

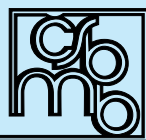
Bulletin

ROČNÍK 36 (2008), ČÍSLO 1



1

**ČESKÁ SPOLEČNOST PRO
BIOCHEMII A MOLEKULÁRNÍ BIOLOGII**



ISSN 1211-2526

BULLETIN

ČESKÉ SPOLEČNOSTI PRO BIOCHEMII A MOLEKULÁRNÍ BIOLOGII

<http://CSBMB.vscht.cz>

PAVEL RAUCH - VÝKONNÝ REDAKTOR

Ústav biochemie a mikrobiologie VŠCHT, 166 28 Praha 6, Technická 5
<pavel.rauch@vscht.cz>

IRENA KRUMLOVÁ - ZÁSTUPCE VÝKONNÉHO REDAKTORA

Česká společnost pro biochemii a molekulární biologii, Kladenská 48,
160 00 Praha 6, tel. 220 445 166

nebo Ústav biochemie a mikrobiologie VŠCHT, 166 28 Praha 6, Technická 5
tel.: 220 445 166, fax: 220 445 167, e-mail <irena.krumlova@vscht.cz>

REDAKČNÍ RADA

P. Rauch, J. Barthová, I. Krumlová, V. Kašička

Příspěvky na disketě 3,5", zpracované v textovém procesoru Word, zasílejte, spolu s vytištěným textem, kterémukoli z redaktorů nebo do sekretariátu společnosti. Prosíme, abyste do textu nemontovali ani obrázky, ani tabulky. Připojte je v originále, případně na disketě ve zvláštních souborech, v textu označte, prosím, jen jejich umístění.

**Adresa ČSBMB: Kladenská 48, 160 00 Praha 6
tel.: 235 360 057**

ISSN 1211-2526

<http://CSBMB.vsch.cz>

<http://CSBMB.vsch.cz>

<http://CSBMB.vsch.cz>

<http://CSBMB.vsch.cz>

<http://CSBMB.vsch.cz>

<http://CSBMB.vsch.cz>

<http://CSBMB.vsch.cz>

<http://CSBMB.vsch.cz>

<http://CSBMB.vsch.cz>

<http://CSBMB.vsch.cz>

ZPRÁVY SPOLEČNOSTI

V. Pačes: Zpráva o činnosti České společnosti pro biochemii a molekulární biologii za rok 2007.....	4
R. Černý: Prof. RNDr. Vladimír Mikeš, CSc.....	5
R. Černý: Profesor Jan Borovanský oslavil 65. narozeniny	7

ODBORNÉ ČLÁNKY

Z. Smékalová, T. Ruml: Cílený posun čtecího rámce – translace alternativních produktů	9
M. Borovský: Reagencie pro transfekci Merck Novagen	19

RŮZNÉ

Cena Josefa V. Košťíře	22
J. Káš: Pro všechny zájemce o imunochemické techniky	23
Cena Arnolda Beckmana	24
Katedra Biochemie – inzerce	26
M. Kousalová: Podzimní škola 2007.....	27

ZPRÁVA O ČINNOSTI ČESKÉ SPOLEČNOSTI PRO BIOCHEMII A MOLEKULÁRNÍ BIOLOGII ZA ROK 2007

V roce 2007 Česká společnost pro biochemii a molekulární biologii uspořádala nebo byla spolupořadatelem několika odborných akcí.

První akcí roku 2007 bylo již v pořadí XI. setkání biochemiků a molekulárních biologů v Brně ve dnech 31. 1. – 1. 2. (<http://orion.chemi.muni.cz/setkani>).

Další akcí konanou za podpory programu NPV II MŠMT ČR a programu INGO MŠMT ČR byl praktický kurz pro středoškolské učitele biologie a chemie, který se konal ve dnech 21. – 28. října na ÚOCHB AV ČR a VŠCHT v Praze (<http://teacher.vscht.cz>). O tuto akci je v řadách středoškolských pedagogů stoupající zájem; praktického kurzu se zúčastnilo 65 mimopražských a 30 pražských pedagogů, kteří absolvovali odborné přednášky s navazujícími laboratorními praktiky.

Ve spolupráci s firmou Sigma Aldrich a Českou společností chemickou se již po osmé konala „Konference mladých“ (12. – 15. června). Této konference se zúčastnilo více než 60 postgraduálních studentů a mladých vědeckých pracovníků – biochemiků a organických chemiků – z celé republiky (www.sigmaaldrich.com).

Ve spolupráci s firmou Merck pořádala Společnost seminář na téma „Interakce proteinů a sacharidů“ (19. dubna) v areálu ústavů Akademie věd v Praze-Krči.

Vrcholnými akcemi ČSBMB v roce 2007 byly dvě mezinárodní konference, a to „Biosorption and Bioremediation Conference“ (<http://bab07.vscht.cz>), která se konala 26. – 30. srpna v hotelu Mövenpick v Praze a ISOBM Conference (<http://isobm07.vscht.cz>) ve dnech 15. – 19.

září v hotelu Dorint také v Praze. První z nich se zúčastnilo 110 vědců specializujících se na environmentální problematiku a druhé konference se zúčastnilo více než 350 odborníků zabývajících se problematikou výzkumu rakoviny.

Své třetí setkání uskutečnila mladá sekce bioinformatiky ČSBMB v březnu v Nových Hradech (<http://www.xray.cz/setkani>).

Česká společnost pro biochemii a molekulární biologii odborně garantovala přednáškový program akce s názvem „Laborexpo“, která se konala v Kongresovém centru Praha ve dnech 26. – 27. září (www.laborexpo.cz). Společnost zde měla vystaven i svůj prezentační plakát.

Česká společnost pro biochemii a molekulární biologii v loňském roce podporovala Studentskou vědeckou odbornou činnost na Ústavu biochemie a mikrobiologie VŠCHT Praha.

Vědecký tajemník společnosti prof. Zima se zúčastnil zasedání Rady FEBS v červnu ve Vídni, kde Česká republika na výstavním stánku již prezentovala přípravu kongresu FEBS 2009 v Praze.

Dva členové Společnosti se zúčastnili semináře „6th International workshop on secondary school science education“ 17. – 19. května v Heidelbergu. Tento seminář úzce navazuje na akci pořádanou společností pravidelně v termínu podzimních prázdnin středních škol (viz Podzimní škola).

Důležitou aktivitou členů Společnosti je přednášková činnost pro odbornou i laickou veřejnost. Tyto přednášky jsou vesměs na aktuální témata (klonování, lidský genom, volné radikály, vitamíny apod.)

ČSBMB byla v uplynulém roce nositelem grantu MŠMT ČR v programu INGO na reprezentaci české biochemie a molekulární biologie ve FEBS, IUBMB, EMBC a ESF a grantu NPV II (Národní program výzkumu) MŠMT ČR. Tento grant je zaměřen na popularizaci přírodovědných oborů (speciálně molekulární biologie) na středních školách. Společnost je i nositelem projektů poskytovaných RVSAV ČR.

Společnost vydává (od roku 1972) Bulletin ČSBMB. Bulletin ČSBMB se stal vedle internetových stránek důležitým informačním médiem pro biochemickou veřejnost.

K dalším službám Společnosti patří odborná garance mladým biochemikům a molekulárním biologům při žádostech o stipendia FEBS, IUBMB a EMBO. Česká republika se účastní i na prestižním programu EMBO Installation Grants (www.embo.org).

Jedním z doporučení při žádosti o stipendia FEBS musí být i potvrzení o členství v národní Společnosti. Počet těchto žádostí a registrace nových mladých členů roste.

Společnost finančně podporuje i cesty mladých členů společnosti na kurzy, které pořádá FEBS (musí projít výběrem FEBS).

Česká společnost pro biochemii a molekulární biologii pracovala v pěti sekcích (biologicky aktivní peptidy, sekce enzymologická, sekce proteomická, sekce bioinformatiky a sekce pro biologickou bezpečnost).

Ve Společnosti je zájmově sdruženo více než šest set biochemiků a molekulárních biologů z ústavů Akademie věd, vysokých škol, nemocnic, hygienických stanic, firem i průmyslových podniků.

Podrobný rozpis aktivit včetně čerpání financí je součástí zprávy o hospodaření. Veškeré informace o České společnosti pro biochemii a molekulární biologii a jejich aktivitách jsou na internetové adrese: <http://csbmb.vscht.cz>.

V Praze dne 13. 2. 2008

Prof. RNDr. Václav Pačes, DrSc.
předseda Společnosti

Zpracovala: ing. Irena Krumlová

PROF. RNDR. VLADIMÍR MIKEŠ, CSc.

18. 12. 1950 – 29. 11. 2007



Koncem minulého roku opustil naši biochemickou obec dlouholetý vedoucí katedry biochemie přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, člen výboru ČSBMB

a dalších odborných institucí, Prof. Vladimír Mikeš.

Narodil se 18. prosince 1950 v Moravské Třebové, kde absolvoval gymnázium s vynikajícím prospěchem. Byl všestranně nadaným studentem, vynikal nejen v přírodovědných, ale též humanitních oborech. Za svůj budoucí obor si pak vybral biochemii (jeho další oblíbené disciplíny – francouzština a klavír – se mu staly jedna významnou pomocnicí při zahraničních pobytech druhá pak celoživotním koníčkem). Vystudoval ji na přírodovědecké fakultě dnešní Masarykovy univerzity v letech 1969

– 1974 a již brzy po nástupu ke studiu se začal zajímat o samostatnou vědeckou práci. Věnoval se vlivu derivátů kumarinu na energetické pochody v mitochondriích a bakteriích a v r. 1974 obhájil diplomovou práci na téma „Fluorometrické sledování interakcí ostruthinu s membránovými systémy“ a v této tematice pokračoval již jako asistent katedry biochemie mateřské fakulty, na níž postupně dosáhl titulu RNDr. (1976) a CSc. (1984).

Významnými mezníky v jeho profesním růstu byly zahraniční pobyty. První byl krátkodobý v r. 1982, kdy absolvoval takřka povinnou stáž v Moskvě, ovšem vybrané pracoviště na tamní universitě mělo dobrou úroveň i přístrojové vybavení a tak tento pobyt umožnil Vladimíru Mikešovi další rozvinutí výzkumné problematiky. V r. 1984 byl vyslán jako expert do Alžírsko, kde působil 3 roky na universitě ve městě Anaba. Po svém návratu se plně věnoval práci na katedře, kde se začíná specializovat na metabolismus dusíku u mikroorganismů. V tomto oboru se pak habilitoval prací „Enzymové systémy asimilující amoniak u mikroorganismů“ a v r. 1995 byl jmenován docentem pro obor biochemie. V té době se již začíná postupně orientovat na rostlinnou biochemii. V r. 1993 získal francouzské vládní stipendium k ročnímu pobytu na Université de Bourgogne v Dijonu, k čemuž vedle odborných předpokladů přispěla též jeho perfektní znalost francouzštiny, které se věnoval již od dob svých gymnasiálních studií. Tento pobyt vyústil v trvalou spolupráci na výzkumném tematu zaměřenému na interakce rostlin s patogeny. Nutno zdůraznit, že Vladimír Mikeš nebyl jen pasivním příjemcem inspirací hostitelskými pracovišti, ale aktivním spolupracovníkem přinášejícím nové podněty a vlastní zkušenosti a erudici, kterou své spolupracovníky obohacoval a jeho přínos byl jimi též vysoce oceňován. A tak po habilitaci odchází znovu do Dijonu,

kde působí v letech 1997 – 1999 jako „invited professor“. Po definitivním návratu do Brna se jeho výzkumná práce zaměřila na toto nové tema, které se stalo i základem pro jeho profesorské řízení zakončené v r. 2005 jmenováním profesorem biochemie. Na problematice regulačních pochodů u rostlin založil na brněnské katedře biochemie výzkumnou skupinu s jasnou perspektivou dalšího rozvoje v podmínkách nových laboratoří v bohunickém areálu, který spolu s ostatními plánoval. Jejich definitivního dokončení se však bohužel dočkal, až už byl vážně nemocen.

Prof. Mikeš se rovněž intensivně zabýval činností pedagogickou. Připravil a uvedl do výuky přednášku z rostlinné biochemie a vedle přednášky základní biochemie se významně podílel na výuce biochemických metod. Pro studenty sepsal několik studijních textů, jednak pro laboratorní cvičení, ale nejvíce studenti oceňovali jeho multimediační Slovník základních pojmů v biochemii. Aktivně vedl studenty na seminářích, svými živými diskusními příspěvky a dotazy vybízel, až provokoval, studenty k větší aktivitě.

Vedle odborné a pedagogické činnosti se prof. Mikeš věnoval i organizační práci. Dlouhá léta vedl katedru biochemie, byl členem výboru naší Společnosti, Národního komitétu pro biochemii a molekulární biologii, oborových rad a zkušebních komisí a dalších odborných institucí. Měl před sebou ještě mnoho plodných let, v nichž se dalo očekávat, že významně přispěje k dalšímu rozvoji nejen brněnské, ale celé české biochemie. Jeho pracovní elán a aktivita tomu jednoznačně nasvědčovaly. Všechny nás překvapila těžká nemoc, která zhatila tyto perspektivy a my jsme mohli jenom sledovat jeho úporný boj o její zvládnutí a návrat k činorodé práci a přát mu úspěch. Bohužel, nestalo se tak a my můžeme jenom vzpomínat na všechno, co pro nás vykonal.

PROFESOR JAN BOROVANSKÝ OSLAVIL 65. NAROZENINY



Jako každý medik jsem se setkal se jménem Borovanský hned na počátku studia, respektive ještě před jeho začátkem, při vypůjčování učebnic do I. ročníku, neboť rozhodující objem i hmotnost vypůjčených knih tvořila anatomie, jmenovitě učebnice Ladislav Borovanský a kolektiv: Soustavná anatomie člověka I a II. To bylo v r. 1960. O 6 let později jsem se znovu setkal se jménem Borovanský, tentokrát to byl ale Jan, to když jsem narukoval k závěrečnému vojenskému soustředění v rámci vojenské katedry a později k vojenské prezenční službě do Hradce Králové k úvodnímu soustředění absolventů lékařských fakult. Sblížil jsem se tam s desátníkem-absolventem MUDr. Janem Borovanským na základě shodně zvolené profese, ale i lidsky, což nám zůstalo dodnes.

Ano, syn slavného anatoma si zvolil dráhu biochemika. Učinil tak hned během prvního ročníku svého studia. Na základě nabídky prof. MUDr. Antonína Felixe Richtera, DrSc. se dostavil na počátku 2. ročníku studia v den sv. Václava 28. září 1961 do II. ústavu pro chemii lékařskou na tehdejší Fakultě všeobecného lékařství UK v Praze, aniž by tušil, že to vše potrvá dalších možná 50 let. Pod profesorovým

vedením prošel martyriem laboratorních prací, především titračních analýz, které pravděpodobně měly odlišit povrchní zájemce od těch skutečných. Jan Borovanský vydržel a po skončení medicínského studia v r. 1966 dosáhl pozice vědeckého aspiranta (dnes postgraduálního studenta) na stejném ústavu. Jeho školitelem byl ustanoven doc. MUDr. Jiří Duchoň, CSc., čímž bylo dáno i odborné zaměření Jana Borovanského – výzkum maligního melanomu a melanogeneze, který na tomto ústavu tehdy patřil přinejmenším k evropské špičce. V době pobytu doc. Duchoně na Harvardské universitě v USA byl Borovanského školitelem tehdejší doc. Ing. Dr. Zdeněk Vodrážka, DrSc. z ÚHKT. Vedoucím ústavu tehdy byl prof. MUDr. et MVDr. Jan Šula, DrSc., další významná osobnost české onkologické chemie, od roku 1970 jej vystřídal již zmíněný doc. Jiří Duchoň (později prof. DrSc.). Z učednických let Jan Borovanský plynule přešel do let tovaryšských a mistrovských, kandidátskou práci obhájil v r. 1976, v roce 1979 jsme se spolu sešli u habilitačního řízení, protože naše dvě habilitace z oboru lékařské chemie a biochemie byly na programu Vědecké rady FVL UK v Praze ve stejný den.

V pedagogickém procesu je na své fakultě zapojen od roku 1965, učí a zkouší lékařskou chemii, biochemii a pathobiochemii, včetně výuky v anglickém jazyce. Je autor a spoluautor řady učebnic. Vyučoval i na 2. a 3. LF v Praze. V roce 1996 byl vítěz studentské ankety hodnocení učitelů na 3. LF UK.

Ve výzkumu je systematicky zapojen od roku 1967, podílel se na výzkumu maligního melanomu, řídil skupinu celulární biochemie. Zaměřil se zejména na studium různých enzymových aktivit na buněčné a subcelulární úrovni, jež by mohly sloužit jako markery maligního melanomu, na funk-

ce melanosomů a biologické účinky zinečnatých iontů. Spolupracoval s pracovníky Ústavu experimentální onkologie SAV Bratislava, s britskými pracovišti v Sheffieldu a University College v Londýně, s univerzitou v Leidenu v Nizozemí i s pracovišti v Polsku. Byl řešitelem nebo spoluřešitelem řady grantů na všech možných úrovních grantového systému.. Přednášel mnohokrát jako zvaný řečník v zahraničí, včetně National Cancer Institute, NIH, Bethesda, USA.

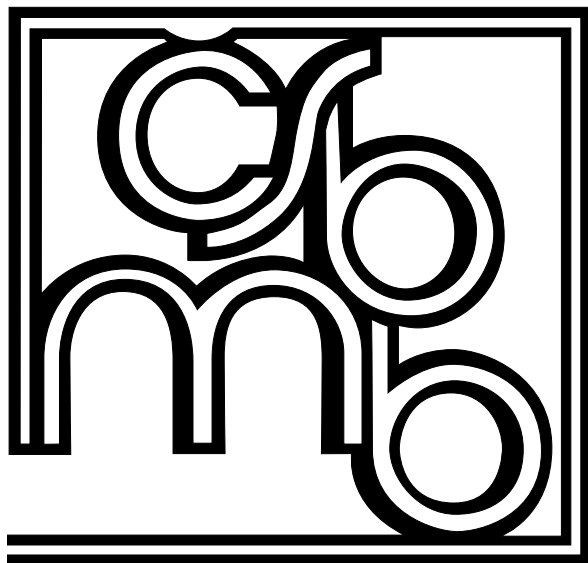
Od roku 1968 je členem Československé biochemické společnosti (nyní ČSBMB) a kromě toho členem několika společností České lékařské společnosti J. E. Purkyně. Je členem European Society for Pigment Cell Research, v letech 1990 – 1998 byl členem výboru této společnosti. Působí jako editor a recenzent několika časopisů – Melanoma Research, The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, Pigment Cell Research, Pigment Cell Research Bulletin a Folia Biologica.

Jan Borovanský prožil větší polovinu svého dosavadního života s nemalým zdra-

votním handicapem. Podporu našel vždy u své rodiny a přátel. Nikdy si na svůj osud nestěžoval, nikdy nepožadoval úlevy v práci. V roce 2004 byl jmenován profesorem lékařské chemie a biochemie, je členem Českého národního komitétu pro biochemii a molekulární biologii, v současné době pracuje v organizačním výboru kongresu FEBS, který bude v Praze v roce 2009, nově byl zvolen do Akademického senátu I.LF UK. Kromě u nás běžných titulů před i za jménem obdržel prof. Borovanský ještě několik unikátních až tajemných titulů. Kupř. je členem The Quintox Group a byl jmenován Fellow of the Totteridge Institute for Advanced Science. Vedle titulů je prof. Borovanský nositelem kvalitního humoru, který by mohl být nazván suchý, či anglický, ale co je nejdůležitější, je to humor neutuchající a alespoň pro mne je vždy vzpruhou.

Ad multos annos!

Radim Černý



CÍLENÝ POSUN ČTECÍHO RÁMCE – TRANSLACE ALTERNATIVNÍCH PRODUKTŮ

Zdena Smékalová a Tomáš Ruml

Ústav biochemie a mikrobiologie, VŠCHT, Technická 3, 166 28 Praha 6
smekaloz@vscht.cz, tomas.ruml@vscht.cz

1. Úvod

Přestože translace mRNA je velmi přesným a dobře regulovaným procesem, dochází k chybám i na této úrovni¹⁻³. K zařazení nesprávné aminokyseliny do molekuly proteinu dochází s četností nižší než $3 \cdot 10^{-3}$. Ve většině případů má záměna jedné aminokyseliny minimální vliv na funkci či aktivitu daného proteinu, což může být jedním z důvodů, proč nedošlo k vývoji přesnějšího mechanismu výběru aminoacyl-tRNA při translaci. Translační chyby se změněným smyslem mohou být způsobeny buď vazbou nesprávné aminokyseliny na tRNA pomocí aminoacyl-tRNA synthetasy nebo inkorporací nesprávné, tj. kodonu neodpovídající, tRNA do aminokyselinového (A) místa ribosomu. Taková tRNA se zpravidla páruje s kodonem pouze dvěma bázemi, což může mít v důsledku degenerovaného genetického kódu za následek zařazení strukturně podobné (někdy i téže) aminokyseliny vzhledem k aminokyselině kódované.

Vážnější jsou chyby vedoucí k předčasně terminaci translace, například spontánní disociaci peptidyl-tRNA z peptidového (P) místa ribosomu v důsledku zařazení nesprávné aminoacyl-tRNA. Chyby vedoucí ke změně čtecího rámce mívají rovněž fatální důsledky pro syntézu funkčního proteinu. Důvodem je kompletní změna sekvence od místa posunu a předčasná terminace v důsledku častého výskytu stop kodonů

v posunutých, nekódujících čtecích rámcích. Četnost výskytu chyb v důsledku posunu čtecího rámce je nižší, asi $3 \cdot 10^{-5}$, než výskyt chyb se změněným smyslem nebo disociace peptidyl-tRNA²⁻⁴.

Určité motivy mRNA účinně stimulují děje podobné translačním chybám, jejichž četnost je pak o několik řádů vyšší. Jistý podíl ribosomů pak pokračuje v translaci ve čtecím rámcí posunutém o (–1) nebo (+1) nukleotid nebo dokonce po vynechání určitého úseku mRNA. Jiné motivy mRNA stimulují pročení stop kodonu²⁻⁶. Účinnost posunu čtecího rámce se pohybuje v rozmezí od 1 % do 50 % v závislosti na strukturních motivech mRNA, které místu posunu čtecího rámce předcházejí nebo je následují. Tyto sekvence zpomalují proces translace, a tak zvyšují pravděpodobnost posunu čtecího rámce, který je při normální rychlosti translace velmi nepravděpodobný. Jde tedy o kineticky řízené procesy².

2. Typy cíleného posunu čtecího rámce

Typy posunu čtecího rámce lze klasifikovat podle mechanismu (posun o jeden nukleotid ve směru nebo proti směru translace) nebo podle polohy místa posunu v genu a s tím souvisejícího vlivu na předčasnou terminaci a vznik funkčního proteinu. Dle jejich fyziologického významu klasifikujeme posuny čtecích rámců do tří tříd².

Třída I

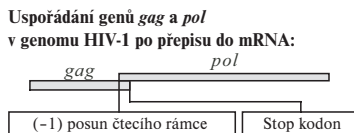
K posunu čtecího rámce první třídy dochází před 3' koncem genů. Většina ribosomů překládá celý gen v jednom čtecím rámci a k terminaci je využit stop kodon daného genu. Malé procento ribosomů však před koncem prvního genu změní čtecí rámec a pokračuje v translaci v novém (posunutém) čtecím rámci stovky až tisíce nukleotidů za stop kodon genu překládaného v původním čtecím rámci. Účelem takového posunu čtecího rámce je syntéza proteinů, které sdílejí stejnou N-terminální část. C-Terminální prodloužení může způsobit pozměněnou biologickou aktivitu nebo jinak ovlivnit funkci N-terminální části.

Velmi detailně je posun čtecího rámce tohoto typu prostudován u retrovirů, kde se uplatňuje při regulaci vzájemného poměru strukturních proteinů tvořících schránku kapsidy a retrovirových enzymů, jichž je zapotřebí řádově menší množství. Zralý virion obsahuje strukturní proteiny tvořící kapsidu: matrixový, kapsidový, nukleokapsidový, které jsou společné všem retrovirům a některé další proteiny specifické pro jednotlivé retroviry. Tyto proteiny jsou virionu přítomny v ekvimolárním množství, neboť vznikají specifickým štěpením společného polyproteinového prekurzoru (Gag). Všechny retroviry obsahují také enzymy: proteasu, reversní transkriptasu a integrasu^{7,8}, které jsou kódovány společným genem (*pol*) a vznikají tedy také nejprve ve formě prekurzoru. Obecně, genom retrovi-

rů obsahuje geny *gag*, *pol* (obr. 1) a *env* (kódující transmembránové glykoproteiny, které vznikají ze sestřižené RNA a nepodléhají tedy posunu čtecího rámce, proto o nich není v tomto přehledu pojednáno). U většiny retrovirů vzniká prekurzor retrovirových enzymů (z genu *pol*) ve formě fúzního produktu s polyproteinem Gag, tedy jako Gag-Pol.

Při translaci většina ribosomů využije k terminaci stop kodon genu *gag* a syntetizuje pouze polyprotein Gag. U 5 – 20 % ribosomů dochází před koncem genu *gag* k posunu čtecího rámce o jeden nukleotid zpět, a tak se stop kodon genu *gag* dostává mimo čtecí rámec. Tyto ribosomy pokračují v translaci genu *pol*, za vzniku fúzního polyproteinu Gag-Pol. Tento mechanismus zajišťuje stejnou N-terminální část polyproteinů Gag i Gag-Pol, která je nezbytná pro jejich inkorporaci do nezralé virové částice. Účinnost posunu čtecího rámce je u jednotlivých druhů retrovirů dána fyziologicky, a tak je zajištěn správný poměr strukturních proteinů a enzymů, jehož zachování je nezbytné pro vznik zralé infekční virové částice.

Tento typ (-1) posunu čtecího rámce se uplatňuje také při expresi minoritního kapsidového proteinu bakteriofága T7, infikujícího *Escherichia coli*². Vzniká tak alternativní forma hlavního kapsidového proteinu. Podobný jev byl pozorován např. u hlavního kapsidového proteinu bakteriofága A2 *Lactobacillus* A2 (cit.⁹).



Polyproteinové prekurzory:



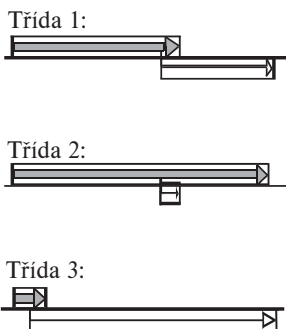
Obr. 1. Schematické znázornění uspořádání genů *gag* a *pol* v genomu viru lidské imunodeficiency (HIV-1); gen *gag* kóduje základní polyproteinový prekurzor Gag (A), při jehož syntéze nedochází k posunu čtecího rámce. Produkty genu *pol* jsou syntetizovány ve fúzi s produktem genu *gag* za vzniku polyproteinu Gag-Pol (B), v důsledku posunu čtecího rámce před koncem genu *gag* o jeden nukleotid zpět.

Třída 2

Posun čtecího rámce druhé třídy má jiný účel než první typ a výsledkem je zkrácená forma proteinu. V původním čtecím rámci vzniká funkční protein, ale ribosomy posunuté do nového čtecího rámce syntetizují kratší formu s odlišnou funkcí. Např. expresí genu *dnaX* *E. coli* v původním čtecím rámci vzniká protein DnaX, který má 640 aminokyselin a tvoří τ podjednotku DNA polymerasy III. Přibližně polovina ribosomů je po inkorporaci 430. aminokyseliny posunuta do čtecího rámce (–1), ve kterém připojí jedinou aminokyselinu a poté dojde k terminaci na kodonu UGA za vzniku γ podjednotky enzymu^{5,10}.

Třída 3

K posunu čtecího rámce třetího typu dochází krátce po iniciaci translace a pouze protein syntetizovaný v posunutém čtecím rámci je biologicky aktivní. Ribosomy, které pokračují v translaci v původním čtecím rámci, produkují nefunkční protein. Příkladem je exprese genu *prfB*, který kóduje uvolňovací faktor 2 (RF2) *E. coli*. Posun čtecího rámce zde umožňuje autoregulaci exprese genu (viz níže).



Obr. 2. Tři třídy cíleného posunu čtecího rámce; šedé šipky v horním rámečku představují oblast mRNA (černá čára) překládanou ribosomy v původním čtecím rámci. Černé šipky ve spodních rámečcích reprezentují úsek překládaný v posunutém čtecím rámci. Translační produkty představované silnými šedými šipkami jsou syntetizovány v přebytku.

3. Mechanismus cíleného posunu čtecího rámce

Elongaci polypeptidového řetězce, při níž dochází k posunu čtecího rámce, lze zjednodušeně popsat kroky:

- vazba aminoacyl-tRNA do A (aminokyselinového) místa ribosomu,
- vznik peptidové vazby katalyzovaný peptidyltransferasou,
- translokace peptidylu z A do P (peptidového) místa ribosomu,
- uvolnění deacylované tRNA z E („exit“) místa ribosomu.

Obecné principy (+1) i (–1) cíleného posunu čtecího rámce byly popsány na základě výsledků studia virů a retrotransposonů (krátké úseky DNA, které se přemisťují v genetickém materiálu pomocí reverzní transkriptasy). K cílenému posunu čtecího rámce je třeba dvou motivů na mRNA: tzv. „klouzavé sekvence“ mRNA, kde je posun tRNA zvýhodněn, a stimulatoru zvyšujícího účinnost celého děje pravděpodobně dočasným zastavením pohybu ribosomu. Stimulátorem bývá pomalu překládaná oblast mRNA, což mohou být: kodon pro vzácnou tRNA („hungry codon“), nedokonalé rozpoznávání stop kodon, oblast interakcí mRNA-rRNA nebo oblast sekundárních a terciárních struktur mRNA.

Dosud nejlépe odpovídá všem studovaným příkladům cílených posunů čtecího rámce tzv. integrovaný model^{11,12}. Oba typy cíleného posunu čtecího rámce (+1) i (–1) jsou řízeny kineticky a proběhnou pouze v případě, že ribosom je přechodně zastaven díky přítomnosti *cis*-signálů na mRNA (sekundární a terciární struktury mRNA vyskytující se na dané molekule). Typ posunu je ovlivněn způsobem obsazení vazebných míst ribosomu molekulami tRNA. K (–1) posunu dochází v okamžiku, kdy je P i A místo ribosomu obsazeno, zatímco k (+1) posunu dojde pouze, když A místo není obsazeno molekulou tRNA.

Lze předpokládat, že mutace nebo sloučenina ovlivňující vazbu a selekci amino-

acyl-tRNA do A místa by měla ovlivnit účinnost buď (-1) nebo (+1) posunu čtecího rámce, nikdy ne obou současně. Tento předpoklad byl experimentálně ověřen, a tak byla platnost integrovaného modelu prokázána¹².

Selekce a vazba aminoacyl-tRNA

Eukaryotní elongační faktor eEF1 α , který je spolu s aminoacyl-tRNA a GTP součástí ternárního komplexu, umožňuje vazbu aminoacyl-tRNA do A místa ribosomu. Mutace zpomalující recirkulaci eEF1 α z ternárního komplexu posouvá rovnováhu ve prospěch ribosomů s obsazeným P místem a prázdným A místem, a tak zvyšuje pravděpodobnost (+1) posunu čtecího rámce. Naopak při mutaci vazebného místa pro GTP v eEF1 α setrvává ternární komplex v A místě déle, což podporuje (-1) posun čtecího rámce.

Množení tzv. kvasinkového viru („yeast killer virus“), které je závislé na (-1) posunu čtecího rámce, je inhibováno anisomycinem, tj. antibiotikem, které specificky inhibuje vstup aminoacyl-tRNA do A místa ribosomu. Předpokládá se, že anisomycin také zvyšuje účinnost opravného mechanismu v A místě, a tak se podílí na zachování původního čtecího rámce.

Vytvoření peptidové vazby a translokace

Před translokací je A i P místo ribosomu obsazeno tRNA, zatímco po translokaci je A místo volné, v místě P je peptidyl-tRNA a deacylovaná tRNA je v místě E. Sparsomycin je antibiotikum inhibující tvorbu peptidové vazby, čímž prodlužuje dobu setrvávání ribosomu na „klouzavé sekvenci“ s oběma místy (P i A) obsazenými tRNA. Sparsomycin tak v souladu s integrálním modelem zvyšuje účinnost (-1) posunu čtecího rámce.

Inhibice translokace snižuje množství ribosomů vhodných pro (+1) posun čtecího rámce. Množství ribosomů vhodných pro

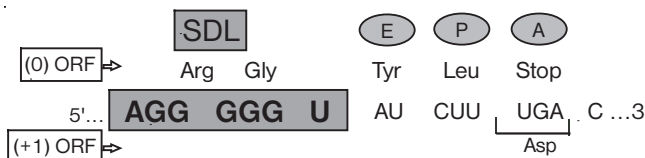
(-1) posun čtecího rámce by mělo naopak vzrůstat, neboť aminokyselinové místo zůstává obsazeno. Zjištění, že ke zvýšení účinnosti (-1) posunu nedochází, potvrzuje, že ribosom po vytvoření peptidové vazby již nemůže z termodynamického hlediska posunout čtecí rámec.

3.1. Cílený (+1) posun čtecího rámce u prokaryot

Dobře popsáním příkladem (+1) posunu čtecího rámce u prokaryot je posun nutný k translaci *prfB* genu *E. coli*, který kóduje uvolňovací faktor 2 (RF2)^{2,4,5} nutný k uvolnění nově syntetizovaného polypeptidového řetězce na stop kodonu. Aby ribosom syntetizoval aktivní RF2 správné délky, musí v pozici 26 od iniciačního kodonu zabránit terminaci posunem čtecího rámce o 1 nukleotid ve směru translace. Ribosomy pak přeloží ještě dalších 340 kodonů v novém čtecím rámci za vzniku funkčního uvolňovacího faktoru RF2. Posun čtecího rámce umožňuje autoregulační mechanismus. Pokud je hladina RF2 v buňce vysoká, převládá terminace translace *prfB* genu v důsledku vazby RF2 na UGA kodon v pozici 26 původního čtecího rámce. Vzniká tak zkrácený neaktivní protein, který je rychle degradován. Je-li hladina RF2 v buňce nízká, ribosomy překonají terminační kodon posunem čtecího rámce, což vede k produkci aktivního RF2. Pozoruhodná je účinnost tohoto jevu, jež se může pohybovat v rozmezí od 30 až do 100 %.

Analýzy mutantů se změnami v okolí místa posunu čtecího rámce *prfB* genu ukázaly, že tento jev závisí na kombinaci tří elementů (obr. 3):

- slabý terminační kodon UGA následovaný cytosinem,
- poslední smysluplný kodon původního otevřeného čtecího rámce CUU, který umožňuje slabé párování G s U v poslední pozici, sekvence připomínající Shine-Dalgarnovu sekvenci (SD-like sequence, SDL).



Obr. 3. Úsek mRNA genu *prfB* *E. coli*, kde dochází k posunu čtecího rámce o +1 nukleotid ve stavu, kdy se terminační kodon UGA nachází v A místě ribosomu; sekvence podobná Shine-Dalgarnově sekvenci (SDL) překrývá svým 3'-koncovým nukleotidem UAU kodon pro tyrosin, který je při posunu čtecího rámce v E místě ribosomu. Peptidová sekvence nad sekvencí mRNA odpovídá původnímu čtecímu rámci (0); nový čtecí rámec (+1) začíná aspartátem

Bylo prokázáno, že triplet UGA je nejslabším terminačním kodonem, jehož účinnost je modifikována následující bází. C v této pozici nejúčinněji zeslabuje stop signál¹³. Sekvence podobná Shine-Dalgarnově (SDL), AGG GGG, je komplementární ke 3' konci 16S rRNA stejně jako Shine-Dalgarnova sekvence, která určuje iniciaci translace. Na rozdíl od dobře prostudované Shine-Dalgarnovy sekvence, která leží před překládanou oblastí, je SDL umístěna uvnitř kódující sekvence mRNA. Poslední nukleotid SDL je totožný s prvním nukleotidem E místa ribosomu v okamžiku, kdy se terminační UGA kodon nachází v A místě téhož ribosomu (obr. 3). Bylo potvrzeno, že vzdálenost mezi SDL sekvencí a místem posunu je kritická pro zachování vysoké účinnosti posunu čtecího rámce. Vzdálenost iniciační Shine-Dalgarnovy sekvence od iniciačního místa je větší než vzdálenost SDL od místa posunu čtecího rámce, a proto dřívější hypotézy předpokládaly, že interakce SDL s komplementární sekvencí ribosomální RNA způsobuje pnutí v ribosomu, které „táhne“ peptidyl-tRNA do (+1) místa. Poslední studie však prokázaly přímou souvislost mezi obsazením E místa deacylovanou tRNA a účinností posunu čtecího rámce⁴. Interakce SDL s ribosomální RNA způsobí uvolnění deacylované tRNA z E místa, a tak na ribosomu zůstane pouze jedna tRNA, peptidyl-tRNA. Takový ribosom je pak velmi náchylný k posunu do (+1) čtecí-

ho rámce. Takto bylo prokázáno, že obsazení E místa má nezbytnou úlohu pro zachování čtecího rámce.

Výskyt SDL uvnitř kódující sekvence byl potvrzen i v *dnaX* genu *E. coli*. Vzdálenost SDL od místa posunu čtecího rámce v tomto genu je na rozdíl od výše uvedeného příkladu (pro (+1) posun) větší než vzdálenost iniciační Shine-Dalgarnovy sekvence od iniciačního kodonu, a proto její interakce s 16S rRNA stimuluje posun peptidyl-tRNA do (-1) místa. Předpokládá se, že SDL sekvence se vyskytuje i u dalších genů, které obsahují místa posunu čtecího rámce.

3.2. Cílený (+1) posun čtecího rámce u eukaryot

U eukaryot bylo popsáno několik případů posunu čtecího rámce o 1 nukleotid ve směru translace. Komplexním příkladem je (+1) posun v genu pro inhibitor (označovaný jako „antizym I“) ornitin dekarboxylasy (ODC), která se účastní syntézy životně nezbytných polyaminů. ODC katalyzuje první krok biosyntézy polyaminů tj. přeměnu ornithinu na putrescin. Putrescin následně slouží jako prekurzor pro syntézu polyaminů spermidinu a sperminu. Vysoké koncentrace polyaminů v buňce mohou být toxické, jsou spojovány se vznikem neurologických disfunkcí, Alzheimerovy choroby či rakovinného bujení, a proto je nutný citlivý regulační mechanismus zajišťující jejich optimální koncentrace.

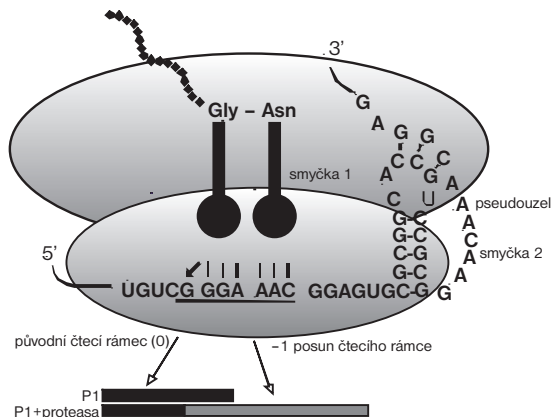
Úloha antizymu v regulaci hladiny buňčných polyaminů spočívá v jeho schopnosti vázat a inhibovat ornithin dekarboxylasu a směřovat ji k degradaci do proteasomů³. mRNA antizymu obsahuje dva překrývající se čtecí rámce; první má dva iniciační signály, ale jeho translaci nevzniká žádný protein, zatímco druhý čtecí rámec nemá iniciační signál, ale kóduje aktivní domény antizymu. Syntéza funkčního antizymu vyžaduje iniciaci translace na jednom z iniciačních míst prvního čtecího rámce a (+1) posun čtecího rámce na kodonu, který těsně předchází stop kodonu prvního čtecího rámce. V důsledku vysoké koncentrace polyaminů (spermidin, spermin), které zvyšují účinnost takového posunu čtecího rámce až na 30 %, vzrůstá koncentrace aktivního antizymu (viz níže). Tak je zajištěn zpětnovazebný mechanismus regulace hladiny polyaminů v buňce.

Místo posunu čtecího rámce savčí mRNA pro antizym je tetraplet UCCU uvnitř sekvence 5'UCCUGA3'. Pro posun čtecího rámce je důležité, aby 3' báze tetrapletu byla zároveň první bází stop kodonu. Nezbytný je

také pseudouzlel (viz kap. 3.4), jehož začátek se nachází 3 nukleotidy za stop kodonem, a rovněž specifická sekvence na 5' straně místa posunu čtecího rámce. Tyto motivy mRNA kódující antizym jsou nezbytné pro posun čtecího rámce, ke kterému však v nepřítomnosti polyaminů nedochází vůbec nebo jen s minimální účinností. Zvyšování koncentrace polyaminů v buňce vede ke stimulaci posunu čtecího rámce tohoto genu a jeho účinnost může dosáhnout až 30 %. Přesný mechanismus stimulace posunu čtecího rámce polyaminy není dosud objasněn. Předpokládá se, že indukce posunu čtecího rámce je zprostředkována přímo složkami translačního aparátu buňky, například ribosomy. Je zajímavé, že tento neobvyklý způsob regulace translace – nutnost posunu čtecího rámce pro syntézu funkčního antizymu – je zachován od kvasinek po obratlovce, stejně jako sekvence, na kterých k posunu dochází¹⁴.

3.3. Cílený (–1) posun čtecího rámce u eukaryot

Cílený posun čtecího rámce o (–1) nukleotid byl popsán nejprve u retrovirů



Obr. 4. Model (–1) cíleného posunu čtecího rámce Beet western yellow viru (BWYV) s typickou „klouzavou“ sekvencí a pseudouzlem oddělenými šestinukleotidovou sekvencí; nejčastější pseudouzlel se skládá ze dvou vláseňek a dvou smyček, přičemž báze druhé smyčky se mohou v některých případech párovat s bázemi první vláseňky a tvořit intramolekulární triplex (např. u HIV-1). Obdélníky ve spodní části obrázku schematicky znázorňují translační produkty původního čtecího rámce P1 a fúzní polyprotein, který je syntetizován v důsledku cíleného (–1) posunu čtecího rámce.

(první třída cíleného posunu čtecího rámce, viz výše), ale později také u koronavirů, rostlinných a kvasinkových virů, bakterií a nedávno i u savčího genu *Edr*¹⁵. K tomuto posunu jsou rovněž nezbytné dva motivy mRNA, heptanukleotidová klouzavá sekvence, za níž následuje sekundární nebo terciární struktura mRNA¹⁶. Vzdálenost obou sekvencí 5-9 nukleotidů je pro účinnost posunu důležitá. Klouzavá sekvence má obecný sled nukleotidů X-XXY-YYZ, kde X mohou být jakékoli tři shodné nukleotidy, Y značí A nebo U a Z je A, U nebo C. K posunu čtecího rámce dochází, když jsou kodony XXY-YYZ obsazeny peptidyl-tRNA a aminoacyl-tRNA v odpovídajících místech ribosomu (integrováný model, viz výše). Triplety čtecích rámců jsou v textu odděleny pomlčkami. Při posunu obě tRNA simultánně přeruší párování, ribosom se posune o 1 nukleotid zpět a obě tRNA se párují v -1 ORF (XXX-YYY). První dvě báze obou antikodonů tak zůstávají spárované, což je postačující pro zařazení příslušných aminokyselin do sekvence rostoucího peptidu. Poté se vytvoří peptidová vazba, dojde k translokaci a translace pokračuje v -1 čtecím rámcí. Pravděpodobnost procesu je zvýšena přítomností sekundární nebo terciární struktury mRNA, která způsobí pozastavení ribosomu na klouzavé sekvenci^{6,17-19}. Takovou strukturou bývá nejčastěji pseudouzlel, viz (obr. 4).

3.4. Role mRNA

Pseudouzlel, prvek terciární struktury RNA^{1,20}, je obecně odvozen od prvků sekundárních struktur RNA. Pseudouzly, které se uplatňují v místech posunu čtecího rámce, jsou odvozeny od vlásenkové smyčky RNA (pseudouzly typu H) a vznikají párováním bází mezi úsekem smyčky ve vlásence a vzdálenějším jednořetězcovým úsekem téže molekuly RNA (obr. 4, cit.²¹).

Ribosomální proteiny S3, S4 a S5, které obklopují vstupní místo mRNA do ribosomálního komplexu mají helikasovou aktivitu,

váží helikální oblasti mRNA a separují její řetězce při vstupu do ribosomu. Navržená teorie předpokládá, že strukturní motivy podporující posun čtecího rámce znemožňují účinnou interakci s těmito „rozplétacími“ proteiny. Zjednodušeně lze konstatovat, že struktura pseudouzlu blokuje vstup mRNA do vstupního žlábků ribosomu, protože čelní část pseudouzlu má rozměry $37 \times 18 \text{ \AA}$, zatímco vstupní brána do ribosomálního tunelu mezi S3, S4 a S5 proteiny je zúžena na $17 \times 20 \text{ \AA}$ (cit.^{22,23}). Po translokaci je tak pohyb mRNA kladen značný odpor, což může vyústit v jeden z následujících dějů:

- rozpletení pseudouzlu,
- disociace komplexu ribosom a mRNA,
- (-1) posun čtecího rámce.

Dosud není objasněno, čím je řízen výběr těchto tří možností. Mechanismus posunu čtecího rámce využívá řada virů k syntéze proteinů nezbytných pro tvorbu nových virových částic. Přítomnost a stabilita pseudouzlu je významná pro účinnost posunu čtecího rámce, a proto lze očekávat, že účinného narušení struktury pseudouzlu může být v budoucnu využito k antivirové terapii¹⁶.

3.5. Role modifikovaných tRNA

V eukaryotních buňkách se vyskytují tRNA (pro Asn, Asp, His, Phe a Tyr) s modifikovanými bázemi ve 3' pozici antikodonu, např. wybutosin (Y) v případě Phe tRNA a queuosin (Q) u Asn tRNA (obr. 5). Změny modifikace bází v antikodonové smyčce tRNA mohou ovlivnit účinnost (-1) posunu čtecího rámce.

Signály pro posun čtecího rámce u retrovirů i vyšších eukaryot obsahují kodony pro tyto aminokyseliny. Bylo experimentálně prokázáno, že v buňkách infikovaných retroviry (Human T-cell Leukemia Virus, Human Immunodeficiency Virus, Rous Sarcoma Virus) většina Phe tRNA nebo Asn tRNA postrádá tyto modifikované báze v antikodonové smyčce. Phe tRNA a Asn tRNA bez modifikovaných bází se

označují jako tzv. „shifty“ (od shift = posun) tRNA, protože stimulují posun čtecího rámce na klouzavých sekvencích obsahujících odpovídající kodony^{24,25}. Předpokládá se, že nepřítomnost modifikovaných bází v antikodonové smyčce přispívá k posunu čtecího rámce, neboť zde poskytuje více prostoru, což umožňuje větší flexibilitu antikodonu. Modifikace ostatních bází antikodonové smyčky hraje také důležitou úlohu v regulaci posunu čtecího rámce²⁶. Bylo také prokázáno, že mnoho nádorových buněk obsahuje vysoké hladiny těchto nemodifikovaných bází. Udržování tRNA ve vysoce modifikovaném stavu by tak mělo inhibovat nejen retroviry, ale také růst neoplazií. Tyto možnosti terapie jsou předmětem intenzivního studia^{24,27}.

3.6. Role inhibice peptidyltransferasy

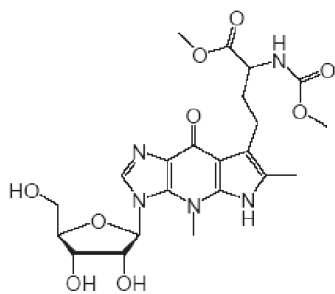
Inhibitory peptidyltransferasy specificky ovlivňují účinnost (–I) cíleného posunu čtecího rámce, a tím např. i poměr polyproteinů Gag/Gag-Pol v retrovirech²⁸. Inhibitor peptidyltransferasy, sparsomycin, postačuje k zabránění propagace kvasinkových virů L–A a M1 (cit.²⁹). Mutace ribosomálního proteinu L3 a nepřítomnost proteinu L41 vede k inhibici peptidyltransferasy *Saccharomyces cerevisiae* a následně ke zvýšené účinnosti (–I) posunu čtecího rámce³⁰. Předpokládá se, že snížení aktivity peptidyltransferasy má za následek prodloužení zdržení ribosomu ($> 20^{-1}$ s) na „klouzavé“

sekvenci ve chvíli, kdy je P i A místo obsazeno, a tak je poskytnuto více času k posunu čtecího rámce. Celková rychlost elongace se ale nezmění, protože děj limitující rychlost je stále přítomnost aminoacyl-tRNA v A místě ribosomu (8^{-1} s) a disociace EF-Tu-GDP z ribosomu (4^{-1} s) – data pro ribosomy *E.coli*, u eukaryot se předpokládá analogie³⁰.

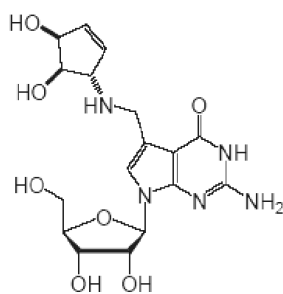
4. Uměle stimulovaný (–I) posun čtecího rámce

K posunu čtecího rámce může docházet i tehdy, když stimulující strukturní elementy jsou přítomny na dvou různých RNA (*trans*-elementy). Nedávný výzkum ukázal, že oligonukleotidy komplementární k úseku začínajícímu čtvrtým nukleotidem za „klouzavou“ sekvenci zvyšují účinnost (–I) posunu čtecího rámce z bazální hladiny ~ 1 % až na 40 %. Tyto experimenty byly provedeny s použitím „klouzavých“ sekvencí vyskytujících se přirozeně u retrovirů. Účinnost posunu čtecího rámce na studovaných sekvencích s přirozenými stimulatory (pseudouzly) je 10 – 20 %. Bylo tedy prokázáno, že stimulaci posunu čtecího rámce lze navodit i použitím komplementárního oligonukleotidu, který působí jako překážka v pohybu ribosomu³¹.

Stimulace posunu čtecího rámce ve specifickém místě pomocí malých oligonukleotidů (15 – 25 nukleotidů) poskytuje možnost terapeutického využití. Mnoho



wybutosin



queuosin

chorob je způsobeno delecemi nebo insercemi v genech, jejichž důsledkem je nesprávný čtecí rámec. K těmto mutacím, podobně jako k ribosomálním posunům čtecího rámce, často dochází na homopolymerních úsecích^{31,32}. Oligonukleotidy by tedy teoreticky mohly být použity pro cílený posun ribosomu zpět do správného čtecího rámce.

5. Závěr

Možnost alternativního využití genetické informace cíleným posunem čtecího rámce umožňuje kontrolu genové exprese. Nejlépe je tento proces prostudován u virů, kde zajišťuje optimální poměr strukturních proteinů kapsidy k retrovirovým enzymům. Byla také vyslovena domněnka, že by ribosomální posun čtecího rámce mohl být dalším nástrojem genetické variability, poskytující organismu evoluční výhodu např. v důsledku stimulace exprese proteinů s modifikovanými vlastnostmi, což organismu umožní obývat jak prostory původní, tak nové ekologické niky³.

Výsledky mnoha studií přesvědčivě ukázaly, že sekvence, na kterých dochází k popsaným cíleným (–1) posunům čtecího rámce, vykazují společné rysy, které je možno nalézt v databázích známých prokaryotických i eukaryotických sekvencí^{33,34}. Tímto postupem bylo identifikováno velké množství potenciálních signálů pro posun čtecího rámce, jejichž výskyt je 2–6i vyšší než náhodný. Některé z nich jsou navíc konzervativní mezi homologními geny různých druhů. Problémem zůstává nastavení vhodných parametrů vyhledávání, neboť i přes řadu úspěchů vede predikce často k falešně pozitivním výsledkům či naopak při aplikaci striktních kritérií nejsou identifikována místa, na nichž ke změně kódování skutečně dochází^{32,34,35}. Jedná se o mechanismus, který lze cíleně regulovat a představuje tak nové možnosti terapeutického zásahu.

Tato práce vznikla za finanční podpory grantů MŠMT: 1M6837805002 a MSM 6046137305.

LITERATURA

1. Rosypal S.: *Úvod do molekulární biologie I*. Rosypal, Brno 1998.
2. Farabaugh P. J.: *Prog. Nucleic Acid Res. Mol. Biol.* 64, 131 (2000).
3. Namy O., Rousset J. P., Naphthine S., Brierley I.: *Mol. Cell* 13, 157 (2004).
4. Márquez V., Wilson D. N., Tate W. P., Triana-Alonso F., Nierhaus K. H.: *Cell* 118, 45 (2004).
5. Farabaugh P. J.: *Microbiol Rev* 60, 103 (1996).
6. Alam S. L., Atkins J. F., Gesteland R. F.: *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 96, 14177 (1999).
7. Flint S. J., Enquist L. W., Krug R. M., Racaniello V. R., Skalka A. M.: *Principles of Virology*. ASM Press, Washington DC 2000.
8. Coffin J. M., Hughes S. H., Varmus H. E.: *Retroviruses*. CSHL Press, New York 1997.
9. García P., Rodríguez I., Suárez J. E.: *J. Bacteriology* 186, 1714 (2004).
10. Larsen B., Wills N. M., Gesteland R. F., Atkins J. F.: *J. Bacteriology* 176, 6842 (1994).
11. Plant E. P., Muldoon Jacobs K. L., Harger J. W., Meskauskas A., Jacobs J. L., Barter J. J., Petrov A. N., Dimnan J. D.: *RNA* 9, 168 (2003).
12. Harger J. W., Meskauskas A., Dinman J. D.: *Trends Biochem. Sci.* 27, 448 (2002).
13. Tate W. P., Mansell J. B., Mannering S. A., Irvine J. H., Major L. L., Wilson D. N.: *Biochemistry (Mosc)* 64, 1342 (1999).
14. Ivanov I. P., Matsufuji S., Murakami Y., Gesteland R. F., Atkins J. F.: *EMBO J.* 19, 1907 (2000).
15. Shigemoto K., Brennan J., Walls E., Watson C. J., Stott D., Rigby P. W. J., Reith A. D.: *Nucleic Acids Res.* 29, 4079 (2001).

16. Dinman J. D., Richter S., Plant E. P., Tailor R. C., Hammell A. B., Rana T. M.: *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 99, 5331 (2002).
17. Paul C. P., Barry J. K., Dinesh-Kumar S. P., Brault V., Miller W.A.: *J. Mol. Biol.* 310, 987 (2001).
18. Kontos H., Naphthine S., Brierley I.: *Mol. Cell. Biol.* 21, 8657 (2001).
19. Lopinski J. D., Dinman J. D., Bruenn J.A.: *Mol. Cell. Biol.* 20, 1095 (2000).
20. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P.: *Molecular biology of the cell*. Garland Science, New York, NY, USA 2002.
21. Giedroc D. P., Theimer C.A., Nixon P. L.: *J. Mol. Biol.* 298, 167 (2000).
22. Barry J. K., Miller W.A.: *Proc Natl Acad Sci USA* 99, 11133 (2002).
23. Yusupova G. Z., Yusupov M. M., Cate J. H. D., Noller H. F.: *Cell* 106, 233 (2001).
24. Carlson B.A., Kwon S. Y., Chamorro M., Oroszlan S., Hatfield D. L., Lee B. J.: *Virology* 255, 2 (1999).
25. Carlson B.A., Kwon S.Y., Lee B. J., Hatfield D.: *Mol. Cells* 10, 113 (2000).
26. Pande S., Vimaladithan A., Zhao H., Farabaugh P. J.: *Mol. Cell. Biol.* 15, 298 (1995).
27. Carlson B.A., Mushinski J. F., Henderson D.W., Kwon S.Y., Crain P.F., Lee B. J., Hatfield D. L.: *Virology* 279, 130 (2001).
28. Dinman J. D., Kinzy T. G.: *RNA* 3, 870 (1997).
29. Dinman J. D., Ruiz-Echevarria M. J., Czaplinski K., Peltz S.W.: *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 94, 6606 (1997).
30. Meskauskas A., Harger J.W., Muldoon Jacobs K. L., Dinman J. D.: *RNA* 9, 982 (2003).
31. Howard M.T., Gesteland R. F., Atkins J. F.: *RNA* 10, 1653 (2004).
32. Olsthoorn R. C. L., Laurs M., Sohet F., Hilbers C.W., Heus H.A., Pleij C.W.A.: *RNA* 10, 1702 (2004).
33. Hammell A. B., Tailor R. C., Peltz S. W., Dinman J. D.: *Genome Res.* 9, 417 (1999).
34. Wilson G. M., Brewer G.: *Genome Res.* 9, 393 (1999).
35. Baranov P. V., Gurvich O. L., Fayet O., Prère M. F., Miller W.A., Gesteland R. F., Atkins J. F., Giddings M. C.: *Nucleic Acids Res.* 29, 264 (2001).

Článek byl převzat se svolením autorů a redakce časopisu *Chem. Listy* 100, 1068-1074 (2006).

60. JUBILEJNÍ SJEZD ASOCIACÍ ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH CHEMICKÝCH SPOLEČNOSTÍ

1. – 4. září 2008 Olomouc

www.sjezd2008.upol.cz

REAGENCIE PRO TRANSFEKCI MERCK NOVAGEN

Ing. Marek Borovský, PhD.

E-mail: marek.borovsky@merck.cz

www.merck.cz

www.merckbio.eu

Merck Novagen má ve své nabídce čtyři druhy reaglií pro transfekci. Patří mezi ně GeneJuice® umožňující transfekci DNA do savčích buněk, Insect Gene-Juice® pro transfekci DNA do hmyžích buněk, RiboJuice™ určený pro transfekci siRNA do savčích buněk a ProteoJuice™ pro transfekci proteinu do savčích buněk.

GeneJuice® Transfection Reagent

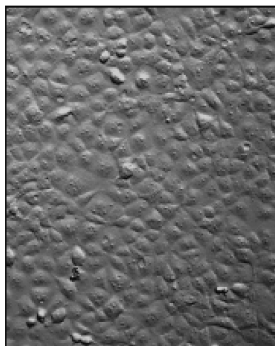
V roce 2001 uvedl Merck Novagen na trh reaglii GeneJuice®, která je určená pro přenos DNA do savčích buněk. GeneJuice® poskytuje výborné výsledky při obou typech transfekce, stabilní i přechodné. Je optimalizován pro maximální

efektivitu transfekce, snadné použití a minimální cytotoxicitu.

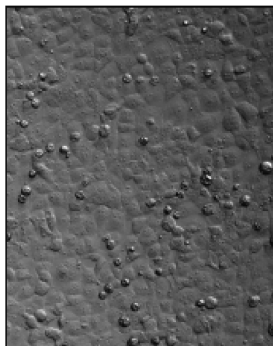
Na rozdíl od transfekčních reaglií založených na cytotoxických lipidových formulacích, GeneJuice® je složen z netoxických buněčných proteinů a malého množství „novel polyamine“. Jedinečné chemické vlastnosti této reaglii poskytují následující výhody ve srovnání s transfekcí založenou na lipidech:

- Vysoká účinnost při stabilní i přechodné transfekci
- Nízká buněčná toxicita
- Kompatibilita s médií obsahujícími sérum i médií bez séra
- Jednoduchý protokol, bez nutnosti změny médií

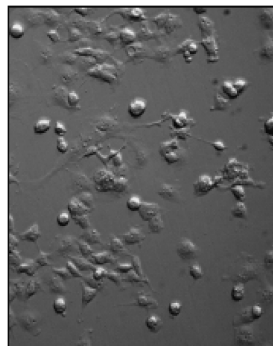
Porovnání buněčné toxicity GeneJuice® a reaglií založených na lipidech



No transfection



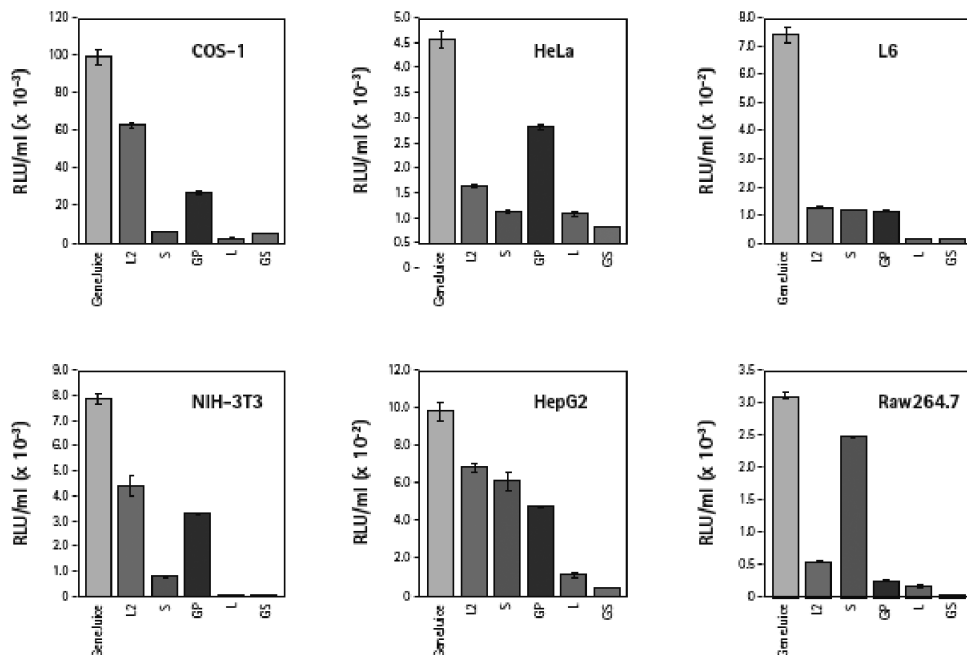
GeneJuice®



Lipofectamine™ 2000

Tři kultury COS-7. Vlevo bez transfekce, uprostřed transfekce pomocí GeneJuice® a vpravo transfekce Lipofectamine™ 2000 založená na lipidech. Transfekce byla provedená podle doporučeného protokolu. Fotografie získané 48 hodin po transfekci ukazují výrazně nižší cytotoxicitu při použití GeneJuice®.

Porovnání účinnosti transfekce při použití GeneJuice® a několika reagentů pro transfekci konkurenčních společností



Běžně používané buněčné linie byly umístěny den před transfekcí na desky v koncentraci 3×10^4 buněk na jamku. Transfekce byly provedeny podle protokolů výrobců použitím pTriEx-4 Fluc plazmidové DNA, čištěné pomocí 0,5 µg UltraMobius™, která byla spolu s příslušnou reagentií aplikována do každé jamky. Buňky byly extrahovány po 48 hodinách pomocí Reportasol™ Extraction Buffer. Následně byla změřena Fluc aktivita. Hodnoty v grafech představují relativní světelné jednotky na mililitr extraktu (RLU/ml). Hodnoty jsou průměrem ze čtyř opakování.

GeneJuice® Transfection Reagent je dodáván jako „ready to use“ sterilní roztok v následujících objemech:

Objem	Počet transfekcí
0,3 ml	150
1 ml	500
5 x 1 ml	2 500
10 x 1 ml	5 000

Insect GeneJuice® Transfection Reagent

Insect GeneJuice® je používán pro kotransfekci plazmidů a linearizované virové DNA pro produkci rekombinantních bakulovirů.

Insect GeneJuice® je klíčovou součástí systému InsectDirect™, který umožňuje „small scale“, „large scale“ a „high-throughput“ expresi proteinů ve hmyzích buňkách.

Čas potřebný pro expresi pomocí InsectDirect™ systému je měřen spíše ve dnech, než v týdnech.

Insect GeneJuice® je patentovaná liposomová formulace vyvinutá firmou Merck. Umožňuje maximálně účinnou transfekci myších buněk Sf9.

RiboJuice™ siRNA Transfection Reagent

RiboJuice™ efektivně přenáší siRNA do širokého rozsahu savčích buněčných linií za účelem utlumení exprese cílového genu. Reagencie je optimalizována pro snadné použití a minimální toxicitu. RiboJuice™ je kompatibilní s GeneJuice® pro kotransfekci siRNA a plazmidové DNA pro normalizaci transkripční účinnosti s reportérovým genem.

ProteoJuice™ Protein Transfection Reagent

ProteoJuice™ umožňuje transfekci neporušených funkčních proteinů a peptidů

do savčích buněk s minimální cytotoxicitou a širokou buněčnou specifitou. ProteoJuice™ vytváří nekovalentní komplex s proteinem, který chrání před degradací endozomálními proteázami a zajišťuje přenos neporušeného proteinu do buňky. Transfekce proteinů pomocí ProteoJuice™ je ideální pro funkční studie proteinů, přenos bioaktivních nebo inhibujících proteinů, screening peptidových knihoven, studium vnitrobuněčného umístění a jeho změn a přechodnou komplementaci potlačené genové exprese. Živé buňky mohou být testovány na vliv přeneseného proteinu již za méně než dvě hodiny po přenosu bez potřeby fixace buněk.

ProteoJuice™ byl úspěšně použit pro přenos velkých proteinů (např. protilátek), malých protein (např. histonů) a peptidů.

Další informace, jako například kompletní seznam buněčných linií, seznam citací, uživatelské protokoly naleznete na www.merckbio.eu/transfection.

RETROVIRUS ASSEMBLY MEETING 2008

[://ram2008.vscht.cz](http://ram2008.vscht.cz)



Česká společnost pro biochemii
a molekulární biologii vyhlašuje cenu

Josefa V. Koštíře

! za významný vědecký přínos v oblastech
biochemie
a buněčné
! a molekulární biologie

CENA VE VÝŠI KČ 50.000,- BUDE UDĚLENA

za význačný přínos v oboru v období 2006/2007.

Cena bude vyhlášena a oceněná práce bude prezentována
přednáškou při zahájení XXI. sjezdu ČSBMB v září 2008.

Cena není omezena žádnými speciálními kvalifikačními požadavky
s jedinou výjimkou – oceněný musí být členem
České společnosti pro biochemii a molekulární biologii.

Spolu s průvodním dopisem se všemi kontakty a plnou adresou se
předkládá po jednom výtisku publikací vydaných v roce 2006 nebo/a 2007, z nichž je
zřejmý zásadní přínos předkladatele k publikovaným
výsledkům (zpravidla první autor).

Soubor prací zašlete na adresu ing. Irena Krumlová, VŠCHT Praha, ústav biochemie
a mikrobiologie, Technická 5, 166 28 Praha 6
s označením „Cena J. V. Koštíře 2008“.

**Do soutěže budou přijaty pouze práce doručené nejpozději
do 16. května 2008!!!**

PRO VŠECHNY ZÁJEMCE O IMUNOCHEMICKÉ TECHNIKY

Vydavatelství VŠCHT v Praze vydalo pozoruhodnou publikaci **J. Daussant a F. X. Desvaux: Introduction to Immunochemical Techniques for Medical Diagnosis, Food Quality Control and Environmental Testing** (Praha 2007, ISBN 978-80-7080-641-8).

Publikace je primárně určena pro výuku domácích i zahraničních studentů, ale je samozřejmě vhodná pro všechny zájemce o imunochemické techniky, zejména z oblastí medicíny, potravinářství, chemie, zemědělství a životního prostředí. Obsah publikace je rozčleněn do tří částí: Základy imunochémie, Principy imunochemických technik a Aplikace imunochemických metod v lékařské diagnostice, kontrole kvality potravin a kontrole životního prostředí. První část se zabývá historií imunochémie, popisem struktury, vlastností a interakcí antigenů a protilátek, buněčnými a molekulárními aspekty tvorby protilátek, jakož i technikami přípravy polyklonálních, monoklonálních i rekombinantních protilátek a samozřejmě i způsoby použití jednotlivých typů protilátek v imunochemických technikách. V druhé části publikace jsou imunochemické techniky členěny na tři velké skupiny, a to na techniky založené na primární interakci antigenů a protilátek (včetně RIA a EIA), techniky založené na reverzibilitě tvorby komplexu antigen-protilátka (imunoafinitní chromatografie) a konečně na techniky využívající sekundární efektů při tvorbě komplexu antigen-protilátka (imunoprecipitace, imunoaglutinace a tvorba komplementu). Třetí část se zabývá výčtem nejvýznamějších aplikací

imunochemických technik ve vyznačených oblastech. Text vyniká přesností formulací, brilantním vysvětlením všech základních imunochemických termínů a excelentními barevnými obrázky. Je to plod mnohaleté pedagogické činnosti profesora Daussanta a celoživotních osobních zkušeností z imunochemických laboratoří, které se začaly formovat v Pasteurově ústavu v oddělení objevitele imunoelktroforezy profesora Grabara. Prof. Daussant vedl řadu let kursy nejen ve Francii, ale také v Čechách, na Slovensku a v Polsku. Přednášení imunochémie je jeho hobby a stálá láska. Jeho kolega F.X. Desvaux ověřil tuto vynikající učebnici nádhernými barevnými obrázky, které umožní snadno pochopit vysvětlovanou problematiku. Publikace je doplněna slovníčkem nejdůležitějších imunochemických termínů, doporučenou literaturou a především CD, které obsahuje nejen celou publikaci, ale také vyhledávač umožňující snadno najít v textu kterýkoliv termín, ale také co se o něm na určité straně píše. Najdeme zde i odkazy na webové stránky VŠCHT v Praze.

Závěrem mohu všem zájemcům o imunochémii tuto publikaci vřele doporučit. Bude se jistě hodit všem našim vysokoškolským učitelům kteří přicházejí do styku se zahraničními studenty, např. v rámci úspěšně se rozvíjející evropské spolupráce (programy Erasmus aj.). S potěšením si ji jistě pročtou i ti, kdo imunochémii znají nebo ji dříve studovali a potřebují si některé vědomosti oprášit a utřídit.

J. Káš

Publikaci lze si objednat na adrese: Markéta Podušková, Vydavatelství VŠCHT Praha, Vysoká škola chemickotechnologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6, případně e-mailem: Marketa.Poduskova@vsct.cz.

Lze si ji také přímo koupit v prodejně skript v budově B, VŠCHT v Praze, v přízemí vpravo, č. dveří B 8

Cena publikace, včetně CD je 405 Kč + DPH. Řádní studenti si mohou koupit publikaci za sníženou cenu 249 Kč + DPH.

Arnold O. Beckman: „There is no satisfactory substitution to excellence“

IMMUNOTECH a.s.

a Česká společnost pro biochemii a molekulární biologii (ČSBMB)

vyhlašují

CENU ARNOLDA BECKMANA

za nejlepší vědeckou publikaci v oborech:

- Genomika, genetika a analýza nukleových kyselin
- Proteomika
- Buněčná biologie a imunologie

Práce z oblasti klinického výzkumu jsou vítány.

A nyní to nejdůležitější – ceny pro vítěze!

CENY PRO PRVNÍHO AUTORA VÍTĚZNÉ PUBLIKACE

- Peněžní dar 50 000 Kč
- Roční bezplatné členství v ČSBMB

CENA PRO INSTITUCI (PRVNÍHO AUTORA VÍTĚZNÉ PUBLIKACE)

- Sleva 50% na jeden jakýkoliv přístroj z produkce Beckman Coulter.
- Sleva se vztahuje na ceny uvedené v oficiálním ceníku.

JAK SE MOHU PŘIHLÁSIT?

Přihlásit se lze jednoduše tak, že pošlete e-mailovou zprávu na adresu irena.krumlova@vscht.cz s kopií na rvlcek@beckmancoulter.com. Zpráva musí obsahovat jako přílohu fulltextovou verzi přihlašované práce, větu „Přihlašuji přiloženou práci do soutěže o cenu Arnolda Beckmana v kategorii XXXX“, vaše jméno, adresu a kontakt. Doporučujeme napsat do předmětu zprávy „Cena Arnolda Beckmana“.

Práci je také možno přihlásit poštou na adresu Ing. Irena Krumlová, Ústav biochemie a mikrobiologie, VŠCHT, Technická 5, 166 28 Praha 6.

**Do soutěže budou přijaty pouze publikace,
doručené nejpozději 16. května 2008!!!**

Kontakt pro případné dotazy: Roman Vlček, +420 737 251 897,
e-mail: rvlcek@beckmancoulter.com

PODMÍNKY A ORGANIZACE CENY ARNOLDA BECKMANA:

Cenu obdrží **první autor** vítězné publikace a jeho **institute**. Adresa prvního autora uvedená na publikaci musí být v České nebo Slovenské republice!

Budou uděleny 3 ceny, jedna v každé kategorii. IMMUNOTECH a.s. a ČSBMB si vyhrazují právo cenu v kterékoliv kategorii neudělit, pokud žádná z přihlášených prací nebude dosahovat úrovně potřebné k udělení ceny.

Ceny se budou udělovat na sjezdu ČSBMB a hodnoceny budou práce za uplynulé 2 roky. Ceny budou tentokrát vyhlášeny na sjezdu ČSBMB v Českých Budějovicích (14 – 17. 9. 2008) a hodnotit se budou práce s datem publikace v roce 2006 – 2007.

Bude se posuzovat celkový přínos práce pro rozvoj poznání v daném oboru. Hodnotící kritéria budou jak objektivní veličiny (impakt faktor časopisu), tak názory hodnotící komise na originalitu, aktuálnost a věrohodnost publikovaných dat. Citační ohlas bude pouze pomocné kritérium, protože nechceme znevýhodnit opravdu nové práce. Hodnoceny budou pouze články prezentující originální experimentální data, nikoliv přehledy problematiky.

Arnold O. Beckman (1900 – 2004), zakladatel společnosti Beckman Instruments, Inc. (nyní známé jako Beckman Coulter, Inc.), se narodil 10. dubna 1900 ve státě Illinois. Od dětství byla jeho velkou zálibou chemie. Pro zajímavost lze uvést, že měl od svých 10 let malou provizorní chemickou laboratoř.



Naplno se začal Arnold Beckman věnovat chemii na Illinoiské univerzitě, kde vystudoval fyzikální chemii a doktorát získal na Kalifornské univerzitě v roce 1928 v oboru fotochemie. Na této univerzitě působil až do roku 1940 jako profesor.

V roce 1935 vynalezl Dr. Beckman tzv. kyselinoměr (acidimetr), který se později stal základním kamenem společnosti Beckman Instruments Inc. Zpočátku byl tento přístroj využíván firmou Beckmanova spolužáků zpracovávající citrusy k měření kyselosti citrónové šťávy. Později byl kyselinoměr přejmenován na pH metr a záhy se stal nepostradatelnou pomůckou v každé chemické laboratoři.

Dr. Beckman se věnoval vývoji a výrobě vědeckých přístrojů a pomůcek celý život. Patentoval celkem 14 zařízení a postupů, které vedly k významnému zjednodušení tehdy zdoluhavých laboratorní procesů a k jejich větší analytické přesnosti. Mezi nejvýznamnějšími lze jmenovat spektrofotometr z roku 1940.





**KATEDRA BIOCHEMIE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
UNIVERZITA PALACKÉHO**

Šlechtitelů 11, 78371 Olomouc
Tel. 58 563 4925, Fax 58 563 4933
www.biochemie.upol.cz



Nabízíme volné místo

VĚDECKÝ PRACOVNÍK v oboru BIOCHEMIE

Pro výzkumnou skupinu rostlinného stresu Katedry biochemie PřF UP Olomouc hledáme biochemika/čku. Hlavní náplní výzkumné činnosti je studium mechanismů signálních drah a obranných reakcí rostlin ve fyziologických i stresových podmínkách. Při experimentální práci jsou používány zejména metody biochemie, imunochemie, rostlinné fyziologie, molekulární biologie a hmotnostní spektrometrie. Podrobnější informace o katedře biochemie jsou k dispozici na www.biochemie.upol.cz.

Očekáváme

- VŠ vzdělání v oboru biochemie nebo příbuzných přírodních věd
- schopnost samostatné vědecké práce a práce s odbornou literaturou
- laboratorní zručnost a znalost laboratorních technik
- dobrou znalost anglického jazyka a práce s PC
- zaujetí pro výzkumnou práci v akademickém prostředí

Nabízíme:

- zajímavou práci v perspektivním oboru
- přátelskou a tvůrčí atmosféru na pracovišti
- špičkově vybavené laboratoře
- možnost profesního růstu včetně postgraduálního studia
- podporu jazykového vzdělávání
- pružnou pracovní dobu s cílem maximálního sladění pracovních a osobních aktivit
- nadprůměrnou mzdu za dobře vykonanou práci

Pracovní poměr na dobu určitou (3 – 4 roky).

Termín nástupu: ihned

Kontakt a další informace:

doc. Lenka Luhová, tel. 585634925, email: lenka.luhova@upol.cz

PODZIMNÍ ŠKOLA 2007

Pokud mám hodnotit Podzimní školu, týden soustředění středoškolských učitelů, kterého jsem se mohla již po několikáté zúčastnit, mám jen a jen slova obdivu a díky. Přednášky, exkurze a praktická cvičení lze hodnotit pouze v superlativech. Jediný větší problém jsem měla s rozhodováním – na kterou exkurzi se vydat, to byla asi největší komplikace. Mimochodem, jak jsem tak zaznamenala, nebyl to jen můj problém v rozhodování. Po organizační stránce nebylo možné také nalézt jakoukoliv chybu, což při časovém rozsahu, počtu přednášejících a počtu účastníků (a navíc ne vždy disciplinovaných kantorů ...) je výkon naprosto úžasný! Naši průvodci a organizátoři se nám věnovali vždy ochotně, naplno a se zájmem.

Takováto setkání jsou velice důležitá, protože při výuce na střední škole může člověk pomalu ztrácet kontakt s novinkami v širších souvislostech. Stihnu sledovat obecnou biologii, genetiku a biochemii, ale víc už je skoro nemožné. Díky Podzimní škole mám velké množství poznatků a impulzů (a to je pro mě osobně nejdůležitější), které mohu využít a i využívám ve výuce i v dalším vyhledávání informací. Naši studenti jsou často velmi zvědaví a jejich dotazy se neomezují pouze na biologii a chemii. Pokud chci, aby se naučili orientovat ve světě informací, nemohu a nesmím zůstat stát na vědomostech z fakulty.

Samozřejmě i u nás v Hradci Králové jsou pravidelné odborné semináře během školního roku, jenže ... Nastupuje zde problém „kantořiny“ – rozvrh výuky, přesuny a výměny hodin, které vždy zasáhnou více kolegů. Pokud je seminář odpoledne, mám za sebou už často rušný kantorský den

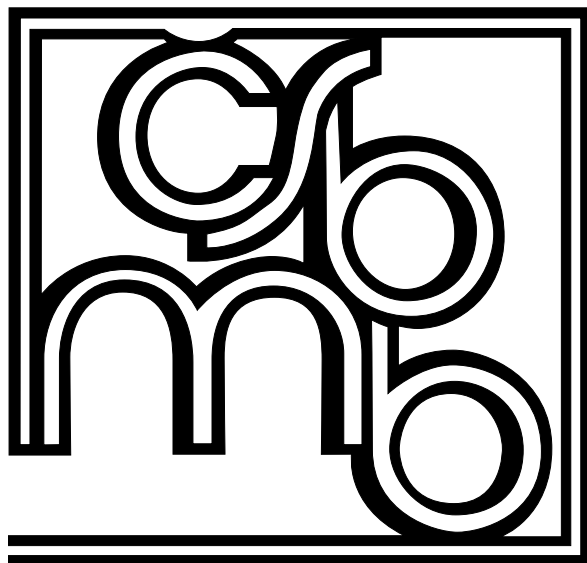
a před sebou další úkoly, které prostě musí být splněny. Seminář trvá 2 – 3 hodiny a i když je téma zajímavé (vybrala jsem si ho a šla jsem na něj dobrovolně) večer už většinou není čas nové informace „zpracovat a srovnat“

Na Podzimní škole je to jinak – je dost času jen a jen na program, nic nemusím zařizovat, mám klid a mohu v pohodě vnímat a soustředit se na přednášky a diskuze s přednášejícími. A protože jsou témata přednášek logicky propojená, což je další velice významný klad Podzimní školy, „vyskakuji“ souvislosti snadněji a dobře se zapamatuji. Jako velice přínosné hodnotím i informace společnosti AMAVET o soutěži Expo Science a sdělení o možnostech, které nabízí vzdělávací program společnosti ČEZ. V obou případech jsme na naší škole tyto informace využili jak pro přípravu studentů na soutěž, tak i pro vzdělávání pedagogů.

Jsem ráda, že tady potkávám i další kantory, kteří mají chuť se něco nového dozvědět a naučit. Je moc důležité, že Podzimní škola existuje, protože především my, kantoři, musíme svým studentům ukazovat, jak je možné obstát v dnešní učící se společnosti. Abychom dokázali vzbudit a udržet zájem o přírodní vědy a technické obory, musíme sami zažít taková setkání s vědou, jaká nabízí tato akce.

Účast na Podzimní škole je pro mě odměnou a budu se snažit zúčastnit se i dalších ročníků. Organizátorům patří díky za jejich práci a trpělivost.

Mgr. Milena Kousalová
Střední odborná škola veterinární
Hradec Králové, Kukleny



Určeno pro vnitřní potřebu ČSBMB
Výkonný redaktor: Pavel Rauch, VŠCHT
tel.: 220 183 268

Vychází 3 x ročně

Sazba a tisk: grafické studio Venice Praha s.r.o.

Bulletin č. 1/2008 ze dne 17. 3. 2008

Evid. číslo: MK ČR E 10260

Toto číslo je hrazeno

firmou Biotech, a.s.

ISSN 1211-2526

EMBL: <http://www.embl-heidelberg.de/>

EMBO: <http://www.embo.org/>

FEBS: <http://www.febs.org/>

ČSBMB: <http://CSBMB.vscht.cz/>