

# INFORMAČNÍ LISTY



**Zápis ze schůze výboru Genetické společnosti Gregora Mendela, z.s., konané dne  
26. 5. 2017 v Mendelově muzeu v Brně**

Přítomní členové výboru a revizoři účtů: Čellárová, Doškař, Holá, Kočová, Nešvera, Slaninová, Relichová, Ševčovičová, Šmarda, Tomáška, Zadražil, Zelený

Omluveni: Mašek

Nepřítomni: Knoll, Šeda

Program schůze:

1. Zpráva o činnosti výboru za uplynulé období
2. Návrh postupu hlasování pléna GSGM o doplněných údajích v aktualizovaných stanovách, které jsou nezbytné pro zápis do spolkového rejstříku
3. Zhodnocení posledního čísla IL a příprava obsahu následujícího čísla
4. Různé

ad 1)

Schůze výboru byla zařazena na program 3. ročníku semináře o výuce genetiky na českých a slovenských univerzitách, který se konal v Mendelově muzeu v Brně a byl věnovaný doktorskému studiu. Zahájil ji prof. Doškař, který informoval především o přípravě semináře, jehož koordinátorem byl stejně jako v předchozích letech prof. Tomáška spolu s dalšími členy výboru (prof. Doškař, doc. Slaninová, dr. Zelený a další). Příspěvky na seminář připravili i někteří další členové GSGM a pedagogové a dokto-  
randi z českých a slovenských univerzit. Předseda zhodnotil pozitivně koordinaci mezi organizátory semináře a přednášejícími. Předseda dále stručně informoval o akcích, které společnost přímo neorganizovala, ale o jejichž konání byli členové GSGM průběžně informováni a mohli se jich účastnit. Dále předseda informoval o jednáních, která probíhala v souvislosti s procesem schválení sídla spolku, což bylo jedním z důvodů rozhodnutí soudu neschválit zápis návrhu aktualizovaných stanov do spolkového rejstříku.

ad 2)

Přítomní členové výboru diskutovali postup hlasování pléna GSGM o změnách a doplnění chybějících údajů ve stanovách, které jsou nezbytné pro zápis do spolkového rejstříku. Valné shromáždění GSGM, které předcházelo schůzi výboru, navržené změny projednalo a schválilo. Výbor jednomyslně rozhodl využít k hlasování distribuci Informačních listů a zaslat všem členům GSGM hlasovací lístky společně s novým číslem IL. Hlasovací lístky budou obsahovat přesné znění dvou doplňků již schválených stanov. Po uplynutí stanoveného termínu budou výsledky hlasování pléna GSGM doru-

čeny spolu s výsledky hlasování a notářsky ověřenou prezenční listinou z valného shromáždění a kompletním zněním stanov na rejstříkový soud v Brně.

ad 3)

Byla pozitivně hodnocena vysoká úroveň posledního čísla IL a prof. Šmarda vyzval přítomné členy GSGM o dodání materiálů pro přípravu nového čísla. Přítomní členové výboru a redaktori IL přislíbili v tomto směru maximální součinnost.

ad 4)

Vzhledem k tomu, že schůze výboru se konala během semináře o výuce genetiky, diskutovaly se ještě některé postřehy z právě probíhajícího semináře. Hlavní organizátoři semináře připraví příspěvek do nadcházejícího čísla IL. Výstupy ze semináře a všechny užitečné odkazy budou, podobně jako v loňském roce, zveřejněny na webových stránkách semináře Přírodovědecké fakulty Univerzity Komenského v Bratislavě (zodpovídá prof. Tomáška, doc. Slaninová). Dr. Holá navrhla zveřejnit v novém čísle IL příspěvek prof. Tomášky „Čo je gén a prečo je to zložitá otázka“. Prof. Tomáška zváží úpravu textu, který je nyní určený pro publikování v jiném periodiku.

Prof. Šmarda požádal hospodáře GSGM o přípravu stručné zprávy o hospodaření GSGM tak, aby mohla být zveřejněna v novém čísle IL.

Zapsala: M. Kočová

### **Zápis z valného shromáždění Genetické společnosti Gregora Mendela, z.s.**

Valné shromáždění GSGM se konalo 26. 5. 2017 v Mendelově muzeu v Brně. Pozvánky na valné shromáždění s navrženým programem jednání obdrželi všichni členové spolku v předstihu, který ukládají stanovy. Poté následovala ještě připomínka termínu konání shromáždění. Na programu valného shromáždění bylo projednání a schvalování úpravy a doplnění údajů v odstavcích I a VI stanov GSGM, jejichž absence byla příčinou zamítnutí zápisu aktualizovaného a již schváleného návrhu stanov GSGM do spolkového rejstříku ze dne 17. března 2017.

Projednávané změny:

1. Doplnění odstavce I: „GSGM má sídlo v Brně (Česká republika) na adrese Kotlářská 267/2, PSČ 602 00 Brno“.

2. Doplnění odstavce VI: „Individuálním statutárním orgánem GSGM je předseda, který jedná za společnost samostatně. Předseda GSGM může pro tuto funkci pověřit některého z dalších členů výboru GSGM“.

Valného shromáždění se zúčastnilo 24 členů spolku z České a Slovenské republiky, což představuje 19,2 % všech členů GSGM. Prezenční listina z valného shromáždění bude přiložena k zápisu z valného shromáždění a doručena s ostatními dokumenty na rejstříkový soud v Brně. V souladu s dosud platnými stanovami bylo valné shromáždění usnášeníschopné s možností právoplatně hlasovat. Přítomní členové byli informováni o důvodech zamítnutí návrhu na zápis změn do spolkového rejstříku a o nezbytnosti svolat valné shromáždění k projednání požadovaných doplňků.

Valné shromáždění projednalo a jednomyslně schválilo navržené změny, o nichž bude následně hlasovat v souladu s dosud platnými stanovami plénum GSGM.

prof. RNDr. Jiří Doškař, CSc.  
předseda GSGM

RNDr. Marie Kočová, CSc.  
tajemník GSGM



**VYÚČTOVÁNÍ HOSPODAŘENÍ GSGM OD 1.1.2016 DO 31.12.2016 ZA ČR**

<b>Zůstatek k 31.12.2015</b>		<b>20711,54 Kč</b>
z toho	na účtu KB	19536,54
	v pokladně	1175,00

<b>Příjmy v roce 2016</b>		<b>10500,00 Kč</b>
členské příspěvky (10500 Kč):		
z toho	placené na účet KB	9500,00
	placené hotově	1000,00

<b>Výdaje v roce 2016</b>		<b>8510,00 Kč</b>
poplatky bance za vedení účtu a položky		1900,00
drobné občerstvení - schůze výboru		337,00
kancelářské potřeby		373,00
prostorové a technické zajištění semináře GSGM 11.5.2016		5900,00

<b>Zůstatek k 31.12.2016</b>		<b>22701,54 Kč</b>
z toho	na účtu KB	21236,54
	v pokladně	1465,00

Zpracoval: Aleš Knoll

**VYÚČTOVÁNÍ HOSPODAŘENÍ GSGM OD 1.1.2016 DO 31.12.2016 ZA SR**

<b>Zůstatok k 31.12.2015</b>		<b>1145,48 EUR</b>
z toho	na účtu Tatra banky	1054,28
	v pokladně	91,20

<b>Příjmy v roce 2016</b>		<b>85,00 EUR</b>
členské příspěvky		
z toho	placené na účet Tatra banka	85,00

<b>Výdaje v roce 2016</b>		<b>170,28 EUR</b>
poplatky bance za vedení účtu a položky		67,08
platba za místnost		96,00
kancelářské potřeby		7,20

<b>Zůstatek k 31.12.2016</b>		<b>1060,20 EUR</b>
z toho	na účtu Tatra Banky	931,20
	v pokladně	129,00

Zpracovala: Miroslava Slaninová

### **EduWorkshop 3.0: Doktorské studium na českých a slovenských univerzitách**

**Dana Holá**

Katedra genetiky a mikrobiologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Viničná 5,  
128 43 Praha, ČR

V pátek dne 26. května 2017 se v Mendelově muzeu v Brně konal již třetí ročník edukačního semináře organizovaného GSGM za finanční podpory MGP, s.r.o. Po loňském workshopu, zaměřeném na organizaci cvičení z genetiky a molekulární biologie, a předloňském setkání, věnovanému přednáškám v těchto oborech v rámci bakalářského a magisterského studia na univerzitách v ČR a SR, se letošní seminář nesl ve znamení doktorského studia. Ředitel Mendelova muzea dr. Ondřej Dostál již tradičně vyšel pořadatelům této akce všemožně vstříc a poskytl výborné zázemí pro přednášky, neformální setkání účastníků i občerstvení. Prof. Ľubomír Tomáška z Katedry genetiky Přírodovědeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave dokázal se svými spolupracovníky zorganizovat poutavý program, který více než čtyřiceti účastníkům tohoto semináře z řad akademických pracovníků a studentů vysokých škol v ČR a SR přinesl mnoho užitečných informací a názorů o tom, jak doktorské studium v oblasti genetiky v současnosti probíhá, v čem jsou rezervy a co by se dalo změnit a vylepšit.

Jak se již stalo dobrým zvykem, program edukačního semináře byl rozdělen do tří částí. V dopoledním bloku referovali zástupci oborových rad jednotlivých doktorských programů zaměřených na genetiku o tom, jak je na jejich univerzitách/fakultách doktorské studium organizováno, s jakými problémy se setkávají a o jakých změnách se do budoucna uvažuje např. v rámci nově připravovaných akreditací doktorských studijních programů. Se svými prezentacemi vystoupili doc. Petr Kuglík z Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně (dále jen „Brno“), dr. Marie Kočová z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (dále jen „Praha“), doc. Tomáš Doležal z Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (dále jen „Budějovice“), doc. Petr Pečinka z Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity (dále jen „Ostrava“), prof. Eva Čelárová z Přírodovědeckej fakulty Univerzity P. J. Šafárika v Košicích (dále jen „Košice“) a prof. Ľubomír Tomáška z Přírodovědeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave (dále jen „Bratislava“). Všechny prezentace dokázaly uceleně představit různé části doktorského studia na příslušných vysokých školách a provést posluchače tímto studiem od okamžiku přijímacích zkoušek až po obhajoby dizertačních prací a uplatnění absolventů v praxi. Zřetelně se ukázalo, že i přesto, že v řadě aspektů se doktorské studijní programy na jednotlivých univerzitách shodují, existuje mezi nimi i mnoho odlišností. Ty zčásti souvisejí s celkovými počty studentů (což ovlivňuje jak možnosti kontroly studia, tak nabídku školitelských pracovišť), způsobem financování doktorského studia a jeho časovým omezením daným právní úpravou (zejména v tomto ohledu je výrazný rozdíl mezi ČR a SR). Ukázalo se, že v počtu studentů jednoznačně vede Praha

s téměř dvěma stovkami aktuálně studujících doktorandů, následovaná Brnem s cca 70 studenty a Budějovicemi s cca 40 studenty; ostatní prezentující univerzity se pohybují mezi 10 a 20 doktorandy studujícími v genetických oborech. Jinak je tomu ovšem u podílu zahraničních doktorandů: zde bylo konstatováno, že zahraniční studenti (do této kategorie nejsou řazeni Slováci studující v ČR a vice versa) o studium na našich univerzitách v oblasti genetiky a molekulární biologie zatím obecně bohužel nejeví příliš zájem a tvoří pouze cca 5-8 % z celkového počtu. Z tohoto trendu se vymykají Budějovice, kde tato kategorie studentů tvoří více než polovinu studujících doktorandů; doc. Doležal konstatoval, že to pravděpodobně souvisí především s úzkým propojením Jihočeské univerzity s pracovišti Akademie věd (AV) ČR lokalizovanými v Budějovicích, která jsou vědecky na špičkové úrovni a mají široké zahraniční kontakty, a dále také s pořádáním různých letních škol a aktivním zapojením do systému Innovative Training Networks (ITN, Marie Skłodowska-Curie Actions). Většina zahraničních doktorandů pochází ze zemí, jako je Ukrajina, Bělorusko a Rusko, státy bývalé Jugoslávie, severní Afrika či Blízký Východ, země Pyrenejského poloostrova a Itálie, ale také Holandsko, Indie nebo Čína. Zástupci slovenských univerzit si posteskli, že řada jejich studentů po ukončení magisterského studia odchází studovat do ČR, což by mohlo souviset např. i s časově výhodnějšími možnostmi studia (zatímco v SR musí být doktorské studium ukončeno do 4 let, jinak dochází k finanční penalizaci studentů i jejich pracovišť, v ČR je momentálně možné studovat až 9 let bez jakéhokoli postihu). Většina přítomných také konstatovala, že v případě českých/slovenských uchazečů o doktorské studium se převážně jedná o „domácí“ absolventy některého z magisterských oborů příslušné fakulty.

Dalším tématem probíraným na dopoledních prezentacích byl systém výběru školitelů a s tím související průběh přijímacího řízení. Více než 70 % školitelů doktorských studentů v Praze a Brně tvoří externí spolupracovníci příslušných fakult, většinou vědci z AV ČR, rezortních ústavů nebo jiných (obvykle lékařských) fakult univerzit. Tato skutečnost souvisí především s velkými počty doktorandů na obou zmíněných školách; naproti tomu na ostatních univerzitách se jedná především o interní studenty. Školitelé procházejí procesem schvalování vědeckou radou příslušné fakulty nebo alespoň oborovou radou, např. v Brně se však sice automaticky může stát školitelem doktorského studenta každý, kdo v daném oboru získal titul docent nebo profesor, ale v jednom roce může daný školitel přijmout maximálně tolik doktorských studentů, kolik má v tříletém průměru ročně publikací v časopisech s  $IF \geq 1$ . Velmi užitečnou zvyklostí v Brně je pravidelné pořádání celodenního tzv. dizertačního workshopu, který se koná obvykle na začátku kalendářního roku a v jeho rámci se budoucí uchazeči o doktorské studium mohou v prezentacích organizovaných do tematických sekcí seznámit s nabídkami výzkumných témat jednotlivých pracovišť a při odpoledním rautu si neformálně pohovořit se zástupci různých výzkumných laboratoří. Rovněž existence grantové podpory na výzkum, který by doktorand měl v rámci svého studia provádět, je na některých univerzitách (např. Košice) téměř nutností pro možnost školit doktorské studenty. Organizace přijímacího řízení se na jednotlivých univerzitách také částečně liší – v Praze, v Budějovicích a Košicích se např. jedná spíše o neformální pohovor zaměřený na téma budoucí dizertační práce, zatímco v Brně jsou uchazeči zkoušeni z odborných znalostí a musejí projevit i znalost vědecké angličtiny. Obvyklá je však praxe, že pokud o daného studenta jeví zájem školitelské pracoviště a při přijímacím pohovoru se projeví alespoň relativně slušně, nebývá s jeho přijetím do příslušného doktorského programu problém. Jistou překážkou by mohlo být finanční zabezpečení

stipendií, nicméně bylo konstatováno, že např. v Praze to i při velkém počtu doktorských studentů problém zatím není. Výše základních stipendií je na všech třech prezentujících fakultách z ČR obdobná (aktuálně 6-7 tis. Kč měsíčně; pokud příslušný návrh projde zákoným schvalovacím procesem, měla by být od r. 2018 stipendia povinně navýšena na 15 tis. Kč měsíčně). Zatímco ale např. v Brně zůstává tato částka neměnná po celou základní dobu (4 roky) doktorského studia, v Praze se automaticky navyšuje ve druhém ročníku a dále se zvyšuje po složení státní doktorské zkoušky. V Budějovicích se výše stipendia studentům odstupňovaně zvyšuje za přednášku nebo poster na mezinárodní konferenci a publikování článku (spoluautorského nebo prvoautorského) v impaktovaném časopise. V Praze navíc mají speciální program na podporu talentovaných studentů „STARS“ a studenti mohou získat další stipendia v rámci univerzitních grantů, o které mohou soutěžit. Bývají také často zapojeni a financováni z grantových projektů svých školitelů a řada z nich je zároveň na částečný úvazek zaměstnána na školitelských pracovištích. Podobnou praxi mají i v Budějovicích.

Povinnosti, které doktorandi musejí absolvovat během svého studia, se na jednotlivých fakultách také liší. S výjimkou Prahy je doktorské studium na ostatních univerzitách organizováno kreditním systémem a studenti získávají kredity např. za absolvování specializovaných odborných kurzů, seminářů a předmětů zaměřených na prohloubení vědecko-manažerských kompetencí, dále za pedagogickou činnost, přípravu publikací, účast na mezinárodních konferencích, zapojení do organizace sympozií a konferencí či přípravu dizertační práce. V Praze musejí doktorandi absolvovat pouze dva libovolně volitelné předměty zakončené zkouškou; doporučované je zejména absolvování speciálního kurzu pro doktorandy „Pokroky v molekulární biologii a genetice“, organizovaného Ústavem molekulární genetiky AV ČR. Kromě toho je rovněž doporučován workshop „Methods of Functional Genomics“ organizovaný ve spolupráci s EMBL Heidelberg, Německo; tento kurz se každoročně střídavě koná v Praze a v Budějovicích, účastní se jej zahraniční přednášející a jak dr. Kočová, tak doc. Doležal vyzdvihli jeho kvalitu a nabídli účast na tomto kurzu i doktorandům z jiných univerzit. Co se týče dalších povinností doktorandů, v Budějovicích a Ostravě se musejí během svého studia zapojit do výuky různých cvičení, seminářů nebo přednášek (povinný rozsah se ovšem na obou univerzitách liší) a v Košicích jsou povinni účastnit se na výuce cvičení z genetiky. V Brně není účast na výuce pro doktorandy vysloveně povinná, ale ti, kteří se jí účastní, jsou kreditově ohodnoceni, a v Praze také není zapojení doktorandů do výuky povinné, nicméně interní doktorandi často participují na výuce různých cvičení. Fungují (zejména interní doktorandi) také v roli školitelů a oponentů bakalářských prací. Dalšími požadovanými aktivitami v rámci doktorského studia, v nichž se jednotlivé fakulty liší, je např. povinnost alespoň tříměsíční zahraniční stáže (Budějovice), povinnost prezentace v angličtině na mezinárodně uznávaném odborném fóru (Brno, Budějovice) nebo minimálně dvou prezentací na celostátních fórech (Ostrava), povinnost složení zkoušky z angličtiny (Praha, Budějovice), povinnost každoroční prezentace postupu dizertační práce (v Bratislavě musejí studenti 1. ročníku prezentovat cíle práce, ve 2. ročníku postup řešení dané problematiky a ve 3. ročníku se od nich očekává již klasická prezentace získaných výsledků a závěrů; něco podobného hodlají v blízké budoucnosti zavést i v Budějovicích pravděpodobně formou výjezdních zasedání, která budou sloužit i k větším interakcím mezi studenty a vzájemnému získávání různých informací). Studenti jsou rovněž na všech vysokých školách povinni vyplňovat pravidelné výroční zprávy, do kterých uvádějí (nebo se jim v elektronickém informačním systému automaticky zapisují) splněné povin-

nosti, účast na konferencích, publikace, postup výzkumné práce apod. (Praha, Brno, Budějovice, Ostrava). Tyto zprávy jsou poté postupovány k hodnocení oborovým radám, bylo nicméně konstatováno, že se většinou bohužel jedná spíše o formalitu. V Brně se kromě toho v polovině doktorského studia koná tzv. kontrolní den, na který jsou zváni studenti i školitelé a komise hodnotí průběh studia se studenty a školiteli odděleně. Na některých pracovištích externích školitelů (ústavech AV ČR) v Praze se také konají pravidelné povinné doktorandské konference, výjezdní zasedání a „vnitřní“ hodnocení doktorandů ze strany všech pracovníků příslušného ústavu, bohužel se však zatím jedná spíše o výjimky. V Budějovicích bude po vzoru zahraničních vysokých škol zaveden systém individuálních komisí pro každého studenta, který jednak umožní lepší kontrolu studentů ze strany školy, na druhou stranu však také studentům umožní řešit případné problémy vznikající při práci na jejich výzkumných tématech. Tento přístup k hodnocení studentů byl velmi pozitivně komentován ze strany přítomných pedagogů i studentů, nicméně bylo konstatováno, že je možný pouze v případě nižšího počtu doktorských studentů.

Složení státní doktorské zkoušky je samozřejmou podmínkou úspěšného zakončení doktorského studia, nicméně i zde existují rozdíly mezi jednotlivými školami. Např. v Praze či Brně se jedná o klasickou formu zkoušky z několika tematických okruhů, kdežto v Budějovicích či v Ostravě jde spíše o zjištění, zda se student dobře orientuje ve své problematice. Forma dizertační práce může být na všech fakultách, které se na semináři představily, dvojitá: klasická dizertace v plném znění nebo komentovaný soubor publikací bez detailního popisu materiálu, metod a výsledků. V případě klasické formy musí kromě toho student předložit jednu prvoautorskou (Brno, Budějovice), jednu alespoň spoluautorskou (Bratislava), jednu prvoautorskou a jednu spoluautorskou (Praha, Košice), nebo jednu prvoautorskou a dvě spoluautorské (Ostrava) publikace v časopise s  $IF \geq 1$  (Praha, Brno, Budějovice) nebo s nenulovým  $IF$  (Ostrava, Bratislava, Košice). V této souvislosti prof. Tomáška zcela správně konstatoval, že výsledky, které doktorand získá během práce na své dizertaci, mohou být často spíše „negativní“ a v takovém případě může být problém s jejich publikováním; nebylo by však správné za tuto skutečnost doktorandy postihovat. Co se týče zkrácené formy dizertační práce, obvykle se jedná o soubor tří (v Praze čtyř) publikací v časopisech s  $IF$ , opatřený stručným úvodem a souhrnem. Na semináři zazněly také informace o tom, že v budoucnu se v rámci nových akreditací doktorských studijních programů možná požadavky na podobu dizertační práce změní; v Praze se například přiklání k povinné plnotextové podobě (není vždy zřejmé, jaký podíl ze souboru publikací dokázal sepsat skutečně sám student, čekání na čtyři publikované články výrazně prodlužuje dobu doktorského studia), v Brně naopak inklinují k povinnému souboru publikací opatřenému komentářem v angličtině (aby se zlepšila mezinárodní konkurenceschopnost).

V rámci jednotlivých dopoledních prezentací zazněly také některé nápady, jak existující doktorské programy a jejich organizaci zlepšit. Kromě již zmíněného „individuálního“ přístupu k jednotlivým studentům pomocí komisí fungujících částečně jako „tutorships“ a potřeby většího důrazu na zpětnou vazbu student-školitel-oborová rada/komise byla uvedena potřeba zajištění skutečně kvalitních možností finančního zabezpečení doktorandů (tj. školit by měli pouze lidé, kteří mají pro práci doktoranda finance jak na výzkum, tak na rozumné zajištění životních nákladů, což pochopitelně úzce souvisí se schopností získávat granty a tudíž i s vědeckou kvalitou školitelů). Nutností je potřeba zatraktivnit studium v ČR a SR pro zahraniční studenty (v tomto

směru by se všechny vysoké školy mohly inspirovat Budějovicemi). Poměrně velké rezervy existují také v oblasti interakce mezi jednotlivými doktorandy (často o sobě vzájemně nevědí), což by bylo možné řešit častějšími a pravidelnými pořádáním různých výjezdních zasedání a konferencí, ať již organizovaných ze strany fakult nebo přímo studenty. Dalším, celkem obecně platným nedostatkem je neexistence kurzů cílených přímo na doktorandy, a to zaměřených jak vědecky/metodicky, tak prakticky/kariéerně; zde se nabízí případná možnost větší spolupráce s různými vědeckými institucemi i s biotechnologickými a dalšími firmami. Téměř také neexistuje meziuniverzitní propojení, ať již v oblasti společných kurzů nebo v rámci členství v oborových radách apod.; tento nedostatek by se dal také celkem snadno odstranit.

Řada věcí zmíněných v předchozím odstavci vyplynula také z odpoledního bloku prezentací, kde své názory na to, jak by mělo vypadat ideální doktorské studium, přednesli studentští zástupci jednotlivých fakult: Mgr. Zuzana Novosadová (Praha), Mgr. Markéta Wayhelová (Brno), Mgr. Miroslava Bálintová a Mgr. Zuzana Jurčacková (Košice) a Mgr. Stanislav Kyzek a Mgr. Ján Frankovský (Bratislava). Jednoznačně bylo řečeno, že sami doktorandi chtějí, aby nad nimi a nad jejich školiteli byl ze strany fakulty zajišťující doktorské studium větší dohled – zabránilo by se tak bohužel nezdárka se vyskytujícímu zneužívání doktorandů jako „ručiček“, tj. lidí, kteří mají pouze pracovat na výzkumném tématu školitelské laboratoře a nemohou se profesně a kariéerně dále vzdělávat (někteří školitelé např. odmítají své doktorandy pouštět na odborné kurzy, přednášky a semináře). Přínosem např. v Praze by mohlo být nezávislé fórum hodnocení školitelů (jak přímo ze strany studentů, tak ze strany fakult), aby se noví uchazeči o doktorské studium mohli informovaněji rozhodnout. Vhodné by také bylo, kdyby fakulty nebo školící pracoviště měly vyčleněné fondy určené na financování speciálních metodických kurzů; vzhledem k výši stipendií a finanční náročnosti kurzů si v současnosti ne všichni studenti mohou dovolit se takových kurzů (pokud vůbec existují) účastnit. Obdobný fond by také mohl existovat na hrazení mobilit a konferenčních poplatků, zejména do zahraničí (námet z Košic). Co se týče financování doktorského studia jako takového, pro mnoho studentů je stipendium základním příjmem, ne vždy mají možnost být placeni z grantu školitele nebo získat na školícím pracovišti pevný úvazek. Je ovšem jasné, že otázka výše stipendií a hrazení zdravotního pojištění závisí do značné míry na možnostech státního rozpočtu. Studenti by také obecně uvítali větší propojení s aplikovaným výzkumem / soukromými firmami; to by podle nich případně mohlo alespoň částečně vyřešit problém současného podfinancování doktorského studia.

Dále také z úst většiny přítomných doktorandů (zejména z ČR) zaznělo, že by se studenti rádi mnohem více zapojili do vyučování různých předmětů, než jak je tomu v současnosti. Školy by měly cíleně nabízet soupisy předmětů, na jejichž výuce by doktorandi (buď samostatně, nebo pod dohledem pedagogických pracovníků) mohli participovat. Doktorandům by takováto participace umožnila zlepšit komunikační dovednosti a schopnosti předávat jiným vlastní znalosti a zkušenosti. Chtějí se také více podílet na vedení a oponentování bakalářských i diplomových prací pregraduálních studentů, aby se naučili kriticky a nestranně zhodnotit cizí výsledky. Větší nabídka kurzů pedagogické způsobilosti, vědecké etiky, přípravy grantových žádostí, publikování výsledků v prostředí OpenScience, administrativy související s vědeckým a akademickým prostředím by byla na všech školách v ČR a SR rozhodně vítána, stejně jako možnosti krátkodobých stáží na různých akademických i komerčních pracovištích (ideální by byl model, kde by první půlrok až rok student „rotoval“ mezi několika laboratořemi, aby se mohl seznámit s

více prostředím). Zlepšit schopnost komunikace v odborné angličtině by se mohlo podařit třeba častějším pořádáním mezinárodních studentských konferencí, které by mohli organizovat sami studenti (jak je tomu např. v Brně – sdružení Biomania), dále organizací neformálních workshopů a meetingů či povinností jednou za semestr prezentovat v angličtině vlastní vědecké výsledky apod. Zajímavým nápadem (Brno) souvisejícím s povinností studenta mít před obhajobou publikace v IF časopisech a zároveň s dnešním často zdlouhavým recenzním řízením a publikačním procesem by mohlo být založení speciálních mezinárodních vědeckých časopisů určených k prezentaci výsledků výhradně doktorských studentů. Co se týče vlastní dizertační práce, studentský tým z Bratislavy prezentoval představu, že by student od počátku participoval na dvou projektech: primárním, který by měl být navržený a realizovaný individuálně samotným studentem, a sekundárním, který by kontinuálně probíhal na příslušném pracovišti, tj. jednalo by se o projekt školitele a doktorand by se do něj pouze zapojil. Sekundární projekt by tak mohl zajistit, že student své doktorské studium úspěšně dokončí, zatímco primární projekt by dal prostor jeho ambicím, naučil by jej samostatnosti a umožnil mu vyniknout.

Poslední částí letošního edukačního semináře byla závěrečná panelová diskuse, kterou moderoval prof. Peter Fedor, proděkan pro doktorské studium z Přírodovědecké fakulty Univerzity Komenského v Bratislavě. Během ní, jakož i během neformálních interakcí účastníků semináře o přestávkách, se bohatě diskutovalo nejen všechny výše zmíněné otázky a náměty, ale i mnoho dalších zajímavých nápadů (některé z nich lze najít i v prezentacích z letošního semináře, které jsou zveřejněny na adrese <http://fns.uniba.sk/pracoviska/biologicka-sekcia/kge/univerzitie-vzdelavanie-genetiky/>). Obsahovou náplň letošního semináře lze celkově shrnout v několika bodech tak, jak to velmi výstižně učinil prof. Fedor: 1) o tom, co „bez pádu vlády“ změnit nelze, 2) o tom, co se rozhodně změnit musí (a mělo by se na to pamatovat při nové akreditaci/reakreditaci doktorských studijních programů, 3) o tom, co lze s trochou dobré vůle ze strany příslušných pracovníků změnit i v současnosti, 4) o tom, co se skutečně již mění, 5) a především o tom, jak by doktorské studium mělo vypadat ve zcela ideálním případě (a také ovšem o tom, jak by měl vypadat ideální doktorand). Lze rozhodně konstatovat, že třetí edukační seminář více než splnil svůj cíl: vzájemně inspirovat různé lidi zapojené do organizace doktorského studia, vyměnit si zkušenosti mezi pedagogy i studenty, podnítit meziuniverzitní spolupráci a (doufejme) využít získaných námětů ke skutečnému zlepšení kvality doktorského studia v oblasti genetiky a molekulární biologie alespoň na hlavních univerzitách v ČR a SR.



**RNDr. Dana Holá, Ph.D.** ([dana.hola@natur.cuni.cz](mailto:dana.hola@natur.cuni.cz)), je členkou Katedry genetiky a mikrobiologie Přírodovědecké fakulty UK v Praze. Na této katedře přednáší obecnou genetiku a genetiku rostlin a vede cvičení z genetiky. Zabývá se výzkumem v oblasti genetiky rostlin, aktuálně především vnitrodruhovou variabilitou v reakci rostlin na stresové faktory a vlivem rostlinných steroidů na fotosyntetický aparát.

## **Doktorské studium na českých a slovenských univerzitách**

**Zuzana Vítková**

Ústav experimentální biologie, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kamenice  
5, 625 00 Brno

Problematika vzdělávání studentů v rámci doktorského studia je velmi komplexní a v současné době se řeší na mnoha úrovních, od celouniverzitní v podobě hledání a zavádění nových podmínek pro doktorská studia, až po fakultní či přímo oborové úrovně. Doktorandskému studiu byl věnován i letošní, již třetí ročník edukačního workshopu „Univerzitní vzdělávání genetiky“, který se konal 26. května 2017 tradičně v prostorách Mendelova muzea MU umístěného ve starobrněnském opatství sv. Tomáše. Hlavní náplní bylo letos prodiskutování problematiky doktorandského studia na českých a slovenských univerzitách. Jak co nejlépe motivovat studenty během doktorského studia genetiky, jak studenty kvalitně v oboru vzdělat a hodnotit, jak by měly vypadat nároky na dizertační práci a jejich obhajoby - nejen tyto otázky řešili odborníci, vyučující i sami doktorandi na aktuálním ročníku.

Workshop byl rozdělen do dvou základních tematických částí. První část „Doktorandské studium na českých a slovenských univerzitách“ otevřel svou přednáškou doc. Petr Kuglík z Masarykovy univerzity. Na úvod velmi efektně shrnul aktuální počty Ph.D. studentů na Přírodovědecké fakultě (882 aktivních doktorandů, z toho 106 zahraničních) a představil 12 doktorských studijních zaměření z oboru Biologie, z nichž 2 jsou věnovány problematice molekulární biologie a genetiky – „Molekulární a buněčná biologie“ a „Obecná a molekulární genetiky“. Celkově studijní doktorský program Biologie studuje 297 studentů, z nichž je téměř čtvrtina (74 studentů) zapsána na jednom z „genetických oborů“, což rozhodně není zanedbatelné číslo. Dále shrnul podmínky přijetí studentů do doktorských programů a nastínil, jak vypadá studium „našeho“ doktoranda.

Velmi zajímavá čísla předložila rovněž dr. Kočová z Univerzity Karlovy. Z tamních 14 biologických doktorandských oborů je několik z nich sdruženo do sekce „Biomedicína“, přičemž jeden obor z této sekce je přímo věnován genetice – „Molekulární a buněčná biologie, genetiky a virologie“. Většina ze zhruba stovky doktorandů studuje aktuálně v prvním ročníku, nicméně zajímavé je to, že je zde i téměř desítky studentů studující déle než sedm let. Rovněž doba, kdy studenti obhajují své doktorské práce, se stále posunuje. Od roku 2015 není výjimkou, že velká část studentů ukončuje své studium až v osmém či dokonce devátém roce svého doktorandského studia, oproti dřívějším letům, kdy studenti neměli většinou problém ukončit studium v řádné době čtyřech let. Dlouhodobější statistika také ukazuje, že studenti zanechávají studia i po několika letech strávených prací na svém výzkumu. Tento nepříznivý trend může mít několik příčin, od finančního zabezpečení přes náročnost studia, nicméně jde o jeden z aspektů, se kterými by se mělo nadále pracovat a motivovat studenty k včasnému dokončení svých prací.



Na tuto přednášku částečně navázal doc. Tomáš Doležal z Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, kde na doktorském oboru „Molekulární a buněčná biologie a genetika“ studuje aktuálně 42 studentů. Doc. Doležal se věnoval více problematice ukončení doktorského studia – dizertačním pracím a zkouškám. Představil také výstupy z diskuze se samotnými Ph.D. studenty, z nichž nejzajímavější je např. vznik doktorandské komise individuálně pro každého studenta. Po přestávce v sekci pokračovali přednášející doc. Petr Pečinka z Ostravské univerzity, a dále slovenští kolegové prof. Eva Čellárová z Univerzity P. J. Šafárika v Košicích a prof. Ľubomír Tomáška z Univerzity Komenského v Bratislavě. Profesor Tomáška ve své řeči shrnul neustále rostoucí význam genetiky jakožto vědního oboru, a s tím i související nárůst počtu odborných prací v této oblasti. Je tedy zřejmé, že potřeba vychovávat doktorandy schopné obstát ve stále větší vědecké konkurenci je velkým úkolem (nejen) do budoucích let.

Druhou sekci workshopu s názvem „Jak by mohlo vypadat ideální doktorandské studium?“ zahájila svou přednáškou doktorandka Mgr. Zuzana Novosadová z Univerzity Karlovy. Zmínila zde povinnosti doktorského studenta na své univerzitě, ale také netradiční formy studia a praktických sdílení zkušeností se svými kolegy, např. formou výjezdních zasedání Ph.D. studentů, které probíhají v angličtině a slouží tak i k rozvoji cizího akademického jazyka. Na závěr své řeči přednášející zmínila také výhody v rámci studia, jakož i nevýhody, se kterými se studenti musí potýkat. Nástin ideálního doktorského studia by pak mohl sloužit jako inspirace pro vedoucí příslušných ústavů či kateder a doktorandských komisí, jak tyto programy zefektivnit.

Následující přednáška doktorandky z Masarykovy univerzity, Mgr. Markéty Wayhelové, se nesla v podobném duchu. Bylo zde poukázáno i na podobnosti a odlišnosti Ph.D. studia na pražské a brněnské univerzitě. Mgr. Wayhelová také zmínila potřebu kvalitní jazykové vybavenosti a představila posluchačům i projekty spolku Biomania, kteří mimo jiné pořádají Studentskou vědeckou konferenci. Ta má mezinárodní charakter a slouží pro začínající vědce a studenty jako platforma k vyzkoušení si účasti na odborné konferenci v neformálnějším a přátelském prostředí. Vzhledem k tomu, že konference je vedena v angličtině, představuje výborný začátek prvních veřejných prezentací. Část přednášky byla také věnována problematice financí, která je předmětem velkých diskuzí i na nejvyšších místech českého (i slovenského) školství a vědy.

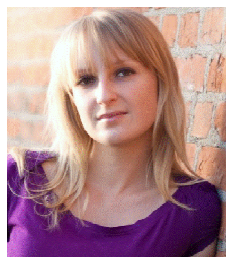
Velmi inspirativní pak bylo vystoupení dvojice doktorandek Miroslavy Bálintové a Zuzany Jurčackové z Univerzity P. J. Šafárika. Kromě základního popisu tamního doktorského studia a jeho výhod i nevýhod se přednášející věnovaly také srovnání a zajímavostem ze zahraničních univerzit, přičemž mnoho z nich by bylo jistě velmi užitečných implikovat i do našich kurikulárních plánů. Ať již jde např. o možnost nechat studenty absolvovat kurzy zaměřené na jejich pedagogické schopnosti, či způsoby, jak financovat lépe alespoň některé ročníky Ph.D. studia (např. ty, kde student vede větší množství přednášek a cvičení pro studenty nižších ročníků). Sekci uzavřelo vystoupení Stanislava Kyzeka a Jána Frankovského z bratislavské Univerzity Komenského, kteří za celý tamní doktorandský tým shrnuli průběh doktorandského studia na této univerzitě.

Závěr workshopu pak byl věnován dvěma panelovým diskuzím na stejná témata, jako předchozí přednáškové sekce. Zde se mohli přednášející i publikum zapojit se svými názory a přispět tak inspirací k možným změnám v doktorandském způsobu vzdělávání i na naší univerzitě. Předseda Genetické společnosti Gregora Mendela a rovněž vyučující Masarykovy univerzity, prof. Jiří Doškař, dále uvedl, že existující platforma,

v rámci které je možno sdílet s kolegy názory a zkušenosti z oblasti vzdělávání v genetice, je pro všechny zúčastněné velmi užitečná. Letošní ročník například potvrdil, že mezi jednotlivými vysokými školami nejsou ve formě a způsobu vzdělávání doktorandů zásadní rozdíly, ale existuje řada drobných odlišností, kterými je možno se navzájem inspirovat. Všechny návrhy a nápady se ale mohou do našich (myšleno Masarykovu univerzitu) studijních plánů promítnout až po roce 2020, kdy se bude připravovat nová akreditace těchto studijních oborů. Věříme, že některé novinky se v plánech objeví a budou přínosem nejen pro studenty a vyučující, ale také pro „genetickou“ vědu obecně.



*Zaplněný sál Mendelova refektáře v průběhu semináře věnovaného systému doktorského studia na českých a slovenských vysokých školách, který proběhl v Brně, dne 26.5. 2017.*



**Mgr. Zuzana Vítková** (e-mail: [hanzelkova@sci.muni.cz](mailto:hanzelkova@sci.muni.cz)) vystudovala obor Molekulární biologie a genetika na Přírodovědecké fakultě MU. V současnosti pracuje jako manažerka Ústavu experimentální biologie PŘF MU pro vztahy s veřejností.

## Mezinárodní Mendelův den 2017

**Anna Matalová**

Centrum Mendelianum, Muzejní 1, 602 00 Brno

Letošní mezinárodní Mendelův den navazoval na loňskou premiéru této akce, která se setkala s podporou a pozitivním ohlasem po celém světě. Datace Mendelova dne souvisí s prezentací závěrečné části jeho přednášky, která se stala základem genetiky a konala se 8. března 1865 v Brně. Umístěním mezi únorový Darwinův den a dubnový Den DNA je navíc zdůrazněn Mendel jako nadčasový vědec a Mendelův den tak symbolicky propojuje tradiční a moderní vědu.

Loňský ročník připomněl 150 let od rozeslání tištěné Mendelovy práce do světa, což umožnilo pozdější docenění jeho geniálního objevu. Proto byl také první Mendelův den směřován z Brna do Evropy (zejména Rakouska a Německa), USA, ale i dalších míst (např. Sydney, Canberra, Tokio), kde probíhaly paralelní programy.

Letošní Mendelův den byl centralizován do Brna za aktivní účasti mezinárodních partnerů. Důvodem je věnování letošního ročníku připomenutí Hospodářské společnosti v Brně, pevně spjaté s vědeckou činností Mendela. Právě tato společnost založila před 200 lety muzeum, dnešní Moravské zemské muzeum. Předvečer Mendelova dne byl věnován procházce Mendelovým Brnem a vernisáži výstavy týkající se Mendela, Mendeliana a Moravského zemského muzea (obr. 1).

Dopolední část Mendelova dne přinesla program především pro studenty, a to formou diskusní přednášky Mendel v 21. století, kterou připravil prof. Tomáš Urban z brněnské MENDELU. V poledním čase bylo Mendelianum otevřeno pro širokou veřejnost s nabídkou komentovaných prohlídek (obr. 2). V časném odpoledni se setkal mezinárodní Mendelův tým a jeho hosté. Jedním z nich byl profesor Fairbanks (obr. 3), který je nejenom odborníkem na Mendelovu vědeckou práci, ale také umělcem, jehož Mendel výrazně inspiroval. Řadu svých děl věnoval profesor Fairbanks Mendelianu právě u příležitosti letošního 200. výročí Moravského zemského muzea. Vernisáž jeho výstavy (IL49, 21-22, 2017) proběhla v rámci Mendelova dne. Završením odpoledne brněnského Mendelova dne byl koncert z díla Leoše Janáčka věnovaný Mendelovi interprety z USA. Večer Mendelova dne byl určen pro neformální diskusi a toulky Mendelovým Brnem.

Mendelův mezinárodní den se konal nejenom za přítomnosti odborníků z USA v Brně, ale také na americkém kontinentu, především v městě Tucson, kde vloni proběhl již první ročník této akce. Kromě odborných přednášek byla hostům nabídnuta ochutnávka speciálního dortu pro tento den (obr. 4). Letošním motivem byl plakát Mendelových rostlin, který Mendelianum vydalo u příležitosti otevření Terasy Mendelových rostlin v prostorech Centra Mendelianum. Tato terasa dále rozvíjí více než 50letou tradici prezentace Mendelových rostlin Mendelianem.

Program oslav byl zakončen den následující, kdy se zájemci vydali do Vídně, dalšího z klíčových měst v životě J. G. Mendela (obr. 5, 6). Exkurze zahrnovala setkání s představiteli Gregor Mendel Gesellschaft, připomenutí Mendelových učitelů, návštěvu míst, kde Mendel působil a v neposlední řadě zhlédnutí originálních mendelovských dokumentů uložených ve vídeňských archivech. Kromě evropských a amerických reprezentantů se k letošnímu Mendelovu dni přihlásili opět odborníci z Austrálie a také z Japonska.

Mezinárodní Mendelův den opět nabídl program nejenom pro odborníky, ale také studenty i širokou veřejnost a přitahuje pozornost světa k městu Brnu, které má jako Mendelovo Brno zcela unikátní postavení. Mendelianum MZM Brno je hrdým nositelem Mendelova vědeckého a kulturního odkazu již více než půl století. Za tradici Mendelova dne děkuje všem spolupracovníkům a partnerům z ČR i zahraničí a samozřejmě také hojným účastníkům!



*Obr. 1: Vernisáž výstavy „Mendelianum“ připravené k příležitosti 200. výročí založení dnešního MZM Brno, která proběhla v předvečer Mendelova dne (7. 3. 2017) v Dietrichsteinském paláci.*





Obr. 2: Komentované prohlídky v Mendelianu probíhaly také v rámci Mendelova dne.



**100**  
YEARS  
marking the past, mapping the future.

GENETICS | PERSPECTIVES

### Experiments on Plant Hybrids by Gregor Mendel

Scott Abbott\* and Daniel J. Fairbanks\*\*  
\*Department of Integrated Studies and \*\*Department of Biology, Utah Valley University, Orem, Utah 84058  
ORCID ID: 0000-0001-7422-0549 (D.J.F.)

Here, translated into English, *GENETICS* republishes the original Mendel article. As discussed in the Perspectives by Daniel J. Fairbanks and Scott Abbott this translation differs from others in an attempt to be both more accurate than previous translations and also more accessible. *GENETICS* wishes to thank Scott Abbott and Daniel J. Fairbanks for their labors in presenting the scientific community with this new translation.

Obr. 3: Prof. D. Fairbanks referuje jako spoluautor o nejnovějším anglickém překladu Mendelovy práce Pokusy s hybridy rostlin. Práce byla autory poskytnuta pro přetištění v časopise Folia Mendeliana.



Obr. 4: Mendel Day v USA (foto Tucson) zahrnoval kromě odborných přednášek a diskuse také ochutnávku speciálního dortu pro tento den, inspirovaného plakátem Mendeliana.



*Obr. 5: Mendelovou Vídní provázel profesor Johann Vollmann, který připravil stezku vedoucí nejenom místy, kudy procházel i Mendel, ale představil také jeho učitele a další významné osobnosti doby, kdy Mendel ve Vídni působil. Součástí dne byla i návštěva archivů, které mimo jiné uchovávají řadu materiálů s vazbou k Mendelianu.*



*Obr. 6: Součástí exkurze v Mendelově Vídni byla i návštěva archivů, které mimo jiné uchovávají řadu materiálů s vazbou k Mendelianu.*



**PhDr. Anna Matalová** je nyní emeritní pracovnící Mendeliana Moravského zemského muzea v Brně. V Mendelianu působí již od jeho založení, po roce 1989 až do odchodu do důchodu pracovala jako jeho vedoucí. Je autorkou řady odborných publikací, má klíčový podíl na vytvoření Centra Mendelianum a představení Mendelovy osobnosti nejenom ve vědeckém kontextu, ale také v rámci jeho dalších aktivit ve vztahu k městu Brnu a dalším místům.

### Z Mendelovy korespondence před 160 lety

„Nejmilejší maminko!

Ve svém posledním psaní jsem vyjádřil naději, že Vás budu moci navštívit v květnu nebo červnu. Nyní Vám musím sdělit, že nebude možné, abych v uvedené dobu dorazil, a to z jednoduchého důvodu, budu ještě zaměstnán ve škole. Tak to musíme nechat až na prázdniny, které už budou brzy. Velmi rád bych přijel v tomto měsíci, protože na venkově je teď nejkrásněji a já bych měl současně příležitost zúčastnit se rodinné oslavy; tuto radost jsem si ještě nikdy nemohl dopřát, přestože oba švagři byli vždy tak laskaví, že mě zvali. Ale tentokrát se to snad dá udělat někdy jindy. Píšete mi, že u Vás v dubnu skoro zmrzly stromy. U nás byla hrozba ještě větší, protože všechno už bylo v plném květu, když začalo mrznout a padat sníh. Škoda je přesto mnohem menší, než jsme se zpočátku obávali: jen ořechy a třešně citelně utrpěly. Švestky a hrušně nedopadly špatně, a jabloně mají nasazeno bohatě. Vinná réva má výjimečně mnoho květů. Obilí vypadá veskrze velmi pěkně.

Možná bude oba švagry zajímat něco z brněnského týdenního trhu. 3. června se prodávala

pšenice	za 11 zl. 30 kr.
žito	6 zl. 40 kr.
ječmen	5 zl. 33 kr.
oves	4 zl. 12 kr.

Nevím nic nového, co bych Vám mohl sdělit. Sestře Terezii vyjadřuji svůj dík za pozvání a přeji všechno myslitelné štěstí malé princezně.

Mnoho pozdravů všem 4 princům a jejich rodičům.

Poroučím se panu faráři ve Vražném.

Mezitím doufám, milá maminko, že se s Vámi ve Vaší osamělosti brzy shledám a zůstávám Váš vděčný syn Gregor.“

Tento dopis napsal Mendel své mamince do rodných Hynčic (dnes součást obce Vražné) 7. června bez udání roku. Předpokládá se, že se tak stalo po smrti jeho otce roku 1857, protože se zmiňuje, jak svým příjezdem matku potěší v její samotě. Dataci potvrzuje také zmínka o „malé princezně“. Mendelova neteř, dcera jeho mladší sestry Terezie, provdané Schindlerové, se narodila 23. 5. 1857. Mendel choval k domovu vřelý vztah, své synovce nechal vystudovat na své náklady a do konce svého života byl v kontaktu s rodinami svých sester, Veroniky a Terezie. Zajímavostí v dopise je, že stejně jako letos, tak i před 160 lety, napadl na jaře nečekaně sníh do rozkvetlých stromů.

Překlad dopisu: Anna Matalová, Centrum Mendelianum, Muzejní 1, 602 00 Brno

První český překlad souboru Mendelových dopisů rodičům, matce, švagrům a synovcům do Hynčic vyšel pod ISBN 978-80-7028-326-4.

## Mendelova pamětní medaile 2017

### Eva Janečková

Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, v.v.i., Veveří 97, 602 00 Brno

Mendelova pamětní medaile je ocenění udělované Mendelianem MZM Brno a je určeno zejména odborníkům, kteří se významně zasloužili o rozvoj a propagaci vědeckého a kulturního odkazu J. G. Mendela. Medaile byla příležitostně udělována od roku 1965, od roku 1992, kdy se konalo první porevoluční mezinárodní symposium, se z tohoto ocenění stala každoroční tradice.

Nositelem Mendelovy pamětní medaile za rok 2017 je profesor Daniel Fairbanks, získal ji za svůj přínos k interpretaci Mendelovy vědecké práce. Profesor Fairbanks je aktuálně děkanem College of Science & Health na Utah Valley University, největší univerzitě ve státě Utah, USA. Dříve působil jako profesor na University of Massachusetts-Amherst, Southern Virginia University, Brigham Young University a hostoval na Universidade Estadual de Londrina v Brazílii. Prof. Fairbanks je genetikem se zájmem také o historii tohoto oboru. Patří mezi významné osobnosti zabývající se odkazem J. G. Mendela a Ch. Darwina. Je autorem nebo spoluautorem knih týkajících se vědecké práce J. G. Mendela, nejznámější je jeho přínos k ukončení sporu Mendel-Fisher (např. kniha Franklin et al. 2008: Ending the Mendel-Fisher Controversy, 978-0822959861). Profesor Fairbanks publikuje příspěvky také v řadě odborných časopisů jako *Genetics*, *Genome*, *Theoretical and Applied Genetics*, *Folia Mendeliana* a dalších.

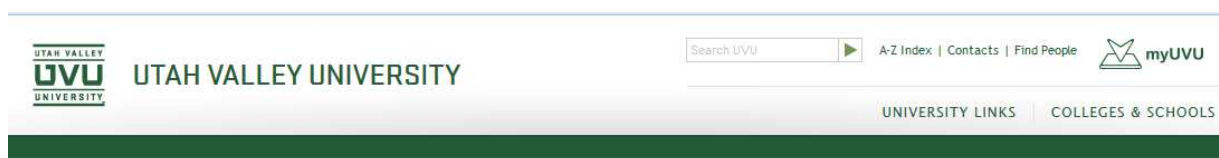
Mendelova pamětní medaile byla prof. Fairbanksovi udělena 8. března 2017 v rámci programu Mendelova dne. Ocenění převzal z rukou generálního ředitele Moravského zemského muzea PhDr. Jiřího Mitáčka, Ph.D. a vedoucího Mendeliana PhDr. Jiřího Sekeráka, Ph.D. (obr. 1, 2). Tématem Mendel Lecture prof. Fairbankse byl nový anglický překlad Mendelovy práce Pokusy s hybridy rostlin, který vyšel v roce 2016 v časopise *Genetics* a jehož je prof. Fairbanks spoluautorem. Profesor Fairbanks je inspirován vědou nejenom ve své vědecké, ale také umělecké činnosti. Po převzetí medaile zahájil svoji výstavu nazvanou In Mendel's Footsteps: People, Places and Scientific Research in the Life of Gregor Mendel, kterou věnoval Mendelianu MZM Brno.

Informační listy GSGM, 2017, 49: 19–20





Obr. 1: Udělení Mendelovy pamětní medaile za rok 2017 profesorovi D. Fairbanksovi. Ocenění předávali generální ředitel MZM PhDr. Jiří Mitáček, Ph.D. a vedoucí Mendeliana PhDr. Jiří Sekerák, Ph.D. Ke gratulacím se připojila také emeritní vedoucí Mendeliana PhDr. Anna Matalová a další naši i zahraniční hosté.



Obr. 2: O udělení Mendelovy pamětní medaile profesorovi Fairbanksovi informovala také jeho domovská univerzita (<http://www.uvu.edu/>)



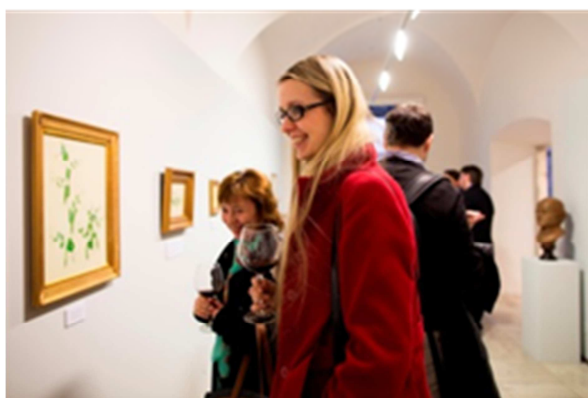
**Mgr. Eva Janečková** (e-mail: 323974@mail.muni.cz) je doktorandkou oboru Molekulární a buněčná biologie Přírodovědecké fakulty MU se školícím pracovištěm na Ústavu živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, v.v.i. S Mendelianem spolupracuje na projektu Mendelovy interaktivní školy genetiky.

## V Mendelových stopách – unikátní kolekce

**Marcela Kusáková**

Univerzita Tomáše Bati, nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín

Od března do června 2017 byla v mramorových sálech Moravského zemského muzea instalována výstava nazvaná V Mendelových stopách: lidé, místa a vědecký výzkum v životě Mendela. Pro Mendelianum MZM ji připravil a ze Spojených států amerických přivezl profesor Daniel Fairbanks. Vernisáž výstavy se konala na mezinárodní Mendelův den, tedy 8. března 2017 (obr. 1). V tento den obdržel profesor Fairbanks Mendelovu pamětní medaili za svůj vědecký přínos (IL49, 19-20, 2017); při jejím přebírání zdůraznil Mendela jako svoji inspiraci pro odbornou i uměleckou činnost.



Obr. 1: Vernisáž výstavy s úvodním slovem autora, které bylo tlumočeno do češtiny.

Informační listy GSGM, 2017, 49: 21–22

Daniel Fairbanks je čtvrtou generací v umělecké rodině, má profesní profil v sochařství, kresbě a malbě, svá díla vystavuje ve veřejných i privátních prostorech v rámci USA, Evropy i latinské Ameriky, své ilustrace vydává také knižně. Sochařství studoval mj. v Itálii, kresbu a malbu především v Bostonu (USA). Jeho zájem o vědu a umění se spojil v dílech zaměřených na lidskou anatomii, vědecké ilustrace a forenzní sochařství. V rámci svých děl se podílel na vytvoření antropologických rekonstrukcí obličejů na základě lebek nalezených při vykopávkách v Peru.

Kolekce představená v Mendelianu zahrnuje mnohaletou intenzivní činnost autora, ke které získal motivaci při své první návštěvě Brna, kdy zavítal také do Mendeliana Moravského zemského muzea, tehdy ještě lokalizovaného v klášteře na Starém Brně. Svoje další cesty do Brna pak rozšířil o návštěvu Mendelova rodného kraje a dalších míst spojených s jeho působením. Profesor Fairbanks se tak stal nejenom badatelem, ale také propagátorem v oblasti Mendelova vědeckého a kulturního odkazu, ke kterému připojil také své autorské dílo.

Výstava v Mendelových stopách vede od rodného domu J. G. Mendela, představuje Johannovy sestry Veroniku a Terezii, zobrazuje Mendelovy učitele z vídeňské univerzity, především A. von Baumgartnera, F. Ungera a Ch. Dopplera. Výtvarné zpracování pak provází Mendela do Brna, ukazuje augustiniánský klášter na Starém Brně a jeho tehdejšího opata, F. C. Nappa, a také klášterní skleníky, které Mendel využíval ke svým experimentům. Další část výstavy seznamuje s Mendelovým experimentálním designem při pokusech s hybridy hrachu, ukazuje znaky, které sledoval a v neposlední řadě prezentuje místo, kde Mendel svoje výsledky prezentoval na schůzích Přírodovědného spolku. Zlatým hřebem výstavy je busta J. G. Mendela, jejíž tvorba byla započata v rámci Mendelova dne v Tucsonu (USA) v roce 2016 a propojila tak nejenom první a druhý ročník mezinárodního Mendelova dne (obr. 2), ale také Brno - Evropu a Spojené státy americké, tedy oblasti světa, kam byl Mendelův později proslulý článek v roce 1866 z Brna rozeslán.



Obr. 2: Mendelova busta, jejíž tvorba byla započata v USA na Mendelův den 2016 (vlevo) a finální podoba věnována Mendelianu v Brně na Mendelův den 2017 (vpravo).



**Mgr. Marcela Kusáková** (e-mail: [kusakova@knihovna.utb.cz](mailto:kusakova@knihovna.utb.cz)) působila jako kurátorka v Mendelianu MZM Brno, kde se také věnovala výzkumu v rámci své diplomové práce. Aktuálně pracuje v knihovně Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.



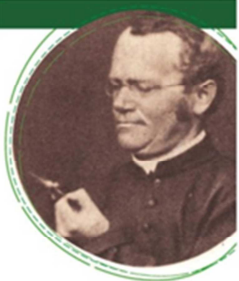
## Mendel Forum 2017 – 25 let tradice

### Eva Matalová

Centrum Mendelianum, Moravské zemské muzeum, Zelný trh 6, 659 37 Brno

První Mendel Forum, které organizovala tehdejší vedoucí Mendeliana Dr. Anna Matalová, se konalo v roce 1992 za předsednictví prof. Wichterleho. Bylo věnováno rozvoji vzájemného partnerství expertů, institucí a mezioborovému dialogu. Sdílení zdrojů motivace pro studium Mendelova objevu a otevřená komunikace byla kromě odborníků určena také učitelům a studentům. Ve srovnání s čistě vědeckými sympozii a kolokvii, která řešila složitá témata v úzkém kruhu badatelů, mířilo Mendel Forum na širší okruh zájemců v rámci koncepce věda a společnost. V 21. století se Mendel Forum zaměřilo na pedagogy a jejich studenty, a to včetně středních škol, kde zájem o biologické obory většinou krystalizuje. Do programu konference byly zahrnuty interaktivní semináře, workshopy, individuální práce v laboratořích a také možnost aktivní účasti mladých zájemců formou Junior Mendel Forum. Při významných výročích (např. 150 let od zveřejnění Mendelova objevu) jsou konference Mendel Forum nadále zpřístupněny mezinárodním účastníkům a probíhají v angličtině. Ke konferencím je vydáván sborník s ISBN a o jejich průběhu informuje Mendelianum také prostřednictvím kroniky odborného časopisu Folia Mendeliana.

**Mendel Forum  
2017**



**7. - 9. června  
2017, Brno**

Mendelianum MZM,  
Muzejní 1, Brno - střed

**7. června 2017**

**Přičichněte ke genetice**  
Další část vzdělávacího cyklu  
Genetika všemi smysly

---

10 - 10:30: Jak funguje čich  
- fyziologie a genetika  
(Prof. Eva Matalová)

10:30 - 11: Zajímavosti o čichu  
(Mgr. Eva Janežková)

11 - 12: Čichám, čichám genetiku  
(populárně-vědecký program  
s praktickou činností v laboratořích)

12 - 13: polední přestávka

13 - 15 : Přičichněte ke genetice  
(výstava a doprovodný program)

15 - 17: Jak vám voní genetika?  
- Odpoledne s JGM  
(program v laboratořích)

**8. června 2017**

**Pestré vůně muzea**  
200. výročí MZM  
55 let Genetického oddělení MZM

---

10 - 10:30: Jak se pátrá po Mendelovi  
(Dr. Jiří Sekerák)

10:30 - 12: Tajemství muzejních děl:  
geologicko-paleontologická  
(Karel Diviš),  
paleoantropologická  
(Silvie Černocká),  
mykologická  
(Dr. Vladimír Antonín,  
Mgr. Hana Ševčíková)

12 - 13: polední přestávka

V Mendelových stopách: Osobnosti,  
místa a vědecký výzkum v životě  
Gregora Mendela  
(aktuální výstava)

Mendelianum Team

25 let konferencí Mendel Forum  
pořádaných Mendelianem MZM Brno

**9. června 2017**


**Junior Mendel Forum**  
Názorová platforma  
pro studenty

---

**Co vlastně Mendel objevil**

Zašlete (do 31. 5. 2017,  
MendelForum@post.cz) vaše krátké  
sdělení (max. 500 znaků), jak byste  
stručně a co nejzajímavěji vysvětlili  
spolužákům své pojetí Mendelova objevu.

Vybrané příspěvky budou 9. června 2017  
zveřejněny na webové stránce Mendeliana  
(pod kódy) a zpřístupněny veřejnému  
hlasování. Vítěz bude odměněn ☺



Obr. 1: Program konference Mendel Forum 2017.

Informační listy GSGM, 2017, 49: 23–24

Letošní ročník Mendel Forum se konal ve dnech 7. – 9. června v prostorách Centra Mendelianum (obr. 1). Tématem prvního dne byl další díl z cyklu Genetika všemi smysly zaměřený na čich (obr. 2), druhý den byl věnován 200. výročí od založení Moravského zemského muzea a připomenutí 25 let od prvního Mendel Forum setkání, poslední den byl vyhrazen názorové platformě Junior Mendel Forum.



*Obr. 2: Interaktivní semináře a workshopy v rámci Mendel Forum 2017 probíhaly především v prostorách Mendeliana.*



**Prof. RNDr. Eva Matalová, Ph.D.** (e-mail: [matalova@iach.cz](mailto:matalova@iach.cz)) je vědeckou pracovnící Ústavu živočišné fyziologie a genetiky Akademie věd ČR, v.v.i., profesorkou na Fakultě veterinárního lékařství VFU Brno a dlouholetou spolupracovnicí Mendeliana MZM Brno, kde je také odbornou garantkou projektů Mendelianum – atraktivní svět genetiky a Mendelova interaktivní škola genetiky.

## Hospodářská společnost, J. G. Mendel a 200 let Moravského zemského muzea

Jiří Sekerák

Centrum Mendelianum, Muzejní 1, 602 00 Brno

*Před 200 lety (29. července 1817) bylo císařským dekretem, tehdy nejvyšším rozhodnutím, který vydal císař František I., zřízeno Františkovo muzeum, dnešní Moravské zemské muzeum. U jeho zrodu stáli členové Hospodářské společnosti, tehdejší vědecké akademie, ke které 30 let patřil také Johann Gregor Mendel jako aktivní člen a funkcionář. Přestože Mendel a jeho působení je často spojováno se starobrněnským klášterem, je třeba si uvědomit, že byl v neustálém přímém kontaktu právě s vývojem Moravského zemského muzea. Přírodovědecký spolek, jako odnož Hospodářské společnosti, zveřejnil jeho objev. Proto můžeme říct, že Moravské zemské muzeum je jedinou dodnes kontinuálně fungující vědeckou institucí na světě, na jejímž rozvoji se aktivně podílel Johann Gregor Mendel. Právě vědecký program Hospodářské společnosti a později jejího Přírodovědeckého spolku inspiroval Mendelovu badatelskou práci, včetně té nejdůležitější, experimentů s hybridy rostlin.*

Až do poloviny devatenáctého století se za hlavní kulturní centrum Moravy pokládala Olomouc. Proto nepřekvapí, že kromě univerzitního studia, které bylo ve městě založeno již v 16. století, zde také od r. 1746 působí Společnost neznámých vzdělavců v zemích rakouských (Societas incognitorum eruditorum terris Austriacis). Název byl odvozen od zvyku členů nepodepisovat své texty v časopise Měsíční výtahy starších a novějších učeností. Tento spolek, soustředěný kolem osobnosti V. Petrasche, byl jako první na Moravě zaměřen na šíření nových vědeckých poznatků. „Neznámí“ čerpali informace především z Philosophical Transactions, Journal des Savants a Acta Eruditorum, ale přírodovědné tématické se příliš nevěnovali. Hned další rok pak Marie Terezie oficiálně schválila spolkové stanovy. Stalo se tak o víc než jedno století poté, co byla francouzskými učiteli v Paříži založena Académie française (1635).

Na Moravě a ve Slezsku vyvíjela přírodovědnou činnost již roku 1765 Slezská zemědělská společnost (Die Schlesische Agricultur Gesellschaft). Na rozdíl od Olomouce se však v Brně v rámci učených společností stále více prosazovala přírodovědná orientace. Rakouské úřady zde zakládaly zemědělské společnosti jako platformy pro využívání nových přírodovědných poznatků. V roce 1770 takto byla v Brně založena Zemědělská společnost markrabství moravského (Agricultur Societät in dem Markgrathume Mähren), která však svým charakterem měla ještě blíže k feudálnímu pojetí hospodářství, než k vědecky podloženému novému přístupu.

Informační listy GSGM, 2017, 49: 25–28

V roce 1780 vznikla Společnost přírodovědných přátel (Gesellschaft der Naturforschenden Freunde) a o něco později (1794-6) v čele s J. Mittrovským Moravská společnost přírodovědy a vlastivědy (Mährische Gesellschaft der Natur- und Vaterlandskunde). Také A. Carl zakládá sdružení s názvem Společnost přátel přírody, která se záhy v roce 1800 sloučila s Mittrovského společností. Vznikla tak Soukromá společnost spojených přátel pro zvelebení přírodovědy a vlastivědy (Privat Gesellschaft der vereinigten Freunde zur Beförderung der Natur- und Vaterlandskunde), která měla sestavit inventář fauny a flory na Moravě. Jako představitelé společnosti zde byli aktivní zejména F. H. Salm-Reifferscheidt a sekretář Ch.C. André. V roce 1806 na výzvu rakouské vlády dalším spojením se Zemědělskou společností vzniká Moravská společnost pro zvelebení orby, přírodoznanství a vlastivědy (Mährische Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde). Konečně došlo i k připojení Slezské zemědělské společnosti. V roce 1811 pak bylo celé toto uskupení oficiálně potvrzeno a prohlášeno jako Moravskoslezská společnost pro zvelebení orby, přírodoznanství a vlastivědy (k.k. Mährisch-Schlesische Gesellschaft zur Beförderung des Ackerbaues, der Natur- und Landeskunde), zvaná také Hospodářská společnost. Hlavními tiskovými orgány společnosti byla periodika Mittheilungen (od roku 1821) a Notizenblatt. Pokud bychom chtěli zjednodušeně charakterizovat Hospodářskou společnost a její činnost, nevyhne se poukazu na její zaměření na šlechtitelskou činnost, zejména v oblasti chovu ovcí a pěstování rostlin, zejména pak vinné révy (F. C. Napp, J. K. Nestler, J. Sedláček a další).

V Ottově slovníku naučném z roku 1888 najdeme údaje a informace o Hospodářské společnosti pod společným heslem „Akademie“. Doslova se zde praví, že: „C. k. společnost moravskoslezská pro podporování orby, známosti přírody a země nahrazuje na Moravě akademii vědeckou.“ - Součástí budování vědeckovýzkumné a dokumentační základny hospodářské společnosti jako akademie bylo, tak jako jinde ve světě, založení zemského muzea.

Již v roce 1796 bylo podle vzoru zahraničních institucí připraveno vybudování zemského muzea. Zřízení muzea na Moravě podpořil ve zvláštním memorandu z roku 1816 předseda Hospodářské společnosti F. H. Salm. Na předložení memoranda se podílel také prezident apelačního soudu pro Moravu a Slezsko Josef Auersperg. Ale až 29. července 1817 získala Hospodářská společnost od císaře Františka I. oficiální souhlas s jeho zřízením. Založení zemského muzea, pojmenovaného po císaři Františkovi, oficiálně vyhlásil 24. března 1818 moravský místodržitel A. B. Mitrovský.

Nejvýznamnějším přírodovědným badatelem, pedagogem a organizátorem vědy na Moravě byl v té době bezpochyby Ch. C. André. Už v roce 1806 se zapojil aktivně do snah o vybudování muzea v Brně jako vědeckovýzkumné instituce. André stál na samém počátku moderní geologie, mineralogie a systematického shromažďování minerálů, hornin a zkamenělin.

Na podporu rozsáhlé spolkové činnosti začaly vznikat také jednotlivé sekce se zvláštním zaměřením. Jako první vzniká již v roce 1816 pomologický spolek, který se později nazývá zahradnickou sekcí. V tomtéž roce byl založen také meteorologický spolek. Po roce 1850 postupně vzniká sekce historickostatistická, přírodovědecká, která pak dala v roce 1861 základ Mendelovu brněnskému Přírodozkušnému spolku. Vznik přírodovědecké sekce v roce 1851 zaštil profesor Technického učiliště K. Kořistka a profesor státní reálné školy A. Zawadski. Nutno podotknout, že obě jmenované školy vznikly právě z podnětu členů Hospodářské společnosti. V roce 1851 byla dále založena

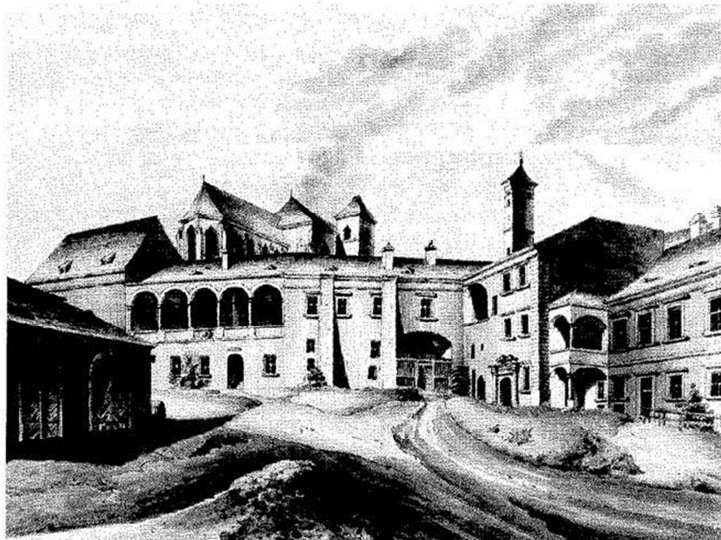
sekce lesnická a 1854 včelařská, která se o 15 let později změnila na samostatný včelařský spolek.

Členem Hospodářské společnosti se Johann Gregor Mendel stal roku 1854, plné členství v přírodovědecké sekci Hospodářské společnosti získal v roce 1855. Později byl zvolen do hlavního výboru. Okamžitě se zapojil do organizační práce ve většině sekcí společnosti a také do výzkumu v oboru zemědělství, ovocnictví, zahradnictví, vinařství, historie a statistiky, meteorologie a včelařství. O výsledcích vlastního výzkumu v těchto oborech pak téměř vždy výlučně referoval v odborných časopisech Hospodářské společnosti a jejích přírodovědných spolků.

Po roce 1848 proběhla školská reforma, která se významně dotkla i Hospodářské společnosti. Po pádu Bachova absolutismu vznikl roku 1861 v Hospodářské společnosti dceřiný Přírodovědecký spolek (Naturforschender Verein), který spolu s Mendelem utvořili členové přírodovědecké sekce.

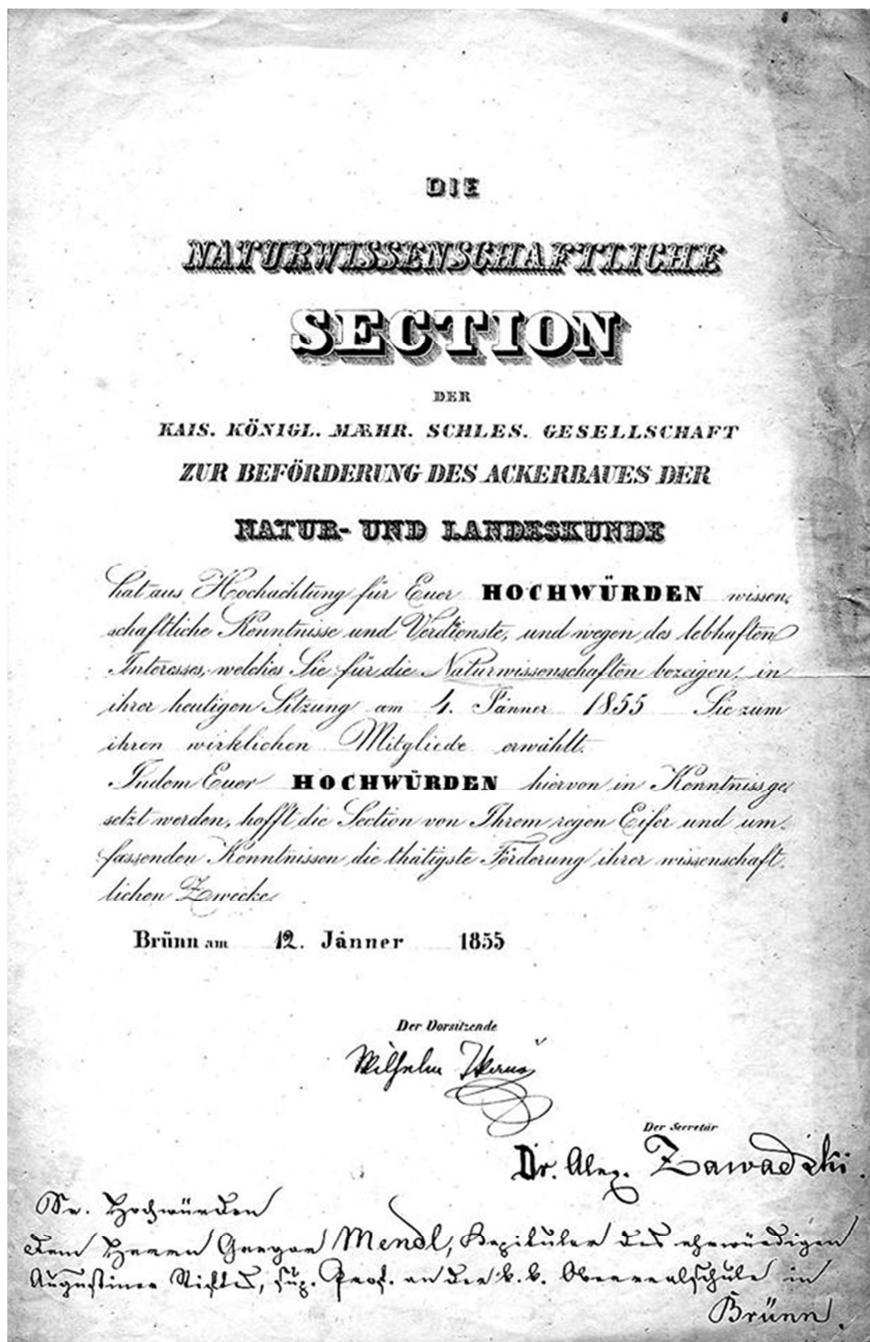
Z úhlu pohledu Hospodářské společnosti se toto osamostatnění mohlo zpočátku zdát jako neuvážené, ale po vydání prvního svazku sborníku Přírodovědeckého spolku „Verhandlungen“ byl zřetelný její přínos. Tento spolek se pak proslavil především Mendelovými pracemi Pokusy s rostlinnými hybridy (1866) a O některých křížencích ještěbníku (1870), které vyšly ve zmíněném nově založeném spolkovém časopise. K zakládajícím čestným členům Přírodovědeckého spolku patřil kustod Moravského zemského muzea A. Heinrich, profesor Polytechnického ústavu ve Vídni H. Hlasiwetz, profesori pražské univerzity V. Kosteletzky, H. Leonhardi a J. E. Purkyně, botanik L. Rabenhorst z Drážďan a profesori vídeňské univerzity G. Tschermak a F. Unger.

Přírodovědecký spolek se snažil uplatnit nové trendy vědeckého pozitivizmu, což se odrazilo i v komplexním přístupu k pěstování přírodních věd v celé šíři. Od matematiky a fyziky, přes meteorologii a astronomii, chemii, mineralogii, geologii, zeměpis, až po botaniku, entomologii a zoologii, paleontologii a archeologii.



Obr. 1: Biskupský dvůr, hlavní sídlo Hospodářské společnosti, v Mendelově době. Aktuálně je v bývalých prostorách Hospodářské společnosti lokalizováno Mendelianum.





Obr. 2: Mendelův jmenovací dekret do přírodovědné sekce Hospodářské společnosti (archiv Mendeliana). Mendelovo členství a aktivní činnost ukončila až jeho smrt.



PhDr. Jiří Sekerák, Ph.D. (e-mail: jsekerak@mzm.cz) je vedoucím Mendeliana Moravského zemského muzea v Brně a garantem expozic projektu Mendelianum - atraktivní svět genetiky.

## Čo je gén a prečo je to zložitá otázka Výzvy pre univerzitné vzdelávanie v biomedicínskych vedách<sup>1</sup>

**Ľubomír Tomáška**

Katedra genetiky, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

Čo je to gén? Zdalo by sa, že od vzniku tohto centrálného genetického pojmu v roku 1909 v tom máme jasno. Skutočne, zatiaľ čo predstava Johansenových súčasníkov nebola odlišná od tej, ktorú mal v roku 1865 Gregor Mendel o "svojich" faktoroch, teda veľmi abstraktná, postupne sa začala konkretizovať. Morganova skupina gény definitívne umiestnila na chromozómy (dočasne) ako nedeliteľné "atomárne" jednotky; ve 40. rokoch 20. storočia sa rozvinula predstava génu ako jednotky zabezpečujúcej tvorbu bielkoviny (napr. enzýmu); v 50. rokoch už bolo dosť dôkazov, že ich materiálnym základom je DNA a po dešifrovaní genetického kódu, v 60. rokoch vznikla učebnicová definícia génu: úsek DNA špecifikujúci funkčný proteín, a/alebo RNA. Potom sa však veci začali komplikovať: alternatívne miesta štartu transkripcie, alternatívny zostrih, *trans-splicing*, prekrývajúce sa kódujúce oblasti, editovanie RNA, nekonvenčná translácia, génové siete, a ďalšie menej alebo viac komplikované fenomény viedli k tomu, že dnes nemáme jasnú všeobijajúcu definíciu génu. Len pre ilustráciu jeden z posledných pokusov z apríla 2017 v časopise *Genetics*:<sup>2</sup> "Gén je sekvencia DNA (ktorej segmenty nemusia byť nevyhnutne susediace), ktorá špecifikuje jednu alebo viac RNA alebo proteínov, ktoré sú využívané génovými regulačnými sieťami a participujú ako ich elementy, často s nepriamym účinkom, alebo ako ich výsledok, pričom v tomto prípade majú priamejší efekt na fenotyp."

Nezrozumiteľnosť tejto definície, hoci je bližšie realite ako konvenčná definícia z 60. rokov, je iba jednou z mnohých ilustrácií pozitívnych i negatívnych stránok dnešnej vedy. Vybraným z nich, a zvlášť tým, ktoré sa týkajú výzvam súčasného univerzitného vzdelávania, by som chcel venovať dnešnú diskusiu.

Vedci, a zďaleka nie len slovenskí, sa často sťažujú na nedostatočné finančné zdroje. Čísla, ktoré sú k dispozícii však tento pesimizmus veľmi nepodporujú. Ročné investície do výskumu v posledných rokoch dosahujú astronomické 2 trilióny amerických dolárov a dlhodobo vykazujú medziročný nárast okolo 7 %<sup>3</sup>. Tento trend začal počas, ale hlavne bezprostredne po skončení druhej svetovej vojny a v USA bol najjasnejšie artikulovaný Vannevarom Bushom, ktorý pre amerického prezidenta Trumana ako riaditeľ Úradu pre vedecký výskum a vývoj<sup>4</sup> publikoval správu pod názvom *Science: The Endless Frontier*<sup>5</sup>. V nej zdôvodňuje význam kumulovaného rastu finančnej podpory základného výskumu, ktorý by predovšetkým v oblasti biomedicíny mal viesť k zlepšeniu zdravia a kvality života. To, že toto odporúčanie americkej vlády akceptovali nezávisle od toho, či bol vo funkcii republikán, alebo demokrat, je jedným z dôvodov povojnovej dominancie americkej vedy<sup>6</sup>.

Informační listy GSGM, 2017, 49: 29-41

V súčasnosti finančné zdroje sponzorujú prácu približne 10 miliónov vedcov, ktorí za jeden rok strávia v laboratóriu približne 26 miliárd hodín (2,9 milióna rokov), čo je čas, ktorý nás delí od obdobia, keď sa na Zemi vyskytoval *Australopithecus africanus*. Nárast počtu vedeckých pracovníkov pritom ďalej pokračuje. Do vedeckej komunity v poslednom roku pribudlo viac ako štvrt' milióna nových absolventov doktorandského štúdia (približne 2-krát viac ako pred 10 rokmi). Aktuálnu početnosť výskumníkov ilustruje aj fakt, že v súčasnosti vo vede pracuje vyše 90 % všetkých ľudí, ktorí sa jej kedykoľvek (v minulosti, či prítomnosti) venovali. S počtom výskumníkov pravdaže koreluje aj celková vedecká produktivita meraná počtom publikácií. Databáza *Web of Science* (WoS) v súčasnosti eviduje približne 60 miliónov vedeckých článkov. Len v poslednom roku sa rozrástla o približne jeden milión nových záznamov, čo je o približne 3 % viac, ako v roku predchádzajúcom. Nové publikácie tak pribúdajú s frekvenciou jedna za 30 sekúnd.

Tieto závratné čísla by mohli ilustrovať zlaté časy súčasnej vedy. Skutočne, každý deň iba pri zbežnom listovaní vzorky vedeckých periodík čítame o nových dôležitých objavoch, nových nádejných liekoch, či nových sofistických technikách. Ohromná expanzia vedeckej komunity však skrýva niekoľko problémov.

Na rozdiel od 50. rokov je v súčasnosti nárast počtu výskumníkov rýchlejší ako nárast zdrojov, ktoré ich podporujú. To spôsobuje ohromnú kompetíciu, ktorá prekročila hranice únosnosti. Uvedomili si to napríklad aj štyria významní predstavitelia americkej biomedicíny<sup>7</sup>, ktorí vo svojich analýzach ukazujú, že predstava Vannevara Busha z 50. rokov, teda že financie na výskum v USA budú donekonečna rásť, je iluzórna. Ilustrujú to napríklad faktom, že reálne finančné zdroje najväčšej americkej biomedicínskej grantovej agentúry (*National Institutes of Health; NIH*) boli v roku 2014 na úrovni 25 % rozpočtu v roku 2003<sup>8</sup>. To má za následok napríklad: (1) zníženie úspešnosti grantových aplikácií z 30 na menej ako 10 %; (2) zvýšenie priemerného veku úspešných uchádzačov o granty; (3) favorizovanie aplikácií s garantovaným výsledkom pred riskantnejšími projektmi, ktoré však majú potenciál priniesť zásadnejšie objavy.

Expanzia vedeckej komunity a jej produkcie okrem iného komplikuje objektívne posudzovanie kvality vedeckých výstupov. Komunita ľudí, ktorí sa venovali molekulárnej biológii v 60. tých rokoch mala prinajlepšom niekoľko stoviek členov, ktorí sa navzájom priamo alebo nepriamo poznali a čítali svoje práce. Dnes sú stovky tisíc výskumníkov separovaní do úzkych oblastí a ani v nich nie je jednoduché sa orientovať. Namiesto kvalifikovaného *peer-review* pri hodnotení kvality výskumu sa čoraz viac využívajú scientometrické parametre. Ani na vlastných pracoviskách už často nevieme, čo robí kolega/kolegyňa vo vedľajšom laboratóriu, vieme však, koľko karentovaných publikácií (s impakt faktorom nad 1,0) vyprodukoval/a. Mendel ani Darwin by v tomto prostredí nenašli ani postdoktorandské miesto. Tlak na publikovanie vysokoimpaktovaných a trendových publikácií má veľmi negatívny efekt: vo vedeckej literatúre je čoraz viac nereprodukovateľných výsledkov<sup>9</sup>. Prieskum Americkej spoločnosti pre bunkovú biológiu<sup>10</sup> odhalil, že 72 % respondentov nebolo schopných zopakovať výsledky publikované v iných laboratóriách. V troch nezávislých štúdiách sa reproducibilita výsledkov článkov z oblasti biomedicíny pohybovala od 11 po 45 %<sup>11</sup>. Nedávny odhad finančných následkov nereproducibility výsledkov len z oblasti predklinických štúdií dospel k sume 28 miliárd amerických dolárov<sup>12</sup>. Dôvodov pre nereprodukovateľnosť

výsledkov môže byť pravdaže veľmi veľa, od špecifických podmienok protokolu, ktoré nie je možné jednoducho opísať slovami, až po zámerné podvody skresľujúce (či úplne fabrikované) výsledky. Faktom však je, že vysoká frakcia vysokoprofilových publikácií má s kvalitou spoločné len veľmi málo.

Naopak, na systéme sa priživuje stále viac parazitov, ktorí využívajú jeho deformácie a produkujú balast využívajúc rôzne formy "medializácie" svojich pseudo-výsledkov zabezpečujúce body v inštitucionálnom hodnotení. Publikovanie výsledkov bez *peer-review* praktizované tzv. predátorskými časopismi (ktoré sú často aj indexované a majú impakt faktor) sa stáva veľkým problémom. Autori sú neustále atakovaní mailami z pochybných adries ponúkajúcim za menší, či vyšší poplatok rýchle publikovanie výsledkov bez zdržovania sa posudzovaním ich kvality. A mnohí autori túto možnosť využívajú. V extrémnych prípadoch, „autori“ zadajú internetovej firme iba tému a za poplatok dostanú článok aj s výsledkami (pravdaže vygenerovanými v počítači podľa preferencií autorov)<sup>13</sup>. Jednoducho, existuje veľa možností, ako dostať do tlače článok, ktorého obsah sa od reálne získaných výsledkov líši (interval je pritom široký; začína pri marginálnych úpravách a končí stopercentným výmyslom).

Ďalším patologickým javom, dokumentovaným empirickými štúdiami je, že napriek enormnej produktivite vedeckej komunity, približne 80 % všetkých článkov okrem autorov, editora časopisu a posudzovateľov neprečíta vôbec nikto!<sup>14</sup> Okrem iného to ukazuje fakt, že vysoká frakcia citácií, teda ďalšieho parametra hodnotenia kvality vedeckej publikácie, je neadekvátna, nepresná, alebo úplne náhodne zvolená. Na základe štatistickej analýzy takýchto chýb Mikhail Simkin a Vwani Roychowdhury<sup>15</sup> dospeli k tomu, že iba približne 20 % citujúcich autorov pôvodnú publikáciu skutočne aj čítalo (v realite ich mohlo byť ešte menej, keďže ďalší mohli kopírovať správnu verziu citácie). Diethard Tautz z Max Planckovho ústavu v Plöne vo svojej analýze pre magazín *LabTimes* v tejto súvislosti dopĺňa ešte jeden moderný trend: v prípade mnohoautorských publikácií si celý text neprečítajú ani samotní autori!<sup>16</sup>

Paradoxom je, že počet publikácií a počet citácií sú základnými parametrami pre hodnotenie kvality individuí i inštitúcií. Žijeme v období kultu excelentnosti. To by samo osebe nebolo zlé, keby bol termín excelentnosť naviazaný na parametre, ktoré sú evidentne skorumpované. Tento problém sa zvlášť vyníma na úrovni univerzít, ktoré majú od čias Wilhelma von Humboldta ambíciu byť pôdou pre excelenciu a výnimočnosť. Aká je realita? Aby sme sa nezamotali do miestnych slovenských špecifik, pozrime sa na ňu očami švajčiarskeho ekonóma Mathiasa Binswanger<sup>17</sup>: „*Univerzity, ktoré sa na povrchu prezentujú ako chrámy vedeckej excelencie, sú tlačené do participácie na publikačnej olympiáde, ... hoci dôležitosť mnohých publikácií je nulová a okrem bodov do hodnotenia nemajú žiadny význam. V skutočnosti viac publikácií vedie len k zvýšeniu počtu strán papiera, ale tento počet nehovorí o vedeckom význame príspevku vôbec nič, tak ako irelevantný je počet nôt pre kvalitu príslušnej skladby.*“

Napriek tomu súčasný systém hodnotenia postupne nahradil pôvodnú motiváciu vedeckej práce „*Taste for Science*“ ambíciou „*Taste for Publications*“, pretože tá je podmienkou vstupu do klubu excelencie. „*Predpoklad, že univerzity majú za cieľ hľadanie pravdy sa stáva čoraz väčšou fikciou. Moderné univerzity sú hnané ambíciou po excelentnosti a v tomto zmysle hľadanie pravdy nie je veľmi užitočné.*“ Táto ambícia vedie okrem iného aj k tomu, že priemerní a nekreatívni vedeckí pracovníci sú motivovaní k produkcii publikácií. Fakt, že tieto práce sú z hľadiska nárastu vedeckého

poznania absolútne neužitočné, nie je argumentom. „*Nečinnosť bola nahradená produkciou nonsensu*“<sup>18</sup>.

Podľa jedného z anonymných prieskumov takmer 5 % amerických vedcov priznalo, že publikovalo viac krát ten istý výsledok.<sup>19,20</sup> Producenti nonsensu však zďaleka nie sú jediní, kto kontaminuje vedeckú literatúru. Aj kreatívni ľudia sa stávajú obeťami systému stimulujúceho excelentnosť meranú počtom publikácií a citácií. Aby dostali publikácie do „vysokoimpaktových“ časopisov, často urobia takmer čokoľvek, čo od nich požadujú oponenti. Tento vzorec správania, nazývaný aj „*akademickou prostitúciou*“, vedie okrem iného ku konformite obsahu, čo Gerhard Fröhlich vyjadruje nasledovne: „*Vo vede prevládajú podobné podmienky ako v katolíckej cirkvi: cenzúra, oportunizmus a adaptácia na hlavný prúd. Výsledkom je, že sa vyvíja technokratický spôsob hodnotenia a hierarchizácie, ktorý brzdí vedecký pokrok.*“<sup>21</sup>

Skúsme si urobiť krátku predbežnú rekapituláciu: 10 miliónov vedcov na celom svete každý deň síce vychrlí niekoľko tisíc publikácií tie však majú vysokú šancu, že (1) si ich nikto neprečíta, (2) nikto sa na ne neodvolá a (3) aj v prípade, že sa stane opak, tak v polovici prípadov (z hocijakých dôvodov) budú výsledky nereprodukovateľné. A to všetko za 2 trilióny amerických dolárov. Veda, ktorej cieľom je „*hľadanie pravdy*“<sup>22</sup> je dnes skôr inštitucionalizovanou fabrikou, v ktorej veľká časť prevádzok produkuje informačný smog.

Nie je preto prekvapivé, že veľká frakcia výskumníkov (aj z vyššie uvedených dôvodov) z vedeckého prostredia odchádza a na trhu práce sa tak objavuje stále viac prekvalifikovaných, vysokošpecializovaných a ťažko zamestnateľných, prevažne mladých ľudí. Konkrétne, v USA 60 % absolventov doktorandského štúdia nepokračuje vo vedeckej kariére.<sup>23</sup>

Všetko uvedené v prvom pláne ilustruje ekonomický problém, v ktorom sa súčasná veda nachádza: veľké množstvo peňazí sa prehajdáka na nereprodukovateľné výsledky, plnenie databáz bezcennými publikáciami a vzdelávaním ľudí, ktorí v najproduktívnejšom veku strácajú zamestnanie, ilúzie, alebo najčastejšie oboje.

Je tu však ešte jeden problém. Nie tak nápadný, ale snáď ešte dôležitejší: Ako v tejto situácii vzdelávať nových adeptov vedy, zvlášť v biomedicíne, ktorá je uvedeným trendom postihnutá zrejme najväčšie. Ako zabezpečiť, aby v konkurenčnom prostredí, ktoré ich čaká uspeli a stali sa členmi relatívne málopočetného klubu, ktorí priamo, alebo aspoň nepriamo prispieva do rozširovania ľudského poznania? Budem sa snažiť tento problém prezentovať ako globálny, aj keď pravdaže môžeme diskutovať aj o lokálnych špecifikách. Použijem pritom príklady z genetiky s predpokladom, že analogické príklady by sa dali uviesť aj z iných odborov. Zároveň popíšem výzvy súčasného vysokoškolského vzdelávania v biomedicíne skôr vo forme otázok s cieľom vypočuť si vaše názory na ich zodpovedanie.

Začnem otázkou, ktorá je zdanlivo triviálna: čo by mal vedieť absolvent genetiky -- z genetiky? Ešte koncom 80. rokov táto otázka bola jednoduchá: rozsah znalostí by sa mal pokrývať z rozsahom overených vysokoškolských učebníc, ktoré skutočne pokrývali celý odbor. Za necelých 30 rokov odvtedy, ako som končil vysokoškolské štúdium sa však situácia dramaticky zmenila. Učebnice genetiky sú jednak oveľa objemnejšie a jednak zďaleka nepostihujú všetko podstatné. Už len z toho dôvodu, že ani aktuálne vydanie neobsahuje nové, dôležité poznatky. Okrem toho, niektoré základné princípy a pojmy, v ktorých sme mali pred štvrtstoročím viacmenej jasno, sú dnes oveľa ťažšie uchopiteľné. Ako ilustruje príklad z úvodu: definícia génu, ktorá bola

tak jasná v 70. rokoch (gén je úsek DNA zabezpečujúci tvorbu funkčného proteínu alebo RNA) dnes už neplatí a alternatívy sú nepresné, či príliš komplikované.

Ako by mal potom chápať pojem gén magister genetiky? Je moderná definícia génu lepšia, ako konvenčná predstava zo 60. tých rokov? Ak áno, je pochopiteľná pre študenta (resp. pre učiteľa)? Samotní autori tej najnovšej z nich o nej píšu ako o provizórnom riešení (*tentative solution*)<sup>24</sup>. Bez ohľadu na odpoveď na vyššie uvedené otázky tento príklad ilustruje, koncepcia génu (ktorý sa mimochodom ako termín v databáze PubMed vyskytuje vo vyše 2 miliónoch publikácií) je len o niečo konkrétnejšia, ako za čias Johannsena. Má to dve príčiny. Jednak gén je abstraktný pojem a jeho význam podlieha zmenám. Po druhé, tieto zmeny sú čoraz frekventovanejšie, čo je spôsobené ohromným nárastom informácií, ktoré nám predstavu génu značne komplikujú.

To, že je to nárast skutočne ohromný, sa dá dokumentovať analýzou umožnenou bibliografickými databázami. Napríklad, keď som sa ako študent druhého ročníka na podnet môjho školiteľa v roku 1986 začal zaujímať o teloméry, tento termín sa objavil v 25 publikáciách; všetky sa teoreticky dali prečítať. O 30 rokov neskôr je teloméram venovaných takmer 50-krát viac prác. Termín "genomika" sa prvý krát objavil v roku 1987 (v 55 publikáciách), minulý rok figuroval v takmer 20000 textoch. Pojem za pojmom sa v početnosti za štvrtstoročie posunul často o minimálne jeden rád. Niektoré termíny, ktoré sú stále iba v pubertálnom veku, napríklad CRISPR, sú v početnosti výskytu už na čele rebríčka. Čo z týchto nových výsledkov zaradiť do študijných plánov? Ako vybrať tie najpodstatnejšie? Kto z učiteľov, samých špecializovaných len na niektoré oblasti, tento výber urobí a bude schopný kompetentne tému spracovať? Alebo treba čakať, kým to urobia editori etablovaných učebníc? Nebude to pre aktuálnych absolventov neskoro? A keď sa plány doplnia o nové témy, ktoré z tých starších vyradiť?

Problém sa pritom netýka iba aktualizácie kurikul o moderné (trendové) témy. Otázne je, či nie je potrebné revidovať konvenčný spôsob výučby genetiky. Všetky učebnice začínajú Mendelovými pravidlami dedičnosti. Je to úplne logické: kde začať s vysvetľovaním pravidiel ako pri Mendelových experimentoch? Zároveň je to krásny osobný príbeh, ktorý vysvetľovanie značne zatriktívňuje. Dnes však vieme, že dedičnosť väčšiny fenotypových prejavov sa nedá vysvetliť jednoduchou mendelovskou dedičnosťou. Do veľkej miery sú mendelovské znaky výnimkou. V didaktike je pritom dôležité najprv vysvetliť všeobecne platné princípy a výnimkám sa venovať v pokročilejších kurzoch. Nehladiac na to, že sme často svedkami, že práve indoktrinácia študentov mendelovskou genetikou v základnom kurze spôsobuje, že mnohé pojmy chybné chápajú (viď napríklad<sup>25</sup>). Aká je však alternatíva? Zaučať kvantitatívnu genetikou podmienenou dobrými základmi v štatistike, ktoré mnohí študenti nemajú? Vysvetľovaním podstaty *genome-wide association studies* (GWAS)? Je to vôbec predstaviteľné? Niektoré americké univerzity podnikajú v tomto zmysle pokusy o dramatickú zmenu svojich kurikul genetiky. Je však otázne, či sa do takého experimentu púšťať skôr, ako bude jasné, že skutočne funguje. To však môže trvať roky. Čo ak sa ten experiment ukáže ako úspešný? Nebude to veľké meškanie?

Sú to zložité strategické otázky. A sú aj ďalšie: čo by mal vedieť absolvent genetiky, či iného biologického odboru z biológie ako takej? Aj evolučná biológia, strešná biologická disciplína, sa dramaticky rozvíja; čo všetko z nej by mal biológ ovládať? A z fyziológie? Zoológie? Botaniky? Mikrobiológie? Viroológie? Antropológie? Chémie? Matematiky? Informatiky? Väčšina z týchto disciplín sa rozvíja podobným

tempom ako genetika. A čas, resp. kognitívne kapacity sú obmedzené. Nemá pravdu Bruce Alberts propagujúci tézu "*less is more*", kde namiesto širokého pokrytia vednej disciplíny by sme sa mali skôr orientovať na príklady ilustrujúce ako je možno dopracovať sa k vedeckým poznatkom?<sup>26</sup> Pritom by sme chceli, aby sa vysokoškolsky vzdelaní ľudia vedeli vyjadrovať k celospoločenským témam. Stačí im na to výbava zo strednej školy a z rodiny? Alebo by im univerzity mali poskytnúť "dovzdelanie" aj v tomto smere?<sup>27</sup>

Tým sa však dostávame k veľkej dileme: je cieľom univerzitného vzdelávania produkovať učencov podobných tým, ktorí boli úspešní od renesancie až do 50.-60. rokov minulého storočia? Je o takýchto ľuďoch vôbec záujem? Je to ohromné množstvo vedomostí, ktoré by museli mať, aby sa do takejto kategórie kvalifikovali vôbec uchopiteľné? Nie je dnes skôr praktickejšie pripravovať špecialistov, ktorí sa môžu uchytiť práve kvôli tejto špecializácii v mnohopočetných tímoch a prispieť síce malým dielom do celkovej skladačky konkrétneho objavu? Je podstatné, aby mali o veciach "*big picture*"? Individuálna včela tiež (zrejme) nemá predstavu o úli, ale na základe jednoduchých pravidiel v práci svojej špecializácie dokonale participuje na jeho chode, dokonca aj v kreatívnom slova zmysle. Čo však, ak sa v konkurencii takýto špecialista nechytí? Stále to môže byť šikovný človek, ktorý však tesne pred tridsiatkou zistí, že špecializácia, ktorá mala byť jeho hlavnou zbraňou sa stala jeho hlavným obmedzením. Je potrebné do magisterských a doktorandských kurikúl vo väčšej miere dostať aj kurzy orientované aj na všeobecne použiteľné zručnosti (tzv. *transferable skills*)? Je na to vôbec časový priestor? Ľudia? Táto dilema je absolútne zásadná a rozlúsknuť ju je zodpovednosťou ľudí na univerzitách. Ale dilemy sú dilemami, pretože neponúkajú jednoduché riešenia.

Tu je ďalšia: Predpokladajme, že odpovieme nejakým spôsobom na predchádzajúcu otázku "Čo učiť?". Predpokladajme tiež, že absolvent je vedomostne dobre pripravený na vedeckú kariéru a má potenciál prispieť k rozvoju poznania v danej oblasti. To však nemusí byť dostatočným základom pre to, aby sa mu podaril nejaký dôležitý (prelomový) objav. "*Science is imagination in a straitjacket*" ("Veda je fantázia vo zvieracej kazajke"), povedal pred rokmi Richard Feynman. Zvieracia kazajka sú obmedzenia dané našim súčasným stavom poznania a fantázia je nástroj na jeho rozšírenie. Vedeckú analýzu úlohy fantázie (*imagination*) vo vede urobil už v druhej polovici 19. storočia pri príležitosti svojej inauguračnej prednášky holandský chemik van't Hoff<sup>28</sup>. K tejto téme ho vyprovokoval istý Hermann Kolbe<sup>29</sup>, v tom čase prominentný nemecký chemik, ktorý napísal zdrvivú kritiku van't Hoffovej práce dôležitosti priestorového usporiadania atómov, ktorou položil základy stereochemie. Kolbe okrem iného píše niečo v tomto zmysle [voľný preklad]: "*Aj by som túto prácu ignoroval, keby sa k nej pozitívne nevyjadril rešpektovaný chemik Johannes Wislicenus*<sup>30</sup>. *Dr. van't Hoff, zamestnaný na Vysoké škole veterinárskej v Utrechte spochybňuje exaktný chemický výskum. Zdá sa mu oveľa pohodlnejšie osedlať Pegasa (bezpochyby požičaného zo školskej stajne) a vo svojej Chémii v priestore [La Chimie dans L'Espace] sa odvažuje štverať na chemický Parnassus*<sup>31</sup>. *Detailne kritizovať tento článok je nemožné, pretože imaginácia/fantazírovanie autora ho kompletne zbavilo kontaktu s realitou a je pre triezveho chemika úplne nezrozumiteľný.*"

Odhliadnuc od faktu, že van't Hoff sa stal prvým nositeľom Nobelovej ceny za chémiu a Kolbeho meno dnes už poznajú iba špecialisti organickí chemici, je podstatnejšie to, že uvedená aféra van't Hoffa stimulovala zamyslieť sa nad úlohou

fantazírovania/predstavivosti vo vede<sup>32</sup>. Robil to tak, že hľadal náznaky pre fantazírovanie v citátoch a biografiách skupiny 200 prominentných vedcov<sup>33</sup> a zistil, že takmer tretina z nich vykazovala zmysel pre fantazírovanie. Boli medzi nimi ľudia ako Galileo, Watt, Koperník, Goethe, da Vinci, Kepler, Leibniz a iní. Medzi nimi boli dokonca takí, ktorí vykazovali náznaky patologického fantazírovania hraničiaceho s halucináciami. Príkladmi sú Davy, Descartes, Ampère, či Newton.<sup>34</sup> Van't Hoffov text je zaujímavé čítať až do konca, pretože v posledných pasážach si povzdychol (pripomínam, že sa píše rok 1878) [voľný preklad]: *“Počet vedcov sa zvyšuje. Pôvodne iba veľká motivácia a výnimočná kvalita dokázali adeptovi vedy pomôcť prekonať prekážky na ceste ku vedeckej kariére. Dnes je cesta voľná a dobre prešliapaná. Má to však svoje následky: so zvyšujúcim sa počtom klesá hodnota priemeru. Zriedkavé dary, ako je schopnosť fantazírovať, sa dostávajú do nepriaznivej pozície. Objavy sa dnes dosahujú masovejším štýlom, pripomínajúc systematickú strelbu na pevnosť zo všetkých strán hory namiesto cieleného a účinného útoku aký napríklad využil Napoleon na porážku Britov pri Toulon<sup>35</sup>. Obidve stratégie sú použiteľné, tá prvá je však (okrem elegancie) aj lacnejšia na ľudské a finančné zdroje”*.

Ako uspeje taký človek, akého popisuje van't Hoff v súčasnom prostredí? V prostredí, v ktorom čoraz viac silnie tlak na “využitelnosť” výsledkov, v priamom rozpore s tézou, ktorú prvý krát jasne prezentoval Abraham Flexner<sup>36</sup>, zakladateľ *Institute for Advanced Study* v Princetone. Vo svojej krátkej eseji *The Usefulness of Useless Knowledge*<sup>37</sup> na viacerých príkladoch ilustroval, že technický pokrok je bytostne závislý od výskumu motivovaného zvedavosťou (*curiosity-driven research*) a nie aplikačnými motívmi. Flexnerovi hrdinovia nie sú Marconi a Edison, ale Maxwell a Hertz, ktorí boli hnaní ambíciou po fundamentálnom poznaní.<sup>38</sup> V časti venovanej vzdelávaniu Flexner píše [voľný preklad]: *“Báseň, symfónia, obraz, matematický výrok, nový vedecký fakt, všetky tieto veci sú dostatočným zdôvodnením existencie univerzít a výskumných ústavov”*<sup>39</sup>. Jeho modelom je *Institute for Advanced Studies*, ktorý: *“existuje ako raj pre učencov, ktorí, podobne ako básnici a skladatelia, môžu robiť čo uznajú za vhodné a ktorí dosiahnu najviac v prípade, že je im to umožnené.”*<sup>40</sup>

V dnešnej dobe, v ktorej sa kľúčovými slovami stávajú translačný výskum a prenos poznatkov do praxe (*transfer of knowledge*) sa Flexnerova idea dostáva do defenzívy. Prítom technologické invencie ako polymerázová reťazová reakcia, CRISPR-Cas, či optogenetika by nemohli vzniknúť nebyť výskumu, často pre väčšinovú časť komunity “obskúrnych” organizmov a exotických fenoménov s nimi spojených.<sup>41</sup> Realita je však iná. Flexnerov nasledovník, aktuálny riaditeľ *Institute for Advanced Studies* Robbert Dijkgraaf to sumarizuje vo svojej eseji *The World of Tomorrow*<sup>42</sup> [voľne preložené]: *“Metrika, ktorá je používaná na hodnotenie kvality a impaktu vedeckých projektov - hoci neexistuje všeobecne akceptovateľný model takéhoto merania - systematicky znemožňuje veľké objavy v prospech predikovatelných výsledkov. Tento fetišizmus, posadnutosť číslami, je predovšetkým v spoločenských vedách [...] devastujúci.”*<sup>43</sup> Ako potom pripravovať nových adeptov vedy? Do ideálneho Flexnerovho sveta? Alebo do aktuálnej reality impakt faktorov, h indexov, vedeckých parkov a aplikácií?

S tým súvisí aj ďalší problematický trend: zatiaľ čo v 50. rokoch minulého storočia nastupovalo do prvého ročníka európskych univerzít približne 5 % populácie absolventov stredných škôl, v súčasnosti je to takmer polovica všetkých maturantov. Z elitárskych inštitúcií sa stali továrne na masovú výrobu vysokoškolákov. Univerzitní učitelia



riešia ďalšiu didaktickú dilemu, ktorá bola skôr typická pre základné školy: snažiť sa výučbu upraviť a prospôsobiť (pod)priemernému študentovi, ktorého úroveň schopností v dôsledku sprístupnenia vysokoškolského štúdia každému, dramaticky klesla? Alebo sa sústrediť iba na tých schopných a motivovaných a počítať s tým, že z toho budú profitovať aj ostatní?

Bez ohľadu na to, čiast' absolventov skôr či neskôr rozšíri vedeckú komunitu a zapojí sa do masovej produkcie publikácií, z ktorých väčšina okamihom uverejnenia splní svoju jedinú úlohu: priniesť body do hodnotenia. Je v tejto mase miesto aj pre fantazirujúcich heretikov? Uspel by taký aplikant na pohovore na PhD pozíciu, kde sa očakávajú asertivita a sugestívny prejav, ktoré nemusia byť hlavnými charakteristikami nekonformných ľudí a ktorých fantazírovanie môže byť pre členov prijímacej komisie skôr rušivé? A ak sa aj na dráhu výskumníkov dostanú, nebudú to práve oni, ktorí budú z tlakov na "produktivitu" znechutení a skôr alebo neskôr rezignujú?

Progres vo vede pritom nie je závislý iba od skupiny géniov rúcajúcich khunovské paradigmy, ale aj početnou komunitou talentovaných ľudí, ktorí nové myšlienky rozvíjajú. Už zmieňovaný van't Hoff to ilustroval na príklade dvoch významných prírodovedcov. Konkrétne píše [voľný preklad]<sup>44</sup>: *"Cuvier raz porovnal dvoch veľkých chemikov, Vauquelina<sup>45</sup> a Davyho<sup>46</sup>. Napriek všetkým objavom, ktoré Vauquelin urobil, nemôže byť postavený na roveň s Davym. Vauquelinovo meno nájdeme v paragrafoch, Davyho meno je v názvoch kapitol. Vauquelin je pozorovateľ s lampášom, ktorý báda v temných kútoch, Davy je orol, ktorý osvietil celú oblasť fyziky a chémie horiacou pochodňou. Vauquelin v zozname ľudí s imagináciou chýba, Davy, vedec, básnik a vizionár je v ňom jasne prítomný"*.

To, čo sme si doteraz povedali ilustruje neradostnú situáciu. V súčasnom systéme by mal problém tak Davy, ako aj Vauquelin. Tlačení do rýchloprodukcii nereprodukovaných výsledkov, špecializovaní na limitovaný repertoár techník a vyhárajúci pod vplyvom devalvácie pojmu excelentný výskum nemáme jasné odpovede na otázky ako najlepšie nastaviť univerzitné vzdelávanie budúcich prírodovedcov a ako dať šancu uspieť Davyom i Vauquelinom.

Ak sa zhodneme na tom, že uvedené otázky sú dôležité pri zamýšľaní sa o budúcnosti (prírodovedného) univerzitného vzdelávania, je pozoruhodné, že "vizionársky" materiál *Učiace sa Slovensko* sa o nich vôbec nezmieňuje. Veľa priestoru je venovaných vnútornému a vonkajšiemu systému zabezpečovania kvality, profesijne zameraným študijným programom, funkčným miestam profesorov a docentov, participácii na projektoch pre prax, atď. Imaginácia sa v 226 stranovom dokumente vyskytuje iba raz (str. 74, 1-16.01 Venovať zvýšenú pozornosť fyzickému prostrediu škôl): *"Niektoré priestory vyvolávajú negatívne emócie a umožňujú iba tradičné, frontálne vyučovanie, iné svojím vzhlľadom a flexibilitou priamo provokujú imagináciu a tvorivosť učiteľov aj žiakov"*, fantázia úplne chýba, kreativita ako kľúčové slovo sa v časti venovanej vysokým kolám objavuje iba v pasáži o vedeckých parkoch, ktorých *"úlohou ... je okrem iného: "... poskytovať prostredie, ktoré zlepšuje kultúru inovácií, kreativity a kvality [...] zameriavať pozornosť na podniky, výskumné inštitúcie, ako aj na ľudí, [...] pracovať v globálnom prostredí a uľahčovať internacionalizáciu svojich domácich spoločností."*

Technokratický charakter takéhoto typu dokumentu je na jednej strane logický, je však na škodu veci, že jeho autori rezignovali aspoň na formulovanie nami diskutovaných otázok. Ak sú však tieto otázky dôležité a zároveň sa nezdá, že by tento názor

zdieľali aj tvorcovia systému, ako sa v tejto situácii zachovať na úrovni univerzitných katedier?

Takto sformulovaný problém dáva priestor na pozitívne ladenú záverečnú časť. Možno, že odpovede na predchádzajúce otázky uľahčí táto téza: *“Samozrejme, v modernej dobe musí škola aj pripravovať na zamestnania, ktoré sú stále náročnejšie na vedomosti, a vedomostí je stále viac. Lenže napĺňanie detských hlávok znalosťami a formovanie profesionálne zdatných odborníkov je iba druhou stranou mince vzdelávania – povedal by som akýmsi samozrejým dôsledkom jej prvej strany, a teda čímsi odvodeným; tou prvou stranou, tvrdím, že dôležitejšou, je vytváranie sebavedomej, silnej a zároveň citlivej a empatickej osobnosti. A tú môže vytvárať len iná silná osobnosť – učiteľ.”*<sup>47</sup>

V centre vzdelávania, nielen na základných a stredných školách, ale aj na univerzitách stoja učitelia. A tí majú oproti kolegom na nižších stupňoch jednu obrovskú výhodu: nie sú viazaní žiadnymi centrálnymi stanovenými sylabami, plánmi, nariadeniami. Tá výhoda v sebe skrýva jeden veľký paradox, ktorým je takmer úplná ignorancia kvality pedagogickej práce na univerzitách. Inštitúcie nezaujímajú, kto ako učí; podstatné sú opäť iba čísla, počty študentov, či študento-kreditov. To však dáva univerzitným učiteľom úplnú slobodu: môžu experimentovať s formou prednášok, so spôsobom interakcie so študentami na seminároch, na konzultáciách, či neformálnych diskusiách. Môžu slobodne využívať didaktické triky, ktoré objavili ich predchodcovia<sup>48</sup>, alebo vymýšľať nové. Môžu sa so študentmi hrať. Môžu využívať pridanú hodnotu univerzitného prostredia kombinujúceho vedecké bádanie s pedagogickými aktivitami. Môžu sa nechať inšpirovať úvahami o nutnosti zohľadňovania našej biologickej výbavy a evolučnej histórie s pedagogikou.<sup>49</sup>

Pravdaže, to všetko s podmienkou, že sa akademická pôda znova stane miestom, v ktorom študovať, vzdelávať a bádať je privilegium. Iste, aby sa tak stalo, sú potrebné systémové zmeny. Skúsme nad nimi rozmýšľať. A medzitým, ak nerezignujeme na základné poslanie vzdelania,<sup>47</sup> sa nám snáď podarí prispieť k príprave ľudí ako bol Vauqueline a Davy.

## Poznámky

<sup>1</sup> Tento text vznikol z poznámok z rokov 2010-2017 a do finálnej podoby sa dostal vďaka príprave na diskusie s mladými vedcami z Pavilónu lekárskeho centra SAV (27. apríl 2017), resp. s účastníkmi stretnutia vo vedeckej kaviarni *EduCafe* (9. máj 2017). Všetkým diskutujúcim ďakujem za podnetné komentáre. Prvá časť, venovaná hodnoteniu “kvality” vedeckého výskumu, je modifikovanou a skrátenou verziou textu, ktorý bol v roku 2016 diskutovaný vo Vedeckej rade Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, je publikovaný v júlovom (2017) čísle časopisu *Vesmír* (<http://casopis.vesmir.cz>; Tomáška (2017)). Druhá časť je rozšírením úvah prezentovaných v Tomáška (2011).

<sup>2</sup> Portin a Wilkins (2017); *“A gene is a DNA sequence (whose component segments do not necessarily need to be physically contiguous) that specifies one or more sequence-related RNAs/proteins that are both evoked by gene regulatory networks and participate as elements in genetic regulatory networks, often with indirect effects, or as outputs of gene regulatory networks, the latter yielding more direct phenotypic effect.”*

<sup>3</sup> Zastrow (2014)

<sup>4</sup> Office of Scientific Research and Development

<sup>5</sup> Bush (1945); <https://ia800207.us.archive.org/12/items/scienceendlessfr00unit/scienceendlessfr00unit.pdf>

<sup>6</sup> pozri však Mervis (2017)

<sup>7</sup> Alberts a kol. (2014; 2015)

<sup>8</sup> A to ešte autori nepočítali s tým, že prezident Trump v návrhu rozpočtu na rok 2018 urobí NIH škrť vo výške 5,8 miliardy dolárov, čo je v porovnaní s rokom 2016 redukcia o takmer 18 percent (Mervis, 2017).

<sup>9</sup> Harris (2017); Kaelin Jr. (2017)

<sup>10</sup> *American Society for Cell Biology*

<sup>11</sup> Kaiser (2015); pozri však tiež Garraway (2017).

<sup>12</sup> Freedman a kol. (2015)

<sup>13</sup> <http://www.scientificamerican.com/article/for-sale-your-name-here-in-a-prestigious-science-journal/>

<sup>14</sup> Je otázné, či to tak bolo vždy. Dalo by sa totiž špekulovať, že uľahčenie prístupu k literatúre prostredníctvom internetu znížilo jej cenu. Inými slovami, ešte pred 25 rokmi bolo na prečítanie článku potrebné ísť do knižnice, požičať si časopis, prípadne poslať (a zaplatiť) žiadanku o reprint. Po takýchto investíciách človek cítil vnútorný záväzok si vybojovaný článok aj prečítať. Dnes, keď na otvorenie článku stačí pár klikov, takáto motivácia často chýba. Mnohí si asi povedia, že sa k textu vrátia neskôr, pričom väčšinou to pri končí pri tomto nenaplnenom odhodlaní. Okrem toho sa zmenil aj spôsob prehľadávania literatúry. V minulosti ľudia listovali v časopisoch a prechádzali celými ich obsahmi a na základe toho si vyberali, čo budú čítať. Dnes sa k článkom dostávajú viac cez browsovanie databáz prostredníctvom kľúčových slov, alebo na základe e-mailových alertov. Vyplýva to aj toho, že časopisov je snáď o rád viac, ako pred štvrtstoročím, ale aj z pohodlnosti. Stálo by za to zistiť, koľko ľudí dnes pravidelne skutočne prelistuje aspoň základný balík časopisov.

<sup>15</sup> Simkin a Roychowdhury (2003)

<sup>16</sup> Tautz (2014) [cit. v *LabTimes* 5/2014, 3]

<sup>17</sup> Binswanger (2014); ešte všeobecnejšie sa téme venuje rakúsky filozof Konrad Paul Liessmann (Liessmann, 2011, 2015).

<sup>18</sup> V pôvodnom znení je tento odkaz presnejší: „*Non-performance has been replaced by the performance of nonsense.*“

<sup>19</sup> Six (2008) [cit. v Binswanger, M. (2014)].

<sup>20</sup> V experimente, ktorý uskutočnil editor časopisu *Science* John Bohannon, sa ten istý článok s vymysleným menom autora a vyfabrikovaným obsahom podarilo dostať do 157 časopisov (Bohannon, 2013). Ešte systematickejší výskum urobili nedávno poľskí autori, ktorí „ponúkli“ rôznym časopisom vymyslenú editorku Annu O. Szust (*oszust* je v poľštine podvod) s absolútne neadekvátnou kvalifikáciou pre funkciu členky edičnej rady. Z 350 oslovených časopisov ju 50 akceptovalo (väčšinou s podmienkou priamej platby, alebo podielu na zisku) a u mnohých stále figuruje v zozname členov edičnej rady, hoci boli informovaní o tom, že ide o neexistujúcu osobu (Sorołowski a kol., 2017). Českým recesistom sa takto podarilo za člena edičnej rady jedného časopisu Josefa Švejka; <http://www.scirea.org/journal/EditorialBoard?JournalID=88000>.

<sup>21</sup> Fröhlich (2007); [cit. v Binswanger (2014)].

<sup>22</sup> "Veda je hľadaním pravdy" je názov rozhovoru, ktorý urobili Michal Ač a Karol Fajth pre nedeľné vydanie *Pravdy* v druhej polovici 1980. rokov. Je pozoruhodné, že rozhovor v denníku ÚV KSS prešiel cenzúrou. Podstatnejšie však je, že je v ňom aj po 30 rokoch aj pre diskutovanú tému veľa stále platných a inšpiratívnych myšlienok; nakoniec, ako vo všetkých Kováčových textoch; pozri <http://www.biocenter.sk/lkpublics.html>.

<sup>23</sup> Alberts a kol. (2014)

<sup>24</sup> Portin a Wilkins (2017)

<sup>25</sup> Redfield (2012, 2015); Smith a Knight (2012)

<sup>26</sup> Alberts (2017)

<sup>27</sup> Všeobecnejšie sa téme venoval Ladislav Kováč vo svojej prednáške „Pohľad na postavenie študentov vo vysokoškolskom systéme s Slovenskej republiky“; <https://www.youtube.com/watch?v=sIFU8QJ5qM4>

<sup>28</sup> Jacobus Henricus van't Hoff (1852-1911) – holandský chemik, prvý nositeľ Nobelovej ceny za chémiu, jeden so zakladateľov fyzikálnej chémie, podieľal sa na formulovaní princípov chemickej afinity, kinetiky, termodynamiky a stereochemie.

<sup>29</sup> Herman Kolbe (1818-1884)

<sup>30</sup> Johannes Wislicenus (1835-1902) – nemecký chemik, známy predovšetkým prácou v oblasti stereochemie. Objavil izoméry kyseliny mliečnej, ako prvý príklad chemických substancií s rovnakým chemickým zložením, ale s rôznymi vlastnosťami.

<sup>31</sup> Parnassus (Parnas), hora v Grécku spojená s viacerými mytologickými postavami, včítane múz. Z tohto dôvodu je často používaný ako metafora pre mystifikáciu.

<sup>32</sup> Van't Hoff a Benfey (1960)

<sup>33</sup> Znak fantazírovania napríklad bol, keď príslušný vedec písal básne, maľoval obrazy, skladal hudbu, a pod.

<sup>34</sup> Fakt, že kreativita má podobný genetický základ ako niektoré patologické mentálne stavy (napr. schizofrénia, manio-depresívne stavy) dokazujú aj recentnejšie experimentálne štúdie (Crespi a kol., 2007; Keller a Visscher, 2015; Power a kol., 2015) a hypotézy (Kováč, 1999; 2008), v ktorých je rozvinutá provokatívna myšlienka: „*The high incidence of both mental disorders (about one per cent of human population each), as well as their apparent polygenic determination, suggest that, as long as the abnormal genes involved in the two psychoses are present in individuals at subthreshold levels, no overt psychopathology becomes manifest. Rather, such individuals may profit from superior social acceptance and enjoy higher Darwinian fitness due to emotional creativity.*“

<sup>35</sup> Bitka o Toulon (známa tiež ako Obliehanie Toulon (29.8.-19.12.1793), v ktorej Napoleon dokázal poraziť britskú flotilu; víťazstvo dôležité pre kontrolu Stredozemného mora; [https://en.wikipedia.org/wiki/Siege\\_of\\_Toulon](https://en.wikipedia.org/wiki/Siege_of_Toulon))

<sup>36</sup> Abraham Flexner (1866-1959) – podieľal sa na reforme amerického vysokoškolského systému, prvý riaditeľ (1930-1939) *Institute for Advanced Study* v Princetone, ktorý na jeho radu založili súrodenci Bambergerovci (Louis Bamberg a Felix Fuldová). Zaslúžil sa o získanie viacerých renomovaných európskych vedcov (napr. Alberta Einsteina (1933)), ktorí emigrovali z Hitlerom okupovaných krajín. Aj vďaka nemu sa USA stali centrom vedy.

<sup>37</sup> Flexner a Dijkgraaf (2017)

<sup>38</sup> “*Maxwell and Hertz [...] could invent nothing [but] they were geniuses and useful men without thought of use. Marconi was a clever inventor with no thought but use.*”

<sup>39</sup> “*A poem, a symphony, a painting, a mathematical truth, a new scientific fact, all bear in themselves all the justification that universities, colleges, and institutes of research need or require.*”

<sup>40</sup> “*exists as a paradise for scholars who, like poets and musicians, have won the right to do as they please and who accomplish most when they enabled to do so.*”

<sup>41</sup> Nedávna štúdia ukázala, že ciele investície do tzv. aplikovaného výskumu nie sú z hľadiska aplikovateľnosti (napr. vo forme patentu) zhodnocované lepšie ako investície do tzv. základného výskumu (Li a kol., 2017).

<sup>42</sup> Flexner a Dijkgraaf (2017)

<sup>43</sup> “*The metrics used to assess the quality and impact of research proposals - even in the absence of a broadly accepted framework for such measurements - systematically undercut path breaking scholarship in favor of more predictable goal-oriented research. This number fetishism comes at a great cost, particularly for the humanities and social sciences, whose subtle, complex values and insights easily become invisible when viewed in this harsh quantitative light.*”

<sup>44</sup> Van 't Hoff and Benfey (1960)

<sup>45</sup> Louis Nicolas Vauquelin (1763-1829) – francúzsky chemik a farmakológ, okrem iného objavil berýlium a chróm.

<sup>46</sup> Sir Humphry Davy (1778-1829) – britský chemik, objaviteľ draslíka, sodíka, vápnika, stroncia, horčíka a iných prvkov; zakladateľ elektrochémie.

<sup>47</sup> Kováč (1992; 2009)

<sup>48</sup> Tu sú neobmedzené možnosti; od odporúčaní klasikov (Faraday and Bragg, 1974), cez inšpiráciu z kurzov dostupných na internete (<https://www.mooc-list.com>), špecializované monografie a časopisy, ktoré sa venujú didaktickým otázkam na univerzitách všeobecne (Svinicki a kol., 2013), alebo konkrétne výučbe prírodných vied (<http://www.lifescied.org>), po rôzne webové portály, ktoré ponúkajú veľký repertoár možností pre univerzitných pedagógov i študentov (napr. [www.iBiology.org](http://www.iBiology.org); [www.scienceintheclassroom.org](http://www.scienceintheclassroom.org))

<sup>49</sup> Kováč (1995; 2013)

## Literatúra

- Van 't Hoff, J.H., Benfey, O.T. (1960). The role of imagination in science: Van't Hoff's inaugural address. *J. Chem. Educ.* 37, 467–470.
- Alberts, B. (2017). Science for life. *Science* 355, 1353.
- Alberts, B., Kirschner, M.W., Tilghman, S., Varmus, H. (2014). Rescuing US biomedical research from its systemic flaws. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 111, 5773–5777.
- Alberts, B., Kirschner, M.W., Tilghman, S., Varmus, H. (2015). Opinion: Addressing systemic problems in the biomedical research enterprise. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 112, 1912–1913.
- Binswanger, M. (2014). Excellence by nonsense: The competition for publications in modern science. In *Opening Science*, Cham: Springer International Publishing, pp. 49–72.
- Bohannon, J. (2013). Who's afraid of peer review? *Science* 342, 60–65.
- Bush, V. (1945). Science: The endless frontier. A report to the president on a program for postwar scientific research. Reprinted by *National Science Foundation*, 1960.
- Crespi, B., Summers, K., Dorus, S. (2007). Adaptive evolution of genes underlying schizophrenia. *Proc. R. Soc. London B Biol. Sci.* 274, 2801–2810
- Faraday, M., Bragg, L. (1974). Advice to Lecturers. The Royal Institution of Great Britain.
- Flexner, A., Dijkgraaf, R. (2017). The Usefulness of Useless Knowledge, with a companion essay by Robbert Dijkgraaf. Princeton University Press.
- Freedman, L.P., Cockburn, I.M., Simcoe, T.S. (2015). The economics of reproducibility in preclinical research. *PLoS Biol.* 13, e1002165.
- Fröhlich, G. (2007). Peer Review und Abweisungsraten: Prestigeschmuck wissenschaftlicher Journale. *Forsch. Und Lehre* 338–339. [cit. v Binswanger, M. (2014)].
- Garraway, L. (2017). Remember why we work on cancer. *Nature* 543, 613–615.
- Harris, R. (2017). Rigor Mortis. How Sloppy Science Creates Worthless Cures, Crushes Hopes, and Wastes Billions. Basic Books.
- Kaelin Jr., W.G. (2017). Publish houses of brick, not mansions of straw. *Nature* 545, 387.
- Kaiser, J. (2015). The cancer test. *Science* 348, 1411–1413.
- Keller, M.C., Visscher, P.M. (2015). Genetic variation links creativity to psychiatric disorders. *Nat. Neurosci.* 18, 928–929.
- Kováč, L. (1992). Krása a vznešenosť učiteľského povolania. Bradlo, Bratislava.
- Kováč, L. (1995). Biopedagogy: teaching and learning in the optics of cognitive biology. In Stránský, Z. Z. (Ed.) *The University on the Threshold of the New Millennium*. Vol. I. Masaryk University, Brno, pp. 83–88.
- Kováč, L. (1999). Evolutionary primacy of emotions: The brain is a gland and psychoses are emotional derangement. *Abstr. a Lect. Symp. Evol. Theory Psychopathol.* New York.
- Kováč, L. (2008). “Finitics”. A plea for biological realism. *EMBO Rep.* 9, 703–708.
- Kováč, L. (2009). Učiteľské povolanie je najkrajším a najvznešenejším. *Učiteľské Noviny* 58, 4–6.
- Kováč, L. (2013). Biopedagogy. *EMBO Rep.* 14, 294.

- Li, D., Azoulay, P., Sampat, B.N. (2017). The applied value of public investments in biomedical research. *Science* 356, 78–81.
- Liessmann, K.P. (2011). *Teorie nevzdělanosti. Omyly společnosti vědění.* Academia, Praha.
- Liessmann, K.P. (2015). *Hodina duchů.* Academia, Praha.
- Mervis, J. (2017). Trump's 2018 budget proposal "devalues" science. *Science* 355, 1246–1247.
- Portin, P., Wilkins, A. (2017). The evolving definition of the term "Gene." *Genetics* 205, 1353–1364.
- Power, R.A., Steinberg, S., Bjornsdottir, G., Rietveld, C.A., Abdellaoui, A., Nivard, M.M., Johannesson, M., Galesloot, T.E., Hottenga, J.J., Willemsen, G., et al. (2015). Polygenic risk scores for schizophrenia and bipolar disorder predict creativity. *Nat. Neurosci.* 18, 953–955.
- Redfield, R.J. (2012). "Why do we have to learn this Stuff?"—A new genetics for 21st century students. *PLoS Biol.* 10, e1001356.
- Redfield, R.J. (2015). Putting my money where my mouth is: the Useful Genetics project. *Trends Genet.* 31, 195–200.
- Simkin, M. V., Roychowdhury, V.P. (2003). Read before you cite! *Complex Syst.* 14, 269–274.
- Six, A. (2008). Schreibkrampf unter Forschern. *Neue Zürcher Zeitung Am Sonntag* 67. [cit. v Binswanger, cit. M. (2014)].
- Smith, M.K., Knight, J.K. (2012). Using the genetics concept assessment to document persistent conceptual difficulties in undergraduate genetics courses. *Genetics* 191, 21–32.
- Sorokowski, P., Kulczycki, E., Sorokowska, A., Pisanski, K. (2017). Predatory journals recruit fake editor. *Nature* 543, 481–483.
- Svinicki, M., McKeachie, W., Nicol, D. (2013). *McKeachie's teaching tips : strategies, research, and theory for college and university teachers.* Wadsworth Publishing; 14 edition.
- Tautz, D. (2014). Neuer Turm in Babel? LaborJournal Online; [http://www.laborjournal.de/rubric/essays/j\\_03.lasso](http://www.laborjournal.de/rubric/essays/j_03.lasso) cit v LabTimes 5/2014, 3.
- Tomáška, Ľ. (2011). Training biology's new romantics. The challenge of educating young biologists to keep up with the pace of modern molecular biology. *EMBO Rep.* 12, 398–400.
- Tomáška, Ľ. (2017). Vedná politika v prechode. Ako môžu viesť dobre mienené pravidlá k zlyhaniu systému. *Vesmír* 96, 450–453.
- Zastrow, M. (2014). Science in 2015. *Nature* 517, 12–13.



**Prof. RNDr. Ľubomír Tomáška, DrSc.** je vedoucím Katedry genetiky Prírodovedecké fakulty UK v Bratislavě (<http://fns.uniba.sk/kge/>; (e-mail: [lubomir.tomaska@uniba.sk](mailto:lubomir.tomaska@uniba.sk)). Zabýva sa molekulárnou genetikou kvasinek. Spolu prof. Jozefom Nosekom vedie spoločné laboratórium katedier biochémie a genetiky PriF UK (<http://www.biocenter.sk/welcome1.html>).

## Vliv katepsinu D na protinádorové účinky látky TNF-related apoptosis-inducing ligand (TRAIL) v lidských buňkách

**Blanka Jančková**

Ústav experimentální biologie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita,  
Kamenice 5, 625 00 Brno

### Úvod

Výsledky této práce přispívají k poznání funkce lysozomální proteázy katepsinu D v regulaci buněčné smrti indukované chemoterapeutiky, konkrétně v regulaci vnější apoptotické dráhy indukované cytokinem TRAIL v buňkách prsního karcinomu. Lysozomální proteáza katepsin D je exprimována téměř ve všech tkáních, účastní se regulace celé řady buněčných dějů a má důležitou roli mimo jiné ve vývoji a přestavbě prsní tkáně. Deregulace katepsinu D je významným faktorem v procesu kancerogeneze. Jeho zvýšená exprese a sekrece byla detekována nejen u prsních karcinomů, ale i u řady dalších typů nádorů. Role katepsinu D v nádorech je dvojí: katepsin D podporuje proliferaci, invazivitu a migraci nádorových buněk pokud je sekretován do extracelulárního prostředí, ale zároveň je mediátorem apoptotické buněčné smrti indukované chemoterapeutiky a jinými stresovými stimuly (Benes et al., 2008). Molekulární mechanismus zapojení katepsinu D do apoptotických signálních drah v nádorových buňkách není zcela objasněn. Kromě štěpení specifických substrátů některé studie připouštějí úlohu meziproteinových interakcí v regulaci apoptózy zprostředkované katepsinem D (Masson et al., 2010).

TRAIL je cytokin, který vazbou na specifický membránový receptor aktivuje apoptotickou signální dráhu v buňce. TRAIL je pro svou poměrně vysokou specifitu považován za velmi nadějnou účinnou látku s protinádorovou aktivitou. Preklinické fáze testování odhalily nízkou účinnost této látky *in vivo* a to zejména kvůli vysoké míře rezistence nádorových buněk (Wilson et al., 2009). Jedním z přístupů k překonání rezistence je ovlivnění dvou i více molekulárních cílů s protinádorovým účinkem současně. Přes prvotní zklamání jsou účinky TRAILu dále aktuálně studovány a poznatky o endogenních molekulárních efektorech regulujících apoptotickou signalizaci aktivovanou TRAIlem se mohou stát cenným přínosem pro identifikaci molekulárních cílů a vhodných kombinací látek pro překonání rezistence nádorových buněk k TRAILu.

Aktivace receptorů TRAILu může vést kromě aktivace kaspázy 8 také k indukci LMP a uvolnění katepsinů do cytosolu (Werneburg et al., 2007). Zatímco aktivita cysteinových katepsinů není zásadní pro apoptotickou buněčnou smrt indukovanou TRAIlem v několika lidských nádorových buněčných liniích (Spes et al., 2012), snížení exprese genu pro katepsin D pomocí specifických siRNA částečně snížilo cytotoxicitu TRAILu vůči buňkám lidské leukemické linie U937 (Emert-Sedlak et al., 2005). Nicméně není znám způsob, jakým katepsin D ovlivňuje TRAIlem indukovanou apoptotickou signalizaci.

## Cíle disertační práce

Cílem předkládané práce je charakterizovat funkci lysozomální proteázy katepsinu D v protinádorových účincích cytokinu TRAIL se zaměřením na buňky prsního karcinomu.

Dílčí cíle:

- 1) Pomocí ektopické exprese genu pro katepsin D charakterizovat úlohu katepsinu D a jeho enzymatické aktivity v regulaci apoptotické signální dráhy aktivované cytokinem TRAIL v buňkách karcinomu prsu
- 2) Identifikovat molekulární efekty účinku katepsinu D na apoptotickou signální dráhu aktivovanou TRAIlem
- 3) Identifikovat modifikující faktory ovlivňující účinek katepsinu D na apoptotickou signální dráhu aktivovanou TRAIlem
- 4) Účinek katepsinu D ověřit u dalších buněčných linií odvozených od prsního karcinomu

## Výsledky

### Enzymaticky aktivní katepsin D zvyšuje frekvenci apoptózy indukované TRAIlem u buněk MDA-MB-231.

Jako modelový systém byla použita buněčná linie MDA-MB-231 odvozená z pleurální efúze lidského adenokarcinomu prsu. Pro studium funkce katepsinu D a jeho enzymatické aktivity v apoptóze indukované TRAIlem byly připraveny stabilní linie ektopicky exprimující standardní variantu enzymu (CDup) a jeho enzymaticky inaktivní variantu s aminokyselinovou záměnou v aktivním místě v pozici 231 ( $\Delta$ CDup). U vybraných klonů byla hodnocena frekvence apoptózy po ovlivnění TRAIlem. Prokázali jsme, že enzymaticky aktivní katepsin D zvyšuje frekvenci apoptózy indukované TRAIlem, nikoli však enzymaticky inaktivní protein. Farmakologická inhibice katepsinu D vedla ke snížení frekvence apoptózy indukované TRAIlem a pro-apoptotický účinek katepsinu D byl potvrzen také u přechodně transfekovaných buněk MDA-MB-231 ovlivněných TRAIlem.

### Enzymaticky aktivní katepsin D posiluje aktivaci kaspáz v buňkách MDA-MB-231 ovlivněných TRAIlem

Míra aktivace jednotlivých kaspáz v buňkách ovlivněných TRAIlem byla hodnocena pomocí specifické detekce podjednotek aktivovaných kaspáz westernovým přenosem. V buňkách se zvýšenou expresí enzymaticky aktivního katepsinu D dochází k intenzivnější aktivaci iniciační kaspázy 8 v počátečních stádiích apoptotické signalizace a k následné zvýšené aktivaci efektorových kaspáz 3 a 7.

### Pro-apoptotický účinek enzymaticky aktivního katepsinu D v buňkách MDA-MB-231 ovlivněných TRAIlem závisí na míře acidifikace váčků endolysozomálního systému

Jak TRAIlem indukovaná apoptóza tak pro-apoptotický účinek katepsinu D je regulována mírou acidifikace váčků endolysozomálního systému. Zatímco i mírná inhibice acidifikace lysozomů a pozdních endozomů vede k výraznému snížení toxického účinku TRAILu, pro-apoptotický účinek enzymaticky aktivního katepsinu D je



při mírném zvýšení pH v lysozomech a pozdních endozomech po ovlivnění buněk TRAILem zachován.

### Katepsin D reguluje cytotoxicitu TRAILu vůči buněčné linii SKBR3

Pro potvrzení modulačního účinku katepsinu D na cytotoxicitu TRAILu vůči buňkám prsního karcinomu byla dále testována buněčná linie SKBR3 odvozená od adenokarcinomu prsu, která je částečně rezistentní k působení TRAILu. V buňkách linie SKBR3 byla přechodně cíleně zvýšena nebo snížena exprese genu pro katepsin D a následně hodnocena viabilita těchto buněk po ovlivnění TRAILem. Bylo detekováno mírné, ale statisticky významné snížení viability buněk ektopicky exprimujících gen pro katepsin D a zvýšení rezistence k TRAILu u buněk se sníženou expresí genu.

### **Diskuse**

Zapojení katepsinu D do regulace vnější apoptózy aktivované receptory smrti, konkrétně receptory CD95/Fas a TNF $\alpha$ , bylo popsáno brzy po identifikaci této apoptotické signální dráhy (Deiss et al., 1996; Démoz et al., 2002; Emert-Sedlak et al., 2005; Heinrich et al., 2004). Vliv katepsinu D na apoptózu indukovanou TRAILem poprvé popsala studie autorky Emert-Sedlak a kol., která popisuje zvýšení rezistence leukemické buněčné linie U937 k TRAILu po snížení exprese katepsinu D pomocí specifické siRNA (Emert-Sedlak et al., 2005). Nicméně tento experimentální přístup neumožňuje rozlišit, zda je regulace vnější apoptózy zprostředkována enzymatickou aktivitou katepsinu D nebo například jeho interakcí s jinými proteiny. Zmíněná práce tak nepřinesla informaci o způsobu zapojení katepsinu D do vnější apoptotické signalizace indukované TRAILem. Kromě účinků spojovaných s enzymatickou aktivitou byly popsány biologicky významné účinky zprostředkované interakcí katepsinu D s jinými proteiny: mitogenní účinek sekretovaného katepsinu D (Glondou et al., 2001), regulace pro-apoptotické aktivity katepsinu D prostřednictvím vazebných partnerů (Chen et al., 2014; Kim et al., 2013) a regulace buněčného cyklu a nádorové transformace v buňkách karcinomu prsu (Bach et al., 2015). Pomocí ektopické exprese katepsinu D a jeho enzymaticky inaktivní varianty v buňkách MDA-MB-231 jsme potvrdili úlohu katepsinu D v apoptóze indukované TRAILem, detekovali jsme jeho pro-apoptotický účinek a prokázali, že enzymatická aktivita katepsinu D je pro stimulaci apoptózy indukované TRAILem zásadní. Tento závěr podporují i výsledky získané s použitím farmakologické inhibice.

Pro-apoptotický účinek enzymaticky aktivního katepsinu D je doprovázen zvýšením aktivace iniciační kaspázy 8 v časně fázi apoptotické signalizace. Ve studii autorů Scaffidi a kol. byly popsány dvě dráhy přenosu apoptotického signálu aktivovaného vazbou ligandu na receptor smrti CD95/Fas. Na základě sledování rychlosti aktivace iniciační kaspázy 8 a efektorové kaspázy 3 byly buňky rozděleny do dvou skupin: buňky typu I a II. Buňky typu I na aktivaci receptoru CD95/Fas reagují rychlou aktivací kaspáz. V buňkách typu II dochází k aktivaci kaspáz později a přenos apoptotického signálu v těchto buňkách závisí na aktivaci vnitřní apoptotické dráhy (Scaffidi et al., 1998). Tyto dva možné způsoby přenosu apoptotického signálu byly později identifikovány i po aktivaci receptoru smrti DR5 TRAILem (Suliman et al., 2001). Podle tohoto rozdělení byly buňky MDA-MB-231 označeny jako buňky typu II. Posílení aktivace kaspáz 8 a 3 půl hodiny, respektive hodinu po ovlivnění TRAILem, které jsme

detekovali u buněk CDup, se jeví jako možný mechanismus pro-apoptického účinku proteolyticky aktivního katepsinu D, kdy zvýšení aktivity kaspázy 8 vede k posílení přímé aktivace kaspázy 3, a průběh přenosu apoptotického signálu se podobá více buňkám typu I. Enzymaticky aktivní katepsin D by tedy mohl přímo nebo nepřímo aktivovat kaspázu 8. Specifická proteolytická aktivace kaspázy 8 katepsinem D byla popsána u neutrofilů během procesu odeznění zánětu (Conus et al., 2008, 2012). Uvolnění katepsinu D z lyzozomů je předpokladem pro štěpení specifických substrátů v cytosolu buněk. TRAIL indukuje permeabilizaci lyzozomů a uvolnění zralého katepsinu D do cytosolu u buněk lidského karcinomu jater (Guicciardi et al., 2007).

## Závěr

Zjistili jsme, že katepsin D má pro-apoptický účinek v buňkách ovlivněných TRAILem, který je zprostředkovaný jeho enzymatickou aktivitou, nikoli interakcí s vazebnými partnery. Zkoumali jsme význam zapojení kaspáz a proteinů rodiny Bcl-2 v této apoptotické signalizaci a také jsme se zabývali možnostmi použití a srovnáním účinnosti inhibitorů katepsinu D v nádorových buňkách. Enzymaticky aktivní katepsin D přímo nebo nepřímo posiluje aktivaci iniciační kaspázy 8, která aktivuje efektorovou kaspázu 3. Posílení aktivace efektorových kaspáz pomocí destabilizace mitochondriální membrány prostřednictvím aktivace proteinu Bid je spíše následný amplifikační prvek nežli příčinný molekulární mechanismus. TRAILem indukovaná apoptotická signalizace je závislá na aktivní acidifikaci váček endolyzozomálního systému. Enzymaticky aktivní katepsin D přenáší apoptotický signál i při mírné inhibici acidifikace, která jinak TRAILem indukovanou apoptózu blokuje. Závislost cytotoxicity TRAILu na množství enzymaticky aktivního katepsinu D v buňkách jsme ověřili u dvou buněčných linií s využitím různých přístupů modulace exprese/enzymatické aktivity katepsinu D.

## Literatura

- Bach, A.-S., Derocq, D., Laurent-Matha, V., Montcourrier, P., Sebti, S., Orsetti, B., Theillet, C., Gongora, C., Pattingre, S., Ibing, E., et al. (2015). Nuclear cathepsin D enhances TRPS1 transcriptional repressor function to regulate cell cycle progression and transformation in human breast cancer cells. *Oncotarget* 6, 28084–28103.
- Benes, P., Vetvicka, V., and Fusek, M. (2008). Cathepsin D--many functions of one aspartic protease. *Crit. Rev. Oncol. Hematol.* 68, 12–28.
- Chen, D., Gao, Y., and Nicholas, J. (2014). Human herpesvirus 8 interleukin-6 contributes to primary effusion lymphoma cell viability via suppression of proapoptotic cathepsin D, a cointeraction partner of vitamin K epoxide reductase complex subunit 1 variant 2. *J. Virol.* 88, 1025–1038.
- Conus, S., Perozzo, R., Reinheckel, T., Peters, C., Scapozza, L., Yousefi, S., and Simon, H.-U. (2008). Caspase-8 is activated by cathepsin D initiating neutrophil apoptosis during the resolution of inflammation. *J. Exp. Med.* 205, 685–698.

- Conus, S., Pop, C., Snipas, S.J., Salvesen, G.S., and Simon, H.-U. (2012). Cathepsin D primes caspase-8 activation by multiple intra-chain proteolysis. *J. Biol. Chem.* 287, 21142–21151.
- Deiss, L.P., Galinka, H., Berissi, H., Cohen, O., and Kimchi, A. (1996). Cathepsin D protease mediates programmed cell death induced by interferon-gamma, Fas/APO-1 and TNFalpha. *EMBO J.* 15, 3861–3870.
- Démoz, M., Castino, R., Cesaro, P., Baccino, F.M., Bonelli, G., and Isidoro, C. (2002). Endosomal-lysosomal proteolysis mediates death signalling by TNFalpha, not by etoposide, in L929 fibrosarcoma cells: evidence for an active role of cathepsin D. *Biol. Chem.* 383, 1237–1248.
- Emert-Sedlak, L., Shangary, S., Rabinovitz, A., Miranda, M.B., Delach, S.M., and Johnson, D.E. (2005). Involvement of cathepsin D in chemotherapy-induced cytochrome c release, caspase activation, and cell death. *Mol. Cancer Ther.* 4, 733–742.
- Glondou, M., Coopman, P., Laurent-Matha, V., Garcia, M., Rochefort, H., and Liaudet-Coopman, E. (2001). A mutated cathepsin-D devoid of its catalytic activity stimulates the growth of cancer cells. *Oncogene* 20, 6920–6929.
- Guicciardi, M.E., Bronk, S.F., Werneburg, N.W., and Gores, G.J. (2007). cFLIPL prevents TRAIL-induced apoptosis of hepatocellular carcinoma cells by inhibiting the lysosomal pathway of apoptosis. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 292, G1337-1346.
- Heinrich, M., Neumeyer, J., Jakob, M., Hallas, C., Tchikov, V., Winoto-Morbach, S., Wickel, M., Schneider-Brachert, W., Trauzold, A., Hethke, A., et al. (2004). Cathepsin D links TNF-induced acid sphingomyelinase to Bid-mediated caspase-9 and -3 activation. *Cell Death Differ.* 11, 550–563.
- Kim, S.-J., Kim, K.-H., Ahn, E.-R., Yoo, B.C., and Kim, S.-Y. (2013). Depletion of cathepsin D by transglutaminase 2 through protein cross-linking promotes cell survival. *Amino Acids* 44, 73–80.
- Masson, O., Bach, A.-S., Derocq, D., Prébois, C., Laurent-Matha, V., Pattingre, S., and Liaudet-Coopman, E. (2010). Pathophysiological functions of cathepsin D: Targeting its catalytic activity versus its protein binding activity? *Biochimie* 92, 1635–1643.
- Scaffidi, C., Fulda, S., Srinivasan, A., Friesen, C., Li, F., Tomaselli, K.J., Debatin, K.M., Krammer, P.H., and Peter, M.E. (1998). Two CD95 (APO-1/Fas) signaling pathways. *EMBO J.* 17, 1675–1687.
- Spes, A., Sobotič, B., Turk, V., and Turk, B. (2012). Cysteine cathepsins are not critical for TRAIL- and CD95-induced apoptosis in several human cancer cell lines. *Biol. Chem.* 393, 1417–1431.
- Suliman, A., Lam, A., Datta, R., and Srivastava, R.K. (2001). Intracellular mechanisms of TRAIL: apoptosis through mitochondrial-dependent and -independent pathways. *Oncogene* 20, 2122–2133.
- Werneburg, N.W., Guicciardi, M.E., Bronk, S.F., Kaufmann, S.H., and Gores, G.J. (2007). Tumor necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand activates a lysosomal pathway of apoptosis that is regulated by Bcl-2 proteins. *J. Biol. Chem.* 282, 28960–28970.
- Wilson, T.R., Johnston, P.G., and Longley, D.B. (2009). Anti-apoptotic mechanisms of drug resistance in cancer. *Curr. Cancer Drug Targets* 9, 307–319.



**Mgr. Blanka Jančková, Ph.D.** (e-mail: blankaj@sci.muni.cz) je absolventkou oboru Molekulární a buněčná biologie na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně. Svou doktorskou dizertační práci „Vliv katepsinu D na protinádorové účinky látky TNF-related apoptosis-inducing ligand (TRAIL) v lidských buňkách“ vypracovala pod vedením prof. RNDr. Jana Šmardy, CSc. v Laboratoři buněčné diferenciaci Ústavu experimentální biologie Přírodovědecké fakulty MU v Brně.

**Perličky ze školních lavic  
(z písemných zkoušek z genetiky, PŘF UK, Praha, 2013-2015)  
RNDr. Dana Holá, Ph.D., Katedra genetiky a mikrobiologie, PŘF UK, Praha**

„*Homo sapiens* je jako modelový objekt vhodný hlavně kvůli specifikacím, které se jinde než na člověku zkoumat nedají. Je dobrým modelem pro rozvoj medicíny a eugeniky.“

\*\*\*

„Chromozómová teorie dědičnosti je teorie o tom, kolik chromozómů se zachová nezměněných do další generace. Souvisí s dědičností mezipohlavní.“

\*\*\*

„Při telofázi se chromatidy znovu spojují v chromozóm a rozpouští se.“

\*\*\*

„(na otázku „Jaké jsou hlavní známé systémy genetické determinace pohlaví?“ odpověď:  
„Například podle kostních pozůstatků.“

\*\*\*

„U bakterií se mapuje tak, že se ze vzorku několika generací vytvoří graf genetické mapy a sleduje se příslušný znak.“

# eppendorf



## Zvládne více

....inteligentní, šetrná a vždy „cool“. Centrifuga 5920 R.

Na svůj výkon a kapacitu je menší a lehčí než obdobné přístroje. Chladicí systém s kompresorem s dynamickou kontrolou umožňuje centrifuze regulovat výkon, čímž chrání vložené vzorky, šetří energii a životní prostředí.

**Výkonná** – až 22.132 × g s fixními rotory, až 4.816 × g s výkyvnými rotory (rychlost 200–14.000 rpm).

**Hodně zvládne** – 6 rotorů s různou kapacitou (fixní i výkyvné).

Max. kapacita např.: 4 × 49 ks (196 celkem) odběrové zkumavky do 8 ml, 4 × 27 ks 15 ml konické zkumavky, 4 × 13 ks 50 ml konické zkumavky, 4 × 1l, 4 × 7 MTP, 4 × 2 DWP atd.

**Elegantní** – díky technologiím, materiálům a komponentům použitým při výrobě je na svou kapacitu menší než jiné, ergonomický design, snadné zavírání víka, nízká hlučnost.

**Vždy „cool“** – kompresor s dynamickou kontrolou teploty, teplota nastavitelná v rozsahu -10 °C až 40 °C.

**Inteligentní** – SW funkce: automatický přepočet rpm/rcf, FastTemp, ECO power shut-off, nastavitelné stupně rozběhu a brzdění (10/10), uložení až 99 programů, 5 programů dostupných rychlým stlačením tlačítka na ovládacím panelu a mnoho dalších příjemných funkcí.

**Prostě úžasná.**

[www.eppendorf.cz](http://www.eppendorf.cz)

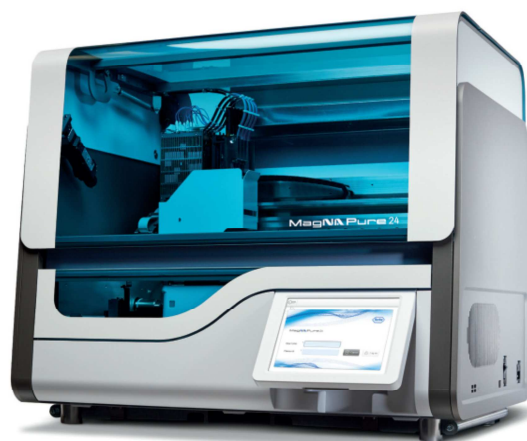
Eppendorf® and the Eppendorf logo are registered trademarks of Eppendorf AG, Germany. All rights reserved, including graphics and images. Copyright © 2015 by Eppendorf AG.



## MagNA Pure 24 Systém

*Roche nastavuje nové standardy v izolaci NK*

Představujeme nový  
automatický izolátor  
genomické a cell-free  
DNA.



■ škálovatelné řešení automatické izolace od 1–24 vzorků ■ certifikované (CE-IVD) ■ propojitelné do LISu ■ možnost využít primární odběrové zkumavky ■ trekovatelné, intuitivní ■ vysoce efektivní a rychlé ■ již od 200 µl až do 4 ml ■ validované pro krev, plazmu, sérum, sputum, BAL, CSF, výtěr, moč, stolici, čerstvou a zmraženou tkáň, FFPE ■

Roche s.r.o., Diagnostická divize  
Karlovo náměstí 17, 120 00 Praha 2,  
[www.roche-diagnostics.cz](http://www.roche-diagnostics.cz)

#### Objednávky

- E-mailem: [objednavky@roche-diagnostics.cz](mailto:objednavky@roche-diagnostics.cz)
- Elektronická objednávka na:  
<http://objednavky.roche-diagnostics.cz/objednavky/>

#### Centrum zákaznické podpory

- Tel: 800 11 11 99
- E-mailem: [czech.rcsc@roche.com](mailto:czech.rcsc@roche.com)

Potřebujete-li více produktových informací, naleznete je na

- <https://lidsolutions.roche.com>
- <https://lifescience.roche.com>

# MagNA Pure

The MagNA Pure 24 System including instrument, kits, and accessories are for in vitro diagnostic unless otherwise noted.

MAGNA PURE is registered trademarks of Roche. All other product names and trademarks are the property of their respective owners.

© 2017 Roche Molecular Systems, Inc. All rights reserved.