

2. ročník (2017/2018)



3. SADA ÚKOLŮ

Termín odevzdání: 2. dubna 2018



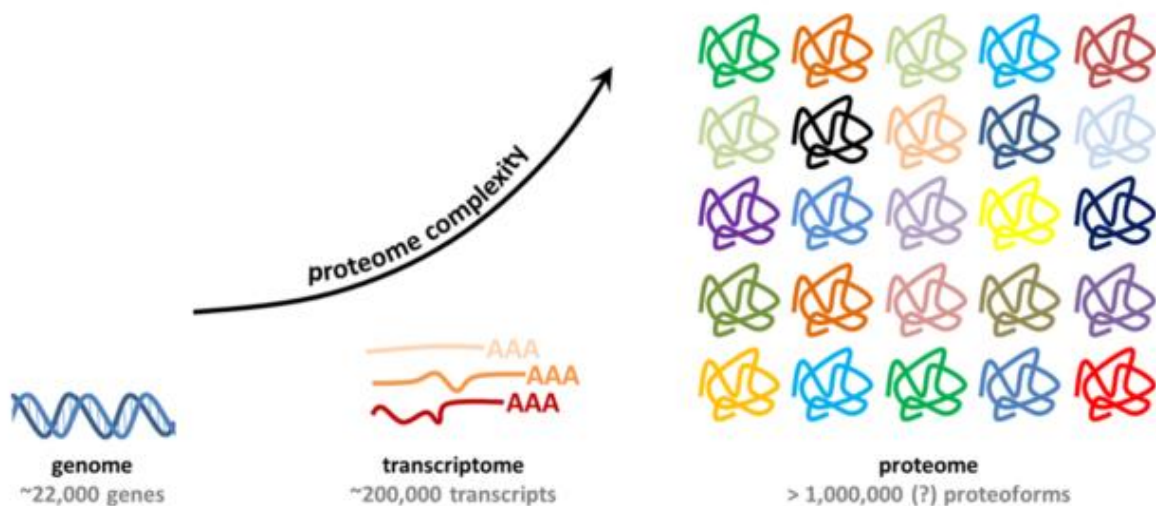
Adéla Indráková

1. RNA v diagnostice

20 bodů

V minulé úloze o RNA jste se dozvěděli spoustu informací o virech, které jsou zodpovědné za různé choroby. Třetí úkol o RNA naváže na téma patofyziologie a představí Vám některá lidská onemocnění, jejichž původ souvisí nějakým způsobem s RNA, a navíc Vás provede využitím RNA v diagnostice.

RNA je v organismu zodpovědná za nespočet funkcí, od její hlavní role v transkripci a translaci genů, po stavební a regulační úlohy v jádře. Pluralita úkonů, za které je RNA zodpovědná, odráží pluralitu RNA druhů, které nalezneme v buňce. Dokonce je vyšší počet RNA a proteinů, než je počet genů v genomu organismu.



převzato z proteomicscenter.nl

1. Čím je dán vyšší počet proteinů v lidském organismu, než je počet genů? Uveďte alespoň 4 mechanismy. [2 b]

Za jeden z mechanismů navyšující počet genových produktů je zodpovědný enzym ADAR.

2. O jaký mechanismus úpravy RNA se jedná? [0,5 b]
3. Co je substrátem tohoto enzymu? [0,5 b]
4. Nakreslete chemickou rovnicí přeměny cílové molekuly na produkt. [2 b]
5. Které vzácné onemocnění s Mendelovským typem dědičnosti je způsobeno mutací ADARu? [1 b]

Různé regulační RNA jsou zvláště v posledních desetiletích předmětem výzkumu mnoha laboratoří kvůli jejich úloze v patogenezi rakoviny. Dnes lze díky znalostem o expresi známých RNA druhů predikovat průběh onemocnění či vybrat nejvhodnější léčbu.

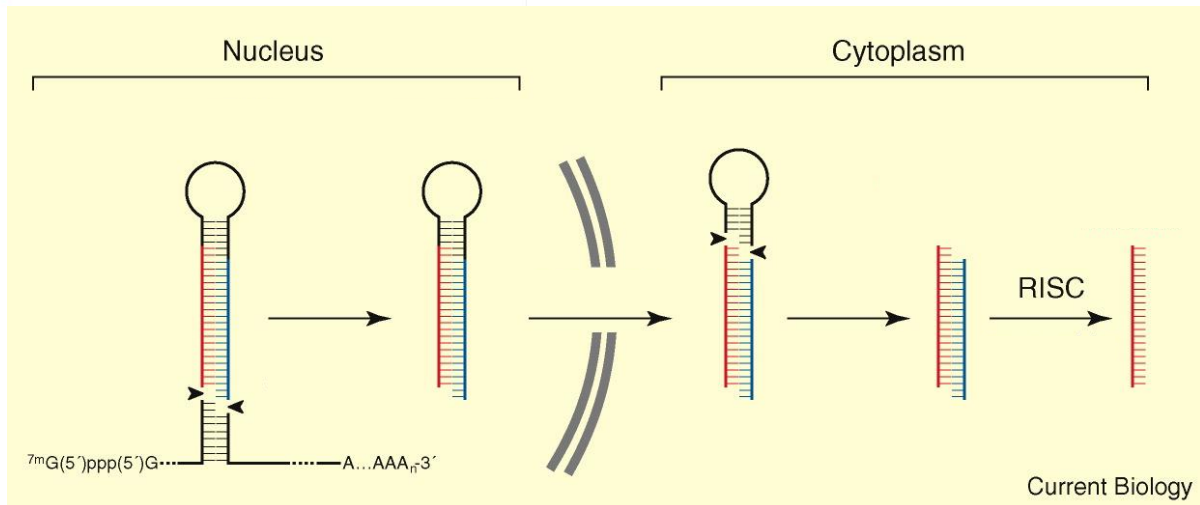
HOTAIR a MALAT1 jsou dvě RNA, jejichž vysoká míra exprese ukazuje na špatnou prognózu v rakovině.

6. U kterých rakovin je sledována změna exprese těchto RNA? [1 b]
7. O jaký druh RNA se jedná? Vyberte z následující nabídky a charakterizujte tuto skupinu, plus uveďte jednoho dalšího zástupce a jeho biologickou funkci: [3 b]



Dalším druhem RNA, jehož pozměněnou expresi lze detekovat nejen v tumorech, ale i u kardiovaskulárních onemocnění, metabolických onemocnění typu cukrovka a obezita, či v těhotenství, jsou takzvané microRNA. Tyto krátké fragmenty RNA byly dříve považovány za produkty degradace RNA, ovšem dnes je známo, že jsou nedílnou součástí regulace genové exprese.

8. Jakým způsobem regulují miRNA genovou expresi? [1 b]
9. Jak jsou miRNA dlouhé? [1 b]
10. Popište genezi miRNA. [2 b]



miRNA a stejně tak mRNA z genů exprimovaných v placentě i plodu byly detekovány v maternální plazmě. Matkám se odebere krev, odseparují se buňky a následně je plazma zcentrifugována, z vodné části se naizoluje RNA a prostřednictvím RT-PCR jsou zjišťovány exprimované geny. Alternativním způsobem pro získání materiálu pro analýzu genetické informace plodu je aminocentéza.

11. Jak tento zákrok probíhá a jaká jsou jeho rizika? [2 b]
12. Jaké jsou indikace k tomuto vyšetření? [1 b]
13. Představte si, že jste naizolovali fetální mRNA z genů exprimovaných na 21. chromozomu. Zjišťovali jste množství produktu z jednotlivých alel genů na tomto chromozomu a vyšel Vám u většiny genů poměr mRNA z jednotlivých alel 2:1. Je pravděpodobné, že se jedná o nějaké onemocnění? Svou odpověď zdůvodněte. Jakým způsobem byste ověřili svou hypotézu? [3 b]

Daniela Slamková

2. Parazitické prvky

12 bodov

Ako parazitujúcich prvkov označujeme všetky jednobunkové organizmy, ktoré aspoň časť svojho života prežijú v (na) tele iného organizmu. Netvoria jednu monofyletickú skupinu, čo má za následok ich rozmanitosť.

Kmeň Parabasala je jedným z kmeňov do ktorých radíme parazitické prvky. Je pomenovaný podľa parabazálneho aparátu, ktorý je pre túto skupinu parazitov charakteristický.

1. Parabazálny aparát je: [1 b]
 - a. Golgiho aparát asociovaný s jadrom
 - b. Mitochondrie asociované s jadrom
 - c. Chloroplasty asociované s jadrom

Medzi Parabasala patria viacerí zástupcovia rodu *Trichomonas*. Každý druh parazituje na inej časti organizmu.

2. Ktorý druh rodu *Trichomonas* parazituje na ktorej časti tela? Vytvor dvojice – každý zástupca má presne jednu hostiteľskú lokalitu. [3 b]

Trichomonas vaginalis

Trichomonas gallinae

Trichomonas tenax

ústna dutina	hltan	vole
	pokožka hlavy	leukocyty
vagína	mitochondrie	oko

Kmeň Euglenozoa so svojim rádom Tripanosomatida je významný aj v humánnej parazitológii hlavne pre to, že medzi ochorenia vyvolané týmito parazitmi patrí aj:

3. Zakrúžkuj všetky správne: [2 b]
Chargasova choroba, mononukleóza, brušný týfus, meningitida, spavá choroba

Tripanozómy sú schopné parazitovať iba na človeku.

4. Je tento výrok správny? [1 b]

Kmeň Apicomplexa zahrňuje, okrem iných, aj čeľaď *Toxoplasmatidae* so známym zástupcom *Toxoplasma gondii*. Pre túto čeľaď je charakteristický dvojhostiteľský cyklus a veľmi široké spektrum medzihostiteľov.

5. Napíš jedného živočícha, ktorý je medzihostiteľom *Toxoplasma gondii*. [1 b]

Náhodným a vývojovo slepým medzihostiteľom sa môže stať aj človek. Nákaza pochádza z konzumácie nedostatočne tepelného masa alebo z oocystami kontaminovaného jedla. U ľudí nie je nákaza nebezpečnou. Výnimkou sú tehotné ženy, pre ktoré je toxoplazmóza nebezpečnou.

6. Pravalencia toxoplazmózy u ľudskej populácie je približne: (zakrúžkuj jednu správnu odpoveď) [1 b]

- a. 0-5 %
- b. 40-60 %
- c. 95-100 %

Okrem čeľade *Toxoplasmatidae* je pre humánnu medicínu dôležitá aj čeľaď *Plasmodiidae*. Zástupcovia rodu *Plasmodium* spôsobujú maláriu. Toto ochorenie je rozšírené hlavne v oblasti a je charakterizované horúčkovými záchvatmi.

7. Dopíš do textu jedno slovo. [1 b]

8. Aké bunky napáda parazit *Plasmodium* v ľudskom tele? [1 b]

Inkubačná doba malárie je 1-4 týždne. Medzi prejavy sprevádzajúce toto ochorenie patria:

9. Napíš 3 prejavy malárie. [1 b]

Stanislav Juračka

3. Problémové oceány

15 bodů

Pokud jste posledních několik let nestrávili někde v jeskyni, odříznuti od veškeré civilizace, určitě se k vám dostali informace o tom, že lidstvo začíná mít lehké, nebo spíš, řekněme si narovinu, obrovské problémy s oceány. Tyto obří masy vody ovlivňují život po celém světě. Co se tedy se celosvětově největším ekosystémem děje? Pojďme se podívat na čtyři primární problémy...

Globální klimatické změny

1. Tepelná energie planety díky různým vlivům narůstá. Oceány však tento proces docela dost zpomalují. Jak je to možné? Jaký vedlejší efekt to má pro vodní organismy? [1 b]
2. Lidé se děsí, že pokud roztají ledovce, zvýší se hladina moří. Avšak ani mořským organismům by se voda z ledovců navíc nelíbila. Proč? [1 b]
3. Voda navíc by taktéž mohla působit problémově na motory oceánů. Co myslím pod pojmem motor oceánů? Jak by je mohlo více vody ovlivnit? Co by to například znamenalo pro obyvatele západní Evropy? [1 b]

Acidifikace oceánů

4. Napiš reakci CO_2 s H_2O . Z reakce vyvod' závěr, proč tato reakce tak problémová pro oceánský ekosystém. Tato reakce je v přírodě běžná. Proč právě nyní je problém? [1 b]
5. Odhad vědců je, že během následných 100 let se pH oceánu zvýší o 0,33. Najdi nějaká data o změně pH v oceánech v minulosti Země a zkus změny pH porovnat. Jak moc je změna o 0,33 pH drastická? Co by způsobila? [1 b]
6. Obyčejný mořský plankton by to naprosto jednoduše přežil, díky svým schránkám. Ano, či ne? Proč? [1 b]

Znečištění

7. Zkus najít jaké množství plastů se vyrobí ročně celosvětově a kolik z něho zhruba skončí v oceánu (uveď zdroj, odhady se mohou lišit). [1 b]
8. Plasty se velice špatně rozkládají, přesto mohou vlivem oceánu zmizet z naší viditelné sféry. Proč? (Nemyslím důvod, že se plasty schovají někam na dno, či do pustých oblastí oceánu. Doslova zmizí pro naše oči.) [1 b]
9. Část plastů dokáže plavat na hladině. Určitě jste slyšeli o odpadkovém ostrově. Jak vzniká? Zjistěte jméno ostrova a napište jeho odhadovanou velikost. [1 b]
10. Do moře vyhazujeme nejenom odpadky, ale vypouštíme i chemikálie. Proč může toto ovlivnit například i lidskou plodnost? [1 b]
11. O ropných haváriích jste také určitě slyšeli. Kolik odhadem pokryje jeden metr krychlový ropy metrů čtverečních? Proč je to problém? [1 b]

12. Co je to „Creeping Dead Zones“? Jak vznikají? Jak mohou být velké? [1 b]

Rybolov

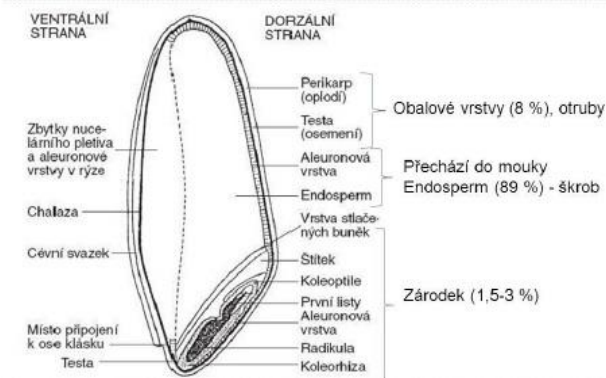
13. Dnešní moderní rybářské lodě připomínají spíše továrny na smrt. O kolik procent se snížila populace ryb v mořích (uved' zdroj, odhady se můžou lišit)? Napiš aspoň tři druhy ryb, které jsou ohroženy. [1 b]

14. Popiš lov vlečnými sítěmi. Proč je tento druh lovu naprosto katastrofický pro obyvatele moře? [1 b]

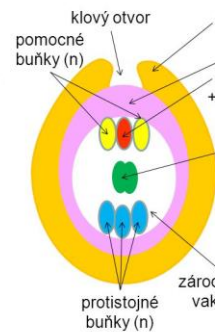
15. Alternativou by mohli být rybí farmy. Proč rybí farmy problém neřeší, možná i zhoršují? [1 b]

Po vyřešení této úlohy byste možná mohli dostat pocit, že lidstvo je ztraceno a jsme odkázáni k totálnímu zániku. Avšak chtěl bych skončit optimisticky. Myslím si, že stále není pozdě na změnu. Sice ano některé věci už nezastavíme, ale stále je tu obrovské množství věcí, co zachránit lze. Musíme hlavně dát najevo, že se nám stávající situace nelíbí a aktivně se podílet na její nápravě. Možná si někdo myslí, že jeden člověk nic nezmůže, ale to není pravda. Pomocť může každý, a pokud pomůžeme všichni, svět změníme v lepší místo pro život :)

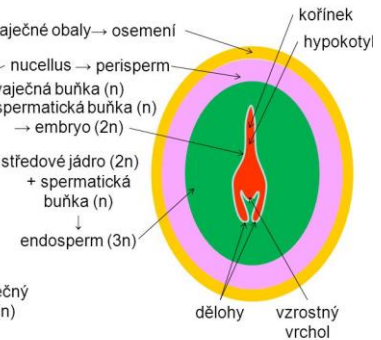
Obilka – příčný řez



VAJÍČKO



SEMENO



1. Aké vývojové štádiá embrya poznáme u *capsella bursa-pastoris*? [2 b]
2. Čo znamenajú anglické skratky SAM a RAM? [4 b]
3. Môžeme nazývať mladé embryo meristematickým pletivom? [2 b]
4. Čo je to somatická embryogenéza? [3 b]
5. Ako sa volá nepohlavné rozmnožovanie semenami a na aké dva typy sa delí? [4 b]
6. Akú majú funkciu synergidy a čo je filiformný aparát? [4 b]
7. Môže obsahovať zárodočný miešok aj iný počet haploidných jadier ako 8? [1 b]
8. Aký je rozdiel medzi bunkovým a jadrovým endospermom? [2 b]
9. Aký je rozdiel medzi albuminóznymi a exalbuminóznymi semenami? [2 b] ✓

Čeľad' Orchideaceae tvorí semená s úplne redukovaným endospermom a s nezrelými embryami. Sú to takzvané prachové semená.

10. Ako je možné že aj takto výrazne redukované semeno môže vyklíčiť? Uveďte aspoň tri praktické dôvody tejto redukcie. [5 b]

Lucie Ulrichová

5. Trávicí soustava

33 bodů

Mezi hlavní funkce trávicí soustavy patří příjem, zpracování a metabolismus látek, které jsou potřebné pro životní pochody. Zjednodušeně řečeno – je to jedna dlouhá trubice od ústní dutiny až po konečník vystlaná sliznicí a každá část této trubice má svou speciální funkci. 😊

Slinné žlázy

Do dutiny ústní ústí 3 páry velkých slinných žláz, které produkují sliny pouze v určitých případech – například když ucítíme dobré jídlo. Také zde nalezneme malé slinné žlázy, které produkují menší množství slin pořád – aby sliznice dutiny ústní nezůstala suchá.

1. Jak se nazývají velké slinné žlázy? Která z nich je největší? [2 b]
2. Jak ovlivní slinění sympatikus a parasympatikus? [2 b]
3. Jaké množství slin se přibližně vytvoří za jeden den? [1 b]
4. Sliny obsahují i některé enzymy. Jak se nazývá enzym, který zahajuje štěpení sacharidů? Jak se nazývá enzym, který má baktericidní účinek? [2 b]

Žaludek

Žaludek je určený k mechanickému a chemickému zpracování potravy – dochází ke vzniku tráveniny, která je připravena na další zpracování v tenkém střevě. V žaludku je velmi nízké pH, kterého je dosaženo produkcí HCl. Udržení kyselého prostředí žaludku je důležité hned z několika důvodů – v kyselém prostředí se aktivuje pepsinogen na pepsin, toto prostředí je baktericidní (slouží k nespécifické obraně těla před infekcí) a také zde dochází například k redukci železa na Fe^{2+} (pro tělo vstřebatelná forma). Stěna žaludku se před kyselinou chrání produkcí mucinu, ale před průchodem tráveniny do dalších oddílů trávicí trubice je nutné pH opět zvýšit – k tomu dochází pomocí hydrogenuhličitanu produkovaném ve slinivce břišní.

7. Jaké pH je přibližně v žaludku? Které buňky produkují HCl a které látky tyto buňky stimulují k činnosti? [2 b]
8. K čemu slouží enzym pepsin? [1 b]
9. Ve kterém úseku trávicí trubice dochází k neutralizaci tráveniny? [1 b]
10. V žaludku také dochází k tvorbě tzv. vnitřního faktoru. K čemu slouží? [1 b]

Střevo

Tenké střevo můžeme rozdělit na dvanáctník, lačník a kyčelník. Stěna je pokryta velkým množstvím klků a mikroklků, trávenina je posouvána pomocí peristaltických a segmentačních pohybů. Hlavní funkcí tenkého střeva je vstřebání živin do krve nebo mízy, aby mohlo dojít k jejich následnému zpracování v játrech. Do dvanáctníku ústí vývody slinivky břišní a žlučových cest.

Tlusté střevo je kratší a širší než střevo tenké. Můžeme si jej rozdělit na slepé střevo s červovitým přívěskem, vzestupný tračník, příčný tračník, sestupný tračník, esovitou kličku a konečník. Na stěně tlustého střeva již nenalezneme klky. Hlavní funkcí tlustého střeva je vstřebávání nadbytečné vody a zahušťování tráveniny.

12. Vyhledej a napiš latinské názvy pro jednotlivé části střeva. [4 b]
13. Která céva odvádí krev bohatou na živiny ze zažívacího traktu do jater? [1 b]
14. Jak je možné, že dochází k peristaltickým pohybům? [2 b]
15. Která živina je typicky vstřebávána do mízy? [1 b]
16. Napiš alespoň 2 druhy symbiotických bakterií, které žijí v tlustém střevě. [2 b]
17. Kde je tvořena žluč a k čemu slouží? [2 b]

Slinivka břišní

Slinivku břišní neboli pankreas můžeme rozdělit na exokrinní a endokrinní část. Exokrinní část produkuje tzv. pankreatickou šťávu, která je vylučována do dvanáctníku. Pankreatická šťáva obsahuje hydrogenuhličitán, který slouží k neutralizaci kyselá tráveniny z žaludku a také některé enzymy, které se podílí na štěpení živin – to je důležité pro jejich následné vstřebání v tenkém střevě.

Endokrinní část (Langerhansovy ostrůvky) produkuje hormony inzulin a glukagon přímo do krve a ovlivňuje tak hladinu glukózy v krvi.

18. Které enzymy nalezneme v pankreatické šťávě a k čemu konkrétně slouží? [3 b]
19. Jak se nazývají buňky, které produkují inzulin? Jaký je účinek inzulinu? [2 b]
20. Jak se nazývají buňky, které produkují glukagon? Jaký je účinek glukagonu? [2 b]
21. Jaký je rozdíl mezi diabetes mellitus 1. typu a diabetes mellitus 2. typu? [2 b]

Prof. RNDr. Jiří Doškař, CSc.

Profesor Doškař je vedoucím oddělení Genetiky a molekulární biologie na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity. Laboratoř molekulární diagnostiky mikroorganismů (LMDM), v jejímž čele stojí, se zabývá především genomikou patogenních bakterií rodu *Staphylococcus* a jejich bakteriofágů. Mimo vedení své laboratoře Jiří Doškař přednáší předměty Molekulární biologie, Molekulární biologie prokaryot a Genové inženýrství a je školitelem diplomantů a doktorandů. Ve svém volném čase pan profesor rád zahradničí a fotografuje.



Pokud budete mít nějaký doplňující dotaz, kontaktujte Pavlu Havlíčkovou (pavla.havlickova@gmail.com), ne pana profesora.

6. Není inženýr, jako inženýr

20 bodů

Genové inženýrství se zabývá vytvářením pozměněných či nových genů nebo přípravou nových („nepřirozených“) kombinací genů a jejich zaváděním do genomu organismů s cílem rekonstruovat jejich genetickou výbavu a vytvářet tak geneticky modifikované organismy (GMO).

Metodickým základem genového inženýrství jsou manipulace s DNA *in vitro* (klonování genů a jejich úpravy) a cílené změny genetické informace prováděné *in vivo*.

Jedním z praktických využití genového inženýrství je produkce látek významných v lékařství, zemědělství a průmyslu ve velkých množstvích v organismech, které tyto látky přirozeně nesyntetizují. Příkladem je lidský inzulin, který se dnes rutinně pěstuje v bakterii *Escherichia coli*. Jako produkující organismy jsou zpravidla využívány bakterie, popřípadě kvasinky. Důvody, proč tomu tak je, vycházejí z některých vlastností těchto organismů.

1. **Vysvětlete, proč se pro produkci látek pomocí genového inženýrství používají právě bakterie a kvasinky a ne jiné organismy. Uvedte alespoň tři hlavní důvody.** [3 b]

Inzulin z *E. coli* je jen jedním z běžných případů, kdy je původně lidský produkt po zásahu genetického inženýrství vyráběn bakterií – tedy evidentně zcela rozdílným organismem.

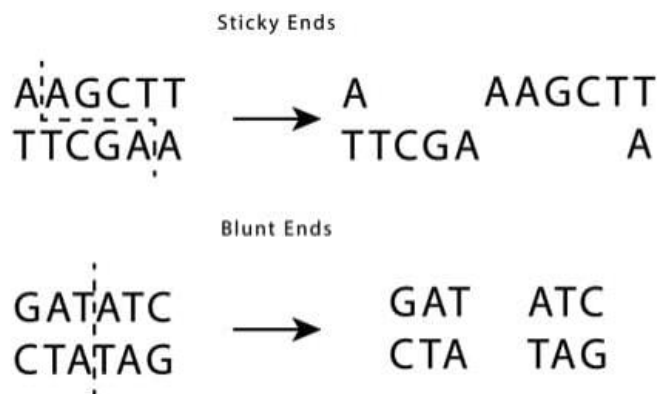
2. **Jak je něco takového vůbec možné? Vysvětlete z genetického hlediska** [3 b]

Při vkládání cizorodého genu do genomu bakterie se gen zpravidla nejdříve vloží do tzv. vektoru – molekuly DNA, která je následně přenesena do bakteriální buňky transformací (přenos volné DNA) nebo transdukcí (přenos DNA prostřednictvím bakteriofága). Při vkládání genu zájmu do vektoru jsou oba konce genu i vektor naštěpeny stejným enzymem. Tento typ

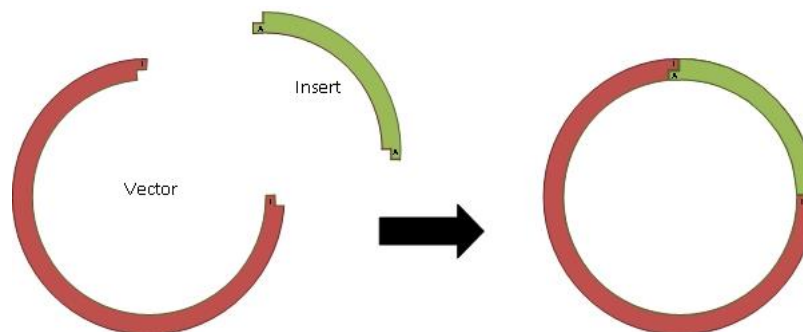
enzymu rozeznává specifickou krátkou sekvenci DNA, uvnitř které (nebo v jejím bezprostředním okolí) štěpí dvojřetězec DNA opět v přesně specifickém místě.

3. Jak se tyto enzymy nazývají? [1 b]
4. Proč je důležité, aby byly gen zájmu i vektor štěpeny stejným enzymem? [1 b]

Některé z těchto enzymů vytvářejí tzv. lepivé (anglicky sticky), jiné tzv. tupé (angl. blunt) konce.



5. V genovém inženýrství se častěji využívají enzymy, vytvářející lepivé (sticky) konce. Proč tomu tak je (jaké výhody poskytují)? [3 b]
6. Spojení naštěpeného vektoru a genu zájmu nám zajistí další typ enzymu tvorbou fosfodiesterové vazby. Jak se tento enzym nazývá? [1 b]



7. Představme si, že už máme nachystaný vektor se začleněným genem zájmu a chceme ho dostat do vybrané bakterie pomocí transformace. Naše bakterie ale za normálních podmínek není schopna cizorodou DNA přijmout. Aby k tomu došlo, musíme ji dostat do tzv. stavu kompetence – přinutíme ji, aby ve své cytoplazmatické membráně vytvořila póry, kterými DNA bude moci projít. Jak toho docílíme? Uveďte alespoň dva způsoby. [2 b]

Úspěšnou transformací v této sadě skončíme. Zajištění genové exprese a izolování proteinu zájmu z kultury se budeme věnovat příště – tato problematika je natolik složitá, že si zaslouží minimálně samostatný úkol.

Na prozatímní rozloučení s genovým inženýrstvím ale využijeme ještě tři lehké obecné otázky:

8. V jakém roce byla na trh uvedena první geneticky modifikovaná potravina? O jakou potravinu šlo (a jakou zvláštní vlastnost měla)? [1 b]
9. Která geneticky modifikovaná plodina je v současnosti ve světě nejpěstovanější? [1 b]
10. Má vytváření GMO i negativní stránky? Existují nějaké hrozby? Svoji odpověď zdůvodněte. Pokud hrozby existují, čeho by se genoví inženýři měli vyvarovat, aby jim zamezili? (odpovědí zaplňte maximálně ½ strany A4) [4 b]