

## ZAGADNIENIA

### 1. Komórka - budowa biochemiczna

#### a) Biocząsteczki

- **Skład chemiczny komórki.** Makro- i mikroelementy. Rodzaje i przykłady wiązań chemicznych. Budowa cząsteczki i właściwości fizyczne wody, znaczenie wody dla żywych organizmów.
- **Białka.** Ogólna charakterystyka aminokwasów białkowych. Klasyfikacje aminokwasów białkowych (niepolarne, polarne, obojętne, kwaśne i zasadowe; egzogenne i endogenne). Biologiczne funkcje aminokwasów. Peptydy (wiązanie peptydowe). Budowa przestrzenna białek (struktura I-, II-, III- i IV-rzędowa, wiązania warunkujące poszczególne struktury). Klasyfikacja białek. Biologiczne funkcje białek. Właściwości fizyczne i chemiczne białek (wykrywanie białek).

#### **WZORY: aminokwasy białkowe**

- **Cukry.** Podział i budowa chemiczna cukrów – przykłady monosacharydów (aldozy i ketozy; triozy, tetrazy, pentozy i heksozy; redukujące i nieredukujące), disacharydów (redukujące i nieredukujące) i polisacharydów (budowa i funkcje skrobi, celulozy, chityny i glikogenu, rodzaje wiązań glikozydowych). Biologiczne funkcje cukrów. Właściwości fizyczne i chemiczne cukrów (wykrywanie cukrów).

#### **WZORY: glukoza, fruktoza, ryboza, deoksyryboza, sacharoza, umiejętność rozpoznawania struktur skrobi, celulozy, chityny i glikogenu**

- **Lipidy.** Lipidy ulegające hydrolizie – estry proste: tłuszcze i woski, fosfolipidy, glikolipidy (ogólna budowa). Biologiczne funkcje lipidów. Lipoproteiny – rodzaje, budowa i funkcje. Cholesterol i jego pochodne. Nasycone i nienasycone kwasy tłuszczowe – budowa i występowanie.

#### **WZORY: umiejętność rozpoznawania poszczególnych grup lipidów i kwasów tłuszczowych**

- **Kwasy nukleinowe i nukleotydy.** Zasady azotowe kwasów nukleinowych (pirymidyny i puryny – umiejętność rozpoznawania poszczególnych grup). Nukleozydy. Nukleotydy. RNA i DNA (rodzaje, budowa, lokalizacja i funkcje u organizmów prokariotycznych i eukariotycznych, budowa rybosomów u obu grup). Budowa i rola ATP, GTP, cAMP, GMP.

#### **WZORY: zasady pirymidynowe i purynowe**

- **Pozostałe makromolekuły.** Budowa hemoglobiny, występowanie i rola hemoerytryny, hemocyjaniny, erytrokrouryny

#### b) Organizacja struktur komórkowych i podział komórkowy

- Schemat struktury błony biologicznej. Składniki chemiczne błon (lipidy, rodzaje białek błonowych). Płynność błon (wpływ składu lipidowego i temperatury, rola cholesterolu). Biologiczne funkcje błon. Mechanizmy transportu przez błony. Przenośniki i kanały błonowe. Potencjał błonowy.
- Budowa i funkcje retikulum endoplazmatycznego, aparatu Golgiego, mitochondriów, lizosomów, peroksysomów, cytoszkieletu, chloroplastów, wakuoli; ściana komórkowa bakterii, grzybów i roślin.
- Cykl komórkowy. Kariokineza (przebieg mitozy i mejozy, substancje chemiczne blokujące mitozę). Cytokineza.

## 2. Metabolizm

### a) Współzależność procesów metabolicznych

Reakcje kataboliczne i anaboliczne, reakcje endo- i egzogenne, energia aktywacji. Oddzielenie drogi syntezy i rozkładu.

### b) Enzymy jako katalizatory komórkowe

- Ogólna charakterystyka (enzymy, rybozomy, DNA-zy, abzymy). Budowa enzymów. Koenzymy i ich funkcje w metabolizmie.
- Mechanizmy działania enzymów (model indukcyjnego dopasowania, teoria stanu przejściowego, umiejętność interpretacji wykresu termodynamicznego ukazującego przebieg reakcji niekatalizowanej i katalizowanej). Specyficzność działania i specyficzność substratowa. Enzymy allosteryczne.
- Fizyczne i chemiczne czynniki wpływające na aktywność enzymów (wpływ wartości pH, temperatury, stężenia substratu, obecności inhibitora).
- Klasyfikacja i nazewnictwo enzymów (oksydoreduktazy, transferazy, hydrolazy, liazy, izomerazy i syntetazy – znajomość numeru klasy i rodzaju katalizowanej reakcji).
- Rodzaje inhibicji (kompetycyjna, niekompetycyjna, akompetycyjna).
- Enzymy układu pokarmowego – ich rola w trawieniu białek, cukrów i lipidów.
- Koenzymy i ich funkcje – koenzymy redoks (NAD, FAD, koenzym Q, kwas askorbinowy, cytochromy), koenzymy przenoszące grupy funkcyjne i rodzaje przenoszonych grup (koenzym A, fosforan pirydoksalu, biotyna, tetrahydrofolian, S-adenozylometionina). Koenzymy jako pochodne witamin.

**WZORY: koenzym A, NAD, FAD**

### c) Przemiany energii, metabolizm cukrów

- Metabolizm cukrów i regulacja (metabolizm glikogenu, insulina i glukagon, metabolizm etanolu).
- Glikoliza (przebieg, efekt i bilans energetyczny, enzymy uczestniczące w procesie).
- Glukoneogeneza (przebieg, enzymy uczestniczące w procesie).
- Cykl kwasu cytrynowego (przebieg, efekt i bilans energetyczny, enzymy uczestniczące w procesie).
- Łańcuch oddechowy (lokalizacja, funkcja, składniki łańcucha).
- Cykl pentozofosforanowy (lokalizacja, funkcja).
- Tlenowe i beztlenowe utlenianie glukozy (podobieństwa i różnice, fermentacja mlekowa i alkoholowa – organizmy przeprowadzające oraz przebieg procesu, bilans energetyczny oddychania tlenowego).
- Fotosynteza – ogólne równanie i lokalizacja procesu fotosyntezy, barwniki fotosyntetyczne, przebieg i efekt fazy jasnej fotosyntezy (fosforylacja fotosyntetyczna cykliczna i niecykliczna, siła asymilacyjna), przebieg i efekt fazy ciemnej fotosyntezy (cykl Calvina). Zależność intensywności fotosyntezy od czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Rośliny C3 i C4.
- Chemosynteza – chemolitotrofy i chemoorganotrofy, przykładowe reakcje chemosyntezy: bakterie nitryfikacyjne z rodzaju Nitrosomonas i Nitrobacter, bakterie siarkowe utleniające H<sub>2</sub>S, bakterie wodorowe, bakterie metanowe; znaczenie procesu chemosyntezy.

### d) Usuwanie azotu z organizmu

Zwierzęta amonioteliczne, urykoteliczne i ureoteliczne. Cykl mocznikowy (lokalizacja, przebieg). Degradacja aminokwasów i azotowe produkty przemiany materii. Składniki nieorganiczne i organiczne moczu.

### e) Metabolizm tłuszczów

Synteza i rozkład kwasów tłuszczowych

### 3. Reagowanie na bodźce

- a) Przekazywanie sygnału w układzie nerwowym  
Neuroprzekazniki i neurohormony (acetylocholina, dopamina, noradrenalina, adrenalina, histamina, serotonina, histamina, endorfiny). Przekazywanie sygnału w synapsie. Potencjał spoczynkowy i czynnościowy, impulsy nerwowe.
- b) Hormony  
Funkcje hormonów. Działanie endokrynne, parakrynne i autokrynne. Hormony lipofilowe – progesteron, estradiol, testosteron, kortyzol, aldosteron, tyroksyna i trijodotyronina (miejsce syntezy, funkcje). Hormony hydrofilowe – histamina, adrenalina (miejsce syntezy, funkcje).
- c) Chemizm widzenia  
Komórki fotoreceptorowe – pręciki i czopki (funkcje). Molekularny proces odbierania bodźca – funkcja rodopsyny w procesie fotochemicznym (izomeryzacja retinalu, transducyna, cGMP).

### 4. Genetyka molekularna

- a) Materiał genetyczny  
Organizacja materiału genetycznego wirusów, bakterii i organizmów eukariotycznych. DNA w organellach. Nukleosomowa budowa chromosomów, rodzaje chromatyny, organizacja chromatyny (funkcja histonów). Genom. Kod genetyczny.
- b) Replikacja  
Lokalizacja, przebieg, znaczenie, czynniki wpływające na replikację. Mechanizm zapobiegania skracaniu się cząsteczek DNA po replikacji.
- c) Transkrypcja  
Transkrypcja w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych – inicjacja, elongacja i terminacja. Splicing.
- d) Translacja  
Translacja w komórkach prokariotycznych i eukariotycznych – inicjacja, elongacja i terminacja.
- e) Regulacja ekspresji genów  
Operon laktozowy. Poziomy regulacji metabolizmu komórkowego u organizmów prokariotycznych i eukariotycznych. Zależność metabolizmu od ekspresji genów.
- f) Mutacje  
Rodzaje mutacji i mechanizmy ich powstawania. Czynniki mutagenne – promieniowanie jonizujące, promieniowanie UV, związki chemiczne. Konsekwencje mutacji. Mechanizmy naprawcze.

### 5. Wybrane metabolity wtórne

- a) Alkaloidy  
Ogólne właściwości alkaloidów; podział ze względu na budowę chemiczną; przykłady alkaloidów – chinina, kokaina, nikotyna, morfina, efedryna, amfetamina, kolchicina, kofeina. Występowanie - nazwa polska i łacińska gatunku wytwarzającego wymienione alkaloidy, działanie fizjologiczne w stosunku do organizmów zwierzęcych i człowieka.  
**WZORY: umiejętność rozpoznawania wymienionych alkaloidów**
- b) Antybiotyki  
Podział antybiotyków ze względu na budowę chemiczną (aminoglikozydowe, makrolidowe, peptydowe, tetracykliny); przykłady antybiotyków - penicylina G, cefalosporyna, gramicydyna, tetracyklina, erytromycyna, amfoterycyna B, streptomycyna, daunorubicyna, awermektyna

(występowanie – nazwa łacińska organizmu wytwarzającego dany antybiotyk, spektrum działania, miejsce i sposób działania).

**WZORY: umiejętność rozpoznawania wymienionych antybiotyków**

c) Terpenoidy

Ogólne właściwości terpenoidów; podział ze względu na budowę chemiczną; przykłady terpenoidów – mentol, kamfora, farnesol, artemizyna, terpineol, taksol. Występowanie - nazwa polska i łacińska gatunku wytwarzającego wymienione terpenoidy, działanie fizjologiczne w stosunku do organizmów zwierzęcych i człowieka.

**WZORY: umiejętność rozpoznawania wymienionych terpenoidów**

**6. Wybrane zagadnienia biochemii stosowanej**

a) Metody i zastosowanie inżynierii genetycznej

Podstawowe metody pracy z DNA. Sekwencjonowanie DNA. Otrzymywanie organizmów transgenicznych. Klonowanie. Terapia genowa. Poznane genomy.

b) Komórki macierzyste

Charakterystyka komórek macierzystych, możliwość ich pozyskiwania i zastosowania w nowoczesnych terapiach.

c) Podstawowe metody detekcji biocząsteczek

Detekcja aminokwasów, białek, cukrów i tłuszczu (reakcja ninhydrynowa, wykrywanie cysteiny i cystyny, reakcja biuretowa (Piotrowskiego), reakcja lustra srebrnego (Tollensa), reakcja skrobi z jodem, zmydlanie tłuszczu).

**7. Sylwetki słynnych polskich biochemików** (krótki życiorys, najważniejsze odkrycia biochemiczne)

Marceli Nencki (1847-1901), Napoleon Cybulski (1854-1919), Augustyn Wróblewski (1866-1913), Rudolf Weigl (1883-1957), Jakub Parnas (1884-1949), Kazimierz Funk (1884-1967), Ludwik Hirszfeld (1884-1954), David Shugar (1915-2015), Władysław Kunicki-Goldfinger (1916-1995), Waław Szybalski (1921-2020)

**8. Nagrody Nobla w dziedzinie chemii, fizjologii lub medycyny, które zmieniły oblicze biochemii**

C. F. Cori, G. T. Cori (1947); H. A. Krebs (1953); F. A. Lipmann (1953); F. Sanger (1958); M. Calvin (1961); S. Altman, T. R. Cech (1989); K. B. Mullis (1993); A. Ciechanover, A. Hershko, I. Rose (2004); R. D. Kornberg (2006); O. Shimomura, M. Chalfie, R. Y. Tsien (2008); V. Ramakrishnan, T. A. Steitz, A. E. Yonath (2009); R. J. Lefkowitz, B. K. Kobilka (2012); F. Arnold, G. P. Smith, G. P. Winter (2018); E. Charpentier, J. Doudna (2020); D. Julius, A. Patapoutian (2021)

## LITERATURA

- 1) Podręczniki biologii dla szkół ponadgimnazjalnych – zakres rozszerzony
- 2) Solomon E. P., Berg L. R., Martin D. W. *Biologia*. Multico, 2016
- 3) Kączkowski J.. *Podstawy biochemii*. PWN, 2018
- 4) Berg J. M., Stryer L. Tymoczko J. L., Gatto G. J. *Biochemia*. PWN, 2018
- 5) Hames D., Hooper N. *Biochemia. Krótkie wykłady*. PWN, 2021
- 6) Markiewicz Z., Kwiatkowski Z. A. *Bakterie. Antybiotyki. Lekooporność*. PWN, 2021
- 7) Kołodziejczyk A. *Naturalne związki organiczne*. PWN, 2021