

Biologia



1

Podręcznik dla
szkoły branżowej I stopnia

EDIPERON
Technologia pełnego potencjału

Biologia

Podręcznik dla
branżowej szkoły I stopnia
dla

absolwentów ośmioletniej szkoły podstawowej

1

Beata Jakubik
Renata Szymańska

 **OPERON**
Edukacja jest podróżą

2023

Projekt okładki: Paweł Kwacz
Redaktor prowadzący: Izabela Kulaszewicz
Redakcja językowa: Monika Turata
Redakcja graficzna i skład: Andrzej Puzyński, Roman Osiński
Fotoedycja: Marta Jasińska
Korekta techniczna: zespół

Zdjęcia: BE&W, Shutterstock i Wikipedia

OPERON Sp. z o.o. oświadcza, że z należytą starannością podjął wszelkie działania zmierzające do powiadomienia podmiotów majątkowych praw autorskich do utworów słownych i fotograficznych wykorzystanych w podręczniku o zamiarze ich publikacji celem uzyskania od twórców lub ich następców prawnych wymaganej zgody za przysługującym wynagrodzeniem w stosownej wysokości. Osoby, których prawa w sposób niezawiniony przez wydawnictwo zostały naruszone, prosimy o bezpośredni kontakt z wydawcą.

Podręcznik dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania biologii na III etapie edukacyjnym – branżowa szkoła I stopnia dla uczniów będących absolwentami ośmioletniej szkoły podstawowej, na podstawie opinii rzeczoznawców: dr hab. Andrzeja Kaźmierczaka, dr Magdaleny Majewskiej, dr Gabrieli Olszowskiej.

Etap edukacyjny: III
Typ szkoły: Branżowa szkoła I stopnia
Rok dopuszczenia: 2019
Numer dopuszczenia: 1072/1/2019

© Copyright by OPERON Sp. z o.o. & Beata Jakubik i Renata Szymańska

Gdynia 2019
Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie w całości lub we fragmentach bez zgody wydawcy zabronione.
N6928

Wydawca:
OPERON Sp. z o.o.
81-212 Gdynia, ul. Hutnicza 3
tel. centrali 58 679 00 00
e-mail: info@operon.pl
www.operon.pl

ISBN 978-83-7879-872-9

04/23/IV/S65

Spis treści

Wstęp	4
I. Badania biologiczne	
1. Metody w badaniach biologicznych	8
2. Metody badawcze stosowane w biologii komórki	13
Podsumowanie działu	18
II. Budowa chemiczna organizmów	
1. Skład chemiczny organizmu	20
2. Węglowodany – budowa i znaczenie	29
3. Lipidy – budowa i znaczenie biologiczne	39
4. Białka – budowa i funkcje	44
5. Budowa i funkcje kwasów nukleinowych	49
Podsumowanie działu	54
III. Komórka jako podstawowa jednostka budulcowa organizmów	
1. Cechy organizmów	58
2. Główne cechy komórek eukariotycznych	60
3. Ultrastruktura komórki eukariotycznej	63
4. Organelle komórkowe	71
Podsumowanie działu	77
IV. Energia i metabolizm	
1. Enzymy – biologiczne katalizatory	80
2. Oddychanie komórkowe	87
3. Fermentacja	92
Podsumowanie działu	95
V. Podziały komórkowe	
1. Przebieg cyklu komórkowego	98
2. Programowana śmierć komórki	102
3. Mejoza – powstawanie gamet	104
Podsumowanie działu	107
Słowniczek trudnych pojęć	109
Indeks	112

Wstęp

Jak jest zbudowany nasz podręcznik

Podręcznik do biologii dla szkół branżowych I stopnia został zaprojektowany z uwzględnieniem waszych potrzeb i stylu nauki. Pomoże wam szybko przyswoić niezbędne informacje, skutecznie powtórzyć wiadomości oraz przygotować się do sprawdzianów i kartkówek.

Zanim zaczniecie korzystać z podręcznika, zapoznajcie się z jego budową i przyjrzyjcie się wszystkim jego elementom. Zostały one skonstruowane tak, by ułatwić wam naukę i pomóc w błyskawicznym znalezieniu potrzebnych zagadnień.

Podręcznik zawiera tylko niezbędne wiadomości ujęte w jasno i prosto sformułowanych tematach.

W tekście pojawiają się **wytłuszczenia**.
Dzięki nim łatwiej odnajdziecie istotne
zagadnienia, pojęcia i nazwy.

Przystępny język publikacji ułatwi
wam zrozumienie treści i pozytywnie
nastawi was do materiału.

Ikony na marginesach ułatwią wam odnalezienie definicji, najważniejszych treści do zapamiętania oraz eksperymentów.

1. Metody w badaniach biologicznych

Biologia to interdyscyplinarna nauka, która zajmuje się badaniem życia organizmów żywych. Obejmuje więc dyscypliny, często bardzo od siebie różnych. Wskazuje między się zarówno interdyscypliny, jak i ścisłe, naukowe, genetyka czy ekologia. W skrócie można powiedzieć, że biologia to nauka, która badałaby postać życia na różnych poziomach wstępu. Biologia na poziomie molekularnym bada życie biologiczne, biologia molekularna i genetyka molekularna, a na poziomie wielokomórkowym – anatomię, fizjologię i (nie) fizjologię. Szeroki zakres dyscypliny oznaczało niepotrzebne rozumienie zawężenia dyscypliny i funkcjonowania organizmów. Biologia dotyczy człowieka, świata zwierząt oraz roślin i ich ekologicznych środowisk.

Rozwiązaniem badań naukowych jest logiczne myślenie oraz formułowanie problemów badawczych. Nauki biologiczne opierają się na dwóch obszarach badawczych: *obszarach* i *obszarach*.

Metoda obserwacyjna polega na zawiązaniu i zaplanowaniu prowadzenia badań naukowych. Dzięki niej można zbliżyć konkretną informację o organizmach, procesach, zjawiskach czy zjawiskach. Metoda ta jest wykorzystywana, to znaczy nie polega na zdaniu żelaznych przesłanek w obserwacjach, dlatego co



Fig. 2.2.3. Metoda obserwacyjna (zarys) (zob. poprzednią stronę)

[illegible][illegible]

Rys. 1.1.3. Porządkowanie wielkościach matematycznych w biologii: (a) cięciwa; (b) ciężar ciała; (c) ciężar ciała

Experiment biology: my

Przykładowy eksperyment biologiczny

Wynikami: W pierwszym semestrze u 30 pacjentów przeprowadzono testy sensoryczno- i funkcjonalne w zakresie wytrzymałości fizycznej. W drugim semestrze u 20 pacjentów. Pacjenci podzielono na dwie grupy: 1-3 osoby: grupa 1, 2-10 pacjentów: dwójka pacjentów (grupa kontrolna), a grupa 2-10 pacjentów: jeden w parowaniu (grupa badawcza). Próba hamowania polega na wykończonym ćwiczeniu przez badaną osobę w określonym czasie oraz następujących po tym trzech powtórzeniach. Z wyznaczonych wyników wylicza się wartość (wzrost, indeks frems) i% według wzoru: $I\% = \text{czas pracy w sekundach} \times 100 / 2$ a następnie porównuje je. Użytkownik wykrył porównanie się z tabelką opracowaną przez niego na podstawie

Problem badawczy. Czy zdrowie psychiczne ma wpływ na wytrzymałość układu kostnego?

Wskazówki dla uczestników:

Hipoteza badawcza: Polskie społeczeństwo będzie wyrażało większą akceptację dla

Instrukcja przeprowadzenia doświadczenia: W pojedynczym eksperymencie brali udział dwie osoby (oba badane oraz asystent). Badano osobę z

Tabele i wykresy pomogą wam usystematyzować wiedzę.

Feb. 1.5.1. *Stilpnos staryi* *Stilpnos staryi* (1999)

[illegible][illegible]

Próba kontrolna i badawcza w eksperymentach biologicznych

Walsinghamia hutchinsonii (Sydney) has not been identified within Australia yet.



Abg.: W.G.F.H. (Frankfurt) (Frankfurt) (Frankfurt)

Stwierdzone opóźnienia zostały już w pełni rekompensowane. Dzięki ich skróceniu w przyszłości na przykład będzie szybciej obsługiwana i transportowana w tych transportach walizka z brzością. Optywizację się znowu wdroży również zainstalacja w swoim składzie pokarmowym lub nowo transportowane

[Chaperonment biologists](#)

1. Wykrywanie skrobi w produktach spożywczych

Wprowadzenie: Znaczący wpływ Logos (słownictwo) jest w języku polskim, jest to język, który jest używany w życiu codziennym. Podstawą nauki jest język, który jest używany w życiu codziennym.

Problem badawczy: Czy wszystkie produkty spożywcze zawierają saponiny?

Hypocistis badawana, *new genus* probably *quadrifida* *badawana*, *novae*

Instrukcija progresivna dišanja dojučakšćenja

Cyfel 1. W trzech próbach umieść koloryt: 2 ml roztworu siarki, 2 ml roztworu glukozy i 2 ml wody. Do każdego z nich dodaj po 2-3 krople płynu Lugola (roztwór jodu w alkoholu jodowym). Obserwuj zmiany kolorystyczne.

Ogół. 2. Na glebiowych podłożach ziemi: rozpuszczone produkty: masło, serek, twaróg, chleb, ryż, żółty ser, miód i cukier. Na wyminione produkty nawiązała 30-letnia kobieta Lucja. Chętnie jeździła za granicę.

Każda z tych teorii posiada swoje zalety i wady. Wskazanie konkretnych zalet i wad jest jednak trudne, ponieważ każda z nich ma swoje zastosowanie. Wskazanie konkretnych zalet i wad jest jednak trudne, ponieważ każda z nich ma swoje zastosowanie.

Drugą metodą badania komórek jest autoradiografia. Metoda ta pozwala za pomocą izotopów promieniotwórczych obserwować miejsca powstawania związków chemicznych w komórce czy śledzić zachodzące procesy metaboliczne (np. [2, 3]).

Obserwacje wskazują, że w tym systemie organizm jest, czyli **in vivo**, nie zawsze tak prosta, nie posiada on wszystkich aspektów ich funkcjonowania. Takie metody mogą być używane, jeżeli chodzi o proste białka i organizmy, czyli o proste układy biologiczne, natomiast w przypadku skomplikowanych białek i w bardziej złożonych organizmach, np. człowieka, nie ma możliwości ich zastosowania. W tym celu należy użyć komputera, który może symulować procesy biologiczne, np. w układach biologicznych, np. w układach biologicznych, np. w układach biologicznych.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, jakie znaczenie dla społeczeństwa ma układ mechaniczny.
2. Podaj definicje atomizmu i organizmizmu i nawiązaj do nich.
3. Wyjaśnij, czego informacja o organizmie społecznego przyczyniła się do powstania socjologii, a także do powstania socjologii.
4. Omów znaczenie ludzkości i społeczeństwa, a także ich roli w rozwoju.

Podsumowanie działu

Metabolic homeostasis in biology

- Biologia rozumie się badaniem życia oraz organizmów żywych i ich wzajemnych zależności.
- Nauka biologiczna przyczynia się do zrozumienia człowieka i jego interakcji ze środowiskiem.
- Metoda obserwacyjna polega na obserwacji żywych organizmów lub procesów i jest metodą podstawową.
- Metoda eksperymentalna polega na celowym i kontrolowanym wywołaniu zmian w warunkach laboratoryjnych, aby przetestować hipotezy i odkryć przyczyny.
- Eksperymenty biologiczne obejmują próby kontrolne, aby zapewnić wiarygodność i powtarzalność wyników (podwójny ślepy test, randomizacja).
- Badania biologiczne prowadzą do odkrycia struktury i funkcji, które pomagają zrozumieć problemy ludzkiego, zdrowienia, choroby i choroby, wpływając na postęp medycyny i ochronę środowiska.
- Wzajemność między biologią a innymi dziedzinami, takimi jak fizyka, chemia i matematyka, przyczynia się do rozwoju biologii.
- W badaniach biologicznych wykorzystuje się narzędzia i technologie, takie jak mikroskopy, sekwencjatory DNA i narzędzia bioinformatyczne.

Observed, χ^2 reference values are:

- Ocena jakości kampanii i wydobycie z nich śladu negatywnego i straszenia kampanie wycofywanie się z kampanie
- Podsumowanie i opisanie wykładniczo podjętych kampanii, które przyniosły niekorzystny efekt (np. 2009-2010), ale i z tego wynika, że kampanie przygotowano w sposób, który nie spowodował żadnych skutków
- Na przykładzie straszenia i wycofywania kampanii, które przyniosły niekorzystny efekt, można zobaczyć, że kampanie przygotowano w sposób, który nie spowodował żadnych skutków
- Kampanie przygotowano w sposób, który nie spowodował żadnych skutków

Pytania i polecenia przećwiczcie w toku lekcji lub wykorzystajcie do nauki w domu lub przed kartkówką czy sprawdzianem.

Uwaga: odpowiedzi do zadań wymagających pisemnego rozwiązania zapiszcie w zeszycie.



BADANIA BIOLOGICZNE

1. Metody w badaniach biologicznych

Biologia to fascynująca nauka, która zajmuje się **badaniem życia organizmów żywych**. Obejmuje wiele dyscyplin, często bardzo od siebie różnych. W biologii mieści się zarówno mikrobiologia, jak i botanika, zoologia, genetyka czy ekologia. W zależności od zastosowanego kryterium można dokonać podziału biologii na różne gałęzie wiedzy (np. biologia na poziomie molekularnym obejmuje biochemię, biologię molekularną i genetykę molekularną, a na poziomie wielokomórkowym – anatomię, fizjologię czy histologię). Szeroki wachlarz dyscyplin pozwala kompleksowo zrozumieć zawitości budowy i funkcjonowania organizmów. Biologia uczy poznawać świat poprzez obserwowanie i eksperymentowanie.

Podstawą badań naukowych jest logiczne myślenie oraz formułowanie problemów badawczych. Nauki biologiczne opierają się na dwóch metodach badawczych: **obserwacyjnej** oraz **eksperymentalnej**.

Metoda obserwacyjna polega na zamierzonym i zaplanowanym prowadzeniu badań naukowych. Dzięki niej można zdobyć konkretne informacje o organizmach, procesach, zależnościach czy zjawiskach. Metoda ta jest nieinwazyjna, to znaczy nie pociąga za sobą żadnych zmian w obserwowanym obiekcie czy



Ryc. I.1.1. Metoda obserwacyjna często jest prowadzona w warunkach polowych. Polega na opisie oraz dokumentacji wybranych elementów przyrody.

procesie. Obserwacja naukowa polega zwykle na opisie badanych elementów przyrody. Często prowadzi się ją w warunkach naturalnych (ryc. I.1.1.). Metoda obserwacyjna niejednokrotnie stanowi wstęp do kolejnych badań naukowych, a także jest jednym z etapów doświadczenia (np. obserwacja zmiany koloru roztworu po dodaniu odczynnika, przed kolejnym pomiarem).

Metoda eksperymentalna (doświadczalna) polega na zamierzonej zmianie warunków lub czynników wpływających na badany organizm. Ma to na celu poznanie zależności przyczynowych leżących u podstaw badanych procesów. Eksperymenty najczęściej prowadzi się w specjalnie przystosowanych do tego celu pomieszczeniach, czyli w **laboratoriach** (ryc. I.1.2.). Laboratoria są wyposażone w instrumenty badawcze (np. wirówki, wagi analityczne, spektrofotometry czy

mikroskopy), które umożliwiają wykonanie eksperymentu. Pozwala to na kontrolę warunków przebiegu doświadczenia oraz na wielokrotne jego powtórzenia.



Ryc. I.1.2. Wyposażenie laboratorium biologicznego umożliwia przeprowadzanie badań eksperymentalnych.

Etapy prowadzenia badań biologicznych

Badania biologiczne prowadzi się według określonego schematu oraz z zachowaniem wszystkich zasad bezpieczeństwa i etyki. Wyróżniamy następujące etapy badań biologicznych (tab. I.1.1.):

- sformułowanie problemu badawczego, które najczęściej ma postać zdania pytającego. Problem badawczy służy do określenia celu badania.
- postawienie hipotezy badawczej, która najczęściej przyjmuje formę zdania oznajmującego. Hipoteza badawcza jest przewidywaną odpowiedzią na pytanie postawione w problemie badawczym.
- weryfikacja hipotezy badawczej, która polega na sprawdzeniu jej poprawności za pomocą metody obserwacyjnej lub eksperymentalnej. W tym celu należy wybrać odpowiedni obiekt badań oraz sposób wykonania eksperymentu. Eksperyment musi być prowadzony według ściśle określonej procedury (instrukcji) uwzględniającej niezbędne ilości odczynników (ich stężenia) i materiałów oraz potrzebne urządzenia. Badania muszą być powtórzone kilkakrotnie, a uzyskane wyniki powtarzalne (wartości danych muszą być podobne). Przebieg badania wraz z wynikami należy starannie zapisać w taki sposób, aby inna osoba na ich podstawie mogła to badanie powtórzyć.
- sformułowanie wniosków będących potwierdzeniem lub zaprzeczeniem hipotezy. Wnioski mogą być wyciągane tylko na podstawie otrzymanych wyników.

Tab. I.1.1. Główne etapy badania biologicznego

BADANIE BIOLOGICZNE
PROBLEM BADAWCZY
HIPOTEZA BADAWCZA
WERYFIKACJA HIPOTEZY
zaplanowanie eksperymentu wykonanie badań zebranie i opracowanie wyników
WNIOSEK

Zbiornicze wyniki uzyskane w trakcie badań biologicznych muszą zostać przeanalizowane i opracowane. Ważnym elementem obróbki danych jest ich **analiza statystyczna**, która pozwala na wykrycie pewnych prawidłowości w badanych zjawiskach. Opracowane dane możemy przedstawić w formie opisowej, tabelarycznej lub graficznej (np. wykres, diagram, zdjęcie). Tak przygotowane wyniki mogą być udostępnione szerokiemu gronu (np. w trakcie prezentacji lekcyjnych, referatów kół naukowych, specjalistycznych konferencji czy jako publikacje naukowe). Każde wiarygodne badanie biologiczne jest cegiełką pozwalającą na lepsze zrozumienie funkcjonowania organizmów. W szerokim wymiarze służy ono całemu społeczeństwu.

Próba kontrolna i badawcza w eksperymentach biologicznych

W eksperymencie biologicznym konieczne jest określenie próby kontrolnej i próby badawczej. **Próbie kontrolną** stanowią organizmy lub procesy, których nie poddajemy czynnościom doświadczalnym, lecz pozostawiamy w stanie naturalnym. Próba kontrolna to odniesienie dla **próby badawczej**, która obejmuje organizmy lub procesy poddane czynnościom doświadczalnym.

Materiał do badań biologicznych

Badania biologiczne przeprowadza się na określonym **materiale badawczym**. Materiałem tym mogą być całe organizmy (rośliny, zwierzęta, bakterie, grzyby) oraz ich części, jak organy roślinne (np. liście) czy zwierzęce (np. wątroba czy serce). Badaniom biologicznym poddaje się także komórki (roślinne lub zwierzęce) oraz wyizolowane z organizmów cząsteczki (białka, kwasy nukleinowe, lipidy).

Badania biologiczne opierają się na **organizmach modelowych**. Model biologiczny jest swego rodzaju reprezentantem innych organizmów, a wyniki uzyskane w trakcie jego badania można odnieść do innych, podobnych pod względem

budowy biochemicznej oraz procesów metabolicznych. Badania na organizmach modelowych zastępują między innymi badania z wykorzystaniem organów czy komórek ludzkich, organizmów chronionych lub organizmów, których na przykład rozmiar uniemożliwiłby pracę w laboratorium. Do najważniejszych organizmów modelowych wykorzystywanych w biologii należą: mysz (rodzaj *Mus*) – jako model ssaczy (ryc. I.1.3.), owad muszka owocowa (*Drosophila melanogaster*, czytaj: drosophila melanogaster), nicienie (*Caenorhabditis elegans*, czytaj: kenorabditis elegans), drożdże piekarnicze (*Saccharomyces cerevisiae*, czytaj: sakcharomyces cerewisje), roślina rzodkiewnik pospolity (*Arabidopsis thaliana*, czytaj: arabidopsis taliana) (ryc. I.1.3.), a także bakteria pałeczka okrężnicy (*Escherichia coli*, czytaj: eszerichia koli).



Ryc. I.1.3. Przykładowe organizmy modelowe wykorzystywane w biologii: (A) mysz, (B) rzodkiewnik pospolity.

Eksperyment biologiczny

Przykładowy eksperyment biologiczny

Wprowadzenie: W pewnym sanatorium u 10 pacjentów przeprowadzono test oceny wydolności układu krążenia w warunkach wysiłku fizycznego znany jako próba harwardzka. Pacjentów podzielono na dwie grupy (po 5 osób): grupa I to pacjenci niepalący papierosów (próba kontrolna), a grupa II to pacjenci palący papierosy (próba badawcza). Próba harwardzka polega na wykonywaniu ćwiczeń przez badaną osobę w określonym czasie oraz następujących po tym trzech pomiarach tętna. Z uzyskanych wyników wylicza się wartość tzw. indeksu fitness (FI) według wzoru: $FI = \text{czas pracy w sekundach} \times 100 / 2 \times \text{suma trzech pomiarów tętna}$. Uzyskane wyniki porównuje się z tabelą opracowaną przez autorów tego testu.

Problem badawczy: Czy palenie papierosów ma wpływ na wydolność układu krążenia?

Hipoteza badawcza: Palenie papierosów obniża wydolność układu krążenia.

Instrukcja przeprowadzenia doświadczenia: W pojedynczym eksperymencie brały udział dwie osoby (osoba badana oraz asystent). Badana osoba przez 5 minut wchodziła na stopień schodów i schodziła z niego w tempie 30 wejść na minutę, a osoba asystująca dyktowała tempo ćwiczenia. Po wysiłku osoba badana odpoczywała przez 1 minutę, a następnie asystent wykonywał u niej pomiar tętna na tętnicy szyjnej, który trwał 30 s (pomiar I). Po upływie 2 minut czynność tę powtórzono (pomiar II), a ostatni pomiar tętna wykonano po upływie 3 minut (pomiar III).

Uzyskane wyniki eksperymentu przedstawia poniższa tabela.

WYNIKI			
Pacjenci palący papierosy		Pacjenci niepalący papierosów	
	IF		IF
pacjent 1	52	pacjent 1	75
pacjent 2	60	pacjent 2	82
pacjent 3	63	pacjent 3	88
pacjent 4	57	pacjent 4	95
pacjent 5	58	pacjent 5	90

Uzyskane wyniki porównano ze skalą sprawności dla próby harwardzkiej:

Wskaźnik FI [pkt]	Ocena sprawności
poniżej 55	zła
55–64	poniżej przeciętnej
65–79	przeciętna
80–89	dobra
powyżej 90	bardzo dobra

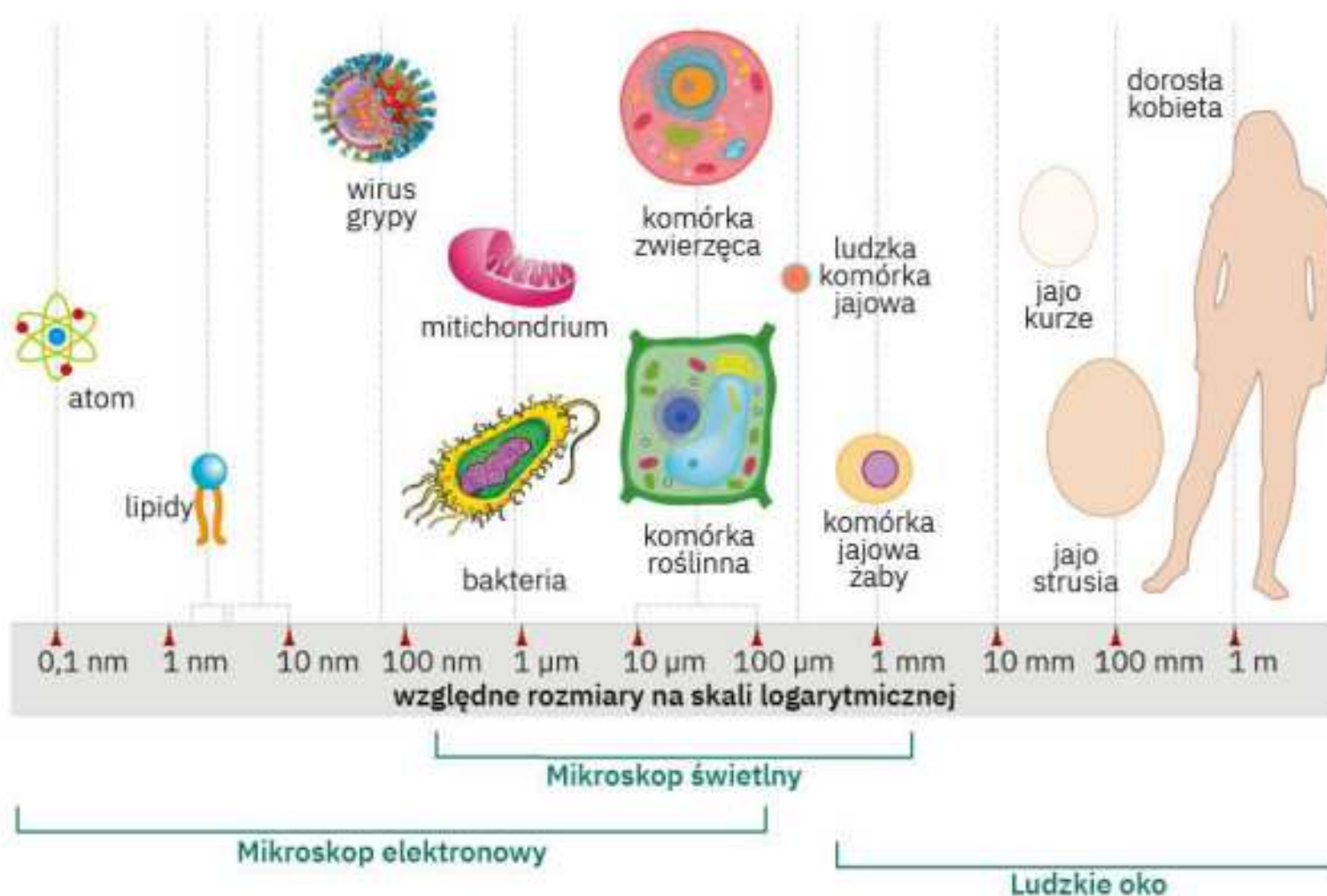
Wniosek: Palenie papierosów wpływa na obniżenie wydolności układu krążenia u badanych pacjentów.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij różnicę pomiędzy metodą obserwacyjną a eksperymentalną.
2. Wymień etapy badania biologicznego.
3. Pewna grupa uczniów postawiła następujący problem badawczy: Czy światło jest konieczne do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin? Zaplanuj doświadczenie uwzględniające wszystkie etapy badania biologicznego, które pozwoli odpowiedzieć na postawiony problem badawczy.

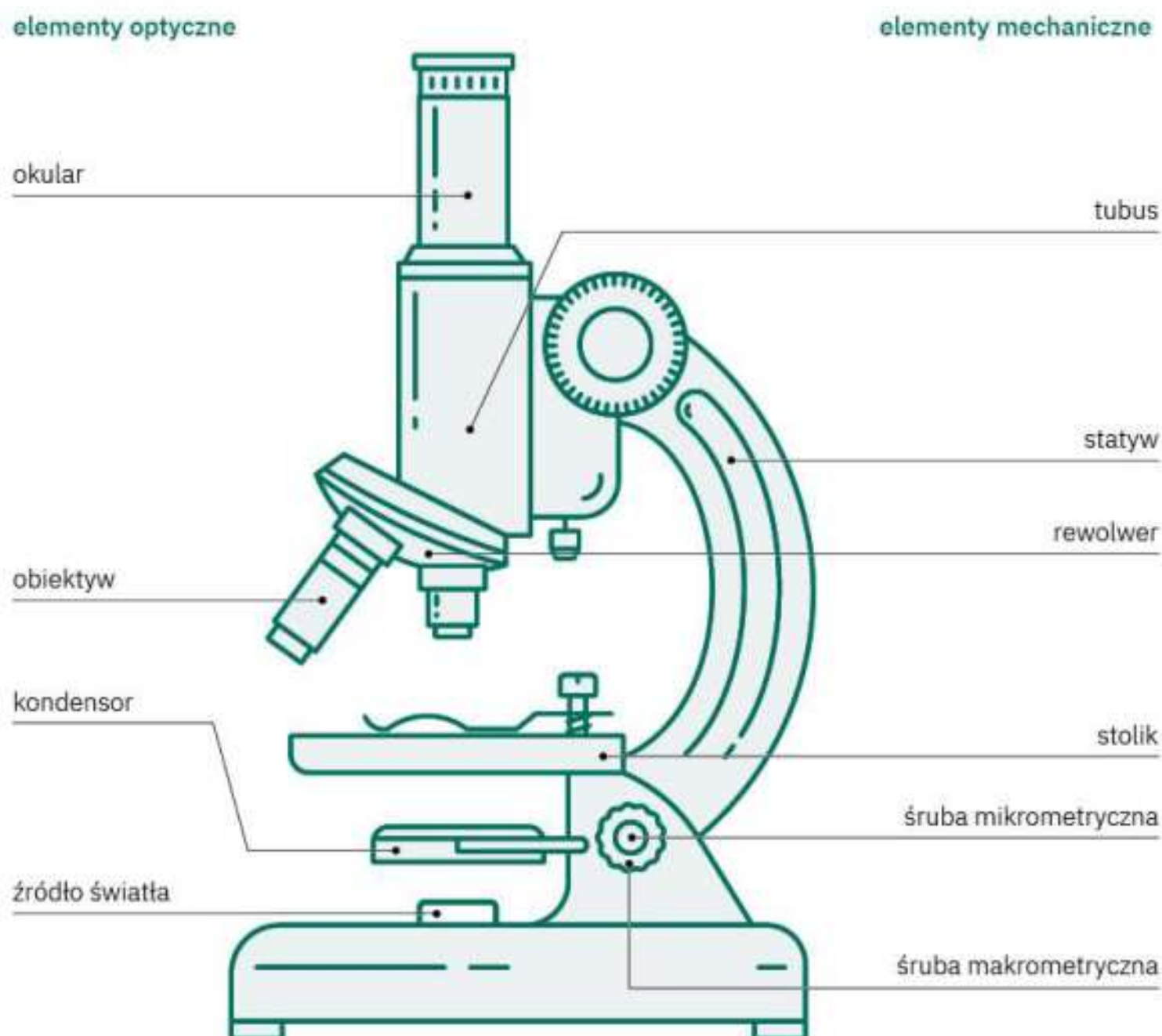
2. Metody badawcze stosowane w biologii komórki

Zrozumienie, w jaki sposób funkcjonują obiekty biologiczne, jest możliwe dzięki prowadzeniu dokładnych obserwacji biologicznych. Wielkość obiektów biologicznych bardzo się różni. Te, których wymiary mieszczą się w granicach rozdzielczości oka ludzkiego, możemy badać bezpośrednio bez użycia przyrządów optycznych. W przypadku mniejszych posługujemy się lupą lub możemy obserwować wyłącznie pod mikroskopem optycznym lub elektronowym (ryc. I.2.1.). Mikroskop świetlny nie jest w stanie pokazać szczegółów mniejszych niż około 200 nanometrów. Za jego pomocą obserwujemy między innymi komórki bakterii, komórki roślin i zwierząt, a także niektóre organelle komórkowe, na przykład chloroplasty czy mitochondria. Natomiast struktury, jak wirusy, rybosomy, związki chemiczne budujące komórkę (białka czy lipidy), badamy wyłącznie za pomocą mikroskopu elektronowego.



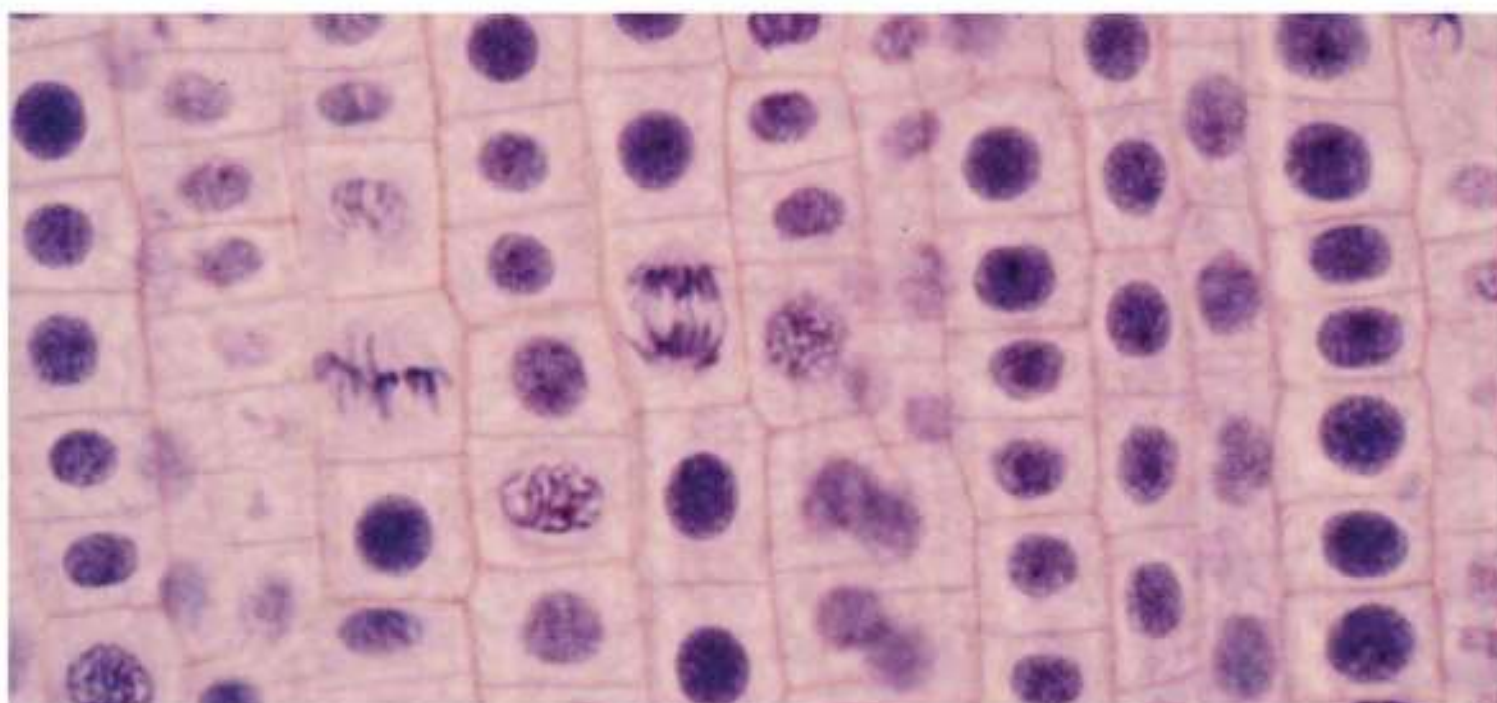
Ryc. I.2.1. Porównanie rozmiarów różnych obiektów biologicznych obserwowanych gołym okiem za pomocą mikroskopu świetlnego i elektronowego. Wielkości obiektów zostały przedstawione na skali logarytmicznej, która pozwala na dokonane porównania od poziomu związków chemicznych do poziomu organizmów ($1 \text{ nanometr (nm)} = 10^{-3} \mu\text{m}$, $1 \text{ mikrometr } (\mu\text{m}) = 10^{-3} \text{ mm}$, $1 \text{ milimetr (mm)} = 10^{-3} \text{ m}$, $1 \text{ centymetr (cm)} = 10^{-2} \text{ m}$).

W mikroskopie optycznym jako źródło światła wykorzystuje się wiązkę światła widzialnego, która zostaje skupiona na oglądanym preparacie (ryc. I.2.2.). Pozwala to w najlepszych typach mikroskopów na powiększenie obrazu oglądanych obiektów około 1000 razy.



Ryc. I.2.2. Schemat działania mikroskopu optycznego. Standardowy mikroskop optyczny jest zbudowany z dwóch układów: optycznego i mechanicznego. Wiązka światła ulega skupieniu za pomocą soczewki kondensora na przygotowanym preparacie, powstały obraz dzięki współpracy soczewek obiektywu i okularu jest powiększony, odwrócony, rzeczywisty i zogniskowany w oku badacza.

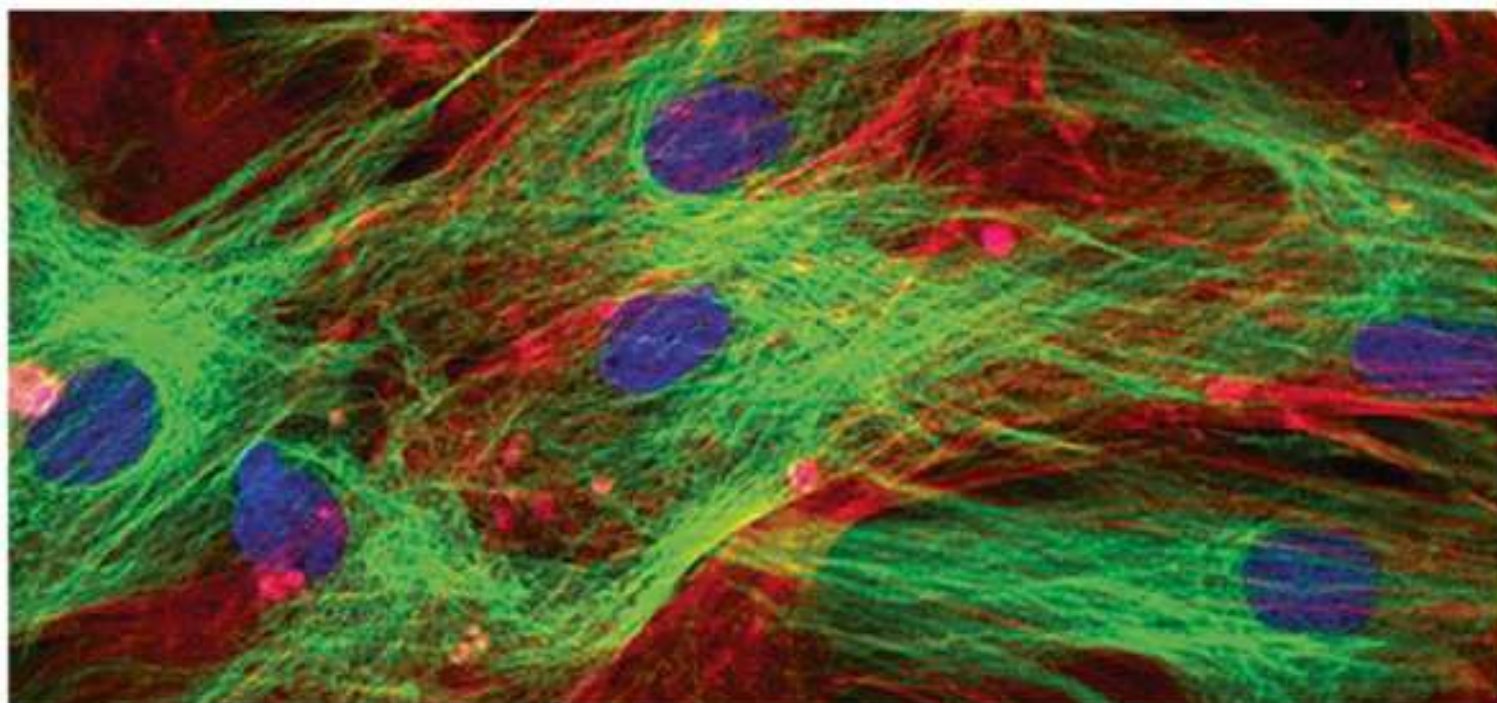
Mikroskop optyczny umożliwia oglądanie zarówno żywych, jak i martwych komórek. W celu zaobserwowania dokładnych szczegółów budowy czy czynności życiowych żywych komórek stosuje się czasami barwienie odpowiednimi barwnikami, które nie są dla nich toksyczne, tzw. barwienie przyżyciowe. Najczęściej technika barwienia wiąże się z preparatami martwymi, w których wybarwia się tylko odpowiednie struktury komórkowe (ryc. I.2.3.).



Ryc. I.2.3. Preparat przedstawiający etapy mitozy w komórkach stożka wzrostu cebuli barwiony hematoksyliną – organicznym barwnikiem wybarwiającym zasadochłonne struktury komórkowe, między innymi jądra komórkowe, co jest widoczne na preparacie.

Na szczegółowe obserwacje żywych struktur komórkowych bez barwienia pozwalają **mikroskopy kontrastowo-fazowe**, które wykorzystują zjawisko interferencji fal świetlnych.

Bardziej zaawansowanym mikroskopem optycznym jest **mikroskop fluorescencyjny**, dzięki któremu możemy zobaczyć położenie wybranych struktur komórkowych, na przykład białek cytozolu czy jądra komórkowego (ryc. I.2.4.).

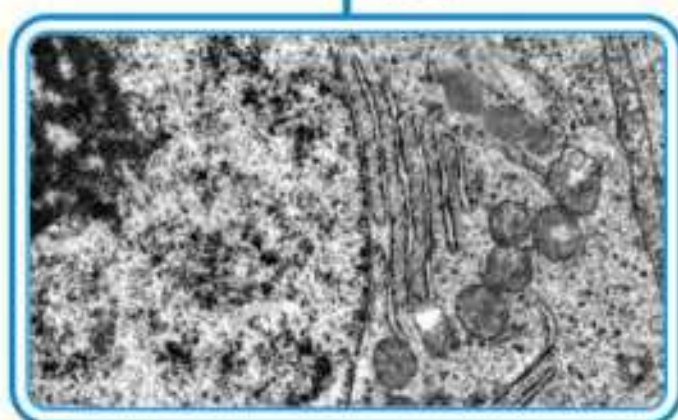


Ryc. I.2.4. Komórki śródbłónka człowieka widoczne w mikroskopie fluorescencyjnym, którego działanie opiera się na wykorzystaniu zjawiska fluorescencji, czyli emisji światła widzialnego w wyniku naświetlania preparatów promieniami ultrafioletowymi, niebieskimi lub zielonymi. Na fotografii dobrze widoczne jądra komórkowe zaznaczono kolorem niebieskim, włókna białek: aktyny – kolorem czerwonym, a tubuliny – zielonym.

Obserwacje szczegółów budowy komórki nawet na poziomie atomowym umożliwia **mikroskop elektronowy**, który daje powiększenie obrazu do 1 000 000 razy. Obraz uzyskuje się dzięki wiązce elektronów (ryc. I.2.5.).

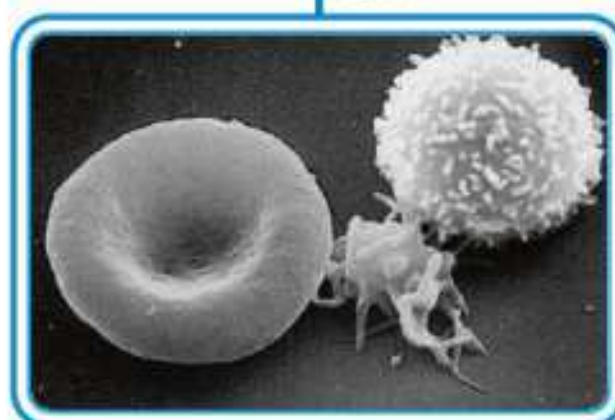


TEM



Aparat Golgiego (czytaj: goldźiego)

SEM



Komórki krwi

Ryc. I.2.5. Mikroskop elektronowy. Wyróżniamy dwa rodzaje mikroskopów elektronowych: transmisyjny (TEM) dający dwuwymiarowy obraz i skaningowy (SEM) pozwalający na uzyskanie trójwymiarowego obrazu.

Aby można było dokładnie poznać budowę i funkcjonowanie komórki, należy dokonać analizy biochemicznej jej poszczególnych struktur. Jedną z takich metod jest frakcjonowanie komórek, czyli oddzielenie poszczególnych struktur komórkowych w zależności od ich masy, powierzchni i ciężaru właściwego.

Inną metodą badania komórek stanowi autoradiografia. Metoda ta pozwala za pomocą izotopów promieniotwórczych obserwować miejsce pierwiastków i związków chemicznych w komórce czy śledzić zachodzące procesy metaboliczne (ryc. I.2.6.).

Obserwacje komórek w żywym organizmie, czyli **in vivo** (czytaj: in wiwo), nie zawsze pozwalają na poznanie

wszystkich aspektów ich funkcjonowania. Takie możliwości dają hodowle komórek i tkanek prowadzone poza żywym organizmem, czyli **in vitro** (czytaj: in vitro), które są jedną z najczęściej stosowanych we współczesnej cytologii i histologii technik laboratoryjnych. W dobie rozwijającej się biotechnologii hodowle **in vitro** znalazły szerokie zastosowanie w medycynie, farmacji (np. do analizy wchłaniania leków przez błony biologiczne) oraz transplantologii (uzyskiwanie sztucznych tkanek i narządów), co zostanie szczegółowo omówione na dalszym etapie kształcenia.



Ryc. I.2.6. Autoradiogram szczegółowo przedstawiający obraz położenia składników radioaktywnych.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, jakie znaczenie dla uzyskania właściwego obrazu w mikroskopie optycznym ma układ mechaniczny.
2. Powiększenie obserwowanego obiektu w mikroskopie obliczamy z iloczynu powiększenia okularu i powiększenia obiektywu. Oblicz, jakiego obiektywu użyjesz, oglądając pod mikroskopem powiększone 4000 razy komórki naskórka, jeśli powiększenie okularu wynosi 10 razy.
3. Wskaż rodzaj mikroskopu, za pomocą którego możesz dokonać obserwacji następujących obiektów przyrodniczych: cząsteczki białka, wnętrza mitochondrium, komórki jajowej.
4. Omów znaczenie hodowli *in vitro* komórek i tkanek w rozwoju współczesnej medycyny, farmacji i biotechnologii.

Podsumowanie działu

Metody w badaniach biologicznych

- Biologia zajmuje się badaniem życia oraz organizmów i obejmuje wiele dyscyplin.
- Nauki biologiczne opierają się na metodzie obserwacyjnej oraz metodzie eksperymentalnej.
- Metoda obserwacyjna służy do zbierania danych o organizmach lub procesach i jest metodą nieinwazyjną.
- Metoda eksperymentalna polega na zamierzonej zmianie warunków procesu lub czynników wpływających na badany organizm.
- Eksperyment biologiczny obejmuje próbę kontrolną (w stanie naturalnym) oraz próbę badawczą (poddaną czynnościom doświadczalnym).
- Badania biologiczne prowadzi się według określonego schematu, który obejmuje: sformułowanie problemu badawczego, postawienie hipotezy badawczej, weryfikację hipotezy badawczej oraz sformułowanie wniosków.
- Materiałem badawczym w biologii mogą być organizmy, organy, komórki lub makrocząsteczki.
- W badaniach biologicznych wykorzystuje się organizmy modelowe (zwierzęce i roślinne).

Metody badawcze stosowane w biologii komórki

- Do badania komórek i wchodzących w ich skład organelli i struktur komórkowych wykorzystuje się mikroskopy.
- Podstawowym typem mikroskopu jest mikroskop świetlny, który pozwala na obserwację zarówno żywych, jak i martwych komórek. Barwienie preparatów mikroskopowych umożliwia obserwację szczegółów budowy komórki.
- Na szczegółowe obserwacje żywych struktur komórkowych bez barwienia pozwalają mikroskopy kontrastowo-fazowe, które wykorzystują zjawisko interferencji fal świetlnych.
- Mikroskop fluorescencyjny jest bardziej zaawansowanym mikroskopem świetlnym. Jego działanie opiera się na wykorzystaniu zjawiska fluorescencji.



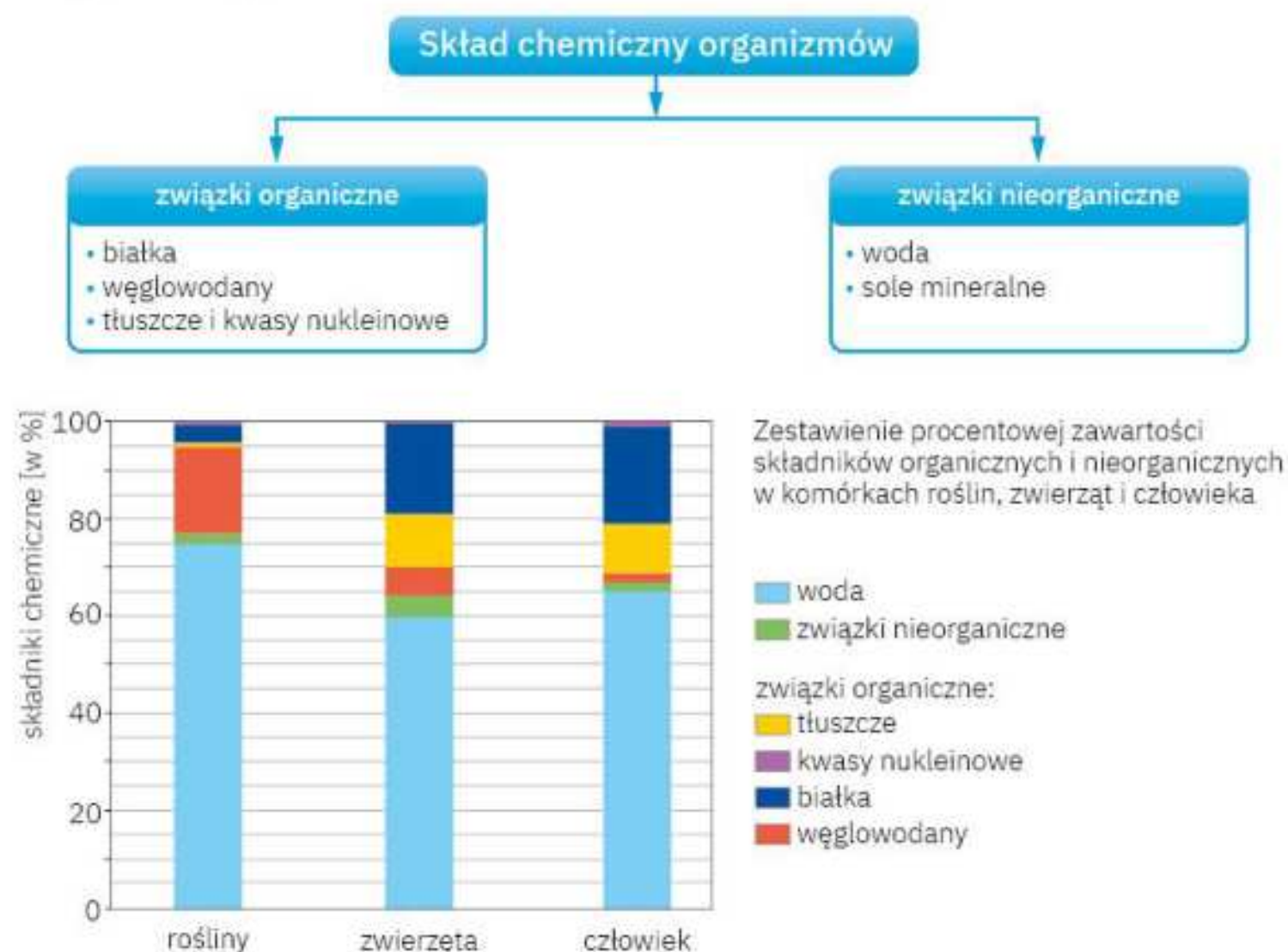
BUDOWA CHEMICZNA ORGANIZMÓW

1. Skład chemiczny organizmu

Związki chemiczne

W skład organizmów wchodzi różne rodzaje związków chemicznych: nieorganiczne i organiczne. **Związki nieorganiczne** to substancje, w których budowie nie występuje atom węgla (wyjątki: dwutlenek węgla CO_2 , kwas węglowy H_2CO_3 i jego sole). Najważniejszymi związkami nieorganicznymi występującymi w organizmach są woda i sole mineralne.

Związki organiczne to białka, tłuszcze, cukry (węglowodany) i kwasy nukleinowe (ryc. II.1.1.).



Ryc. II.1.1. Udział procentowy składników organicznych i nieorganicznych w komórkach roślin, zwierząt i człowieka.

Pierwiastki chemiczne

Spośród 94 pierwiastków obecnie występujących na Ziemi około 25 ma istotne znaczenie dla funkcjonowania organizmów. Udział i rola tych pierwiastków są różne dla określonych grup organizmów, na przykład skutki niedoboru jodu u człowieka i zwierząt są wyraźne, a brak ich u roślin.

Ze względu na zawartość procentową pierwiastków w suchej masie organizmu wyróżniamy **makroelementy** (powyżej 0,01%), **mikroelementy** (poniżej 0,01%) i **ultraelementy**, czyli pierwiastki śladowe (mniej niż 0,0001%).

Makroelementy są niezbędne do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmów. To pierwiastki, których organizm potrzebuje w dużych ilościach. Sześć spośród nich: węgiel (C), wodór (H), tlen (O), azot (N), siarka (S) i fosfor (P) budują związki organiczne wszystkich żywych organizmów (białka, kwasy nukleinowe, tłuszcze i węglowodany) (tab. II.1.1.). Nazywamy je **pierwiastkami biogennymi** lub budulcowymi (z gr. *bios* – życie, gr. *gennom* – rodzić; w dosłownym tłumaczeniu: życiodajne). Cztery z nich: węgiel, wodór, tlen i azot stanowią od 96 do 99% suchej masy organizmu.

Tab. II.1.1. Pierwiastki biogenne

Pierwiastek	Najważniejsza rola w organizmie	Główne źródło	Niektóre skutki niedoboru u zwierząt i człowieka
węgiel (C) tlen (O) wodór (H)	podstawowe pierwiastki budulcowe wszystkich związków organicznych; tlen jako <u>substrat</u> bierze udział w oddychaniu tlenowym zachodzącym w mitochondrium	produkty pokarmowe	zahamowanie procesów życiowych i śmierć organizmu
azot (N)	składnik białek, kwasów nukleinowych, nośników energii (ATP, ADP), główny składnik zbędnych metabolitów wydalanych przez zwierzęta	produkty białkowe zwierzęce (mięso, nabiał, ryby, owoce morza), roślinne (nasiona strączkowe, orzechy i pestki, pełne nasiona zbóż)	zahamowanie procesów życiowych (wychudzenie, osłabiony wzrost u dzieci, ogólne osłabienie, zmiany skórne, choroby wątroby)
siarka (S)	składnik niektórych aminokwasów, białek (budujących włosy, paznokcie i naskórek), enzymów, hormonów, składnik koenzymu A (uczestniczy w oddychaniu komórkowym)	jaja, mleko i jego przetwory, mięso, rośliny strączkowe, czosnek, cebula, kapusta, papryka, niektóre owoce (truskawki, awokado, morele)	pogorszenie stanu włosów, paznokci, skóry, pogorszenie wchłaniania innych pierwiastków (magnez, żelazo, potas, wapń); zaburzenia pracy wątroby
fosfor (P)	składnik nukleotydów, kwasów nukleinowych, związków wysokoenergetycznych (ATP, ADP) i niektórych białek, składnik kości, zębów	otręby pszenne, sery, mleko, orzechy, pełne nasiona zbóż, wątroba wieprzowa	zaburzenia wzrostu; osłabienia i bóle mięśni, kości, zaburzenia oddychania, zaburzenia neurologiczne

Oprócz pierwiastków biogennych do makroelementów zaliczamy także: wapń (Ca), magnez (Mg), sód (Na), potas (K), chlor (Cl) (tab. II.1.2.).

Tab. II.1.2. Makroelementy

Pierwiastek	Najważniejsza rola w organizmie	Główne źródło	Niektóre skutki niedoboru u zwierząt i człowieka
wapń (Ca)	składnik budulcowy kości, zębów, bierze udział w skurczu mięśnia i procesie krzepnięcia krwi, oraz odpowiada za prawidłowe przewodnictwo impulsów nerwowych	mleko i produkty mleczne, ryby, orzechy, natka pietruszki, szpinak, orzechy	u dzieci i młodzieży zmniejszenie masy kostnej, krzywica; u dorosłych osteoporoza, skurcze mięśni
magnez (Mg)	składnik kości, zębów, mięśni, aktywator wielu enzymów	szpinak, kasza gryczana, ciemne pieczywo, warzywa strączkowe, owoce morza, kakao, gorzka czekolada	zwiększenie pobudliwości nerwowo-mięśniowej: zaburzenia rytmu serca, ogólne osłabienie organizmu; bóle i zawroty głowy; rozdrażnienie
sód (Na)	uczestniczy w przewodzeniu impulsów nerwowych, reguluje ciśnienie osmotyczne krwi	sól kuchenna, ryby, owoce morza	mniejsza pobudliwość komórek nerwowych, skurcze mięśni, obniżone ciśnienie krwi, odwodnienie (suchość skóry i błon śluzowych)
potas (K)	uczestniczy w przewodzeniu impulsów nerwowych, reguluje gospodarkę wodno-elektrolitową i pracę nerek, wpływa na skurcze mięśni przez utrzymanie potencjału błonowego	nasiona roślin strączkowych, kakao, orzechy (zwłaszcza arachidowe i włoskie), suszone owoce (głównie morele, rodzynki, jabłka, figi), niektóre warzywa (np. pomidory, ziemniaki, brokuły, buraki, seler) i owoce (np. banany, brzoskwinie, morele, owoce cytrusowe)	osłabienie pracy mięśni; choroby serca i nerek, nadciśnienie, ogólne osłabienie organizmu, apatia
chlor (Cl)	reguluje gospodarkę wodno-elektrolitową i równowagę kwasowo-zasadową (aktywuje enzymy trawienne w układzie pokarmowym)	sól kuchenna, owoce morza, ryby	osłabienie pracy mięśni, zaburzenia procesu trawienia

Mikroelementy to pierwiastki, które występują w organizmie w niewielkich ilościach w porównaniu do makroelementów. Należą do nich na przykład: żelazo (Fe), jod (I), fluor (F), a także miedź (Cu), kobalt (Co), cynk (Zn), fluor (F) (tab. II.1.3.). Są one niezbędne do życia i prawidłowego rozwoju organizmu.

Tab. II.1.3. Wybrane mikroelementy

Pierwiastek	Najważniejsza rola w organizmie	Główne źródło	Niektóre skutki niedoboru u zwierząt i człowieka
żelazo (Fe)	składnik białek złożonych magazynujących (mioglobina) lub transportujących (hemoglobina) tlen, składnik enzymów łańcucha oddechowego	podroby (wątroba, nerki), mięso, jaja, nasiona roślin strączkowych (soja, fasola), korzeń pietruszki, niektóre owoce (morele, śliwki, figi), nasiona sezamu, dyni i słonecznika	anemia i osłabienie organizmu, apatia, zaburzenia procesu oddychania i pracy serca
jod (I)	składnik hormonów tarczycy (odpowiadają za pracę serca, układu nerwowego i przemianę materii)	sól jodowana, owoce morza, glony, niektóre ryby (np. dorsz), fasola, borówki, ziemniaki, truskawki	opóźnienie rozwoju umysłowego, zwolnienie tempa metabolizmu
fluor (F)	składnik kości i zębów	woda wodociągowa, herbata, ryby, produkty pełnoziarniste, sery (żółte, pleśniowe i topione)	próchnica zębów

Aby zachować w organizmie równowagę (homeostazę), poziom makroelementów i mikroelementów powinien być odpowiedni. Zarówno niedobór, jak i nadmiar ww. pierwiastków wywołuje różne schorzenia u człowieka (ryc. II.1.2.).



Ryc. II.1.2. Skutki niedoboru niektórych pierwiastków: (A) jodu – powiększenie tarczycy tzw. wole i jej niedoczynność, (B) fluoru – próchnica zębów, (C) wapnia – słaby wzrost kości, co sprzyja ich pękaniu.



Dlatego lekarze i dietetycy zalecają spożywanie zbilansowanej diety, która dostarcza wszystkich niezbędnych do funkcjonowania organizmu składników (ryc. II.1.3.).

Niedobory w sezonie zimowym niektórych pierwiastków oprócz stosowania prawidłowej diety można uzupełniać poprzez spożywanie preparatów farmakologicznych zawierających określony zestaw makro- i mikroelementów.

Ryc. II.1.3. Różnorodna dieta i aktywność fizyczna to recepta na zdrowe życie.

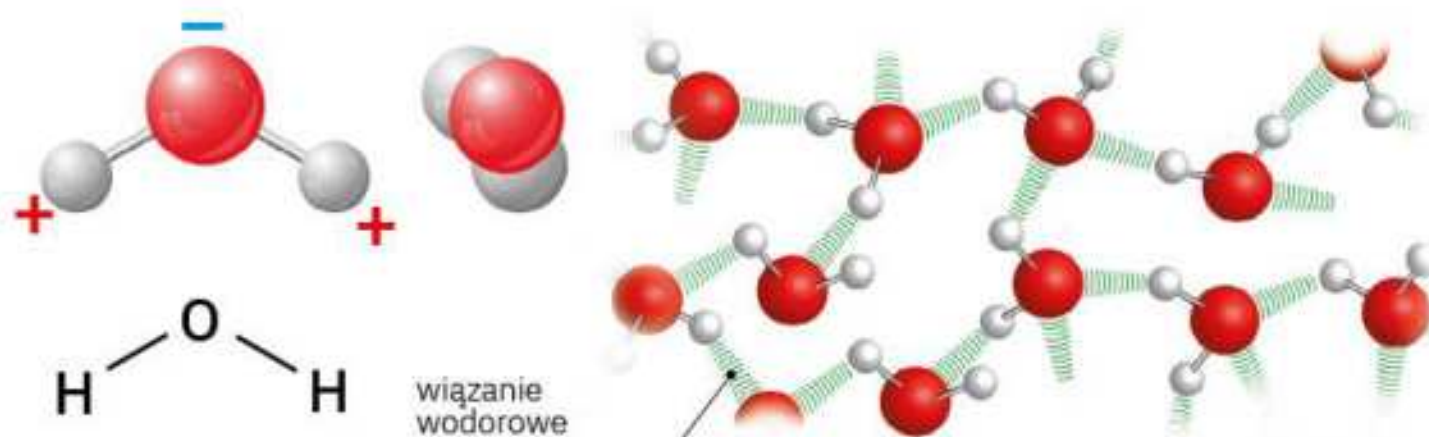
Budowa i właściwości wody

Woda to podstawowy czynnik warunkujący istnienie życia na Ziemi. Bez niej niemożliwe jest istnienie nie tylko człowieka, lecz także jakichkolwiek organizmów. Wchodzi w skład zarówno roztworów w komórce, gdyż stanowi środowisko zachodzenia w nich wielu reakcji biochemicznych, jak i płynów ustrojowych organizmu. Średnia zawartość wody w organizmach wynosi od 65 do 75%. Jej ilość wpływa na szybkość przemian metabolicznych. Organizmy młode (np. noworodek, dziecko) lub intensywnie pracujące organy (np. nerki, mięśnie) zawierają większą ilość wody niż organizmy starsze (np. dorosły człowiek) czy ich struktury o wolnym metabolizmie (np. szkliwo zębów, kości). Zawartość wody zależy także od środowiska życia, na przykład w ciałach meduz czy glonów, czyli organizmów wodnych dochodzi do 95% (ryc. II.1.4.). Nadmierna utrata wody w organizmach hamuje wszelkie procesy życiowe, a utrata ponad 10% wody powoduje nieuchronną śmierć.



Ryc. II.1.4. Procentowa zawartość wody w różnych organizmach, narządach, tkankach.

Szczególna rola wody wynika z jej specyficznych właściwości chemicznych i fizycznych. Cząsteczka wody jest zbudowana z dwóch atomów wodoru i jednego atomu tlenu. Można w niej wyróżnić dwie części: o cząstkowym ładunku dodatnim związanym z atomami wodoru i cząstkowym ładunkiem ujemnym przemieszczonym w stronę atomu tlenu (ryc. II.1.5.). Cząsteczki o takiej budowie nazywamy polarnymi lub dipolami.



Ryc. II.1.5. Uproszczony model budowy cząsteczki wody.

Dzięki budowie polarnej cząsteczki H_2O mogą łączyć się ze sobą lub z innymi cząsteczkami za pomocą wiązań wodorowych (ryc. II.1.6.). Zdolność wody do tworzenia wiązań wodorowych decyduje o następujących jej właściwościach: zdolności do rozpuszczania innych substancji, wysokiej temperaturze topnienia i wrzenia, dużym cieple właściwym, dużym napięciu powierzchniowym, jak również tworzeniu lodu.

Uniwersalny rozpuszczalnik

Dzięki budowie polarnej cząsteczki wody mogą być przyciągane przez inne cząsteczki naładowane zarówno ujemnie, jak i dodatnio (ryc. II.1.6.). Dzięki tej zdolności woda jest rozpuszczalnikiem wszystkich substancji polarnych ważnych dla organizmów, na przykład jonów nieorganicznych czy cukrów prostych.



Ryc. II.1.6. Rozpuszczanie się substancji w wodzie na przykładzie soli kuchennej (chlorek sodu $NaCl$).

Pozwala to także na tworzenie roztworów koloidalnych przez niektóre białka. Po rozpuszczeniu w niewielkiej ilości wody białko przyjmuje postać galaretowatego żelu. Po dodaniu większej ilości wody białka lepiej się rozpuszczają, tworząc zol (ryc. II.1.7.).



Ryc. II.1.7. Galaretki spożywcze w swoim składzie zawierają żelatynę (A), naturalną substancję będącą mieszaniną białek i peptydów. Po rozpuszczeniu w wodzie tworzy się zol, który po obniżeniu temperatury łatwo przechodzi w żel (B).

Duże napięcie powierzchniowe

Napięcie powierzchniowe jest efektem działania międzycząsteczkowych sił przyciągania, czyli **sił kohezji** (spójności). Siły te prowadzą do zmniejszenia swobodnej powierzchni cząstek wody. Duże napięcie powierzchniowe wody pozwala na utrzymanie się na jej powierzchni obiektów cięższych od niej, na przykład różne gatunki chrząszczy i wodnych pluskwiaków mogą „biegać” po jej powierzchni (ryc. II.1.8.).



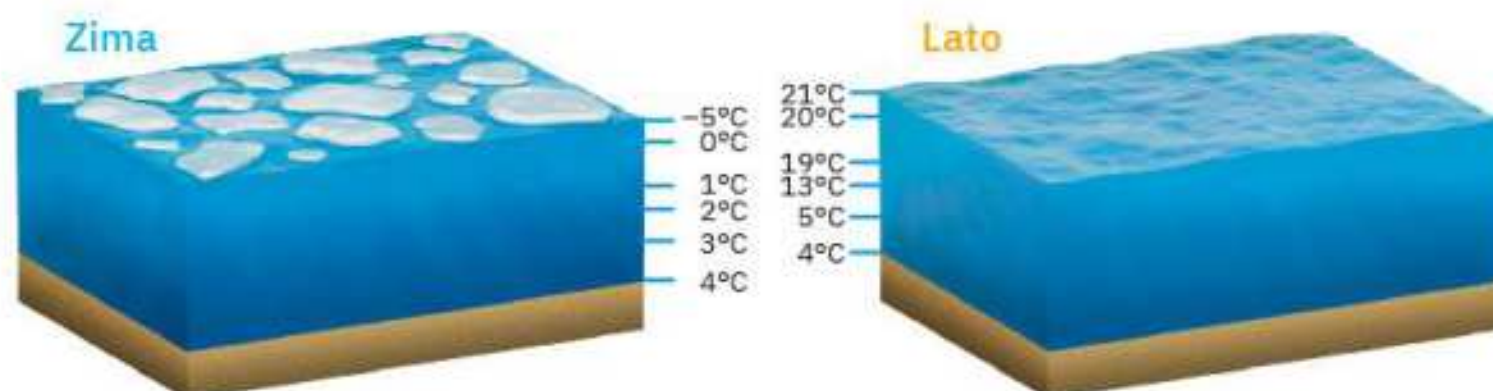
Ryc. II.1.8. Duże napięcie powierzchniowe wody pozwala na poruszanie się owadów o stosunkowo niewielkiej masie ciała, jak nartniki (*Gerris lacustris*; czytaj: geris laku-stris). Owady te ślizgają się po wodzie nawet z prędkością 1,5 m/s dzięki szeroko rozstawionym środkowym (źródło napędu) i tylnym (funkcja steru) odnóżom, pokrytym niezwykłymi włoskami, między którymi gromadzą się pęcherzyki powietrza służące do oddychania w zanurzeniu.

Inną cechą wody jest jej zdolność przylegania do różnych substancji, na przykład do grudek gleby, skał czy gliny, czyli **adhezji**.

Siły adhezji i kohezji ułatwiają między innymi krążenie krwi w organizmie człowieka i zwierząt.

Anomalia cieplna wody

Gęstość wody zależy od temperatury. Wraz z jej obniżaniem wzrasta objętość wody, a maleje jej gęstość. Największą gęstość ma woda w temperaturze $+4^{\circ}\text{C}$, a przy dalszym spadku temperatury jej gęstość maleje. W temperaturze 0°C woda zestala się w lód i powiększa swoją objętość o około $1/10$. W efekcie lód jest nieco lżejszy od wody, unosi się na powierzchni i izoluje głębsze warstwy wody przed wpływem niskich temperatur. Pozwala to organizmom wodnym na przetrwanie zimy pod powierzchnią lodu (ryc. II.1.9.).



Ryc. II.1.9. Głębokie zbiorniki wodne mają przy dnie temperaturę zbliżoną do $+4^{\circ}\text{C}$, ponieważ woda o największej gęstości opada na dno. Latem na dnie zbiornika panuje najniższa temperatura, a zimą – najwyższa, co pozwala np. rybom przeżyć zimę.

Zmiany gęstości wody wraz ze zmianą temperatury powodują ruch wody, co wpływa korzystnie na przenoszenie substancji wykorzystywanych przez organizmy żyjące w wodzie.

Wysokie ciepło parowania

Wysokie ciepło parowania oznacza, że przejście wody ze stanu ciekłego w stan gazowy pochłania dużą ilość energii. Dzięki tej właściwości utrata wody na przykład z potem, który zawiera ok. 99% wody, pozwala organizmom szybko oddać nadmiar ciepła i zapobiega przegrzaniu (ryc. II.1.10.).

Dzięki płynom ustrojowym, których składnik stanowi woda, jak krew czy limfa, ciepło rozchodzi się po całym organizmie, wyrównując w krótkim czasie różnice temperatur między poszczególnymi jego częściami.



Ryc. II.1.10. Przeciętnie podczas doby człowiek traci razem z potem 800–1000 ml wody. Ta ilość wzrasta nawet do 10 l podczas intensywnego treningu czy silnego stresu.

Duże ciepło właściwe

Duże ciepło właściwe wody oznacza, że dla podwyższenia lub obniżenia temperatury wody należy dostarczyć dużej ilości energii cieplnej lub spowodować znaczny jej ubytek. Woda zawarta w organizmie chroni go przed nagłymi zmianami temperatury. Zapewnia także stabilne warunki do życia organizmom wodnym. Duże ciepło właściwe również w istotny sposób kształtuje klimat Ziemi. Latem temperatura wody jest niższa od temperatury powietrza, a zimą odwrotnie. Sprzyja to stabilizacji temperatury powietrza wokół dużych zbiorników wodnych. Ciepło oddawane przez duże zbiorniki wodne, takie jak morza czy oceany, powoduje, że klimat w strefach nadmorskich jest łagodny, a różnice temperatur między dniem i nocą są mniejsze.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, jakie kryterium stosuje się przy podziale pierwiastków na makro- i mikroelementy. Podaj źródła produktów spożywczych i znaczenie dwóch wybranych makro- i mikroelementów.
2. Sześć pierwiastków spośród makroelementów określa się mianem pierwiastków biogennych. Wyjaśnij określenie „pierwiastki biogenne”.
3. Podaj nazwę pierwiastka, którego niedobór w organizmie wywołuje następujące objawy:
 - a) krzywica, łamliwość kości;
 - b) zaburzenia pracy serca, wzrost pobudliwości nerwowo-mięśniowej;
 - c) niedokrwistość (anemia), osłabienie;
 - d) próchnica zębów.
4. Przedstaw, które właściwości wody odpowiadają za następujące zjawiska:
 - a) stała temperatura środowiska życia organizmów wodnych;
 - b) krople potu na skórze parują, co ochładza organizm;
 - c) cukier rozpuszcza się w kawie.
5. Podczas intensywnego treningu na siłowni pocimy się. Dowiedz się, ile wody powinniśmy dostarczyć organizmowi, aby uniknąć odwodnienia.
6. Wymień czynniki, które decydują o różnej zawartości wody w organizmach.

2. Węglowodany – budowa i znaczenie

Organiczne związki węgla są szeroko rozpowszechnione w przyrodzie. Budują one cząsteczki podstawowych składników komórkowych, czyli białek, węglowodanów, lipidów czy kwasów nukleinowych. Wiązania pomiędzy atomami węgla w cząsteczkach organicznych są silne i niełatwo ulegają rozerwaniu. Nie są jednak na tyle silne, żeby nie uległy rozerwaniu w komórce, a tym samym mogą podlegać przemianom.

Związki organiczne występujące w komórce zwyczajowo nazywa się biopolimerami. Powstają one w wyniku reakcji kondensacji jednostek zwanych merami (ryc. II.2.1.). Mery wszystkich komórkowych makrocząsteczek łączą się ze sobą w różnych kombinacjach, dając w efekcie ogromną ich liczbę. Przykładowo: merami białek jest tylko 20 różnych aminokwasów, a liczbę białek z nich utworzonych podajemy w tysiącach (samych enzymów znanych jest ponad 4000).



Ryc. II.2.1. Powstawanie i rozpad dimerów. Dołączanie dużej liczby kolejnych merów prowadzi do powstania biopolimerów (związków makrocząsteczkowych).

Węglowodany

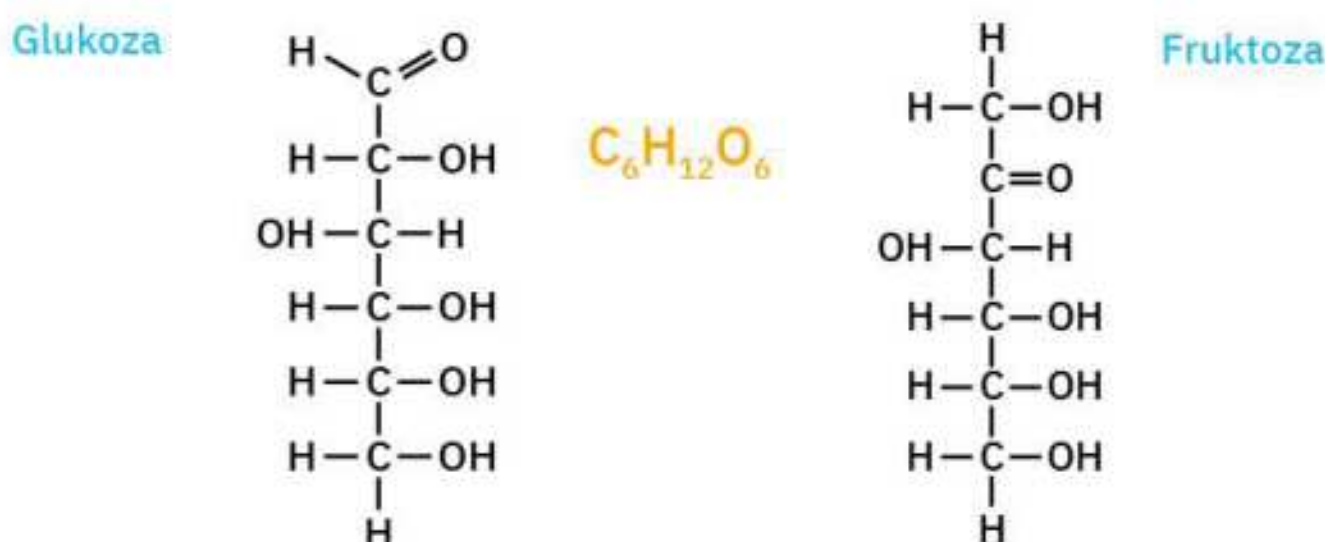
Węglowodany (cukrowce, sacharydy, cukry) są zbudowane z atomów węgla, tlenu oraz wodoru. Węglowodany zbudowane z kilkuwęglowego łańcucha nazywamy prostymi lub **monosacharydami**. Połączenie dwóch monosacharydów wiązaniem kowalencyjnym to **disacharyd** (dwucukier). Cząsteczka zbudowana z wielu reszt monosacharydów to **polisacharyd** (ryc. II.2.2.).



Ryc. II.2.2. Podział węglowodanów.

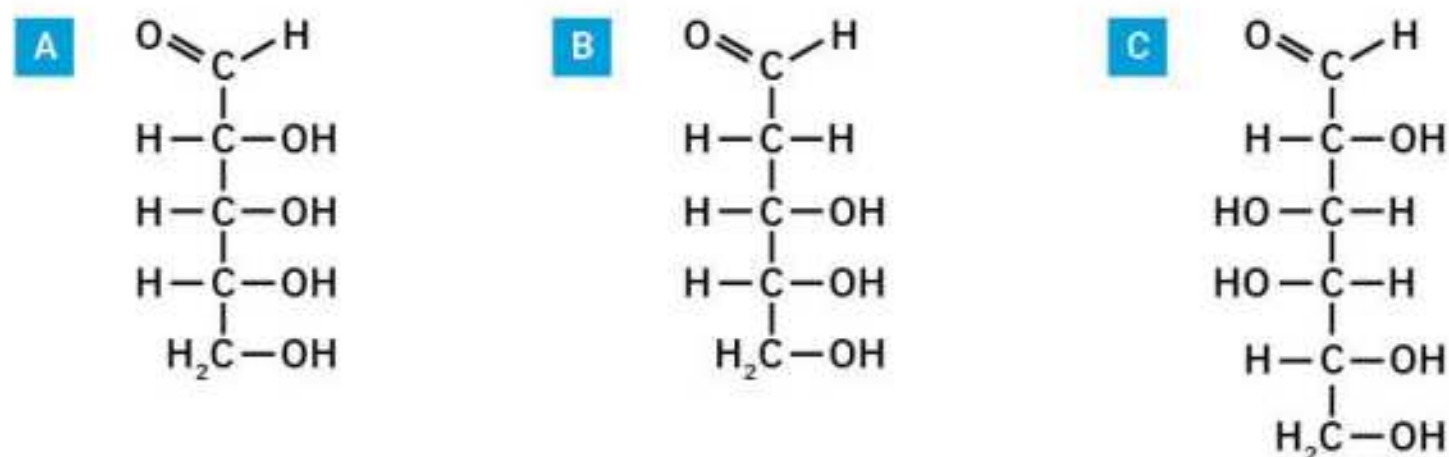
Cukry proste, czyli monosacharydy

Cukry proste stanowią paliwo energetyczne komórki oraz składniki materii żywej (np. cukier prosty deoksyryboza to składnik szkieletu DNA). Z chemicznego punktu widzenia monosacharydy są **aldehydami** lub **ketonami** zawierającymi dwie lub więcej grup hydroksylowych ($-\text{OH}$). Szkielet węglowy cukrów prostych może być zbudowany z 3 do 7 atomów węgla. Do jednego z nich jest przyłączona grupa aldehydowa lub ketonowa, a przy pozostałych znajdują się grupy $-\text{OH}$. Rozważmy przykład dwóch powszechnie występujących monosacharydów: glukozy i fruktozy (ryc. II.2.3.).



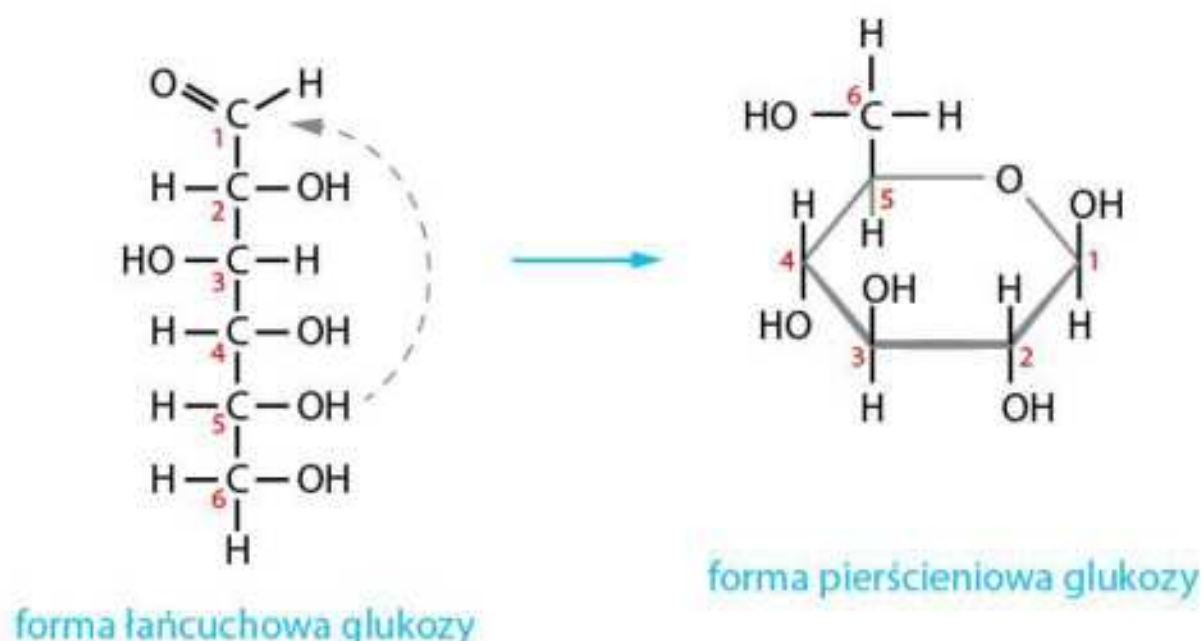
Ryc. II.2.3. Przykłady monosacharydów: glukoza i fruktoza. Obydwa cukry to heksozy, ponieważ zawierają sześć atomów węgla w cząsteczce.

Glukoza i fruktoza mają taki sam wzór sumaryczny, ale różną strukturę. W glukozie występuje grupa aldehydowa, a we fruktozie – ketonowa. Oba te cukry proste nazywamy **heksozami**, gdyż ich szkielet węglowy składa się z sześciu atomów węgla. Analogicznie – monosacharydy zawierające pięć atomów węgla nazywamy **pentozami**. Do najbardziej znanych pentoz należą: ryboza i deoksyryboza, a heksoz: glukoza, fruktoza oraz galaktoza (ryc. II.2.4. i II.2.5.).



Ryc. II.2.4. Powszechne monosacharydy: (A) ryboza, (B) deoksyryboza, (C) galaktoza.

Strukturę cząsteczek monosacharydów można przedstawić w postaci łańcuchowej lub w formie pierścieniowej (ryc. II.2.5.). W roztworach oraz w komórce otwarte struktury cukrów prostych ulegają przekształceniu w formę pierścieniową. Na przykład glukoza ma postać sześciocząsteczkowego pierścienia, który składa się z pięciu atomów węgla oraz z atomu tlenu (ryc. II.2.5.).



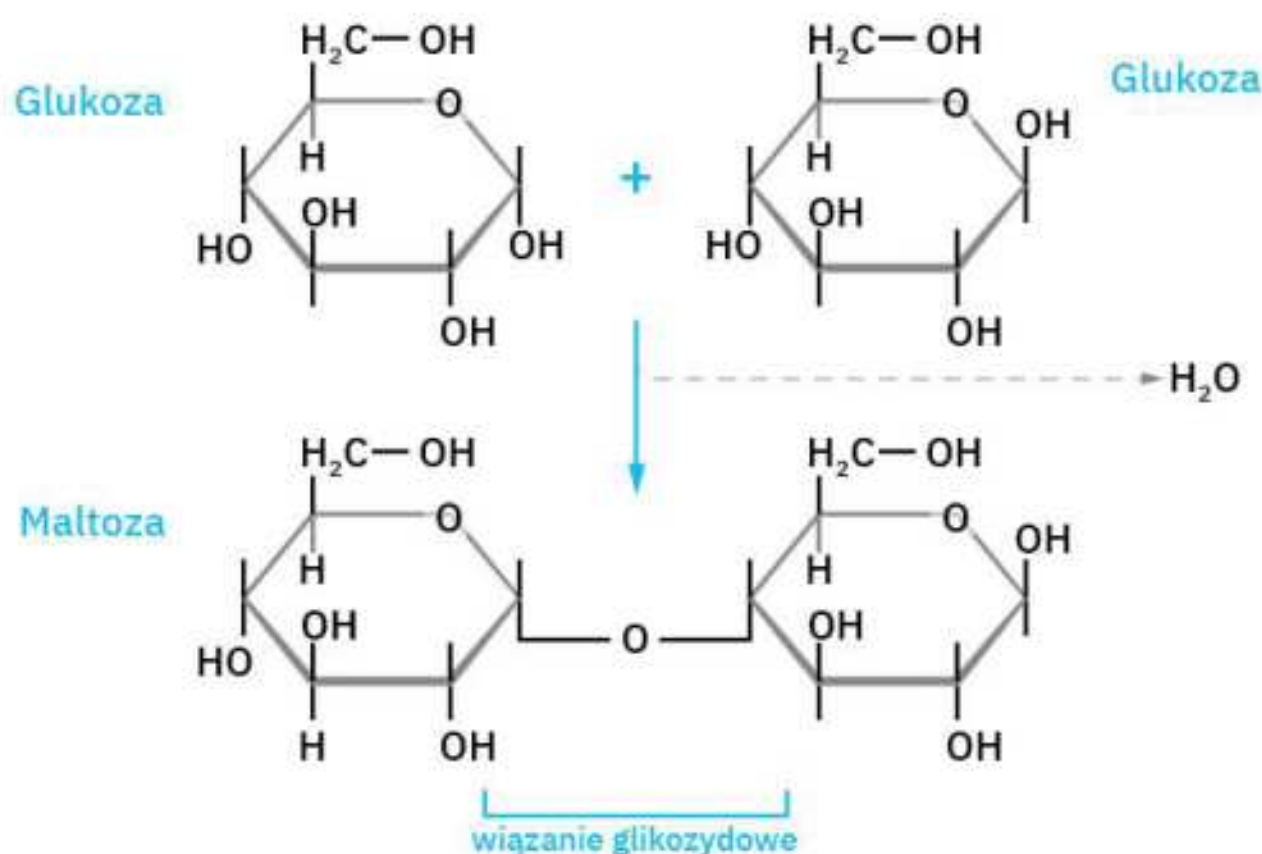
Ryc. II.2.5. Forma pierścieniowa i łańcuchowa glukozy.

Funkcje cukrów prostych

Pięciowęglowa **ryboza** stanowi składnik szkieletu kwasu rybonukleinowego (RNA). Z kolei **deoksyryboza** wchodzi w skład DNA. **Glukoza** zwana cukrem gronowym to podstawowe źródło energii dla wszystkich komórek. Jest najważniejszym monosacharydem, ponieważ stanowi substrat do wytworzenia większości di- i polisacharydów. **Fruktoza** wchodzi w skład sacharozy. Występuje w dużych ilościach w miodzie i w owocach, a także powszechnie stosuje się ją jako słodzik, a w komórkach zostanie przekształcona w pochodne glukozy. Fruktoza jest słodsza od glukozy. Warto zauważyć, że coraz częściej rozpoznaje się u ludzi schorzenie zwane **nietolerancją fruktozy**. Osoby z tą chorobą muszą stosować dietę bez fruktozy w pokarmach. **Galaktoza** razem z glukozą jest składnikiem laktozy występującej w mleku. Wchodzi w skład polisacharydów oraz lipidów (tzw. glikolipidów).

Disacharydy – budowa i funkcje

Disacharydy (dwucukry) stanowią połączenie dwóch reszt pierścieniowych form cukrów prostych za pomocą **wiązania glikozydowego**. Disacharydy ulegają enzymatycznemu rozkładowi (hydrolizie) do dwóch monosacharydów (ryc. II.2.6.).



Ryc. II.2.6. Disacharydy powstają w wyniku łączenia się dwóch monosacharydów. Wiązanie łączące reszty cukrów prostych to wiązanie glikozydowe.

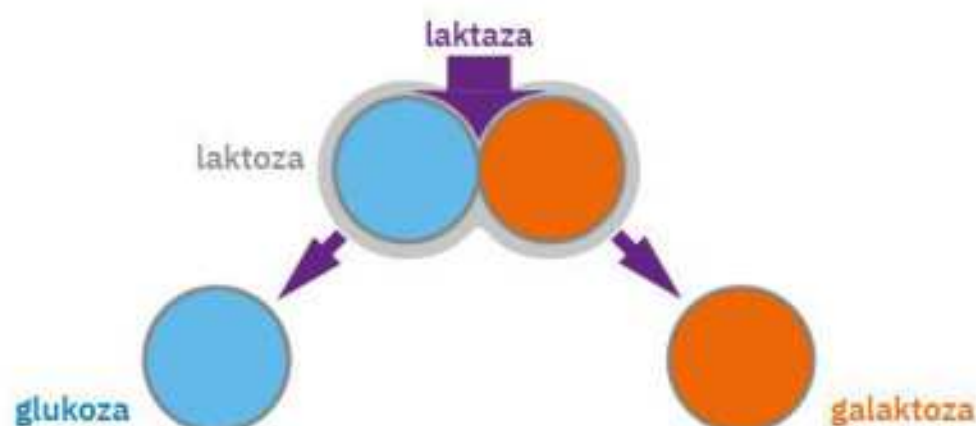
Powszechnie występującymi disacharydami są: sacharoza, maltoza oraz laktoza. **Sacharoza** to zasadniczy składnik cukru spożywczego otrzymywanego na skalę przemysłową z trzciny cukrowej lub buraków cukrowych. W cząsteczce sacharozy wiązanie glikozydowe łączy glukozę i fruktozę (ryc. II.2.7.).



Ryc. II.2.7. **Sacharoza** – składnik cukru spożywczego – jest zbudowana z reszt glukozy i fruktozy połączonych wiązaniem glikozydowym.

Laktoza to dwucukier występujący w mleku. Składa się z glukozy i galaktozy. Dwucukier ten pozyskuje się z serwatki podczas produkcji sera. Szeroko stosuje się go jako wypełniacz w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym. Mleko ludzkie zawiera od 5,5 do 7,5% laktozy, a krowie mniej – do 4,9%. Laktoza odgrywa ważną rolę u niemowląt, ponieważ jest źródłem pożywnych cukrów pro-

stych. Niektóre osoby nie trawią laktozy (efekt związany z pochodzeniem etnicznym). Wynika to z niedoboru lub braku enzymu rozkładającego laktozę (tzw. laktazy), którego produkcja może zmniejszyć się nawet o 90% w początkowych latach życia (ryc. II.2.8.). Zjawisko to występuje często wśród ludzi pochodzących z Bliskiego Wschodu, Indii, części Afryki oraz wschodniej Azji. Osoby te cierpią na zespół zaburzeń jelitowo-żołądkowych określanych jako nietolerancja laktozy. Dla kontrastu w Europie problem ten występuje u 5–30% ludzi rasy białej.



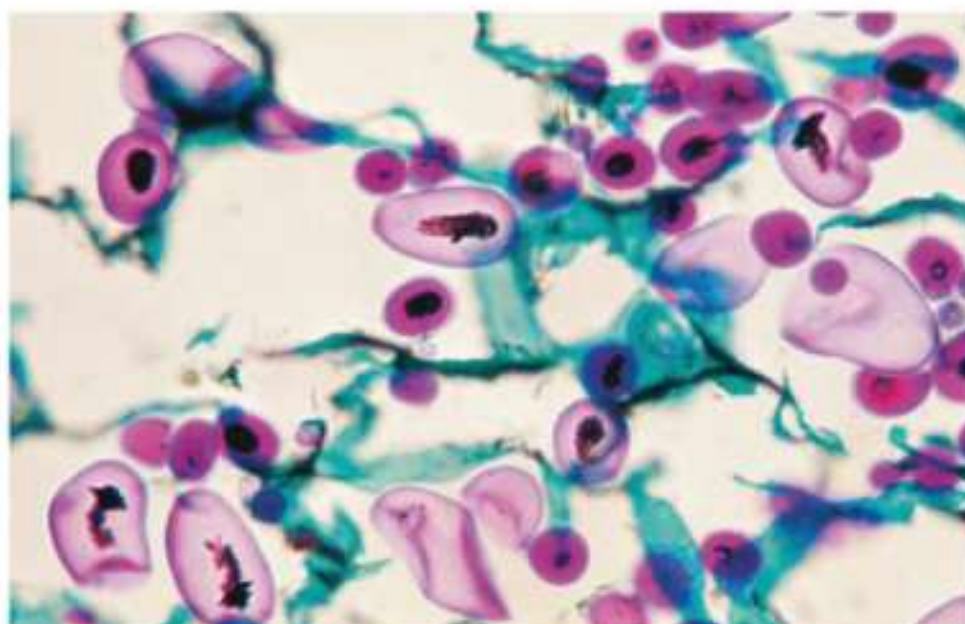
Ryc. II.2.8. U ludzi z nietolerancją laktozy brakuje enzymu rozkładającego ten dwucukier do cukrów prostych.

Maltozę budują dwie, połączone wiązaniem glikozydowym, reszty glukozy. Maltoza powstaje w wyniku hydrolizy polisacharydów, takich jak skrobia czy glikogen. Jest na przykład składnikiem syropu kukurydzianego oraz słodcu – zbożowego surowca wykorzystywanego do produkcji między innymi piwa.

Polisacharydy

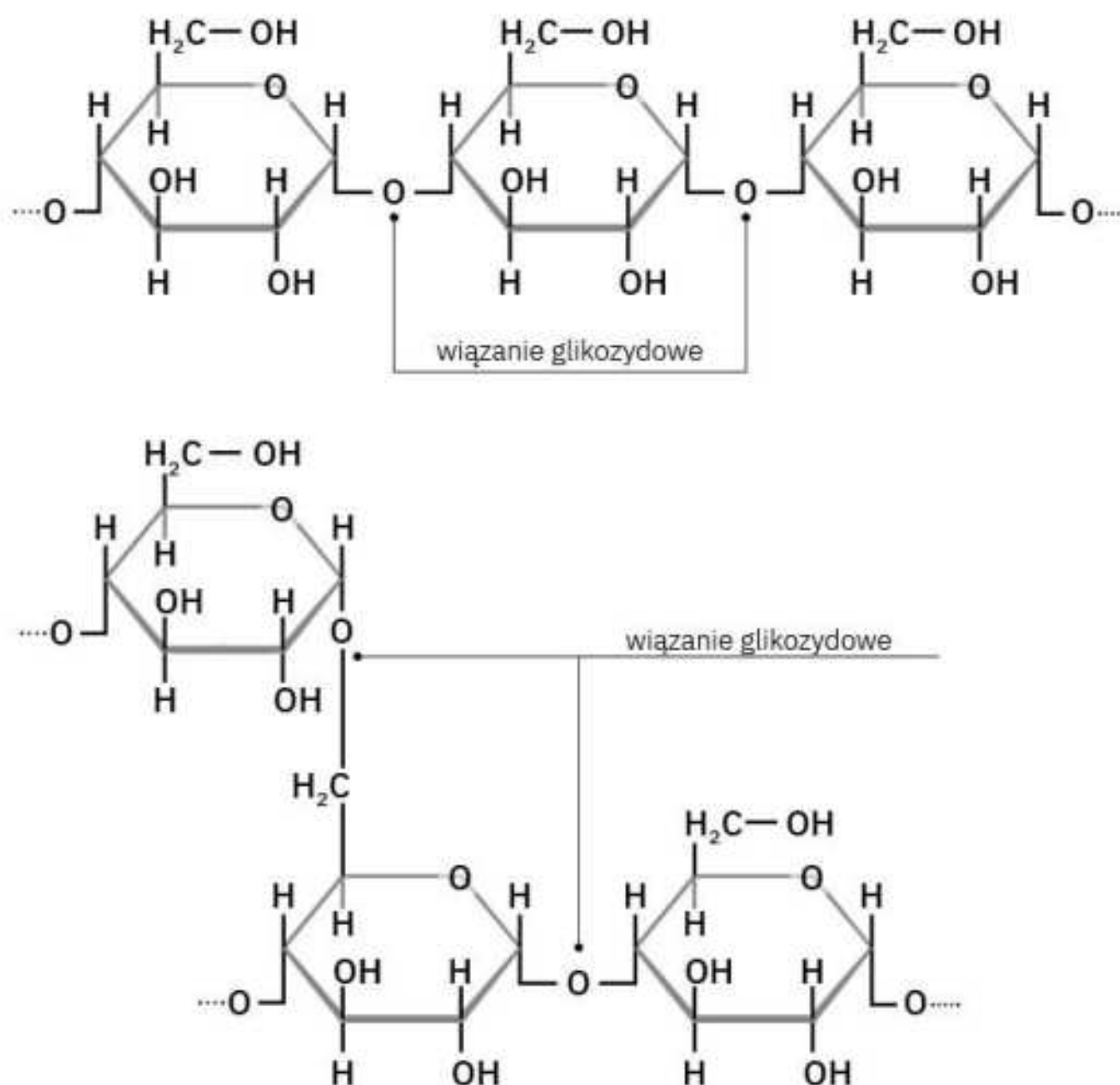
Polisacharydy (wielocukry) stanowią połączenia wielu (nawet tysięcy) reszt cukrów prostych (tych samych lub różnych). Są najbardziej rozpowszechnionymi węglowodanami w przyrodzie. Do polisacharydów zaliczamy na przykład skrobię, glikogen i celulozę.

Skrobia jest zbudowana z cząsteczek glukozy połączonych wiązaniami glikozydowymi. To typowy polisacharyd zapasowy u roślin. Skrobia występuje w dwóch formach: prostych oraz rozgałęzionych łańcuchów. Skrobia gromadzi się w postaci ziaren w nasionach (np. zbóż) lub w bulwach (np. ziemniaki, ryc. II.2.9.).



Ryc. II.2.9. Ziarna skrobi w bulwach ziemniaka (preparat mikroskopowy).

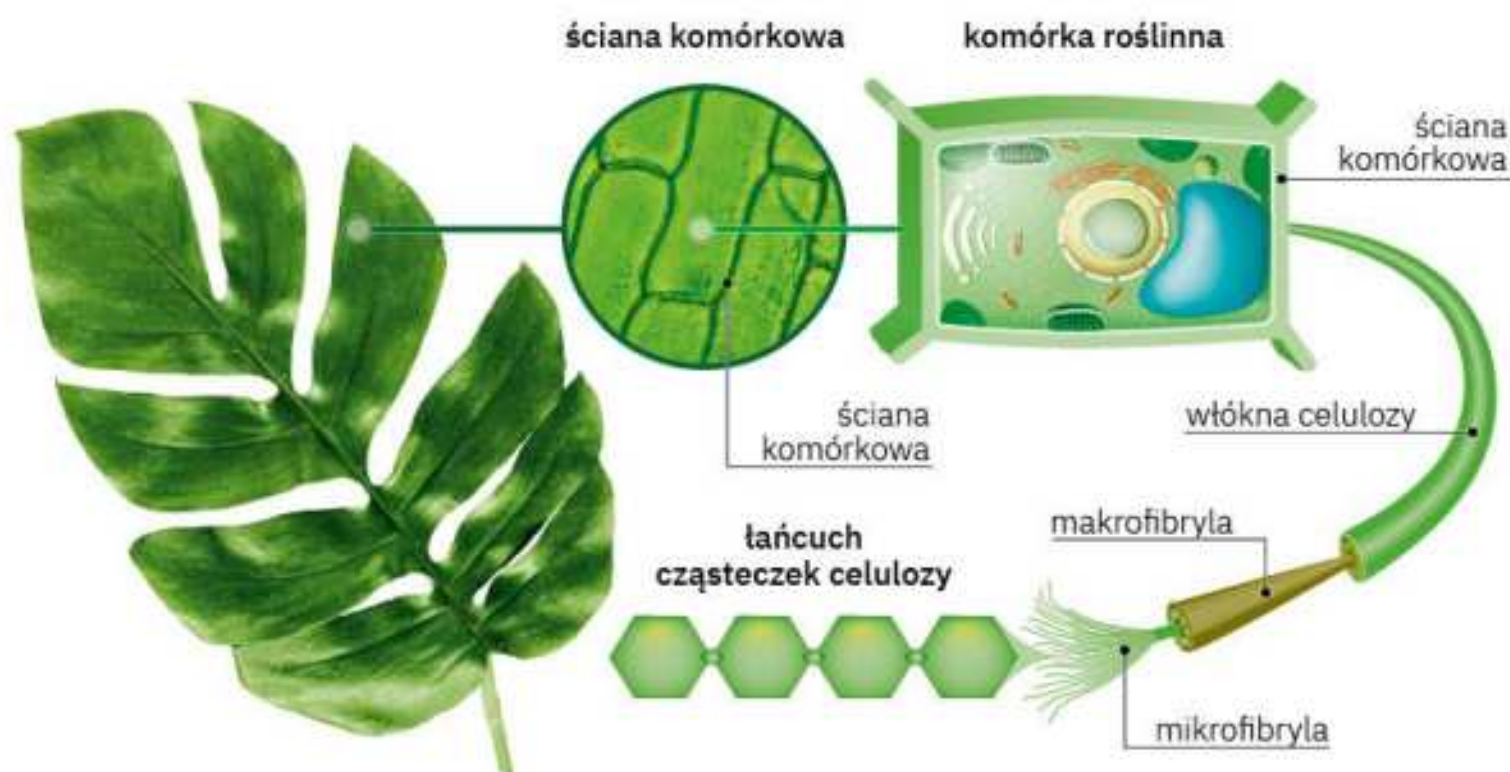
W sytuacji zapotrzebowania na energię cząsteczki skrobi są hydrolizowane do glukozy.



Ryc. II.2.10. Budowa skrobi. Skrobia to polimer glukozy i składa się z dwóch form: prostych i rozgałęzionych łańcuchów.

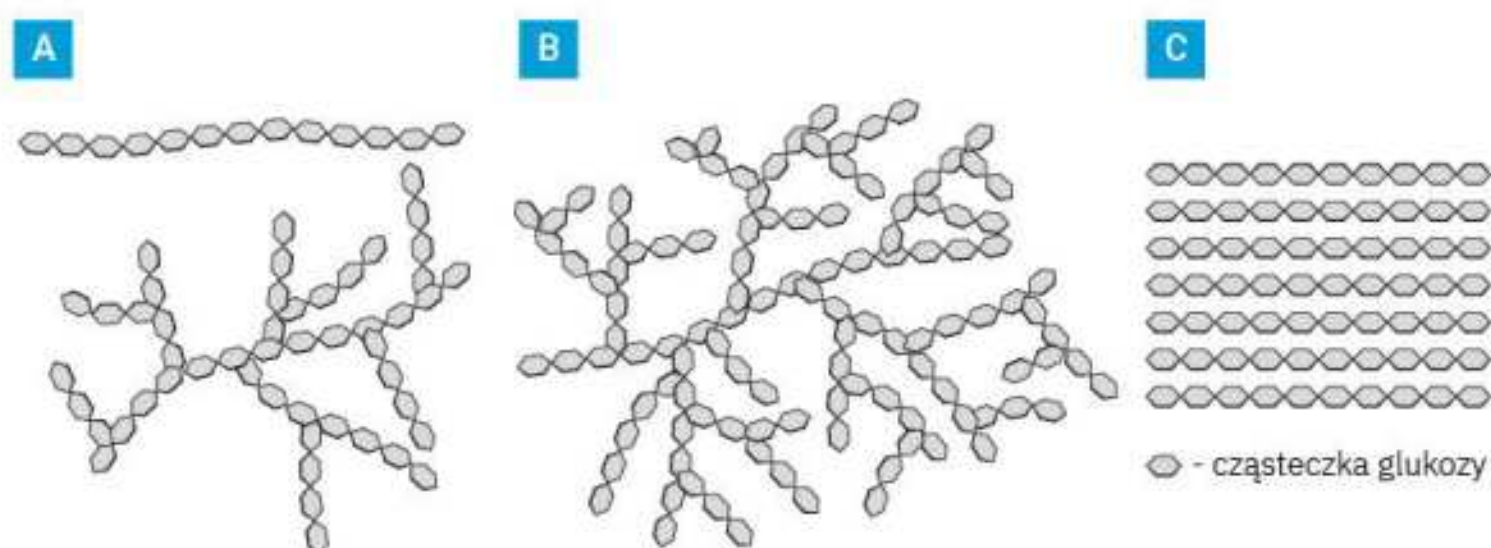
Glikogen to zapasowy polisacharyd zwierzęcy. Szczególnie obficie występuje w wątrobie i mięśniach szkieletowych. Zbudowany z reszt glukozy (nawet do 60 000 w mięśniach) swoją budową przypomina rozgałęzioną formę skrobi (ryc. II.2.12.).

Celuloza jest najbardziej rozpowszechnionym roślinnym polisacharydem na kuli ziemskiej (50% węgla biomasy znajduje się w celulozie). Celulozę tworzą reszty glukozy, połączone wiązaniami glikozydowymi (ok. 10 000) tworzącymi długie łańcuchy ułożone jeden przy drugim w bardzo regularny sposób i dodatkowo stabilizowane słabymi wiązaniami (ryc. II.2.11.).



Ryc. II.2.11. Celuloza buduje ściany komórkowe roślin.

Cząsteczka celulozy, w porównaniu do skrobi i glikogenu, ma bardzo regularną budowę (ryc. II.2.12.).



Ryc. II.2.12. Zestawienie budowy najważniejszych polisacharydów: skrobi (A), glikogenu (B) i celulozy (C).

Organizm człowieka nie ma enzymów mogących trawić celulozę, w związku z tym nie jest ona wykorzystywana jako źródło glukozy. Jednak obecność celulozy w pożywieniu ma kluczowe znaczenie dla funkcjonowania układu pokarmowego. Celuloza stanowi główny składnik **błonnika pokarmowego**, który nadaje treści pokarmowej odpowiednią konsystencję, ułatwia jej przesuwanie się i trawienie. Błonnik reguluje perystaltykę jelit, wpływając także na bardziej sprawne usuwanie tłuszczów oraz toksyn. W skład błonnika oprócz celulozy wchodzi również inne związki pochodzenia roślinnego (m.in. ligniny i pektyny). Źródło błonnika pokarmowego stanowią na przykład warzywa, owoce, produkty zbożowe (ryc. II.2.13.).



Ryc. II.2.13. Produkty bogate w błonnik.

Zdolność rozkładania celulozy mają niektóre mikroorganizmy. Dzięki ich obecności w żołądku na przykład krów czy innych przeżuwaczy celuloza jest trawiona i stanowi dla tych trawożernych zwierząt źródło glukozy. Odżywiające się drewnem termyty również mają w swoim układzie pokarmowym bakterie trawiące celulozę.



Eksperyment biologiczny

1. Wykrywanie skrobi w produktach spożywczych

Do wykrywania skrobi służy płyn Lugola. Jest to wodny roztwór jodu w jodku potasu. Płyn Lugola ma barwę słomkową. Skrobia tworzy z jodem kompleks o fioletowoniebieskim zabarwieniu.

Problem badawczy: Czy w wybranych produktach spożywczych występuje skrobia?

Hipoteza badawcza: W wybranych produktach spożywczych występuje skrobia.

Przeprowadzenie doświadczenia:

Część 1. W trzech probówkach umieść kolejno: 2 ml roztworu skrobi, 2 ml roztworu glukozy i 2 ml wody. Do każdej z nich dodaj po 2–3 krople płynu Lugola. Obserwuj zmianę zabarwienia.

Część 2. Zaplanuj i przeprowadź doświadczenie, którego celem będzie wykrywanie skrobi w dostępnych produktach spożywczych. Do doświadczenia potrzebne będą: płyn Lugola, zakraplacz, papierowa taca oraz: kawałek świeżego chleba, kilka sztuk suchego makaronu, kilkanaście ziaren ryżu, plaster żółtego sera, plaster ogórka, trzy łyżki mleka, kostka cukru.

Wyniki: Po wykonaniu doświadczenia sporządź notatkę w zeszycie, opisz jego przebieg i przedstaw wyniki.

Wnioski: Sformułuj wnioski z doświadczenia.

Wykorzystując różnorodne źródła informacji, udziel odpowiedzi na następujące pytania:

- Czy reakcja z jodem może być użyta do identyfikacji glukozy?
- Dlaczego test z płynem Lugola może być wykorzystywany do wykrywania prób fałszowania mąką, np. mleka i śmietany?

2. Badanie właściwości błonnika pokarmowego

Wprowadzenie: Błonnik pokarmowy to mieszanka celulozy i innych związków. Dzięki swoim właściwościom usprawnia pracę jelit, usuwa toksyny i zapobiega zaparciom.

Problem badawczy: Czy błonnik pokarmowy może wiązać wodę?

Hipoteza badawcza: Błonnik pokarmowy może wiązać wodę.

Instrukcja przeprowadzenia doświadczenia: 10 g błonnika w proszku (np. z babki płesznik) umieść w czterech zlewkach (o pojemności 250 ml). Do pierwszej zlewki dodaj 25 ml wody, do drugiej 50 ml, do trzeciej 100 ml, a do czwartej 150 ml.

Opracowanie wyników: Sporządź w zeszycie krótką notatkę, opisz przebieg doświadczenia, przedstaw wyniki, uwzględniając informacje zawarte w poniższych pytaniach:

- Jakie objętości wody wchłania błonnik?
- Czy błonnik rozpuścił się w wodzie?
- Jaką strukturę przyjął błonnik?

Wniosek: Sformułuj wniosek.

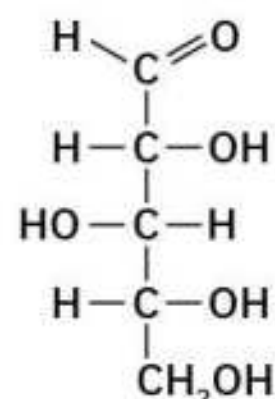
Wykorzystując różne źródła informacji, wyjaśnij: Jaką rolę w procesie trawienia ma zdolność błonnika do wiązania wody? Jakie znaczenie dla osób stosujących dietę bogatą w błonnik ma picie dużych ilości wody?

PYTANIA I POLECENIA

1. Sporządź w zeszycie rysunek obrazujący podział węglowodanów. Uwzględnij przykłady związków należących do każdej z grup.
2. Wymień najważniejsze funkcje węglowodanów.
3. Poniższy wzór przedstawia występującą w ziarnach zbóż i owoców ksylozę. Po jego analizie uzupełnij poniższe zdania i zapisz je w zeszycie.

Ksyloza jest pentozą/heksozą, ponieważ

Ksyloza należy do monosacharydów/disacharydów, ponieważ



4. Osoby z nietolerancją fruktozy muszą stosować dietę wykluczającą fruktozę. W poniższej tabeli podano przykłady di- i polisacharydów. Czy osoby zmagające się z tym schorzeniem mogą uwzględnić je w swojej diecie? Dlaczego? Przerysuj do zeszytu i uzupełnij poniższą tabelę, wpisując TAK lub NIE w prawą kolumnę.

Węglowodan	Czy może być stosowany w nietolerancji fruktozy? TAK/NIE
sacharoza	...
skrobia	...
laktoza	...

5. Jakie są podobieństwa i różnice w budowie skrobi i glikogenu?
6. Wyjaśnij rolę błonnika pokarmowego w układzie pokarmowym człowieka.
7. Sporządź listę produktów bez laktozy w sklepie, w którym najczęściej robisz zakupy. Wyjaśnij, do kogo i dlaczego skierowana jest oferta produktów nie zawierających laktozy.

3. Lipidy – budowa i znaczenie biologiczne

Lipidy (tłuszczowce) obejmują związki o różnym charakterze chemicznym, które nie rozpuszczają się w wodzie, a rozpuszczają się w rozpuszczalnikach organicznych (np. w chloroformie, acetonie). Do grupy tej zaliczamy między innymi lipidy proste oraz lipidy złożone. Tłuszcze są obecne w produktach pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Stanowią niezbędny składnik diety człowieka i zwierząt ze względu na funkcje, jakie pełnią:

- stanowią źródło energii (spalenie 1 g tłuszczu dostarcza ponad dwa razy więcej energii niż spalenie 1 g glikogenu; ryc. II.3.1.);
- są składnikami błon komórkowych (np. fosfolipidy);
- są źródłem i rozpuszczalnikiem wielu niezbędnych substancji (np. witamin A, D, E i K czy niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych – NNKT);
- pełnią funkcję hormonów;
- są substratem do syntezy kwasów żółciowych oraz witaminy D;
- jako składnik zapasowej tkanki tłuszczowej pełnią funkcję ochronną oraz termoizolacyjną, zabezpieczając organizm przed utratą ciepła.



Ryc. II.3.1. Siewka złotawa
dzięki zmagazynowanym zapasom
tłuszczu jest w stanie przelecieć bez
pożywienia ponad 3500 km nad
otwartym oceanem.

Do **lipidów prostych** zaliczamy tzw. **tłuszcze właściwe (triacyloglicerole)**. Są to estry glicerolu oraz wyższych kwasów tłuszczowych (ryc. II.3.2.). Glicerol jest alkoholem z trzema grupami hydroksylowymi ($-OH$), a kwas tłuszczowy to długi, nierozgałęziony węglowodór zawierający grupę karboksylową ($-COOH$). Triacyloglicerole pełnią funkcje zapasowe.



Ryc. II.3.2. Struktura triacyloglicerolu. Do glicerolu za pomocą wiązań są przyłączone trzy reszty kwasów tłuszczowych.

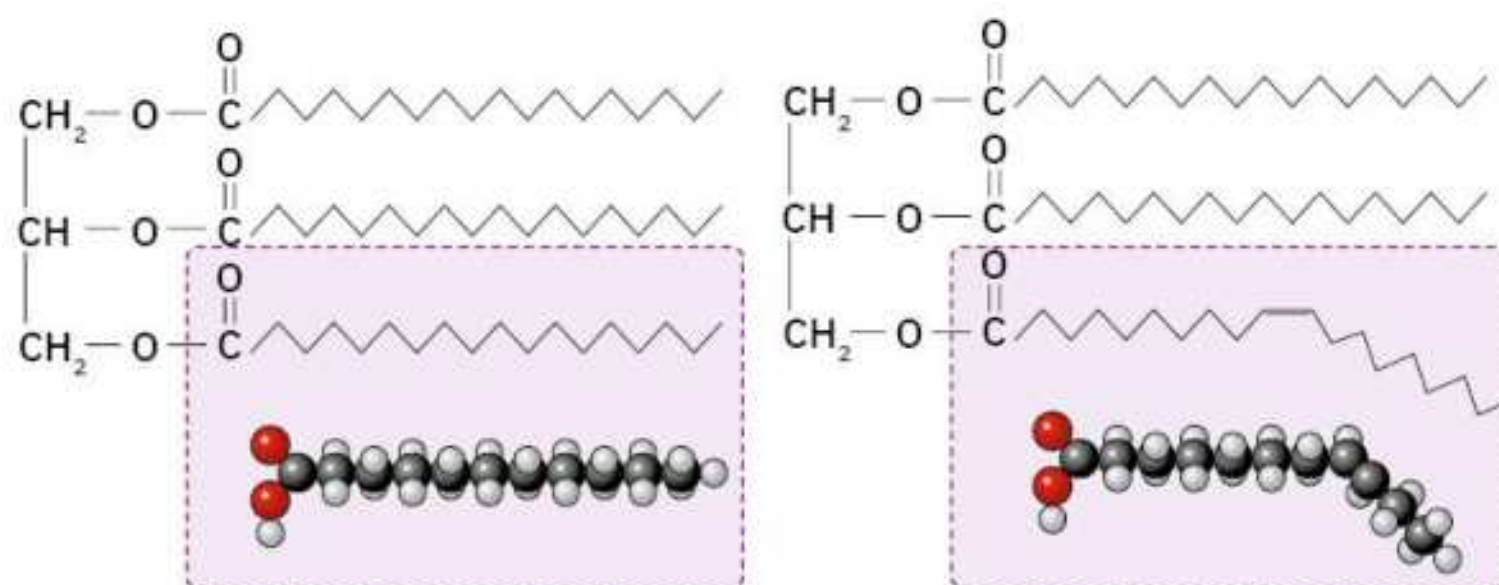
Kwasy tłuszczowe wchodzące w skład tłuszczów dzielimy na **nasycone** i **nienasycone**. Nasycone kwasy tłuszczowe zawierają od 4 do 26 atomów węgla w cząsteczce. W tłuszczach najczęściej spotyka się kwasy tłuszczowe o dłuższych łańcuchach – najbardziej rozpowszechnione są kwas palmitynowy (C16) i stearynowy (C18). Kwasy o niższej liczbie atomów węgla (>12) występują w tłuszczu mleka ssaków.

Kwasy tłuszczowe nienasycone mają w cząsteczce jedno lub kilka wiązań podwójnych (nienasyconych). Najbardziej rozpowszechnione to kwasy nienasycone osiemnastowęglowe:

- **kwas oleinowy** z jednym wiązaniem podwójnym; występuje zarówno w tłuszczach pochodzenia roślinnego (np. w oliwie z oliwek), jak i zwierzęcych (np. łój wołowy czy barani);
- **kwas linolowy** o dwóch wiązaniach podwójnych; spotykamy go w olejach roślinnych;
- **kwas linolenowy**, w którego cząsteczce występują trzy wiązania podwójne; jest obecny w olejach roślinnych (np. oleju lnianym).

W cząsteczkach kwasów tłuszczowych węgiel grupy karboksylowej oznaczamy α , a ostatni węgiel jako ω (omega). Kwasy szeregu $\omega-3$ (OMEGA-3) to nienasycone kwasy tłuszczowe, których ostatnie wiązanie podwójne znajduje się przy trzecim atomie węgla, licząc od końca cząsteczki. Przykładami kwasów OMEGA-3 są kwasy zawarte w olejach roślinnych (np. linolenowy) oraz kwasy występujące w tłuszczu ryb i w owocach morza (np. kwas dokozaheksaenowy; DHA). Kwasy OMEGA-3 są niezbędnym składnikiem diety człowieka, gdyż stanowią produkty wyjściowe do syntezy hormonów. Ich spożycie wiąże się z także z profilaktyką chorób sercowo-naczyniowych.

Kwasy nienasycone dominują w tłuszczach pochodzenia roślinnego, nadając im postać płynną, i przez to są nazywane **olejami**. W odróżnieniu od nich **tłuszcze stałe** (np. masło, smalec) zawierają głównie kwasy tłuszczowe nasycone (ryc. II.3.3.).



Ryc. II.3.3. Przykłady nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych w cząsteczce triacyloglicerolu.

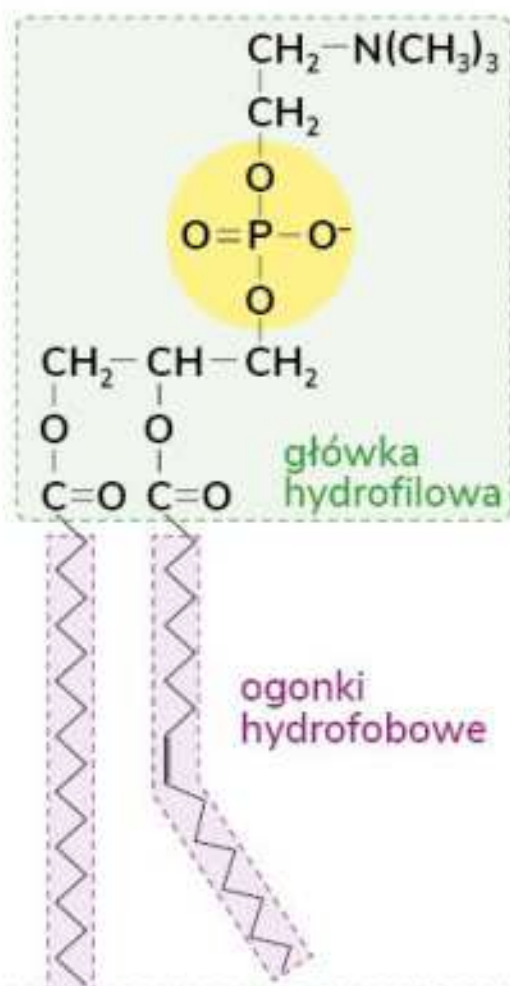
Podwójne wiązania w kwasach tłuszczowych nadają im specyficzne cechy, na przykład w miejscach nienasycenia łatwo mogą się przyłączać atomy wodoru. **Uwodornienie** zwane **utwardzaniem tłuszczu** wykorzystuje się do przeróbki tłuszczów roślinnych na stałe, na przykład przy produkcji margaryn czy masła orzechowego. Katalizatorem tej reakcji jest toksyczny nikiel mający szkodliwy wpływ na zdrowie. W wyniku reakcji uwodornienia kwasy nienasycone przechodzą w nasycone. Dodatkowo w czasie tego procesu wytwarzają się formy *trans* kwasów nienasyconych. Tłuszcze uwodornione i tłuszcze *trans* wpływają niekorzystnie na nasze zdrowie, ponieważ mogą zwiększać ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych. Szczególnie bogate w tłuszcze *trans* są ciastka, chipsy i inna żywność przetworzona. Od kilku lat na opakowaniach produktów spożywczych możemy znaleźć informację o zawartości tłuszczów nasyconych (ryc. II.3.4.).

Srednia wartość odżywcza po przyrządzeniu	W 100 ml	W 1 porcji 75 ml	%RWS* w 1 porcji
Wartość energetyczna	151 kJ 36 kcal	114 kJ 27 kcal	1%
Tłuszcz	0,9 g	0,7 g	1%
W tym kwasy tłuszczowe nasycone	0,6 g	0,5 g	3%
Węglowodany	5,9 g	4,4 g	2%
W tym cukry	1,3 g	1,0 g	1%
Błonnik	0,2 g	0,2 g	—
Białko	0,9 g	0,7 g	1%
Sól	1,3 g	1,0 g	17%

*Referencyjna wartość spożycia dla przeciętnej osoby dorosłej (8400 kJ/2000 kcal)

Ryc. II.3.4. Przykładowa etykieta produktu spożywczego zawiera informację o zawartości tłuszczu z wyszczególnieniem zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych.

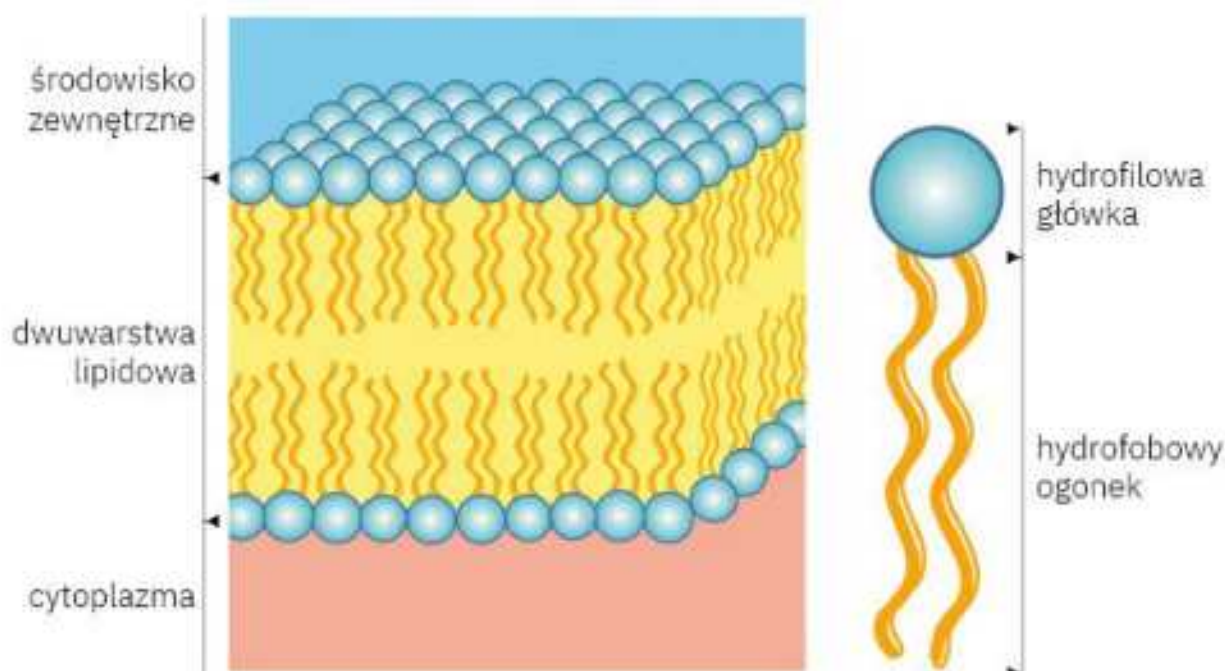
Lipidy złożone budują błony komórkowe



Ryc. II.3.5. Struktura fosfolipidu na przykładzie lecytyny.

Tłuszcze złożone oprócz reszty glicerolowej i reszt kwasów tłuszczowych zawierają inne składniki. Najważniejszymi lipidami złożonymi są **fosfolipidy**. Tłuszcze te stanowią podstawowy składnik błon komórkowych. W skład cząsteczki fosfolipidu wchodzi reszta glicerolu, do której przyłączają się wiązaniem dwie reszty kwasów tłuszczowych. Trzecia grupa hydroksylowa glicerolu przyłącza resztę kwasu fosforowego. Z resztą fosforanową mogą wiązać się inne grupy, na przykład alkohole. Przykładem fosfolipidu jest lecytyna (ryc. II.3.5.), w cząsteczce której grupa fosforanowa ma przyłączony alkohol – cholinę. Fragment cząsteczki zawierający reszty kwasów tłuszczowych, tzw. ogon, jest **hydrofobowy**, tzn. nie rozpuszcza się w wodzie, natomiast głowa lipidu zawierająca reszty glicerolu, fosforanową oraz choliny jest polarna i rozpuszcza się w wodzie (ryc. II.3.5.).

Cząsteczki mające taki „podwójny” charakter nazywamy **amfipatycznymi (amfifilowymi)**. Ta unikatowa cecha sprawia, że w kontakcie z wodą fosfolipidy tworzą struktury zwane **dwuwarstwami**. Fosfolipidy tworzą dwuwarstwowe błony komórkowe otaczające komórki. Hydrofilowe głowy ich cząsteczek są skierowane na zewnątrz dwuwarstwy, będąc w kontakcie z wodnymi roztworami wewnątrz i na zewnątrz komórki. Hydrofobowe ogony ustawiają się do wnętrza dwuwarstwy (ryc. II.3.6.). Tak zbudowana błona biologiczna stanowi barierę pomiędzy komórką a środowiskiem zewnętrznym.



Ryc. II.3.6. Model dwuwarstwy lipidowej.



Wykrywanie tłuszczów

Wprowadzenie: Do wykrywania tłuszczów służy odczynnik sudan (III lub IV). Jest to organiczny barwnik o czerwonym zabarwieniu. Barwi on tłuszcze na kolor ceglastopomarańczowy.

Problem badawczy: Czy siemię lniane zawiera tłuszcze?

Hipoteza: Siemię lniane zawiera tłuszcze.

Przeprowadzenie doświadczenia: Zaplanuj i przeprowadź doświadczenie, którego celem będzie wykrywanie tłuszczów w siemieniu lnianym (nasionach lnu). Do doświadczenia potrzebne będą: siemię lniane, woda, moździerz z tłuczkiem, etanolowy roztwór sudanu III, zakraplacz, woda.

Wyniki: Po wykonaniu doświadczenia sporządź notatkę w zeszycie, opisz jego przebieg i przedstaw wyniki.

Wnioski: Sformułuj wnioski z doświadczenia.

Wykorzystując różnorodne źródła informacji, udziel odpowiedzi na następujące pytania:

- Co to jest liczba jodowa i jakie jest jej praktyczne zastosowanie?
- W jaki sposób wykonuje się oznaczanie lipidogramu we krwi? Oznaczenia jakich związków są wykonywane?

PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień na konkretnych przykładach funkcje tłuszczów.
2. Przerysuj do zeszytu i uzupełnij poniższą tabelę.

Rodzaj tłuszczu	Budowa	Funkcje	Przykład
...	estry alkoholi oraz wyższych kwasów tłuszczowych	...	...
...	...	...	lecytyna

3. Wyjaśnij, jaka jest różnica pomiędzy kwasami tłuszczowymi nasyconymi i nienasyconymi, a następnie spośród podanych poniżej nazw kwasów tłuszczowych wybierz kwasy nienasycone:

linolenowy, oleinowy, palmitynowy, stearynowy.

4. Jakie właściwości fosfolipidów decydują o dwuwarstwowej formie błony komórkowej?

4. Białka – budowa i funkcje

Podział i funkcje białek

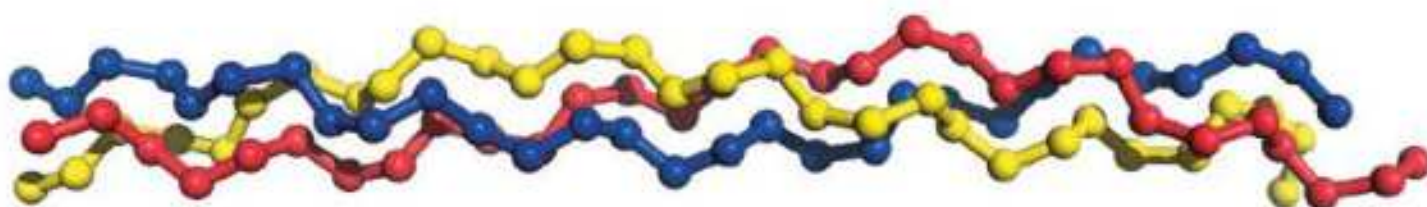
Białka, obok kwasów nukleinowych, stanowią najważniejszą grupę makromolekuł komórkowych. Funkcjonowanie każdej żywej komórki jest uzależnione od białek – biorą one udział w prawie wszystkich czynnościach życiowych organizmu. Wśród tej grupy najważniejsze są **enzymy** – białka, które przyspieszają reakcje chemiczne zachodzące w każdej komórce.

W organizmie człowieka występują dziesiątki tysięcy białek, a każde z nich ma określoną strukturę i funkcję. Uwzględniając budowę tych związków, możemy je podzielić na **proste** (zbudowane tylko z aminokwasów) lub **złożone** (będące połączeniem aminokwasów i innych związków). **Białka globularne i fibrylarne** rozróżniamy po kształcie cząsteczki. Najbardziej znanym kryterium podziału białek są ich funkcje (ryc. II.4.1.).



Ryc. II.4.1. Podział białek.

Przykład białek fibrylarnych stanowi kolagen. Białka fibrylarne mają strukturę włóknkową, ich cząsteczki są długie, ułożone równolegle (ryc. II.4.2.). Charakteryzują się wytrzymałością na bodźce mechaniczne, przez to nadają tkanom i organom elastyczność i sprężystość.



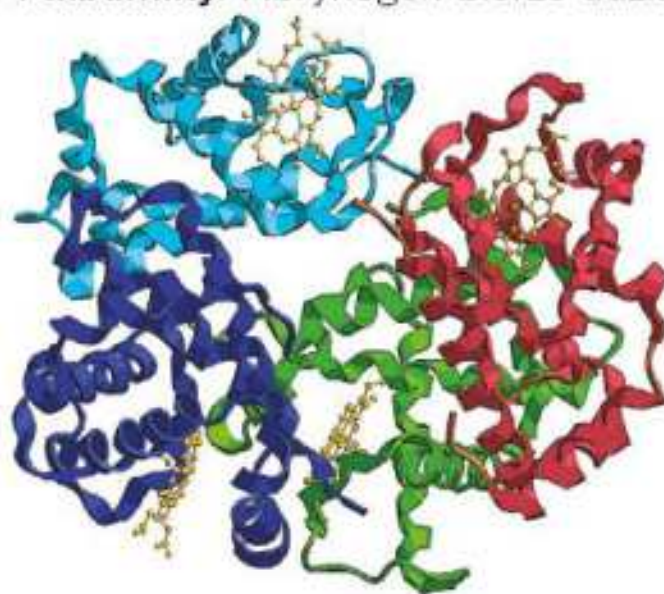
Ryc. II.4.2. Model przestrzenny kolagenu.

Białka globularne mają kształt kulisty i kłębkowaty. Są rozpuszczalne w wodzie. Do białek globularnych należy **mioglobina**, która występuje w mięśniach i magazynuje tlen. W czasie długotrwałego wysiłku mioglobina zapewnia szybkie uwalnianie tlenu z krwi do komórek włókien mięśniowych.

Tab. II.4.1. Funkcjonalny podział białek

Rodzaj białka	Opis	Przykłady
Białka enzymatyczne	specyficzne przyspieszanie reakcji chemicznych (w przeważającej części to białka globularne)	enzymy trawienne (np. pepsyna), oksydoreduktazy (np. katalaza)
Białka strukturalne	składniki budulcowe komórek i tkanek (na ogół to białka fibrylarne); składniki struktur komórkowych (np. chromatyny)	kolagen, elastyna, keratyna, histony
Białka zapasowe	forma zapasowa aminokwasów	kazeina, owoalbumina
Białka transportujące	transport substancji (np. tlenu, lipidów)	hemoglobina, mioglobina, <u>lipoproteiny osocza</u>
Białka hormonalne	regulacja aktywności na poziomie całego organizmu	insulina
Białka receptorowe	reakcje na bodźce chemiczne	receptor insuliny
Białka kurczliwe	udział w skurczu mięśni	<u>aktyna</u> , miozyna
Białka obronne	ochrona przed patogenami	<u>przeciwciała</u>

Każdy przejaw życia na Ziemi na formę białkową. Białka ze względu na spektrum pełnionych funkcji są zaangażowane we wszystkie procesy życiowe organizmu (tab. II.4.1.). Ten podział funkcjonalny białek doskonale można zilustrować na przykładzie krwi. Krew składa się z osocza oraz elementów morfotycznych. W skład osocza wchodzi woda, białka oraz inne rozpuszczone substancje. Do najważniejszych białek osocza zaliczamy: **fibrynogen**, **globuliny** i **albuminy**. Fibrynogen bierze udział w procesie krzepnięcia krwi. Frakcja globulin osocza zawiera białka transportujące (np. hormony, tłuszcze, cholesterol), biorące udział w krzepnięciu krwi, oraz przeciwciała (białka odpornościowe). Albuminy osocza regulują ciśnienie osmotyczne krwi, przez co utrzymują właściwą jej objętość. W erytrocytach – czerwonych krwinkach występuje **hemoglobina** – białko transportujące tlen i nadające krwi czerwoną barwę. Hemoglobina jest przykładem białka złożonego, ponieważ oprócz części białkowej zawiera czerwony barwnik – **hem** (ryc. II.4.3.).



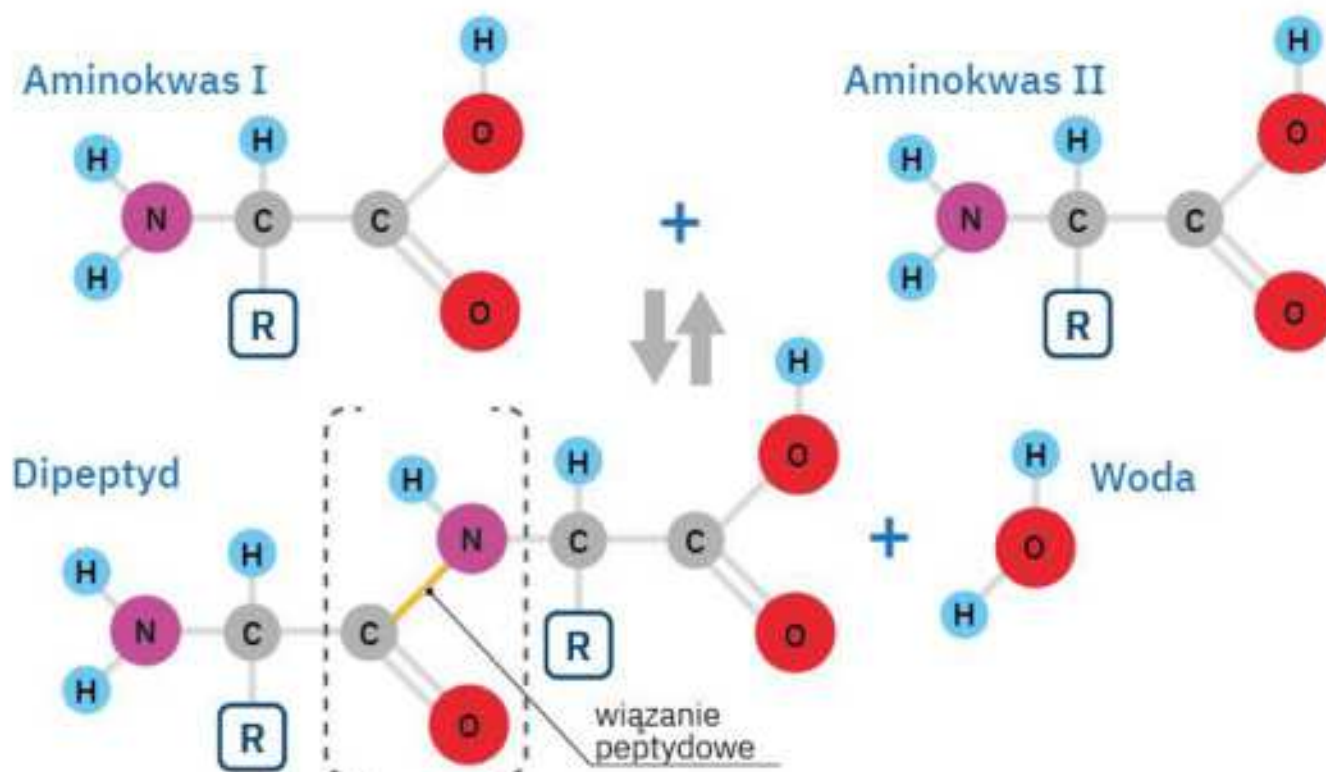
Ryc. II.4.3. Model przestrzenny hemoglobiny. Hemoglobina składa się z czterech podjednostek białkowych oraz czterech cząsteczek hemu (żółty).

Budowa białek

Białka to makrocząsteczki zbudowane z tego samego zestawu tylko 20 aminokwasów (choć w przyrodzie znanych jest ich ponad kilkaset). Wszystkie aminokwasy mają ten sam schemat budowy: wokół centralnie umieszczonego atomu węgla (tzw. węgla α) rozmieszczone są cztery różne podstawniki: grupa aminowa ($-\text{NH}_2$), karboksylowa ($-\text{COOH}$), atom wodoru oraz zmienna grupa $-\text{R}$, stanowiąca tzw. łańcuch boczny. Aminokwasy różnią się grupą $-\text{R}$ (ryc. II.4.4.).

Organizm człowieka potrafi syntetyzować jedenaście aminokwasów (są to tzw. **aminokwasy endogenne**), a dziewięć musi dostarczać wraz z pożywieniem (tzw. **aminokwasy egzogenne**, np. fenyloalanina). Białka zawierające wszystkie aminokwasy egzogenne we właściwych proporcjach to tzw. **białka pełnowartościowe**. Do białek o wysokiej wartości biologicznej zaliczamy białka pochodzenia zwierzęcego, zawarte w jajach, mięsie ryb oraz przetworach mlecznych. W przeciwieństwie do białek pełnowartościowych białka ubogie w aminokwasy egzogenne nazywamy **niepełnowartościowymi**. Tego typu białka występują w niektórych zbożach i warzywach. Aminokwas, którego brakuje w danym białku, nazywamy **aminokwasem ograniczającym**.

Reszty aminokwasowe w białkach łączą się ze sobą wiązaniem peptydowym. Połączenie kilkudziesięciu lub większej ilości reszt aminokwasowych za pomocą wiązań peptydowych prowadzi do wytworzenia **łańcucha polipeptydowego**.

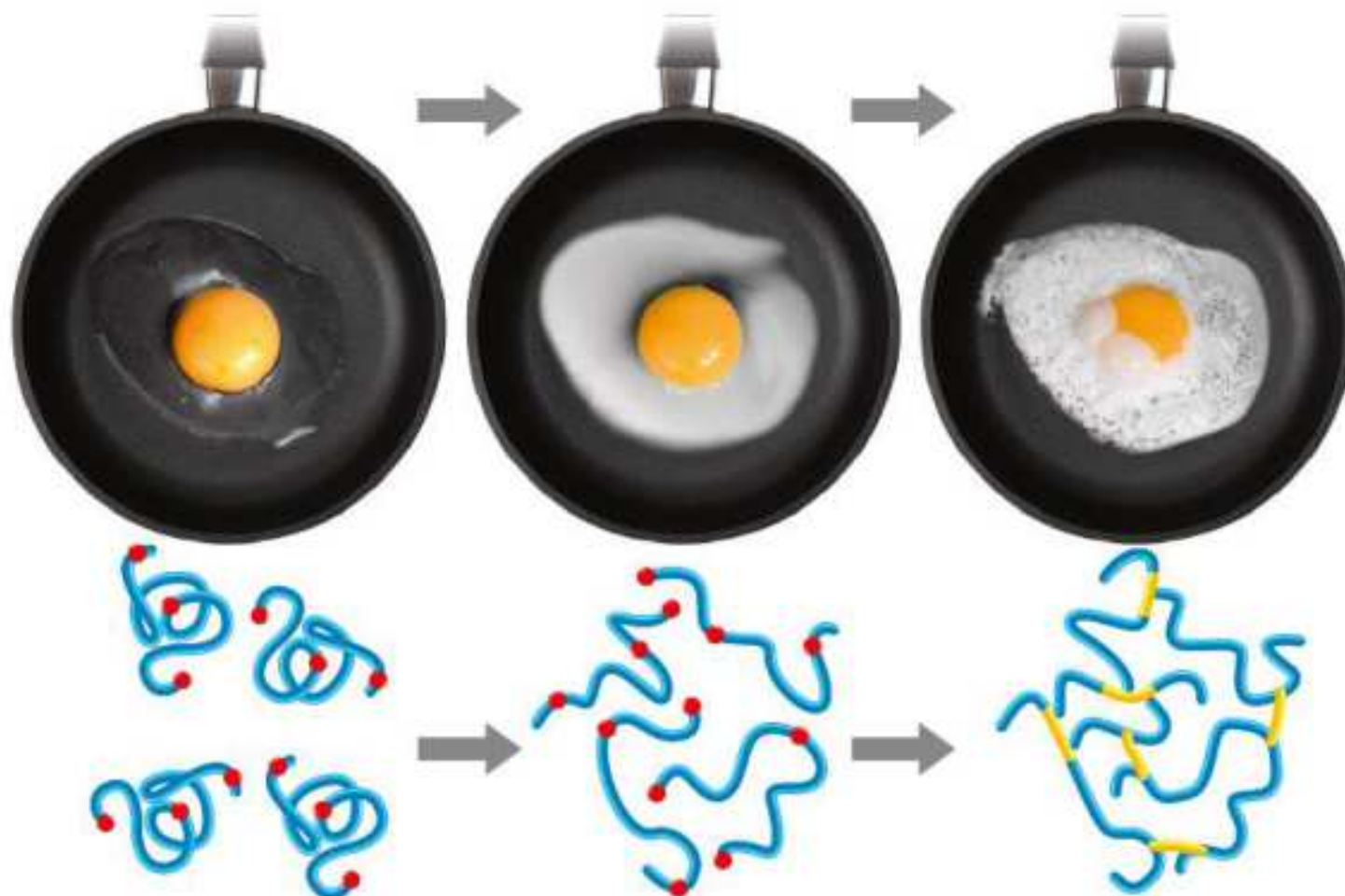


Ryc. II.4.4. Połączenie aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym.

Aby powstało w pełni funkcjonalne białko, łańcuch polipeptydowy musi przyjąć odpowiednią strukturę w przestrzeni (**konformację**). Dzieje się to przez odpo-

wiednie skrócenie, sfaldowanie i złożenie łańcucha polipeptydowego w jedną w swoim rodzaju cząsteczkę białka przeznaczoną do pełnienia ściśle określonej funkcji. Zatem terminy „białko” i „łańcuch polipeptydowy” nie są tożsame. Różnica między nimi jest taka, jak pomiędzy kłębkami wełny a utkanym z niego szalikiem.

Sekwencja (kolejność) reszt aminokwasowych w białku decyduje o jego strukturze przestrzennej, czyli konformacji. Z kolei konformacja białka określa jego aktywność biologiczną. Na strukturę przestrzenną, a tym samym na aktywność białka, wpływają takie czynniki, jak: wysoka temperatura, zmiany pH, niektóre związki chemiczne (mocne kwasy i zasady, substancje organiczne, detergenty), promieniowanie UV i wiele innych. Pod ich wpływem zwinięty łańcuch polipeptydowy rozkręca się i przyjmuje przypadkową formę. Proces ten nazywamy **denaturacją**, a czynniki, które ją wywołują – denaturującymi. Utrata konformacji i aktywności biologicznej wiąże się z rozerwaniem wiązań, które utrzymują stabilność struktury przestrzennej białka. Denaturacja to proces, którego nie można odwrócić. Przykładem denaturacji białka jest działanie wysokiej temperatury na albuminę jaja kurzego w czasie gotowania lub smażenia (ryc. II.4.5.).



Ryc. II.4.5. Denaturacja białka pod wpływem temperatury.

Zdecydowana większość białek ropuszcza się w wodzie i tworzy **koloidy**, czyli mieszaniny, w których jedna substancja (białko) jest rozproszona w drugiej (woda). Wodny roztwór białka nazywamy **zolem**. W trakcie koagulacji zół przekształca się w **żel**. Koagulację mogą wywołać sole metali lekkich, na przykład NaCl.

Koagulacja to proces odwracalny, ponieważ nie narusza struktury przestrzennej białek. Po dodaniu wody żel przechodzi z powrotem w zol.



Eksperyment biologiczny

Wprowadzenie: Kazeina stanowi ok. 75% białek mleka i jest dla noworodków i niemowląt źródłem niezbędnych aminokwasów. Jest więc białkiem pełnowartościowym. Wytrąca się pod wpływem różnych czynników (np. jony, sole mineralne, enzymy, zmiany pH).

Problem badawczy: Sformułuj problem badawczy.

Hipoteza badawcza: Kazeina mleka wytrąca się pod wpływem niskiego pH.

Instrukcja przeprowadzenia doświadczenia: Do zlewki o objętości 250 ml nalej 100 ml tłustego mleka. Zlewkę umieść na płycie grzejnej i podgrzewaj, utrzymując temperaturę nie wyższą niż 50–60°C. Za pomocą strzykawki wkropl do tej zlewki 5 ml 10-procentowego roztworu kwasu octowego. Całość cały czas mieszaj. Po pewnym czasie z mleka oddzieli się twaróg. Na lejek nałóż bibułę filtracyjną lub złożoną na 4 części gazę i przesącz uzyskany roztwór.

Wynik: Po wykonaniu doświadczenia sporządź notatkę w zeszycie, opisz jego przebieg, przedstaw wyniki.

Wniosek: Sformułuj wniosek.

Wykorzystując różne źródła informacji, odpowiedz na poniższe pytania:

- Co to jest serwatka?
- Na czym polega i pod wpływem czego zachodzi tzw. zsiadanie mleka?

PYTANIA I POLECENIA

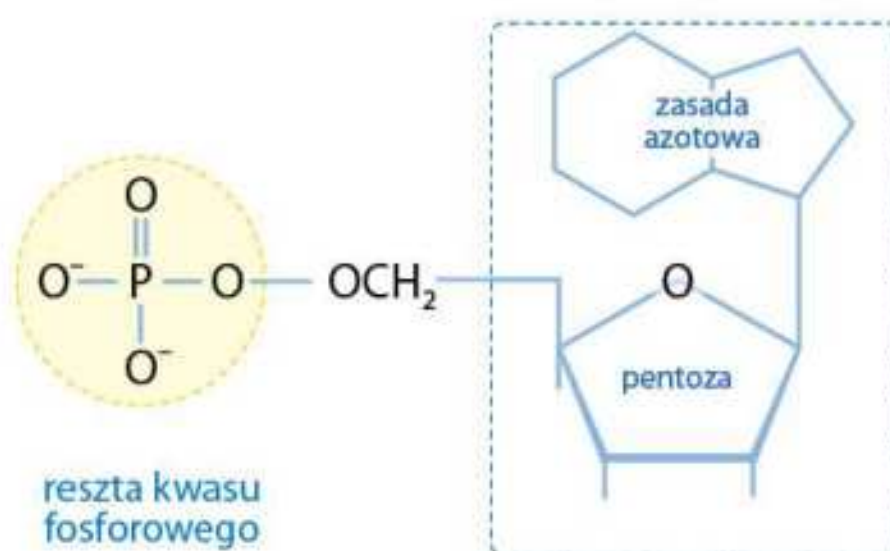
1. Wytłumacz, opierając się na konkretnych przykładach, z czego wynika ogromne zróżnicowanie białek występujących w komórkach organizmów.
2. Jakie funkcje pełnią białka?
3. Omów budowę aminokwasu.
4. Wyszukaj w dostępnych źródłach przykłady produktów roślinnych zawierających białka niepełnowartościowe. Sporządź w zeszycie tabelę aminokwasów ograniczających dla tych produktów.
5. W jaki sposób powinien komponować swoją dietę wegetarianin lub weganin?

5. Budowa i funkcje kwasów nukleinowych

Kwasy nukleinowe przenoszą informację genetyczną. **Kwas deoksyrybonukleinowy (DNA)** zawiera geny, czyli materiał dziedziczny, w którym jest zapisana „instrukcja” niezbędna do syntezy wszystkich białek oraz wszystkich rodzajów RNA. Z kolei **kwasy rybonukleinowe (RNA)** biorą udział w biosyntezie białek, podczas której pełnią różne funkcje – na przykład mRNA przenosi informację o sekwencji aminokwasowej łańcucha polipeptydowego.

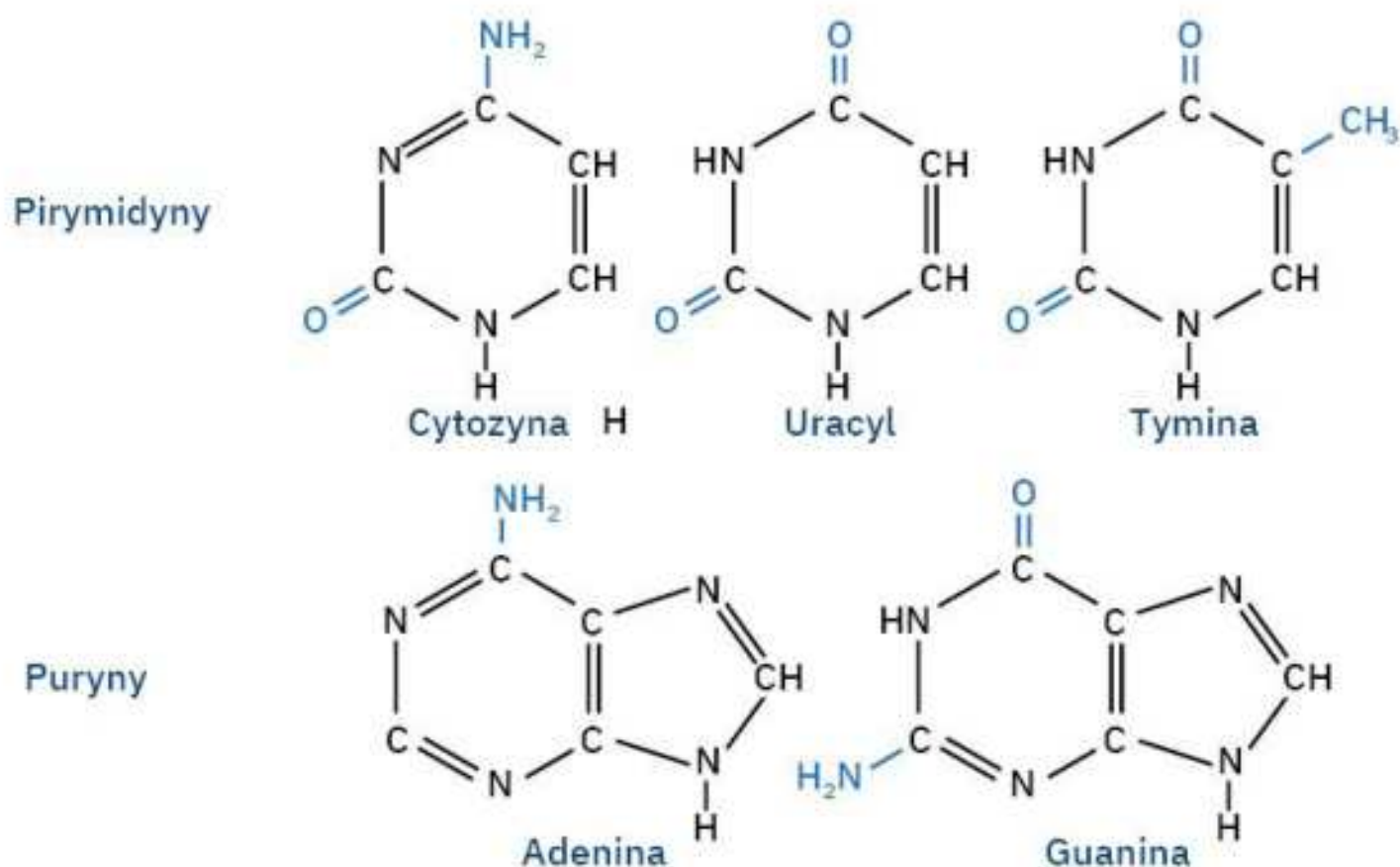
Podobnie jak białka, kwasy nukleinowe to makrocząsteczki zbudowane z merów zwanych **nukleotydami** (ryc. II.5.1.). Każdy nukleotyd składa się z:

- pięciowęglowego **cukru** – deoksyrybozy w DNA i rybozy w RNA;
- **grupy fosforanowej** nadającej cząsteczce kwaśny charakter;
- **zasady azotowej**.



Ryc. II.5.1. Składniki nukleotydu.

Zasadami azotowymi są dwupierścieniowe **puryny** lub jednopierścieniowe **pirymidyny** (ryc. II.5.2.). W DNA występują puryny: **adenina** (A) i **guanina** (G) oraz pirymidyny: **cytozyna** (C) i **tymina** (T). W budowie RNA purynami są: adenina i guanina, natomiast pirymidynami: cytozyna i **uracyl**. W skład każdego nukleotydu wchodzi tylko jedna z wymienionych zasad azotowych. Na przykład nukleotyd adeninowy składa się z adeniny, cukru i reszty fosforanowej. Nukleotydy w kwasach nukleinowych są ułożone liniowo – jeden za drugim, a wiązanie, które je łączy, powstaje pomiędzy grupą fosforanową jednego nukleotydu a resztą cukrową kolejnego (ryc. II.5.2.). Podobnie jak sekwencja aminokwasowa w białku, tak samo sekwencja nukleotydowa ma ogromne znaczenie, ponieważ niesie precyzyjną informację o budowie białek.

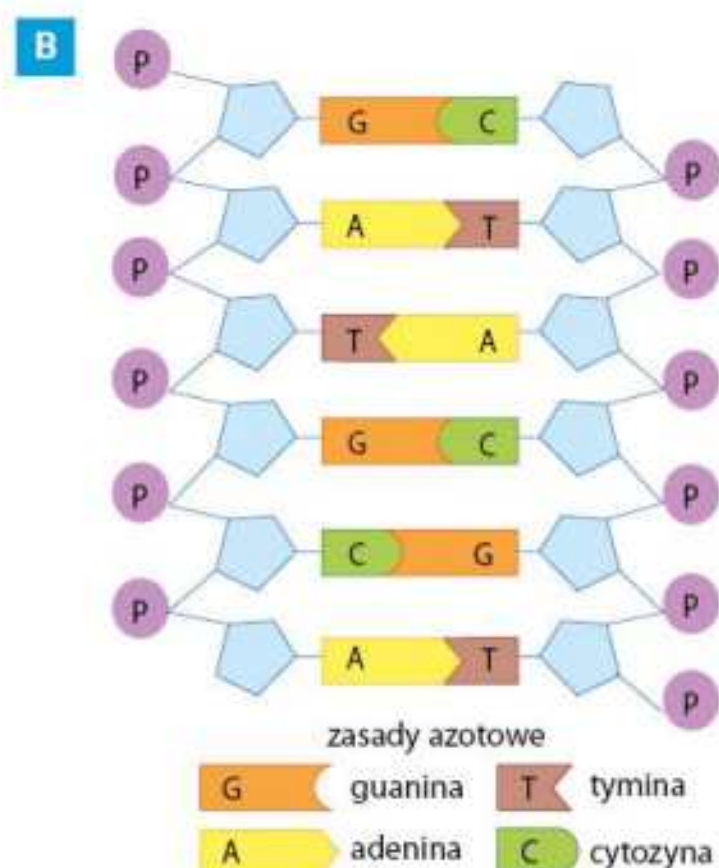


Ryc. II.5.2. Struktura puryn i pirymidyn wchodzących w skład kwasów nukleinowych.

RNA jest zwykle zbudowany z jednej nici polinukleotydowej, podczas gdy DNA stanowią dwie skręcone spiralnie nici polinukleotydowe, tworząc strukturę podwójnej helisy (ryc. II.5.3.). Porównanie struktury i funkcji kwasów DNA i RNA przedstawia tabela II.5.1.

DNA został odkryty w 1869 roku przez szwajcarskiego biochemika Friedricha Mieschera (czytaj: fridrisia miszera). Badacz ten wyizolował go w czystej postaci z bandaży nasączonych ropą rannych żołnierzy. Dopiero po 75 latach od tego odkrycia DNA (w latach 30. XX wieku) poznano, że DNA przenosi informację genetyczną (do tego czasu sądzono, że geny są zbudowane z białek). W 1953 roku dwaj późniejsi nobliści – James Watson (czytaj: dzejms łotson) i Francis Crick (czytaj: fransis krik) wykazali, że w komórce DNA występuje w postaci podwójnej helisy (ryc. II.5.3.). Opracowanie modelu struktury DNA przez tych badaczy stanowi kamień milowy nauki XX wieku. Najważniejsze cechy modelu struktury DNA Watsona i Cricka to:

- dwie helikalne nici polinukleotydowe są skręcone wokół wspólnej osi;
- obie nici biegną w przeciwnych kierunkach;
- zasady obu nici są połączone słabymi wiązaniami (wodorowymi) i sparowane, co oznacza, że zawsze adenina jednej nici łączy się tyminą drugiej nici (A–T), a cytozyna z guaniną (C–G). Prawidłowość ta zwana **komplementarnością zasad** sprawia, że znając sekwencję jednej nici, w jednoznaczny sposób jesteśmy w stanie określić sekwencję drugiej nici. Ma to niebywałe znaczenie dla procesu powielania i przekazywania informacji.

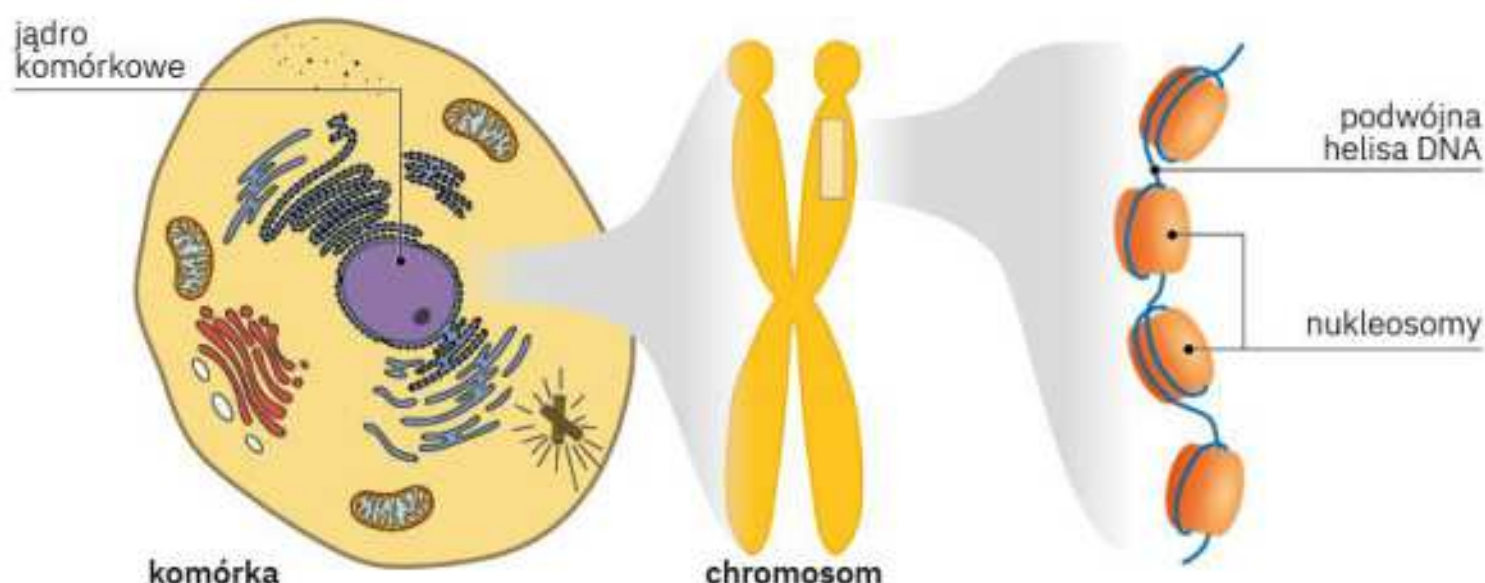


Ryc. II.5.3. Budowa DNA i odkrywcy struktury DNA – James Watson i Francis Crick. (A) W łańcuchu nukleotydowym szkielet cukrowo-fosforanowy umieszczony jest na zewnątrz, a zasady do wewnątrz, (B) podwójna nić DNA – ma postać helisy (C).

Tab. II.5.1. Porównanie budowy DNA i RNA

Cecha	DNA	RNA
Liczba nici	2	1
Podjednostka, z której jest zbudowany kwas	nukleotyd	
Reszta cukrowa w nukleotydzie	deoskryboza	ryboza
Zasady azotowe nukleotydu	puryny: adenina (A), guanina (G) pirymidyny: cytozyna (C), tymina (T)	puryny: adenina (A), guanina (G) pirymidyny: cytozyna (C), uracyl (U)
Reszta kwasu nieorganicznego	reszta kwasu fosforowego(V)	
Występowanie	jądro komórkowe, <u>mitochondrium</u>	jądro komórkowe, cytoplazma, rybosomy
Zawartość w komórce	1% świeżej masy	5–10% świeżej masy
Funkcja	zawiera informację dotyczącą budowy białek	uczestniczy w biosyntezie białek
Rodzaje	kilka rodzajów w zależności od kryterium, np. lokalizacja w komórce: DNA jądrowy, DNA mitochondrialny	kilka rodzajów: – mRNA – przenosi informację genetyczną – tRNA – transportuje aminokwasy – rRNA – wchodzi w skład rybosomów

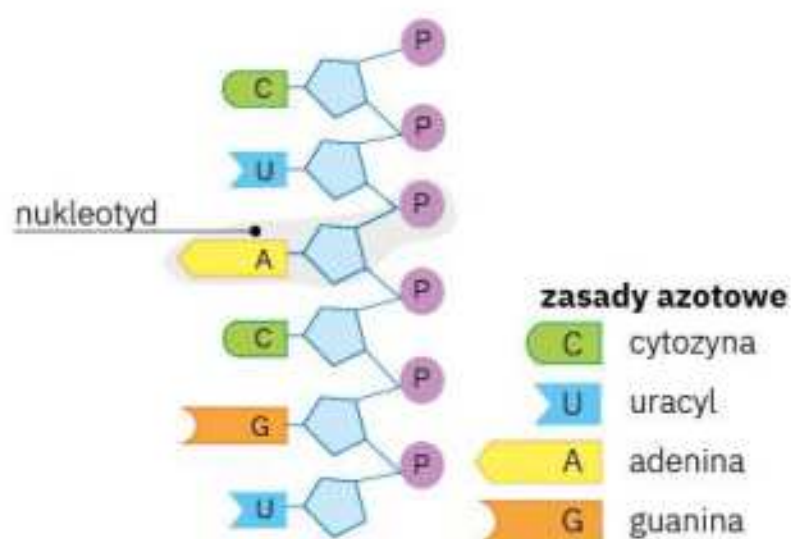
Naturalnie występujące cząsteczki DNA są bardzo długimi łańcuchami. Wynika to z ich funkcji oraz ze złożoności organizmów – aby mogły przenosić niezbędną informację, muszą zawierać wiele nukleotydów. W komórce eukariotycznej DNA jest ściśle skręcone i upakowane. DNA wiąże się z białkami, tworząc kolejne poziomy skręcenia, a ostatecznie przyjmując postać **chromosomu** (ryc. II.5.4.).



Ryc. II.5.4. Upakowanie DNA w komórce.

W przeciwieństwie do DNA, RNA najczęściej jest jednoniciowe (ryc. II.5.5.) i przyjmuje zróżnicowane struktury, co wynika z pełnionych przez RNA wielu odmiennych funkcji.

We wszystkich komórkach, zarówno prokariotycznych, jak i eukariotycznych, występują trzy główne rodzaje RNA, który wyróżnia się na podstawie ich funkcji i cech strukturalnych.



Informacyjny RNA (matrycowy) (**mRNA**) – RNA o ogromnym zróżnicowaniu sekwencji nukleotydowej. W sekwencji nukleotydów mRNA jest zapisana informacja o strukturze konkretnego białka.

Ryc. II.5.5. Struktura RNA. RNA najczęściej jest jednoniciowe.

Transportujący RNA (tRNA) – najmniejszy z rodzajów RNA, którego zadaniem jest przyłączanie wolnych aminokwasów w cytoplazmie i transportowanie ich do rybosomów. Aminokwasy w procesie syntezy białka zostają włączone do nowo tworzonego łańcucha polipeptydowego. tRNA ma charakterystyczną strukturę przypominającą odwróconą literę L (ryc. II.5.6.).

Rybosomowy RNA (rRNA) – wchodzi w skład rybosomów. Rybosomy zawierają od 50 do 65% RNA. rRNA bierze udział w syntezie białek.



Ryc. II.5.6. Struktura tRNA.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wypisz składniki nukleotydu i podaj różnice pomiędzy nukleotydami budującymi DNA i RNA.



2. Stosując zasadę komplementarności (parowania), do podanej poniżej nici DNA dopisz w zeszycie drugą.

AATTCGTCACCGTACG

3. Wymień i scharakteryzuj rodzaje RNA komórkowego.
4. Przerysuj do zeszytu i uzupełnij poniższą tabelę, wpisując P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F, jeśli jest fałszywe.

Stwierdzenie	P/F
1. W DNA jest zapisana informacja o budowie wszystkich białek organizmu.	...
2. Struktura RNA to dwuniciowa, prawoskrętna helisa.	...
3. W skład nukleotydów kwasów nukleinowych wchodzi jedna zasada purynowa i jedna pirymidynowa.	...
4. tRNA jest składnikiem rybosomów i ma właściwości katalityczne.	...

Podsumowanie działu

Skład chemiczny organizmu

- Podstawowe pierwiastki wchodzące w skład organizmów i ich funkcja

Pierwiastek			Funkcja w organizmie
makroelementy >0,01% suchej masy organizmu	pierwiastki biogenne	węgiel (C) wodór (H)	pierwiastki wchodzące w skład związków organicznych budujących każdy organizm (białka, cukry, tłuszcze, kwasy nukleinowe)
		azot (N)	składnik aminokwasów, białek i kwasów nukleinowych
		siarka (S)	składnik niektórych aminokwasów i białek
		fosfor (P)	składnik kwasów nukleinowych, związków wysokoenergetycznych, np. ATP element budulcowy kości
	inne makroelementy	wapń (Ca)	składnik szkieletu człowieka i zwierząt, uczestniczy w funkcjonowaniu komórek nerwowych i mięśniowych, bierze udział w krzepnięciu krwi
		magnez (Mg)	składnik kości, aktywator wielu enzymów niezbędny do pracy komórek nerwowych i mięśniowych
		sód (Na)	regulacja ciśnienia osmotycznego krwi, udział w przewodzeniu impulsów nerwowych
		potas (K)	uczestniczy w przewodzeniu impulsów nerwowych i skurczu mięśni
		chlor (Cl)	składnik soku żołądkowego, bierze udział w usuwaniu wody z organizmu
	mikroelementy <0,01% suchej masy organizmu	żelazo (Fe)	składnik barwników oddechowych u człowieka i zwierząt (hemoglobiny i mioglobiny), składnik enzymów łańcucha oddechowego
		jod (I)	składnik hormonów tarczycy
		fluor (F)	składnik kości i zębów

Węglowodany – budowa i znaczenie

- Węglowodany pełnią funkcje zapasowe (skrobia, glikogen), budulcowe (celuloza, chityna) oraz strukturalne (np. ryboza i deoksyryboza wchodzi w skład RNA i DNA).
- Węglowodany składają się z jednej (monosacharydy), dwóch (disacharydy) lub wielu (polisacharydy) reszt cukrowych.
- Monosacharydy to aldehydy lub ketony zawierające dwie lub więcej grup hydroksylowych.
- Do monosacharydów zaliczamy glukozę, fruktozę, galaktozę, rybozę i deoksyrybozę. Glukoza jest podstawowym paliwem energetycznym komórki.
- Disacharydy są zbudowane z dwóch reszt cukrowych połączonych wiązaniem glikozydowym. Do najważniejszych disacharydów zaliczamy: sacharozę (połączenie reszt glukozy i fruktozy), maltozę (połączenie dwóch reszt glukozy), laktozę (połączenie reszty glukozy i galaktozy).
- Większość węglowodanów stanowią polisacharydy, które są zbudowane z wielu reszt cukrów prostych.
- Skrobia, glikogen i celuloza to biopolimery glukozy o odmiennej strukturze i właściwościach.

Lipidy – budowa i znaczenie biologiczne

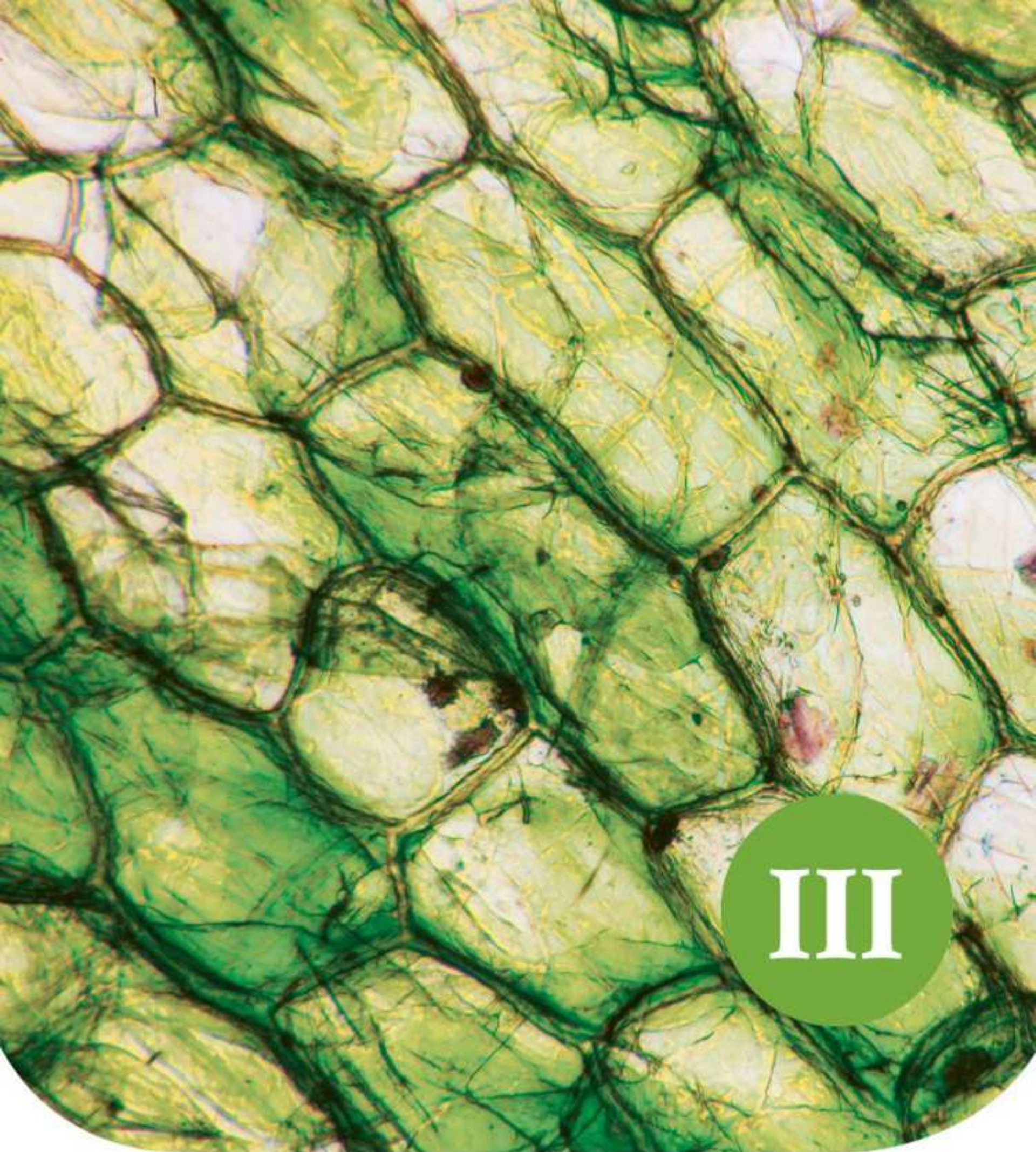
- Lipidy stanowią magazyn energii (triacyloglicerole) oraz są głównym składnikiem budulcowym błon biologicznych (fosfolipidy).
- Tłuszcze proste (triacyloglicerole) to estry alkoholi i wyższych kwasów tłuszczowych.
- Przykład tłuszczów złożonych stanowią fosfolipidy, które są zbudowane z glicerolu, dwóch reszt kwasów tłuszczowych i reszty kwasu fosforowego. Reszta kwasu fosforowego ma przyłączoną cząsteczkę alkoholu – cholinę (w lecytynie).
- Fosfolipidy są cząsteczkami amfipatycznymi, co oznacza, że jedna część ich cząsteczki ma powinowactwo do wody, a druga jest hydrofobowa. Ta cecha warunkuje samorzutne tworzenie się dwuwarstw lipidowych, z których są utworzone błony komórkowe.
- Kwasy tłuszczowe występujące w tłuszczach prostych i złożonych mogą być nasycone (np. palmitynowy) lub nienasycone (np. oleinowy).

Białka – budowa i funkcje

- Białka stanowią podstawę wszystkich procesów życiowych.
- Wyróżniamy białka proste i złożone.
- Białka dzielimy ze względu na kształt (globularne i fibrylarne) lub ze względu na funkcje: enzymatyczne, strukturalne, zapasowe, transportujące, hormonalne, receptorowe czy obronne.
- Białka są zbudowane z zestawu 20 aminokwasów, które łączą się ze sobą wiązaniami peptydowymi w ściśle określonej kolejności, czyli sekwencji.
- Aminokwasy białkowe dzielimy ze względu na rodzaj łańcucha bocznego (–R).
- Organizm człowieka nie potrafi syntetyzować wszystkich aminokwasów i część z nich (tzw. aminokwasy egzogenne) musi dostarczać wraz z pożywieniem.
- Pod wpływem czynników denaturujących dochodzi do zniszczenia struktury przestrzennej i utraty aktywności białka.

Budowa i funkcje kwasów nukleinowych

- Kwasy nukleinowe funkcjonują jako cząsteczki informacyjne w komórce. DNA jest nośnikiem informacji genetycznej, a RNA bierze udział w jej realizacji – syntezie białek.
- DNA i RNA są liniowymi polimerami zbudowanymi z nukleotydów. W skład nukleotydu wchodzi zasada azotowa, cukier i reszta fosforanowa. W DNA cukrem jest deoksyryboza, a zasadami: adenina, guanina, cytozyna i tymina. Nukleotydy RNA zawierają cukier – rybozę oraz zasady: adeninę, guaninę, cytozynę i uracyl.
- Cząsteczki DNA składają się z dwóch łańcuchów (nici) polinukleotydowych zwiniętych spiralnie i tworzących podwójną helisę.
- W komórkach eukariotycznych DNA jest związane z białkami i silnie skręcone, co pozwala na ciasne upakowanie całej cząsteczki w jądrze komórkowym.
- Cząsteczki RNA tworzą zwykle jednoniciowe struktury.

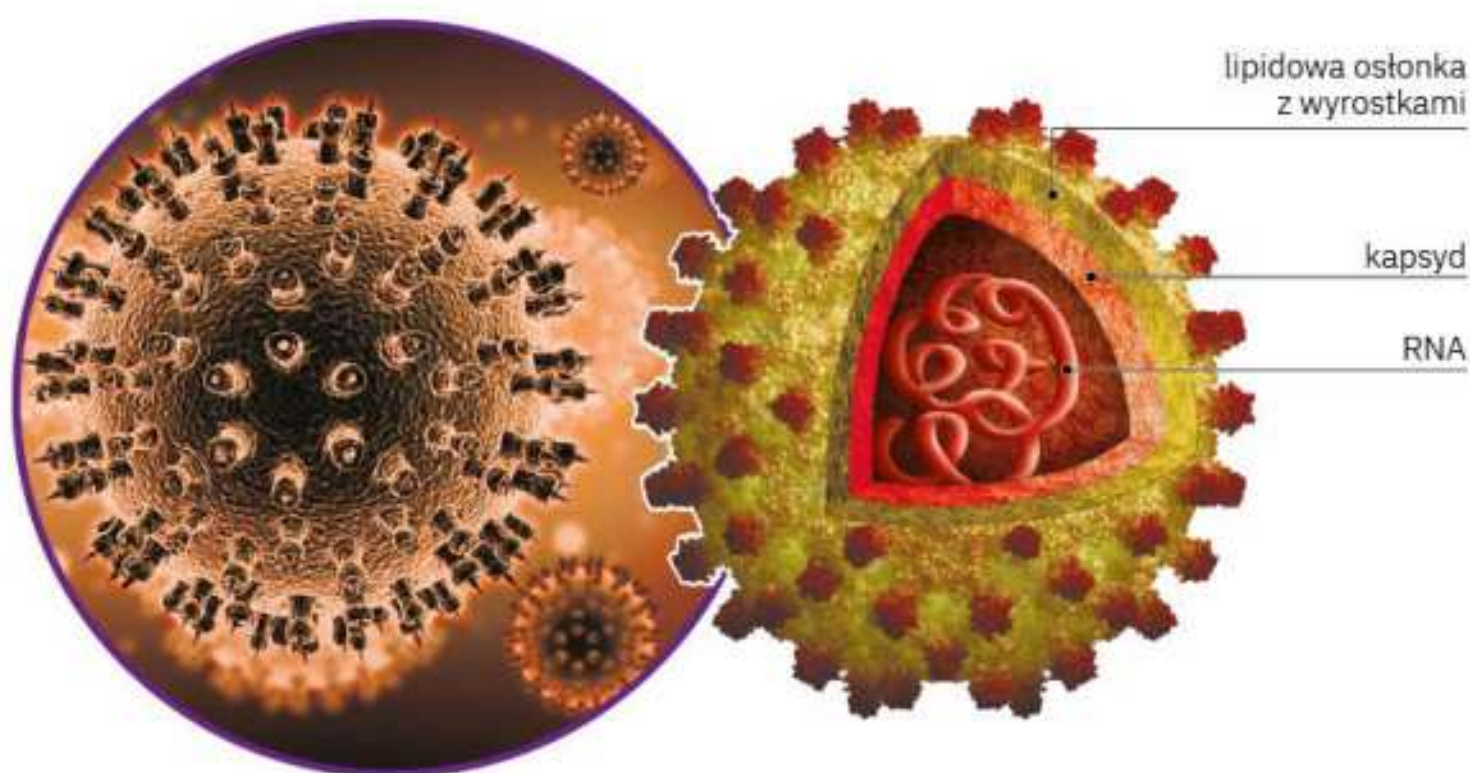


III

KOMÓRKA JAKO
PODSTAWOWA JEDNOSTKA
BUDULCOWA ORGANIZMÓW

1. Cechy organizmów

Wszystkie organizmy w odróżnieniu od elementów nieożywionych charakteryzują następujące **czynności życiowe**: odżywianie, wydalanie, ruch, wzrost, rozmnażanie czy reakcja na bodźce. Są zbudowane z komórek, czyli najmniejszych jednostek strukturalnych zdolnych do wykonywania czynności życiowych. Teorię komórkowej budowy organizmów sformułowano w XIX wieku. Znamy struktury, które nie mają budowy komórkowej, ale są zdolne jedynie do namnażania. To wirusy (ryc. III.1.1.).



Ryc. III.1.1. Wirus jest zbudowany z materiału genetycznego – kwasu nukleinowego DNA lub RNA otoczonego osłonką białkową zwaną kapsydem. Niektóre wirusy mają zewnętrzną osłonkę lipidową z wypustkami glikoproteinowymi. Na rycinie przedstawiono model budowy wirusa opryszczki pospolitej (HSV *Herpes simplex*).

Podział organizmów

Komórka stanowi podstawową jednostkę budulcową organizmów prokariotycznych i eukariotycznych.

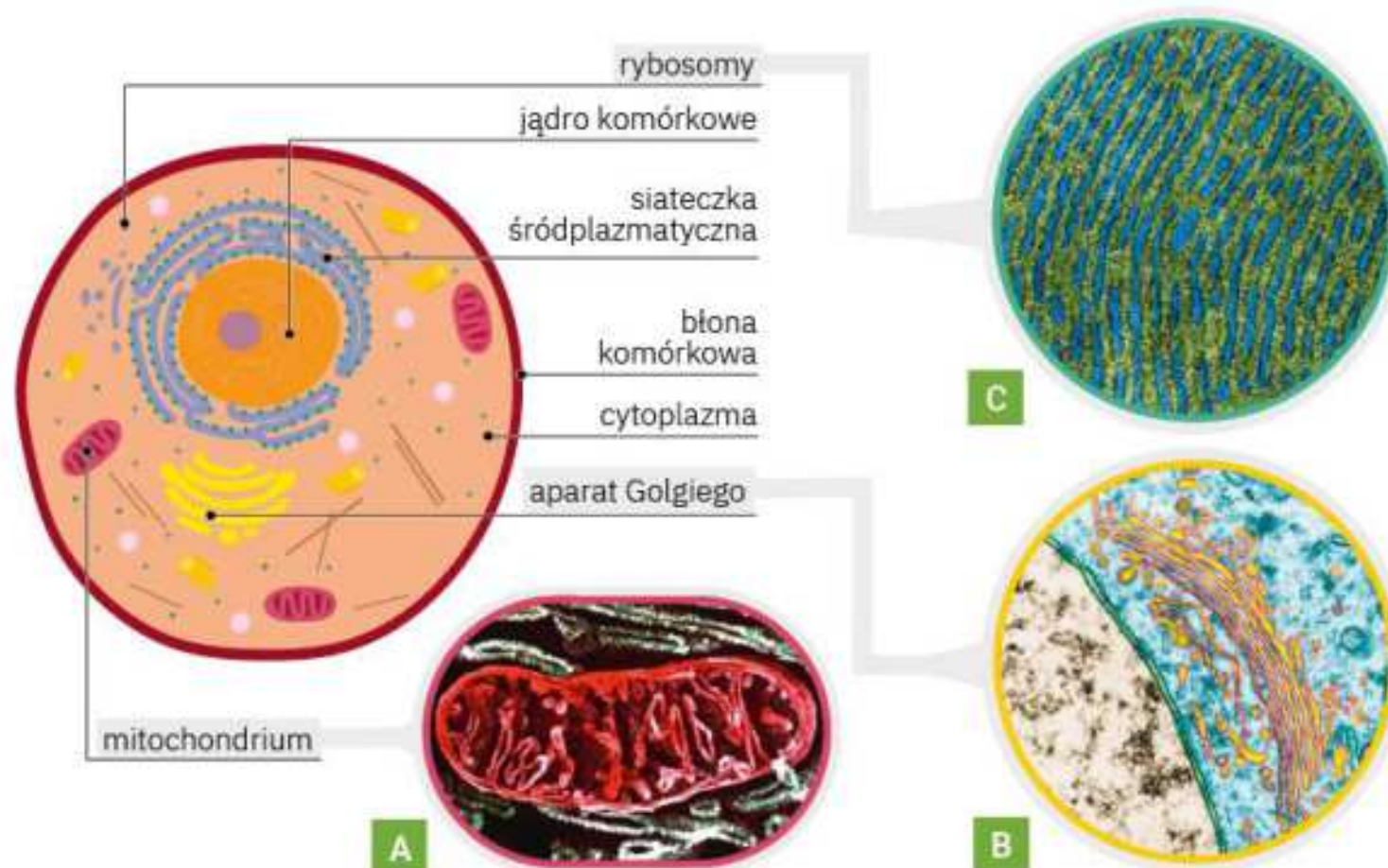
Ze względu na różnice w budowie komórek organizmy dzielimy na **organizmy prokariotyczne**, do których zaliczamy bakterie, i organizmy eukariotyczne, które podzielono na protista, grzyby, rośliny i zwierzęta (ryc. III.1.2.). Komórki organizmów prokariotycznych nie mają jądra komórkowego, a materiał genetyczny w postaci DNA znajduje się bezpośrednio w cytoplazmie. Komórki **organizmów eukariotycznych** mają jądro komórkowe.



Ryc. III.1.2. Podział organizmów na prokariotyczne i eukariotyczne.

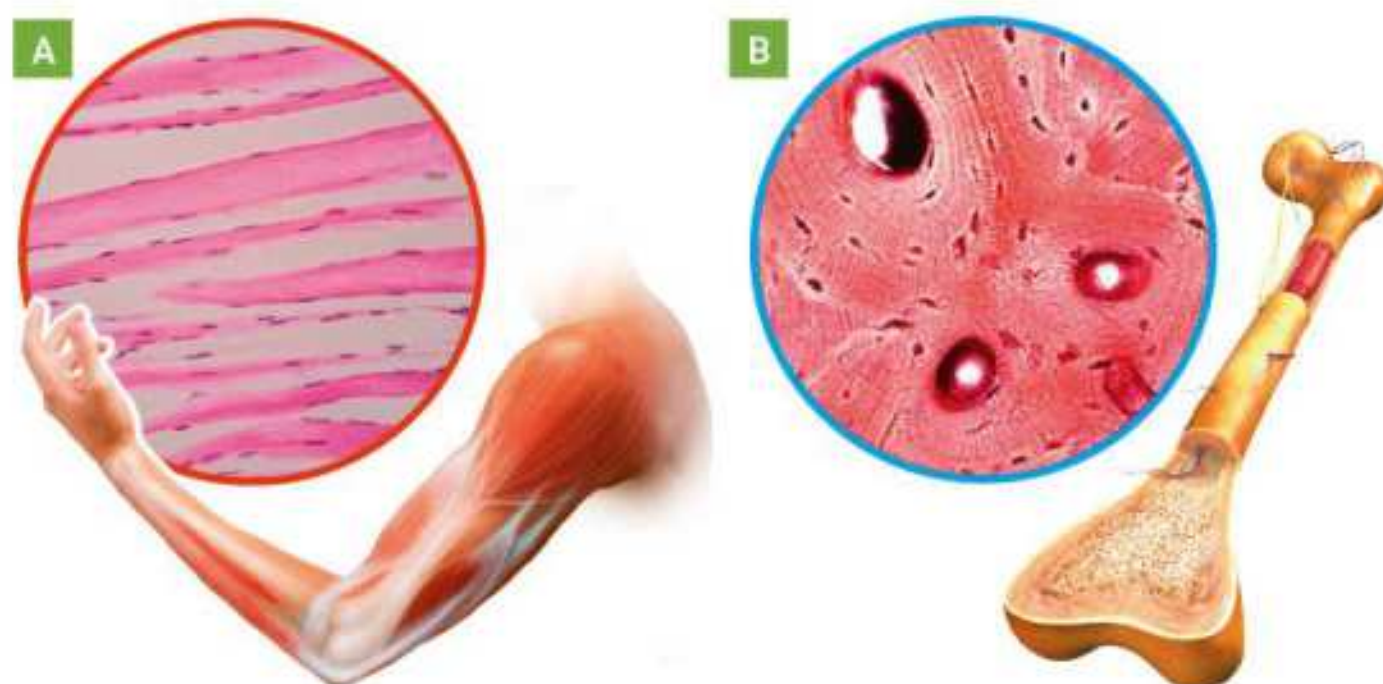
Komórka eukariotyczna jako podstawowa jednostka budulcowa organizmu człowieka

Komórki eukariotyczne mają jądro komórkowe. Jądro komórkowe zawiera DNA, w którym zapisana jest informacja o budowie białek niezbędnych komórce. Komórkę eukariotyczną od środowiska pozakomórkowego oddziela błona komórkowa. Wnętrze komórki wypełnia cytoplazma, w której znajdują się wyspecjalizowane organelle komórkowe odpowiedzialne za czynności życiowe komórki (ryc. III.1.3.).



Ryc. III.1.3. Model budowy komórki eukariotycznej oraz mikrofotografie mitochondrium (A) aparatu Golgiego (B) oraz rybosomów (C).

W organizmach wielokomórkowych komórki łączą się w funkcjonalne struktury, które tworzą tkanki (ryc. III.1.4.).



Ryc. III.1.4. Organizmy wielokomórkowe są zbudowane z szeregu wyspecjalizowanych komórek pełniących określone funkcje: (A) włókna mięśniowe poprzecznie prążkowane, (B) – komórki tkanki kostnej.

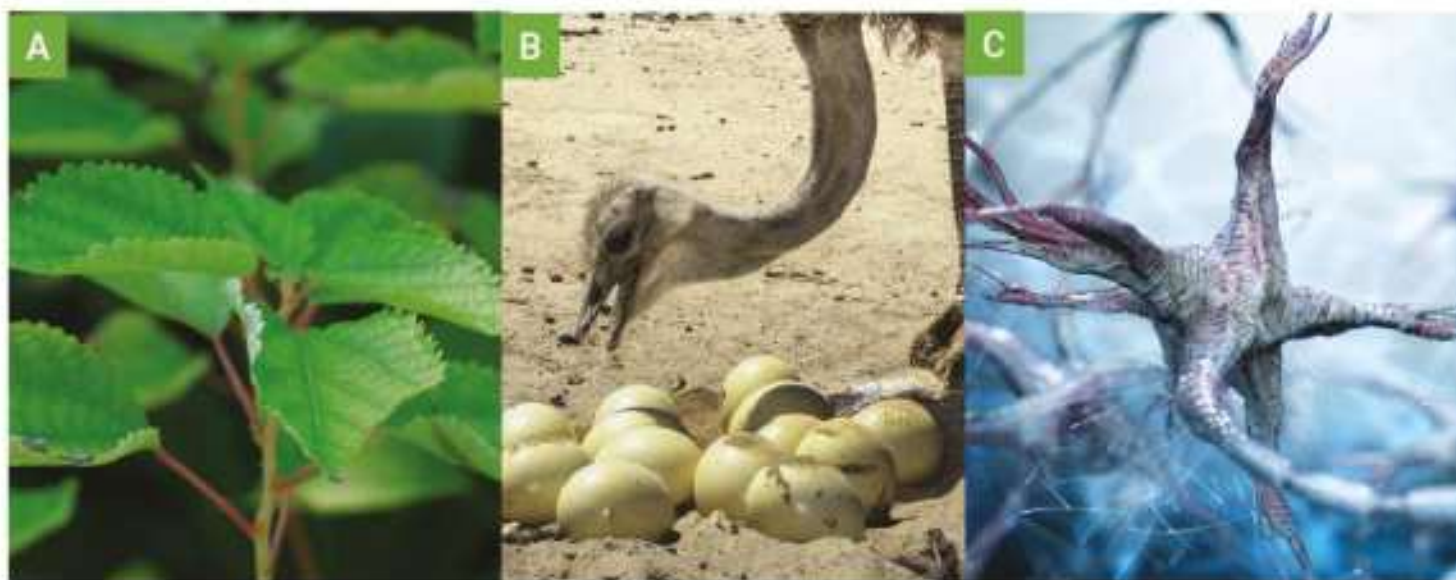
PYTANIA I POLECENIA

1. Wytłumacz, dlaczego komórka jest podstawową jednostką materii żywej.
2. Omów różnice między komórkami eukariotycznymi i prokariotycznymi.
3. Wytłumacz, dlaczego komórka prokariotyczna ma prostą budowę w porównaniu z komórką eukariotyczną.
4. Komórki łączą się w większe zespoły – tkanki, które budują organy i narządy. Podaj trzy przykłady takich zależności według schematu:

komórka-tkanka-narząd-układ

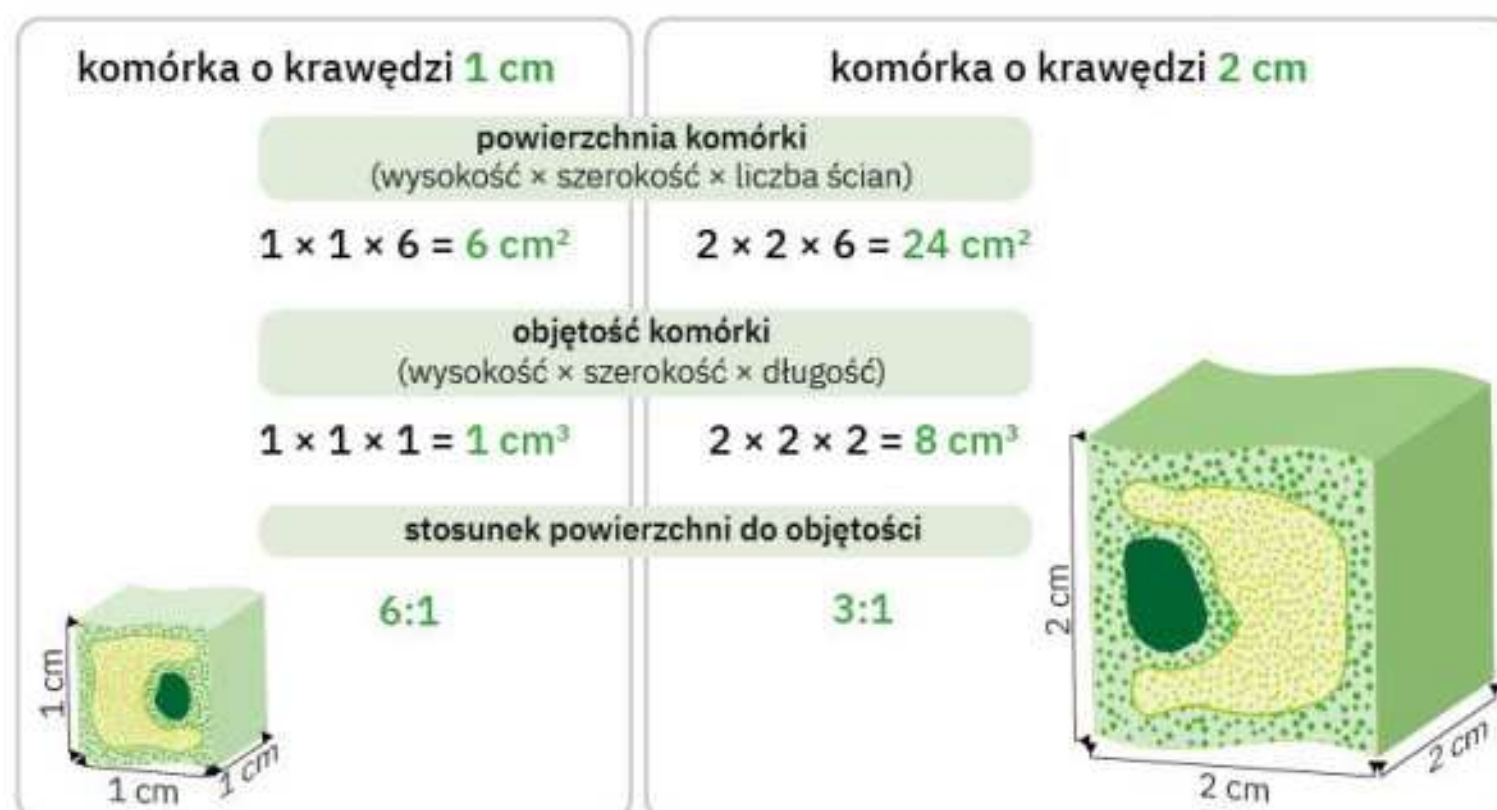
2. Główne cechy komórek eukariotycznych

Komórki prokariotyczne są wyraźnie mniejsze od komórek eukariotycznych. Ich wymiary osiągają kilka mikrometrów (μm , $1 \mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$). Wielkość komórek eukariotycznych jest około 10-krotnie większa i wynosi zazwyczaj od kilkunastu do kilkudziesięciu mikrometrów. Tylko niektóre komórki można dostrzec gołym okiem, jak komórki jajowe ptaków, ale większość jest widziana tylko w mikroskopie świetlnym lub elektronowym (wymiarów od kilku do kilkudziesięciu mikrometrów) (ryc. III.2.1.).



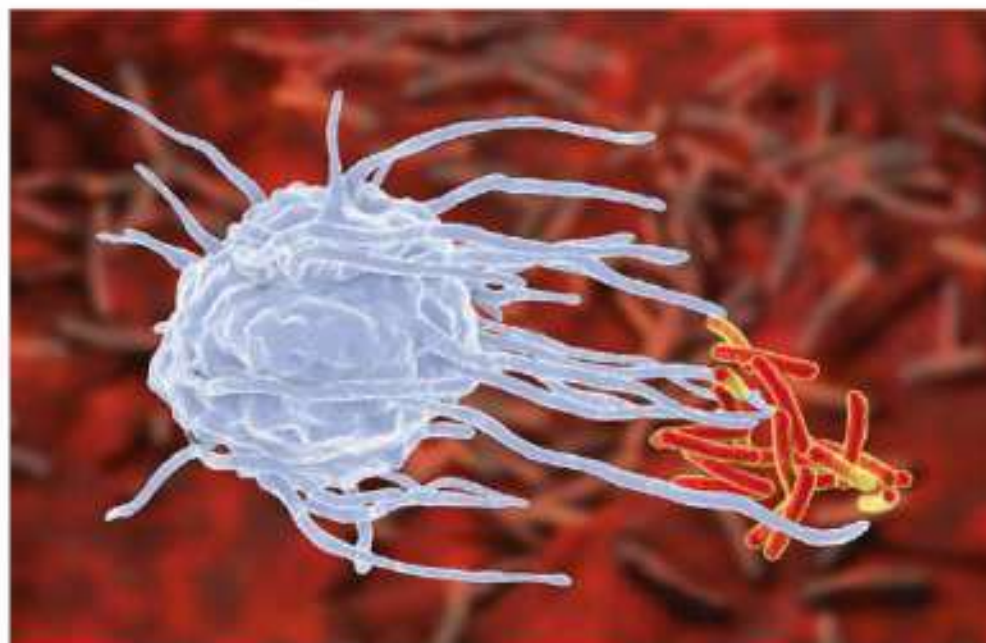
Ryc. III.2.1. Największe komórki u roślin to włókna ramii indyjskiej (*Boehmeria nivea*; czytaj: behmeria niwa), której komórki osiągają 50 cm długości (A), a u zwierząt – komórka jaja strusiego o średnicy 30 cm (B) oraz komórki nerwowe, których włókna mogą osiągać długość 1 m (C).

Wielkość komórek jest ograniczona. Głównym elementem opisującym wielkość komórek jest stosunek ich powierzchni do objętości (ryc. III.2.2.). W miarę powiększania się rozmiarów komórki szybciej rośnie jej objętość niż powierzchnia, co jest niekorzystne dla transportu substancji do i na zewnątrz komórki. Im będzie większa powierzchnia komórki, tym więcej cząstek będzie przepływało przez błonę do komórki lub więcej produktów przemiany materii zostanie usuniętych na zewnątrz. Dlatego większość komórek ma wymiary mikroskopowe. Często komórki duże, aby skutecznie zwiększyć swoją powierzchnię, są długie i cienkie.



Ryc. III.2.2. Zależność między stosunkiem powierzchni do objętości komórki.

Wielkość i kształt komórek zależą od funkcji pełnionych przez komórki. Przykładem są silnie spłaszczone komórki nabłonka płaskiego wyściełającego naczynia krwionośne czy gwiaździste komórki nerwowe z wypustkami, które u człowieka mogą osiągać długość nawet jednego metra, co pozwala na przekazywanie informacji na dużą odległość i usprawnia działanie układu nerwowego. Niektóre komórki mogą podczas ruchu zmieniać kształt, na przykład komórki układu odpornościowego – makrofagi (ryc. III.2.3.).



Ryc. III.2.3. Makrofagi są polimorficzne – charakteryzują się zmiennym kształtem.

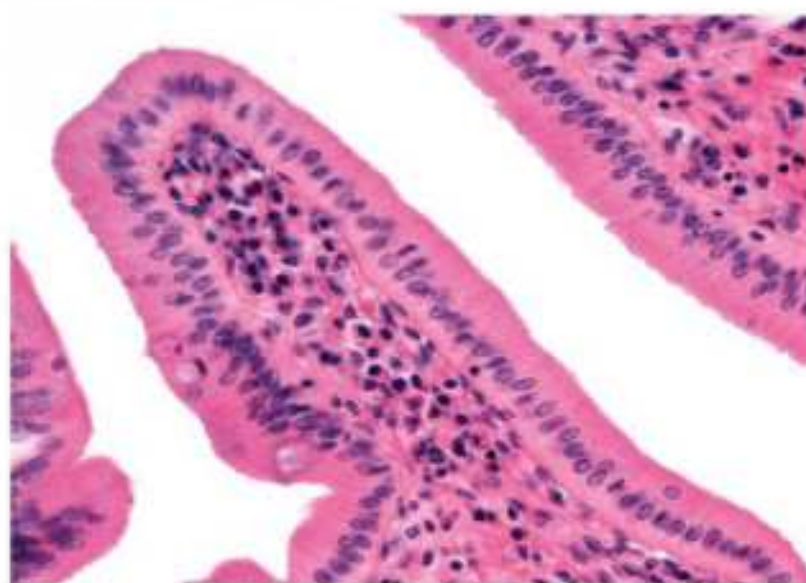
Komórki mogą różnić się kształtem, wielkością czy złożonością budowy, ale mają jednak cechy wspólne niezbędne do życia, rozwoju i podziału. Są to: skład chemiczny, obecność błony komórkowej, zdolność do przekształcania energii, występowanie rybosomów, zapisywanie i przekazywanie informacji genetycznej oraz wypełnienie wnętrza komórki cytoplazmą.



Obserwacja biologiczna

Obserwacja różnych kształtów i rozmiarów komórek

Skorzystaj z preparatów trwałych tkanek (np. tkanka nabłonkowa, łączna lub mięśniowa) dostępnych w pracowni biologicznej. Porównaj wymiary i kształt obserwowanych komórek w tabeli sporządzonej w zeszycie. Narysuj w zeszycie schematyczne rysunki oglądanych komórek.



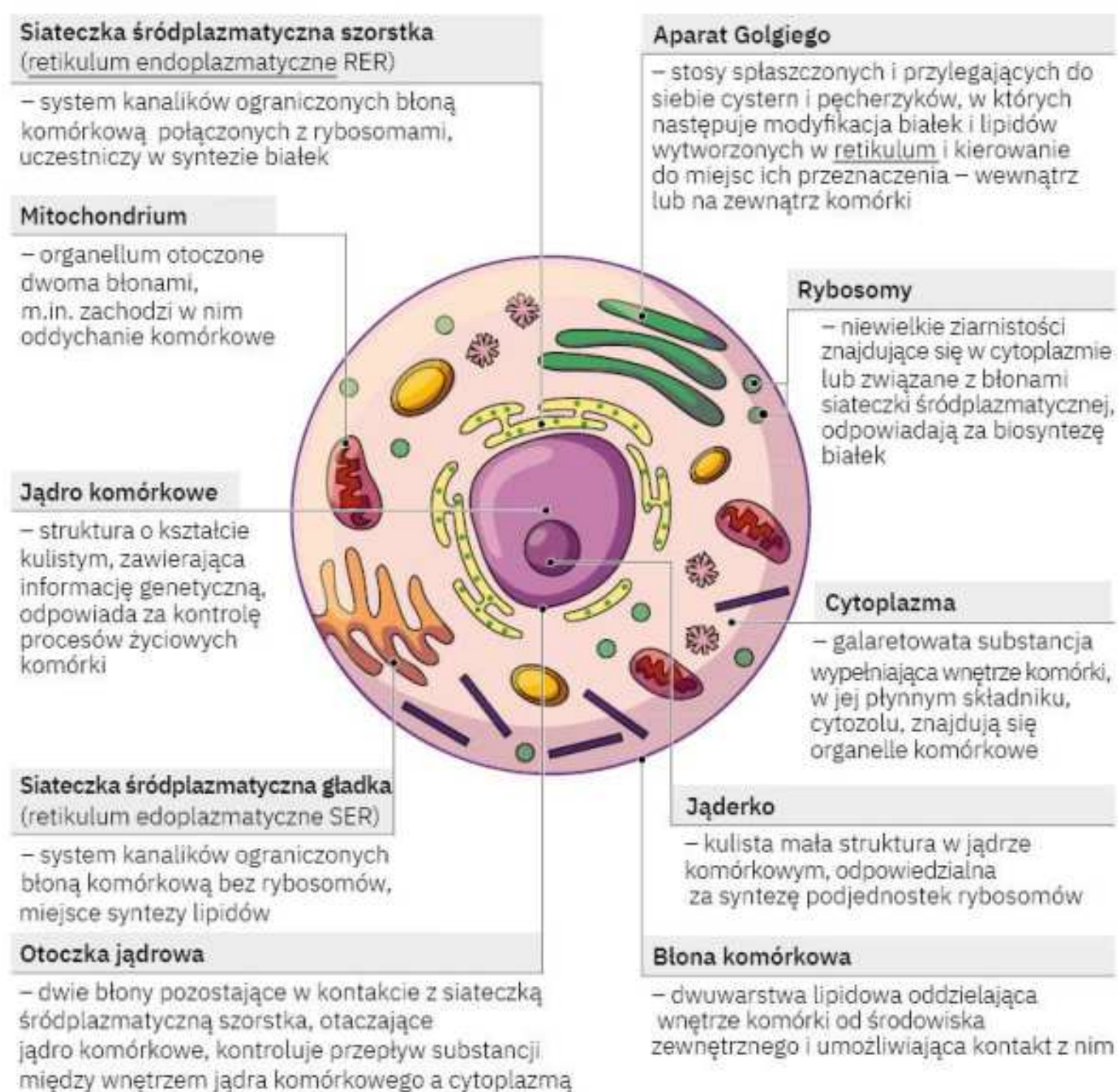
Ryc. III.2.4. Mikrofotografia komórek nabłonka jelita cienkiego.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, dlaczego większość komórek eukariotycznych ma małe rozmiary.
2. Wymień trzy cechy wspólne wszystkim komórkom.

3. Ultrastruktura komórki eukariotycznej

Komórka eukariotyczna jest zbudowana z **protoplazmy**, w której skład wchodzi cytoplazma i centralnie położone jądro komórkowe. W cytozolu, czyli płynnym składniku cytoplazmy znajdują się **organelle** komórkowe różniące się budową i funkcjami: siateczka śródplazmatyczna, aparaty Golgiego, mitochondria, rybosomy (ryc. III.3.1.).

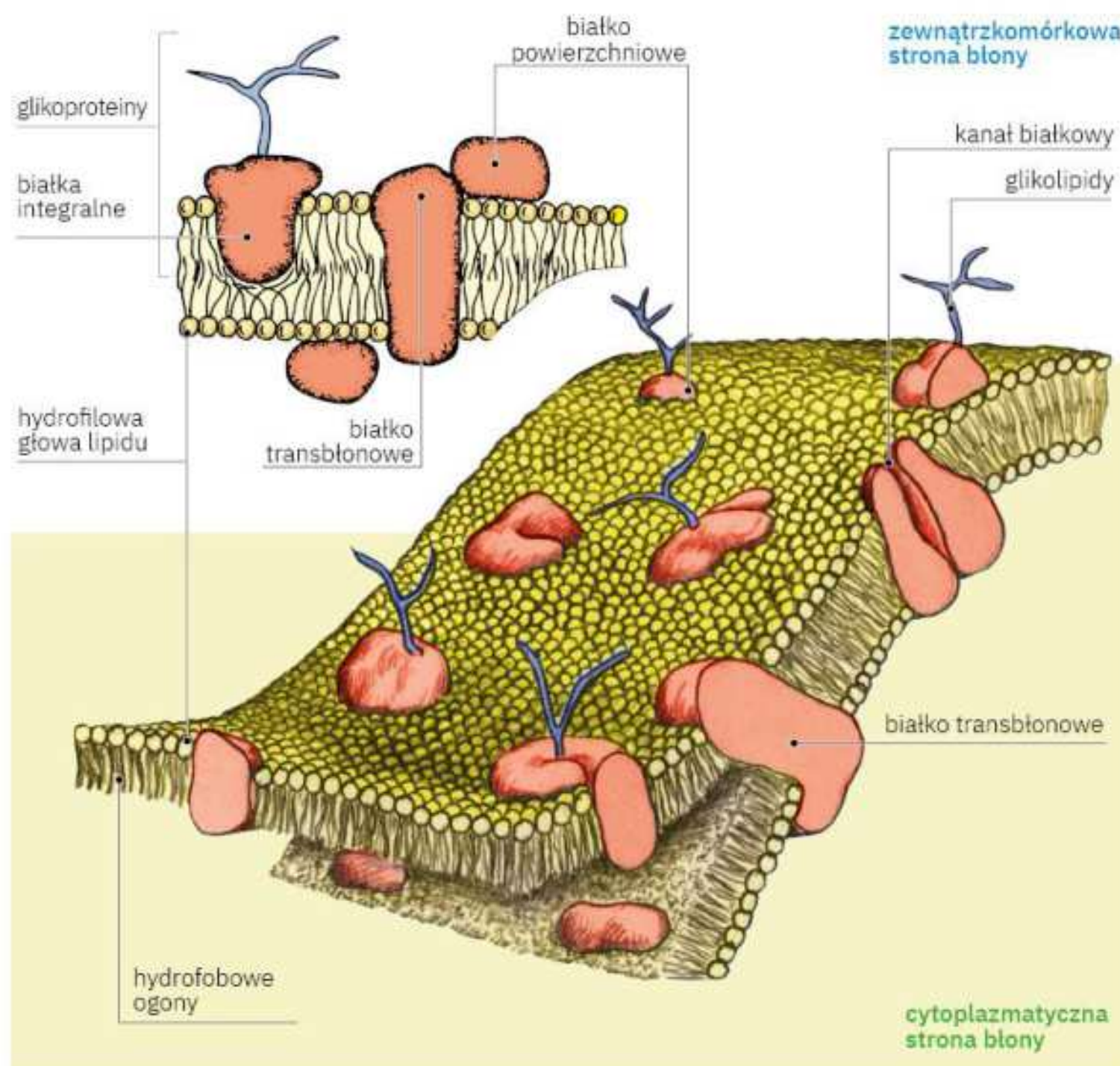


Ryc. III.3.1. Model budowy komórki eukariotycznej.

Błony biologiczne

System błon biologicznych (plazmatycznych) dzieli wnętrze komórki na mniejsze przedziały wewnątrzkomórkowe, w których zachodzą odrębne procesy metaboliczne. Od środowiska zewnętrznego komórkę oddziela błona komórkowa (plazmalemma) zapewniająca kontakt komórki z otoczeniem.

Składa się głównie z lipidów oraz białek (ryc. III.3.2.). Lipidy występujące w błonie to: fosfolipidy, glikolipidy, steroidy (głównie cholesterol). Cząsteczki fosfolipidów, które stanowią podstawę struktury błony, mają dwa bieguny: hydrofobowy (ogony kwasów tłuszczowych) unikający kontaktu z wodą i hydrofilowy (główki) swobodnie oddziaływający z wodą. Taka budowa wymusza utworzenie przez fosfolipidy dwuwarstwy, w której hydrofobowymi „ogonkami” są zwrócone do siebie, a hydrofilowymi „główkami” na zewnątrz, w stronę cytoplazmy.



Ryc. III.3.2. Model przestrzennej budowy błony komórkowej.

Drugim po lipidach składnikiem błony komórkowej są **białka błonowe**. Białka te w zależności od sposobu rozmieszczenia i związania z dwuwarstwą fosfolipidową spełniają różne funkcje. Białka powierzchniowe (peryferyczne) luźno wiążą się z błoną za pomocą innych białek błonowych. Natomiast białka integralne są mocno i bezpośrednio połączone z błoną komórkową. Mogą przechodzić całkowicie (białka transbłonowe) przez dwuwarstwę lipidową lub być częściowo w niej zanurzone. Białka błonowe pełnią różnorodne funkcje, na przykład wzmacniają błonę, są receptorami komórkowymi czy uczestniczą w transporcie substancji.

Właściwości błon biologicznych

Właściwości błon biologicznych wynikają z ich budowy. Płynność błony wynika z przemieszczania się fosfolipidów w obrębie dwuwarstwy lipidowej. Im krótsze są ogony fosfolipidów, tym błona komórkowa jest bardziej płynna. Ruch fosfolipidów powoduje przemieszczanie się białek błonowych. Taki model budowy błony komórkowej nazywamy modelem płynnej mozaiki (mozaika – białka nieregularnie rozmieszczone, płynna – fosfolipidy i białka w ciągłym ruchu). Za **płynność błony** w komórkach zwierzęcych odpowiada cholesterol. Cząsteczki cholesterolu, wnikając między cząsteczki fosfolipidów, usztywniają dwuwarstwę i zmniejszają jej płynność i przepuszczalność.

Błona komórkowa jest asymetryczna. **Asymetria błony** wynika z własnego zestawu lipidów i białek każdej z warstw. Przykład asymetrii stanowi obecność na zewnętrznej powierzchni błon komórek zwierzęcych glikokaliksu – połączenia łańcuchów cukrowych z białkami (glikoproteiny) lub tłuszczami (glikolipidy). **Glikokaliks** chroni powierzchnię komórki przed uszkodzeniami mechanicznymi i chemicznymi oraz odgrywa ważną rolę przy rozpoznawaniu komórek przez układ odpornościowy.

Błona komórkowa jest **selektywnie przepuszczalna** (półprzepuszczalna), czyli reguluje przepływ cząsteczek pod względem ich rodzaju i ilości.

Przez błonę łatwo przenikają cząsteczki małe, niepolarne (np. O_2 , N_2 , CO_2) oraz małe nienaładowane cząsteczki polarne, jak etanol, glicerol czy woda. Transport przez dwuwarstwę lipidową jonów oraz większych cząsteczek polarnych bez ładunku, jak glukoza, nukleotydy, aminokwasy, wymaga udziału białek błonowych.

Transport przez błony komórkowe

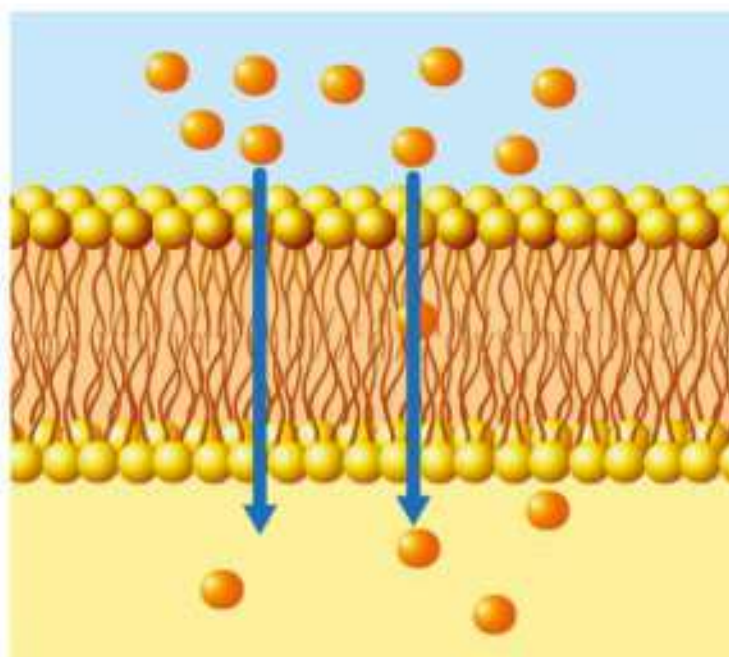
Transport przez błony komórkowe dzielimy na transport bierny bez udziału energii i czynny (aktywny) – wymagający nakładu energii.

Transport bierny

– Dyfuzja prosta

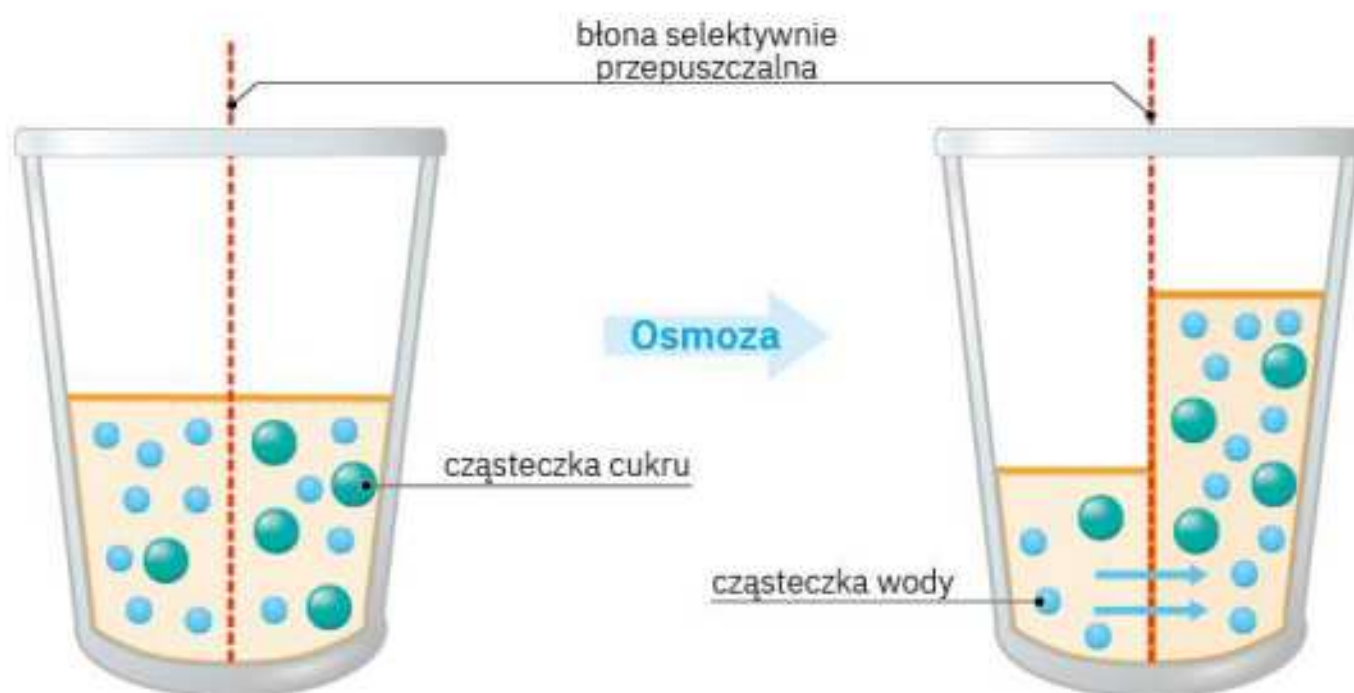
Cząsteczki przenikają dzięki różnicy stężeń we wnętrzu komórki i w jej otoczeniu, od stężenia większego do mniejszego, czyli zgodnie z **gradientem stężeń**.

Transport ten zachodzi bez nakładu energii i udziału specyficznych integralnych białek błonowych. W ten sposób są transportowane: cząsteczki niepolarne, jak O_2 , CO_2 , i polarne, jak H_2O , NH_3 .



Ryc. III.3.3. Dyfuzja prosta.

Odmianą dyfuzji prostej (ryc. III.3.3.) jest **osmoza**, czyli przenikanie wody (rozpuszczalnika) przez selektywnie przepuszczalną błonę biologiczną z roztworu o niższym stężeniu substancji rozpuszczonej do roztworu, w którym stężenie jest wyższe, co prowadzi do wyrównania stężeń (ryc. III.3.4.).

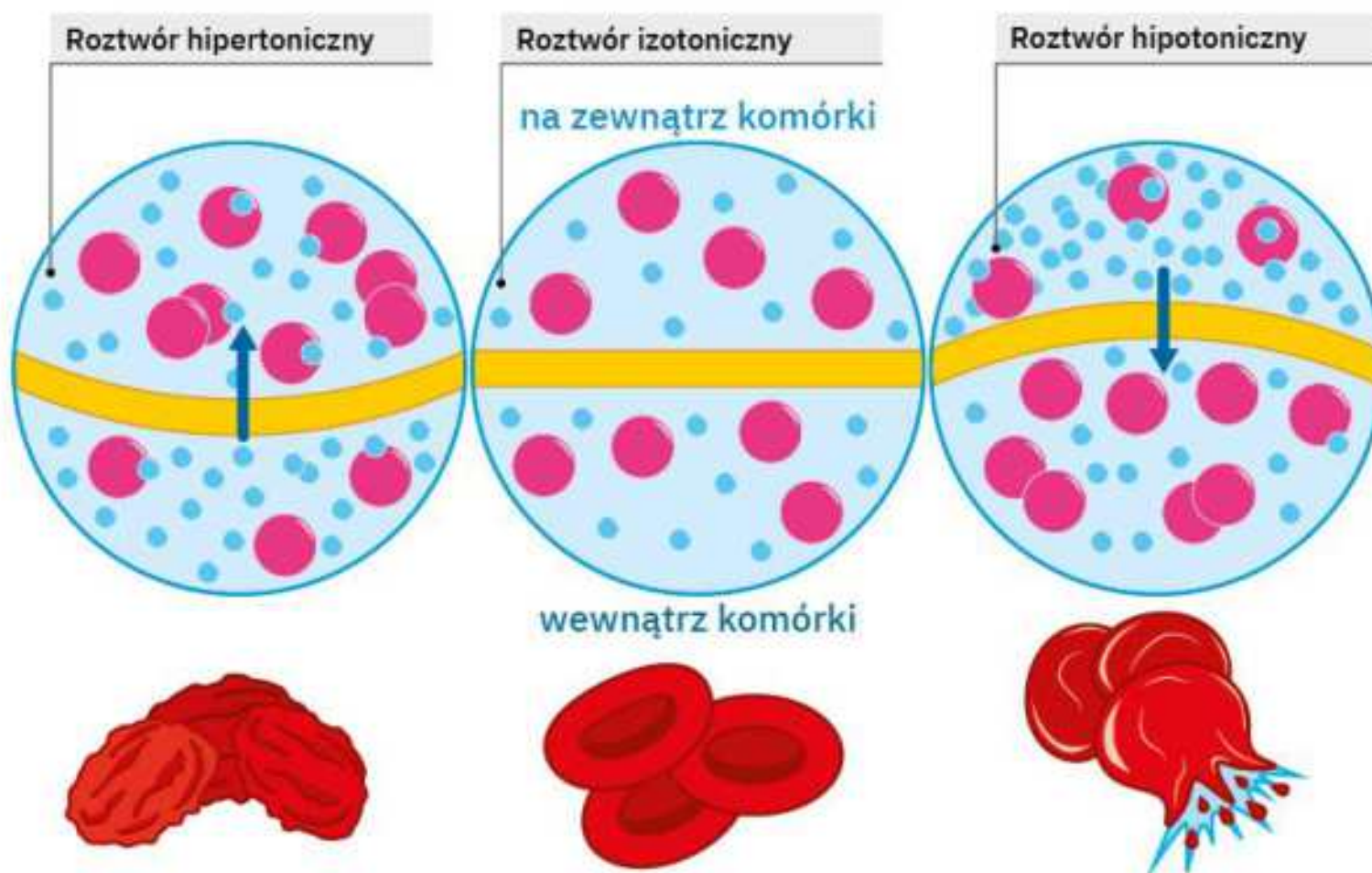


Ryc. III.3.4. Zjawisko osmozy.

Różnica stężeń związków chemicznych po obu stronach błony jest przyczyną powstania ciśnienia osmotycznego, czyli ciśnienia, które pozwoli zapobiec prze-

pływowi wody przez półprzepuszczalną błonę komórkową w kierunku wyższego stężenia rozpuszczonej substancji.

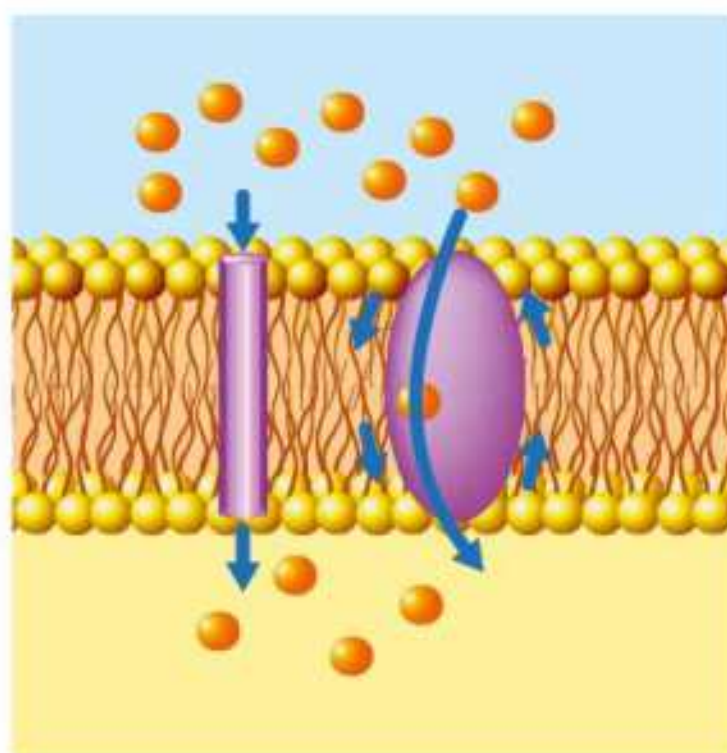
Osmoza jest podstawą **toniczności** roztworów, czyli zdolności do pobierania lub utraty wody przez komórkę (ryc. III.3.5.).



Ryc. III.3.5. Wpływ różnicy ciśnienia osmotycznego na reakcję komórki zwierzęcej. Krwinki czerwone w roztworze hipertonicznym tracą wodę i obkurczają się, a w roztworze hipotonicznym pobierają wodę i może dojść do ich pęknięcia. Natomiast umieszczone w roztworze izotonicznym w stosunku do środowiska zewnętrznego nie zmieniają swoich kształtów.

– *Dyfuzja wspomagana (ułatwiona)*

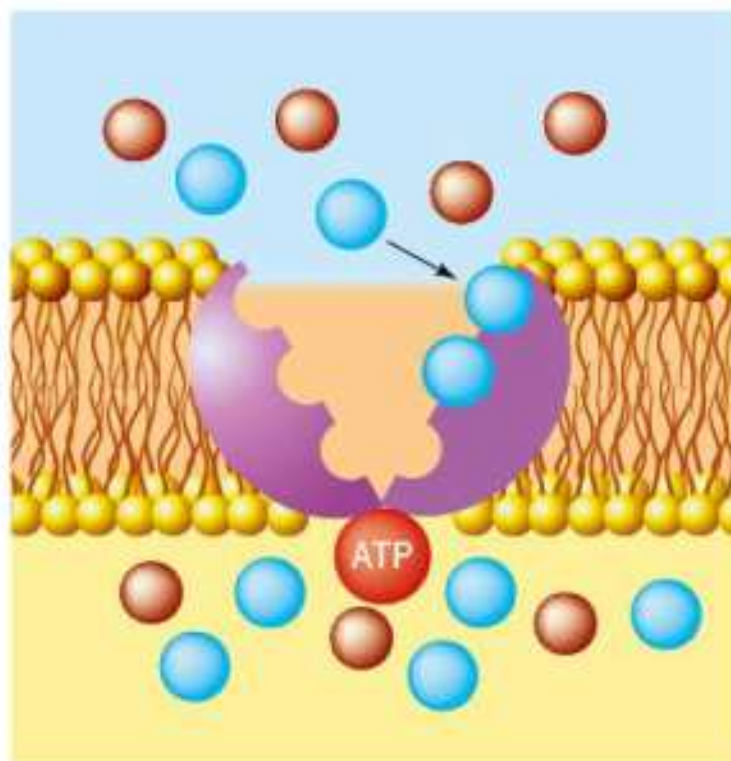
Jest to transport bierny wspomagany, ponieważ cząsteczki muszą korzystać z pomocy białek przenośnikowych, które łączą się z cząsteczką transportowaną i przenoszą ją na drugą stronę błony zgodnie z różnicą (gradientem) stężeń. Tak są transportowane cukry proste, na przykład glukoza oraz aminokwasy (cząsteczki polarne). Natomiast jony i małe naładowane cząsteczki są transportowane przez białka kanałowe, na przykład kanały dla jonów Na^+ i K^+ w błonie komórek nerwowych.



Ryc. III.3.6. Dyfuzja wspomagana.

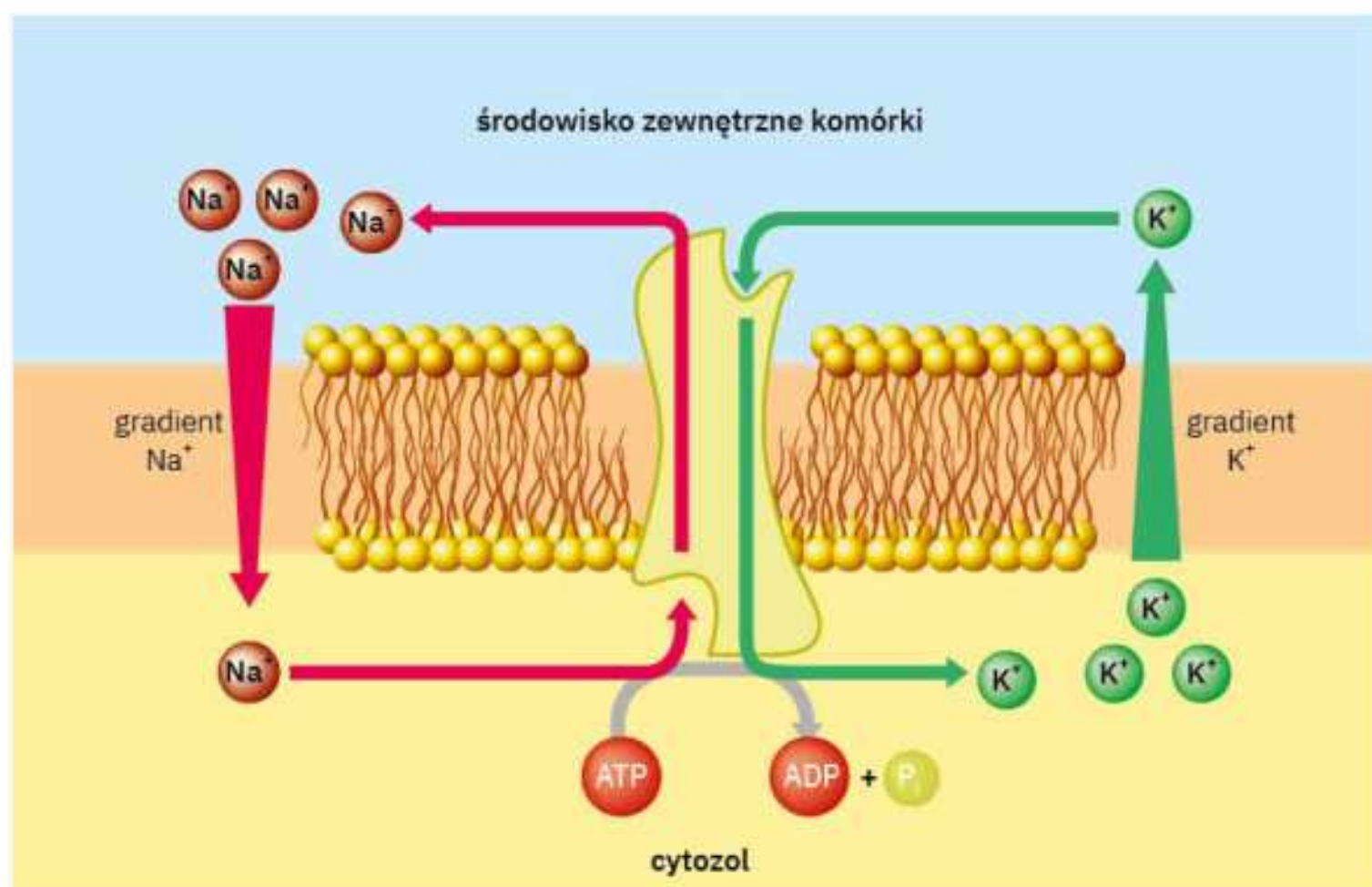
Transport czynny

Zachodzi wbrew różnicy (gradientowi) stężeń, jeśli stężenie transportowanych cząsteczek na zewnątrz komórki jest mniejsze niż w jej wnętrzu. Dlatego ten typ transportu komórkowego wymaga białka przenośnikowego i dostarczenia energii uwalnianej w reakcji hydrolizy ATP.



Ryc. III.3.7. Transport aktywny.

Przykładem transportu wbrew gradientowi stężeń jest tzw. pompa sodowo-potasowa w błonach komórek zwierzęcych, transportująca jony sodu (Na^+) oraz jony potasu (K^+) (ryc. III.3.8.).

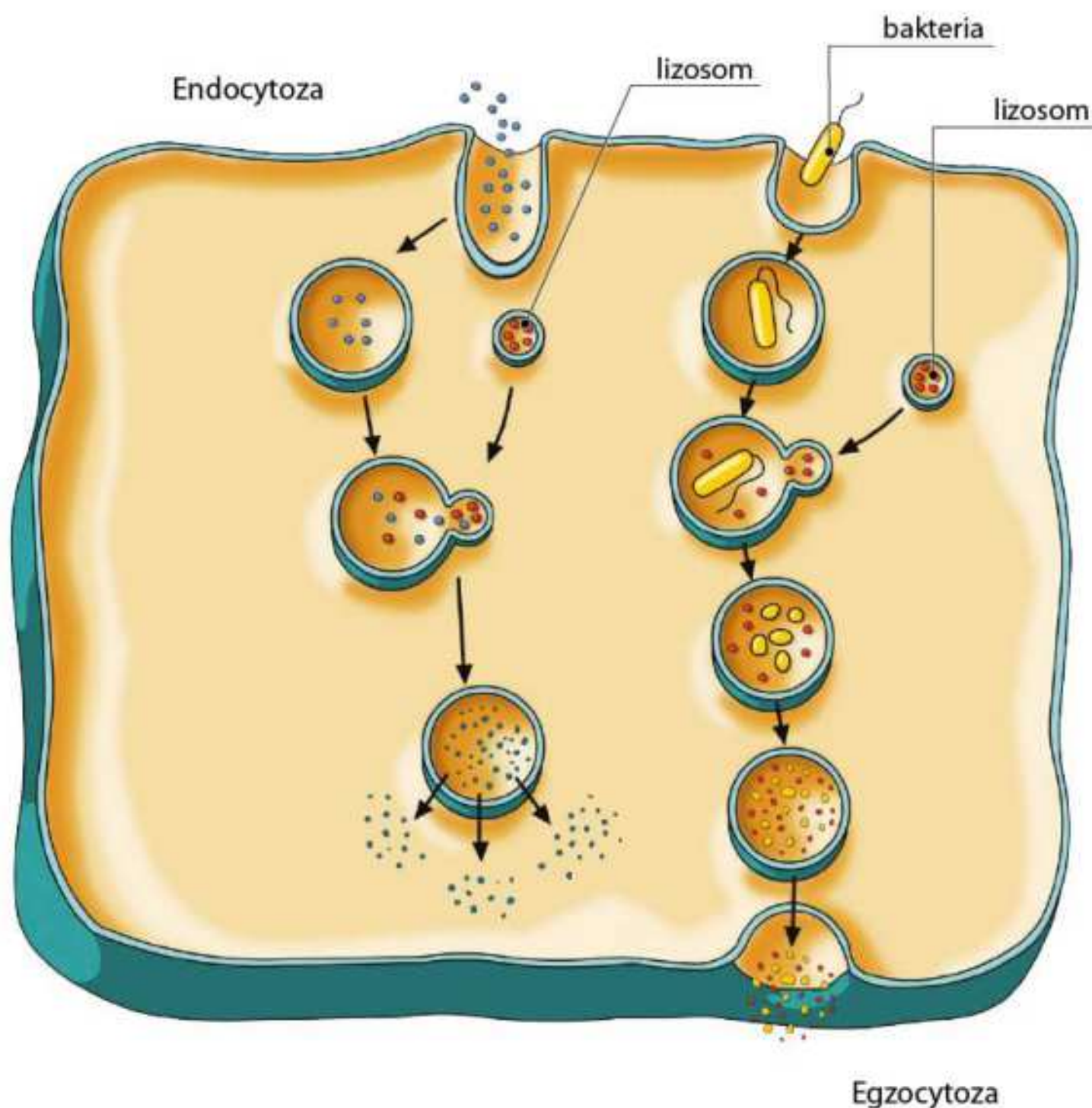


Ryc. III.3.8. Mechanizm działania pompy sodowo-potasowej.

Transport dużych cząsteczek (makrocząsteczek)

Transport makrocząsteczek odbywa się na drodze endocytozy, czyli pobierania różnych substancji do wnętrza komórki, i egzocytozy, czyli usuwania ich z komórki do przestrzeni pozakomórkowej.

Podczas **endocytozy** następuje wpuklenie błony komórkowej do wnętrza komórki i utworzenie pęcherzyka endocytarnego, w którym zostaje zamknięta pobrana substancja. Przykładem endocytozy jest pochląnianie bakterii przez krwinki białe.



Ryc. III.3.9. Zjawisko endo- i egzocytozy.

W **egzocytozie** na zewnątrz są usuwane niestrawione resztki pokarmowe lub substancje przeznaczone przez komórkę na eksport do innych komórek hormony i enzymy. W wyniku egzocytozy są wydzielane przez komórki trzustki.



Eksperyment biologiczny

Badanie zjawiska osmozy

Wprowadzenie: Przenikanie wody przez błonę biologiczną nazywamy osmozą. Polega ona na przenikaniu wody z roztworu mniej stężonego, czyli o większej zawartości wody, do roztworu bardziej stężonego, czyli zawierającego mniej wody.

Problem badawczy: Jak stężenie roztworu wpływa na zjawisko osmozy?

Hipoteza badawcza: Różnica stężeń związków chemicznych po obu stronach błony jest przyczyną pobierania lub utraty wody przez komórkę.

Instrukcja przeprowadzenia doświadczenia: Przygotowanie próby kontrolnej i badawczej. Z korzenia spichrzowego dwóch buraków należy odciąć górną część i wyciąć w nich takiej samej wielkości otwory, np. mające 2,5 cm głębokości. Buraki wkładamy oddzielnie do małych, szklanych naczyń, tak aby były stabilne. Następnie wlewamy do jednego buraka czystą wodę (próba kontrolna), a do drugiego – wodę z solą (2 łyżki; próba badawcza) do tego samego poziomu. Obie próby zostawiamy na 3 godziny.

Wyniki: Opisz zmianę poziomu wody w obu próbach.

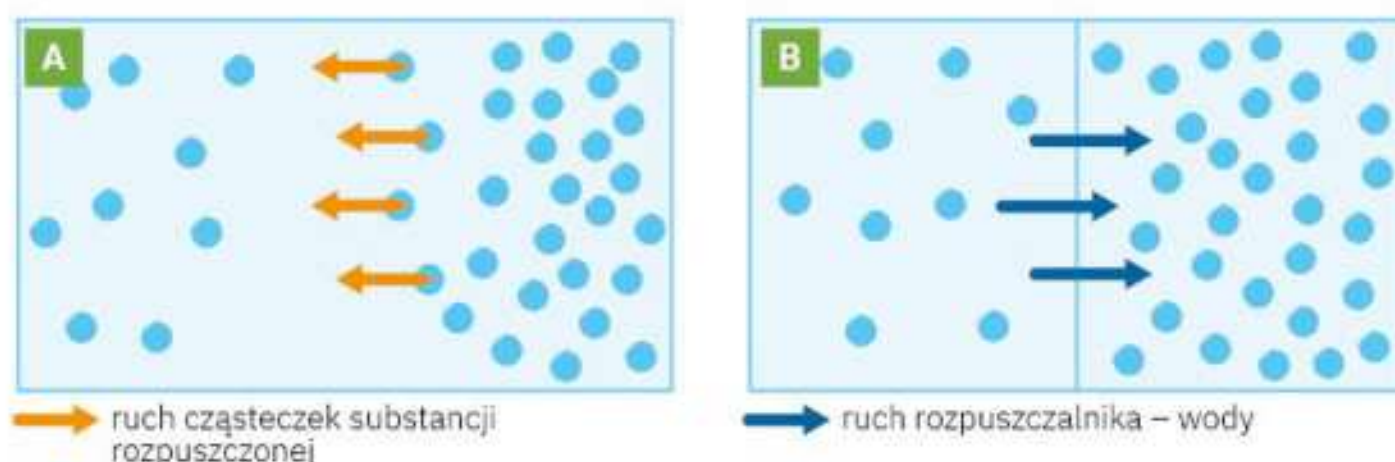
Wniosek: Sformułuj wniosek.

Poszukaj, dowiedz się i wyjaśnij: Dlaczego pacjentom w przypadkach odwodnienia podaje się sól fizjologiczną, a nie wodę?

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, jakie funkcje pełnią w błonie komórkowej białka. W tym celu skonstruuj w zeszycie tabelę. Uwzględnij w niej oprócz funkcji rozmieszczenie białek w błonie komórkowej.
2. Na podstawie schematu budowy błony komórkowej (ryc. III.3.2.) wskaż elementy, które decydują o jej asymetrii.
3. Wytłumacz, na czym polega selektywność błon biologicznych.
4. Podaj różnice między dyfuzją wspomaganą a prostą.
5. Wyjaśnij, dlaczego w przypadku transportu aktywnego niezbędne jest dostarczenie energii.
6. Przygotowując popularną sałatkę z surowych ogórków – mizerię – krojone ogórki posypujesz solą. Po pewnym czasie sałatka staje się wodnista. Wyjaśnij przyczynę tego zjawiska.

7. Wskaż, który schemat przedstawia dyfuzję, a który osmozę. Przedstaw różnice i podobieństwa między tymi procesami.



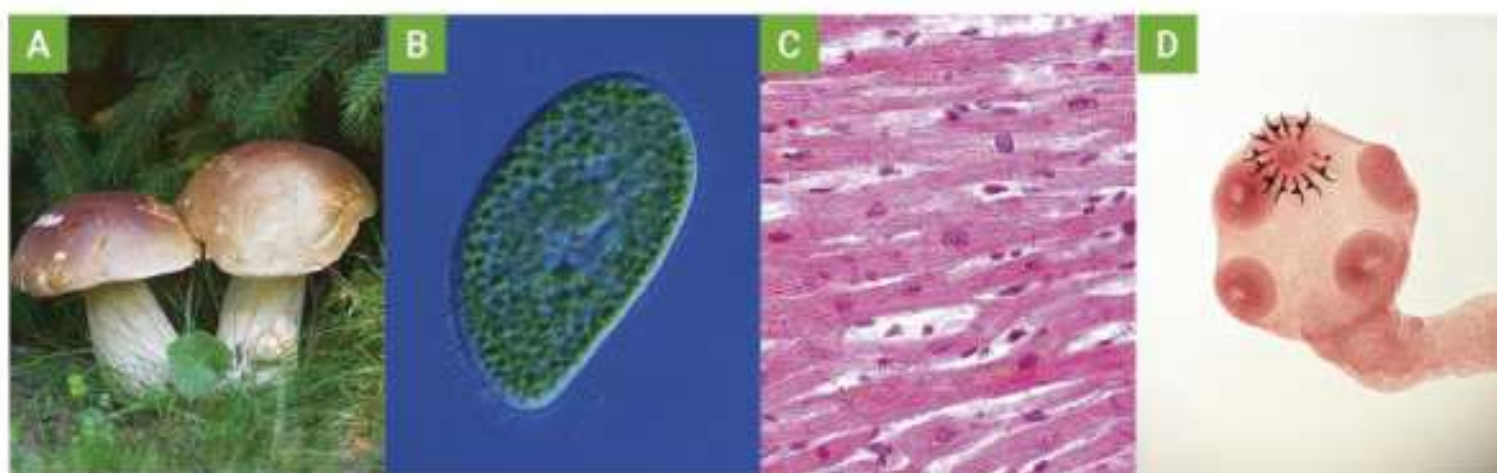
8. Przerysuj tabelę do zeszytu i ją uzupełnij. Wpisz nazwę roztworu, jego efekt w komórce i dorysuj groty strzałek.

Roztwór zewnętrzny w stosunku do wewnętrznego	Stężenie roztworu zewnętrznego (C_1)	Stężenie roztworu zewnętrznego (C_2)	Efekt w komórce zwierzęcej
...	$C_1 = C_2$ H ₂ O — H ₂ O H ₂ O — H ₂ O		brak zmiany kształtu
hipertoniczny	$C_1 > C_2$ H ₂ O — H ₂ O		...
...	$C_1 < C_2$ H ₂ O — H ₂ O		komórki pęcznieją i pękają

4. Organelle komórkowe

Jądro komórkowe – centrum informacji komórki

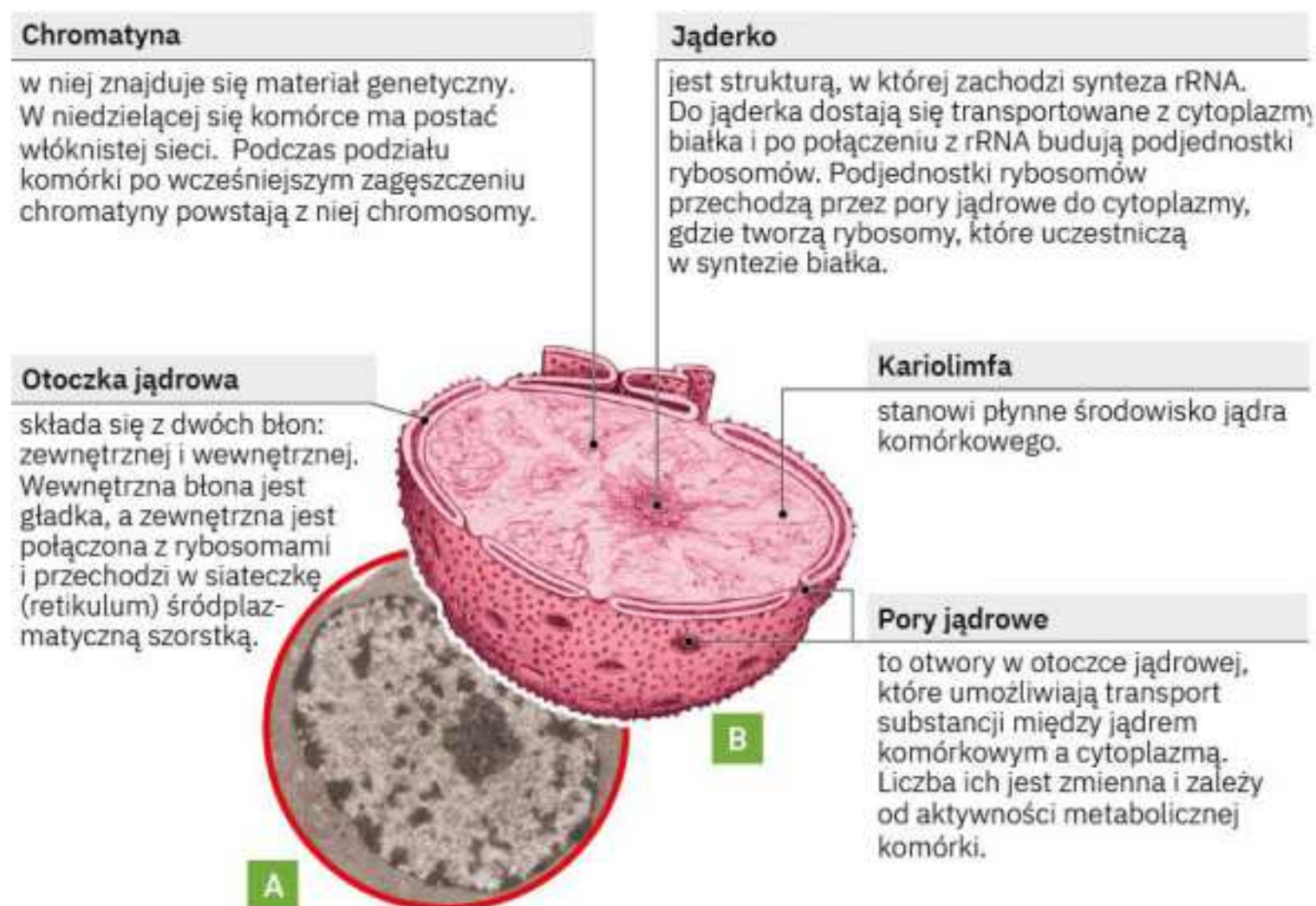
Jądro komórkowe jest największą i najważniejszą strukturą komórki eukariotycznej. Prawie wszystkie komórki mają jedno jądro komórkowe. Ale znamy organizmy, w których komórkach znajdują się dwa lub więcej tych struktur (ryc. III.4.1.). Z kolei w niektórych wyspecjalizowanych komórkach ze względu na pełnioną przez nie funkcje jądro komórkowe zanika, na przykład w dojrzałych erytrocytach ssaków. Jądro jest zwykle kuliste lub owalne (w niektórych krwinkach białych może być płatkowate lub nerkowate) i zajmuje najczęściej centralne miejsce w komórce.



Ryc. III.4.1. Są komórki, które mają dwa jądra komórkowe, jak komórki grzybów (warkowce i podstawczaki – A) i orzęsków (protisty zwierzęce – B) oraz wielojądrowe, np. włókna mięśni poprzecznie prążkowanych (C) czy powłoki ciała tasiemców (D).

Budowa jądra komórkowego

Jądro komórkowe oddziela od cytoplazmy otoczka jądrowa utworzona z dwóch błon (ryc. III.4.2.). Wnętrze wypełnia kariolimfa, czyli sok jądrowy, w którym jest zanurzona chromatyna. Chromatyna składa się przede wszystkim z DNA związanego z białkami – histonami. Do pozostałych składników chromatyny należą białka niehistonowe i RNA. W jądrze komórkowym występuje jedno lub kilka jąder.



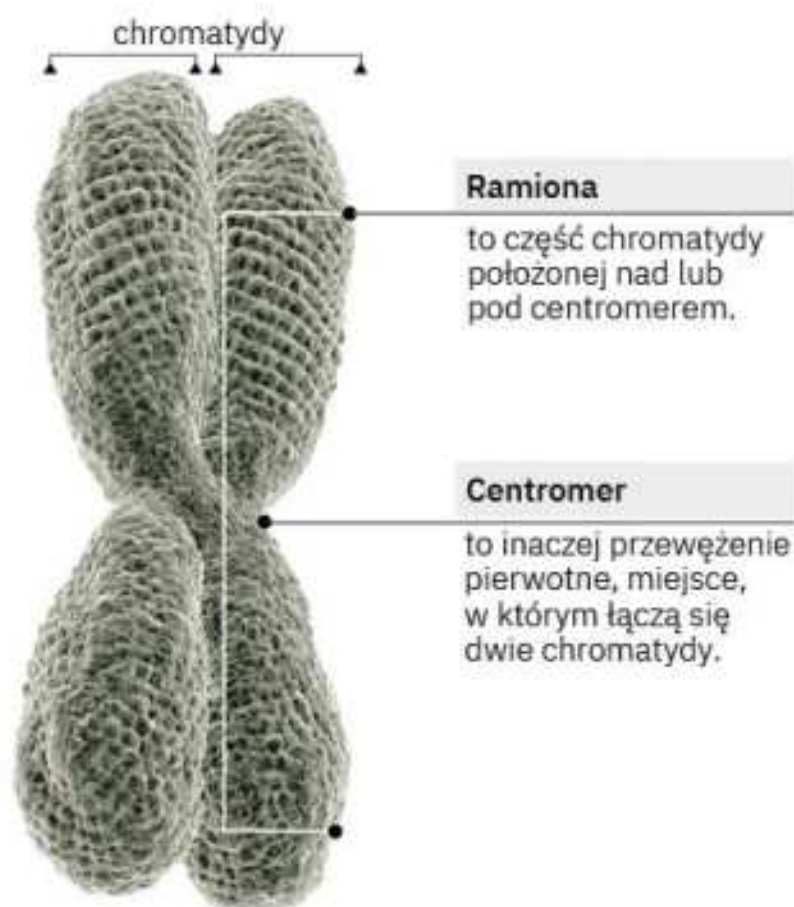
Ryc. III.4.2. Budowa jądra komórkowego: (A) mikrofotografia, (B) model przestrzenny.

Długość DNA w komórkach eukariotycznych wielokrotnie przekracza średnicę jądra komórkowego, na przykład łączna długość DNA w jądrze komórki człowieka wynosi około 2 m, a średnica jądra – około 6 μm ($1\mu\text{m} = 0,001\text{ mm}$). W związku z tym DNA musi być odpowiednio upakowany w jądrze komórkowym, aby zmieścić się w tak małym obszarze. Zostało to opisane w rozdziale *Budowa i funkcje kwasów nukleinowych*.

Budowa chromosomu metafazowego

Podczas podziału komórki chromatyna ulega kondensacji (zagęszczeniu), tworząc chromosomy.

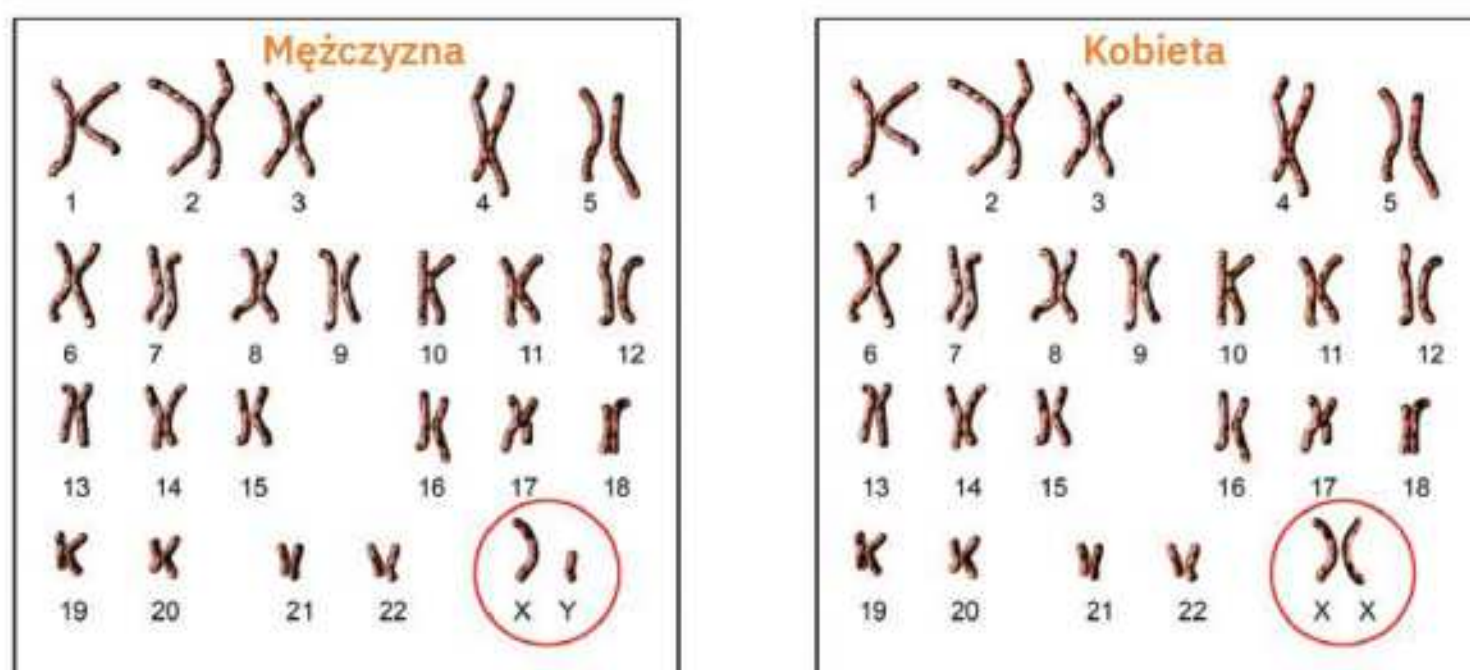
Maksymalny stopień kondensacji osiągają chromosomy podczas metafazy – jednej z faz podziału komórkowego. Można wówczas dokładnie wyróżnić części chromosomu (ryc. III.4.3.).



Ryc. III.4.3. Budowa chromosomu metafazowego.

Każdy gatunek ma charakterystyczną dla siebie liczbę chromosomów zwaną kariotypem, na przykład u człowieka jest 46 chromosomów, u muszki owocowej 8, a u drożdży 17 (ryc. III.4.4.). Pojęcie to odnosi się zarówno do organizmów, jak i komórek. Organizmy w zależności od etapu cyklu rozwojowego lub rodzaju komórek mogą zawierać pojedynczy zestaw chromosomów – **liczbę haploidalną ($1n$)** lub podwójny zestaw chromosomów – **liczbę diploidalną ($2n$)**. Identyczne pod względem kształtu w parze chromosomy określamy jako **homologiczne**. Każda komórka somatyczna (budująca ciało) człowieka ma 46 chromosomów ($2n$). Tylko gamety – komórka jajowa i plemnik mają zredukowaną liczbę chro-

mosomów do połowy – 23 ($1n$), tak aby w wyniku procesu zapłodnienia (połączenia komórki jajowej z plemnikiem) utworzyły komórkę diploidalną ($2n$).

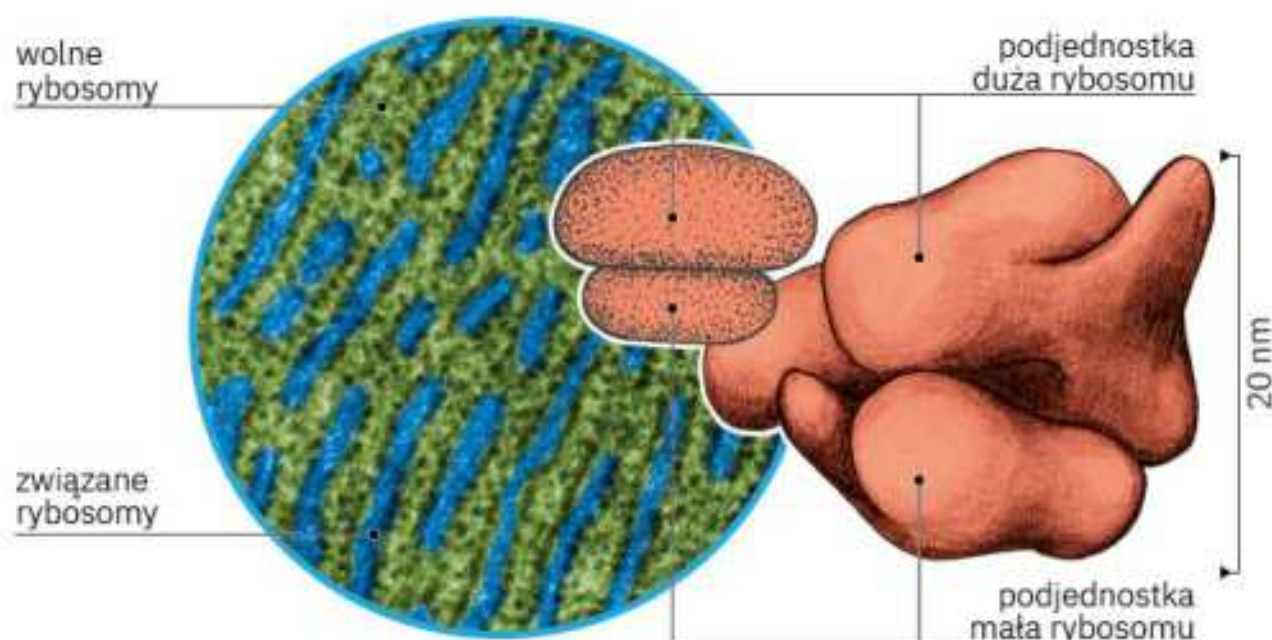


Ryc. III.4.4. Kariotyp człowieka składa się z 22 par chromosomów homologicznych oznaczonych numerami od 1 do 22. Ostatnią parę stanowią chromosomy płci – X i Y. Mężczyźni mają chromosom Y dziedziczony po ojcu i chromosom X po matce; kobiety mają dwa chromosomy X, jeden chromosom X dziedziczony po ojcu, a drugi po matce.

Rybosomy – struktury odpowiadające za syntezę białka

Instrukcja genetyczna komórki jest zapisana w jądrze komórkowym, a realizowana za pomocą między innymi rybosomów.

Rybosomy są strukturami, w których zachodzi synteza białek. Pojedynczy rybosom przypomina kształtem spłaszczony grzybka (ryc. III.4.5.). Składa się z dwóch podjednostek: małej i dużej, zbudowanych z rRNA i białek.



Ryc. III.4.5. Mikrofotografia komórek trzustki z rybosomami oraz schemat budowy rybosomu.

Liczba rybosomów w komórce zależy od tempa syntezy białka, na przykład w komórce trzustki ludzkiej znajduje się ich kilka milionów. Rybosomy w komórce eukariotycznej występują w mitochondriach, w których może zachodzić biosynteza białka.

Mitochondrium – centrum energetyczne komórki

Mitochondria są organelami odpowiadającymi za oddychanie komórkowe – proces metaboliczny, podczas którego uwolniona energia chemiczna jest zgromadzana w **wysokoenergetycznych wiązaniach adenozynotrójfosforanu (ATP)**.

Liczba mitochondriów zależy od zapotrzebowania komórki na energię. W komórkach o dużej aktywności metabolicznej, na przykład mięśniowych czy nerwowych może ich być ponad 1000. Stosunkowo niewiele mitochondriów znajduje się w komórkach kości czy chrząstki, a w erytrocytach człowieka i innych ssaków ich nie ma. Budowa mitochondrium wynika z funkcji, jakie te organelle pełnią. Są to owalne lub cylindryczne struktury, otoczone dwiema błonami, z których wewnętrzna jest pofałdowana i tworzy tzw. grzebień mitochondrialne (ryc. III.4.6.).

Przestrzeń perimitochondrialna

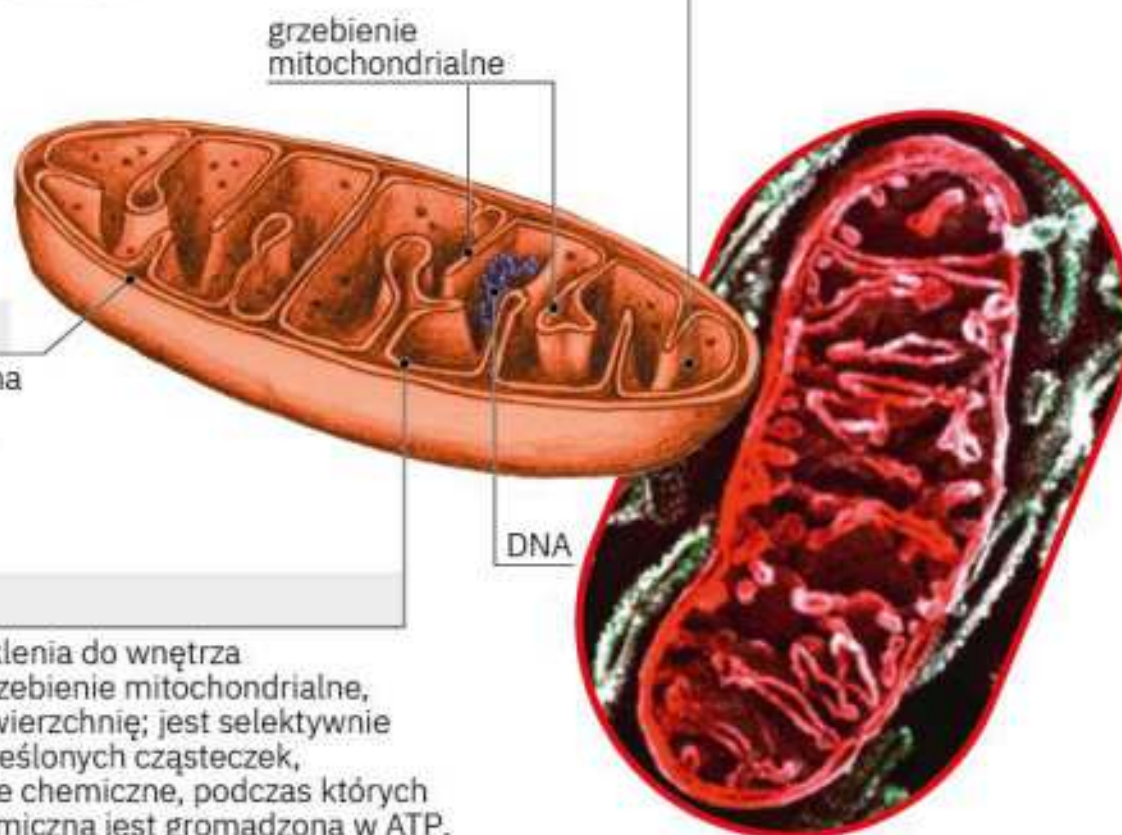
– przestrzeń ograniczona błoną wewnętrzną, składem chemicznym zbliżona do cytoplazmy komórki; występują w niej enzymy, które biorą udział w utlenianiu biologicznym.

Błona zewnętrzna

– gładka, przepuszczalna dla wielu małych cząsteczek, np. jonów, cukrów prostych.

Błona wewnętrzna

– wytwarza liczne wpuklenia do wnętrza mitochondrium, tzw. grzebień mitochondrialne, które zwiększają jej powierzchnię; jest selektywnie przepuszczalna dla określonych cząsteczek, zachodzą na niej reakcje chemiczne, podczas których uwalniania energia chemiczna jest gromadzona w ATP.



Ryc. III.4.6. Model przestrzenny mitochondrium i mikrofotografia.

Na grzebieniach mitochondrialnych znajdują się enzymy uczestniczące w przekształcaniu energii cząsteczek substancji pokarmowych w energię zmagazynowaną w ATP. Wnętrze mitochondrium wypełnia koloidalna matrix (macierz) mitochondrialna. Znajdują się w niej enzymy biorące udział w oddychaniu komórkowym (cykl Krebsa), jak również cząsteczki DNA mitochondrialnego i rybosomy.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, w jaki sposób jądro komórkowe przechowuje informację genetyczną.
2. Wytłumacz, jaką funkcję spełniają pory jądrowe w otoczce jądrowej.
3. Co oznacza liczba diploidalna i haploidalna chromosomów? Podaj, jaką liczbę chromosomów mają następujące komórki człowieka: komórka jajowa, komórka naskórka, plemnik.
4. Wskaż prawidłową funkcję jąderka.
 - a) pośredniczy w transporcie substancji
 - b) produkuje elementy rybosomów
 - c) produkuje elementy mitochondrium
 - d) uczestniczy w osmozie
5. Uwzględniając funkcję rybosomów, wytłumacz ich różną liczbę w komórkach trzustki, tkanki kostnej, komórkach kanalików nerkowych i naskórka człowieka.
6. Wskaż na podstawie budowy mitochondrium jego przystosowanie do pełnionej funkcji.

Podsumowanie działu

Cechy organizmów

- Organizmy wykazują podstawowe czynności życiowe, jak: odżywianie, wydalanie, ruch, wzrost, rozmnażanie, reakcje na bodźce.
- Komórka jest podstawową jednostką strukturalną i funkcjonalną każdego organizmu.
- Istnieją struktury, które nie mają budowy komórkowej, ale wykazują cechy organizmów. Są nimi wirusy.
- Organizmy, których komórki nie mają jądra komórkowego, a ich materiał genetyczny znajduje się w cytoplazmie, to organizmy prokariotyczne. Zaliczamy do nich bakterie. Są to organizmy jednokomórkowe.
- Organizmy, których komórki mają jądro komórkowe, to organizmy eukariotyczne. Zaliczamy do nich protisty, grzyby, rośliny i zwierzęta. Wśród nich znajdują się organizmy zarówno jednokomórkowe, jak i wielokomórkowe.
- Komórki eukariotyczne mają bardziej złożoną budowę od prokariotycznych.

Główne cechy komórek eukariotycznych

- Komórki eukariotyczne są większe od prokariotycznych.
- Większość komórek ma wymiary mikroskopowe.
- Czynnikiem decydującym o wielkości komórek jest stosunek powierzchni komórki do jej objętości.
- Małe komórki mają korzystny stosunek powierzchni do objętości, co umożliwia dostarczanie niezbędnych do funkcjonowania cząsteczek do wnętrza komórki i usuwania z niej zbędnych metabolitów.
- Wielkość i kształt komórek wiążą się z ich funkcją.
- Cechy wspólne komórek to: skład chemiczny, obecność błony komórkowej, cytoplazmy i rybosomów, przekształcanie energii oraz zapisywanie i przekazywanie informacji genetycznej.

Ultrastruktura komórki eukariotycznej

- W każdej komórce eukariotycznej można wyróżnić cytoplazmę i jądro komórkowe. W cytoplazmie rozmieszczone są organelle: siateczka śródplazmatyczna, aparaty Golgiego, rybosomy, mitochondria.

- Błona komórkowa jest zbudowana zgodnie z modelem płynnej mozaiki – płynna dwuwarstwa fosfolipidowa, w której są zawieszone białka integralne, peryferyczne o funkcjach przekaźnikowych i receptorowych.
- Błona biologiczna jest asymetryczna i selektywnie przepuszczalna, oddziela komórkę od środowiska zewnętrznego, odbiera bodźce z zewnątrz i umożliwia wymianę substancji z otoczenia pomiędzy wnętrzem komórki a środowiskiem zewnętrznym i odwrotnie.
- Transport przez błony może być bierny bez nakładu energii (w kierunku mniejszego stężenia transportowanej substancji) i czynny z nakładem energii (w kierunku wyższego stężenia transportowanej substancji).
- Do transportu biernego zaliczamy dyfuzję prostą, dyfuzję ułatwioną (wymagającą specyficznych białek), osmozę (przenikanie wody przez błony).
- W kontekście osmozy wyróżniamy trzy rodzaje roztworów: hipotoniczny, z którego ubywa wody, hipertoniczny, do którego woda napływa, i izotoniczny pozostający w równowadze osmotycznej.
- Transport makrocząsteczek do wnętrza komórki zachodzi na drodze endocytozy, a na zewnątrz komórki – egzocytozy.

Organelle komórkowe

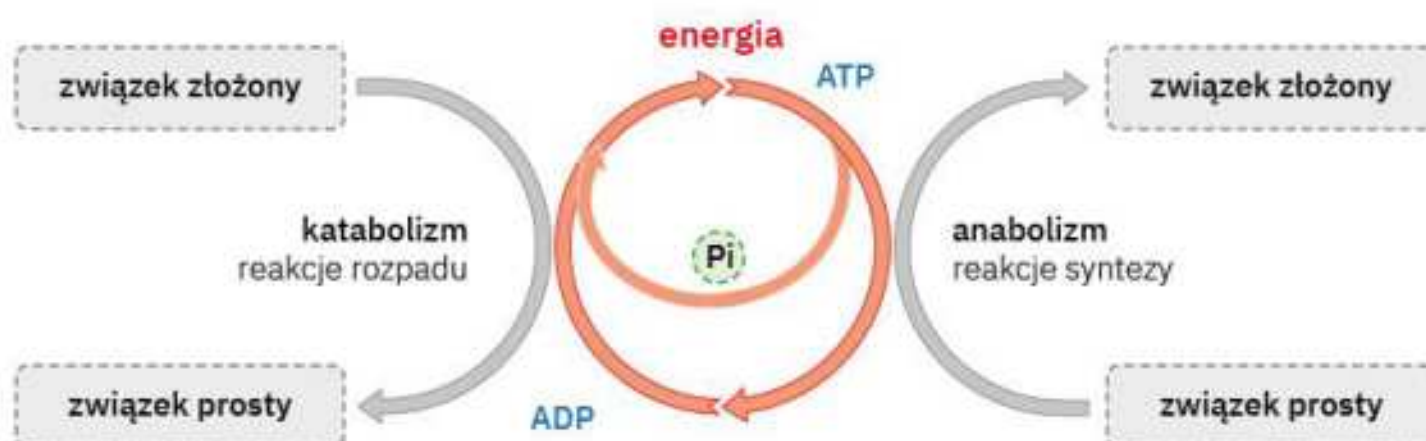
- Jądro komórkowe stanowi centrum zarządzania komórki. Najczęściej występuje w komórce jedno jądro, ale bywają komórki dwujądrowe i wielojądrowe.
- Materiał genetyczny w jądrze ma postać chromatyny (DNA połączonego z białkami).
- Chromatyna przed podziałem jądra komórkowego ulega kondensacji, tworząc chromosomy.
- Kompletny zestaw chromosomów danego organizmu nazywamy kariotypem.
- Liczba chromosomów jest cechą charakterystyczną dla gatunku. Pojedynczy zestaw chromosomów mają komórki haploidalne, a podwójny – komórki diploidalne.
- Obecne w jądrze komórkowym jąderko odpowiada za syntezę rRNA i podjednostek rybosomów.
- Mitochondria stanowią centra energetyczne komórki. Zachodzi w nich oddychanie komórkowe, czyli utlenianie związków organicznych, podczas którego uwolniona energia jest gromadzona w postaci ATP.
- Liczba mitochondriów w komórce, a także stopień pofałdowania ich błony wewnętrznej (tzw. grzebień mitochondrialny), zależy od aktywności metabolicznej komórki.



ENERGIA I METABOLIZM

1. Enzymy – biologiczne katalizatory

Aktywność organizmu zależy od przebiegających w jego komórkach reakcji chemicznych. Reakcje te umożliwiają wzrost, ruch, odpowiedź na bodźce czy rozmnażanie się. Leżący u podstaw tych procesów zbiór wzajemnie powiązanych i sprzężonych reakcji nazywamy **metabolizmem** (gr. *metabole* – przemiana). Reakcje wchodzące w skład metabolizmu dzielimy na reakcje syntezy złożonych produktów z małych cząsteczek (tzw. anabolizm) oraz reakcje rozkładu złożonych cząsteczek na prostsze (tzw. katabolizm) (ryc. IV.1.1.). Reakcje anaboliczne do swojego przebiegu wymagają zwykle dostarczenia energii, a reakcje kataboliczne przebiegają z wydzieleniem energii (ryc. IV.1.1.). Wymiana energii między tymi reakcjami wymaga istnienia uniwersalnego jej nośnika, który w reakcjach syntezy będzie służył jako dawca, a w reakcjach rozkładu – jako biorca energii. W komórce uniwersalnym środkiem wymiany energii jest **adenozynotrifosforan**, czyli **ATP**. ATP gromadzi energię, która uwalnia się podczas rozkładu zawartych w pokarmach węglowodanów, tłuszczów czy białek. W reakcjach wymagających energii (np. reakcje warunkujące ruch, aktywny transport, biosyntezy) ATP jest jej natychmiastowym donorem.

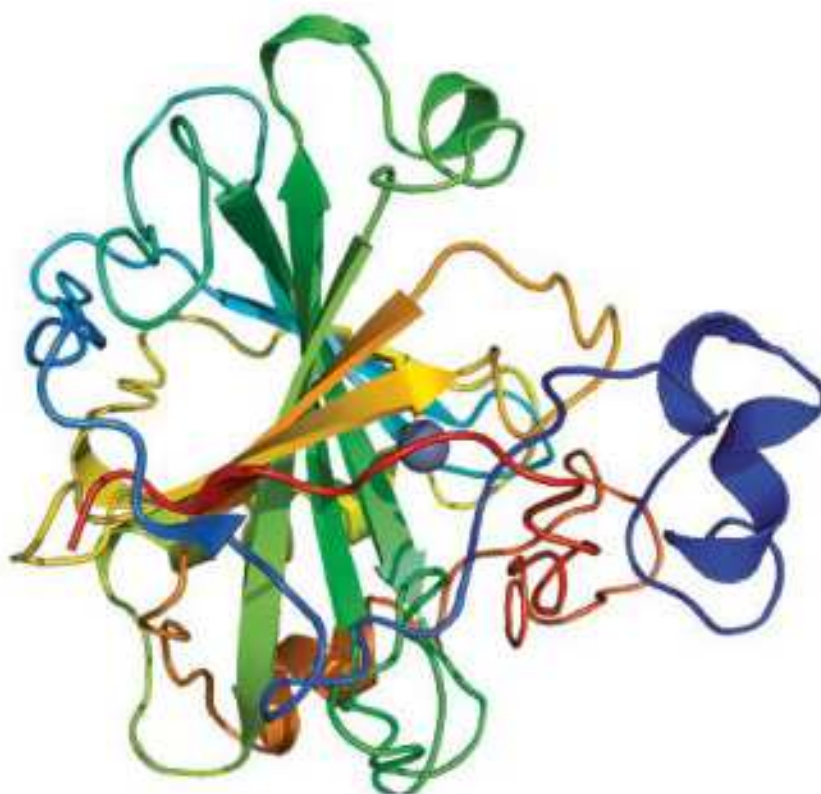


Ryc. IV.1.1. Metabolizm dzielimy na anabolizm i katabolizm.

Enzymy

Na metabolizm komórkowy składają się tysiące pojedynczych reakcji chemicznych. Reakcje te muszą przebiegać z pewną, określoną szybkością, aby dostarczać konkretnych produktów w odpowiednim czasie i miejscu. W komórce reakcje chemiczne przebiegają z udziałem **enzymów**. Enzymy są biologicznymi katalizatorami, czyli cząsteczkami, które przyspieszają reakcję chemiczną, ale nie ulegają zużyciu. Gdybyśmy te same reakcje, które zachodzą w komórce, przeprowadzili bez użycia enzymów, mogłyby one trwać nawet latami. Enzymy przyspieszają reakcje chemiczne około milionkrotnie. Dlatego mówimy, że

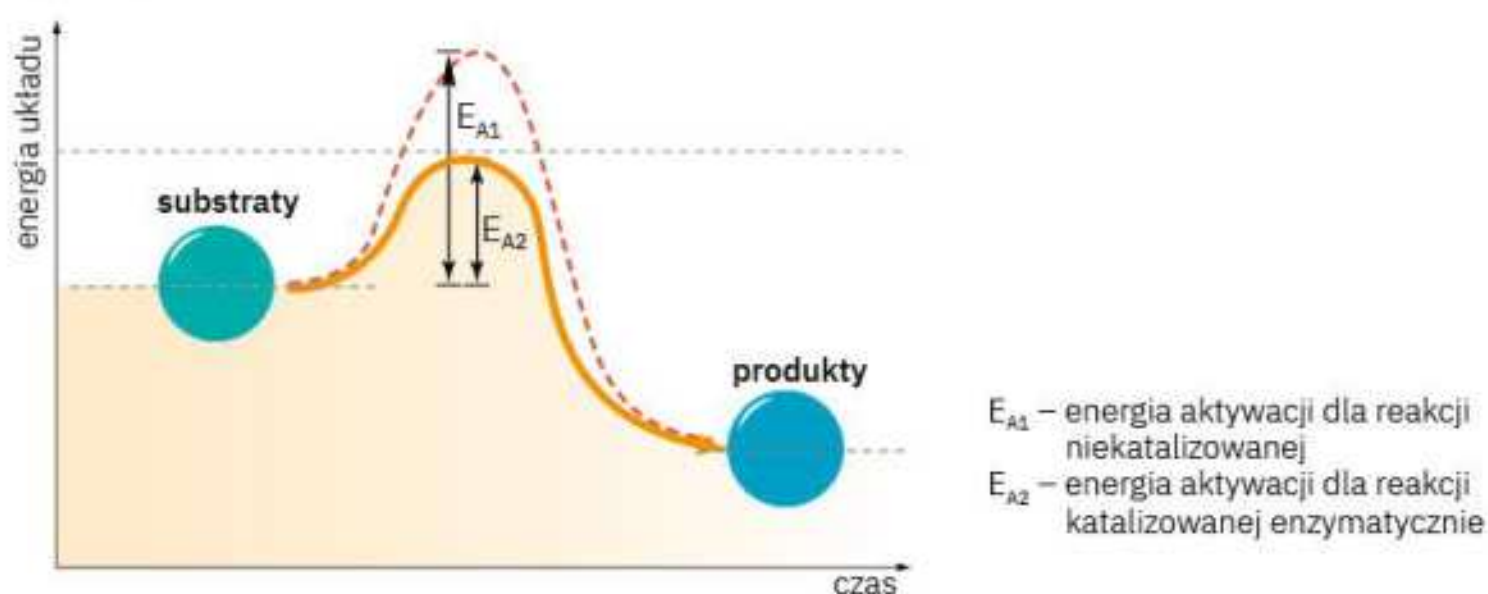
kataliza enzymatyczna jest podstawą zachodzenia procesów życiowych na Ziemi. Na przykład prosta reakcja uwodnienia dwutlenku węgla pozwalająca na transport CO_2 z tkanek do płuc jest katalizowana enzymatycznie. Reakcja w obecności enzymu zachodzi 10^7 razy szybciej niż bez enzymu (ryc. IV.1.2.).



Ryc. IV.1.2. Anhydraza węglanowa jest jednym z najszybszych enzymów i katalizuje reakcję uwodnienia dwutlenku węgla.

Enzymy obniżają energię aktywacji

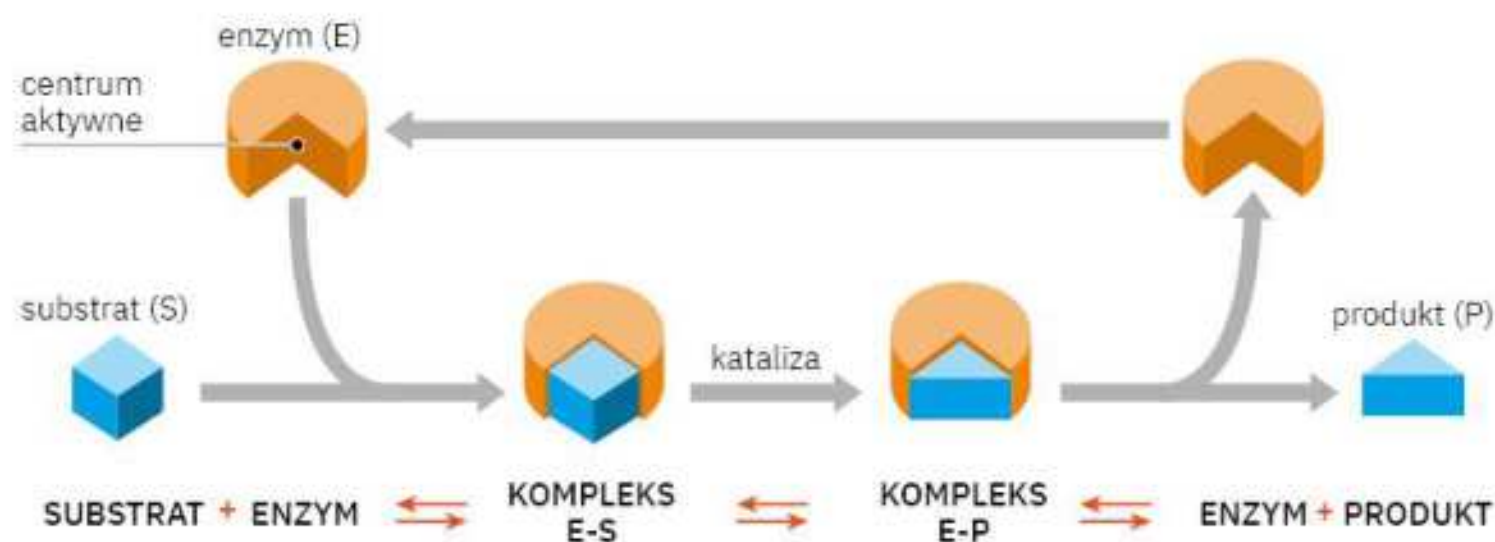
Do zajścia reakcji chemicznych konieczna jest energia, która pozwala na zerwanie wiązań chemicznych i zapoczątkowanie przemian. Energię tę nazywamy **energiją aktywacji** (E_A) (ryc. IV.1.3.). Enzymy przyspieszają reakcję chemiczną poprzez **obniżenie energii aktywacji** koniecznej do jej zainicjowania. Oznacza to, że w danej jednostce czasu mniejszy nakład energetyczny jest w stanie pobudzić do przemian większą liczbę cząsteczek. Reakcja zatem będzie przebiegała szybciej.



Ryc. IV.1.3. Enzymy obniżają energię aktywacji, dzięki czemu reakcja przebiega szybciej.

Budowa i działanie enzymów

Większość enzymów jest białkami. Region enzymu odgrywający zasadniczą rolę w jego działaniu nazywa się **centrum aktywnym** enzymu (ryc. IV.1.4.). Stanowi ono trójwymiarową szczelinę lub zagłębienie, gdzie są umieszczone określone reszty aminokwasowe łańcucha polipeptydowego nawiązujące bezpośredni kontakt z substratem.



Ryc. IV.1.4. Centrum aktywne enzymu stanowi niewielką jego część. Do centrum aktywnego przyłącza się substrat, tworząc przejściowy kompleks enzym-substrat (kompleks E-S).

Do centrum aktywnego enzymu przyłącza się określony substrat, czyli substancja, na którą enzym działa. W reakcji enzymatycznej dochodzi do wytworzenia przejściowego **kompleksu enzym-substrat (kompleks E-S)** (ryc. IV.1.4.). Utworzenie kompleksu E-S umożliwia rozrywanie wiązań chemicznych i tworzenie nowych. Substrat ulega przemianie w produkt, który odłącza się od enzymu. Enzym nie zużywa się – ta sama cząsteczka enzymu wiąże kolejną cząsteczkę substratu. Enzymy biorą udział niemal w każdej reakcji chemicznej organizmu. Wiele enzymów działa tylko na jeden substrat i tę ich cechę nazywamy **specyficznością substratową**. Enzymy wykazują także **specyficzność katalizowanej reakcji**, co oznacza, że katalizują określony typ reakcji, a czasami jedną konkretną reakcję chemiczną.

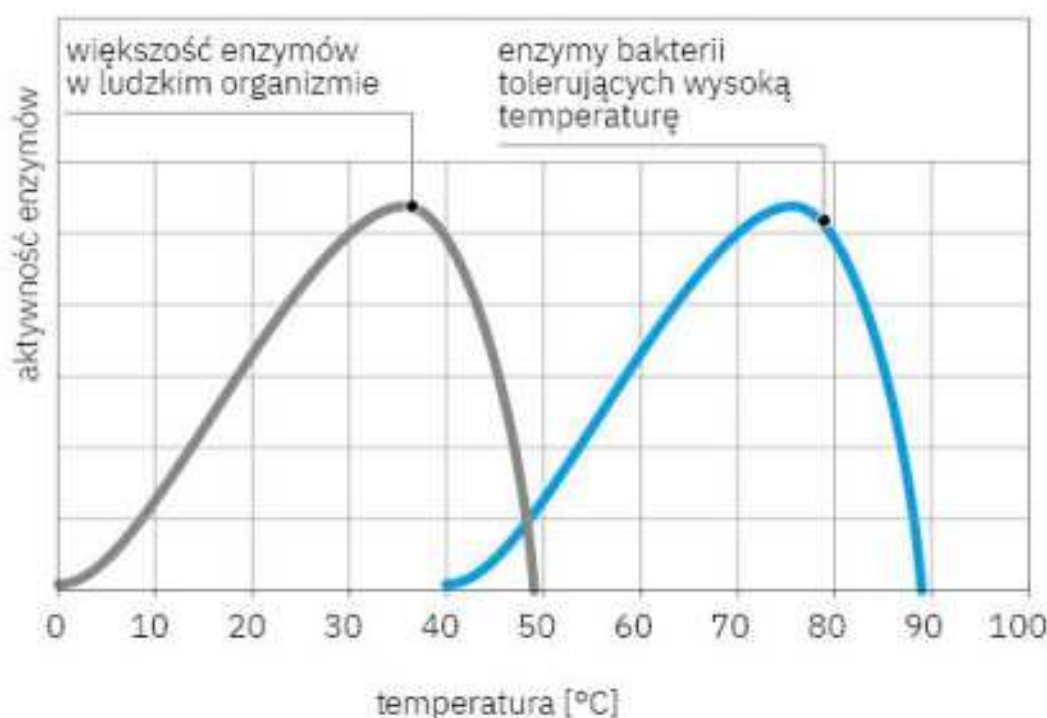
Okolo 30% znanych enzymów potrzebuje do swojej aktywności dodatkowych, niebiałkowych składników, które nazywamy **kofaktorami**. Kofaktorami mogą być jony metali (np. magnezu czy wapnia), mikroelementy (żelazo, selen, cynk) lub **koenzymy** (np. pochodne witamin).

Czynniki wpływające na aktywność enzymów

Enzymy są w większości białkami, więc na ich aktywność wpływa wiele czynników. Na aktywność enzymów w największym stopniu oddziałuje: **temperatura**, **pH** oraz związki o charakterze **inhibitorów** i **aktywatorów**. Każdy enzym działa najwydajniej w ściśle dopasowanych dla siebie warunkach, które nazywamy **warunkami optymalnymi**.

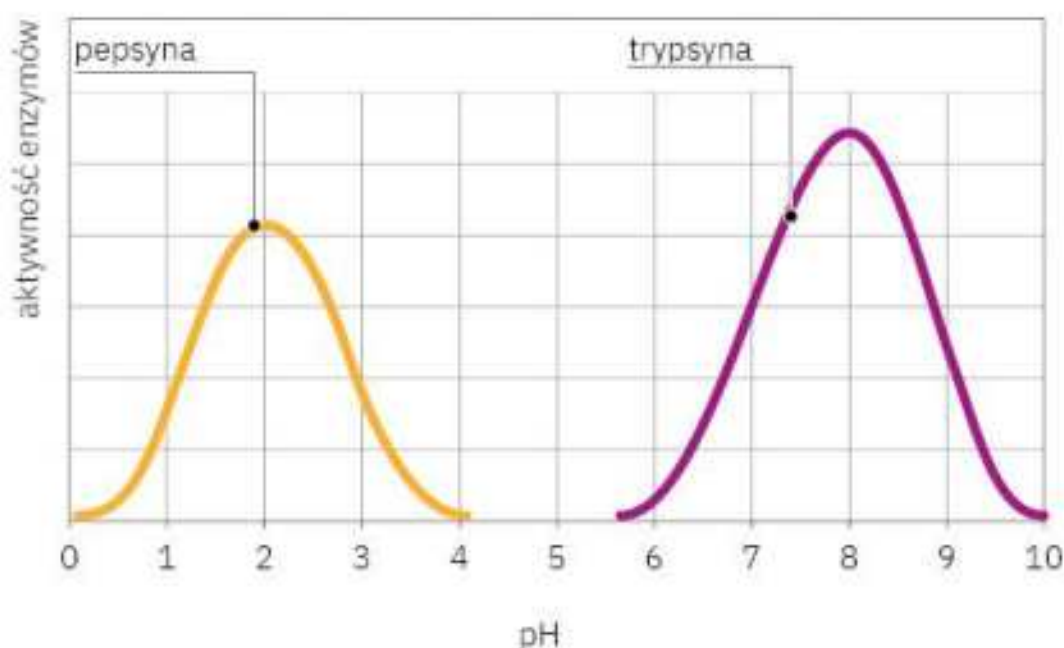
Temperatura i pH

Wraz ze wzrostem temperatury wzrasta do pewnego stopnia szybkość reakcji enzymatycznej (ryc. IV.1.5.). Po przekroczeniu pewnych wartości temperatury następuje gwałtowny spadek szybkości reakcji związany z utratą właściwej struktury przestrzennej enzymu. Każdy enzym ma swoje **optimum temperaturowe**, przy którym szybkość reakcji jest największa (ryc. IV.1.5.). Dla większości enzymów ludzkich ten zakres mieści się w granicach 35–40°C (temperatura ciała ludzkiego). Istnieją organizmy, na przykład termofilne bakterie żyjące w gorących źródłach, których enzymy mają optimum temperaturowe w granicach 70°C lub więcej (ryc. IV.1.5.). Te enzymy są szeroko wykorzystywane w przemyśle (np. do produkcji proszków do prania) czy w ochronie środowiska (w oczyszczalniach ścieków).



Ryc. IV.1.5. Wpływ temperatury na aktywność enzymów. Wraz ze wzrostem temperatury wzrasta aktywność enzymu: największa jest w tzw. temperaturze optymalnej, po przekroczeniu której następuje zanik aktywności enzymu będący skutkiem denaturacji enzymu. Optimum temperaturowe dla enzymów komórek człowieka wynosi ok. 37°C, a dla enzymów bakterii termofilnych ponad 70°C.

Do osiągnięcia największej wydajności enzym musi mieć także **optymalne pH**, które zazwyczaj mieści się w przedziale 6–8 (ryc. IV.1.6.). Od tych wartości jest jednak wiele odstępstw. Na przykład pepsyna – enzym trawienny działający w żołądku człowieka – działa najskuteczniej w $\text{pH} = 2$. Pepsyna utrzymuje właściwą formę w kwasowym środowisku żołądka, podczas gdy inne enzymy są w nim denaturowane, na przykład chymotrypsyna (enzym trzustkowy), którego optymalne pH wynosi 8.



Ryc. IV.1.6. Wpływ pH na aktywność enzymów. Pepsyna, czyli enzym żołądkowy hydrolicujący białko, wykazuje największą aktywność w pH kwasowym (pH 2); trypsyna wydzielana przez trzustkę działa najlepiej w pH lekko zasadowym (pH 8).

Inhibitory i aktywatory

Aktywność enzymów może być hamowana przez niektóre związki, które nazywamy **inhibitorami**. Hamowanie (inhibicja) enzymów może być **nieodwracalne** lub **odwracalne**. Jeśli inhibitor wiąże się kowalencyjnie z cząsteczką enzymu, to takie hamowanie jest nieodwracalne. Na zasadzie inhibicji nieodwracalnej działają liczne trucizny, toksyny czy antybiotyki (np. penicylina). Inhibitory odwracalne wiążą się z enzymem za pomocą słabych wiązań i taką inhibicję można zwykle cofnąć. Należy zaznaczyć, że inhibicja to nie tylko niepożądane zjawisko prowadzące do zahamowania aktywności enzymów. Jest również ważnym mechanizmem regulującym i kontrolującym metabolizm komórkowy.

W przeciwieństwie do inhibitorów, **aktywatory** to substancje, które zwiększają szybkość katalizowanej przez enzymy reakcji. W większości przypadków działają one poprzez zmianę struktury przestrzennej enzymów. Aktywatorami enzymów mogą być na przykład jony metali.

Znaczenie i wykorzystanie enzymów

Enzymy są kluczowym elementem metabolizmu komórkowego. O ich znaczeniu możemy się dodatkowo przekonać, rozpatrując schorzenia, których przyczyną jest brak któregoś z nich. Przykładem zaburzeń metabolicznych związanych z brakiem enzymów jest **fenyloketonuria**. To choroba uwarunkowana genetycznie, w której przebiegu zostaje zaburzona przemiana aminokwasu fenyloalaniny. W efekcie dochodzi do nagromadzenia się fenyloalaniny i jej produktów. Brak leczenia grozi uszkodzeniem mózgu. W Polsce wszystkie noworodki są poddawane **badaniu przesiewowemu** w celu wykrycia fenyloketonurii (oznaczenia polegają na określeniu stężenia fenyloalaniny we krwi dziecka) (ryc. IV.1.7.). W przypadku wystąpienia tej choroby stosuje się dietę eliminującą, która ogranicza spożycie produktów zawierających fenyloalaninę.



Ryc. IV.1.7. Test przesiewowy na fenyloketonurię wykonuje się u wszystkich noworodków. Kilka kropli krwi pobiera się na specjalną bibułę i wysyła do jednego z ośrodków prowadzących oznaczenia.

		Płeć: _____	
Tu nakleić kod paskowy		Nazwisko: _____	
Nie dotykać powierzchni krążków! Nie używać bibuły uszkodzonych!		Płeć: _____	
		Imię matki: _____	
		Data urodz.: _____ Godz.: _____	
		Data pobr.: _____ Godz.: _____	
		Ciężar: _____ Hb: _____	
		Apgar: _____ Transfuzja? data: _____	
		Antybiotyki? _____	
		Karmienie: Piers ☐ Butelka ☐ Pozawustrojowo ☐	
		Adres do kontaktu: _____	
		Telefon: _____	
		Pobrak: _____	
 MM/YYYY			

Znajomość budowy enzymów, reakcji, które katalizują i właściwych dla nich substratów od dawna jest powszechnie wykorzystywana w diagnostyce oraz terapii. Ilościowe oznaczenia enzymów stosuje się jako tzw. **markery molekularne chorób** w diagnostyce medycznej. Zmiany stężenia tych związków dają istotną informację o wystąpieniu, postępie lub zahamowaniu choroby. Na przykład enzymem markerowym w przebiegu świnki czy zapaleniu trzustki jest alfa-amylaza. Enzymy znalazły także zastosowanie w leczeniu. Są składnikami tzw. **leków enzymatycznych**, których używa się w terapii wielu chorób (np. laktaza jest stosowana przy nietolerancji laktozy).

Enzymy towarzyszą nam w życiu codziennym. Są szeroko wykorzystywane w:

- przemyśle spożywczym: do produkcji serów (np. enzym podpuszczka) czy do klarowania soków,
- chemii leków,
- ochronie środowiska (np. w procesie oczyszczania biologicznego),
- gospodarstwach domowych (np. enzymatyczne proszki do prania i wywabianie plam).



Eksperyment biologiczny

Wpływ temperatury na aktywność katalazy

Wprowadzenie: Katalaza to enzym przeprowadzający reakcję rozkładu nadtlenku wodoru do wody i tlenu. Występuje zarówno w tkankach zwierzęcych (np. we krwi), jak i roślinnych (np. w bulwach ziemniaka).

Problem badawczy: Czy wysoka temperatura powoduje deaktywację katalazy?

Hipoteza badawcza: Wysoka temperatura prowadzi do utraty aktywności katalazy.

Instrukcja przeprowadzenia doświadczenia: Bulwę ziemniaka należy zhomogenizować i przecisnąć przez gazę w celu uzyskania przesączu. W dwóch zlewkach o pojemności 50 ml umieść po 25 ml przesączu. Do jednej zlewki dodaj około 2 ml trzyprocentowego roztworu nadtlenku wodoru (woda utleniona) – próba kontrolna. Przesącz w drugiej zlewce doprowadź do wrzenia i gotuj około 5 min. Po tym czasie dodaj 2 ml nadtlenku wodoru (próba badana). W obu zlewkach obserwuj wydzielanie się pęcherzyków tlenu.

Opracowanie wyników: Przerysuj do zeszytu i uzupełnij poniższą tabelę.

	Próba kontrolna	Próba badana
pienie się roztworu	...	...

Wnioski: Sformułuj wniosek.

Poszukaj, dowiedz się i wyjaśnij: Dlaczego, kiedy polejemy zranioną skórę wodą utlenioną, obserwujemy intensywne pienie się? W jakim celu w takim przypadku stosuje się wodę utlenioną?

PYTANIA I POLECENIA

1. Wytłumacz, co rozumiemy pod pojęciem „metabolizm”. Na czym polega różnica pomiędzy anabolizmem i katabolizmem?
2. Wyjaśnij, na czym polega mechanizm działania enzymów w odniesieniu do ich budowy.
3. Przedstaw, z czego wynika duża liczba enzymów w komórce.
4. Wymień czynniki wpływające na aktywność enzymatyczną.
5. Napisz w zeszycie, do czego stosuje się enzymy.

2. Oddychanie komórkowe

W jaki sposób energia zgromadzona w pokarmach jest wykorzystywana przez organizm? Makrocząsteczki organiczne, które wchodzi w skład naszego pożywienia, są najpierw rozkładane do prostych związków i wraz z krwią transportowane do wszystkich komórek organizmu. W komórkach energia wiązań chemicznych tych związków przekształca się w energię chemiczną zgromadzoną w ATP. Podstawowym procesem katabolicznym, w którym zachodzą te reakcje, jest **oddychanie komórkowe**. Może ono przebiegać w obecności tlenu lub bez jego dostępu. To pierwsze nazywamy **oddychaniem tlenowym** (aerobowym), a drugie – **oddychaniem beztlenowym** (anaerobowym). Bez udziału tlenu przebiega także **fermentacja**. Wszystkie te szlaki uwalniają energię użyteczną biologicznie, która jest wykorzystywana przez komórkę.

Oddychanie tlenowe

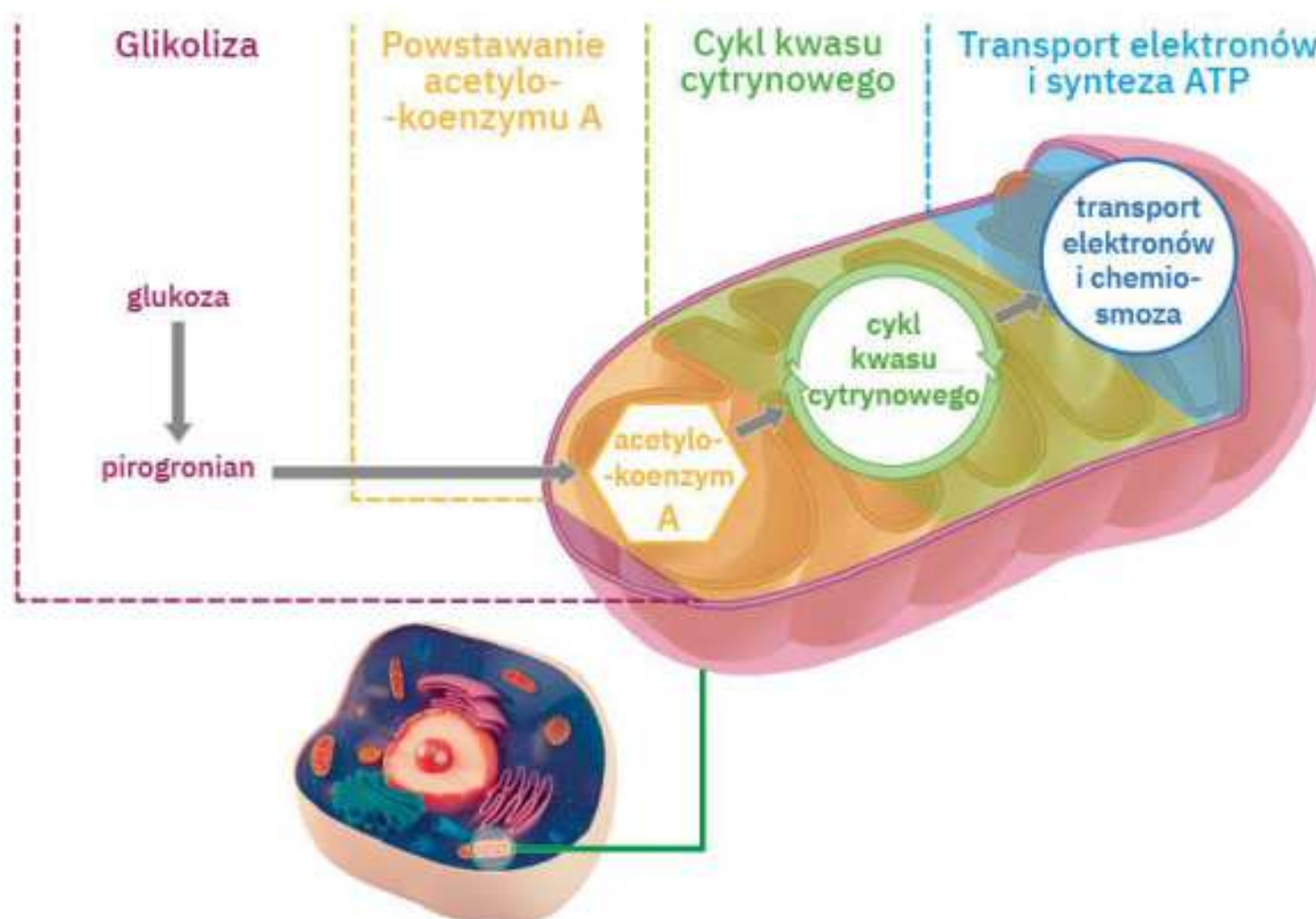
Substratami oddychania tlenowego są drobnocząsteczkowe związki powstające w czasie trawienia pokarmów, między innymi glukoza, kwasy tłuszczowe, glicerol czy aminokwasy. Związki te są przekształcane w dwuwęglową cząsteczkę – **acetylo-CoA** (czytaj acetylokoenzym A), który jest substratem dla kolejnych etapów oddychania tlenowego. Ponieważ w komórkach organizmów glukoza jest najłatwiej dostępnym substratem energetycznym (przede wszystkim dla mózgu i erytrocytów), w omawianiu oddychania komórkowego uwzględniono glikolizę – szlak katabolicznego rozpadu glukozy.

Etapy oddychania komórkowego i ogólny zarys procesu

Procesem, w którym powstaje substrat potrzebny do reakcji przebiegających podczas oddychania komórkowego jest glikoliza. Ma ona miejsce w cytozolu.

Oddychanie komórkowe składa się z trzech etapów zlokalizowanych w innych przedziałach komórkowych (ryc. IV.2.1.):

- **reakcja pomostowa** – zachodzi w macierzy mitochondrium;
- **cykl Krebsa** zwany także cyklem kwasu cytrynowego – zachodzi w macierzy mitochondrialnej;
- **łańcuch transportu elektronów i synteza ATP** – przebiegają w grzebieniach mitochondrialnych.



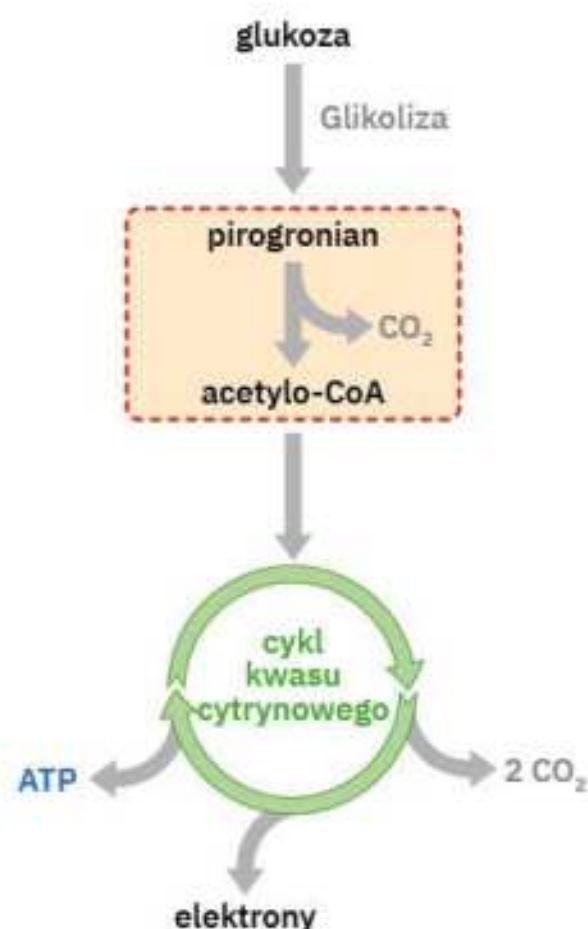
Ryc. IV.2.1. Lokalizacja etapów oddychania komórkowego z uwzględnieniem glikolizy.

Przebieg oddychania komórkowego

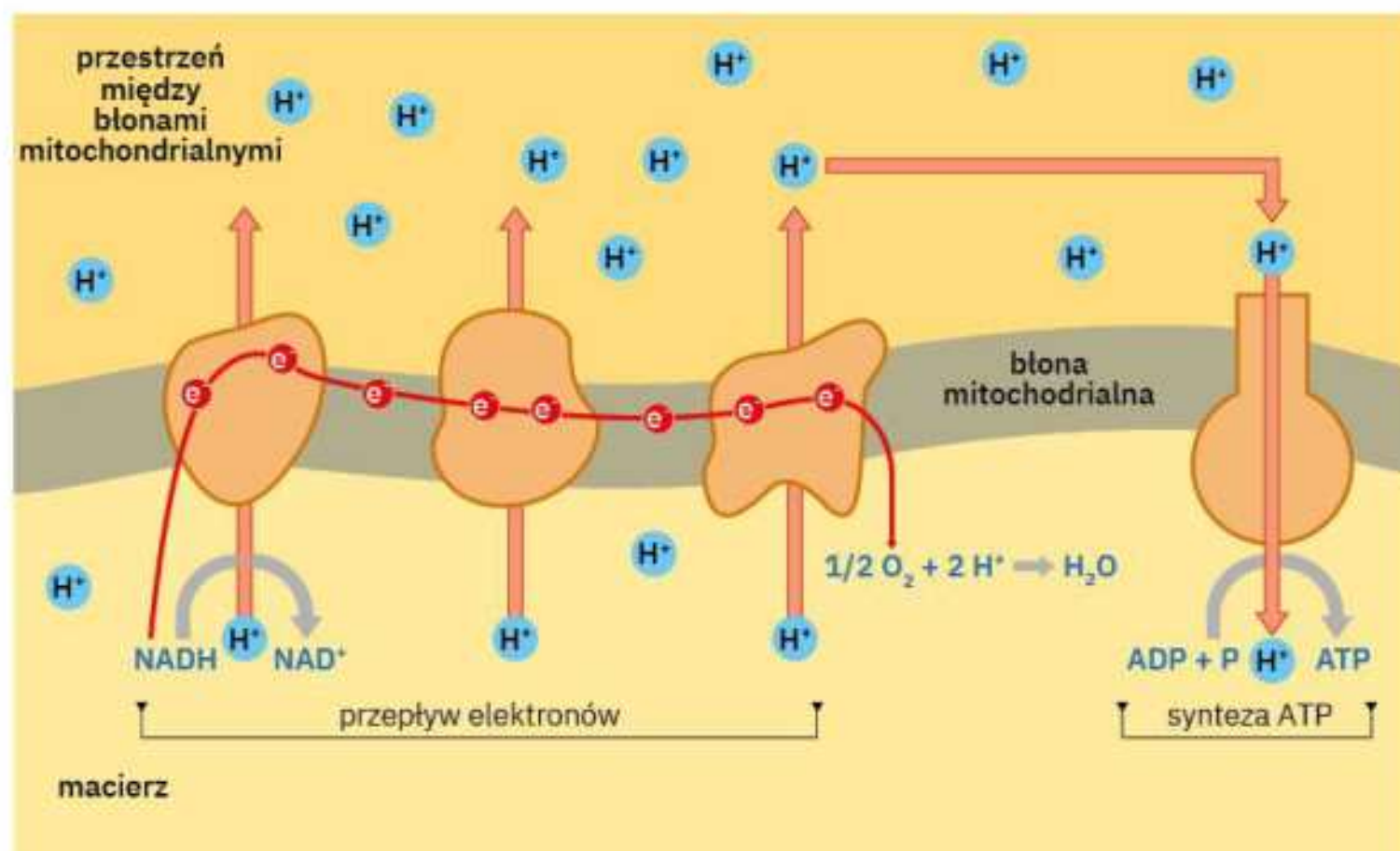
Glikoliza i cykl Krebsa stanowią szlaki kataboliczne, w czasie których rozkładane są glukoza i inne związki organiczne. W czasie **glikolizy** glukoza jest degradowana do dwóch cząsteczek trójwęglowego związku o nazwie **pirogronian**. Zyskiem tych przemian są **dwie cząsteczki ATP** (w glikolizie powstają cztery cząsteczki ATP, lecz dwie są zużywane w trakcie kolejnych jej etapów). Ponieważ glikoliza przebiega w cytoplazmie, a reszta tlenowych etapów oddychania

komórkowego w mitochondriach, pirogronian musi zostać tam przeniesiony. W mitochondriach w czasie **reakcji pomostowej** pirogronian jest przekształcany w związek dwuwęglowy – acetylo-CoA, który zostaje następnie włączony do cyklu Krebsa (ryc. IV.2.2.). **Cykl Krebsa** stanowi dalszy ciąg reakcji katabolicznych, w których pochodne pirogronianu są dalej utleniane do dwutlenku węgla. Powstają także dwie cząsteczki ATP. W trakcie glikolizy oraz cyklu Krebsa ze związków organicznych są uwalniane elektrony, które trafiają na **przenośnik elektronów** – cząsteczkę nukleotydu zwaną w skrócie **NAD⁺**, w wyniku czego dochodzi do jego redukcji i powstaje **NADH**. W ostatnim etapie oddychania komórkowego elektrony trafiają do

łańcucha transportu elektronów, czyli szeregu dużych kompleksów białkowych zanurzonych w wewnętrznej błonie mitochondrialnej, i są przenoszone z jednego kompleksu na drugi metodą „podaj dalej”. Na końcu tej drogi elek-



Ryc. IV.2.2. Przebieg reakcji pomostowej z uwzględnieniem glikolizy.



Ryc. IV.2.3. Łańcuch transportu elektronów.

trony łączą się z **cząsteczką tlenu** oraz z jonami wodorowymi (H^+) i powstaje woda (ryc. IV.2.3.). Przepływ elektronów przez łańcuch oddechowy wytwarza siłę, która umożliwia **syntezę ATP**. Siła ta, zwana protonomotoryczną, jest związana z wytworzeniem różnicy stężeń protonów (H^+) po obu stronach błony mitochondrialnej (ryc. IV.2.3.). Powrót protonów w celu wyrównania ich stężenia jest „motorem” dla enzymu syntetyzującego ATP. Oddychanie komórkowe zatem pozwala na „zamianę” jednej cząsteczki glukozy na **wodę i dwutlenek węgla**. Kluczowym, użytecznym biologicznie, zyskiem tych przemian jest energia w postaci około **30 cząsteczek ATP**. W tabeli IV.2.1. przedstawiono podsumowanie oddychania tlenowego z podziałem na jego etapy.

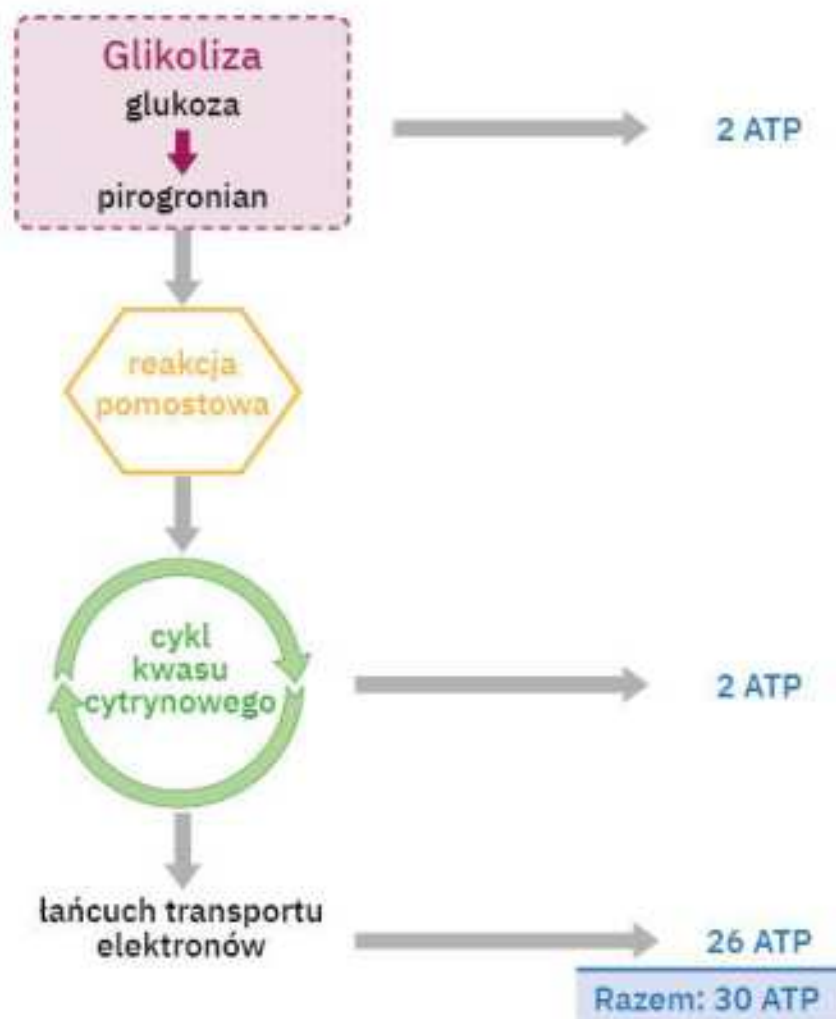
Tab. IV.2.1. Podsumowanie etapów oddychania tlenowego z uwzględnieniem glikolizy

Etap oddychania komórkowego i jego lokalizacja	Opis	Niektóre substraty	Końcowe produkty
Glikoliza (cytoplazma)	glukoza ulega utlenieniu do pirogronianu; zachodzi w warunkach tlenowych i beztlenowych	glukoza, ATP, NAD^+ , ADP, P_i	pirogronian, ATP, $NAD^+ + H^+$
Reakcja pomostowa (macierz mitochondrialna)	pirogronian ulega przemianom, uwalnia się CO_2	pirogronian, NAD^+	acetylo-CoA, CO_2 , $NAD^+ + H^+$
Cykl Krebsa (macierz mitochondrialna)	acetylo-CoA jest włączany w cykl przemian, w czasie których atomy wodoru są przenoszone na NAD^+ , powstaje ATP	acetylo-CoA, H_2O , NAD^+ , ADP, P_i	CO_2 , $NAD^+ + H^+$, ATP
Łańcuch oddechowy i synteza ATP (grzebień mitochondrialny)	łańcuch szeregowego przenoszenia elektronów na tlen z wytworzeniem wody; energia uwolniona podczas transportu elektronów napędza syntezę ATP	$NAD^+ + H^+$, O_2 , ADP, P_i	ATP, H_2O , NAD^+

Bilans energetyczny oddychania komórkowego

Zyskiem całkowitego utleniania glukozy do CO_2 w czasie oddychania tlenowego jest około 30 cząsteczek ATP. Wyliczanie zysku energetycznego oddychania komórkowego musi uwzględniać wszystkie etapy tego procesu, przy założeniu że glikoliza, reakcja pomostowa oraz cykl Krebsa zachodzą dwukrotnie. Bilans energetyczny oddychania komórkowego w warunkach tlenowych obejmuje:

- glikolizę, której zyskiem są **dwie cząsteczki ATP**;
- cykl Krebsa, gdzie tworzą się **dwie cząsteczki ATP**;
- łańcuch oddechowy, dla którego zysk w postaci ATP to **26 cząsteczek ATP**.



Ryc. IV.2.4. Wydajność ATP całkowitego utlenienia glukozy w oddychaniu tlenowym z uwzględnieniem glikolizy.

Zatem zysk energetyczny netto oddychania komórkowego wynosi **30 cząsteczek ATP** (ryc. IV.2.4.).

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij, jakie znaczenie dla funkcjonowania organizmu ma oddychanie komórkowe.
2. Wymień etapy oddychania tlenowego i określ ich lokalizację.
3. Przepisz do zeszytu i uzupełnij poniższy tekst.

W czasie glikolizy [...] jest rozkładana do dwóch cząsteczek [...]. Cykl Krebsa stanowi ciąg reakcji katabolicznych, w których uwalnia się [...] i powstają przenośniki elektronów w postaci [...]. W ostatnim etapie oddychania komórkowego elektrony trafiają do łańcucha transportu elektronów i są ostatecznie przenoszone na [...]. Przepływ elektronów przez łańcuch oddechowy generuje siłę, która umożliwia syntezę [...].

4. Przedstaw bilans energetyczny oddychania komórkowego.

3. Fermentacja

Organizmy wykazują różną wrażliwość na tlen i na tej podstawie możemy podzielić je na:

- **organizmy tlenowe**, które do życia wymagają dostępu wolnego tlenu. Należy tu większość organizmów eukariotycznych.
- **organizmy beztlenowe**, które żyją w warunkach o ograniczonym dostępie do tlenu lub zupełnym jego braku. Należą do nich między innymi bakterie chorobotwórcze, takie jak laseczka tężca (*Clostridium tetani*; czytaj: klostridium tetani) czy laseczka jadu kiełbasianego (*Clostridium botulinum*; czytaj: klostridium botulinum) (ryc. IV.3.1.). Są też organizmy, które w obecności tlenu oddychają tlenowo, a przy jego braku – beztlenowo. Przykładem są drożdże (*Saccharomyces*).



Ryc. IV.3.1. Laseczki jadu kiełbasianego (*Clostridium botulinum*) należą do bezwzględnych beztlenowców.

W oddychaniu tlenowym końcowym akceptorem elektronów jest tlen. W beztlenowych procesach uzyskiwania energii ostatecznym akceptorem elektronów mogą być **związki nieorganiczne** lub **organiczne**. Na tej podstawie wyróżniamy:

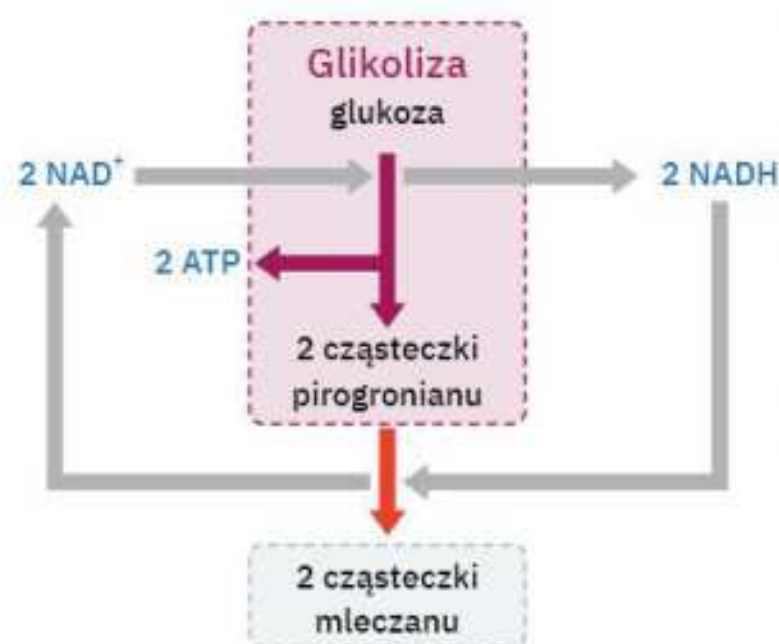
- **oddychanie beztlenowe**, w którym ostatecznym akceptorem elektronów jest **związek nieorganiczny**. Proces ten występuje u bakterii (np. żyjących w glebie zalanej wodą czy bytujących w przewodzie pokarmowym zwierząt).
- **fermentację**, w której ostatecznym akceptorem elektronów jest **związek organiczny** (np. pirogronian). Fermentację przeprowadzają bakterie (np. bakterie mlekowe), grzyby (np. drożdże) oraz pasożyty układu pokarmowego człowieka (np. glista ludzka czy tasiemce).

Fermentacja mleczanowa

Fermentacja mleczanowa (ryc. IV.3.2.) przebiega w cytoplazmie i obejmuje dwa etapy:

- **glikolizę**, w czasie której glukoza ulega przemianom do pirogronianu, powstają dwie cząsteczki ATP oraz NADH. Glikoliza nie jest zależna od tlenu, dlatego ma ona taki sam przebieg zarówno w oddychaniu tlenowym, jak i beztlenowym;
- **redukcję**, gdy pirogronian ulega przemianie w **kwase mlekowy (mleczan)**.

Fermentację mleczanową przeprowadzają niektóre grzyby oraz bakterie. Proces ten jest szeroko wykorzystywany przez ludzi, między innymi do produkcji jogurtów, kwaśnej śmietany, salami czy do kiszenia (np. kapusty czy ogórków). Najbardziej znanymi gatunkami bakterii kwasu mlekowego są kultury *Lactobacillus acidophilus* (czytaj: laktobacilus acidofilus) oraz *Streptococcus thermophilus* (czytaj: streptokokus termofilus). Fermentacja mleczanowa zachodzi także we **włóknach mięśni szkieletowych** podczas intensywnego wysiłku, przy niedoborze tlenu. Proces fermentacji mleczanowej jest krótkotrwały i służy syntezie ATP. Po ponownym dostarczeniu tlenu mięśnie kontynuują oddychanie tlenowe.



Ryc. IV.3.2. Przebieg fermentacji mleczanowej oraz bakterie kwasu mlekowego – *Lactobacillus acidophilus*.

Zysk energetyczny fermentacji

Wydajność energetyczna procesów beztlenowych jest znacznie mniejsza niż procesów tlenowych. Całkowity zysk energetyczny fermentacji mleczanowej to tylko dwie cząsteczki ATP wytworzone w czasie glikolizy, podczas gdy w procesie oddychania tlenowego powstaje ich około 30 (tab. IV.3.1.).

Tab. IV.3.1. Porównanie oddychania tlenowego oraz fermentacji

Cecha	Oddychanie tlenowe	Fermentacja mleczanowa
Podstawowy substrat organiczny	glukoza	glukoza
Końcowy akceptor elektronów	tlen	pirogonian
Końcowe produkty	CO ₂ , H ₂ O, ATP	mleczan, ATP
Lokalizacja w komórce	cytoplasma, mitochondria	cytoplasma
Wydajność energetyczna	około 30 cząsteczek ATP	2 cząsteczki ATP
Przykłady organizmów/komórek, w których zachodzi	większość organizmów eukariotycznych	bakterie mlekowe (np. <i>Lactobacillus</i>), włókna mięśni szkieletowych przy niedotlenieniu

PYTANIA I POLECENIA

1. Omów przebieg fermentacji mleczanowej oraz jej zastosowanie.
2. Porównaj przebieg oddychania komórkowego w komórkach włókna mięśnia szkieletowego w obecności i przy braku tlenu.
3. Przedstaw zysk netto fermentacji mleczanowej i porównaj go z bilansem energetycznym oddychania tlenowego.
4. W dostępnych źródłach znajdź informację na temat przebiegu i zastosowania fermentacji metanowej. Napisz krótką notatkę w zeszycie.

Podsumowanie działu

Enzymy – biologiczne katalizatory

- Enzymy to biologiczne katalizatory, które przyspieszają reakcję chemiczną, lecz nie ulegają zużyciu.
- Enzymy przyspieszają reakcję chemiczną poprzez obniżenie energii aktywacji cząsteczek biorących udział w reakcji.
- Substrat przyłącza się do enzymu w centrum aktywnym, tworząc kompleks enzym-substrat (kompleks E-S).
- Niektóre enzymy wymagają kofaktorów (jonów metali, koenzymów) do swojej aktywności.
- Enzymy wykazują wysoką specyficzność względem substratu oraz katalizowanej reakcji.
- Na aktywność enzymów wpływa temperatura, pH, inhibitory oraz aktywatory.
- Inhibitory mogą działać na zasadzie hamowania odwracalnego lub nieodwracalnego.
- Enzymy wykorzystuje się w diagnostyce lekarskiej, w farmacji oraz w wielu gałęziach przemysłu.

Oddychanie komórkowe

- Oddychanie komórkowe to zbiór reakcji katabolicznych, w czasie których uwalnia się energia w postaci ATP.
- Oddychanie może przebiegać w warunkach tlenowych lub beztlenowych.
- W czasie oddychania tlenowego rozłożone do prostych związków składniki pokarmu są utleniane do CO_2 i H_2O z uwolnieniem energii.
- Na oddychanie tlenowe składają się cztery etapy: glikoliza, reakcja pomostowa, cykl Krebsa oraz łańcuch oddechowy.
- Glikoliza ma miejsce w cytozolu i prowadzi do rozłożenia glukozy na dwie cząsteczki pirogronianiu. Zyskiem netto glikolizy są dwie cząsteczki ATP.
- Reakcja pomostowa i cykl Krebsa zachodzą w macierzy mitochondrialnej.

- Cykl Krebsa przebiega wyłącznie w warunkach tlenowych. Po jednym obrocie cyklu uwalnia się dwutlenek węgla oraz powstają przenośniki elektronów w postaci NADH, które przechodzą do łańcucha oddechowego.
- Wraz z transportem elektronów powstaje siła napędzająca syntezę ATP.
- Ostateczny zysk netto oddychania tlenowego to około 30 cząsteczek ATP (2 z glikolizy, 2 z cyklu Krebsa oraz około 26 z łańcucha oddechowego).

Fermentacja

- Organizmy pod względem tolerancji na tlen dzielimy na tlenowe oraz beztlenowe.
- Energia w warunkach oddechowych może być uzyskiwana w czasie oddychania beztlenowego w łańcuchu mitochondrialnym i fermentacji (m.in. u bakterii, drożdży, w komórkach mięśni szkieletowych człowieka).
- W oddychaniu beztlenowym wytwarza się ATP, a końcowym akceptorem elektronów jest związek nieorganiczny.
- Fermentacja mleczanowa obejmuje glikolizę oraz redukcję pirogronianu do kwasu mlekowego.
- Całkowity zysk fermentacji mleczanowej to 2 cząsteczki ATP wytworzone w czasie glikolizy.



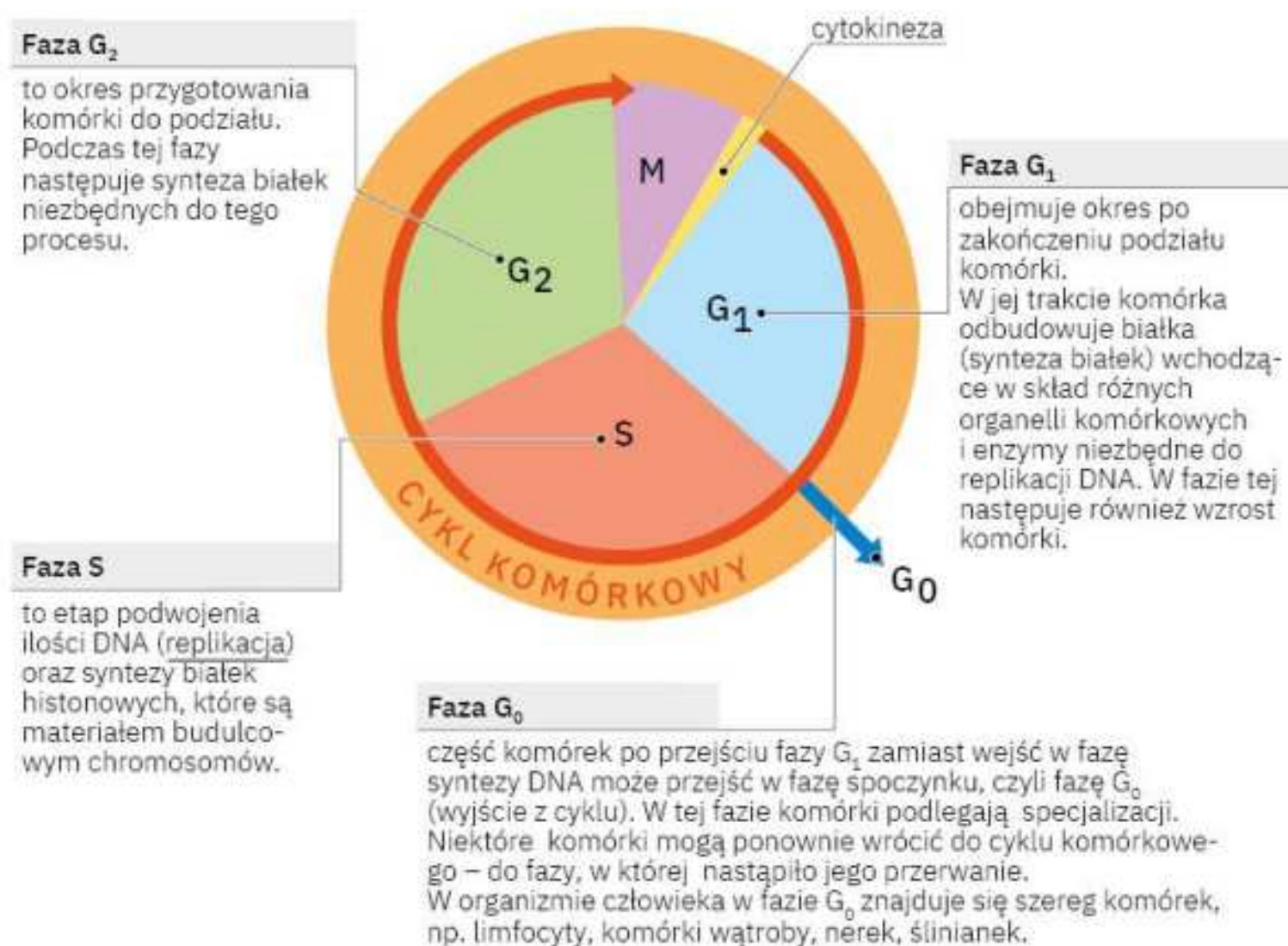
PODZIAŁY KOMÓRKOWE

1. Przebieg cyklu komórkowego

Interfaza

Każda komórka powstaje w wyniku podziału istniejącej już komórki macierzystej. Podział komórki obejmuje podział jądra komórkowego – **kariokinezę** oraz podział cytoplazmy – **cytokinezę**. W zależności od sposobu podziału jądra komórkowego i jego skutków dla nowo powstałych komórek potomnych wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje podziałów: mitozę i mejozę.

Okres od początku jednego podziału komórki do początku następnego podziału nazywamy cyklem komórkowym. Wyróżniamy w nim dwa podstawowe etapy: podział komórki (faza M) i interfazę. Interfaza jest najdłuższą fazą cyklu komórkowego (70–90% długości całego cyklu) zachodzącą między podziałami komórkowymi. Podczas tej fazy komórka rośnie, syntetyzuje potrzebne do podziału substancje i zachodzi synteza (replikacja) DNA. Interfaza składa się z trzech następujących po sobie faz: G_1 , S i G_2 .

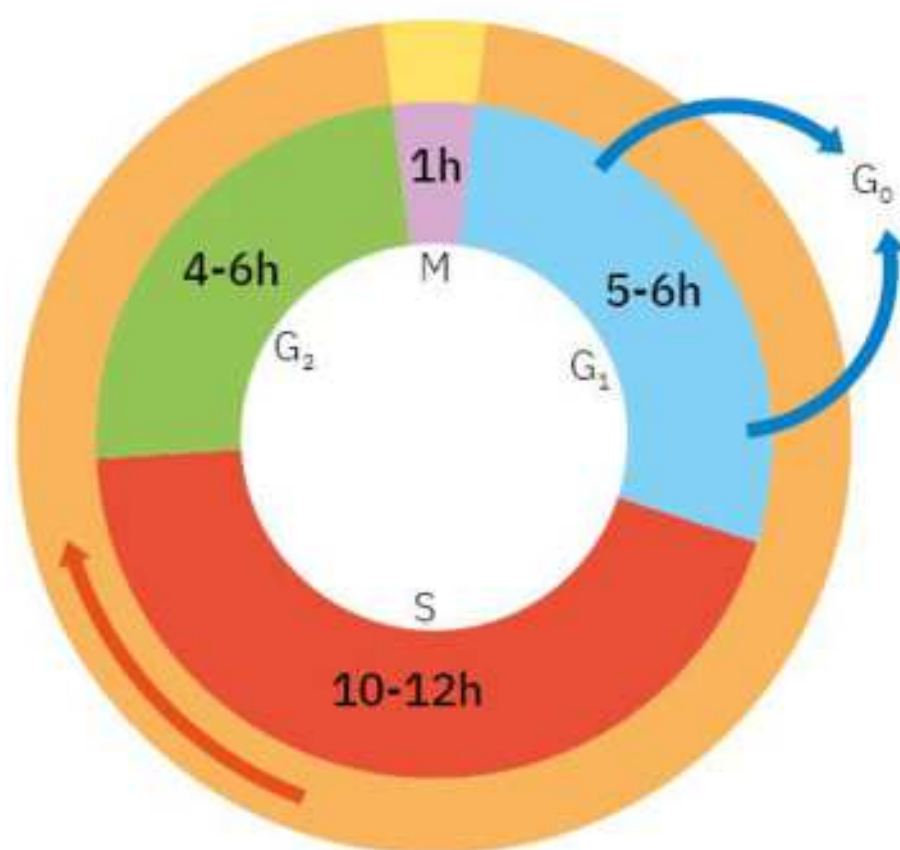


Ryc. V.1.1. Fazy cyklu komórkowego.

Po zakończeniu interfazy komórka przechodzi do fazy M – mitozy, na którą składa się podział jądra. Po podziale jądra komórkowego następuje podział cytoplazmy.

Czas trwania cyklu komórkowego zależy od rodzaju komórki i funkcji, jaką pełni w organizmie. Długość cyklu komórkowego dla większości komórek zwierzęcych wynosi od 8 do 24 godzin. W komórkach tkanek embrionalnych, które stale się dzielą, jest bardzo krótki – nawet do kilku minut. Komórki, które są zróżnicowane, nie dzielą się tak intensywnie, mają również wydłużony cykl komórkowy, na przykład cykl życiowy komórek wątroby zamyka się w ciągu roku.

Cykl komórkowy komórki ludzkiej może się zamknąć w 24 godzinach (ryc. V.1.2.).

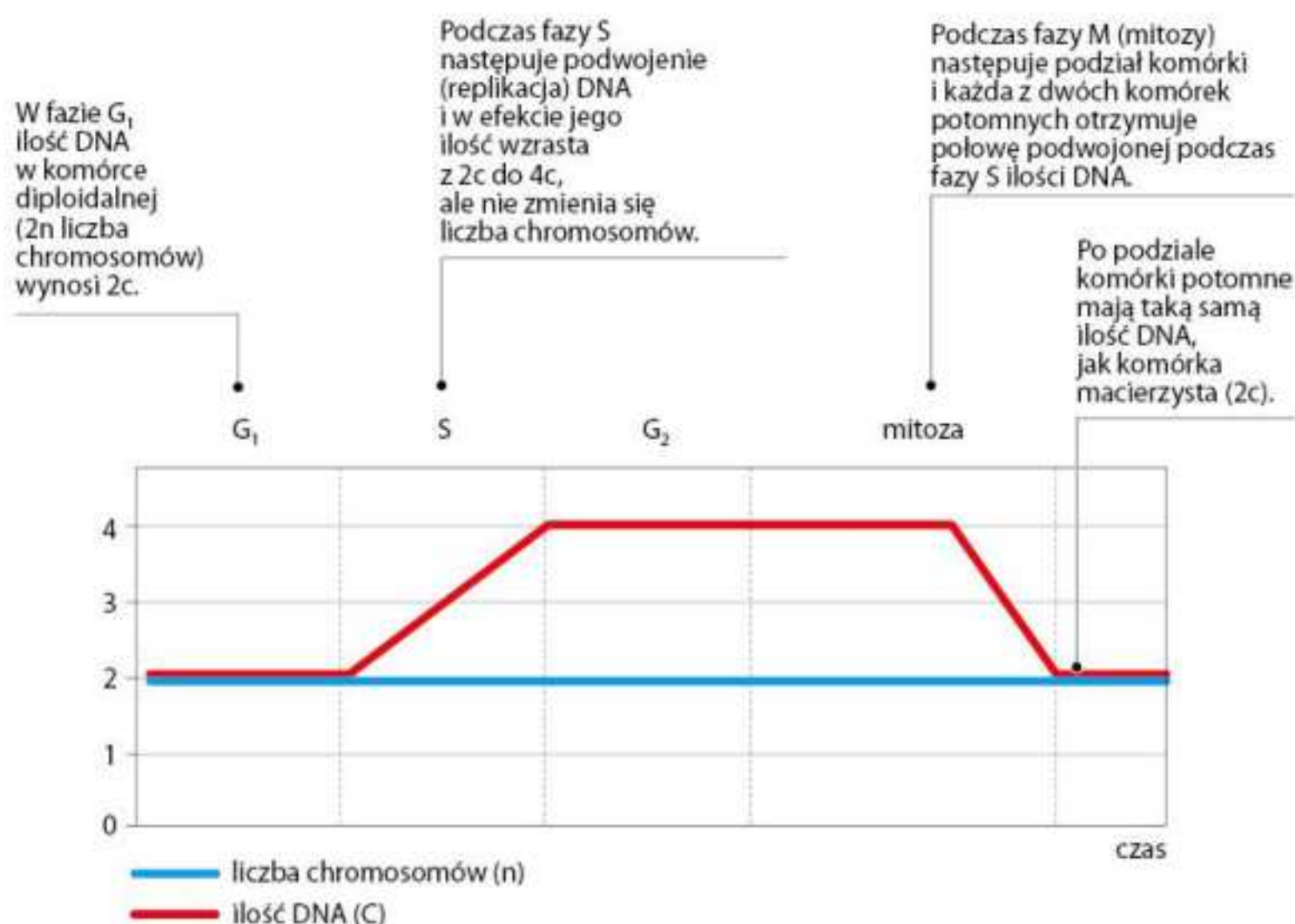


Ryc. V.1.2. Czas trwania cyklu komórkowego komórki ludzkiej. W różnych typach komórek faza G_1 może różnić się pod względem długości trwania.

Zmiany ilości DNA w cyklu komórkowym

W komórce diploidalnej (charakterystycznej dla komórek budujących ciało) przed rozpoczęciem podziału komórkowego ilość DNA jest określana jako $2c$. Podczas podziału komórkowego (ryc. V.1.3.) w fazie S interfazy DNA ulega syntezie, jego ilość zwiększa się do $4c$, a następnie rozdziela się do dwóch komórek potomnych. Efektem tych zmian jest taka sama ilość DNA w każdej z komórek potomnych, co w komórce macierzystej przed jej podziałem. W fazie G_1 ilość DNA w komórce diploidalnej ($2n$ liczba chromosomów) wynosi $2c$. Podczas fazy S następuje podwojenie (replikacja) DNA i w efekcie jego ilość wzrasta z $2c$ do $4c$, a nie zmienia się liczba chromosomów. Taka ilość DNA utrzymuje się przez całą fazę G_2 . Podczas fazy M (mitozy) następuje podział

komórki i każda z dwóch komórek potomnych otrzymuje połowę podwojonej ilości DNA podczas fazy S. Po podziale komórki potomne mają taką samą ilość DNA, jak komórka macierzysta ($2C$).

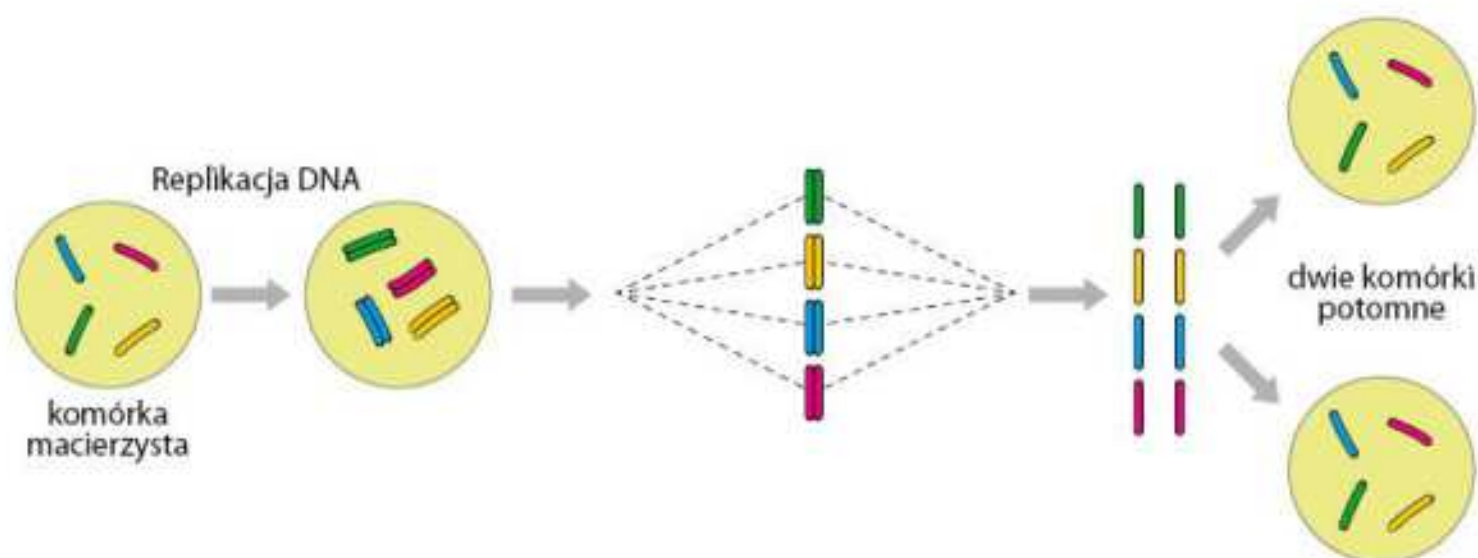


Ryc. V.1.3. Zmiany ilości materiału genetycznego w dzielącej się mitotycznie komórce diploidalnej.

Podział komórki – mitoza

Mitoza jest częścią cyklu komórkowego, podczas którego powstają dwie nowe komórki o takim samym materiale genetycznym, jak komórka macierzysta. Mitoza zachodzi w komórkach somatycznych (wszystkie komórki ciała z wyjątkiem komórek płciowych). W trakcie mitozy następuje podział jądra komórkowego po którym następuje podział cytoplazmy (cytokineza).

Po podziale jądra komórkowego następuje rozdział cytoplazmy i organelli komórkowych do dwóch komórek potomnych.



Ryc. V.1.4. Schemat przebiegu mitozy.

Znaczenie mitozy

Komórki potomne powstałe w wyniku mitozy mają identyczny materiał genetyczny, jak komórka macierzysta. Zwiększenie liczby takich samych komórek umożliwia wzrost, rozwój i prawidłowe funkcjonowanie organizmu. Dzięki mitozie jest możliwa regeneracja komórek uszkodzonych i zużytych, na przykład komórek naskórka, którego zrogowaciała, zewnętrzna warstwa stale się złuszcza. Mitoza pozwala również na odbudowę tkanek, na przykład na gojenie się ran.

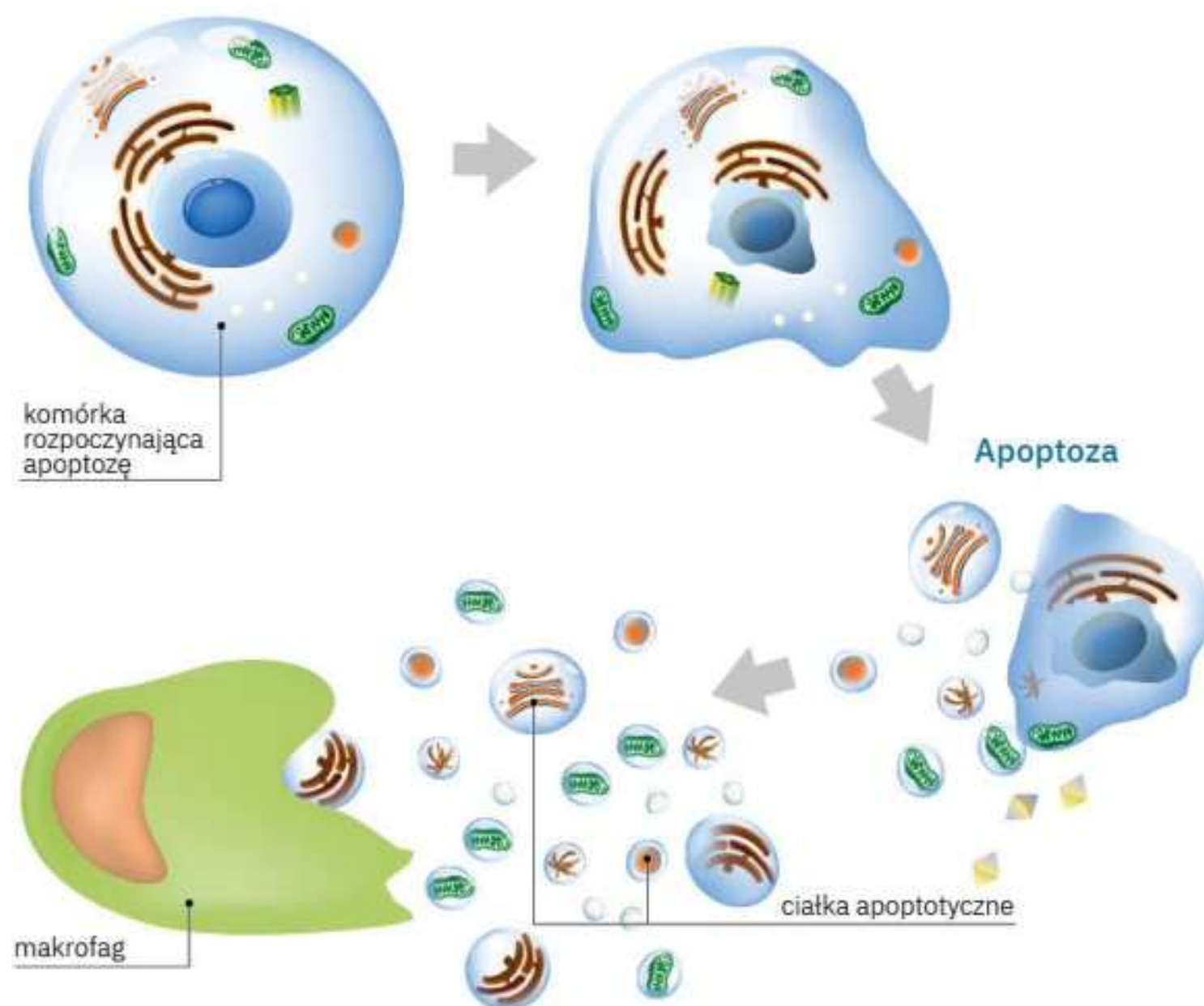
PYTANIA I POLECENIA

1. Uzasadnij, że interfaza jest niezbędnym etapem cyklu komórkowego.
2. Porównaj w tabeli narysowanej w zezycie etapy interfazy z uwzględnieniem ilości chromosomów w każdym etapie.
3. Wytłumacz znaczenie mitozy dla organizmu człowieka.
4. W diploidalnej komórce zwierzęcej znajduje się 10 chromosomów. Oblicz:
 - a) ile chromosomów powinno powstać po zakończeniu mitozy;
 - b) ile chromatyd powinno powstać po zakończeniu mitozy.

2. Programowana śmierć komórki

Komórki, które rozpoczynają proces różnicowania się, mają swój czas życia zapisany genetycznie. Śmierć tych komórek jest najczęściej wynikiem nieprawidłowości zachodzących podczas tego procesu, a nie wynika z ich wieku. Natomiast komórki macierzyste, które stale się dzielą, mogą być uszkodzone przez przypadkowe czynniki, co objawia się wydłużeniem podziału mitotycznego. Skutkiem tego jest zwolnienie tempa podziałów komórkowych i liczby nowych komórek.

Liczba komórek w organizmie wielokomórkowym jest regulowana przez intensywność dwóch procesów: podziałów komórkowych i śmierci komórek. Komórki uszkodzone, zarażone (np. toksynami bakteryjnymi) czy stare, zużyte lub zbęd-



Ryc. V.2.1. Schemat procesu apoptozy. Następuje rozpad cytoszkieletu i zagęszczenie cytoplazmy. W wyniku rozpadu otoczki jądrowej DNA jądrowy zostaje rozcięty przez enzymy rozkładające kwasy nukleinowe na mniejsze fragmenty. Z błony komórkowej powstają pęcherzyki, tzw. ciała apoptotyczne, w które zostają „zapakowane” niezmiennione organelle komórkowe i części chromatyny. Ciała apoptotyczne są fagocytowane przez komórki żerne (makrofagi).

ne w organizmie są usuwane w jednym z procesów programowanej śmierci komórki zwanym apoptozą (programowaną śmiercią komórki, z gr. „opadanie” liści z drzew). Podczas tego procesu komórka traci wodę i kurczy się, a wewnątrzkomórkowe struktury zostają uwalniane poza komórkę (ryc. V.2.1.).

Apoptoza jest procesem niezbędnym dla prawidłowego rozwoju układu nerwowego, odpornościowego, a także dla właściwego wykształcenia dłoni i stóp u ludzi (także łap u innych ssaków). Brak apoptozy może prowadzić do powstania komórek nowotworowych, które stale się dzielą. Jeśli układ odpornościowy organizmu nie jest w stanie ich usunąć, mogą powodować groźne choroby.



Ryc. V.2.2. Dzięki apoptozie zanika tkanka pomiędzy palcami u płodu i następuje wykształcenie palców dłoni i stóp.

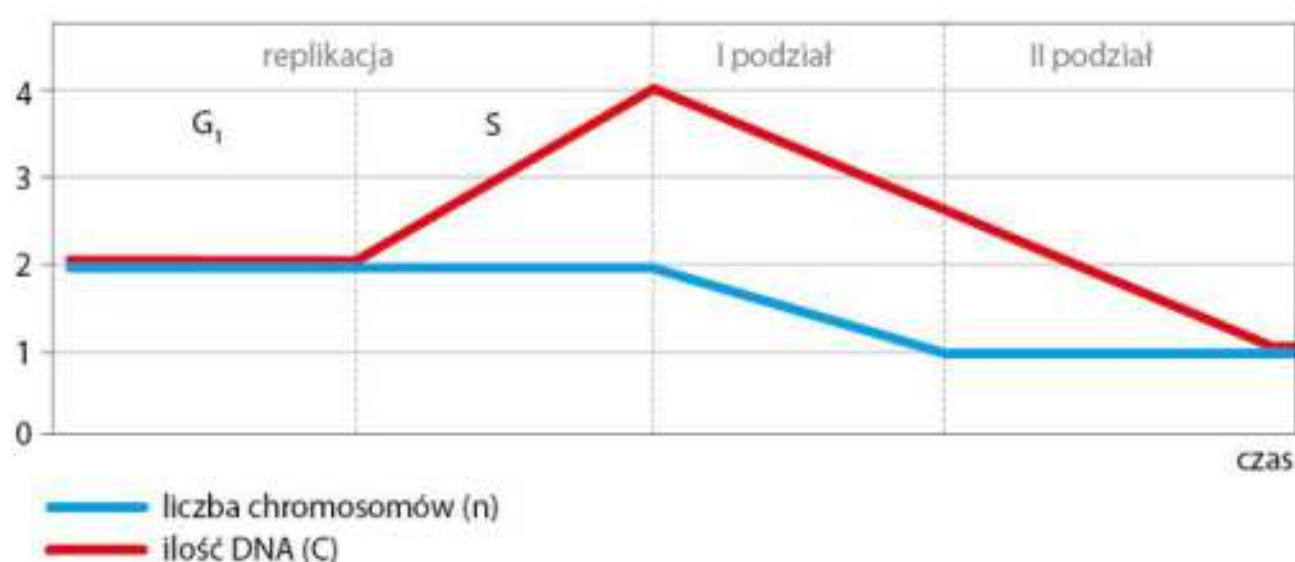
PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij znaczenie zjawiska apoptozy dla prawidłowego funkcjonowania organizmu.
2. Przedstaw konsekwencje utraty kontroli nad zachodzeniem apoptozy w komórkach nowotworowych.

3. Mejoza – powstawanie gamet

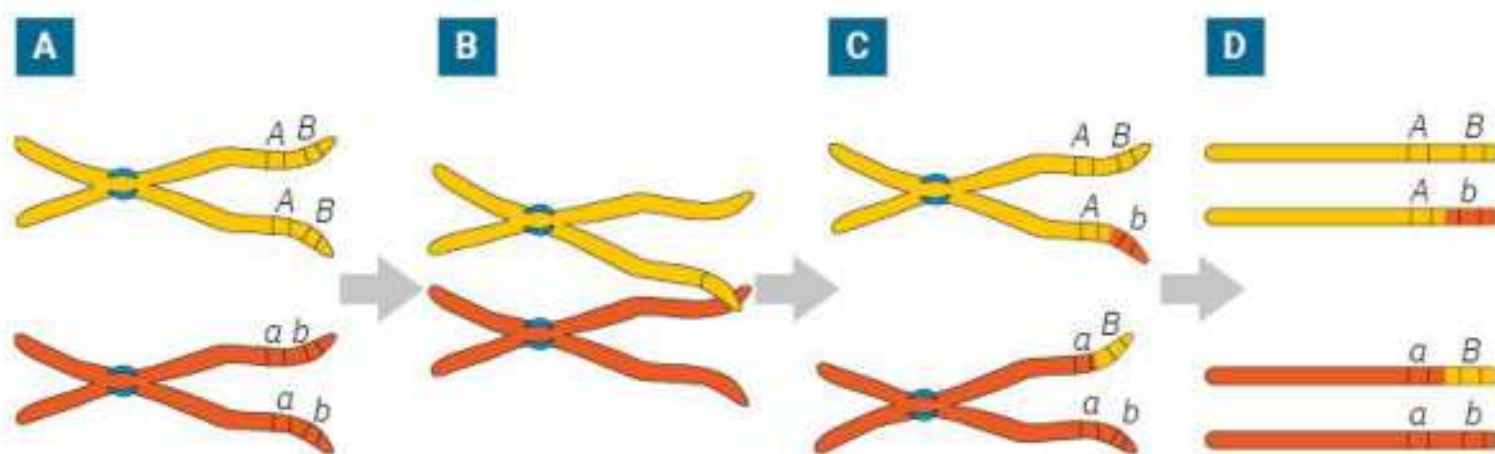
Mejoza jest podziałem komórkowym, który prowadzi do redukcji liczby chromosomów do połowy. W wyniku tego podziału z jednej diploidalnej ($2n$) komórki macierzystej powstają cztery haploidalne ($1n$) komórki potomne.

Mejoza składa się z dwóch następujących po sobie podziałów, określanych jako **pierwszy podział mejotyczny (I)** i **drugi podział mejotyczny (II)**. Pierwszy podział mejotyczny poprzedza interfaza, która składa się z dwóch faz: fazy G_1 i S. Ich przebieg jest podobny do interfazy mitozy. Komórka bezpośrednio z fazy S, czyli replikacji DNA, przechodzi do pierwszego podziału mejotycznego. Nie występuje faza G_2 charakterystyczna dla mitozy. W fazie G_1 ilość DNA w komórce diploidalnej ($2n$ liczba chromosomów) wynosi $2c$. Podczas fazy S następuje replikacja DNA i w efekcie jego ilość wzrasta z $2c$ do $4c$, a liczba chromosomów się nie zmienia. Po pierwszym podziale mejotycznym ilość DNA redukuje się z $4c$ do $2c$, a ilość chromosomów zmienia się z $2n$ do $1n$. Po drugim podziale mejotycznym zmienia się tylko ilość DNA – zmniejsza się z $2c$ do $1c$ (ryc. V.3.1.).



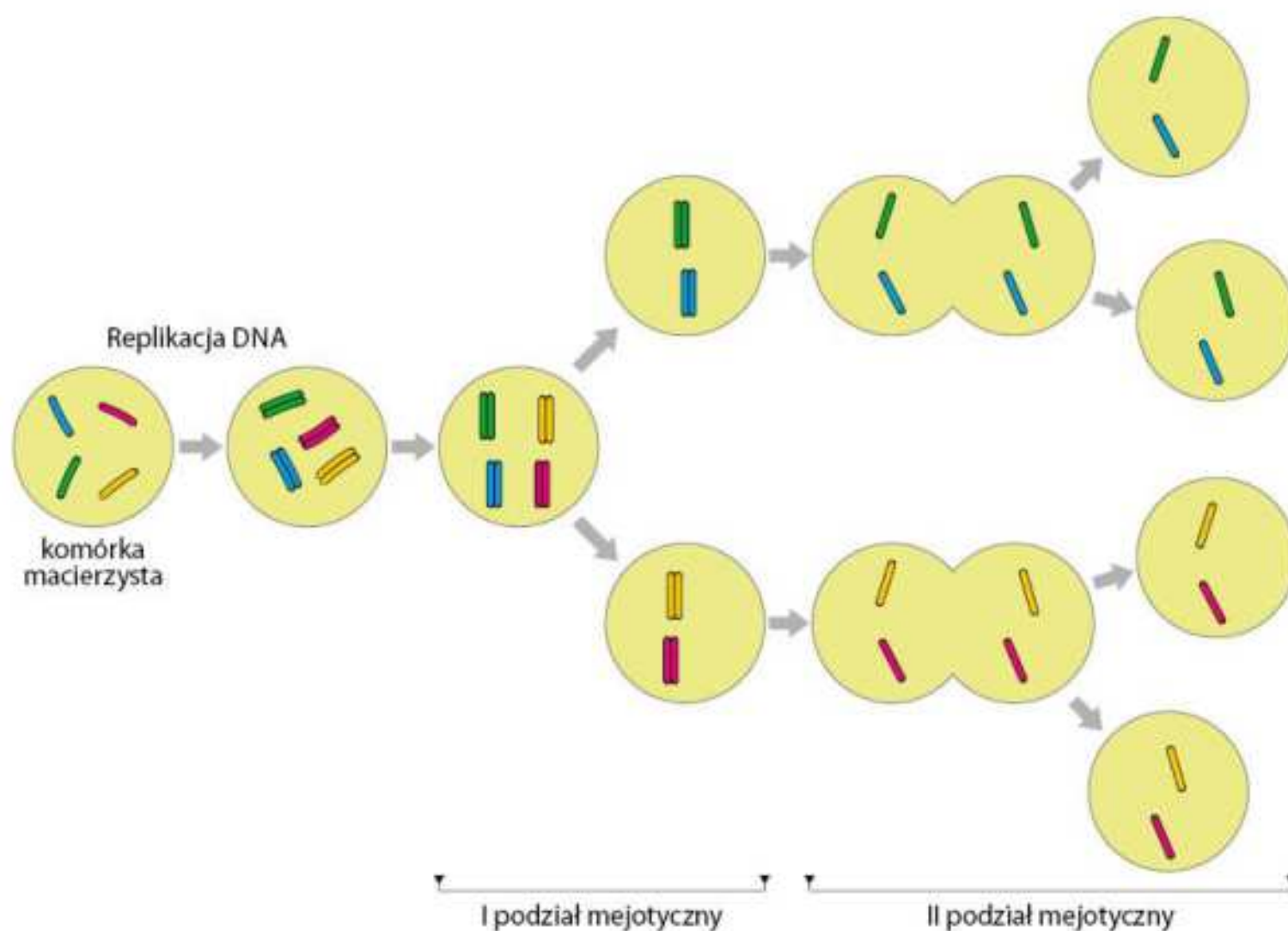
Ryc. V.3.1. Zmiany ilości materiału genetycznego w dzielącej się mejotycznie komórce diploidalnej.

Podczas mejozy następuje wymiana fragmentów między chromosomami tworzącymi pary (chromosomy homologiczne). Dzięki temu procesowi powstają chromosomy o nowym składzie genetycznym. Prowadzi to do wymieszania (tzw. **rekombinacji**) materiału genetycznego w chromosomach homologicznych, z których jeden pochodzi od matki, a drugi od ojca.



Ryc. V.3.2. Schemat przebiegu zjawiska wymiany fragmentów między chromosomami homologicznymi: (A) dwa chromosomy homologiczne, każdy zbudowany z dwóch chromatyd, (B i C) krzyżowanie się chromatyd chromosomów homologicznych i wymiana odcinków między nimi; (D) chromosomy po wymianie fragmentów składają się z chromatyd nierekombinacyjnych i rekombinacyjnych.

Mejoza zachodzi u organizmów, które rozmnażają się płciowo. Prowadzi do powstania gamet – komórki jajowej i plemnika, z których każda ma własny unikalny zestaw informacji wpływających na cechy organizmu (ryc. V.3.3.).

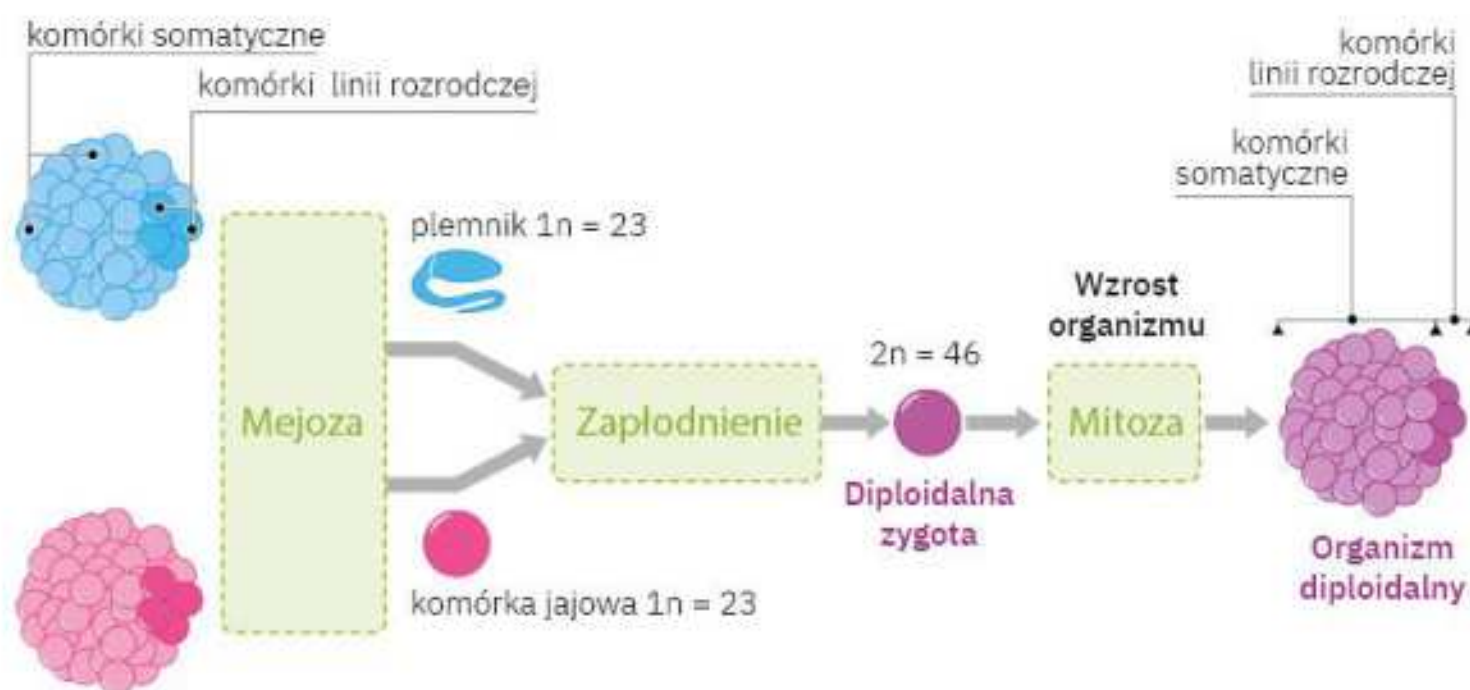


Ryc. V.3.3. Typowy schemat przebiegu mejozy.

Znaczenie mejozy

Mejoza umożliwia tworzenie na przykład haploidalnych komórek rozrodczych – gamet, które po losowym połączeniu się podczas procesu zapłodnienia, tworzą diploidalną zygotę (po jednym zespole chromosomów od każdego z rodziców). W efekcie tego każdy z nas ma niepowtarzalny zestaw cech. Zygota, dzieląc się mitotycznie, rozwija się w nowy organizm (ryc. V.3.4.).

Istotne znaczenie ma również zjawisko rekombinacji. Proces ten razem z losowym rozchodzeniem się chromosomów do komórek potomnych warunkuje zmienność organizmów. Dzięki mejozie dziedziczymy cechy nie tylko rodziców, lecz także dalszych przodków, na przykład dziadków.



Ryc. V.3.4. Nowy organizm jest mozaiką cech pochodzących od każdego z rodziców, co daje szansę na przystosowanie i przetrwanie w nieprzewidywalnych warunkach środowiska, a także obniża prawdopodobieństwo wystąpienia chorób genetycznych, a zwiększa ujawnienie się cech pozytywnych.

PYTANIA I POLECENIA

1. Wyjaśnij znaczenie mejozy i mitozy w procesie rozmnażania.
2. Oceń znaczenie podziału mitotycznego i mejotycznego dla organizmu człowieka.
3. W diploidalnej komórce znajduje się 20 chromosomów. Oblicz:
 - a) ile chromosomów będzie zawierała pojedyncza gameta;
 - b) ile powstanie par chromosomów homologicznych.

Podsumowanie działu

Przebieg cyklu komórkowego

- Wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje podziałów w komórkach: mitozę i mejozę.
- Cykl komórkowy obejmuje dwie fazy: fazę wzrostu komórki – interfazę i procesy podziału komórki – fazę M.
- Interfaza obejmuje trzy etapy: G_1 , S, G_2 . Podczas fazy S następuje podwojenie materiału genetycznego, czyli replikacja DNA. Czasami komórka traci zdolność do dalszych podziałów i przechodzi z fazy G_1 do fazy G_0 .
- Faza M składa się z podziału jądra komórkowego. Po podziale jądra następuje podział cytoplazmy.
- W wyniku podziału mitotycznego z jednej komórki macierzystej powstają dwie komórki potomne o takiej samej liczbie chromosomów, jaką ma komórka macierzysta.
- Po podziale jądra następuje podział cytoplazmy w wyniku którego następuje ostateczny podział komórki macierzystej na dwie komórki potomne.
- Mitoza prowadzi do wzrostu, regeneracji i rozwoju organizmu.

Programowana śmierć komórki

- Komórki różnią się zdolnością do podziałów i długością życia.
- Programowana śmierć komórki to między innymi apoptoza.
- Utrata kontroli nad cyklem komórkowym prowadzi do powstania komórek nowotworowych.

Mejoza – powstawanie gamet

- Podział mejotyczny składa się z dwóch następujących po sobie podziałów, nieoddzielonych interfazą.
- Podczas mejozy powstają pary chromosomów homologicznych, w których zachodzi wymiana odcinków chromatyd. Decyduje to o zmienności genetycznej organizmów.

- W czasie pierwszego podziału meiotycznego następuje redukcja liczby chromosomów z diploidalnej do haploidalnej i rekombinacja materiału genetycznego. Podczas drugiego podziału meiotycznego redukuje się ilość DNA z $2C$ do $1C$ i w efekcie powstają cztery komórki potomne o zredukowanej liczbie chromosomów ($1n$).
- Mejoza prowadzi do powstania gamet i umożliwia rozmnażanie płciowe zwierząt i człowieka, decyduje o zróżnicowaniu genetycznym osobników tego samego gatunku i przekazywaniu informacji genetycznej między pokoleniami.

Słowniczek trudnych pojęć

Akceptor – cząsteczka, atom lub jon, który w trakcie reakcji chemicznej przyjmuje elektron, proton, grupę funkcyjną lub określony jon od innych cząsteczek.

Aktyna – białko proste, które wraz z białkiem – miozyną buduje miofibrylle komórek i włókien mięśniowych. Wchodzi także w skład cytoszkieletu komórki, w którym odpowiada za m.in. ruch i zmianę kształtu komórki.

Badania przesiewowe – rodzaj badania przeprowadzanego wśród osób nieposiadających objawów choroby w celu jej wykrycia i wczesnego leczenia.

Ciśnienie osmotyczne – siła nacisku wywieranego na roztwór w celu powstrzymania przepływu rozpuszczalnika przez półprzepuszczalną membranę, która rozdziela roztwory o różnym stężeniu. W komórce jest wywołane różnicą stężeń związków lub jonów po obu stronach błony i dążeniem układu do ich wyrównania.

Cytologia – nauka zajmująca się morfologią i fizjologią komórek.

Cytozol – płynny składnik cytoplazmy, w którym są zawieszone organelle.

Donor – cząsteczka, atom lub jon, która w trakcie reakcji chemicznej dostarcza elektron, proton, grupę funkcyjną lub określony jon innym cząsteczkom.

Elementy morfotyczne – składniki krwi, do których należą erytrocyty (krwinki czerwone), leukocyty (krwinki białe) i trombocyty (płytki krwi).

Eukariotyczna komórka – komórka, w której jest obecne jądro komórkowe.

Gametogeneza – proces powstawania komórek rozrodczych (gamet).

Glikolipidy – grupa organicznych związków chemicznych zaliczanych do lipidów złożonych składających się z cząsteczki alkoholu, kwasów tłuszczowych oraz reszt cukrowych (najczęściej galaktozy lub glukozy); są składnikiem budulcowym błon biologicznych.

Glikoproteiny – grupa organicznych związków chemicznych zaliczanych do białek złożonych składających się z łańcuchów polipeptydowych i reszt cukrowych; są składnikami błon biologicznych, budują cytoszkielet, enzymy i hormony.

Gradient stężeń – różnica w stężeniu substancji między dwoma punktami, np. po obu stronach błony komórkowej.

Helisa – motyw struktury białek, przypomina kształtem skręconą w prawą stronę sprężynę.

Histologia – nauka o budowie i funkcji tkanek.

Hydrofilowy – łatwo łączący się z wodą, z którą ma większe powinowactwo niż cząsteczki wody ze sobą.

Hydrofobowy – trudno łączący się z wodą, z którą ma mniejsze powinowactwo niż cząsteczki wody wzajemnie ze sobą.

Interferencja – nakładanie się.

Komplementarne – uzupełniające się.

Konformacja natywna – struktura przestrzenna białka warunkująca jego aktywność biologiczną.

Limfocyty – komórki układu odpornościowego człowieka należące do krwinek białych – leukocytów – odpowiedzialne za odpowiedź immunologiczną organizmu, czyli rozpoznawanie i zwalczanie chorobotwórczych bakterii i wirusów.

Lipoproteina – kompleks białkowo-lipidowy służący do transportu lipidów we krwi. Lipoproteiny o małej gęstości (LDL) dostarczają cholesterol do wielu komórek ciała, a lipoproteiny o dużej gęstości (HDL) przenoszą cholesterol do wątroby.

Macierz – matrix; wewnątrz mitochondrium otoczone błoną komórkową wewnętrzną.

Makrofagi – jeden z typów krwinek białych (leukocytów) – powstających w czerwonym szpiku kostnym, o dużych rozmiarach, nawet powyżej 20 μm . Uczestniczą w odporności organizmu przez zdolność do fagocytozy m.in. bakterii, wirusów, pierwotniaków, grzybów, fragmentów zniszczonych komórek czy komórek nowotworowych.

Marker molekularny – związek chemiczny, którego obecność lub zmiany stężenia (wzrost, spadek) w analizowanej próbce tkanki wskazuje na pewien stan układu, np. chorobę.

Mikroorganizmy – organizmy, które są widoczne pod mikroskopem. Do mikroorganizmów zaliczamy: bakterie, archeony, protisty i niektóre grzyby.

Mitochondrium – organellum komórkowe, w którym zachodzą m.in. tlenowe

oddychanie komórkowe oraz utlenianie kwasów tłuszczowych.

Morfotyczne elementy krwi – upostaciowione składniki krwi, w których skład wchodzi komórki bądź ich fragmenty.

Nadtlenek wodoru – nieorganiczny związek chemiczny, utleniacz; powstaje w komórkach oraz jest produkowany syntetycznie; trzyprocentowy roztwór nadtlenku wodoru to woda utleniona.

Organelle – składniki komórki otoczone błoną.

Perystaltyka – rytmiczne fale skurczów i rozkurczów w ścianach moczowodów i jelit. Powodują przesuwanie treści zgromadzonej w tych narządach.

Podpuszczka – enzym trawienny, który znajduje się w dużych ilościach w śluzówce żołądka cielęcego; wykorzystywana w mleczarstwie do produkcji serów.

Polarna cząsteczka – cząsteczka biegunowa utworzona z atomów o różnej elektroujemności (rozdzielenie ładunku dodatniego i ujemnego).

Poziom molekularny – poziom badań zajmujący się budową i funkcjonowaniem cząsteczek biologicznych, np. białek czy kwasów nukleinowych budujących organizmy żywe.

Prokariotyczna komórka – komórka, w której brak jądra komórkowego oraz organelli otoczonych błonami.

Przeciwciała – swoiste białka, które rozpoznają specyficzne antygeny i wiążą się z nimi; są wytwarzane przez komórki plazmatyczne.

Rekombinacja genetyczna – wymiana materiału genetycznego, w której wyniku powstają nowe kombinacje genów.

Replikacja – proces kopiowania genomu.

Retikulum endoplazmatyczne – siateczka śródplazmatyczna.

Sekwencja – kolejność, uporządkowany ciąg składników elementarnych, np. aminokwasów w białkach.

Somatyczne komórki – wszystkie komórki organizmu z wyjątkiem komórek płciowych.

Substrat – związek chemiczny, pierwiastek lub jon, który podlega przemianom w wyniku reakcji chemicznej.

Toksyny bakteryjne – substancje chemiczne wydzielane do środowiska przez żywe bakterie lub po rozpadzie komórki bakteryjnej; są podstawą chorobotwórczości bakterii; gdy dostaną się do żywych organizmów, powodują wiele niebezpiecznych chorób.

Wiązanie kowalencyjne – rodzaj wiązania chemicznego, w którego tworzeniu uczestniczy para elektronów współdzielona przez oba atomy tworzące to wiązanie.

Zhomogenizować – rozdrobnić; czynność polegająca na wytwarzaniu jednorodnej mieszaniny ze składników, które nie mieszają się ze sobą; w biologii stosowana przy izolacji np. białek czy kwasów nukleinowych.

Żel – rodzaj układu koloidalnego o galaretowatej strukturze ograniczającej swobodne przemieszczanie znajdujących się w nim cząsteczek.

Indeks

A

adenina 49
adenozynotrifosforan 80
adhezja 26
aktywatory 84
aldehydy 30
aminokwasy 46
apoptoza 103
ATP 80

B

białka 44
białko błonowe 65
błona biologiczna 64
błonnik pokarmowy 35

C

celuloza 34
centrum aktywne 82
chromosom metafazowy 73
chromosomy homologiczne 73
cykl Krebsa 88
cytokineza 98
cytozyna 49

D

denaturacja 47
disacharydy 31
DNA 49
dwuwarstwa 42
dyfuzja 67

E

egzocytoza 69
endocytoza 69
energia aktywacji 81
enzymy 44, 80

F

fenyloketonuria 85
fermentacja 92
fermentacja mleczanowa 93
fosfolipidy 42
fruktoza 31

G

galaktoza 31
glikogen 34
glikokaliks 65
glikoliza 88
glukoza 31

guanina 49

H

heksozy 30
hem 46
hemoglobina 46

I

inhibitory 84

J

jądro komórkowe 71

K

kariokineza 98
ketony 30
koenzym 82
kofaktor 82
kohezja 26
koloid 47
kompleks E-S 82
komplementarność zasad 50
konformacja białek 46
kwasy tłuszczowe 40

L

laktoza 32
lipidy 39

M

makroelementy 21
maltoza 33
markery molekularne 85
mejoza 104
metabolizm 80
metoda
eksperymentalna 8
obserwacyjna 8
mikroskop
elektronowy 16
fluorescencyjny 15
kontrastowo-fazowy 15
optyczny 14
mioglobina 45
mitochondrium 75
mitoza 101
monosacharydy 30

O

obserwacje komórek
in vitro 17

in vivo 17

oddychanie
beztlenowe 92
komórkowe 87
tlenowe 87
organizmy
eukariotyczne 58
prokariotyczne 58
osmoza 66

P

pierwiastki
biogenne 21
chemiczne 20
pirymidyna 49
polisacharydy 33
protoplazma 63
puryna 49

R

reakcja pomostowa 88
RNA 49
rybosomy 74

S

sacharoza 32
skrobia 33

T

tłuszcze właściwe 39
transport czynny 68
tymina 49

U

uracyl 49
uwodornienie 41

W

węglowodany 29
woda 24

Z

zól 48
związki
organiczne 20
nieorganiczne 20