

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 13

Série 3

Milé řešitelky, milí řešitelé,

je tu polovina února a my Vám přinášíme třetí sérii 13. ročníku Biozvěstu. Jedná se o již poslední sérii letošního ročníku. Zájemci o tzv. bílou biologii či o medicínu si v ní jistě přijdou na své, věříme však, že úlohy zaujmou i ty z Vás, které zajímají spíše jiná odvětví biologie. Nu, uvidíte sami... Ani v této sérii pak nechybí úloha seriálová. V rámci našeho letošního seriálu o ohni jsme se dosud věnovali požárové ekologii a interakci ohně a člověka, v závěrečné úloze seriálu budete mít možnost nahlédnout na oheň ze zcela jiné perspektivy – z perspektivy biochemické.

Jak řešit

Veškeré pokyny k řešení semináře získáte na našem webu (<https://biozvest.arach.cz/>). Na stejném webu naleznete také přihlašovací formulář, který je třeba vyplnit a odeslat, pokud jste tak v průběhu tohoto ročníku ještě neučinili. K řešení Biozvěstu se můžete samozřejmě přidat i v průběhu roku. Neváhejte se tedy ponořit do řešení této série bez ohledu na to, zda jste řešili úlohy sérií předchozích. Úlohy Vám budeme zasílat automaticky na e-mailovou adresu, kterou uvedete při přihlášení. Budete-li chtít ukončit odběr novinek o Biozvěstu, napište nám e-mail.

Neváhejte se k nám připojit také prostřednictvím facebookové skupiny Biozvěst, kde je možno probírat aktuality a diskutovat dle libosti. Sledovat nás můžete také na Instagramu (<https://www.instagram.com/biozvest/>).

Svá řešení nám posílejte na adresu biozvest@gmail.com

Nejpraktičtější formou řešení bude prostý text v e-mailu, ale přijímáme i veškeré formáty příloh.

Každou úlohu pište do samostatného e-mailu a v předmětu uveďte **ročník-série-úloha-Jméno_Příjmení** (např. **13-3-1-Bioslav_Biomilný** v případě první úlohy třetí série aktuálního ročníku). Moc nám pomůže, když uvedený zápis dodržíte, jelikož na jeho základě si došlá řešení filtrujeme.

Uzávěrka 3. série: 7. dubna 2026 ve 23.59

Po oficiální uzávěrce následuje tzv. „**penalizační týden**“, během něhož stále můžete zasílat svá řešení, ale musíte počítat s bodovou penalizací. Strhávat se bude 1 bod za každý den v každé úloze, která v tomto období přijde. Maximální ztráta bodů v jedné úloze je tedy 7 bodů. Minimální počet bodů za řádně řešenou úlohu však po penalizaci nebude nikdy nižší než 1 bod. **Penalizační týden končí 14. dubna 2026 ve 23.59, po této době již nelze přijmout žádná řešení.** Další den, tj. 15. 2. 2026, bude vydáno autorské řešení pro třetí sérii.

Zpětnou vazbu ke svým řešením obdržíte nejpozději v půlce května 2026, závěrečná výsledková listina tohoto ročníku bude zveřejněna počátkem června. V průběhu řešení třetí série můžete také očekávat zpětnou vazbu ke svým řešením úloh druhé série a výsledkovou listinu k ní. **Výsledková listina pro první sérii již byla zveřejněna, unikla nám však některá Vaše zaslaná řešení. Na opravě se pracuje a co nevidět zašleme a vyvěsíme na web opravenou verzi.**

Po konci této série bude následovat tradiční závěrečná terénní expedice, na níž mimo jiné proběhne vyhlášení výsledků 13. ročníku. Jde o neformální setkání nejlepších řešitelů, autorů úloh a organizátorů semináře, jehož program sestává především z exkurzí na biologicky zajímavé lokality v okolí objektu a demonstrace organismů a dalších pozoruhodných fenoménů. **Bližší informace k expedici Vám včas zašleme.** Můžeme však prozradit, že se bude konat **22. až 26. května v CHKO Jeseníky**, konkrétně na Bysterské chatě, která se nachází na území obce Bělá pod Pradědem. Kapacita akce bude omezena, Vaše přijetí bude záviset na bodovém zisku v tomto ročníku.

Nelekejte se, připadají-li Vám úlohy na první pohled příliš těžké, ponořte se do informačních zdrojů a uvidíte, že na vše lze někde nalézt odpověď. Dobré tipy k řešení naleznete také na našem webu v sekci „Návody“. **Není nutné, abyste kompletně vyřešili všechny úlohy, to se asi ani nikomu nepodaří, stačí odeslat libovolně velký fragment. Vždy ale odpovídejte svými slovy.** Překopírování textu odjinud je velmi ošemetné, pokud se k němu však uchýlíte, vždy uveďte zdroj. Oceníme, pokud ke svému řešení připojíte jakékoli své nápady či připomínky (např. úloha byla příliš lehká/těžká, nesrozumitelná, nudná), úlohy se pokusíme tvořit k Vaší maximální spokojenosti.

Veškeré dotazy či připomínky směřujte na adresy biozvest@gmail.com či novacekjos04@gmail.com nebo na e-mailové adresy jednotlivých autorů.

Výsledková listina pro první sérii již byla zveřejněna, unikla nám však některá Vaše zaslaná řešení. Na opravě se pracuje a co nevidět zašleme a vyvěsíme na web opravenou verzi.

Josef Nováček,
hlavní organizátor

Úloha 1: Chromozomy: Seznamte se

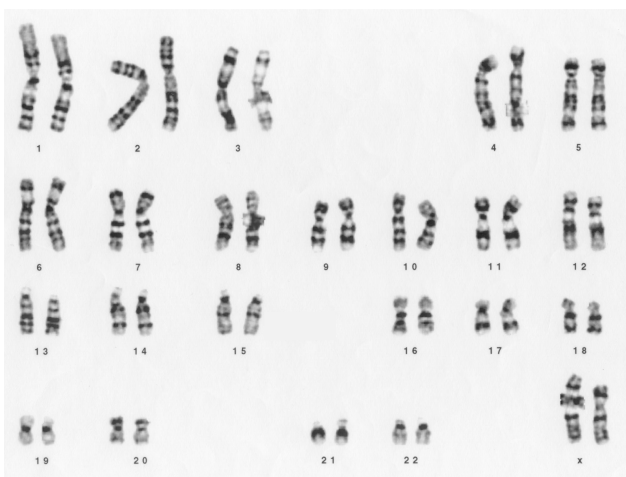
Autor: Anna Krásnická

E-mail: akrasnicka06@gmail.com

Počet bodů: 27,5

Studiem chromozomů se zabývá cytogenetika, zkoumá jejich vlastnostmi, jak mají vypadat ve zdravé buňce, ale hlavně co se s nimi může stát, pokud buňka „zdravá“ není. Tato úloha se zaměřuje na lidské chromozomy, ale spousta mechanismů je přenositelná i do ostatních eukaryotických organismů.

- Pojďme začít od začátku, naučit se chromozomy třídit a popisovat.
 - Kolik má běžná somatická buňka člověka (třeba buňka střevního epitelu) chromozomů? Kolik z nich je autozomálních a kolik z nich gonozomálních (určujících pohlaví)?
 - Jak jsou autozomy pojmenovány a proč v tomto pořadí?
- S použitím dobrého mikroskopu se na chromozomy můžeme podívat „vlastními očima“.
 - Jednotlivé chromozomy ale neuvidíme jen tak někdy. Proč ne? V jaké fázi buněčného cyklu (co nejkonkrétněji) se na ně v cytogenetické analýze díváme?
 - Jaká látka se používá k zastavení buněk v této fázi cyklu a jak tato látka funguje? Z jakého organismu ji lze izolovat?
 - Když už víme, kdy se na chromozomy budeme dívat, musíme si je ještě obarvit, abychom je hezky viděli. Najdi barvení, které se používá vůbec nejčastěji a jeho výsledkem jsou unikátně pruhované chromozomy jako na obrázku (obr. 1). Jaké barvivo je použito, co obsahuje a jakým postupem je dosaženo to, že jsou chromozomy obarveny jen v některých oblastech?
 - Najdi alespoň jedno další barvení, které obarvuje chromozomy v celé šíři, a jedno další, které obarví jen specifické struktury některých chromozomů (a jakých).



Obrázek 1: Pruhané chromosomy.

- Už jsou chromozomy i hezky barevné a teď bych vám potřebovala něco povědět o zrovna támhletem místě na támhletem chromozomu... Jak to udělám? Třeba 17p13.1.
 - Na jaký chromozom a na jaké raménko se dívám? Co mi říkají obě ta čísla (zvlášť to druhé vysvětlíte co nejvíce – podle čeho číslujeme)?
 - Většinou se nezapisuje, ale jaké číslo by měla centromera? A jak byste zapsali úplné konce p- i q-raménka u chromozomu 13?

Super, teď už umíme popisovat jednotlivé chromozomy.

- Počet chromozomů v buňkách je jedna ze základních charakteristik organismu a vyjadřujeme ho tzv. karyotypem. Zapište lidský karyotyp zdravého člověka (pro libovolné pohlaví). Platí tento stav pro všechny buňky? Uveďte příklad zdravé buňky v lidském těle, která bude mít méně chromozomů, a alespoň dvou typů buněk, které jich budou mít více.
- Můžeme se potkat i s lidmi, kteří mají jiný karyotyp.
 - Jak se nazývá stav, při kterém přebývá/chybí celý chromozom? Zkuste vymyslet dva příklady, jak a kdy k tomu může dojít, a popsat zhruba mechanismus.
 - Zdá se, že když chromozom chybí, je to větší problém. Jak se označuje stav, při kterém je v buňce pouze jedna kopie chromozomu? Takový případ je u člověka sluchitelný se životem pouze v případě jednoho chromozomu. Jakého? Jak se nazývá syndrom spojený s tímto stavem? Jak se projevuje? Zapište karyotyp.
 - Jak označujeme naopak situaci, při které je jeden chromozom v buňce třikrát? Zapište karyotypy takových případů, které jsou u člověka sluchitelné se životem (chápej zvládnou vývoj až do porodu) v případě autozomálních chromozomů, včetně názvů syndromů (karyotypy můžete psát pro libovolné pohlaví). Může se člověk s těmito abnormalitami dožít dospělosti? U kterých ano a u kterých ne?
 - Časté jsou tyto přepočty i v gonozomech (chromozomech určujících pohlaví). Napiš dva syndromy, u kterých je větší počet gonozomů než při běžném stavu, zapiš jejich karyotypy a pojmenuj je. Z toho najdi alespoň jeden takový syndrom, který na nositeli nemá téměř žádný vnější projev – proč tomu tak je?
- Často ale nepřebývá/nechybí celý chromozom, ale změna se stala jen na nějaké části.
 - Na jaké dvě velké skupiny se dělí tzv. chromozomální aberace (CHA), do které z nich bude patřit delece a do které inverze a jaký je mezi těmito skupinami rozdíl? Která skupina bude pozorovatelná na nositeli (bude mít fenotypový projev)?
 - Jak může dojít k deleci? Zkus vymyslet alespoň dva mechanismy.

- c. I chromozomální aberace mají svoje striktní zápisy. Mám dívku, které chybí koncová oblast krátkého raménka 5. chromosomu. Jak zapíše její karyotyp a co všechno v zápisu musí být (netrapte se přesnými lokusy, jde mi o to, aby zápis obsahoval všechny potřebné věci)? Jaký syndrom je s touto konkrétní delecí spojen?
- d. V předchozím úkolu (4c) šlo o jeden typ delece, kde chybí koncová část chromozomu. Může ale chybět i vnitřní část. Jak oba tyto typy nazýváme?
- e. Uveď další dva příklady chromozomálních aberací ze stejné skupiny jako delece.
- f. Popiš, co se stalo s genetickým materiálem při inverzi. Inverze dělíme na další dvě skupiny, podle toho, jestli zahrnují/nezahrnují centromerickou oblast. Jak tyto inverze nazýváme? Zkuste zapsat karyotyp nositele každé z nich pro vámi vybranou oblast na libovolném chromozomu (nemusíte řešit, zda jde o existující oblasti).
- g. Jaké komplikace, v jaké fázi života přináší chromozomální aberace ze stejné skupiny jako inverze? V jaké chvíli se po nich cytolog bude dívat?
7. Teď když už známe pár příkladů, co se s chromozomy může stát, zaměříme se ještě na jeden typ chromozomální aberace. Přestože na molekulární úrovni se podobá více delecí, řadíme ji do stejné skupiny jako inverzi.
- a. Při této aberaci dohromady zřezávají dva akrocentrické chromozomy za ztráty jejich p ramének. Co jsou to akrocentrické chromozomy a jaké lidské chromozomy to jsou? Co najdeme na p raménkách takových chromozomů?
- b. Co tyto oblasti nesou za geny? Proč o tyto geny můžeme přijít a nemá to na organismus skoro žádný vliv?
- c. Jak se tato aberace nazývá? Který v této úloze již zmíněný syndrom může být následkem této aberace?
8. Poslední zradu, kterou v této úloze potkáme, je případ, kdy ne všechny buňky v těle mají ten stejný karyotyp. Konkrétně půjde o případ, kdy přibližně polovina vašich buněk je nějaká a druhá onaká.
- a. To se může stát dvěma způsoby, jakými? Jak se liší?
- b. U kterého z těchto případů může vzniknout tzv. hermaphroditismus verus, tj. pravý hermafroditismus u člověka? Co to je? Proč u druhého nemůže vzniknout?
- c. Jedna chromozomální aberace, při které chybí/přebývá chromozom je slučitelná se životem pouze v tomto případě – tj. není ve všech buňkách. O jakou jde?

Úloha 2: Transformace

Autor: Anna Čepelová

E-mail: becann@seznam.cz

Počet bodů: 21

V průběhu vašeho studia se vám naskytají různorodé příležitosti včetně stáží ve vědeckých laboratořích. Během takových nahlédnutí do laboratorního světa je mnoho vědeckých pracovníků otevřeno tomu zapojit nadšené studenty do zajímavých projektů. V této úloze budeme pracovat s jedním takovým hypotetickým případem výzkumného projektu na modelovém organismu *Saccharomyces cerevisiae*, tedy na kvasinkách.

1. *Saccharomyces cerevisiae*

Hlavním cílem vašeho projektu je zjistit, zda neznámý protein X z rostliny má potenciál fungovat jako transportér zinku dovnitř buněk. Vaším modelovým organismem k tomuto pokusu je určitý kmen *Saccharomyces cerevisiae*. S následujícími úkoly by vám mohla pomoci databáze:

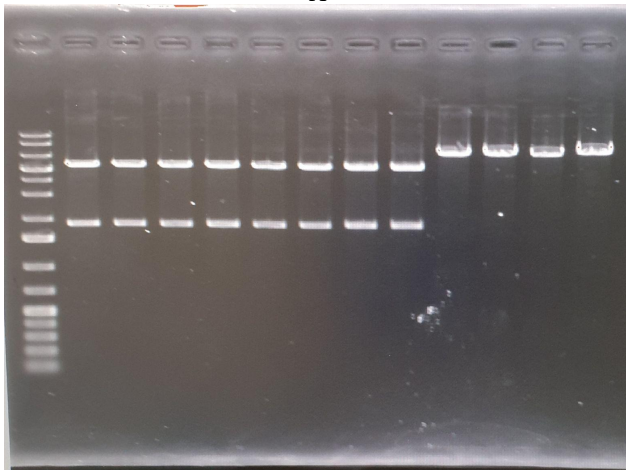
<https://www.yeastgenome.org/>.

Pro to, abyste ověřili funkci proteinu X, musíte vnést do zmíněných kvasinek plasmid, který ponese mimo jiné i gen pro váš zkoumaný protein. Tento proces se nazývá transformace. Pomocí sledování fenotypu transformovaných kvasinek pak budete moci vyhodnotit, zda exprese daného proteinu v kvasinkách ovlivňuje významně transport zinku.

- a. Kvasinek, které lidé používají pro různé účely, je mnoho. Co znamená pojem kmen v kontextu kvasinek?
- b. Který kmen *Saccharomyces cerevisiae* byl použit jako rodičovský kmen pro projekt „*Saccharomyces cerevisiae* gene disruption project“ a zároveň je v experimentech často používán jako tzv. wild type? Vyberte haploidní kmen s písmenem řecké abecedy.
- c. Co u haploidního kmene znamená ono řecké písmeno a jaké/jaká další písmeno/písmena pro podobný význam v označení haploidního kmene může/mohou být použita?
- d. Konkrétní kmen zmíněný v otázce 1b bude použit i v tomto pokusu. Kvasinky tohoto kmene budou transformovány, to znamená, že do nich bude vnesena cizorodá DNA. V našem případě se jedná o DNA izolovanou z rostliny a vnesenou do plasmidu, který poslouží jako takzvaný vektor (shuttle vector), nositel. Co by měl takový finální plasmid připravený na vnesení do kvasinky obsahovat kromě rostlinného genu, aby 1. fungovala transkripce plazmidu včetně genu, 2. byly vyselektovány kvasinky tohoto kmene, které byly úspěšně transformované?
- e. Laboratorní kmen, který používáme, byl speciálně připraven pro účely vědeckého použití. Funkce jakých 4 zásadních metabolitů je v tomto kmenu záměrně ovlivněna na úrovni genové sekvence pro usnadnění a zpřesnění vědecké práce?
- f. O jaké ovlivnění se přesně jedná?



A



B

Obrázek 2: Výsledek elektroforézy k otázce 2a. a 2b.

2. Kontrola plazmidu pomocí restriktivního štěpení a agarózové elektroforézy

Vektorový plazmid s rostlinným genem je potřeba zkontrolovat dříve než jej vneseme do kvasinek. Samotné vnášení plazmidu do kvasinek (transformace) totiž zahrnuje několik kroků a pokud bychom v následujících krocích experimentu zjistili, že používáme chybný plazmid, ztratili bychom mnoho času, energie i zdrojů. A takové ztráty, i když drobné, hrají v náš neprospěch, zvláště při omezeném čase a vysoké kompetici!

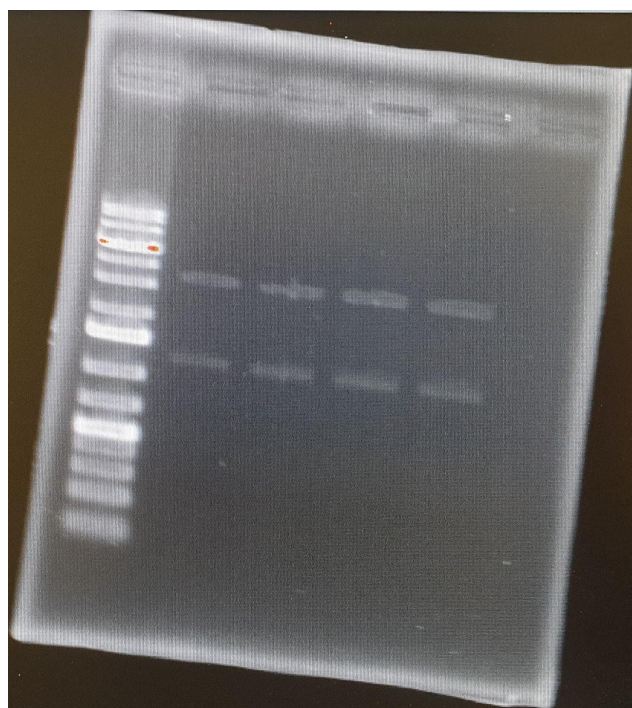
Kontrola správnosti přípravy plazmidu (především přítomnost vkládaného genu) může probíhat pomocí enzymatického štěpení a elektroforézy. Základem je znát “mapu” našeho plazmidu a vědět tedy, co nesou které úseky a jak velké tyto části jsou. Toto vizuální prohlížení plazmidů dělají molekulární vědci obvykle v drahých licenčních softwarech jako je Geneious nebo CLC (tyto softwary mají free trial verzi

pokud by někdo chtěl zkoušet :))

Kontrola pomocí enzymatického štěpení probíhá tak, že si výzkumník při prohlížení plasmidu vytipuje vhodná místa na rozdělení jinak kruhového plasmidu. Výběr míst musí být takový, aby přímo ověřil přítomnost vkládaného rostlinného genu. Místa štěpení jsou specifická pro konkrétní enzymy, takže dle vybraných míst vybere i vhodné příslušné enzymy, které dané místo/místa umí rozštěpit.

V našem případě jsme chtěli kruhový plazmid rozdělit na 2 části, aby během elektroforézy* byly na gelu vidět skupiny dvou různě velkých částí plasmidu (tedy i různě mobilních v elektroforetickém gelu). Velikost částí plasmidu, které štěpením chceme dostat jsme si dopředu zjistili v softwaru. Pro kontrolu byl tedy zvolen enzym (endonukleáza štěpící DNA uvnitř sekvence) s dvěma restriktivními (rozpoznávající) místy v sekvenci plasmidu. Níže jsou vidět výsledné snímky gelu z dvou elektroforéz. V obou případech byl použit stejný štěpící enzym. Ve vrchních částech gelu vidíte jamky na napipetování vzorku rozštěpeného obarveného plasmidu.

- Na levé straně snímků obou gelů (obr. 2) je řada “pásků” pod sebou obsahujících různě mobilní molekuly. Co přesně bylo napipetováno do první jamky, že se to na výsledném gelu zobrazuje takto? Tahle směs molekul by při provádění každé elektroforézy neměla chybět.
- Oba běhy elektroforézy se liší počtem vzorků. Jaký typ vzorku ale chybí na obr. 2A ve srovnání s obr. 2B?
- Během elektroforézy je gel z agarózy ponořen do elektroforetického pufru ve vaničce a různé strany gelu jsou napojeny na různé elektrody. Do jamek na jedné ze stran gelu jsou napipetovány směsi molekul a pak je spuštěn elektrický proud. Po spuštění elektrického proudu se molekuly z jamek začnou pohybovat směrem k jedné z elektrod a začnou tak prostupovat agarózovým gelem. Směrem k jaké elektrodě se pohybovaly naše molekuly plasmidu a proč?
- U obrázku 2B určete přibližnou velikost skupin molekul u obou typů vzorků. Pomůže vám s tím obrázek 4. Nezapomeňte použít správné jednotky.
- Na snímcích 3A a 3B lze vidět vzorky plasmidu, které jsou obsahem sekvencí stejné. Stejnětak byl v případě obou elektroforéz použit stejný restriktivní enzym. Bylo s nimi však zacházeno rozdílně v jednotlivých krocích přípravy. Co může být důvodem rozdílného výsledku elektroforézy a co na snímcích pozorujeme?

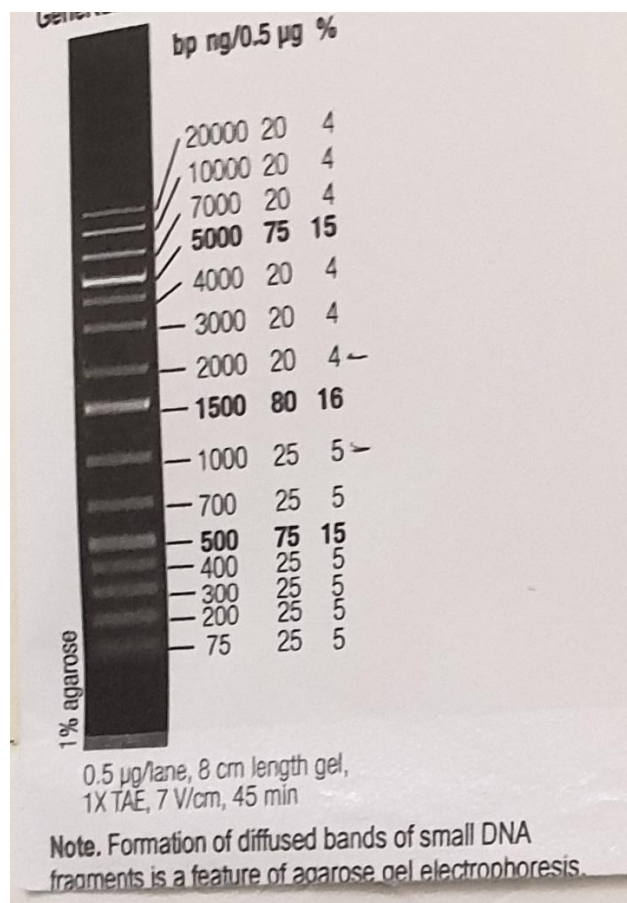


A



B

Obrázek 3: Výsledek elektroforézy k otázce 2e.



Obrázek 4: Nápopěda k otázce 2d.

3. Transformace kvasinek

Ted' už k samotné transformaci kvasinek, tedy vnesení našeho plazmidu s rostlinným genem do kvasinek. Z několika vzorků plazmidů jsme vybrali ten, jehož rozštěpené části odpovídaly velikostně našim očekáváním dle softwaru. Takový vzorek jsme ještě poslali na sekvenaci, aby nám sekvenační laboratoř ověřila ještě s větší přesností než štěpení enzymy, že opravdu náš plazmid obsahuje správné sekvenace. Pak už následovalo vkládání plazmidů do buněk kvasinek.

- Jaké techniky vnesení transgenu pomocí plazmidu se u kvasinek využívají? Každou techniku popište 1–2 větami.
- Pokud uvidíte, že vám transformované kvasinky po 12 hodinách na selekční medium bez přídavných aminokyselin kromě his, leu, lys rostou a s přibývajícím hodinami se začínají tvořit jednotlivé kolonie. Co to znamená pro úspěšnost nebo neúspěšnost transformace? Pokud ted' pro růst kvasinek stačí do media přidávat his, leu a lys, znamená to, že do vektorového plazmidu byl zakomponován funkční gen pro kterou aminokyselinu?
- Úspěšně transformované kvasinky a netransformované kvasinky lze přenést na médium s co nejvíce limitovaným obsahem zinku, kde bude testována jejich schopnost přijímat zinek bez rostlinného genu a s rostlinným genem. Za před-

- pokladu, že rostlinný gen funguje jako efektivní transportér zinku dovnitř buněk v případě rostlin i kvasinek, měla by nastat u transformovaných kvasinek změna fenotypu. Jak by se exprese takového genu pro transportér zinku mohl změnit fenotyp kvasinek a proč? Berte při tom v potaz, že transformované i netransformované kvasinky pozorujete ve stejnou chvíli, tedy po stejně dlouhé době růstu na médiu.
- Proč je potřeba, aby v médiu bylo množství zinku velmi limitované, a proč může být těžké toho dosáhnout?
 - U transformovaných kvasinek opravdu nastala ona očekávaná změna fenotypu a je tedy pravděpodobné, že pokud opravdu dochází ke správné expresi genu, náš protein X funguje jako efektivní transportér zinku do cytosolu buněk. Jak se nazývají transportéry přenášející molekuly do cytosolu a co by se stalo, kdyby vnesený rostlinný gen patřil do skupiny s obrácenou funkcí?
 - O kterou rodinu transportérů do cytosolu se pravděpodobně jedná?
 - V jaké chemické podobě je dusík mezi symbiotickými partnery předáván na buněčné úrovni? Je forma dusíku pro všechny symbiózy s fixátory dusíku společná (uváděj příklady, např. dvojice z otázky 1b.)?
 - Nicméně dusík potřebují všichni. I některé volně žijící organismy tak enzym z otázky 1a, mají a využívají ho pro své potřeby. Rozhodni, zda je přítomen i u následujících mikrobiálních druhů (orientuj se například dle hledání článků na Google Scholar): *Klebsiella pneumoniae*, *Nitrosomonas nitrosa*, *Methanosarcina acetivorans*, *Azotobacter vinelandii*.
 - Jaký etymologický význam mají kořeny přídavného jména „diazotrofní“, kterým lze obecně označit fixátory dusíku – symbiotické i volně žijící?
 - Biologicky dostupný dusík může ale vznikat i bez přičinění organismů (živých i mrtvých) čistě abiotickými procesy. Jmenuj jeden takový proces.

2. Dalším činitelem zajišťujícím/podporujícím vstup dusíku do biosféry je člověk.

- Jmenuj dva principiálně způsoby, jak může člověk navýšit množství dusíku v ekosystému, aniž by k tomu využil cíleně vyrobených chemických sloučenin.
- Drtivá většina biologicky využitelného dusíku produkovaného člověkem pro účely hnojení pochází z procesu zvaného Haberova–Boschova syntéza. Jaké suroviny (složky dodávané do reaktoru) do tohoto procesu vstupují při provozu v průmyslovém měřítku? Jaké jsou výstupní produkty (včetně vedlejších)?
- Z produktu HB syntézy jsou pak dalšími procesy vyráběna účinná dusíkatá hnojiva. V nich se dusík vyskytuje ve většině případů ve dvou formách – amonné a dusičnanové. V čem se tyto formy liší z hlediska chování v půdě? Kterou z forem bys využil/a například k podzimnímu hnojení plodin?
- Další možností je amidová forma dusíku, kterou obsahuje hnojivo močovina. Představ si, že zemědělec Václav by rád po zimě přihnojil své pšeničné pole čistou granulovanou močovinou a za tebou se přišel poradit, zda je to dobrý nápad. Co bys mu poradil/a a proč? Jsou nějaká rizika / nějaké podmínky, která/které musí být při hnojení močovinou dodržena/dodrženy?

3. To, že je dusík biologicky dostupný, ještě neznamená, že se k němu dostanou všichni. Například živočišné nemohou amoniak ani dusičnan přímo využít. Pro tuto a další skupiny je aminoskupina esenciální živinou. Jedním z častých zdrojů již asimilovaných aminoskupin jsou rostliny, které nemají s přeměnou minerálních forem (NH_4^+ a NO_3^-) na organické formy problém.

- Jakým mechanismem rostliny přijímají NH_4^+ a NO_3^- (symport, antiport, usnadněná difuze, ...;

Úloha 3: A tak se vydal dusík biosférou...

Autor: Štěpán Vavřina

E-mail: stepanvav@seznam.cz

Počet bodů: 18,5

Dusík tvoří 78 % atmosféry planety Země. Naneštěstí je zde v nevýhodné podobě energeticky stabilní molekuly N_2 ... Ani to ale dusíku nebrání, aby atmosféru opustil a zapojil se do organických sloučenin biosféry. A měl dusík vůbec na výběr? Nebyl spíš z atmosféry za obrovského úsilí vyrván a odsouzen k nekonečným přeměnám při putování biosférou z jedné formy do druhé, než mohl uniknout zpět v zamilovaném páru s jiným sobě rovným atomem do klidu a stálosti atmosféry? V rámci úlohy se zaměříme konkrétně na počáteční část cyklu, kdy dochází k fixaci a asimilaci dusíku, tak aby mohl být využit rozmanitými formami života na planetě Zemi.

- N_2 je velmi odolná forma, která je ale pro běžné makroskopické organismy nepřístupná. Naštěstí jsou tu ti mikroskopičtí, kteří problém dvouatomové molekuly vyřeší...
 - Jak se nazývá mikrobiální enzym, který je za biologickou fixaci dusíku zodpovědný? Do jaké třídy enzymů spadá? Jaké **všechny** prvky jsou součástí aktivního enzymu (zjistitelné např. prvkovou analýzou)?
 - Je známo, že fixace dusíku je velmi energeticky náročná (16 ATP!). Proto je dobré na ní nebyť sám a spojit se s někým, kdo může dodat levnou energii. Nejznámějším příkladem jsou bobovité rostliny a zástupci rodu *Rhizobium*/*Sinorhizobium*. Jmenuj 3 další příklady symbióz tak, aby se dvojice navzájem vždy lišily **rodem** symbiotické bakterie.

spolustransportovaný iont, ...)? Mají pro ně rostliny specifické transportéry, či ne?

- b. Po příjmu přichází řada na asimilaci, tedy převod minerálních látek na organické. Jaké kroky/dráhy vedou k asimilaci jednotlivých forem?
 - c. V jaké formě je transportován po rostlině dusík přijatý v amonné formě a v jaké ten přijatý jako dusičnanový aniont?
4. Asimilace byla zdárně dokončena a dusík se konečně může podílet na tvorbě nepřeberné rozmanitosti tvarů a forem.
- a. Jak se nazývá reakce, která umožňuje přenos aminokyselin z glutamátu (konečného produktu asimilace) na jiné molekuly pro všechna ta rozmanitá využití?

Úloha 4: Krevní buňky

Autor: Quynh Nguyenová, Zuzana Hrochová

E-mail:

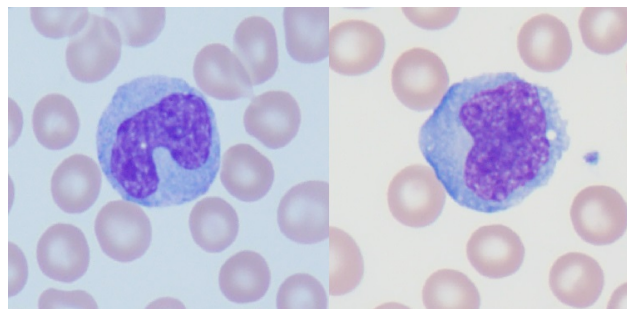
Počet bodů: 15

Vyšetření krve bývá součástí návštěvy u lékaře ať už v rámci preventivní prohlídky, nebo při řešení konkrétního zdravotního problému. Co všechno se z naší krve můžeme dozvědět? Rozbor krve probíhá v laboratořích různého zaměření. Může se jednat například o laboratoře biochemické (vyšetření hladiny glykémie, lipidů, iontů, hormonů štítné žlázy nebo jaterních enzymů a mnoho dalších), hematologické (druh a počet krevních buněk, jejich stav, koagulační vyšetření), toxikologické (vyšetření hladin léčiv, ale i jiných látek) nebo například genetické (vyšetření nádorových markerů a genetických onemocnění).

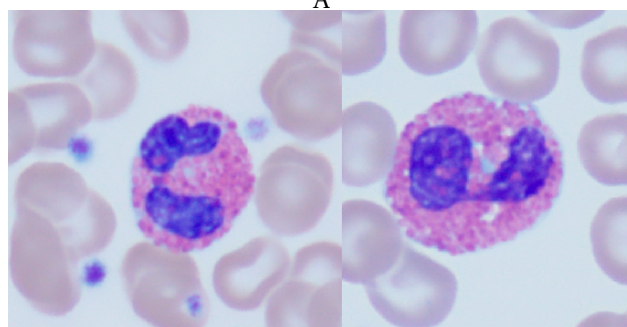
Pojďme se blíže podívat do hematologické laboratoře.

1. Při odběrech krve se používají různé typy zkumavek, které se pro jednodušší orientaci odlišují barvou víčka. Zkumavky se mezi sebou, kromě vzhledu, liší i přidatnými látkami, které různě interagují s krví. V laboratořích se podle typu analýzy vyšetřuje buď krev sražená, ze které se získává krevní sérum, nebo nesražená, ze které lze případně získat krevní plazma. Náš pacient, pan Nemocný, dostal od lékaře žádanku na následující vyšetření v laboratoři – krevní obraz, protrombinový test, hladiny AST a ALT, hladiny lipidů a hladiny sodných iontů. Jaké zkumavky (jakou budou mít barvu víčka), s kterými činidly, budou pro odběr použity? Na jakém principu interagují daná činidla s krví?
2. Bílých krvinek, leukocytů, je více druhů. Pracovníci hematologické laboratoře se na tyto buňky koukají každý den pomocí mikroskopu a provádí tzv. diferenciální rozpočet leukocytů, kdy určují, o jakou buňku se jedná a kolik jich je.
 - a. Jaké druhy bílých krvinek vidíte na obrázku 5?
 - b. Pan Nemocný a paní Usmrkaná přišli k lékaři a oba si stěžují na silnou rýmu. Pan Nemocný má

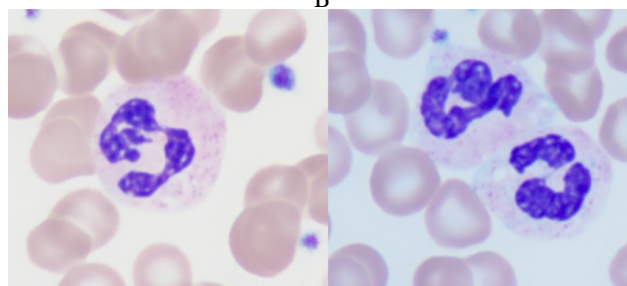
výrazně zvýšený typ B, zatímco paní Usmrkaná má zvýšený typ C. Co tyto výsledky mohou napovídát o příčinách jejich rýmy?



A



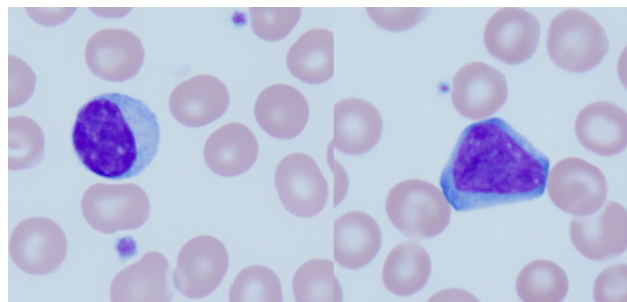
B



C

Obrázek 5: Leukocyty.

3. Na následujících fotografiích (obr. 6) vidíte dvě formy jednoho typu bílé krvinky. Jak se tato buňka nazývá a proč mohlo dojít ke změně, kterou vidíte na druhé fotografii?

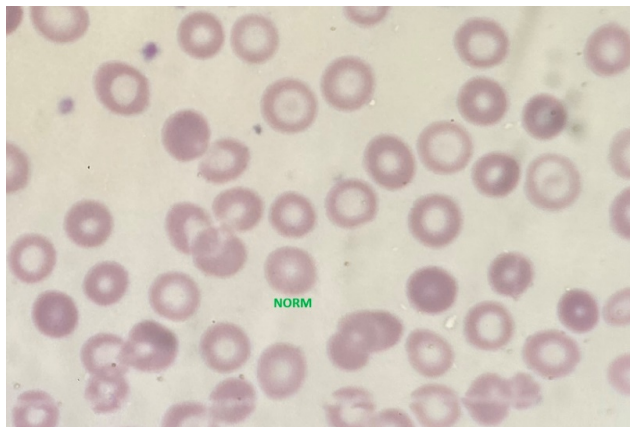


Obrázek 6: Dvě formy bílé krvinky z otázky 3.

4. Z jedné laboratoře dorazily lékaři zpět výsledky krevního obrazu od dvou různých pacientů. V obou dvou byla hladina hemoglobinu stanovena na 123 g/l, ale laboratoř tuto hodnotu u jednoho vzorku vyhodnotila jako hodnotu v normě a u druhého jako hodnotu

mimo fyziologickou mez. Zdůvodněte, čím je to způsobeno.

- Vraťte se k panu Nemocnému. Užívá jeden lék, který ovlivňuje srážení krve. Kvůli tomu po něm lékař chce, aby docházel pravidelně na krevní vyšetření. Lékař z tohoto vyšetření zajímá hodnota INR. Bude lékař spokojen, pokud bude pan Nemocný mít hodnotu INR 5? Zdůvodněte a uveďte, jaký lék pan Nemocný pravděpodobně užívá (popř. s jakou účinnou látkou) a co mohlo vést k naměřené hodnotě INR?



Obrázek 7: Červené krvinky pana Nemocného.

- Na obrázku 7 je krevní nátěr s červenými krvinkami pana Nemocného. Čím se tyto červené krvinky liší od normálního stavu? Co může tuto změnu způsobit? Dá se tomuto stavu předcházet? Pro srovnání je fyziologická červená krvinka označena jako NORM.

Úloha 5 (seriálová): Oheň života

Autor: Matěj Vostrčil

E-mail: vostrcil2@gmail.com

Počet bodů: 20

Spousta reakcí souvisejících s energetickým metabolismem organismů je podobná reakcím probíhajícím během hoření. S malou, možná spíše velkou dávkou nadšázky se dá říci, že energetický metabolismus je vlastně jakýsi zkrocený oheň, který kontrolovaně plane uvnitř každé živé buňky.

- Zejména některé aerobní reakce jsou ve své zjednodušené podobě takřka stejné s hořením dané látky (tedy samozřejmě pokud je tato schopna hořet). Zkuste vymyslet alespoň tři důvody, proč si organismy osvojily používání zrovna kyslíku jako oxidačního činidla ve svém metabolismu.

Molekulární kyslík (O_2) samozřejmě není jediné oxidační činidlo používané živými organismy. V podmínkách bez přístupu kyslíku umějí některé organismy používat i jiné látky s oxidačními vlastnostmi. Tomuto jevu se říká anaerobní respirace.

- Zkuste z nabídky molekul vybrat ty, u kterých byla role oxidačního činidla během anaerobní respirace popsána:
 CO_2 , H_2O , SO_4^{2-} , FeO , NH_3 , $NaOH$, $K_2Cr_2O_7$, $NaNO_3$, HCl .
- Jak bylo již zmíněno výše, anaerobní respirace probíhá obvykle v prostředí bez přístupu vzduchu. Zkuste vymyslet, proč běžně neprobíhá i v aerobních podmínkách.

Nyní již zpět na vzduch a k našemu „ohni života“. Představme si situaci, kdy zapálíme list papíru. Za standardních podmínek proběhne reakce poměrně bouřlivě – papír během pár vteřin shoří oranžovým plamenem a na svou hmotnost vydá i celkem znatelné množství energie v podobě tepla a světla. Klasický bílý papír je svým složením především celulóza, polymer glukózy ($C_6H_{12}O_6$). Kromě uvolnění energie jsou výsledkem procesu i plynné CO_2 a H_2O a nespalitelné reziduum zvané popel obsahující zbytkové minerální látky, které v papíru zůstaly při jeho výrobě. Takřka stejná reakce proběhne i ve chvíli, kdy nějaká houba, například dřevomorka, začne požírat celulózní složku dřeva.

- Vysvětlíte, jak houba nebo kterýkoliv jiný organismus dovede provést takovouto reakci, aniž by došlo k hoření.
- V poslední části této úlohy si vyzkoušíte i trochu počítání. Máte tři různé organismy, které jsou schopny štěpit celulózu. První využívá standardní aerobní metabolismus, druhý anaerobně respiruje pomocí oxidu manganického (MnO_2) a třetí je schopen anaerobní fermentace celulózy za vzniku ethanolu a oxidu uhličitého.
 - Nejdříve zkuste napsat rovnice těchto tří reakcí.
 - Nyní zkuste vypočítat, kolik energie může každá reakce uvolnit. Neberte teď v potaz ztráty, energii použitou na štěpení celulózy a podobně, pouze energickou bilanci dané reakce. Nezapomeňte, že hodnotím nejen správný výsledek, ale i správný postup, pokud tedy chcete získat body i za něj, přiložte mi jej k výsledkům.