

## 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 (wiązananie 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**

- **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, erytrokroryny

#### 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

Neuroprzekaźniki 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