

CHEMIZM ŻYCIA – ZESTAW ZADAŃ

Zadanie 1.

Hydroksyapatyt to minerał o wzorze $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ odpowiedzialny za mechaniczną wytrzymałość kości i zębów. Produkty spożywcze zawierające kwasy mogą reagować ze składnikami hydroksyapatytu co prowadzi do osłabienia szkliwa zębów i zwiększenia ich podatności na próchnicę. Fluoryzacja to zabieg polegający na wzbogaceniu szkliwa w fluor, prowadząc do zamiany hydroksyapatytów w fluoroapatyty, które są odporne na kwasy. Proces erozji hydroksyapatytu zachodzi w pH równym 5,5, a dla fluoroapatytu 4,5. Fluor jest inhibitorem bakteryjnej enolazy – enzymu uczestniczącego w glikolizie. Upośledza on również transport glukozy do wnętrza komórek bakteryjnych. Fluor w pastach do zębów może być dostarczany w różnej postaci, a jego dostępność jest zależna od różnych czynników. Fluor jest zawarty nie tylko w pastach do zębów, ale także w środowisku: w glebie i wodzie. U ludzi żyjących na terenach o dużej zawartości fluoru istnieje ryzyko rozwoju fluorozy – choroby, która polega na zaburzeniu formowania szkliwa. Ameloblasty to komórki formujące szkliwo uzębienia stałego, a nadmiar fluoru może spowodować ich uszkodzenie. U dzieci dopuszczalne stężenia fluoru w pastach do zębów jest niższe, w porównaniu z osobami dorosłymi.

Zadanie 1.1. (0-1)

Wyjaśnij, w jaki sposób fluoryzacja przyczynia się do zmniejszenia wrażliwości zębów na próchnicę. W odpowiedzi odnieś się do wpływu fluoru na strukturę hydroksyapatytu.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 1.2. (0-1)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Inhibicja bakteryjnej enolazy prowadzi do spadku stężenia (*jabłczanu* / *pirogronianu*). Nadmiar fluoru (*utrudnia* / *ułatwia*) mineralizację szkliwa.

Zadanie 1.3. (0-1)

Rozstrzygnij, czy fluoroza jest groźniejsza w skutkach dla osób dorosłych, czy dla dzieci. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 1.4. (0-1)

Podaj przyczynę, ze względu na którą, zaleca się wyplukiwanie nadmiaru pasty zamiast płukania wodą.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 1.5. (0-1)

Zaznacz poprawne dokończenie zdania – wybierz odpowiedź spośród A–B oraz odpowiedź spośród 1.– 3.

Fluor

A.	należy do pierwiastków biogennych	i należy do mikroelementów, podobnie jak	1. magnez.
B.	nie należy do pierwiastków biogennych		2. wapń.
			3. jod.

Schemat oceniania zadania 1.

1.1.

1 pkt - za poprawne wyjaśnienie uwzględniające 1) przyczynę – fluoryzacja wzbogaca szkliwo w fluor, 2) mechanizm – przekształcenie wrażliwych na kwasy hydroksyapatytów w odporne na nie fluoroapatyty, 3) skutek – zmniejszenie ryzyka próchnicy zębów.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie

Fluoryzacja jest zabiegiem polegającym na wzbogaceniu szkliwa w fluor, co powoduje przekształcenie wrażliwych na kwasy hydroksyapatytów w odporne na nie fluoroapatyty, prowadząc w konsekwencji do zmniejszenia wrażliwości zębów na próchnicę.

Komentarz:

Fluoryzacja to zabieg polegający na wzbogaceniu szkliwa zębów w fluor. Fluor wbudowuje się w strukturę minerałów budujących szkliwo, przekształcając wrażliwe na działanie kwasów hydroksyapatyty w fluoroapatyty. Fluoroapatyty są znacznie bardziej odporne na działanie kwasów organicznych produkowanych przez bakterie próchnicotwórcze. Dzięki temu szkliwo staje się bardziej wytrzymałe i mniej podatne na demineralizację, co skutkuje obniżeniem ryzyka rozwoju próchnicy zębów.

1.2.

1 pkt - za poprawne podkreślenie właściwych określeń w dwóch nawiasach.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie:

Inhibicja bakteryjnej enolazy prowadzi do spadku stężenia (*jabłczanu* / *pirogrońianu*). Nadmiar fluoru (*utrudnia* / *ułatwia*) mineralizację szkliwa.

Komentarz: Inhibicja bakteryjnej enolazy prowadzi do spadku stężenia pirogronianu, ponieważ enolaza jest enzymem uczestniczącym w końcowych etapach glikolizy – szlaku metabolicznego, który prowadzi do powstania pirogronianu z glukozy. Zablockowanie tego enzymu uniemożliwia bakterii uzyskiwanie energii, co ogranicza jej zdolność do przetrwania i namnażania. Nadmiar fluoru utrudnia mineralizację szkliwa, ponieważ może działać toksycznie na ameloblasty – komórki odpowiedzialne za formowanie szkliwa w okresie rozwoju zębów. Może to prowadzić do powstania defektów strukturalnych, takich jak przebarwienia, pęknięcia czy zwiększona łamliwość szkliwa.

1.3.

1 pkt – za poprawne rozstrzygnięcie odnoszące się do dzieci i uzasadnienie uwzględniające niszczący wpływ nadmiaru fluoru na ameloblasty – komórki formujące uzębienie stałe u dzieci.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie

Rozstrzygnięcie: fluoroza jest groźniejsza w skutkach dla dzieci.

Uzasadnienie: nadmiar fluoru może uszkadzać ameloblasty, czyli komórki formujące uzębienie stałe u dzieci (u osób dorosłych zęby już nie rosną).

Komentarz:

Uzębienie stałe formuje się między 6 a 14 rokiem życia. Gdy fluor występuje w zbyt dużych ilościach, może prowadzić do uszkodzenia zębów, co skutkuje powstawaniem trwałych defektów szkliwa, takich jak białe plamy, przebarwienia, pęknięcia czy zwiększona porowatość. U dorosłych proces formowania szkliwa już się zakończył, dlatego są mniej narażeni na tego typu skutki uboczne nadmiaru fluoru.

1.4.

1 pkt – za poprawne podanie przyczyny uwzględniające znaczne rozcieńczenie fluoru i jego utratę w wyniku płukania wodą.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Płukanie wodą powoduje znaczne rozcieńczenie fluoru i jego utratę, co przyczynia się do utraty ochronnej warstwy zębów, zwiększenia ryzyka próchnicy i stąd zalecenie dotyczące wypływania nadmiaru pasty.

Komentarz:

Zalecane jest wypływanie nadmiaru pasty do zębów bez płukania jamy ustnej wodą, ponieważ płukanie wodą znacznie rozcieńcza fluor obecny w paście i wypłukuje go z powierzchni zębów. W efekcie zmniejsza się jego stężenie w środowisku szkliwa, co ogranicza jego działanie ochronne. Pozostawienie resztek pasty na zębach po szczotkowaniu pozwala na dłuższe i skuteczniejsze działanie fluoru – wspiera on remineralizację szkliwa i chroni je przed demineralizacją wywołaną przez kwasy. Jest to szczególnie ważne w zapobieganiu próchnicy.

1.5.

1 pkt – za wskazanie odpowiedzi B3.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie:

Odpowiedź B3.

Komentarz: Pierwiastki biogenne to te, które są niezbędne do budowy związków organicznych i podtrzymywania podstawowych funkcji życiowych – należą do nich m.in. węgiel, wodór, tlen, azot, siarka i fosfor. Fluor nie wchodzi w skład tych podstawowych cząsteczek biologicznych i organizm ludzki potrzebuje go tylko w śladowych ilościach, dlatego zaliczany jest do **mikroelementów**.

Zadanie 2.

Albuminy to białka stanowiące główną frakcję białek osocza krwi. Albumina jest bardzo kwaśnym białkiem. Synteza albumin zachodzi w wątrobie. Dobowa synteza albumin wynosi 12 g. Jest to białko jednołańcuchowe, ściśle upakowane (o kształcie zbliżonym do kuli), globularne o masie cząsteczkowej 66 kDa. Od większości białek osoczowych albuminy różnią się brakiem kowalencyjnie przyłączanych fragmentów cukrowych. Albuminy tylko w niewielkim stopniu zwiększają lepkość krwi. Albuminy w ograniczonym zakresie mogą przenikać przez śródbłonek naczyń. Albuminy przede wszystkim odpowiadają za zapewnienie prawidłowego ciśnienia onkotycznego osocza. Hipoalbuminemia – zmniejszenie ilości albumin w osoczu – jest jedną z wielu przyczyn obrzęków. Albuminy mają zdolność wiązania wielu różnych substancji drobnocząsteczkowych, jak na przykład jony wapnia, kwasy tłuszczowe, tyroksyna, kortyzol, hem, bilirubina i inne metabolity. Z albuminami wiąże się też niekowalencyjnie wiele leków. Tylko leki wolne są aktywne farmakologicznie. Reakcja wiązania leku przez albuminę jest odwracalna i przebiega zgodnie z równaniem:



E. Bańkowski, *Biochemia. Podręcznik dla studentów uczelni medycznych*, Elsevier Urban&Partner, Wrocław 2013, s. 522 – 523.

Rzadkim schorzeniem genetycznym jest analbuminemia, która polega na braku albumin w surowicy krwi. W przypadku, gdy oboje rodzice są heterozygotami ryzyko analbuminemii u ich dzieci wynosi 25%.

Zadanie 2.1. (0-2)

Oceń, czy poniższe zdania są prawdziwe. Zaznacz P – jeśli informacja jest prawdziwa, lub F – gdy jest fałszywa.

1.	Albuminy są białkami o strukturze 4 – rzędowej.	P	F
2.	Albuminy są potranslacyjnie modyfikowane w drodze glikozylacji.	P	F
3.	Albuminy nie są obecne w limfie (chłonce).	P	F

Zadanie 2.2. (0-1)

Podaj przyczynę, ze względu na którą albuminy w niewielkim stopniu zwiększają lepkość krwi, a inne białka o podobnej masie molekularnej mają taki wpływ.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 2.3. (0-1)

Rozstrzygnij, czy u pacjentów z hipoalbuminemią występuje hiperkalcemia czy hipokalcemia. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 2.4. (0-1)

Wykaż związek między hipoalbuminemią i toksycznym działaniem standardowych dawek leków.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 2.5. (0-1)

Podkreśl nazwy dwóch kwasów, które decydują o kwaśnym charakterze albumin.

pirogronowy cytrynowy jabłkowy asparaginowy glutaminowy

Zadanie 2.6. (0-1)

Określ, czy **analbuminemia** jest dziedziczona autosomalnie czy w sprzężeniu z płcią. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

.....

Schemat oceniania zadania 2.

2.1.

2 pkt – za poprawną ocenę trzech stwierdzeń.

1 pkt – za poprawną ocenę dwóch stwierdzeń.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. F 2. F 3. F

Komentarz:

Albuminy to białka **jednołańcuchowe**, co oznacza, że składają się z jednego łańcucha polipeptydowego. Struktura IV-rzędowa dotyczy białek zbudowanych z więcej niż jednego łańcucha (np. hemoglobina). W przypadku albumin występuje tylko do III-rzędowej struktury (czyli złożonej, trójwymiarowej konformacji jednego łańcucha). Glikozylacja to proces przyłączania reszt cukrowych (glikanów) do białek, typowy dla wielu białek osocza (np. globulin). Jednak **albuminy nie podlegają glikozylacji**, co odróżnia je od większości innych białek osoczowych. Brak tych modyfikacji wpływa m.in. na ich strukturę, właściwości oraz interakcje z innymi cząsteczkami. Albuminy **mogą przenikać przez śródbłonek naczyńskiowy**, a limfa (chłonka) to w istocie **przesącz osocza**.

2.2.

1 pkt – za poprawne podanie przyczyny odnoszące się do kształtu zbliżonego do kuli ułatwiającego transport we krwi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Albuminy mają kształt zbliżony do kuli, co powoduje, że są one łatwo transportowane w krwiobiegu i nie mają znacznego wpływu na lepkość krwi.

Komentarz:

Albuminy mają strukturę globularną, czyli są ściśle upakowane i przyjmują kształt zbliżony do kuli. Taka kompaktowa forma powoduje, że mimo dużego stężenia w osoczu, **nie stwarzają dużych oporów przepływu**, w przeciwieństwie do innych białek (np. fibrynogenu), które mają strukturę bardziej wydłużoną (włóknistą) i przez to zwiększają lepkość krwi. Kształt globularny umożliwia łatwiejszy przepływ albumin w osoczu, przez co ich wpływ na lepkość jest niewielki.

2.3.

1 pkt – za poprawne rozstrzygnięcie uwzględniające hiperkalcemię i uzasadnienie odpowiedzi odnoszące się do wiązania przez albuminy jonów wapnia, a więc przy niedoborze albumin we krwi będzie duże stężenie jonów wapnia, czyli hiperkalcemia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Rozstrzygnięcie: u pacjentów z hipoalbuminemią występuje hiperkalcemia.

Uzasadnienie: albuminy wiążą jony wapnia, więc ich niedobór będzie skutkować zwiększeniem ilości jonów wapnia we krwi, czyli hiperkalcemię.

Komentarz:

Albuminy w osoczu pełnią funkcję nośników wielu substancji, w tym jonów wapnia. Część wapnia we krwi jest **związana z albuminami** i jest wtedy nieaktywna biologicznie. Gdy dochodzi do hipoalbuminemii (spadku stężenia albumin), **zmniejsza się pula wapnia związanego**, a rośnie stężenie wapnia wolnego (aktywnie działającego), co powoduje **wzrost całkowitego stężenia wapnia** we krwi – czyli hiperkalcemię. Taki stan może wywoływać objawy kliniczne, takie jak zaburzenia rytmu serca, osłabienie mięśni czy zmiany w przewodnictwie nerwowym.

2.4.

1 pkt – za poprawne wykazanie związku uwzględniające niekowalencyjne wiązanie przez albuminy części leków, a zmniejszona ilość albumin przy hipoalbuminemii powoduje większe stężenie leku we krwi i wywoływanie przez niego niepożądanych skutków w postaci toksyczności.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Albuminy wiążą niekowalencyjnie część leków, osłabiając w ten sposób mechanizm ich działania. Niedobór albumin charakterystyczny dla hipoalbuminemii, oznacza więc większą ich dostępność we krwi, powodującą efekty niepożądane w postaci zwiększonej toksyczności.

Komentarz:

W warunkach prawidłowych wiele leków **wiąże się niekowalencyjnie z albuminami**, co ogranicza ich aktywność biologiczną – tylko **frakcja wolna (niezwiązana) leku** jest farmakologicznie czynna. W przypadku hipoalbuminemii zmniejsza się ilość dostępnych miejsc wiążących lek, przez co **większy odsetek leku pozostaje w formie wolnej**. To może prowadzić do **przekroczenia bezpiecznego progu aktywności farmakologicznej** i zwiększenia ryzyka działań niepożądanych, a nawet toksycznych. Standardowe dawki leków, które są bezpieczne przy prawidłowym poziomie albumin, mogą w takich przypadkach wywołać objawy zatrucia.

2.5.

1 pkt – za podkreślenie kwasów: asparaginowego i glutaminowego.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

pirogronowy cytrynowy jabłkowy asparaginowy glutaminowy

Komentarz:

Kwaśny charakter albuminy wynika z obecności w jej strukturze **aminokwasów o kwaśnych łańcuchach bocznych**. Kwas asparaginowy i glutaminowy zawierają **dodatkowe grupy karboksylowe** (-COOH), które nadają im ładunek ujemny w fizjologicznym pH. Te grupy karboksylowe mogą oddysocjować jony H^+ , co wpływa na ogólny charakter cząsteczki białka, czyniąc ją kwaśną. Pozostałe wymienione kwasy (pirogronowy, cytrynowy, jabłkowy) są metabolitami i nie są elementami składowymi łańcuchów białkowych.

2.6.

1 pkt – za poprawne określenie odnoszące się do dziedziczenia autosomalnego i uzasadnienie odpowiedzi uwzględniające heterozygotyczność obojga rodziców.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Analbuminemia jest dziedziczona autosomalnie, gdyż tylko wówczas oboje rodzice mogą być heterozygotami.

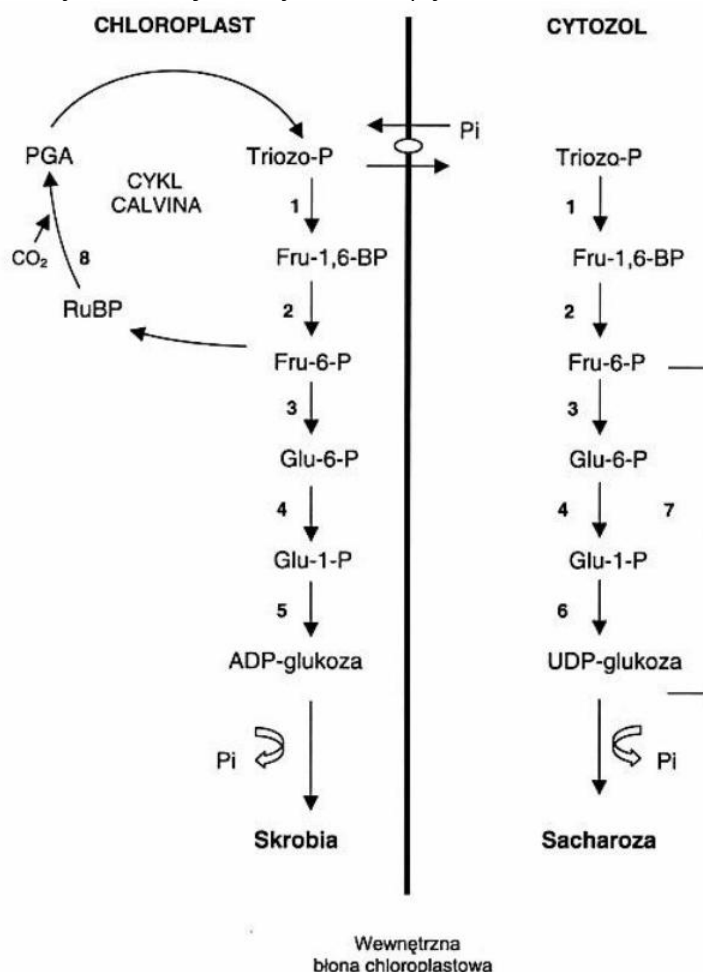
Komentarz:

Analbuminemia jest dziedziczona **autosomalnie recesywnie**. Świadczy o tym fakt, że oboje rodzice mogą być **heterozygotami** (czyli nosicielami jednego wadliwego allelu), a prawdopodobieństwo urodzenia dziecka chorego (homozygoty recesywnej) wynosi **25%**, co jest typowe dla dziedziczenia autosomalnego recesywnego. Gdyby choroba była sprzężona z płcią (z chromosomem X), to mężczyzna – posiadający tylko jeden chromosom X – **nie mógłby być heterozygotą**, co wykluczałoby taki sposób dziedziczenia.

Zadanie 3.

W komórkach fotosyntetyzujących triozofosforany (aldehyd 3 – fosfoglicerynowy i fosfodihydroksyaceton) są eksportowane z chloroplastu do cytozolu za pośrednictwem przenośnika, wymiennie z resztami fosforanowymi przenoszonymi do stromy chloroplastu. Efektywność tego transportu decyduje o rozdziale zasymilowanego węgla pomiędzy reakcje syntezy skrobi lub sacharozy w liściu.

Fruktozo – 2,6 – bifosforan (Fru – 2,6 – BP) jest inhibitorem enzymu oznaczonego na schemacie cyfrą 3 (fosfatazy fruktozo-1,6-bisfosforanowej), którego poziom rośnie w czasie suszy i stresu osmotycznego. Ostatni etap syntezy sacharozy katalizuje enzym SPS (syntaza sacharozofosforanowa).



Na schemacie przedstawiono syntezę sacharozy w liściach.

Zadanie 3.1. (0-1)

Wyjaśnij, w jaki sposób stężenie reszt fosforanowych w cytozolu wpływa na intensywność syntezy skrobi lub sacharozy w liściach.

.....

.....

.....

Zadanie 3.2. (0-1)

Rozstrzygnij, czy u rzodkiewnika z nadekspresją genu SPS występuje wyższa czy niższa intensywność syntezy sacharozy w porównaniu z roślinami nie zmodyfikowanymi genetycznie.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 3.3. (0-1)

Podaj przyczynę, ze względu na którą u roślin narażonych na deficyt wody spada synteza sacharozy.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 3.4. (0-1)

Wskaż oznaczenia dwóch substratów ze schematu, które są konieczne do syntezy sacharozy.

.....

.....

Zadanie 3.5. (0-1)

Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Enzym SPS należy do klasy

- A. oksydoreduktaz. B. transferaz. C. izomeraż. D. ligaz.

Zadanie 3.6. (0-2)

Oceń, czy poniższe zdania są prawdziwe. Zaznacz P – jeśli informacja jest prawdziwa, lub F – gdy jest fałszywa.

1.	Triozyfosforany są również metabolitami w cyklu Krebsa.	P	F
2.	W stromie chloroplastu zachodzi również powstawanie siły asymilacyjnej.	P	F
3.	W skrobi i sacharozy występuje ten sam typ wiązania glikozydowego.	P	F

Schemat oceniania zadania 3.

3.1.

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie uwzględniające niskie stężenie reszt fosforanowych w cytozolu promujące syntezę skrobi, a wysokie stężenie promujące syntezę sacharozy.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Jeżeli stężenie reszt fosforanowych w cytozolu jest niskie to triozyfosforany pozostają w chloroplastach i syntetyzowana jest skrobia, natomiast gdy stężenie reszt fosforanowych jest wysokie to następuje transport triozyfosforanów do cytozolu i zachodzi synteza sacharozy.

Komentarz:

Transport triozyfosforanów (np. PGAL) z chloroplastu do cytozolu zachodzi przez wymianę z resztami fosforanowymi.

Jeśli w cytozolu jest **mało reszt fosforanowych**, transport triozyfosforanów jest utrudniony – pozostają one w chloroplastach i wykorzystywane są do **syntezy skrobi**.

Jeśli natomiast stężenie reszt fosforanowych w cytozolu jest **wysokie**, ułatwia to transport triozyfosforanów do cytozolu, gdzie mogą być wykorzystane do **syntezy sacharozy**.

3.2.

1 pkt – za poprawne rozstrzygnięcie odnoszące się do wyższej intensywności syntezy sacharozy i uzasadnienie odpowiedzi uwzględniające wzmożenie syntezy enzymu SPS, uczestniczącego w syntezie sacharozy.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Rozstrzygnięcie: u rzodkiewnika z nadekspresją genu SPS występuje wyższa intensywność syntezy sacharozy w porównaniu z roślinami nie zmodyfikowanymi genetycznie.

Uzasadnienie: nadekspresja genu SPS oznacza wzmożenie syntezy enzymu SPS, który uczestniczy w syntezie sacharozy.

Komentarz:

Gen SPS koduje enzym syntazę sacharozofosforanową, który katalizuje końcowy etap syntezy sacharozy – połączenie UDP-glukozy z fruktozo-6-fosforanem. Nadekspresja tego genu oznacza, że w komórkach powstaje więcej cząsteczek enzymu SPS, co przyspiesza tempo tej reakcji. W rezultacie rośliny zmodyfikowane genetycznie mają większą zdolność do produkcji sacharozy w porównaniu do roślin dzikich, co zwiększa intensywność eksportu węgla organicznego z liści do innych części rośliny, np. korzeni.

3.3.

1 pkt – za podanie przyczyny uwzględniające wzrost stężenia inhibitora enzymu uczestniczącego w syntezie sacharozy podczas deficytu wody.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Deficyt wody powoduje wzrost Fru – 2,6 – BP – inhibitora enzymu fosfatazy fruktozo-1,6-bisfosforanowej, przez co hamowany jest szlak syntezy sacharozy.

Komentarz: W warunkach stresu wodnego rośliny aktywują mechanizmy oszczędzania zasobów i ochrony komórek przed odwodnieniem. Wzrost poziomu fruktozo-2,6-bisfosforanu (Fru-2,6-BP) działa jako mechanizm regulacyjny – związek ten jest silnym inhibitorem fosfatazy fruktozo-1,6-bisfosforanowej, enzymu uczestniczącego w drodze syntezy sacharozy. Jego aktywność zostaje zahamowana, co powoduje zatrzymanie szlaku metabolicznego prowadzącego do syntezy sacharozy. Dzięki temu więcej węgla może zostać zatrzymane w formie skrobi lub zużyte lokalnie, zamiast być eksportowane w postaci sacharozy.

3.4.

1 pkt – za wskazanie Fru – 6 – P oraz UDP – glukozy.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie:

Fru – 6 – P oraz UDP – glukoza

Uwaga: jeżeli zdający poda odpowiedź glukoza i fruktoza to należy odpowiedź tak skonstruowaną potraktować jako błędną.

Komentarz:

Wnikliwa analiza schematu syntezy sacharozy ujawnia, że bezpośrednimi substratami ostatniego etapu syntezy tego disacharydu są UDP-glukoza (forma aktywna glukozy) oraz fruktozo-6-fosforan. Ich obecność umożliwia syntazie sacharozofosforanowej przeprowadzenie reakcji kondensacji, w wyniku której powstaje sacharoza-6-fosforan, który następnie jest defosforylowany do sacharozy. Wskazanie innych cukrów, jak wolna glukoza lub fruktoza, byłoby nieprecyzyjne, gdyż nie są one bezpośrednimi substratami enzymu SPS.

3.5.

1 pkt – za wskazanie odpowiedzi D.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie:

Odpowiedź D.

Komentarz:

SPS, czyli syntaza sacharozofosforanowa, jest enzymem katalizującym reakcję łączenia dwóch cząsteczek (UDP-glukozy i fruktozo-6-fosforanu) w nowy związek – sacharozofosforan. Tego rodzaju enzymy, które katalizują tworzenie wiązań kowalencyjnych przy udziale energii pochodzącej np. z nukleotydów (jak UTP w UDP-glukozie), należą do **ligaz**. Nie przeprowadzają reakcji redoks (jak oksydoreduktazy), nie przenoszą grup funkcyjnych między cząsteczkami (jak transferazy), ani nie zmieniają układu atomów wewnątrz cząsteczki (jak izomerazy).

3.6.

2 pkt – za poprawną ocenę trzech stwierdzeń.

1 pkt – za poprawną ocenę dwóch stwierdzeń.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie:

1. F 2. F 3. F

Komentarz:

Triozofosforany są również metabolitami uczestniczącymi w glikolizie, a nie w cyklu Krebsa. Siła asymilacyjna powstaje podczas procesu fosforylacji fotosyntetycznej niecyklicznej, która przebiega w granach chloroplastów, a nie w stromie. W stromie siła asymilacyjna jest wykorzystywana, a nie następuje synteza jej składników. W skrobi występują wiązania α – glikozydowe, a w cząsteczce sacharozy występuje wiązanie α, β – 1,2 – glikozydowe.

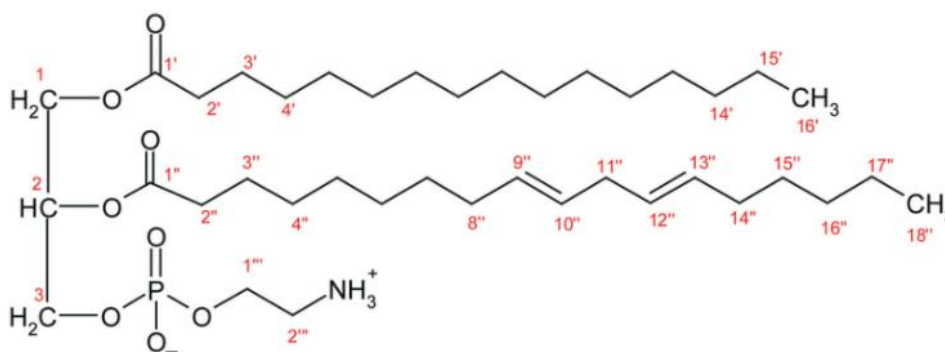
Zadanie 4.

W błonach komórkowych neuronów do 45% wszystkich fosfolipidów mogą stanowić fosfatydyloetanolaminy (PE). Związek ten razem z fosfatydyloseryną promuje wiązanie czynnika V i X z protrombiną w celu jej szybszego przekształcenia do trombiny.

W tabeli podano wartości temperatur topnienia dwóch pochodnych fosfatydyloetanolaminy.

Nazwa pochodnej	Temperatura topnienia [°C]
Dioleilofosfatydyloetanolamina	- 16
Dipalmitoilofosfatydyloetanolamina	63

Poniżej przedstawiono budowę cząsteczki fosfatydyloetanolaminy.



Zadanie 4.1. (0-1)

Zaznacz na schemacie budowy fosfatydyloetanolaminy literą Z wiązanie, które pozwala zaklasyfikować ten związek do fosfolipidów i podaj nazwę tego wiązania.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 4.2. (0-1)

Rozstrzygnij, przewaga której pochodnej fosfatydyloetanolaminy w strukturze błony biologicznej zapewni jej bardziej płynny charakter. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

Zadanie 4.3. (0-1)

Wyjaśnij, w jaki sposób fosfatydyloetanolamina przyczynia się do krzepnięcia krwi.

.....

.....

.....

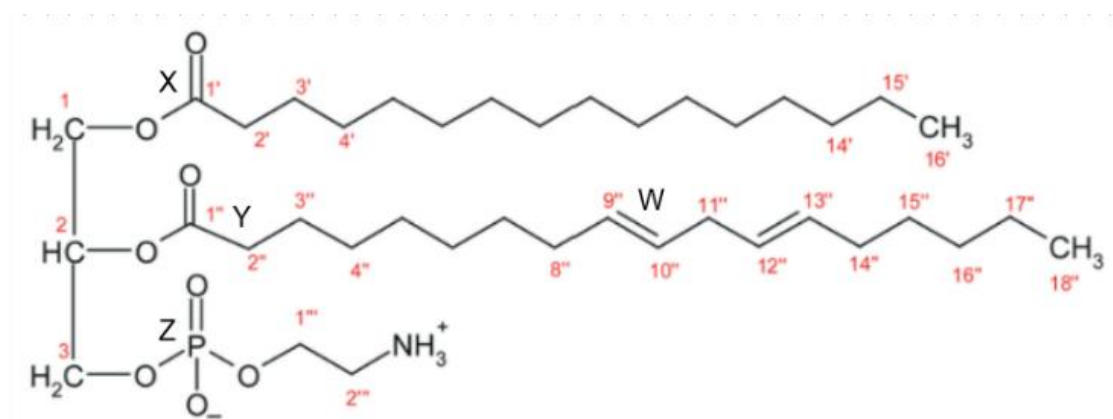
.....

Schemat oceniania zadania 4.

4.1.

1 pkt – za poprawne zaznaczenie wiązania estrowego.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.



Rozwiązanie:

Z – wiązanie estrowe.

Komentarz: Fosfolipidy, do których należy fosfatydyloetanolamina (PE), zawierają resztę kwasu fosforowego połączoną wiązaniem estrowym z atomem węgla glicerolu. To właśnie obecność **wiązania estrowego między grupą hydroksylową glicerolu a grupą fosforanową** klasyfikuje związek jako fosfolipid. Wiązanie to zapewnia obecność zarówno hydrofilowej „główki” (fosforan i etanolamina), jak i hydrofobowego „ogona” (kwasy tłuszczowe), co pozwala na spontaniczne tworzenie dwuwarstw lipidowych w błonach.

4.2.

1 pkt – za poprawne rozstrzygnięcie uwzględniające dioleilofosfatydyloetanolaminę i uzasadnienie odpowiedzi odnoszące się do niższej temperatury topnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Rozstrzygnięcie: bardziej płynny charakter błonie zapewni przewaga w niej dioleilofosfatydyloetanolaminy.

Uzasadnienie: związek ten ma niższą temperaturę topnienia, czyli szybciej przyjmuje płynną strukturę.

Komentarz:

Płynność błony biologicznej zależy w dużym stopniu od rodzaju kwasów tłuszczowych wbudowanych w fosfolipidy. **Dioleilofosfatydyloetanolamina** zawiera dwa nienasycone kwasy tłuszczowe (oleinowe), co nadaje jej niższą temperaturę topnienia (-16°C). Podwójne wiązania w nienasyconych kwasach tłuszczowych tworzą „zagięcia”, które utrudniają ciasne upakowanie lipidów, zwiększając płynność błony. **Dipalmitoilofosfatydyloetanolamina** ma dwa nasycone kwasy tłuszczowe, które umożliwiają lepsze upakowanie i przez to wyższą temperaturę topnienia (63°C), co skutkuje sztywniejszą błoną. Obecność dioleilowej formy zwiększa więc płynność błony w temperaturach fizjologicznych.

4.3.

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie uwzględniające ułatwione powstawanie trombiny przez fosfatydyloetanolaminę, dzięki czemu może dochodzić do przekształcenia fibrynogenu w fibrynę i powstanie skrzepu.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą wymagań na 1 pkt albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Fosfatydyloetanolamina uczestniczy w powstawaniu trombiny – białka niezbędnego do przekształcenia fibrynogenu w fibrynę, która uczestniczy w powstawaniu skrzepu.

Komentarz:

Fosfatydyloetanolamina oraz fosfatydyloseryna są ważnymi składnikami błon komórkowych, które w warunkach aktywacji płytek krwi mogą zostać przeniesione z wewnętrznej na zewnętrzną stronę błony. Na ich powierzchni dochodzi do wiązania **czynnika V i czynnika X**, co znacząco przyspiesza konwersję protrombiny do trombiny – kluczowego enzymu szlaku krzepnięcia. Trombina następnie przekształca fibrynogen (rozpuszczalne białko osocza) w fibrynę – nierozpuszczalne włókna, które tworzą rusztowanie skrzepu.