

Praktická úloha č. 1**Téma: Astrobiológia**

Astrobiológia je interdisciplinárna veda, ktorá sa zaoberá živými organizmami a ich distribúciou a vlastnosťami v kozmickom meradle. Okrem poznatkov z evolučnej biológie, molekulárnej biológie či biochémie využíva mnoho znalostí z fyziky, geológie, astrochémie a ďalších odborov. Na riešenie tejto úlohy máte 60 minút. Maximálny počet bodov je uvedený za každou podúlohou v zátvorke. Bodovanie však nemusí byť prvoplánové, a preto sa nenechajte zmiasť a pozorne čítajte zadania.

Píše sa rok 2142 a Vy sa ako súčasť medzinárodnej expedície vydáte na vesmírnu misiu na vzdialenú exoplanétu obiehajúcu okolo hviezdy v súhvezdí Lýra, o ktorej sa domnievate, že by veľmi pravdepodobne mohla hostiť život. Cesta bola pokojná, rýchlo Vám zbehla a po pristátí sa hneď pustíte do skúmania. Veľa šťastia!

Úloha 1:

Pristanete na kamenistej púšti, no už po chvíli hľadania nájdete niečo, čo pripomína skameneliny. Chcete zistiť, či nájdené horniny mohli niekedy byť súčasťou živých organizmov. Využijete pri tom fakt, že živé organizmy majú miernu tendenciu akumulovať väčšie množstvo ľahšieho izotopu istého prvku v porovnaní s ťažším izotopom. Predpokladáme, že zastúpenie izotopov na Zemi a na exoplanéte je v neživej hmote rovnaké.

Odoberiete 5 vzoriek, dáte im pracovný názov a vo Vašom ultramodernom laboratóriu nameriate hmotnosti vybraných izotopov vo vzorke uvedené v Tabuľke 1. Keďže jednotlivé prvky majú zastúpenie izotopov rôzne, namerané hodnoty je potrebné porovnať s medzinárodne dohodnutou štandardnou anorganickou horninou (Tab. 2).

Tab. 1

Názov vzorky	Namerané hmotnosti izotopov
<i>Dickinsonia</i>	$^{13}\text{C} = 9,3 \mu\text{g}$ $^{12}\text{C} = 0,8515 \text{ mg}$
<i>Spriggina</i>	$^{16}\text{O} = 16,4 \text{ mg}$ $^{18}\text{O} = 33,0 \mu\text{g}$
<i>Tribrachidium</i>	$^{12}\text{C} = 2160 \mu\text{g}$ $^{13}\text{C} = 24,3 \mu\text{g}$
<i>Cyclomedusa</i>	$^{32}\text{S} = 14,0 \mu\text{g}$ $^{34}\text{S} = 0,6 \mu\text{g}$
<i>Parvancorina</i>	$^{15}\text{N} = 23,4 \mu\text{g}$ $^{14}\text{N} = 6,585 \text{ mg}$

Tab. 2

Názov štandardu	Namerané pomery izotopov
Štandardná priemerná oceánska voda	$^2\text{H}/^1\text{H} = 0.00015575$
Viedenský pee dee belemnitis	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = 0.0112372$
Vzduch	$^{15}\text{N}/^{14}\text{N} = 0.003676$
Štandardná priemerná oceánska voda	$^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 0.0020052$
CTD	$^{34}\text{S}/^{32}\text{S} = 0.045005$

$$\delta^m X = \frac{\left(\frac{mX}{nX}\right)_{\text{vzorka}} - \left(\frac{mX}{nX}\right)_{\text{štandard}}}{\left(\frac{mX}{nX}\right)_{\text{štandard}}} \times 1000\text{‰}; m > n$$

1A: Vašou úlohou je vypočítať δ^m pre jednotlivé vzorky podľa vyššie uvedeného vzorca a napísať ich do tabuľky nižšie s presnosťou na 1 desatinné miesto. (5b)

1B: Do tretieho stĺpca symbolom $\checkmark$, ak výsledok podporuje hypotézu, že vzorka pochádza z kedysi živého organizmu a symbolom X , ak túto hypotézu nepodporuje. (5b)

Názov vzorky	δ^m	Podporuje výsledok hypotézu?
<i>Dickinsonia</i>		
<i>Spriggina</i>		
<i>Tribrachidium</i>		
<i>Cyclomedusa</i>		
<i>Parvancorina</i>		

Úloha 2:

Po niekoľkých dňoch prieskumu okolia sa vydáte na vzdialenejšiu misiu na Vašom terénnom roveri. Po dvoch hodinách jazdy natrafíte na obrovské jazero, okolo ktorého vidieť ohromné objekty tvarom pripomínajúce naše makroskopické huby.

Odoberiete vzorku a Váš prenosný analyzátor určí nasledovné elementárne zloženie sušiny:

Prvok	Hmotnostné zastúpenie (%)
C	63,0
N	10,2
O	8,5
H	5,3
As	5,1
Ca	3,0
S	2,3
K	1,4
ostatné	1,2

2A: Ktorý prvok má výrazne väčšie zastúpenie v porovnaní s organizmami na Zemi (napíšte jeho názov)? (2b)

.....

2B: Ktorý prvok prítomný u všetkých pozemských organizmov vo vzorke pravdepodobne chýba (napíšte jeho názov)? (2b)

.....

2C: Z nasledujúcich látok zakrúžkujte tie, ktoré obsahujú prvok z časti **2B**. (5b)

inzulín, nukleoid, lipidy mitochondriálnej membrány, chitín, acetylkoenzým A, adenosín, hydroxyapatit, chlorofyl, NADH, ADP

Na základe analyzovaného chemického zloženia, ako aj ďalších nameraných parametrov usúdite, že ide skutočne o živý organizmus a pomenujete ho *Prototaxites*. Chcete ďalej preskúmať jeho biochemické vlastnosti a vlastnosti jeho genetického kódu.

Úloha 3:

Podarí sa Vám izolovať čistý proteín z objaveného organizmu a pracovne ho pomenujete ako „proteín X“. Hmotnostnou spektrometriou určíte, že obsahuje až 32 rôznych aminokyselín.

3A: Koľko rôznych 100-aminokyselinových polypeptidov sa dá teoreticky použitím 32 rôznych aminokyselín poskladať? (1b)

.....

Z hydrolyzovaného proteínu X separujete 2 aminokyseliny – arginín (R) a glycín (G). Následne na Petriho miskách kultivujete baktérie *E. coli* (prinesené zo Zeme) 2 typov:

typu M – auxotrofný arginínový mutant schopný rásť iba v prítomnosti arginínu

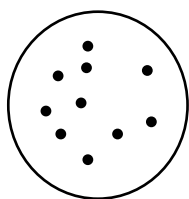
typu WT – štandardné baktérie schopné rásť na minimálnom médiu (MM), ktoré arginín neobsahuje

Výsledky Vášho experimentu sú ukázané nižšie:

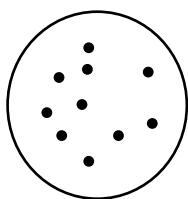
BSA = bovinný sérový albumín
(z organizmu zo Zeme)

X = proteín X

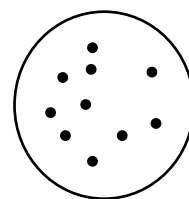
E. coli WT



MM

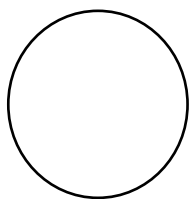


MM + R z BSA

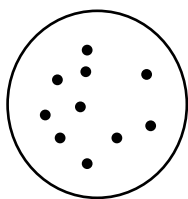


MM + R z X

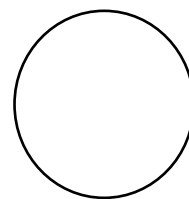
E. coli M



MM



MM + R z BSA



MM + R z X

3B: Pokúste sa stručne objasniť možné vysvetlenie, prečo nenarástli žiadne kolónie na Petriho miske s minimálnym médiom a arginínom z proteínu X. (5b)

.....

.....

.....

.....

.....

3C: Pokúste sa odhadnúť, ako by dopadol analogický experiment s použitím glycínu a glycínového auxotrofného mutanta. (3b)

.....

.....

.....

.....

.....

Úloha 4:

Séria ďalších pozorovaní a experimentov potvrdila, že genetická informácia sa u *Prototaxites* nachádza v jadre, podobne ako u pozemských eukaryotických organizmov. Avšak, je zapísaná v XNA pomocou až šiestich nukleotidov – P, Q, R, S, U, W. Ďalej z *in vitro* experimentov viete, že k párovaniu dochádza iba nasledujúcim spôsobom:

Q – W

P – U

S – R

Izolujete genetický materiál zo skúmaného organizmu a spektrofotometricky určíte, že obsah Q nukleotidu je 32% a obsah U nukleotidu je 19%.

4A: Čo na základe vyššie zmienených informácií viete usúdiť o spôsobe, ktorým je genetická informácia uložená v jadre *Prototaxites*? Vašu odpoveď podložte jednoduchým výpočtom. (5b)

(pomôcka: zamyslite sa nad možnou štruktúrou XNA)

.....

.....

.....

.....

.....

4B: Aká je najmenšia možná dĺžka kodónu u *Prototaxites*, ak je prenos informácie z XNA do proteínov v princípe rovnaký ako u pozemských organizmov? Uvažujte s potrebou kódovať 32 aminokyselín a samostatné START/STOP kodóny v rovnakom počte ako u človeka. Vašu odpoveď podložte jednoduchým výpočtom. (5b)

.....

.....

.....

.....

.....

4C: V ktorých vlastnostiach sa genetický kód *Prototaxites* v dôsledku odpovede v časti **4B** líši od genetického kódu pozemských organizmov? (2b)

- a. univerzálnosť
- b. nepretržitosť
- c. jednoznačnosť
- d. degenerovanosť
- e. tripletovosť