszych z nich należą: temperatura, wartość pH oraz stężenie cząsteczek substratu.

Temperatura

Enzymy zwykle działają w określonym przedziale temperatury. Dla większości enzymów obecnych w organizmie człowieka optymalna temperatura wynosi ok. 37°C. Jej obniżenie spowalnia reakcję enzymatyczną na skutek zwolnienia ruchu cząsteczek substratów, które w niższej temperaturze rzadziej trafiają do centrum aktywnego. Natomiast podwyższenie temperatury początkowo może zwiększyć szybkość reakcji, ponieważ

cząsteczki szybciej się poruszają i częściej trafiają do centrum aktywnego. Jednak dalsze podwyższanie temperatury prowadzi do denaturacji enzymu i zatrzymania reakcji.

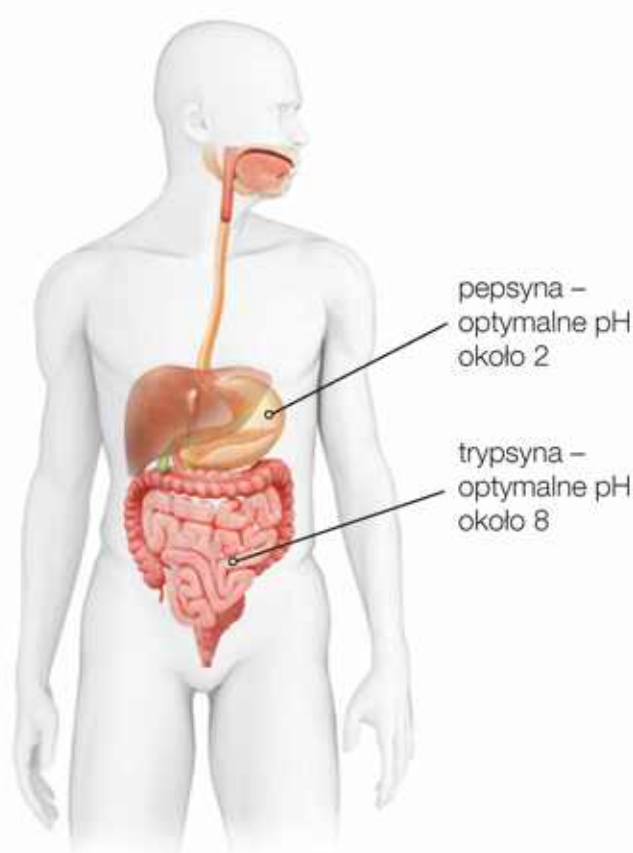


Zależność szybkości reakcji enzymatycznej zachodzącej w organizmie człowieka od temperatury.

Wartość pH

Kolejnym istotnym czynnikiem wpływającym na aktywność enzymów jest pH. Optymalne pH dla wielu reakcji enzymatycznych zachodzących wewnątrz organizmu człowieka wynosi ok. 7. Dlatego skrajne wartości skali pH zmniejszają aktywność enzymów.

Niektóre enzymy działają jednak prawidłowo tylko w środowisku o odczynie silnie kwasowym lub zasadowym. Wiele takich enzymów uczestniczy np. w trawieniu pokarmu.



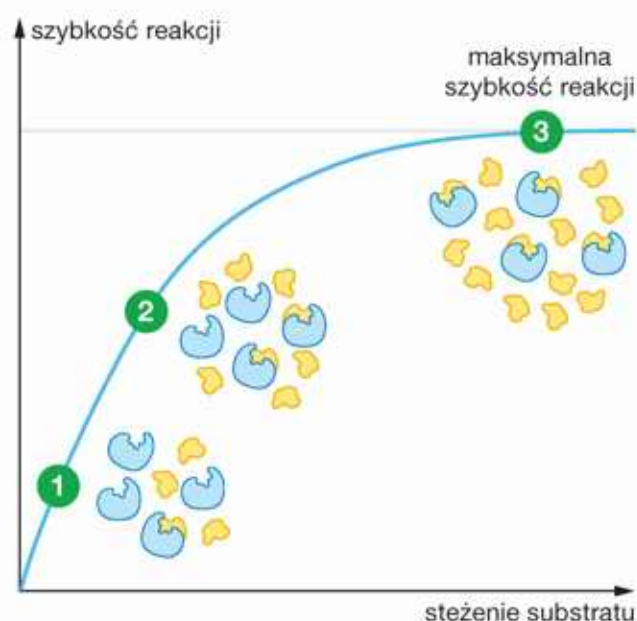
Pepsyna występuje w żołądku, a trypsyna – w jelicie cienkim. Oba enzymy rozkładają wiązania peptydowe, różnią się jednak optymalnym pH działania.

Stężenie substratu

Innym istotnym czynnikiem wpływającym na reakcje enzymatyczne jest stężenie substratu. Przy stałym stężeniu enzymu niskie stężenie substratu ogranicza szybkość reakcji. Dzieje się tak, ponieważ gdy w środowisku znajduje się niewiele cząsteczek substratu, istnieje mała szansa, że trafią one do centrów

aktywnych enzymów. Wraz ze wzrostem ilości substratu jego cząsteczki częściej trafiają do centrów aktywnych enzymów i w efekcie szybkość reakcji wzrasta. Reakcja przebiega najszybciej przy takim stężeniu substratu, w którym wszystkie cząsteczki enzymów mają zajęte centra aktywne i nie mogą wiązać kolejnych cząstek substratu.

Wpływ stężenia substratu na szybkość reakcji przy stałym stężeniu enzymu



- 1 Gdy stężenie substratu jest niskie, szybkość reakcji jest niewielka, ponieważ nie wszystkie cząsteczki enzymu mogą w danym momencie połączyć się z cząsteczkami substratu.
- 2 Wraz ze wzrostem stężenia substratu szybkość reakcji rośnie.
- 3 Reakcja osiąga szybkość maksymalną, gdy są zajęte wszystkie centra aktywne enzymów. Dalszy wzrost stężenia substratu nie powoduje zwiększenia szybkości reakcji.

Czy wiesz, że...

Wiele enzymów jest produkowanych w komórce w formie nieaktywnej, nazywanej proenzymem. Przykładem takiego enzymu jest pepsyna, której nieaktywną formę nazywamy pepsynogenem. Dzięki temu, że pepsyna jest wydzielana w formie proenzymu, może być aktywowana dopiero wtedy, gdy jest potrzebna. Chroni to komórki wytwarzające pepsynę przed samostrawieniem.



Badanie wpływu wysokiej temperatury na aktywność katalazy w bulwach ziemniaka

■ **Problem badawczy:** Wpływ wysokiej temperatury na aktywność katalazy w bulwach ziemniaka.

■ **Hipoteza:** W wyniku działania wysokiej temperatury katalaza w bulwach ziemniaka przestaje być aktywna.

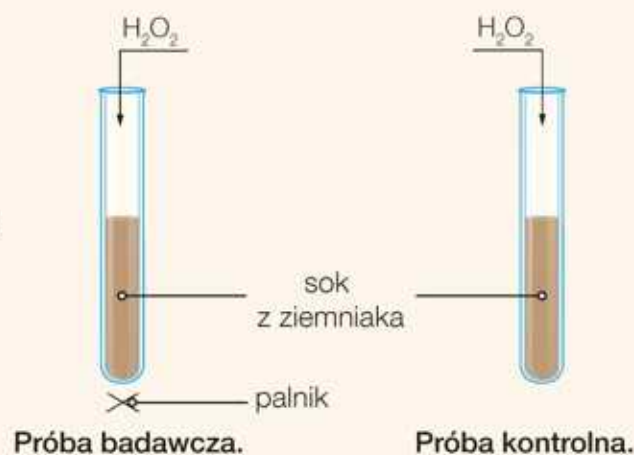
■ **Przebieg doświadczenia:**

Przygotuj: bulwę ziemniaka, gazę, wodę, nóż, tarkę, palnik, zlewkę, dwie probówki, pipetę, wodę utlenioną (roztwór nadtlenku wodoru H_2O_2 o stężeniu 3%).

Próba badawcza: Probówka I zawierająca ogrzany sok z ziemniaka z dodaną wodą utlenioną.

Próba kontrolna: Probówka II zawierająca sok z ziemniaka z dodaną wodą utlenioną.

1. Obierz bulwę ziemniaka. Następnie zetrzyj ją na tarce. Przełóż ziemniaczaną masę do gazy i wyciśnij z niej sok do zlewki.
2. Do obu probówek wlej za pomocą pipety po 2 ml soku z ziemniaka.
3. Umieść probówkę I nad palnikiem i doprowadź jej zawartość do wrzenia.
4. Pozostaw probówkę I do ostygnięcia.
5. Do obu probówek dodaj kilka kropli wody utlenionej.
6. Obserwuj zachodzące zmiany.



■ **Wyniki doświadczenia:** W probówce I (próba badawcza) nic się nie zmieniło. W probówce II (próba kontrolna) pojawiły się liczne pęcherzyki gazu, co spowodowało powstanie obfitej piany.

■ **Wniosek:** Wysoka temperatura powoduje, że katalaza w bulwach ziemniaka traci właściwości enzymatyczne.

■ **Wyjaśnienie:** Nadtlenek wodoru (H_2O_2) jest związkiem bardzo szkodliwym dla komórki, jednak występuje w niej naturalnie jako produkt uboczny reakcji zachodzących w komórce. Związek ten jest unieszkodliwiany przez katalazę – enzym, który powoduje rozkład nadtlenku wodoru do wody i tlenu.



Katalaza jest białkiem, dlatego wysoka temperatura powoduje jej denaturację i – w efekcie – utratę przez nią właściwości. W takich warunkach reakcja z jej udziałem nie zachodzi.

Inhibitory – trucizny i leki

Bliżej życia

Wiele spośród nieodwracalnych inhibitorów enzymów to trucizny. Przykładowo cyjanek potasu hamuje działanie jednego z enzymów biorących udział w procesie oddychania komórkowego, co prowadzi do śmierci organizmu. Jednocześnie niektóre inhibitory mogą mieć działanie korzystne dla człowieka. Jednym z nich jest antybiotyk – penicylina. Blokuje on enzym uczestniczący w powstawaniu ściany komórkowej bakterii, ale nie wpływa na ludzkie komórki. Dzięki temu może być stosowany w leczeniu chorób wywoływanych przez bakterie.



W skrócie

- Regulacja działania enzymów może się odbywać przez: aktywację i inhibicję, ujemne sprzężenie zwrotne oraz czynniki środowiska, takie jak: temperatura, pH środowiska oraz stężenie substratu.
- **Aktywatory** to związki, które pobudzają działanie enzymów, a **inhibitory** to związki, które hamują działanie enzymów.
- **Ujemne sprzężenie zwrotne** polega na hamowaniu szlaku metabolicznego przez jego produkt końcowy.
- Enzymy zwykle działają w określonym przedziale temperatury. Podwyższenie temperatury początkowo zwiększa szybkość reakcji, jednak zbyt wysoka temperatura powoduje denaturację enzymów.
- Enzymy różnią się optymalnym pH działania. Dla wielu enzymów wynosi ono ok. 7. Jednak niektóre enzymy, np. uczestniczące w procesie trawienia, działają w środowisku o odczynie kwaśnym lub zasadowym.
- Niskie stężenie substratu ogranicza szybkość reakcji enzymatycznej. Zwiększenie stężenia substratu przyspiesza przebieg reakcji enzymatycznej aż do osiągnięcia szybkości maksymalnej (gdy zajęte są wszystkie centra aktywne enzymów).

Polecenia kontrolne

1. Alkohol metylowy jest bardzo silną trucizną, ponieważ jest przekształcany w organizmie w reakcji enzymatycznej do bardzo toksycznych związków (aldehydu i kwasu mrówkowego). Do niedawna przy zatruciach alkoholem metylowym podawano alkohol etylowy, ponieważ jego cząsteczki pasują przestrzennie do centrum aktywnego enzymu katalizującego opisaną reakcję. Wyjaśnij, w jak sposób podanie alkoholu etylowego zmniejsza groźne skutki zatrucia alkoholem metylowym.
2. Wyjaśnij, jakie znaczenie w regulacji szlaków enzymatycznych ma ujemne sprzężenie zwrotne.
3. Amylaza ślinowa to enzym produkowany w śliniankach i rozpoczynający trawienie skrobi w jamie ustnej. Zaprojektuj doświadczenie wykazujące zmiany aktywności tego enzymu wraz ze zmianami temperatury. Masz do dyspozycji: roztwór skrobi, płyn Lugola, ślinę, szkło laboratoryjne, palnik i lód.

4.4.

Oddychanie komórkowe. Oddychanie tlenowe

Zwróć uwagę na:

- znaczenie oddychania tlenowego,
- związek pomiędzy budową mitochondrium a przebiegiem oddychania tlenowego,
- substraty i produkty kolejnych etapów oddychania tlenowego.

W naszych organizmach nieustannie zachodzi wiele procesów, których nawet nie jesteśmy świadomi. Na przykład są produkowane enzymy i białka budujące ciało. W wyniku podziałów komórkowych powstają nowe komórki, a giną komórki uszkodzone. Do każdego z tych procesów, a także do wykonywania różnych czynności, takich jak uczenie się, jest potrzebna energia. Organizmy uzyskują ją w wyniku oddychania komórkowego.

■ Czym jest oddychanie komórkowe?

Oddychanie komórkowe to proces kataboliczny, w którym złożone związki organiczne są rozkładane i utleniane do prostszych związków. Energia uwolniona podczas oddychania komórkowego częściowo rozprasza się w postaci ciepła, a częściowo jest magazynowana w **ATP**.



ATP jest niezbędny do wykonywania czynności życiowych, np. do pracy mięśni. Jednak najwięcej ATP zużywa nasz mózg.

Skąd organizmy biorą związki organiczne potrzebne im do oddychania komórkowego? Organizmy samożywne, m.in. rośliny, wytwarzają je podczas fotosyntezy, a organizmy cudzożywne, takie jak zwierzęta, pobierają je w postaci pokarmu.

■ Rodzaje oddychania komórkowego

Wyróżniamy dwa główne rodzaje oddychania komórkowego: fermentację i oddychanie tlenowe.

Fermentacja polega na uzyskiwaniu energii ze związków organicznych bez udziału tlenu. Ilość energii uwalniana w jej trakcie jest niewielka.

Zdecydowanie wydajniejszym procesem niż fermentacja jest **oddychanie tlenowe**, którego przebieg poznasz w dalszej części tego tekstu.

■ Oddychanie tlenowe – proces dostarczania ATP

Oddychanie tlenowe to proces, którego substratami są związki organiczne (głównie glukoza) i tlen, a produktami – dwutlenek węgla, woda i ATP.

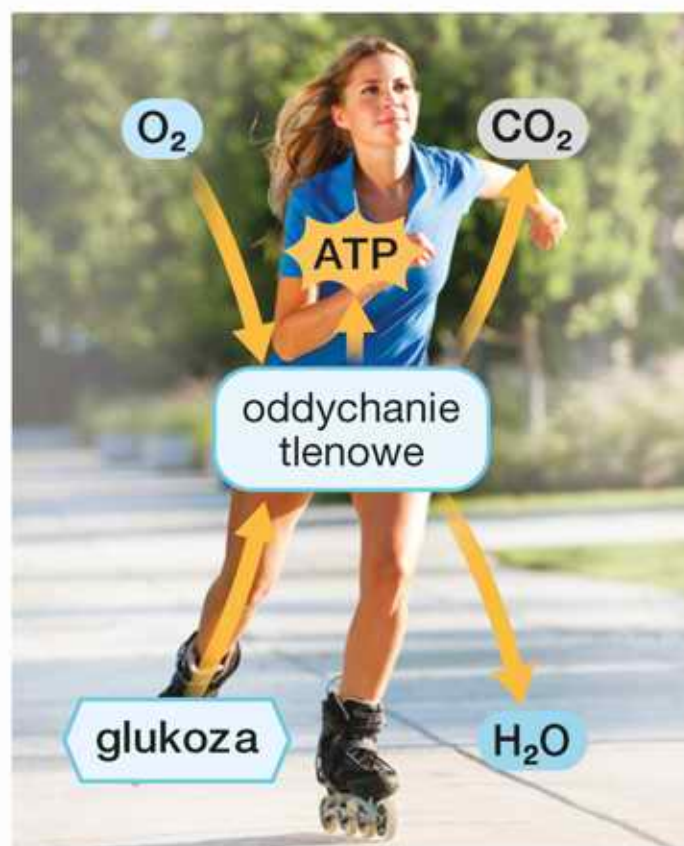
Wszystkie czynności komórek i organizmów, np. synteza białek i kwasów nukleinowych, podziały komórek czy praca mięśni i mózgu, wymagają dostarczania energii. Energia ta musi być łatwo dostępna, dlatego jest magazynowana w postaci ATP (informacje o tym związku znasz już z lekcji o kierunkach przemian metabolicznych, por. s. 109).

ATP może powstawać w wyniku różnych reakcji, ale najwydajniejszym jego źródłem

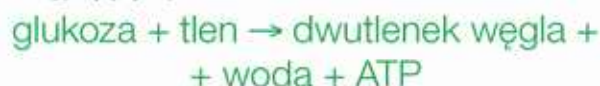
jest **oddychanie tlenowe**. Proces ten polega na utlenianiu związków organicznych – głównie glukozy lub tłuszczów, a jego produktami są dwutlenek węgla, woda i właśnie ATP.

Oddychanie tlenowe zachodzi w mitochondriach i składa się z wielu etapów. Poniżej omówimy przebieg tego procesu w sytuacji, gdy substratem jest glukoza.

Cząsteczka glukozy składa się z sześciu atomów węgla, sześciu atomów tlenu i dwunastu atomów wodoru. W wyniku jej utlenienia powstają: dwutlenek węgla, który wydychamy jako niepotrzebny produkt uboczny, oraz woda. Atomy wodoru z glukozy są źródłem protonów (H^+) i elektronów, które są przenoszone przez tzw. przenośniki elektronów (zob. s. 110) na łańcuch oddechowy. Najważniejszym produktem oddychania tlenowego są cząsteczki ATP, w których zostaje zmagazynowana energia.



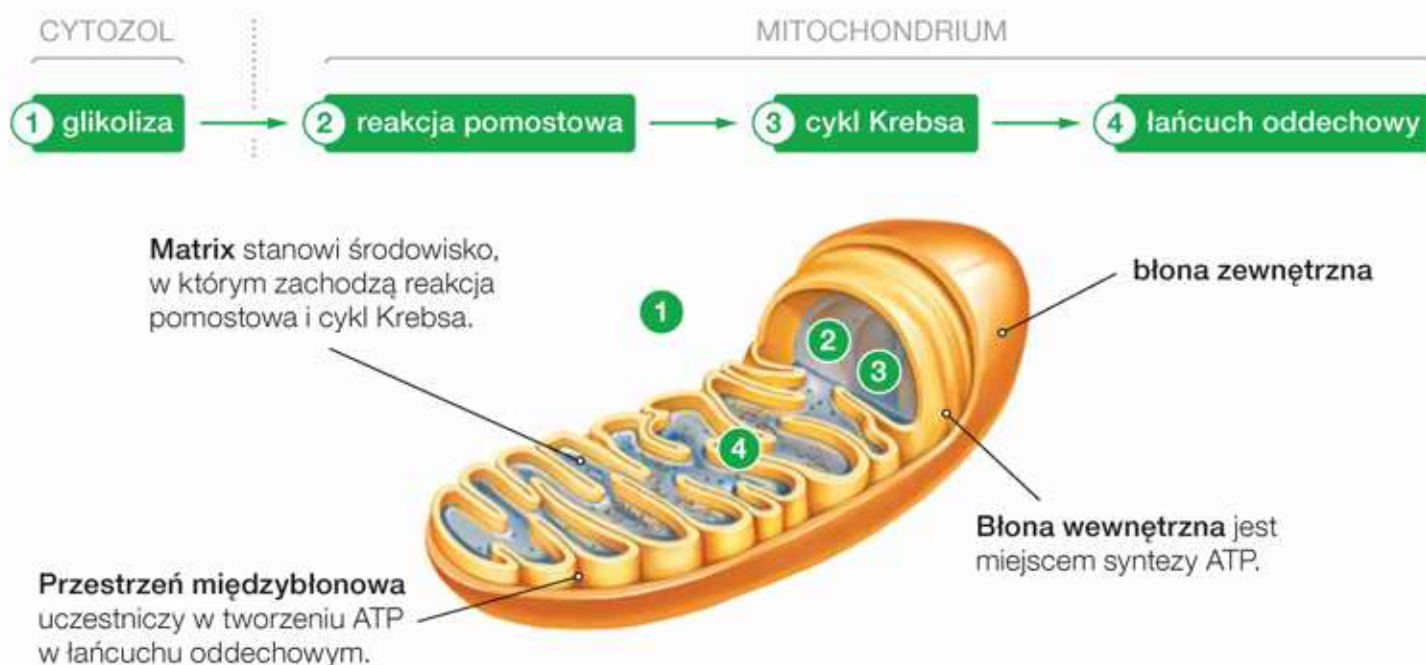
Proces oddychania tlenowego możemy przedstawić w następujący sposób:



Jakie są etapy oddychania tlenowego?

Głównymi etapami oddychania tlenowego, gdy substratem jest glukoza, są:

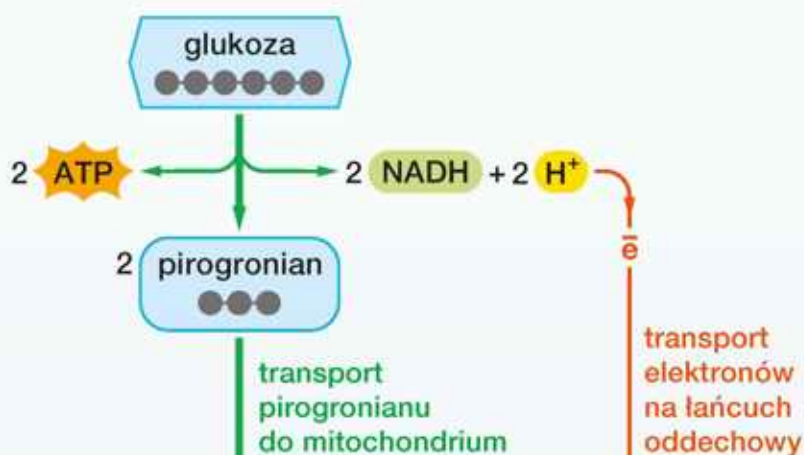
- **glikoliza**, która zachodzi w cytozolu,
- **reakcja pomostowa**, która zachodzi w matrix mitochondrium,
- **cykl Krebsa**, który zachodzi w matrix mitochondrium,
- **łańcuch oddechowy**, który jest zlokalizowany w wewnętrznej błonie mitochondrium.



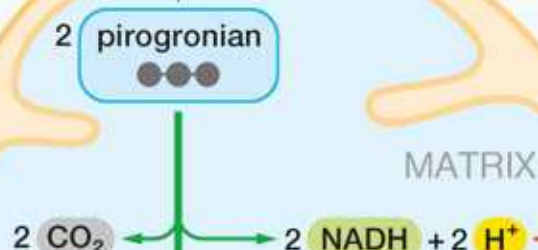
Przebieg oddychania tlenowego

Oddychanie tlenowe polega na rozkładzie i utlenieniu związków organicznych do dwutlenku węgla i wody. Podczas tego procesu powstaje ATP, w którym jest gromadzona energia. Jeśli utlenianym związkiem jest glukoza, proces przebiega w czterech etapach. Pierwszy z nich zachodzi w cytozolu, a pozostałe – w mitochondriach. Na poniższym schemacie symbolem ● oznaczyliśmy atomy węgla w cząsteczkach.

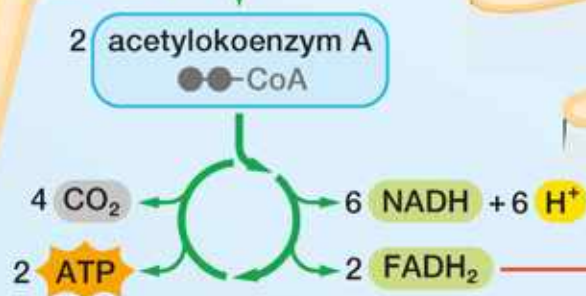
1 Glikoliza



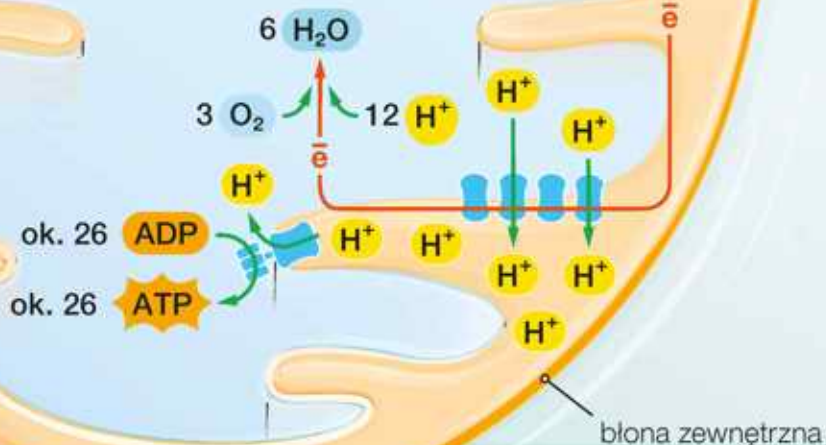
2 Reakcja pomostowa

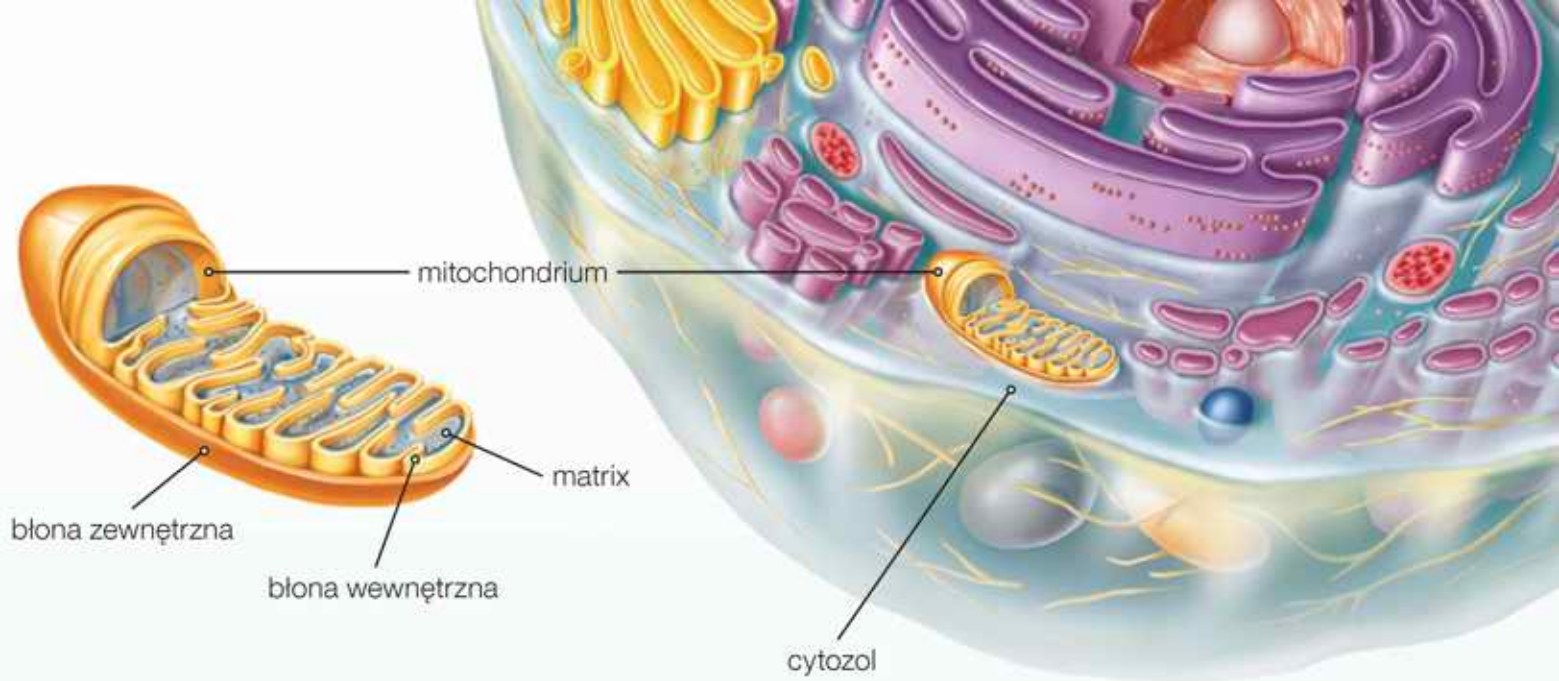


3 Cykl Krebsa



4 Łańcuch oddechowy





Komórka zwierzęca.

1 Glikoliza

Glikoliza zachodzi w cytozolu i nie wymaga obecności tlenu. Podczas tego procesu sześciowęglowa cząsteczka glukozy zostaje przekształcona do dwóch trójwęglowych cząsteczek pirogronianu. W wyniku glikolizy powstają również ATP i zredukowane przenośniki elektronów – NADH. Pirogronian jest transportowany do matrix mitochondrium, a elektrony z NADH są przenoszone do wewnętrznej błony mitochondrium, na łańcuch oddechowy.

2 Reakcja pomostowa

Reakcja pomostowa zachodzi w matrix mitochondrium i prowadzi do przekształcenia pirogronianu w związek o nazwie acetylokoenzym A (acetylo-CoA). W jej trakcie powstają również zredukowane przenośniki elektronów – NADH – oraz CO_2 . Acetylo-CoA jest włączany do następnego etapu oddychania, czyli cyklu Krebsa. NADH są przekazywane na łańcuch oddechowy, a CO_2 jest usuwany do środowiska.

3 Cykl Krebsa

Cykl Krebsa zachodzi w matrix mitochondrium i rozpoczyna się włączeniem acetylo-CoA. Przy utlenianiu jednej cząsteczki glukozy cykl ten przebiega dwukrotnie. W jego wyniku powstają ATP oraz zredukowane przenośniki elektronów – FADH_2 i NADH, które są przekazywane na łańcuch oddechowy. Produktem ubocznym jest CO_2 – usuwany do środowiska.

4 Łańcuch oddechowy

Łańcuch oddechowy przebiega w wewnętrznej błonie mitochondrium. Podczas tego etapu dochodzi do wytworzenia największej ilości ATP. Zredukowane przenośniki elektronów – FADH_2 i NADH – pochodzące z wcześniejszych etapów oddychania są utleniane, czyli oddają elektrony. Energia elektronów transportowanych przez kompleksy białkowe łańcucha oddechowego jest wykorzystywana do transportu protonów z matrix mitochondrium do przestrzeni międzybłonowej. Wskutek tego powstaje gradient protonowy (różnica stężeń), który jest wykorzystywany do syntezy ATP przez enzym – syntazę ATP. Ostatecznym biorcą elektronów jest tlen, który przyjmuje też protony H^+ . W efekcie powstaje woda.

■ Jaki jest zysk z oddychania tlenowego?

Całkowity zysk energetyczny z utleniania jednej cząsteczki glukozy w procesie oddychania tlenowego wynosi ok. **30 cząsteczek ATP**. Jako ATP jest magazynowane ok. 40% energii. Pozostała część rozprasza się w postaci ciepła.

■ Od czego zależy intensywność oddychania tlenowego?

Intensywność oddychania tlenowego jest regulowana przez geny i zależy od zapotrzebowania komórki na energię, czyli od tego, jaki rodzaj organizmu i jaki typ tkanki ona tworzy. Do czynników zewnętrznych wpływających na intensywność oddychania tlenowego należą m.in.:

- ▶ **zawartość wody w komórkach** – zwiększenie uwodnienia komórek sprawia, że oddychanie przebiega intensywniej;

- ▶ **temperatura** – wzrastająca temperatura powoduje wzrost intensywności oddychania. Najintensywniej oddychanie tlenowe zachodzi w temperaturze 35–40°C, a u większości organizmów po przekroczeniu 40°C ponownie słabnie;
- ▶ **stężenie dwutlenku węgla** oraz związane z nim **stężenie tlenu** – zwiększenie stężenia dwutlenku węgla w atmosferze zmniejsza intensywność oddychania tlenowego, co jest związane ze zmniejszeniem stężenia tlenu – jednego z substratów oddychania.

Czy wiesz, że...

Im większa powierzchnia błony wewnętrznej mitochondrium, tym zachodzące w nim procesy przebiegają intensywniej. U dorosłego człowieka powierzchnia ta we wszystkich mitochondriach może mieć wielkość dwóch boisk do piłki nożnej (ok. 14 000 m²).

W skrócie

- **Oddychanie tlenowe** to proces utleniania związków organicznych, w którego wyniku jest uwalniana energia. **Substratami** tego procesu są **związki organiczne i tlen**, a **produktami** – **CO₂, H₂O i ATP**.
- Etapy oddychania tlenowego, którego substratem jest glukoza, to:
 - **glikoliza** – przekształcenie glukozy do dwóch cząsteczek pirogronianu, które zachodzi w cytozolu;
 - **reakcja pomostowa** – przemiana pirogronianu do acetylo-CoA, która zachodzi w matrix mitochondrium;
 - **cykl Krebsa** – cykl przemian z udziałem acetylo-CoA zachodzący w matrix mitochondrium;
 - **łańcuch oddechowy** – transport elektronów zachodzący w wewnętrznej błonie mitochondrium. Umożliwia on wytworzenie największej ilości ATP.
- W wyniku oddychania tlenowego z jednej cząsteczki glukozy uzyskujemy ok. 30 cząsteczek ATP.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij znaczenie oddychania komórkowego dla organizmów.
2. Podaj trzy przykłady związku budowy mitochondrium z pełnioną przez nie funkcją.
3. Skonstruuj tabelę, w której porównasz przebieg poszczególnych etapów oddychania tlenowego. Uwzględnij miejsce zachodzenia każdego etapu oraz jego substraty i produkty.

4.5.

Procesy beztlenowego uzyskiwania energii

Zwróć uwagę na:

- rodzaje fermentacji,
- przebieg fermentacji mleczanowej,
- porównanie fermentacji mleczanowej z oddychaniem tlenowym,
- zastosowanie fermentacji mleczanowej i alkoholowej.

Oddychanie tlenowe dostarcza dużej ilości energii. Jednak, jak sama nazwa wskazuje, wymaga ono tlenu. Organizmy żyjące w warunkach beztlenowych, m.in. niektóre bakterie i pasożyty wewnętrzne, uzyskują energię dzięki fermentacji. Proces ten zachodzi również w niektórych tkankach, np. mięśniach szkieletowych zwierząt w warunkach niedoboru tlenu.

■ Czym jest fermentacja?

Fermentacja to proces uzyskiwania energii bez udziału tlenu. Polega on na niecałkowitym utlenieniu substratu organicznego, głównie glukozy.

Zysk energetyczny fermentacji to dwie cząsteczki ATP. Oprócz ATP podczas fermentacji powstają związki organiczne. Na ich podstawie wyróżniamy poszczególne rodzaje fermentacji.

Przebieg fermentacji mleczanowej i alkoholowej

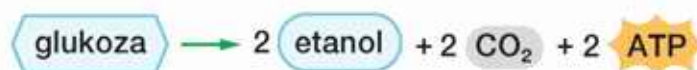
FERMENTACJA MLECZANOWA



Jest przeprowadzana przez:



FERMENTACJA ALKOHOLOWA



Jest przeprowadzana przez:



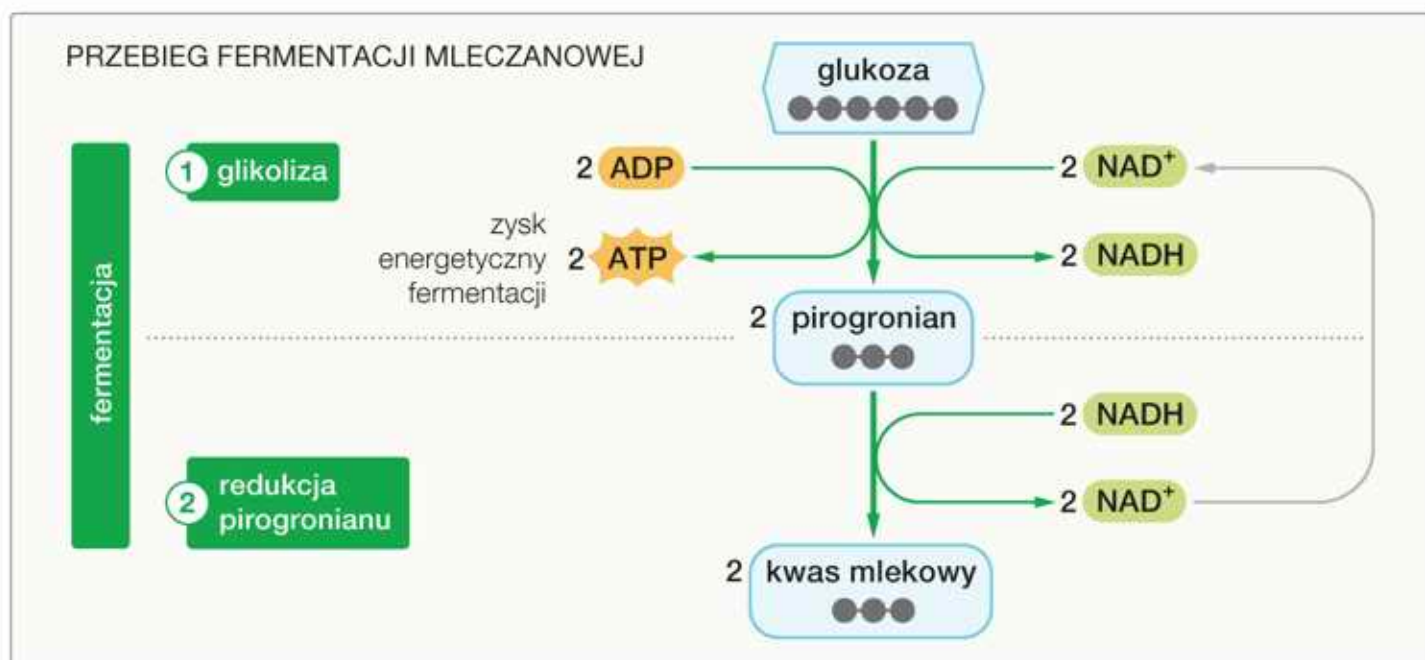
■ Fermentacja mleczanowa

Fermentacja mleczanowa zachodzi w cytozolu, a jej podstawowym substratem jest **glukoza**. Wyróżniamy dwa główne etapy tego procesu:

- **glikoliza** – polega ona na rozkładzie sześciowęglowej cząsteczki glukozy do dwóch trójwęglowych cząsteczek pirogronianu. Zyskiem z glikolizy są **dwie cząsteczki**

ATP. Podczas tego etapu redukcji ulegają dwie cząsteczki przenośnika elektronów (z NAD^+ powstaje NADH);

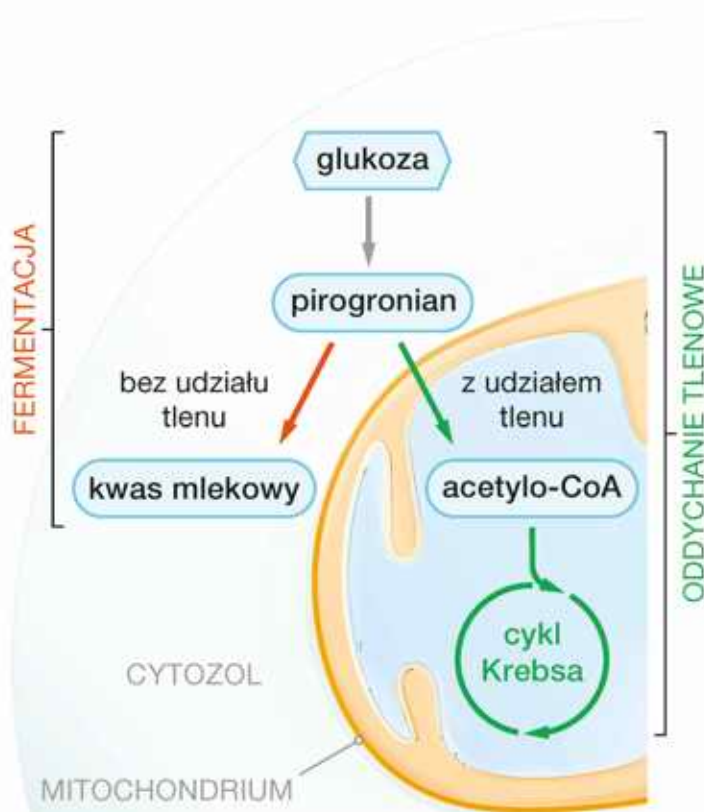
- **redukcja pirogronianu** – polega ona na redukcji pirogronianu do kwasu mlekowego. Podczas tego etapu zachodzi utlenienie przenośników elektronów potrzebnych do zajścia następnej glikolizy (z NADH powstaje NAD⁺).



■ Fermentacja mleczanowa a oddychanie tlenowe

Fermentacja mleczanowa i oddychanie tlenowe rozpoczynają się w ten sam sposób – w cytozolu zachodzi glikoliza, w której wyniku powstaje pirogronian. Jednak to, co dalej stanie się z pirogronianem, zależy od tego, czy w komórce obecny jest tlen:

- ▶ **kiedy brakuje tlenu**, np. podczas długotrwałego wysiłku oraz u organizmów żyjących w środowisku beztlenowym, w cytozolu zachodzi drugi etap fermentacji, w którym pirogronian ulega redukcji do związku organicznego – kwasu mlekowego;
- ▶ **kiedy występuje tlen**, pirogronian jest transportowany do mitochondrium, gdzie zachodzą kolejne etapy oddychania tlenowego.

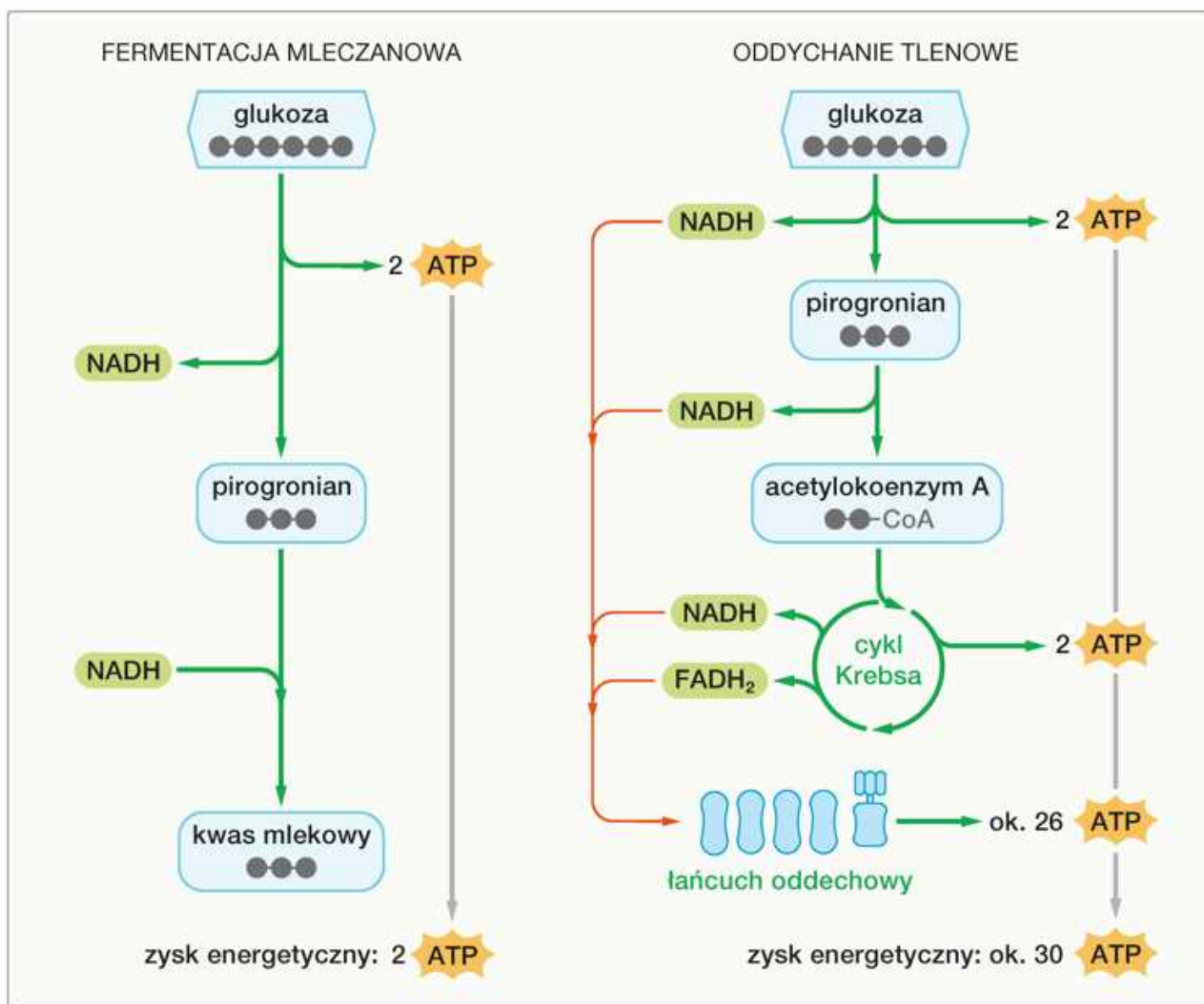


Przemiany pirogronianu podczas fermentacji mleczanowej i oddychania tlenowego.

Wydajność fermentacji mleczanowej i oddychania tlenowego

W wyniku fermentacji jest uwalniana znacznie mniejsza ilość energii niż w wyniku oddychania tlenowego. Dzieje się tak, ponieważ podczas fermentacji glukoza ulega jedynie

częściowemu utlenieniu. Powstały związek organiczny – kwas mlekowy – nadal zawiera dużą ilość energii. Oddychanie tlenowe jest więc procesem dużo bardziej opłacalnym energetycznie. Fermentacja może jednak zachodzić w warunkach beztlenowych.



Porównanie fermentacji mleczanowej z oddychaniem tlenowym

Cecha	Fermentacja mleczanowa	Oddychanie tlenowe
Podstawowy substrat	glukoza	glukoza
Produkty	ATP, kwas mlekowy	ATP, dwutlenek węgla, woda
Zysk energetyczny (liczba cząsteczek ATP)	mały: 2 cząsteczki ATP	duży: ok. 30 cząsteczek ATP
Etapy	glikoliza, redukcja pirogronianu	glikoliza, reakcja pomostowa, cykl Krebsa, łańcuch oddechowy
Ostateczny akceptor elektronów	pirogronian (związek organiczny)	tlen
Lokalizacja	cytozol	cytozol i mitochondrium

Znaczenie fermentacji

Fermentacja mleczanowa i fermentacja alkoholowa zachodzą naturalnie w przyrodzie. Są one też wykorzystywane przez człowieka m.in. do produkcji żywności i napojów alkoholowych. Poznaj przykłady zastosowania obu tych rodzajów fermentacji.

■ Fermentacja mleczanowa

Do przeprowadzania fermentacji mleczanowej wykorzystuje się m.in. bakterie mlekowe, np. z rodzaju *Lactobacillus*.

Otrzymywanie kiszonej warzyw

Kwas mlekowy powstający podczas fermentacji konserwuje warzywa i nadaje im kwaśny smak. W ten sposób np. uzyskujemy kiszoną kapustę.



Dojrzewanie serów

Podczas dojrzewania serów bakterie rozkładają cukry zawarte w mleku. Proces ten, zależnie od gatunku sera, może trwać od kilku dni do nawet kilku lat.



Otrzymywanie jogurtów

Fermentacja przeprowadzana przez „żywe kultury bakterii”, o których informują etykiety jogurtów, nie tylko poprawia smak tych produktów, lecz także wpływa pozytywnie np. na pracę przewodu pokarmowego.



■ Fermentacja alkoholowa

Do przeprowadzania fermentacji alkoholowej stosuje się zwykle drożdże z gatunku *Saccharomyces cerevisiae*.

Produkcja napojów alkoholowych

Wino powstaje w wyniku rozkładania przez drożdże cukrów zawartych w owocach, głównie w winogronach. Z kolei przy produkcji piwa drożdże rozkładają cukry zawarte w nasionach zbóż, np. jęczmienia.



Produkcja pieczywa

Drożdże są wykorzystywane do produkcji niektórych rodzajów pieczywa. Wytworzony przez nie w wyniku fermentacji dwutlenek węgla spulchnia ciasto i powoduje wzrost jego objętości.



Trening tlenowy i bez udziału tlenu

Bliżej życia

W naszych mięśniach zachodzi zarówno oddychanie tlenowe, jak i fermentacja mleczanowa. Każdy z tych procesów można wykorzystać podczas ćwiczeń gimnastycznych, aby uzyskać inny efekt. Ćwiczenia aerobowe, podczas których mięśnie wykorzystują energię uwalnianą w procesach tlenowych, poprawiają wydolność organizmu oraz jego kondycję. Wpływają również korzystnie na pracę serca i układu krążenia. Do ćwiczeń takich zaliczamy m.in. bieganie, jazdę na rolkach i spokojne pływanie. Z kolei ćwiczenia anaerobowe, podczas których mięśnie nie otrzymują dostatecznej ilości tlenu i zachodzi fermentacja mleczanowa, poprawiają wytrzymałość siłową organizmu i wspomagają budowę mięśni. Polegają one zwykle na krótkotrwałym dużym wysiłku, a następnie wykonywaniu spokojniejszych ćwiczeń.



Jedną z popularniejszych form treningu aerobowego jest aerobik.



Ćwiczenia anaerobowe są popularne szczególnie na siłowni.

W skrócie

- **Fermentacja mleczanowa** jest procesem beztlenowego uzyskiwania energii. Zachodzi ona w cytozolu i składa się z dwóch etapów, którymi są:
 - **glikoliza** – proces rozpadu jednej cząsteczki glukozy do dwóch cząsteczek pirogronianu;
 - **redukcja pirogronianu**.
- Substratem fermentacji jest **zwykle glukoza**, a produktami – cząsteczki **ATP** oraz **związek organiczny**, różny w zależności od rodzaju fermentacji. Produktem fermentacji mleczanowej jest kwas mlekowy, a fermentacji alkoholowej – etanol.
- Fermentacja jest procesem mniej wydajnym energetycznie niż oddychanie tlenowe, ponieważ w jej trakcie glukoza ulega jedynie częściowemu utlenieniu.

Polecenia kontrolne

1. Wyjaśnij, dlaczego utlenianie glukozy w warunkach tlenowych dostarcza więcej energii niż w warunkach beztlenowych.
2. Wyjaśnij, kiedy w komórkach mięśniowych człowieka produkcja ATP może zachodzić podczas oddychania tlenowego, a kiedy – podczas fermentacji.
3. Przedstaw przebieg fermentacji mleczanowej. Uwzględnij kolejne etapy, lokalizację w komórce oraz zysk energetyczny tego procesu.
4. Wyjaśnij, dlaczego w erytrocytach zachodzi fermentacja mleczanowa, a nie oddychanie tlenowe.

4.6. Inne procesy metaboliczne

Zwróć uwagę na:

- znaczenie glukoneogenezy,
- procesy syntezy i rozkładu glikogenu,
- znaczenie procesu utleniania kwasów tłuszczowych.

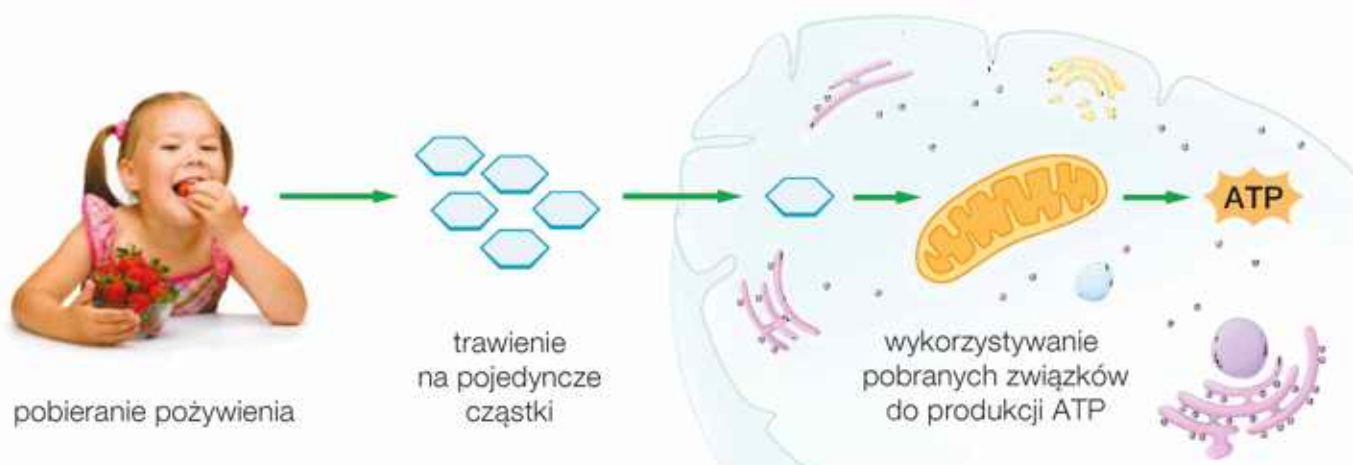
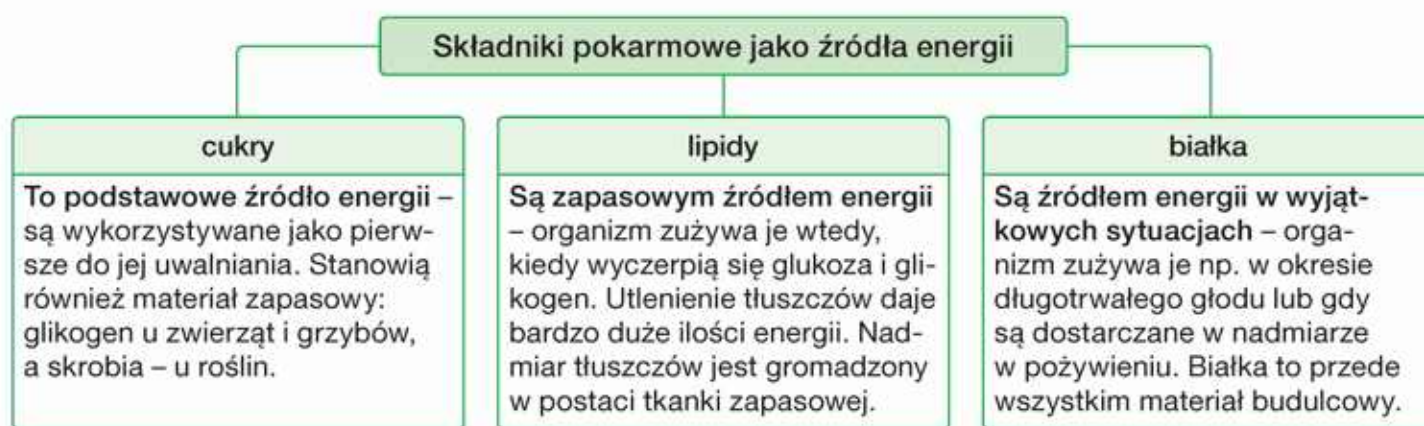
Głównym „paliwem”, z którego komórka pozyskuje energię, są cukry. Najważniejszym z nich jest glukoza, dlatego jej ilość w organizmie jest regulowana przez różne procesy metaboliczne. Źródłami energii mogą być również tłuszcze i białka.

■ Uzyskiwanie energii ze składników pokarmowych

Cukry, lipidy i białka to składniki pokarmowe zawarte w pożywieniu. Aby mogły być one wykorzystane przez komórki, muszą najpierw zostać rozłożone przez enzymy

trawienne na mniejsze cząsteczki. Przykładowo białka są rozkładane do aminokwasów, a wielocukry – do cukrów prostych. Następnie powstałe w wyniku trawienia cząsteczki są transportowane za pośrednictwem krwi do komórek, gdzie pełnią określone funkcje.

Jak wiesz z poprzednich lekcji, białka służą przede wszystkim do budowy organizmu, a lipidy – jako materiał zapasowy. Jako źródła energii związki te są używane tylko w określonych sytuacjach. W jakich? Dowiesz się tego, gdy przeanalizujesz poniższy schemat.



Czynności życiowe organizmów są ze sobą powiązane. Odżywianie się dostarcza związków koniecznych do uzyskania energii w procesie oddychania komórkowego.

■ Cukry – główne źródło energii

Cukrem wykorzystywanym najczęściej do pozyskiwania energii jest **glukoza**. Jej źródłem są wielocukry, takie jak skrobia oraz **glikogen**.

Glukoza jest głównym substratem procesów uzyskiwania energii zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych. Dla niektórych komórek, np. czerwonych krwinek ssaków, stanowi jedyne źródło energii. Jest ona także podstawowym związkiem wykorzystywanym przez mózg w warunkach prawidłowego odżywiania się.

Kiedy w organizmie brakuje glukozy, jest ona tworzona z innych związków, a kiedy jest jej za dużo – jest przekształcana w związki zapasowe.

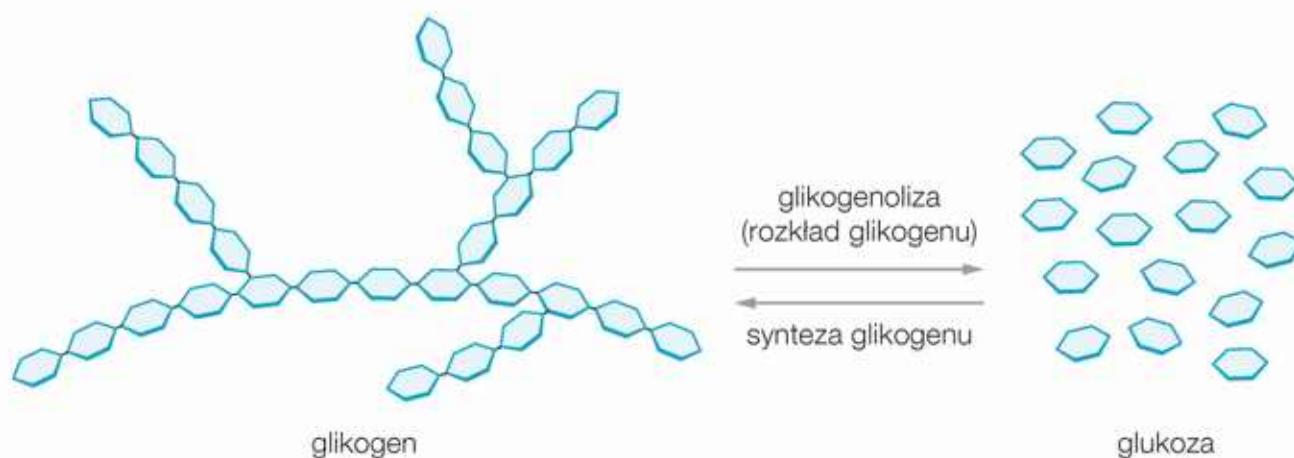
Proces syntezy glukozy z innych związków niż cukry nazywamy **glukoneogenezą**. U zwierząt zachodzi on głównie w wątrobie. Przykładami związków wykorzystywanych w tym procesie są kwas mlekowy, glicerol i niektóre aminokwasy.



Glikogen – cukier zapasowy u zwierząt

Glikogen jest wielocukrem zbudowanym z cząsteczek glukozy. Synteza glikogenu zachodzi w mięśniach i w wątrobie. Rozkład glikogenu nazywamy **glikogenolizą**.

Glikogen zawarty w mięśniach jest wykorzystywany podczas ich pracy jako źródło glukozy niezbędnej do przebiegu oddychania komórkowego. Synteza i rozkład glikogenu w wątrobie – regulowane hormonalnie – umożliwiają utrzymanie odpowiedniego poziomu glukozy we krwi.



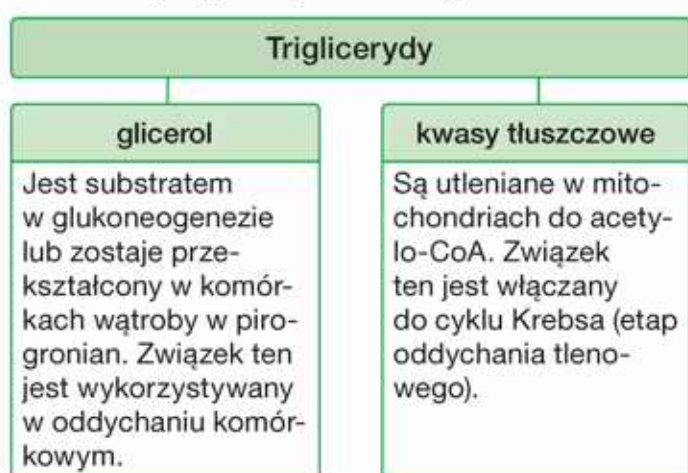
■ Lipidy – zapasowe źródło energii

Organizmy wykorzystują lipidy jako związki budulcowe np. do budowy błon biologicznych czy hormonów sterydowych. Lipidy są jednak przede wszystkim bardzo dobrym materiałem zapasowym, ponieważ dostarczają dużej ilości energii.

Przyjmowane z pożywieniem lipidy to najczęściej **triglicerydy**, czyli związki zbudowane z **glicerolu** i **kwasów tłuszczowych**. Kiedy organizm czerpie energię z lipidów, triglicerydy są rozkładane właśnie do tych związków.

Przemiany triglicerydów w organizmie możesz prześledzić na zamieszczonym poniżej schemacie.

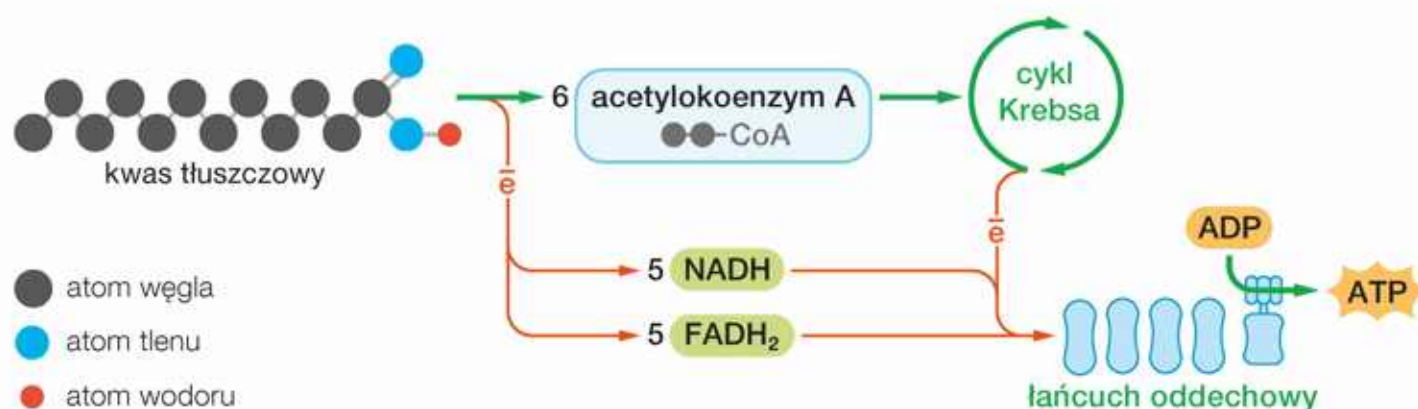
Przemiany triglicerydów w organizmie



■ Białka – źródło energii w warunkach głodu

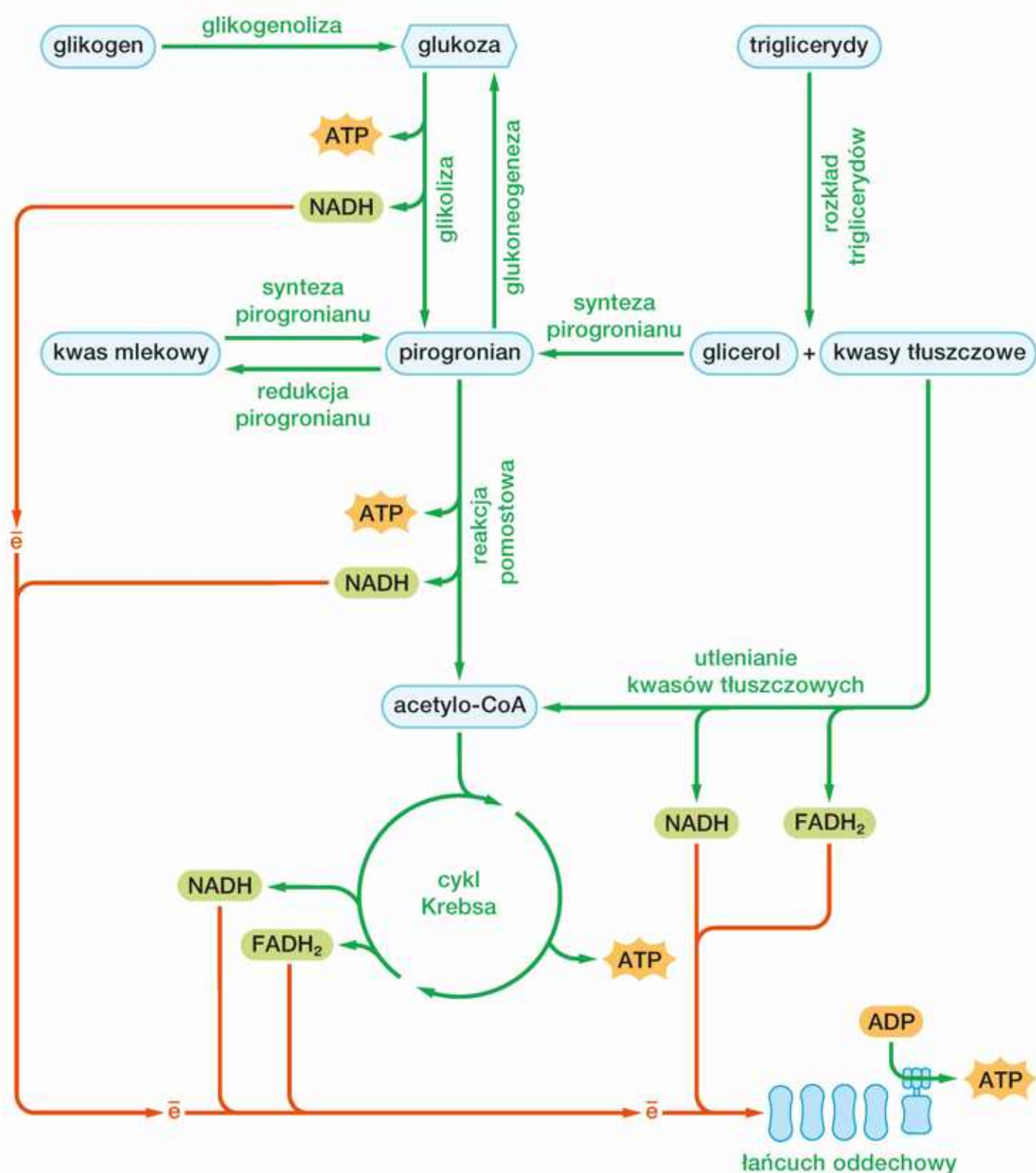
Białka przyjmowane z pokarmem są rozkładane do **aminokwasów**, które są wykorzystywane np. do syntezy białek budujących organizm oraz enzymów. W sytuacji, kiedy w pokarmie występuje nadmiar białek, oraz w warunkach głodu związki te mogą być też źródłem energii. Wtedy aminokwasy są rozkładane. Podczas ich rozkładu powstaje toksyczny związek – **amoniak**. U wielu organizmów, w tym u człowieka, związek ten jest przekształcany w mniej toksyczny **mocznik**. Mocznik jest usuwany z organizmu głównie przez nerki wraz z moczem, a także przez skórę razem z potem.

Przemiany białek w organizmie



W wyniku utleniania kwasów tłuszczowych powstają cząsteczki acetylo-CoA oraz zredukowane przenośniki elektronów NADH i FADH_2 . Cząsteczki acetylo-CoA są włączane do cyklu Krebsa, a NADH i FADH_2 transportują elektrony na łańcuch oddechowy.

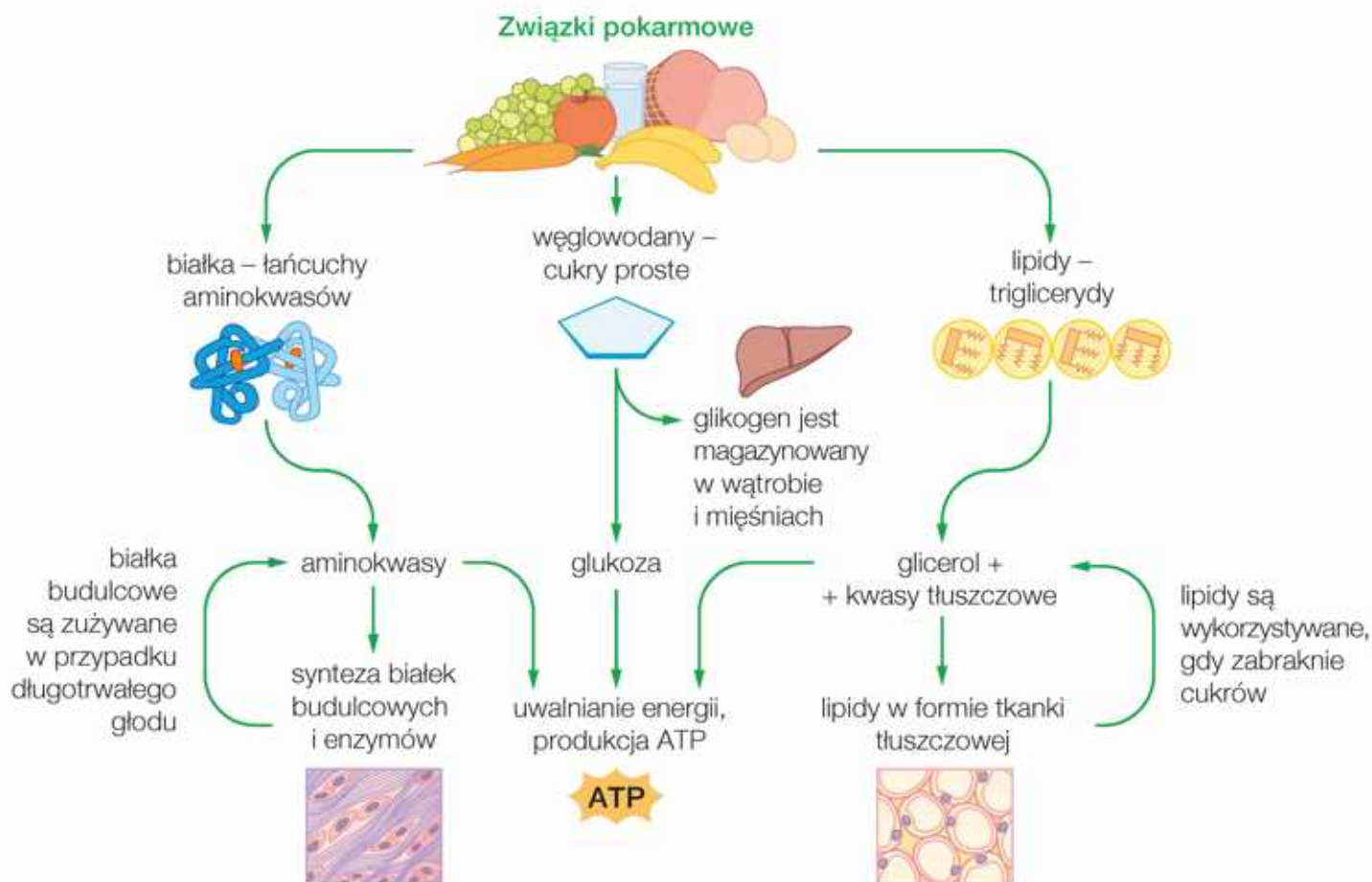
Powiązanie procesów metabolicznych w komórce



Na powyższym schemacie możesz prześledzić, w jaki sposób są ze sobą powiązane takie procesy, jak: utlenianie kwasów tłuszczowych, glukoneogeneza, glikogenoliza, a także etapy oddychania tlenowego: glikoliza, reakcja pomostowa, cykl Krebsa i łańcuch oddechowy.

Jak organizm pozyskuje energię ze składników pokarmowych?

Chociaż rola poszczególnych składników pokarmowych jest inna, każdy z nich może posłużyć jako paliwo do uwalniania energii wykorzystywanej przez organizm.



W skrócie

- **Glukoneogeneza** jest procesem syntezy glukozy ze związków innych niż cukry, np. z kwasu mlekowego, glicerolu lub aminokwasów.
- **Glikogen** jest **zapasowym cukrem** zbudowanym z dużej liczby cząsteczek glukozy. Proces rozkładu glikogenu na pojedyncze cząsteczki glukozy nazywamy **glikogenolizą**.
- Kwasy tłuszczowe są rozkładane do cząsteczek acetylo-CoA, które są włączane do cyklu Krebsa. W wyniku utleniania kwasów tłuszczowych jest uwalniana większa ilość energii niż w wyniku utleniania glukozy.

Polecenia kontrolne

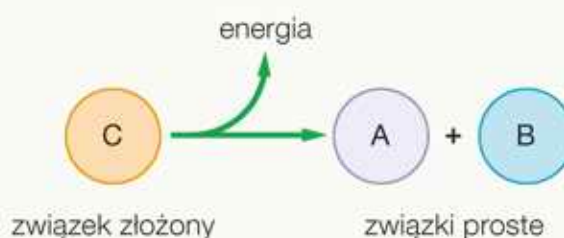
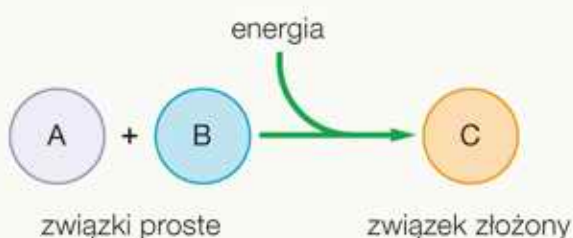
1. Przedstaw różnicę między glikolizą a glukoneogenezą.
2. Określ, kiedy w organizmie będzie zachodzić glikogenoliza, a kiedy – synteza glikogenu.
3. Podaj nazwy procesów oznaczonych na schematach numerami 1, 2 i 3.

$$\text{glikogen} \xrightarrow{1} \text{glukoza} \quad \text{kwas mlekowy} \xrightarrow{2} \text{glukoza} \quad \text{glukoza} \xrightarrow{3} \text{glikogen}$$
4. Wyjaśnij, dlaczego acetylo-CoA jest kluczowym związkiem w pozyskiwaniu energii nie tylko z cukrów, lecz także z lipidów.

Podsumowanie

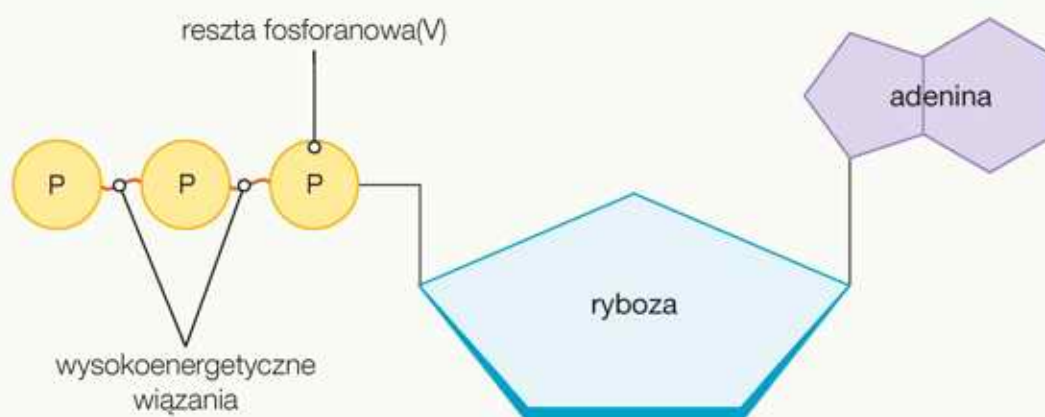


1 Metabolizm – ogół przemian chemicznych i energetycznych, które zachodzą w organizmie.



2 ATP – przenośnik energii w komórce. Jest on zbudowany z:

- zasady azotowej – adeniny,
- pięciowęglowego cukru – rybozy,
- trzech reszt fosforanowych(V).

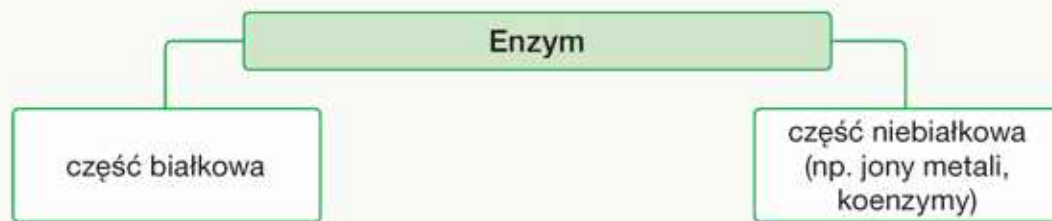


3 Szlaki i cykle metaboliczne

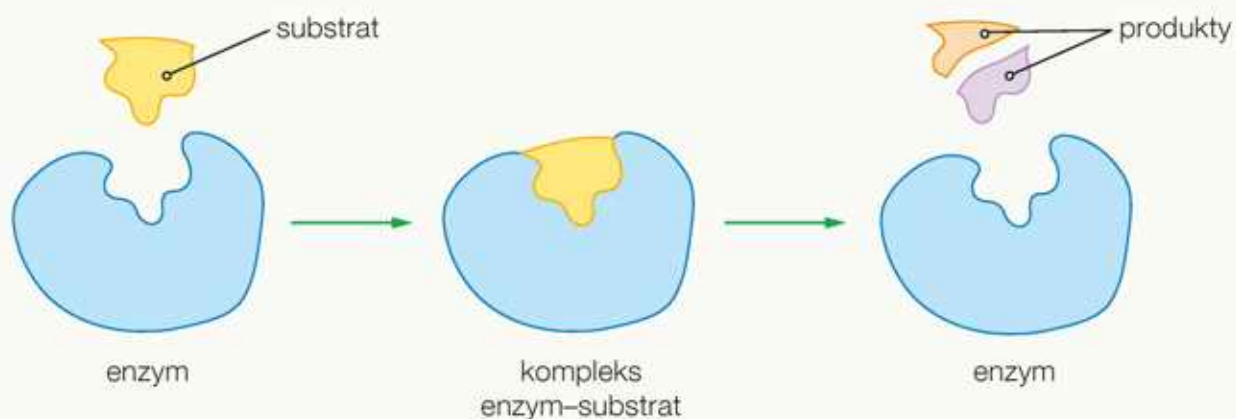
Szlak metaboliczny	Cykl metaboliczny
ciąg reakcji zachodzących w określonej kolejności i przebiegających w jednym kierunku, np. glikoliza	zamknięty ciąg reakcji, w którym produkt końcowy jest substratem dla pierwszej reakcji cyklu, np. cykl Krebsa

4 Enzymy – związki (głównie białka), które przyspieszają przebieg reakcji zachodzących w organizmie przez obniżenie ich energii aktywacji. Przyspieszenie reakcji spowodowane działaniem enzymów nazywamy **katalizą enzymatyczną**.

5 Budowa enzymów



6 Mechanizm działania enzymów



1. Enzym łączy się z substratem (lub substratami).

2. Tworzy się kompleks enzym-substrat.

3. Powstaje produkt (lub produkty), który odłącza się od enzymu.

7 Właściwości enzymów:

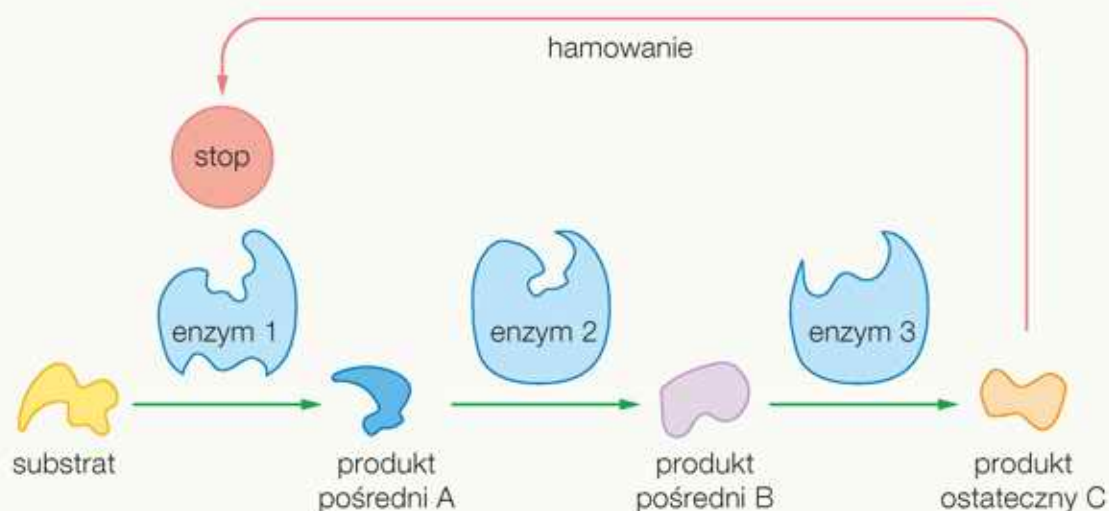
- są swoiste względem danego substratu,
- są swoiste względem przeprowadzanej reakcji,
- nie zużywają się w przebiegu reakcji.

8 Energia aktywacji – najmniejsza ilość energii, która jest potrzebna do zapoczątkowania reakcji chemicznej.

9 Regulacja aktywności enzymów przez różne czynniki

Czynniki		Wpływ na reakcję enzymatyczną
Cząsteczki regulatorowe	aktywatory	Pobudzają enzymy do właściwej pracy przez wiązanie substratu lub utrzymywanie właściwej struktury enzymu.
	inhibitory	Hamują aktywność enzymów. Inhibitory nieodwracalne wiążą się trwale z enzymem, co prowadzi do nieodwracalnej utraty właściwości enzymów. Inhibitory odwracalne łączą się z enzymem nietrwale, przez co blokują reakcję enzymatyczną przez pewien czas.
Czynniki środowiskowe	temperatura	Enzymy zwykle działają w określonym przedziale temperatur. Często wzrost temperatury początkowo przyspiesza reakcję enzymatyczną. Zbyt wysoka temperatura powoduje denaturację większości enzymów i ich dezaktywację.
	pH	Wiele reakcji enzymatycznych zachodzi w pH równym 7. Skrajne wartości pH mogą powodować zahamowanie reakcji enzymatycznych.
	stężenie substratu	Wzrost stężenia substratu zwiększa szybkość reakcji enzymatycznej do momentu, w którym wszystkie cząsteczki enzymu połączą się z substratem. Powyżej tej wartości stężenia szybkość reakcji pozostaje stała. Niskie stężenie substratu może ograniczać szybkość reakcji.

10 Regulacja szlaku metabolicznego przez **ujemne sprzężenie zwrotne** polega na hamowaniu działania enzymu katalizującego pierwszy etap szlaku przez produkt ostatniej reakcji szlaku metabolicznego.

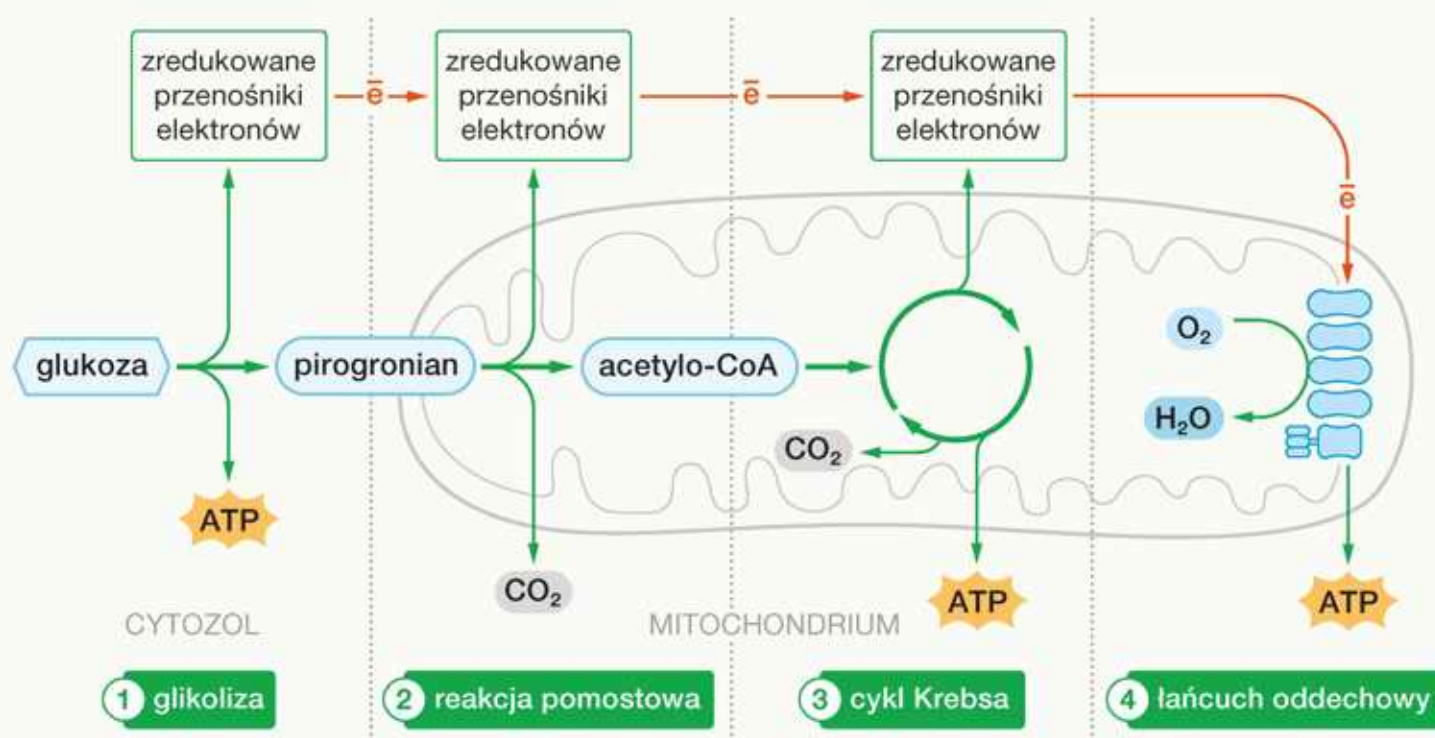


11 Oddychanie komórkowe – proces kataboliczny, który polega na rozkładzie złożonych związków organicznych do prostszych związków. Procesowi temu towarzyszy uwolnienie energii, która jest magazynowana w cząsteczkach ATP.

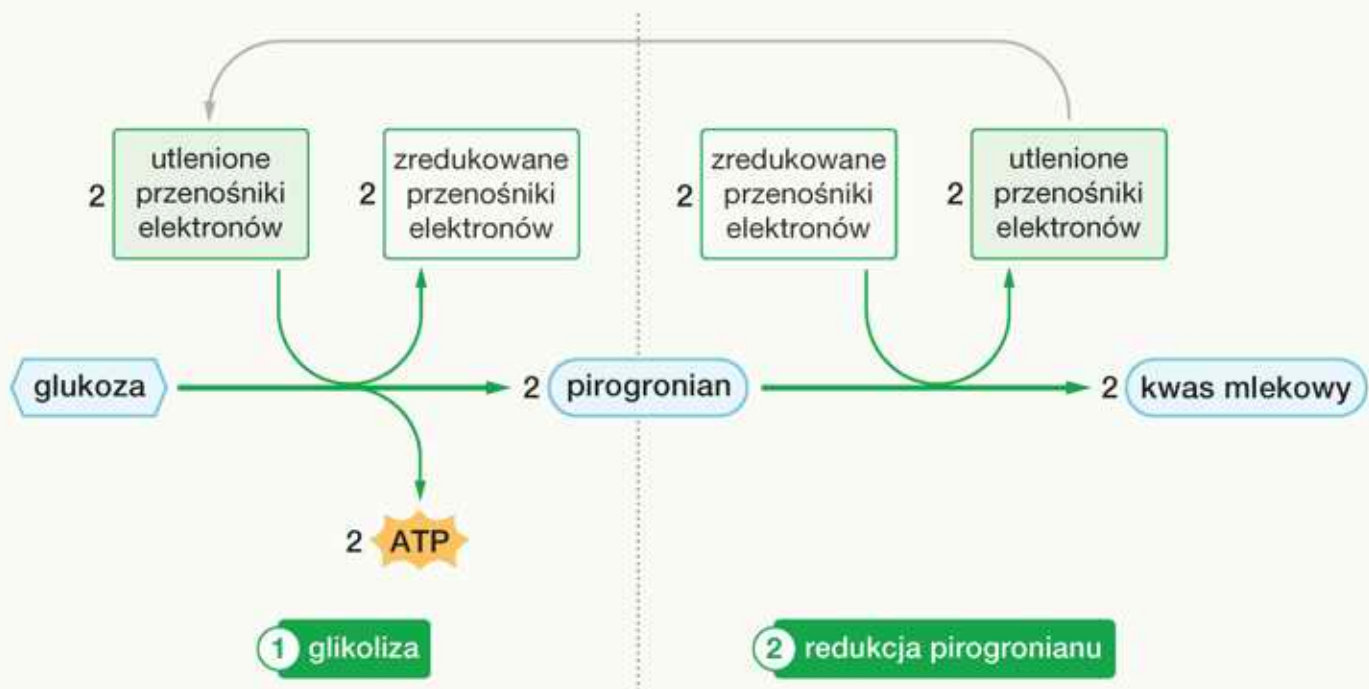
12 Rodzaje sposobów uzyskiwania energii

13 Porównanie oddychania tlenowego z fermentacją mleczanową

Sposób uzyskiwania energii	Oddychanie tlenowe	Fermentacja mleczanowa
Lokalizacja	cytozol i mitochondrium	cytozol
Substraty	glukoza	glukoza
Produkty	ATP, CO ₂ , H ₂ O	ATP, kwas mlekowy
Etapy	• glikoliza • reakcja pomostowa • cykl Krebsa • łańcuch oddechowy	• glikoliza • redukcja pirogronianu
Zysk energetyczny z 1 cząsteczki glukozy	ok. 30 cząsteczek ATP	2 cząsteczki ATP

14 Przebieg oddychania tlenowego**15 Przykłady zastosowania fermentacji mleczanowej:**

- otrzymywanie kiszonej warzyw, np. kapusty,
- otrzymywanie serów,
- otrzymywanie jogurtów.

16 Przebieg fermentacji mleczanowej**17** Inne procesy metaboliczne

- **Glukoneogeneza** – synteza glukozy ze związków niebędących cukrami, np. z kwasu mlekowego, aminokwasów czy glicerolu.



- **Glikogenoliza** – rozkład glikogenu na pojedyncze cząsteczki glukozy.



- **Utlenianie kwasów tłuszczowych** – proces, w którego wyniku jest wytwarzany acetylo-CoA, włączany następnie w cykl Krebsa.



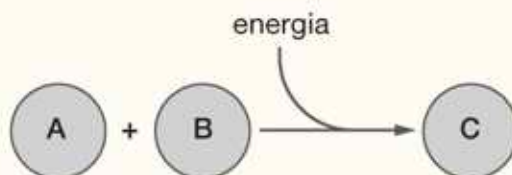
Sprawdź, czy już umiesz!

WYKONAJ W ZESZYCIE



- 1** Wybierz błądną informację dotyczącą reakcji przedstawionej na schemacie. Odpowiedź zapisz w zeszycie.

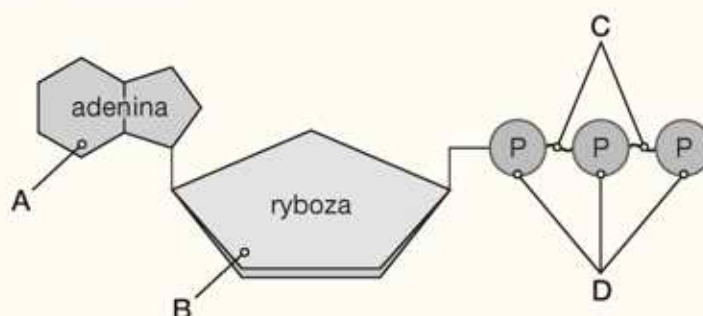
(1 p.)



- A. Związek C ma bardziej złożoną budowę niż związki A i B.
- B. Do zajścia reakcji jest potrzebna energia.
- C. Jest to reakcja kataboliczna.
- D. Reakcja ta polega na łączeniu się związków prostych w związki złożone.

- 2** Schemat przedstawia budowę cząsteczki ATP. Podaj, który element – A, B, C czy D – sprawia, że związek ten jest nośnikiem energii chemicznej. Odpowiedź uzasadnij i zapisz ją w zeszycie.

(2 p.)



- 3** Oceń prawdziwość informacji dotyczących metabolizmu. Wybierz P, jeśli informacja jest prawdziwa, lub F, jeśli jest fałszywa. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

(4 p.)

1.	Przykładem reakcji anabolicznej jest oddychanie tlenowe.	P	F
2.	ATP wytworzony w reakcji katabolicznej może być wykorzystany w reakcji anabolicznej.	P	F
3.	Reakcje anaboliczne polegają na syntezie związków złożonych ze związków prostych.	P	F
4.	Przykładem szlaku metabolicznego jest glikoliza.	P	F

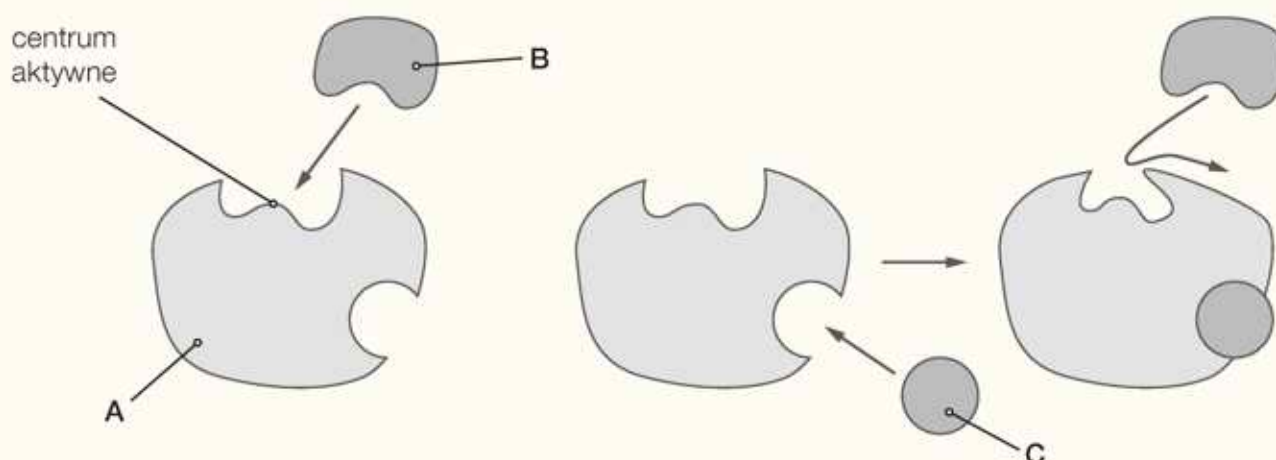
- 4** Wybierz wyrazy tak, by zdania poprawnie opisywały właściwości enzymów. Zadanie wykonaj w zeszycie.

(3 p.)

- A. Enzymy zużywają się / nie zużywają się w przebiegu reakcji enzymatycznych.
- B. Szybkość reakcji enzymatycznej zależy / nie zależy od stężenia substratu.
- C. Aktywatory to cząstki regulatorowe, które opóźniają / przyspieszają reakcje enzymatyczne.

5 Poniższy schemat przedstawia przykład regulowania reakcji enzymatycznej. (4 p.)

- a) Podaj nazwy struktur oznaczonych na schemacie literami A, B i C.
b) Określ, jaką funkcję pełni element C w regulowaniu działania enzymów.



6 Obrane jabłka szybko brązowieją. Dzieje się tak, ponieważ owoce te zawierają enzymy, które wchodzą w reakcję z występującym w powietrzu tlenem. Obrane jabłka skropione cytryną nie ciemnieją w kontakcie z powietrzem. Sformułuj dwie hipotezy dotyczące tego, dlaczego jabłka nie ciemnieją. Zapisz je w zeszycie. (2 p.)

7 Przyporządkuj etapom oddychania tlenowego (A–D) odpowiednie opisy wybrane spośród podanych (1–5). Odpowiedzi zapisz w zeszycie. (4 p.)

- | | |
|-----------------------|---|
| A. Glikoliza. | 1. Etap ten prowadzi do przekształcenia pirogronianu w acetylo-CoA. |
| B. Reakcja pomostowa. | 2. W wyniku tego etapu powstaje największa liczba cząsteczek ATP. |
| C. Cykl Krebsa. | 3. Etap ten polega na przekształceniu jednej cząsteczki glukozy w dwie cząsteczki pirogronianu. |
| D. Łańcuch oddechowy. | 4. W wyniku tego etapu powstaje kwas mlekowy. |
| | 5. Substratem tego etapu jest acetylo-CoA, a jednym z produktów jest ATP. |

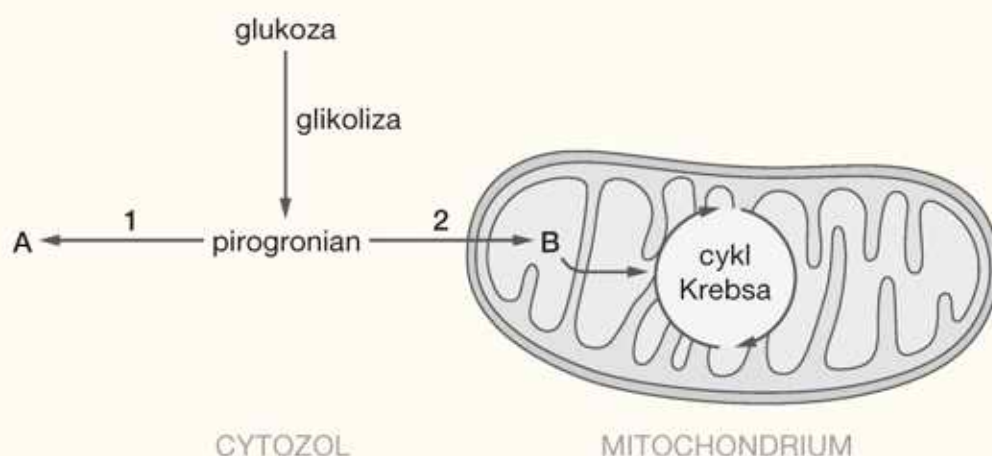
8 Zaznacz poprawne dokończenie zdania. Odpowiedź zapisz w zeszycie. (1 p.)

Łańcuch oddechowy

- A. jest zlokalizowany w matrix mitochondrium.
B. jest etapem zarówno oddychania tlenowego, jak i fermentacji.
C. polega na transporcie elektronów przez kompleksy białkowe.
D. prowadzi do powstania zredukowanych przenośników elektronów.

- 9** Na schemacie przedstawiono dwie drogi reakcji prowadzących do uzyskania energii przez komórkę. Określ, którą cyfrą (1 czy 2) oznaczono na schemacie etap fermentacji mleczanowej, a którą etap oddychania tlenowego. Następnie podaj nazwy produktów reakcji pirogronianu oznaczone literami A i B. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

(4 p.)



- 10** Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących porównania oddychania tlenowego z fermentacją mleczanową. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

(3 p.)

1.	W mięśniach człowieka mogą zachodzić oddychanie tlenowe i fermentacja mleczanowa.	P	F
2.	W wyniku oddychania tlenowego uwalnia się więcej energii niż w wyniku fermentacji mleczanowej.	P	F
3.	Oddychanie tlenowe i fermentacja mleczanowa zachodzą w mitochondrium.	P	F

- 11** Przyporządkuj cyfrom (1–3) odpowiednie nazwy procesów (A–C) przedstawionych na schemacie. Odpowiedzi zapisz w zeszycie.

(3 p.)



- A. Glikoliza.
B. Glikogenoliza.
C. Glukoneogeneza.

Sprawdź, czy już umiesz! – klucz odpowiedzi



Rozdział 1

1. Trzy cechy spośród podanych: budowa komórkowa, wykonywanie czynności życiowych, materiał genetyczny – DNA, zawierający informację o białkach i RNA, przekazywanie organizmom potomnym cech w postaci genów, podleganie ewolucji w wyniku mutacji DNA, zdolność do utrzymywania homeostazy.
2. Przykładowe odpowiedzi:
 - Sprawdź stronę internetową, z której pochodzi informacja: jaki jest jej charakter, czy podani są autorzy artykułu oraz źródło informacji, np. link do publikacji naukowej.
 - Sprawdź, czy ta informacja jest podawana także w innych źródłach, np. na stronach internetowych magazynów popularnonaukowych lub stronach ośrodków naukowych i akademickich.
 - Przeczytaj dokładnie artykuł. Jeżeli to możliwe, zapoznaj się z publikacją naukową, do której się on odnosi.
3. P, F, P
4. Przykładowe odpowiedzi:

Problem badawczy: Czy kierunek światła ma wpływ na wzrost pelargonii? / Wpływ kierunku światła na wzrost pelargonii.

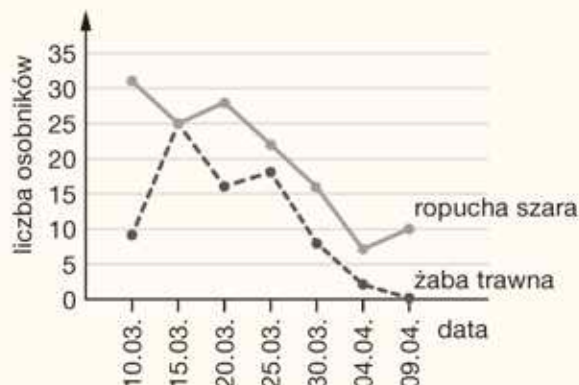
Hipoteza: Kierunek światła wpływa na wzrost pelargonii. / Kierunek światła nie ma wpływu na wzrost pelargonii.
5. D, O, D, O
6. A – obserwacja makroskopowa
B – obserwacja mikroskopowa
C – obserwacja makroskopowa
D – obserwacja mikroskopowa
7. B
8. Przykładowe odpowiedzi:

Problem badawczy: Czy temperatura wody w wazonie wpływa na otwieranie i zamykanie się kwiatów tulipana? / Wpływ temperatury wody w wazonie na otwieranie i zamykanie się kwiatów tulipana.

Hipoteza: Niska temperatura wody w wazonie powoduje zamykanie się kwiatów tulipana, a wysoka – otwieranie się.

Wniosek: Niska temperatura wody w wazonie powoduje zamykanie się kwiatów tulipana, a wysoka – otwieranie się.

9.



Rozdział 2

1. Makroelementy: S, K, Mg, N, P, H, Ca, C, O.

Mikroelementy: Fe, I, F, Cu, Co.

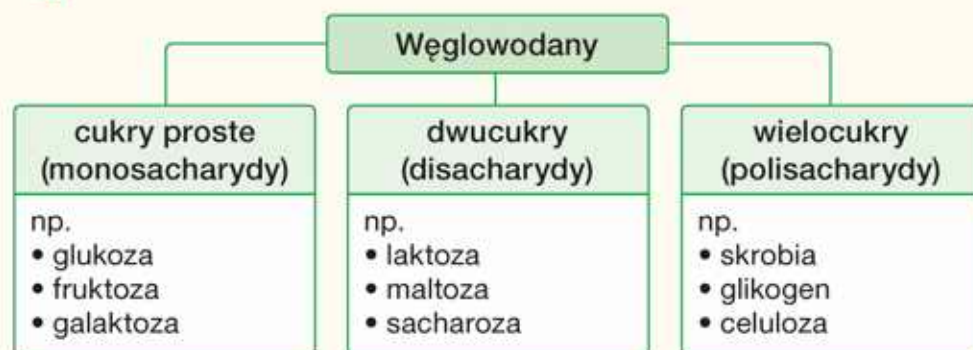
2. wysokie ciepło parowania

3. A – dobry rozpuszczalnik

B – gęstość wody zależy od temperatury

C – duże napięcie powierzchniowe

4.



5. F, P, P, P

6. C

7. A–2, B–1, C–4, D–5, E–3, F–6

8. np. воск, olej, smalec, fosfolipid

9. zasada azotowa, pięciowęglowy cukier, reszta kwasu fosforowego(V)

10. F, P, P, P

11. Komplementarność zasad azotowych w DNA polega na tym, że zasady te łączą się w określony sposób: adenina łączy się z tyminą, a cytozyna z guaniną.

12.

Cecha	DNA	RNA
Liczba nici w cząsteczce	dwie nici	jedna nić
Jednostka budulcowa	nukleotyd	nukleotyd
Zasady azotowe	adenina, cytozyna, guanina, tymina	adenina, cytozyna, guanina, uracyl
Rodzaj cukru	deoksyryboza	ryboza
Funkcja	materiał genetyczny organizmów i niektórych wirusów	udział w syntezie białek

13. A. cukier prosty, B. tłuszcz właściwy, C. nukleotyd, D. aminokwas

14. A. wiązanie peptydowe, B. wiązanie O-glikozydowe

15. **Wykrywanie glukozy:**

Materiał badawczy: sok z winogron

Zastosowany odczynnik: odczynnik Fehlinga (I i II)

Wykrywanie skrobi:

Materiał badawczy: bulwa ziemniaka

Zastosowany odczynnik: płyn Lugola

Wykrywanie białek:

Materiał badawczy: białko jaja kurzego

Zastosowany odczynnik: roztwór CuSO_4 o stężeniu 1%, roztwór NaOH o stężeniu 10%

Wykrywanie tłuszczów:

Materiał badawczy: nasiona słonecznika

Zastosowany odczynnik: Sudan III

16. Problem badawczy: Czy banan zawiera skrobię?

Hipoteza: W bananie występuje skrobia.

Próba badawcza: Szkiełko zegarkowe z bananem i płynem Lugola.

Próba kontrolna: Szkiełko zegarkowe z kleikiem skrobiowym i płynem Lugola.

Wyniki: Próba kontrolna i próba badawcza przybrały niebieskofioletową barwę.

Wniosek: W bananie znajduje się skrobia.

Rozdział 3

1. komórka A – komórka grzybowa
komórka B – komórka roślinna
komórka C – komórka zwierzęca
2. F, P, P
3. A–4, B–1, C–3
4. B
5. 1. transport aktywny, 2. dyfuzja ułatwiona, 3. dyfuzja prosta
6. Izotoniczna.
7. Kolejno: A, otoczka jądrowa; B, jąderko
8. Na rysunku przedstawiono chromosom po replikacji DNA, ponieważ chromosom ten jest zbudowany z dwóch chromatyd (z których każda zawiera jedną cząsteczkę DNA).
9. A–6, B–3, C–1, D–2, E–5
10. rybosomy
11. P, P
12. 1. Podwojenie materiału genetycznego.
2. Produkcja białek potrzebnych w czasie podziału komórki.
3. Podział mitotyczny komórki.
13. A – faza S, B – faza G₂, C – faza M, D – faza G₁
14. 2B

Rozdział 4

1. C
2. C, ponieważ w wiązaniach wysokoenergetycznych jest gromadzona energia.
3. F, P, P, P
4. nie zużywają się, zależy, przyspieszają
5. A – enzym, B – substrat, C – inhibitor. Element C hamuje aktywność enzymu.
6. Przykładowe odpowiedzi:
Skropienie sokiem z cytryny powoduje wzrost pH i zahamowanie aktywności enzymów zawartych w jabłkach.
Skropienie sokiem z cytryny powoduje spadek pH i zahamowanie aktywności enzymów zawartych w jabłkach.
7. A–3, B–1, C–5, D–2
8. C
9. 1 – fermentacja mleczanowa, 2 – oddychanie tlenowe; A – kwas mlekowy, B – acetylo-CoA
10. P, P, F
11. 1–B, 2–C, 3–A

Przydatne terminy

acetylokoenzym A (acetylo-CoA) – wysokoenergetyczny związek, który odgrywa kluczową rolę w metabolizmie. Powstaje m.in. w wyniku reakcji pomostowej w czasie oddychania tlenowego. Bierze udział np. w cyklu Krebsa.

adenozynotrifosforan (ATP) – wysokoenergetyczny związek, który składa się z zasady azotowej (adeniny), pięciowęglowego cukru (rybozy) i trzech reszt fosforanowych. Jest podstawowym nośnikiem energii w reakcjach biochemicznych.

aktywatory enzymów – substancje, które pobudzają działanie enzymów.

aminokwasy – grupa związków chemicznych zbudowanych z węgla, wodoru, tlenu i azotu, a niekiedy też innych pierwiastków, np. siarki. Aminokwasy są podstawowymi jednostkami budulcowymi białek.

anabolizm – procesy, podczas których z prostych związków chemicznych są syntetyzowane związki złożone. Do zajścia tych procesów zwykle jest potrzebna energia.

apoptoza – zaprogramowana śmierć komórki. Fizjologiczny proces obumierania komórki, prowadzący do utrzymania prawidłowej liczby komórek w organizmie.

ATP – patrz: adenosynotrifosforan.

białka – związki organiczne, polimery zbudowane z 20 różnych rodzajów aminokwasów.

białka proste – białka zbudowane tylko z aminokwasów.

białka złożone – białka zbudowane z aminokwasów i części niebiałkowej, np. cukrów, tłuszczów, kwasów nukleinowych czy jonów metali.

centrum aktywne enzymu – patrz: miejsce aktywne enzymu.

celuloza – polisacharyd zbudowany z cząsteczek glukozy. Pełni funkcję budulcową – jest głównym składnikiem ścian komórkowych u roślin.

chityna – polisacharyd. Pełni funkcję budulcową – jest głównym składnikiem ścian komórkowych u grzybów.

chromatyda – połowa chromosomu powstałego w wyniku replikacji (zawiera jedną cząsteczkę DNA).

chromatyna – kompleks DNA, białek i RNA występujący w jądrze komórkowym.

chromosom – chromosom eukariotyczny – pojedyncza, liniowa cząsteczką DNA u organizmów eukariotycznych.

cykl komórkowy – ogół procesów, które zachodzą od powstania komórki do jej podziału na dwie komórki potomne.

cykl Krebsa – jeden z etapów oddychania tlenowego. Polega na utlenieniu acetylokoenzymu A do dwutlenku węgla. W cyklu Krebsa powstają również zredukowane przenośniki elektronów NADH i FADH₂, które są przekazywane na łańcuch oddechowy.

cytoskielet – sieć włókien występujących w cytozolu komórek eukariotycznych. Zapewnia komórkom wytrzymałość, warunkuje transport wewnątrzkomórkowy oraz ruchy całych komórek.

cytozol – półpłynny składnik cytoplazmy. Wypełnia wnętrze komórki, są w nim zanurzone organelle komórkowe. Stanowi środowisko reakcji biochemicznych, pośredniczy w transporcie substancji między organelami oraz między organelami a środowiskiem zewnętrznym komórki.

denaturacja białka – naruszenie struktury przestrzennej białka pod wpływem czynników fizycznych, np. wysokiej temperatury (powyżej 40°C), lub czynników chemicznych, np. stężonych kwasów i zasad, soli metali ciężkich, alkoholu.

disacharydy (dwucukry) – cukry zbudowane z dwóch cząsteczek cukrów prostych.

doświadczenie – metoda naukowa, w której celowo zmieniamy jeden z czynników wpływających na badany obiekt, proces lub zjawisko.

dyfuzja prosta – swobodne przenikanie substancji przez błonę biologiczną bez udziału energii i białek błonowych.

dyfuzja ułatwiona – przenikanie substancji przez błonę biologiczną przy udziale białek błonowych, bez udziału energii.

egzocytoza – rodzaj transportu pęcherzykowego, podczas którego za pomocą pęcherzyków transportujących z komórki są usuwane niektóre substancje (np. zbędne produkty przemiany materii, hormony, enzymy).

endocytoza – rodzaj transportu pęcherzykowego, podczas którego za pomocą pęcherzyków do wnętrza komórki są transportowane większe cząstki (np. cząsteczki białek, mikroorganizmy).

energia aktywacji – najmniejsza ilość energii potrzebna do zapoczątkowania reakcji chemicznej.

enzymy – biologiczne katalizatory (najczęściej białka), które przyspieszają przebieg reakcji zachodzących w organizmie przez obniżenie ich energii aktywacji. Biorą udział w większości reakcji zachodzących w organizmach.

fermentacja – proces uzyskiwania energii bez udziału tlenu, który polega na niecałkowitym utlenieniu substratu organicznego, głównie glukozy.

fosfolipidy – lipidy, które zawierają resztę kwasu fosforowego. Budują błony biologiczne.

glikogen – polisacharyd zbudowany z reszt glukozy. Stanowi główny materiał zapasowy w komórkach zwierząt. W organizmie człowieka jest gromadzony przede wszystkim w wątrobie i (w mniejszym stopniu) w mięśniach szkieletowych.

glikoliza – pierwszy etap oddychania komórkowego, przebiegający w cytozolu. Polega na beztlenowym rozkładzie glukozy do pirogronianu, czemu towarzyszy powstanie ATP.

glikogenoliza – proces, który polega na rozkładzie złożonego cukru – glikogenu – do pojedynczych cząsteczek glukozy.

glukoneogeneza – proces syntezy glukozy ze związków niebędących cukrami, np. aminokwasów.

hipoteza – przewidywany wynik doświadczenia lub obserwacji, który stanowi przypuszczalną odpowiedź na określony wcześniej problem badawczy.

homeostaza – stan równowagi wewnętrznej organizmu.

inhibitory enzymów – substancje, które hamują aktywność enzymów.

inhibitory nieodwracalne – inhibitory enzymów, które trwale wiążą się z enzymem, co prowadzi do całkowitej i nieodwracalnej utraty przez enzym jego właściwości.

inhibitory odwracalne – inhibitory enzymów, które wiążą się nietrwale z enzymem. Jeżeli są podobne do substratu, to konkurują z nim o dostęp do centrum aktywnego enzymu. Jeżeli nie są podobne do substratu, to wiążą się z enzymem

poza centrum aktywnym. W konsekwencji substrat nie jest przekształcany w produkt.

inhibicja enzymatyczna – zahamowanie lub obniżenie aktywności enzymów pod wpływem różnych czynników chemicznych.

katabolizm – procesy, podczas których złożone związki chemiczne są rozkładane do związków prostych. W trakcie tych procesów zazwyczaj jest uwalniana energia.

koagulacja – proces polegający na łączeniu się cząstek koloidu w większe struktury.

koenzym – organiczny, niebiałkowy składnik niektórych enzymów. Koenzymami mogą być niektóre witaminy i przenośniki elektronów.

komórka – podstawowa jednostka strukturalna wszystkich organizmów, zdolna do wykonywania czynności życiowych.

komórka eukariotyczna (komórka jądrowa) – komórka, która ma jądro komórkowe.

komórka prokariotyczna (komórka bezjądrowa) – komórka, która nie ma jądra komórkowego.

kwas nukleinowy – związki organiczne zbudowane z nukleotydów. Wyróżniamy kwas deoksyrybonukleinowy (DNA) i kwas rybonukleinowy (RNA). DNA i RNA są nośnikami informacji genetycznej.

lipidy (tłuszczowce) – związki organiczne zbudowane z alkoholu, kwasów tłuszczowych i niekiedy innych związków.

lipidy proste – lipidy zbudowane z alkoholu i kwasów tłuszczowych. Należą do nich tłuszcze właściwe i woski.

lipidy złożone – lipidy zbudowane z alkoholu, kwasów tłuszczowych i dodatkowych związków, m.in. reszty kwasu fosforowego(V) i cukrów (np. fosfolipidy, glikolipidy).

łańcuch oddechowy – etap oddychania tlenowego, który przebiega na wewnętrznej błonie mitochondrium. W jego trakcie dochodzi do wytworzenia największej liczby cząsteczek ATP.

makroelementy – pierwiastki, które występują w organizmie w dużych ilościach – stanowią ponad 0,01% jego suchej masy.

mejoza – podział jądra komórkowego, w którego wyniku z jednej komórki rodzicielskiej powstają cztery komórki potomne o zredukowanej o połowę liczbie chromosomów w stosunku do komórki rodzicielskiej. W wyniku mejozy powstają np. gamety u zwierząt.

metabolizm – ogół przemian chemicznych i energetycznych, które zachodzą w organizmie.

mikroelementy – pierwiastki, które występują w organizmie w małych ilościach – stanowią mniej niż 0,01% jego suchej masy.

miejsce aktywne enzymu – obszar enzymu zdolny do wiązania substratu (substratów) oraz do katalizowania reakcji chemicznej.

mitoza – podział jądra komórkowego, w którego wyniku z jednej komórki rodzicielskiej powstają dwie komórki potomne o takiej samej liczbie chromosomów, co komórka rodzicielska.

monosacharydy (cukry proste) – cukry, które mają szkielet węglowy zbudowany z od trzech do ośmiu atomów węgla. Stanowią podjednostki disacharydów i polisacharydów.

nukleotyd – podstawowa jednostka kwasów nukleinowych zbudowana z zasady azotowej, pięciowęglowego cukru i reszty kwasu fosforowego(V).

obserwacja – metoda naukowa, w której badacz nie wpływa na obiekt badawczy. Polega na poszukiwaniu informacji o organizmach, procesach lub zjawiskach za pomocą zmysłów i niekiedy określonych narzędzi, np. mikroskopu.

oddychanie komórkowe – zachodzący w komórkach wieloetapowy proces uzyskiwania energii, polegający na utlenianiu substancji organicznych.

oddychanie tlenowe – proces, którego substratami są związki organiczne (głównie glukoza) i tlen, a produktami – dwutlenek węgla, woda oraz ATP.

osmoza – przenikanie wody przez błonę biologiczną z roztworu o mniejszym stężeniu substancji do roztworu o większym stężeniu.

pierwiastki biogenne – pierwiastki, które wchodziły w skład związków organicznych budujących wszystkie organizmy: węgiel (C), wodór (H), tlen (O), azot (N), fosfor (P) i siarka (S).

polisacharydy (wielocukry) – cukry zbudowane z wielu cząsteczek cukru prostego.

problem badawczy – cel badania: doświadczenia lub obserwacji.

próba badawcza – zestaw doświadczalny, w którym organizm lub proces jest poddawany działaniu wybranego czynnika.

próba kontrolna – zestaw doświadczalny, w którym organizm lub proces nie jest poddawany działaniu wybranego czynnika. Jest niezbędnym elementem badań naukowych.

reakcja pomostowa – etap oddychania tlenowego, który przebiega w matrix mitochondrium. W jego trakcie dochodzi do przekształcenia pirogronianu w acetylo-CoA.

replikacja DNA – proces powielania DNA, prowadzący do powstania dwóch cząsteczek DNA identycznych z cząsteczką wyjściową.

skrobia – polisacharyd zbudowany z cząsteczek glukozy. Jest głównym materiałem zapasowym w komórkach roślin.

transport czynny (aktywny) – rodzaj transportu przez błony ze środowiska o mniejszym stężeniu substancji rozpuszczonych do środowiska o ich większym stężeniu. Przebiega z udziałem energii i białek błonowych.

transport bierny (pasywny) – rodzaj transportu przez błony ze środowiska o większym stężeniu substancji rozpuszczonych do środowiska o ich mniejszym stężeniu. Przebiega bez udziału energii.

utlenianie kwasów tłuszczowych – proces, w którego wyniku z kwasów tłuszczowych jest wytwarzany acetylo-CoA.

węglowodany (cukry, sacharydy) – związki organiczne zbudowane z atomów węgla, wodoru i tlenu.

woda – główny związek nieorganiczny wchodzący w skład wszystkich organizmów. Jej cząsteczki są zbudowane z atomów wodoru i tlenu.

Indeks

A

acetylokoenzym A (acetylo-CoA) 124–126, 128, 129, 134, 135, 136, 140, 141, 143, 148
adenina 29, 63–65, 69, 109, 137
adenozynodifosforan (ADP) 81, 103, 109, 124, 128, 134, 135
adenozynotrifosforan (ATP) 32, 49, 64, 66, 80, 81, 90, 102, 103, 108, 109, 111, 122–129, 131, 132, 134–137, 139–141, 148
aktywacja 116, 121
aktywatory 116, 117, 121, 139, 148
albuminy 47, 48, 68
aminokwasy 46, 47, 49, 64, 68, 69, 81, 133, 134, 136, 141, 148, 159
amoniak 134
anabolizm 108, 111, 137, 148
aparat Golgiego 76, 77, 89, 99, 100, 102
apoptoza 95, 98, 103, 148
azot 29, 31, 32, 44, 46, 55, 56, 61–66, 68, 69, 109, 137

B

białka 6, 8, 11, 28, 25, 29–34, 46–55, 62, 64–66, 68, 76, 79, 80, 81, 84, 85, 87–90, 92, 101, 102, 112, 114, 115, 132, 134, 136, 138, 148, 155, 159
– proste 47, 49, 68, 148
– złożone 47, 49, 68, 148
błona komórkowa 61, 76, 77, 82, 88, 89, 99, 100, 102
błony biologiczne 69, 79, 80, 101

C

celuloza 39, 40, 44, 67, 146, 148, 154, 155
chityna 39, 40, 44, 148, 155
chloroplasty 61, 62, 64, 77, 78, 88, 99, 100
cholesterol 61, 79, 101
chlor 30, 33, 50, 66
chromatyda 85, 93, 148, 157, 158
chromatyna 84, 85, 148
chromosom 73, 84–87, 92, 93, 95, 98, 101, 148, 156–158
cykl
– komórkowy 91–94, 103, 148
– Krebsa 123–126, 128, 129, 135–137, 140, 141, 148
cytoplazma 69, 76, 78, 82, 86, 87, 90–92, 94, 99, 101, 102, 157
cytoszkielet 87, 148

cytozol 64, 74, 76–79, 81, 84, 86–88, 90, 92, 99–101, 123–126, 128, 129, 131, 140, 148, 156
cytozyna 29, 63–65, 69

D

denaturacja białek 50, 51, 53, 55, 114, 118, 148
deoksyryboza 29, 39, 42, 45, 63, 65, 67, 69
dinukleotyd flawinoadeninowy (FAD) 64, 110
dinukleotyd nikotynamidoadeninowy (NAD⁺) 64, 110, 128
disacharydy 39, 40, 43, 45, 67, 148
DNA (kwas deoksyrybonukleinowy) 6–8, 11, 25, 29, 42, 46, 48, 49, 62–69, 74, 76, 84–86, 90–95, 98, 101, 102, 116, 156–158
doświadczenie 3, 5, 12–15, 17, 18, 25, 26, 148
dyfuzja 80, 81, 83, 102, 103, 148
– prosta 80, 83, 102, 103, 148
– ułatwiona 80, 83, 102, 103, 148

E

egzocytoza 81, 83, 103, 148
endocytoza 81, 83, 103, 149
energia aktywacji 113, 138, 149
enzymy 8, 29, 33, 36, 44, 46–49, 64, 66, 68, 81, 88–90, 92, 102, 112–121, 125, 132, 134, 138, 139, 149

F

fermentacja 107, 115, 122, 127–131, 133, 139–141, 149
– alkoholowa 127, 130, 131
– mleczanowa 127–131, 133, 140, 141
fibrynogen 47, 48, 68
fluor 31, 33, 66
fosfolipidy 56, 59–61, 69, 79, 83, 101, 149
fosfor 29, 31, 32, 56, 59, 55, 61–66, 68, 69, 90, 109, 137
fruktoza 39, 40–43, 45, 67, 159

G

galaktoza 39, 40, 42, 43, 45, 67
glicerol 56, 58, 59, 61, 69, 133–136, 141
glikogen 39, 40, 44, 45, 67, 108, 111, 132, 133, 135, 136, 141, 149
glikolipidy 56, 59, 60, 61, 79
glikoliza 123–126, 128, 129, 131, 135, 137, 140, 141, 149
glikogenoliza 133, 135, 136, 141, 149
glikoproteiny 79

globuliny 47, 48, 68
 glukoneogeneza 133, 135, 136, 141, 149
 glukoza 32, 39, 40–43, 45, 67, 81, 107, 122–129,
 131–133, 135, 136, 140, 141, 159

grupa

– aminowa 46, 47, 68
 – karboksylowa 46, 47, 49, 68
 guanina 29, 63–65, 69

H

hemoglobina 33, 47, 48, 66, 68, 75
 histony 47, 48, 68, 85, 92
 hipoteza 14, 17, 18, 20, 23, 26, 41, 52–54, 57, 83,
 114, 120, 149

I

inhibicja 116, 121, 149
 inhibitory 116, 117, 121, 139, 149
 interfaza 91, 92, 94, 103

J

jąderko 84, 86, 101
 jądro komórkowe 63, 74, 76–78, 84, 86, 87,
 99–101, 160
 jod 31, 33, 66, 159

K

katabolizm 108, 111, 137, 149
 katalizator 113
 keratyna 46–48, 68
 koagulacja białek 50, 52, 53, 55, 149
 kobalt 31, 33, 66
 koenzym 112, 138, 149
 kolagen 8, 47, 48, 68
 komórka
 – bakterii 7, 73, 74, 78, 99, 154–156
 – diploidalna 93, 95
 – eukariotyczna 74, 76–78, 99, 100, 101, 149
 – grzybowa 44, 62, 67, 73, 74, 76–78, 88, 99, 100
 – haploidalna 95, 97, 103
 – nowotworowa 94, 127
 – prokariotyczna 74, 78, 99, 149, 155
 – roślinna 62, 73, 74, 76–79, 82, 86, 88, 89, 99,
 100, 102, 155
 – zwierzęca 61, 62, 63, 73, 74, 76–79, 82, 86, 88,
 89, 99, 100–103, 155
 komplementarność zasad (zasada komplemen-
 tarności) 63–65, 91
 kwas(y)
 – deoksyrybonukleinowy (patrz: DNA)
 – mlekowy 127–131, 133, 135, 136, 140, 141
 – rybonukleinowy (patrz: RNA)

– tłuszczowe 58, 59, 69, 134–136, 141
 – tłuszczowe nasycone 58, 59, 69
 – tłuszczowe nienasycone 58, 59, 69

L

laktoza 39, 40, 42, 43, 45, 67, 115
 lipidy (tłuszczowce, tłuszcze)
 – proste 56, 58, 60, 69, 149
 – roślinne 56, 57
 – właściwe 56, 58, 60, 61
 – złożone 56, 59, 60
 – zwierzęce 56, 59
 lizosom 76–78, 81, 88–90, 99, 100, 102

Ł

łańcuch oddechowy 123–126, 129, 134, 135,
 140, 149

M

magnez 31, 33, 34, 66, 87, 112
 makroelementy 30–34, 66, 149
 maltoza 39, 40, 41, 43, 45, 66, 112
 mejoza 73, 95–98, 103, 149, 158
 metabolizm 35, 38, 64, 84, 86, 107, 108, 110–112,
 116–118, 121, 122, 132, 135, 137, 139, 141, 150
 miedź 31, 33, 54, 66
 mikroelementy 30–34, 66, 150
 mikroskop 12, 19, 20–24, 26, 57, 78, 85, 87, 90,
 96, 154, 155
 – elektronowy 12, 21, 24, 155
 – optyczny 19, 21–24, 26, 155
 – skaningowy 21
 – transmisyjny 21
 mioglobina 47, 48, 68
 mitochondrium 32, 42, 49, 61, 62, 64, 76–78, 87,
 88, 90, 99, 100, 102, 123–129, 134, 140, 160
 mitozą 73, 91–98, 103, 150, 157
 monosacharydy 39, 40, 42, 45, 67, 150
 mRNA 64, 65, 69, 88

N

nukleotyd 7, 29, 62–65, 69, 84, 102, 109, 110,
 150

O

obserwacja 3, 5, 12–15, 18–26
 – makroskopowa 19, 24, 26
 – mikroskopowa 19, 21–24, 26, 154
 oddychanie
 – komórkowe 107, 109, 110, 112, 122, 123, 137,
 139, 150

– tlenowe 107, 108, 111, 122–124, 126–129, 131, 139, 140, 150
osmoza 80, 82, 83, 102, 150

P

pierwiastki 29–32, 34, 55, 66, 150
polisacharydy 39, 40, 44, 45, 67, 150
potas 31, 33, 66, 117, 121, 159
problem badawczy 7, 14, 17, 19, 20, 23, 24, 26, 41, 52–54, 57, 83, 114, 120, 150

R

redukcja 110, 128, 129, 131, 134, 140, 141, 159
roztwór koloidalny (koloid) 50, 55
RNA (kwas rybonukleinowy) 6, 11, 25, 29, 42, 43, 46, 49, 62, 64–67, 69, 84, 85, 86, 88, 192
rRNA 64, 65, 69, 84, 88, 102
rybosomy 64, 69, 76–78, 84, 86, 87–90, 99–102, 155
ryboza 39, 42, 45, 64, 65, 67, 69, 109, 137

S

sacharoza 39, 40, 43, 45, 67, 112
siarka 31, 32, 46, 66–68
siateczka śródplazmatyczna 76–78, 88–90, 99, 100, 101
skrobia 13, 23, 39–41, 44, 67, 112, 132, 133, 150
sód 30, 31, 33, 50, 55, 66
sterydy anaboliczne 111
szlak metaboliczny 110, 111, 116, 118, 121, 137, 139

T

tlen 31–33, 35, 38, 39, 45, 46, 48, 56, 61, 62, 64, 66–69, 75, 76, 80, 107, 122–129, 131, 134, 139, 140

transport bierny (pasywny) 80, 81, 83, 103, 150
transport czynny (aktywny) 80, 81, 83, 103, 150
transport pęcherzykowy 81, 83, 103
tRNA 64, 65, 69

U

utlenianie 110, 122–129, 131, 132, 134–136, 141, 150
utlenianie kwasów tłuszczowych 135, 141, 150

W

wakuola 76–78, 82, 88–90, 99, 100, 102
wapń 31–33, 66, 87, 88, 101
węgiel 31, 32, 45, 56, 66, 123
wiązanie
– estrowe 58, 69
– fosfodiestrowe 62
– O-glikozydowe 40, 45, 67
– peptydowe 47, 54, 68, 118, 159
– wodorowe 35, 38, 46, 63, 65
wniosek 12, 14, 17, 20, 23, 26, 41, 54, 57, 72, 83, 114, 120
wodór 31, 32, 35, 38, 39, 45, 46, 56, 61, 62, 66–69, 120, 123, 134
woski 56, 58, 59, 60, 61, 69

Z

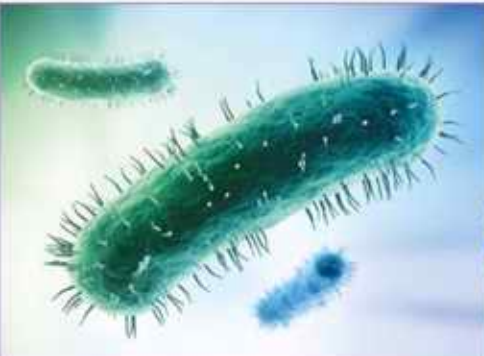
związki chemiczne 30, 32, 66, 101, 108, 117, 137
związki nieorganiczne 30, 35, 66
związki organiczne 30, 34, 39, 65–69, 122, 126, 127, 159

Ż

żelazo 31, 33, 34, 66



■ Pięć królestw świata organizmów

		
Cechy	Bakterie	Protisty
Liczba komórek	jednokomórkowe	jedno- lub wielokomórkowe
Budowa tkankowa	brak tkanek	brak tkanek
Jądro komórkowe	brak	obecne
Ściana komórkowa	obecna u większości	występuje u niektórych gatunków
Składnik ściany komórkowej	mureina	celuloza
Sposób odżywiania	cudzożywne, rzadziej samożywne	cudzożywne lub samożywne

■ Obserwacje mikroskopowe

Obiekty obserwowane pod mikroskopem mają bardzo małe rozmiary, podawane w **mikrometrach** (μm) lub **nanometrach** (nm).

- $1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$
- $1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$
- $1 \mu\text{m} = 1000 \text{ nm}$

Budowa mikroskopu

Tubus utrzymuje we właściwym położeniu soczewki mikroskopu.

Rewolwer umożliwia zmianę obiektywu.

Stolik jest miejscem, na którym umieszcza się preparat.

Śruba makrometryczna przesuwa stolik względem obiektywu. Służy do odnalezienia obrazu.

Śruba mikrometryczna służy do precyzyjnego ustawienia ostrości.



Okular zawiera soczewkę, dzięki której uzyskuje się powiększenie obrazu. Umożliwia on obserwację.

Obiektyw zawiera soczewkę, dzięki której uzyskuje się powiększenie obrazu.

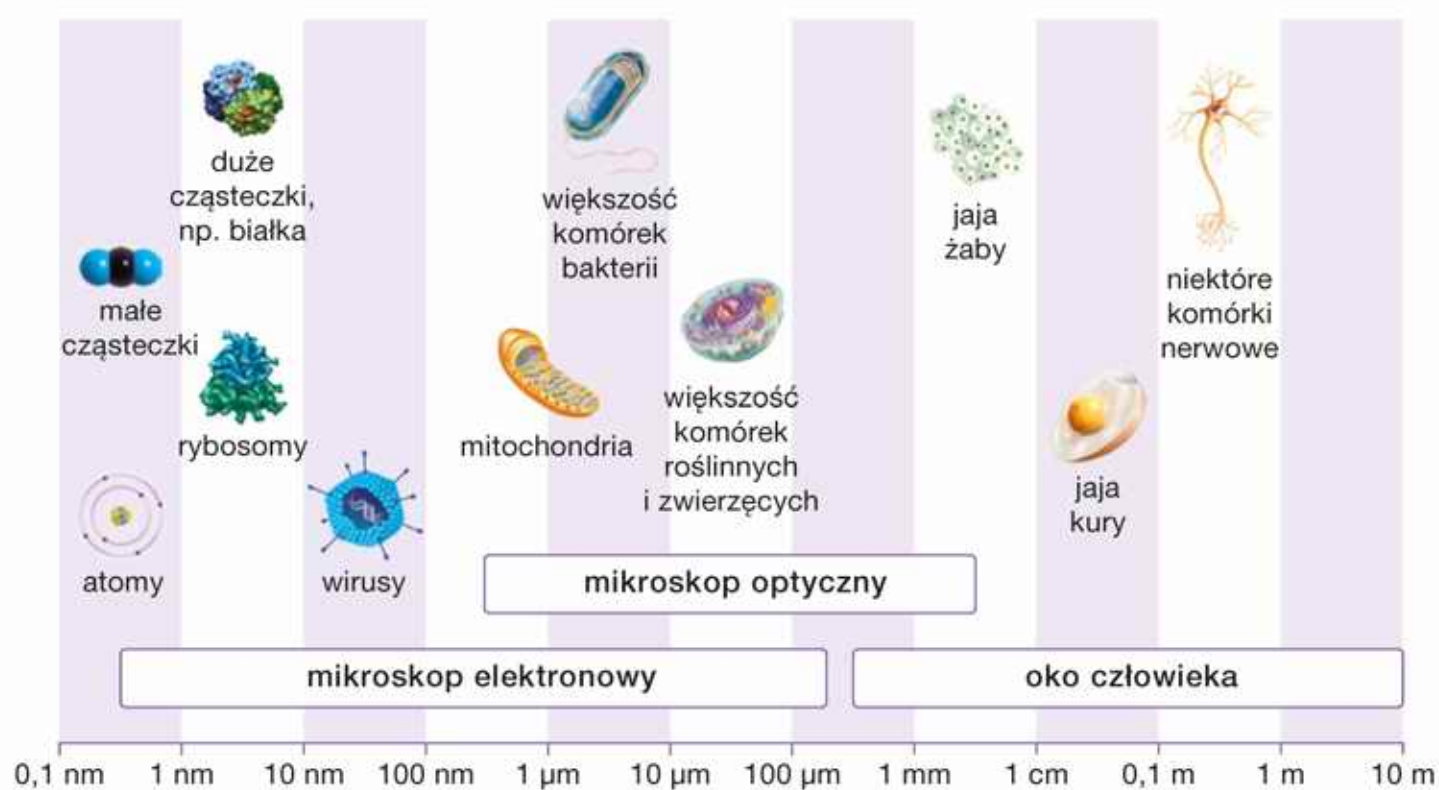
Kondensor skupia wiązkę światła.

Źródło światła zapewnia oświetlenie preparatu.

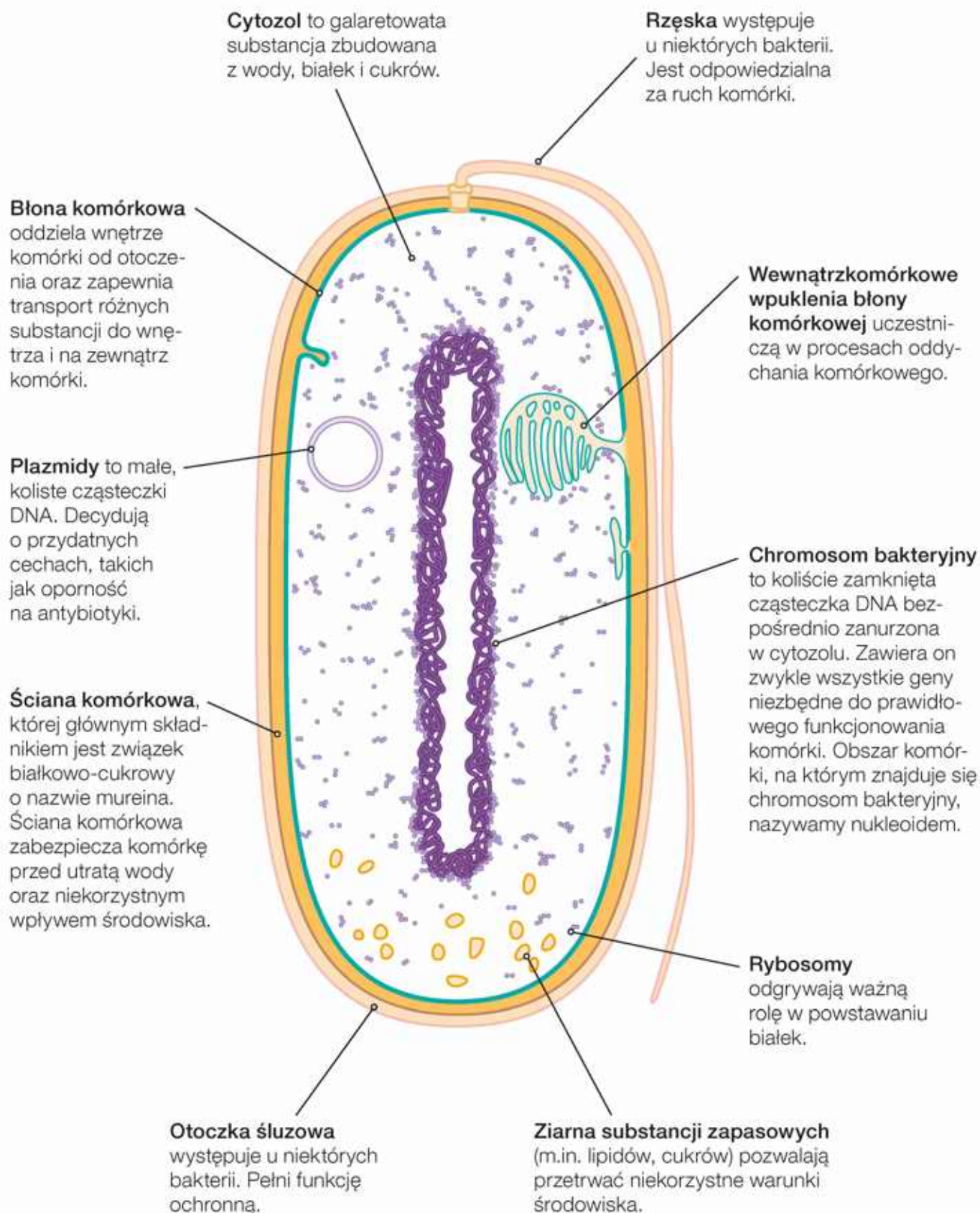


Grzyby	Rośliny	Zwierzęta
jedno- lub wielokomórkowe	większość wielokomórkowych	wielokomórkowe
brak tkanek	obecne	obecne
obecne	obecne	obecne
obecna	obecna	brak
chityna	celuloza	–
cudzożywne	samożywne, nieliczne cudzożywne	cudzożywne

Porównanie wielkości różnych obiektów



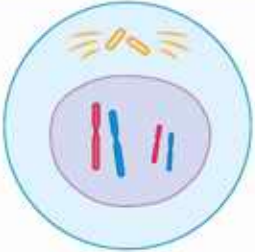
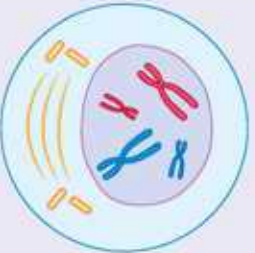
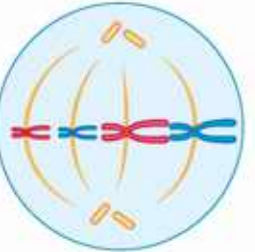
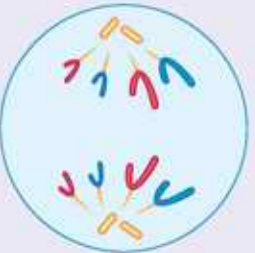
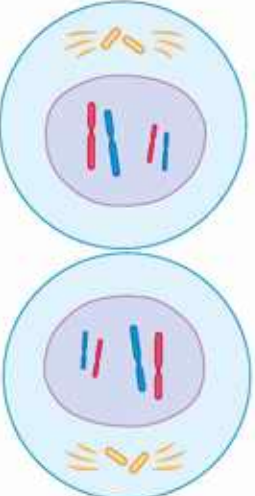
Budowa komórki bakterii



■ Mitoza – przebieg i znaczenie

- Podczas mitozy dochodzi do jednego podziału.
- Komórki potomne mają taką samą liczbę chromosomów jak komórka rodzicielska.
- Służy m.in. do wytwarzania komórek ciała.

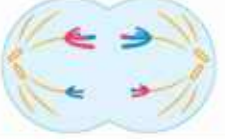
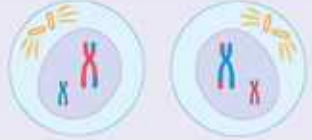
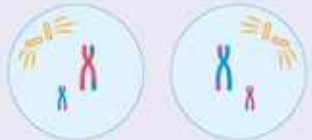
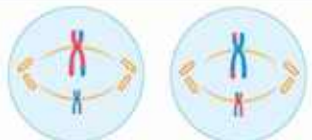
Przebieg mitozy przedstawiliśmy na przykładzie podziału komórki diploidalnej, która ma dwa komplety chromosomów (czerwone od ojca, niebieskie od matki). Chromosomy we wszystkich etapach pokazaliśmy w stanie skondensowanym.

Etap	Opis
	Komórka diploidalna przed podziałem.
Profaza 	W wyniku replikacji DNA, która zaszła w fazie S interfazy, każdy chromosom tworzą dwie, chwilowo połączone chromatydy. Zanika otoczka jądrowa. Powstaje wrzeciono podziałowe.
Metafaza 	Chromosomy połączone z włóknami wrzeciona podziałowego ustawiają się w płaszczyźnie równikowej, czyli mniej więcej w środku komórki.
Anafaza 	Chromatydy oddzielają się od siebie i są odciągane przez włókna wrzeciona podziałowego do przeciwnych biegunów komórki. Od tego momentu każda chromatyda staje się chromosomem potomnym.
Telofaza i cytokineza 	Odtwarza się otoczka jądrowa. Zachodzi cytokineza, czyli podział cytoplazmy. Powstają dwie komórki diploidalne, o takiej samej liczbie chromosomów, co komórka rodzicielska.

■ Mejoza – przebieg i znaczenie

- Podczas mejozy dochodzi do dwóch podziałów.
- Komórki potomne mają o połowę mniejszą liczbę chromosomów niż komórka rodzicielska.
- Służy m.in. do wytwarzania gamet u zwierząt.

Przebieg mejozy przedstawiliśmy na przykładzie podziału komórki diploidalnej, która ma dwa komplety chromosomów (czerwone od ojca, niebieskie od matki). Chromosomy we wszystkich etapach pokazaliśmy w stanie skondensowanym.

Etap	Opis
	Komórka diploidalna przed podziałem.
I podział mejotyczny (redukcyjny)	
Profaza I 	W wyniku replikacji DNA w fazie S interfazy każdy chromosom ma dwie chromatydy, chwilowo połączone ze sobą. Chromosomy homologiczne (czyli zawierające te same geny) łączą się w pary, a pomiędzy chromatydami zachodzi wymiana odcinków DNA. Zanika otoczka jądrowa. Tworzy się wrzeciono podziałowe.
Metafaza I 	Pary chromosomów homologicznych połączone z włóknami wrzeciona podziałowego ustawiają się w płaszczyźnie równikowej komórki.
Anafaza I 	Każdy chromosom z pary jest odciągany przez włókna wrzeciona kariokinetycznego do przeciwnego bieguna komórki.
Telofaza I i cytokineza 	Odtwarza się otoczka jądrowa. Zachodzi cytokineza, czyli podział cytoplazmy. Powstają dwie komórki potomne, zawierające po jednym chromosomie homologicznym w postaci dwóch chromatyd.
II podział mejotyczny (DNA nie ulega w nim replikacji. Chromatydą utworzone w I podziale są rozdzielane do komórek potomnych)	
Profaza II 	W komórkach potomnych ponownie zanikają otoczki jądrowe. Formuje się wrzeciono podziałowe.
Metafaza II 	Chromosomy w każdej komórce połączone z włóknami wrzeciona podziałowego ustawiają się w płaszczyźnie równikowej.
Anafaza II 	Chromatydą są odciągane przez włókna wrzeciona podziałowego do przeciwnych biegunów komórek.
Telofaza II i cytokineza 	Zanika wrzeciono podziałowe. Odtwarza się otoczka jądrowa. Zachodzi cytokineza. Powstają cztery komórki o zredukowanej o połowę liczbie chromosomów.

■ Wykrywanie związków chemicznych w materiale biologicznym

Wykrywanie związków chemicznych w materiale biologicznym jest techniką (procedurą) badawczą, którą można wykorzystać zarówno podczas obserwacji, jak i doświadczenia.

Związki organiczne		Reakcja	Charakterystyka reakcji	Wynik reakcji
Cukry	cukry redukujące np. glukoza i fruktoza	- Nazwa reakcji: próba Fehlinga. - Odczynniki: – odczynnik Fehlinga I, – odczynnik Fehlinga II. - W wyniku zmieszania obu odczynników powstaje $\text{Cu}(\text{OH})_2$.	- Pozwala na wykrycie tzw. cukrów redukujących. W ich obecności $\text{Cu}(\text{OH})_2$ redukuje się do Cu_2O. - Po podgrzaniu na ściankach probówki pojawia się ceglasto-czerwony osad Cu_2O.	
	skrobia	- Nazwa: próba jodowa. - Odczynnik: płyn Lugola (roztwór jodu w jodku potasu) lub jodyna (alkoholowy roztwór jodu).	- Pozwala na wykrywanie skrobi w materiale biologicznym. - Skrobia zabarwia się na granatowy kolor.	
Tłuszcze		Odczynnik: syntetyczny barwnik – Sudan III.	- Pozwala na wykrywanie tłuszczów, ponieważ Sudan III jest barwnikiem rozpuszczalnym w tłuszczach. - Krople tłuszczu wybarwiają się na czerwony kolor.	
Białka		- Nazwa: reakcja biuretowa. - Odczynnik: $\text{Cu}(\text{OH})_2$ otrzymany w wyniku zmieszania roztworów CuSO_4 i NaOH.	- Pozwala na wykrywanie peptydów i białek zawierających w cząsteczce co najmniej dwa wiązania peptydowe. - W obecności peptydów i białek następuje zmiana barwy roztworu z niebieskiej na fioletową.	
		- Nazwa: reakcja ksantoproteinowa. - Odczynnik: stężony roztwór HNO_3.	- Pozwala na wykrywanie białek zawierających aminokwasy aromatyczne (tyrozynę, tryptofan oraz fenyloalaninę). - W obecności białek zawierających aminokwasy aromatyczne roztwór zabarwia się na żółto.	

Zdjęcia:

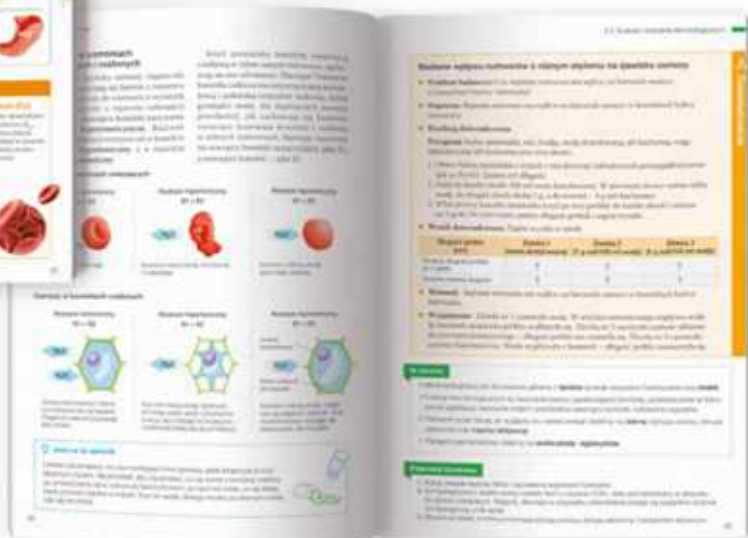
BE&W: Photo Researchers, Inc./M. I. Walker's. 154 (protisty); **EAST NEWS:** SPL/Professors P. Motta & T. Naguro s. 90 (mitochondria), SPL/Science and Technology s. 107; **FLASH PRESS MEDIA:** Diomedia/Science Source/Biophoto Associates s. 21 (ziarno pyłku), 75 (komórki tkanki kostnej), 78 (komórki nabłonka), ISM/Hervé Conge s. 75 (komórki nerwowe); **GETTY IMAGES:** Collection Mix: Subjects RM/Science Picture Co s. 29, Cultura RF/Monty Rakusen s. 21 (mikroskop elektronowy), Cultura RF/Rafe Swan s. 8 (kryminalistyka), E+/airportrait s. 8 (chirurdzy), E+/ALEAIM-AGE s. 44 (ziarno pszenicy), E+/Altayb s. 96 (dłoni), E+/CasarsaGuru s. 21 (kobieta z mikroskopem), E+/dcds s. 42 (owoce), E+/kali9 s. 9 (spotkanie z pedagogiem), E+/Steve Debenport s. 43 (karmienie piersią), E+/Thomas Vogel s. 58 (tłuszcz), **ISTOCKPHOTO** – abadonian s. 8 (oczyszczalnia ścieków), akesak s. 35 (RTG kości), anilakkus s. 56 (tran), asiseelt s. 5, dzika_mrowka s. 23 (włos), Freila s. 59 (oliwa i oliwki), Gondronk s. 44 (mrówka), HandmadePictures s. 60 (słonecznik i nasiona), Iakov Filimonov s. 131 (aerobik), Igor Tarasyuk s. 130 (piwo), JanMiko s. 37 (nartniki), José Luis Calvo Martín & Jose Enrique García-Mauriño Muzquiz s. 86 (komórki wątroby), kaanates s. 44 (ziemniaki), LOU63 s. 17 (jabłko), magicmine s. 35 (wątroba), Maridav s. 37 (biegacz), Mariusz Potocki s. 36 (foka), marvod s. 35 (skóra), Mehmet Hilmi Barcin s. 56 (oliwa), nevodka s. 115 (nabiał), puhha s. 35 (szkliwo zębów), Sasha_Suzi s. 51 (mierzenie temperatury), Sinhyu s. 35 (mózg), torwai s. 44 (rowerzysta), OJO Images RF/Chris Ryan s. 97 (rodzice z dzieckiem), Science Photo Library RF/Steve Gschmeissner s. 21 (ziarna pyłków pod mikroskopem); **Thinkstock/iStockphoto** – iStockphotons s. 154 (bakterie), Tom Linster s. 155 (wiewiórka), Valentyn Volkov s. 42 (mleko); Westend61/Steve Brookland s. 97 (rodzina); **INDIGO IMAGES:** ALAMY STOCK PHOTO – BSIP SA s. 49, Dorling Kindersley Ltd s. 22 (dawny mikroskop), Peter Hermes Furian s. 78 (komórki skórki cebuli), Sergio Azenha s. 131 (siłownia), Cultúra RM/Andrew Brookes s. 7 (pipeta); **SCIENCE PHOTO LIBRARY:** AML Images s. 21 (ziarno pyłku), Andrew Lambert Photography s. 159 (próba Fehlinga), Andrew Syred s. 96 (komórki naskórka), Dennis Kunkel Microscopy s. 44 (włókna celulozy), 86 (czerwone krwinki), 130 (Lactobacillus, komórki drożdży), Eye of Science s. 75 (pręciki siatkówki), Innerspace Imaging s. 75 (włókna mięśnia szkieletowego), 86 (mięśnie poprzecznie prążkowane), Martyn F. Chillmaid s. 159 (reakcja biuretowa), PR. G GIMENEZ-MARTIN s. 85 (chromosomy), Science Photo Library RF/MOLEKUUL s. 47 (model albuminy), Science Photo Library s. 7 (Watson i Crick), 88 (wakuola); **SHUTTERSTOCK:** Aedka Studio s. 22 (mikroskop optyczny), Africa Studio s. 96 (dziewczynka), 130 (wino), Aleksandar Milosevic s. 35 (liść), Alessandro Cristiano s. 130 (sery), Andrii Vodolazhskiy s. 73, Anikin Denis s. 7 (szczepionki), Antonina Vlasova s. 34 (produkty z magnezem), anyaivanova s. 14 (kobieta badająca rośliny), Ariwasabi s. 48 (biegnąca kobieta), BestPhotoPlus s. 46 (dziewczyna), BigBlueStudio s. 33 (mięśnie), Chetty Thomas s. 21, 35 (oko), Christoph Burgstedt s. 94 (komórki nowotworowe), Chutima Chaochaiya s. 9 (badanie uprawy), Coprid s. 44 (ryż), Dani Vincek s. 56 (smalec), de2marco s. 130 (kiszona kapusta), Diyana Dimitrova s. 56, 59 (wosk pszczeli), EHStockphoto s. 123, Elena Elisseeva s. 155 (rośliny), Eric Gevaert s. 6 (lemury), Ermolaev Alexander s. 96 (chłopiec z raną), ESB Professional s. 18 (mycie rąk), Evgeniy Kalinovskiy s. 55 (usuwanie znamion), Fahrioni s. 121 (leki), Gaak s. 45 (deser), Halfpoint s. 9 (dziewczyna z mikroskopem), isak55 s. 7 (kod genetyczny), Iamagman s. 43 (ziarno jęczmienia), Iurii Osadchi s. 111 (łyżwiarze), Jarun Ontakrai s. 75 (czerwone krwinki), Kazakova Maryia s. 96 (ilustracja truskawki), Kedsirin.J s. 21 (pręciki kwiatowe), Keith Heaton s. 7 (owca), Komsan Loonprom s. 75 (plemniki), kwanchai.c s. 154 (mikroskop), Maks Narodenko s. 44 (kukurydza), mama_mia s. 130 (jogurt), MaraZe s. 59 (masło), molekuul_be s. 46 (keratyna), Nata-Lia s. 155 (grzyby), petarg s. 48 (albumina), Phonlamai Photo s. 33 (czerwone krwinki), Pimonpim W s. 37 (skóra), Pixel Embargo s. 32 (kropla wody), robert_s s. 59 (woda), Sangaroon s. 43 (cukier), Sebastian Kaulitzki s. 32, 33 (kość), 122 (model anatomiczny człowieka), SERGZEL s. 87 (most), Serhii Moiseiev s. 117 (szklanka z aspiryną), Serhiy Kobayakov s. 132 (dziewczyna jedząca truskawki), Soloviova Liudmyla s. 38 (picie wody), SOMMAI s. 56 (masło), Tobias Arhelger s. 60 (kaczka), Tobik s. 19 (garnek z jajkami), tomtsya s. 60 (rosa), vesna cvorovic s. 8 (kosmetyki), Vima s. 130 (ciasto drożdżowe), Vlad61 s. 37 (rafa koralowa), Vshivkova s. 87 (włókna cytoszkieletu), Wavebreakmedia s. 97 (zróżnicowanie genetyczne) oraz Anna Helmin s. 24 (wykonanie zdjęcia mikroskopowego telefonem komórkowym), David M. Bolinsky/E. MERSION STUDIOS, LLC (okładka), Ewelina i Bogdan Wańkowiczowie/Patryk Budzich s. 39 (glukoza), 51 (jajko surowe i sadzone), 114 (doświadczenie – wpływ enzymów ze świeżego ananasa na białka zawarte w żelatynie), 159 (barwienie tłuszczów Sudanem III, próba jodowa, próba ksantoproteinowa), Piotr Kubat s. 54 (próba biuretowa), Wikimedia Commons/AzaToth s. 47 (model mioglobiny).

Podręcznik *Biologia na czasie 1* do zakresu podstawowego zawiera treści dotyczące metodyki doświadczeń, chemicznych podstaw życia, komórki oraz metabolizmu. Opanowanie tych zagadnień ułatwi szereg rozwiązań zawartych w podręczniku, takich jak wskazówki *Zwróć uwagę na...* oraz *Jest na to sposób*. Znalazły się tam również atrakcyjne infografiki, które ułatwiają naukę biologii, oraz samouczki *Krok po kroku*, umożliwiające kształcenie umiejętności biologicznych, takich jak przeprowadzanie doświadczeń.



Sposób na zapamiętanie

Element *Jest na to sposób* zawiera praktyczne wskazówki, jak łatwo i skutecznie opanować niezbędne wiadomości.



Różnorodne formy przekazu

Zróżnicowane formy przekazywania treści, takie jak schematy, tabele i ilustracje z opisami, ułatwiają zrozumienie i zapamiętanie kluczowych informacji.

Biologia bliska uczniowi

W podręczniku *Biologia na czasie 1* do zakresu podstawowego trudne treści zostały przedstawione w odniesieniu do człowieka. Element *Blżej życia* opisuje zagadnienia, z którymi można się spotkać w codziennym życiu lub o których można usłyszeć w mediach, a liczne infografiki na przykładzie człowieka ułatwiają zrozumienie skomplikowanych treści.



Nowa Era Sp. z o.o.



www.nowaera.pl



nowaera@nowaera.pl



Centrum Kontaktu: 801 88 10 10, 58 721 48 00

ISBN 978-83-267-3600-1



9 788326 736001