



Agronomická
fakulta

Tomáš Urban

Ústav morfologie, fyziologie a
genetiky zvířat

Koncepce rozvoje vědecko-výzkumné a pedagogické činnosti v oboru „Genetika živočichů“ na Mendelově univerzitě v Brně

Mendelova
univerzita
v Brně





Osnova

Hlavní cíl: představit koncepci rozvoje oboru
Genetika živočichů na MENDELU

- Analýza historie a současného stavu
- Charakteristika oboru
- Koncepce výzkumu a vývoje
- Pedagogická koncepce



Kdo je učitel?

- Od učitele se žádá mnoho:
 - aby byl odborníkem na svůj obor,
 - aby byl odborníkem na výchovu a vzdělávání.

- Dále aby byl spolehlivým a výkonným pracovníkem.

VŠ výuka
a výzkum



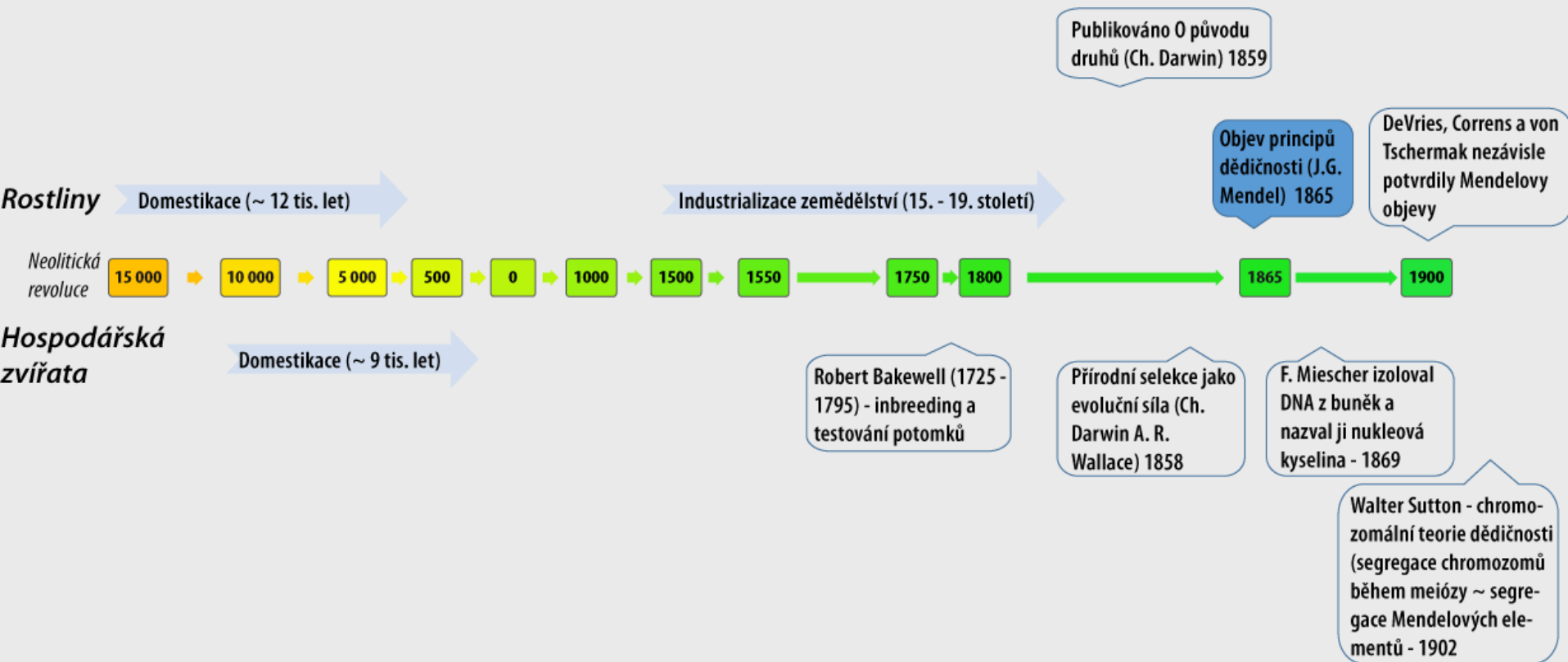


Charakteristika oboru

- **Genetika** se zabývá dědičností a genetickou variabilitou; studuje strukturu a funkci genetického materiálu
 - Předvědecká „genetika“ („selská genetika“)
 - Přirozené chápání dědičnosti – podobnost mezi příbuznými jedinci
 - Domestikace a šlechtění
 - Genetika po Mendelovi
 - Poznávání principů dědičnosti
 - Poznávání materiální podstaty dědičnosti
 - Genetika vychází z multioborového prostředí a zpětně původní obory obohacuje
 - Chemie, biochemie, fyzika, fyziologie, matematika, statistika...
 - Molekularizace biologických oborů a jejich aplikovatelnost



Genetika v čase a její dopady na zemědělskou činnost



Genetika v čase...

Od tradičního šlechtění k molekulárnímu šlechtění

W. Johannsen zavedl termín „gen“ k popisu Mendelovy jednotky dědičnosti 1909

Mutace ve šlechtění rostlin (L.J. Stadler) 1920

Zelená revoluce (N.E. Borlaug) 1943

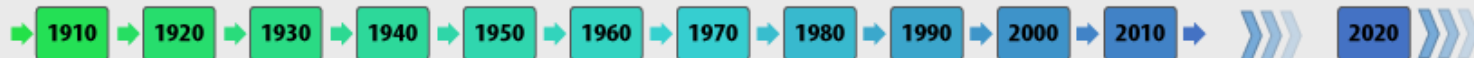
GMO - polní pokusy (1983)

První GMO komerčně pěstované (1996)

Objev 3D struktury DNA (F. Crick, J. Watson, R. Franklin,) 1953

Metody sekvenování DNA (F. Sanger; Maxam a Gilbert) 1977

Objev mikrosatelitů (1989)



Rozšíření principů dědičnosti - genetika populací (R. Fisher, S., Wright, J.B.S. Haldane) 1918

Zlepšení metod šlechtění - teorie selekčních indexů (J. L. Lush) 1935

Geneticky modifikovaný organismus (P. Berg) 1970

PCR (K. B. Mullis) 1983

Prolomení genetický kód (M. Nirenberg) 1966

BLUP (C.R. Henderson) 1975

Selekce s podporou markerů (MAS): několik markerů použito pro zlepšení selekce (Lande a Thompson) 1990

Genomická selekce: teoretické přístupy a zavěření u dojeného skotu (T.H.E. Meuwissen) 2001/2009

Dědičným materiálem je DNA - 1944

Kvantitativní genetika (D.S. Falconer) 1960

BLUP Animal Model (Quaas a Pollak, Henderson) 1980

Biotechnologie (od počátku 80-tých let)

Byly osekvenovány genomy skotu, prasete, ovce, včely... od r. 2007

První transgenní savec, 1981

Klonován savec ze somatické buňky (I. Wilmut) 1996

Redukce efektivní velikosti populace a genetické variability

Historie oboru v našich zemích a Brně

- J. G. Mendel (1822 – 1884)
- prof. Artur Brožek (1882 – 1934)
 - český biolog, první profesor genetiky UK
 - první předklad Mendelovy práce do češtiny
- doc. Jaroslav Kříženecký (1896 – 1964)
 - 1922–1948 docent na Vysoké škole zemědělské (současně přednosta Sekce pro plemenářskou biologii Výzkumného ústavu zootechnického v Brně)
 - Před i po 2. světové válce se zasazoval o zřízení Mendelova ústavu pro genetiku a eugeniku v Brně jako centra výuky i výzkumu v tomto oboru.
 - 1961–1964 přednosta Genetického oddělení Gregora Mendela v Moravském muzeu Brno -> Mendelianum
 - připravoval velké mendelovské sympozium v Brně (1965)
 - důsledně spojoval vědu s výukou
- prof. V. Koželuha, prof. Ing. Jan Mácha, DrSc.





VŠZ – MZLU – MENDELU

- ...
- 1959 vznikla Agronomická fakulta s oborem zootechnickým
- Po r. 1966 genetika více součástí učebních programů se specializací zootechniky, agrotechniky a veterinární medicíny.
 - **Rozvíjení laboratoře pro studium krevních skupin a dalších biochemických polymorfních znaků** u skotu, prasat a drůbeže.
- 1969 - Katedra genetiky živočichů byla spojena s Katedrou obecné zootechniky -> Katedra obecné zootechniky a genetiky živočichů
- 1991 - Ústav genetiky - oddělení genetiky a základů šlechtění HZ a oddělení genetiky rostlin
 - **zavedení molekulárně genetických metod a rozvoj laboratoře molekulární genetiky živočichů**
- 2003 – akreditován nový magisterský obor ŽB a doktorský obor MBGŽ
- 2005 - Ústav genetiky byl sloučen s Ústavem morfologie, fyziologie a veterinářství
- CEITEC -> **Laboratoř genomiky**

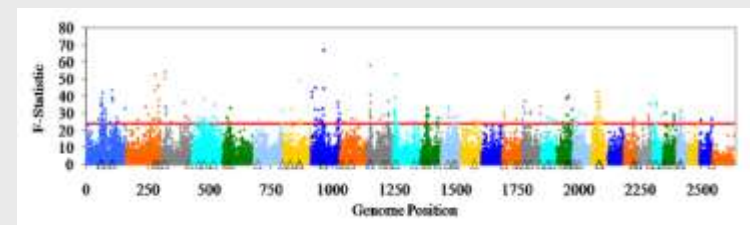
Základní koncept genetiky



Neustálé „pnutí“ mezi genetickou informací a jejím projevem v konkrétním prostředí...

Současné okruhy problémů výzkumu

- Genetická diverzita v populacích hospodářských zvířat – *vážná hrozba ztráty nenahraditelné genetické variability* → *pro potraviny a zemědělství*;
- Zachování genetických zdrojů pro budoucí šlechtění a potravinové zdroje pro rostoucí lidskou populaci – *in-vivo a v genových bankách (kryokonzervace)* (FAO 2011);
- Celogenomové sekvenování a resekvenování → nové nástroje ve šlechtění → mimoprodukční a reprodukční vlastnosti s nízkou heritabilitou
 - *Celogenomové asociační analýzy* → identifikace SNP, kandidátní geny a biologické dráhy uplatňující se v regulaci užitkových vlastností
 - → genomická data → **genomická** selekce → *zvýšení přesnosti odhadu plemenných hodnot, zkrácení generačního intervalu* → zvýšení genetických zisků;
- Genomická data a interakce $G \times E$
 - *nutrigenetika a nutrigenomika*;





Historie a současnost VaV činnosti na MENDELU

- Genetické markery u skotu a prasat - pro studium variability a nástroj ve šlechtění
 - Proteiny (imunogenetické a biochemické markery)
 - DNA markery
 - PCR-RFLP
 - Mikrosatelity
 - SNP
- Asociační studie variability markerů či kandidátních genů a užitkových vlastností
 - Smíšené lineární modely:
 - Individuální SNP asociační model
$$y_i = x_i b + z_i u + m_{ij} q_j + e_i$$
 - Modely genomické selekce pro asociační analýzy
$$y_i = x_i b + z_i u + \sum_{j=1}^J m_{ij} q_j \gamma_j + e_i$$
 - souhrnné hodnocení všech SNP
- Studie genetické diverzity uvnitř a mezi populacemi zvířat (plemena, druhy) – parametry diverzity, F statistiky, fylogenetické stromy...



- Projekty (NAZV, VZ), zaměřené na studium genetických markerů a kandidátních genů, jejich variability a asociací s užitkovými vlastnostmi u hospodářských zvířat, zejména prasat.
 - Rozvoj metod molekulárního genotypování v perspektivních lokusech pro užitkovost prasat a jejich využití v selekci na zlepšení plodnosti a kvality masa (EP 9282)
 - Regulace biologických a technologických procesů pro konkurenceschopné zemědělství (MSM 432100001)
 - Výzkum a validace genomických metod využitelných v selekci na kvalitu a tržní uplatnění hospodářských zvířat a jejich produktů (Mze, NPV I: 1G58073)
 - *Disertační práce: Perspektivní polymorfní kandidátní geny a jejich využití k zlepšení produkce masa prasat (2005)*
 - *Studium vztahu genetických markerů a užitkových vlastností prasat (2007)*
 - *Identifikace SNPs asociovaných s produkcí masa u skotu (2007)*



Projekty IGA MENDELU

- TP 9/2010; TP 6/2011
- IP 21/2007; IP 4/2009; IP 13/2010
 - Podpora výzkumu postgraduálních i pregraduálních studentů
 - Disertační práce: *Studium genetické struktury a diverzity různých populací dravců (Falconiformes)* (2013)
- Podpora diplomových a disertačních prací studentů
 - Bc. práce: 53 obhájených v oborech Zoo, TP (od r. 2006)
 - DP práce: 132 obhájených v oborech Zoo, TP a ŽB (od r. 1994)
 - Dis. práce: 35 obhájených v oborech Obecná zootechnika a MBGŽ (od r. 1996)



Výzkum - CEITEC

- Studium a hodnocení genetické diverzity uvnitř a mezi populacemi pod vlivem různých podmínek
 - plemen koní vystavených různým patogenním podmínkám (chudé – horské oblasti a oblasti bohaté na infekce – močály, tropy)
 - mikrosatelity a SNP v genech pro imunitu
- Bioinformatické a fylogenetické analýzy těchto dat
- Pořízení sekvenátoru (2013)
- Předávání poznatků a zkušeností studentům
 - v předmětech Obecná genetika, Genetika Z, Úvod do bioinformatiky, Genetika kvantitativních znaků, Genetika skotu a prasat...
 - Diplomové práce
 - Disertační práce – aktuálně dva studenti



Rozvoj lidských zdrojů

- OP VpK (CZ.1.07/2.3.00/09.0037) *Další odborné vzdělávání jako cesta ke zkvalitnění personálního zabezpečení pracovníků pro biotechnologický výzkum a vývoj*
 - Organizování národních a mezinárodních seminářů, mezinárodních konferencí, biotechnologických kurzů
 - Letní školy metod molekulární biologie nukleových kyselin a genomiky
 - již pět ročníků



Výzkum a praxe

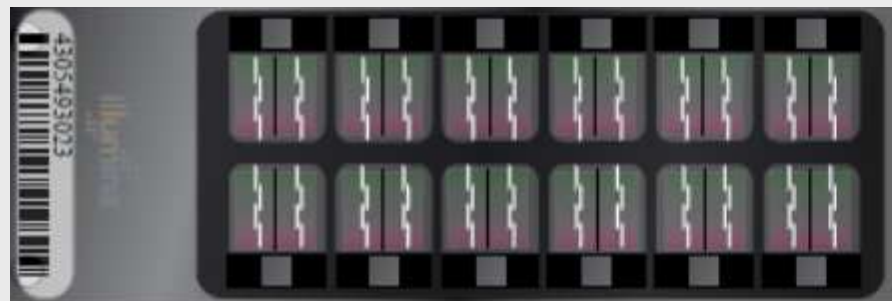
- Smluvní výzkum
 - vývoj metod pro molekulární taxonomii (a jiné populační vztahy) u rostlin (vč. mechů) a nově u hmyzu - noční motýli z čeledi lišajovitých
 - Molekulární fylogenetika
- Pořádání vědeckých konferencí
 - Genetic Days (1996, 2002, 2010)





Výzkumné priority

- Celogenomové asociace s použitím SNP panelů (SNP60 Beadchip)
 - kandidátní geny – asociace i s markery v nekódujících sekvencích genů!
 - Validace kandidátních genových markerů
 - Některé aplikované v MAS (RYR1, KIT, PRKAG3 u prasat)
 - fylogenetické analýzy, diverzita
 - eQTL – vyhodnocování variability transkriptů
 - Expresní profily v tkáních -> identifikace diferenciální exprese mezi fenotypovými skupinami zvířat
 - eQTL v asociačních analýzách





Budoucí výzkum

- Projekt NAZV KUS, PP1: QJ1510233
 - od 2015
 - Koordinátor: VFU v Brně
 - Komplexní hodnocení vlivu tradičních a alternativních způsobů kastrace na chov prasat a jakost masa pro zajištění udržitelné a konkurenceschopné produkce vepřového masa v České republice
 - Cíl: Expresní analýza genů ve vztahu k hladině androstenonu a skatolu (kančí pach) a sestavení panelu SNP a screening populace prasat
- Projekty NAZV, GAČR, TAČR
- Specifický výzkum IGA MENDELU
- Projekty mezinárodní: HORIZON 2020
- Smluvní výzkum
- OP VVV...



Koncepce vědecko-výzkumné činnosti

• **Silné stránky**

- Přístrojové vybavení
- Projekty
- Doktorandi
- Publikování a RIV
- Spolupráce: na MENDELU, v rámci CEITEC s VFU, MU, JU ČB, SPU Nitra, ...
- Zkušenosti z OP
- Uplatnění absolventů

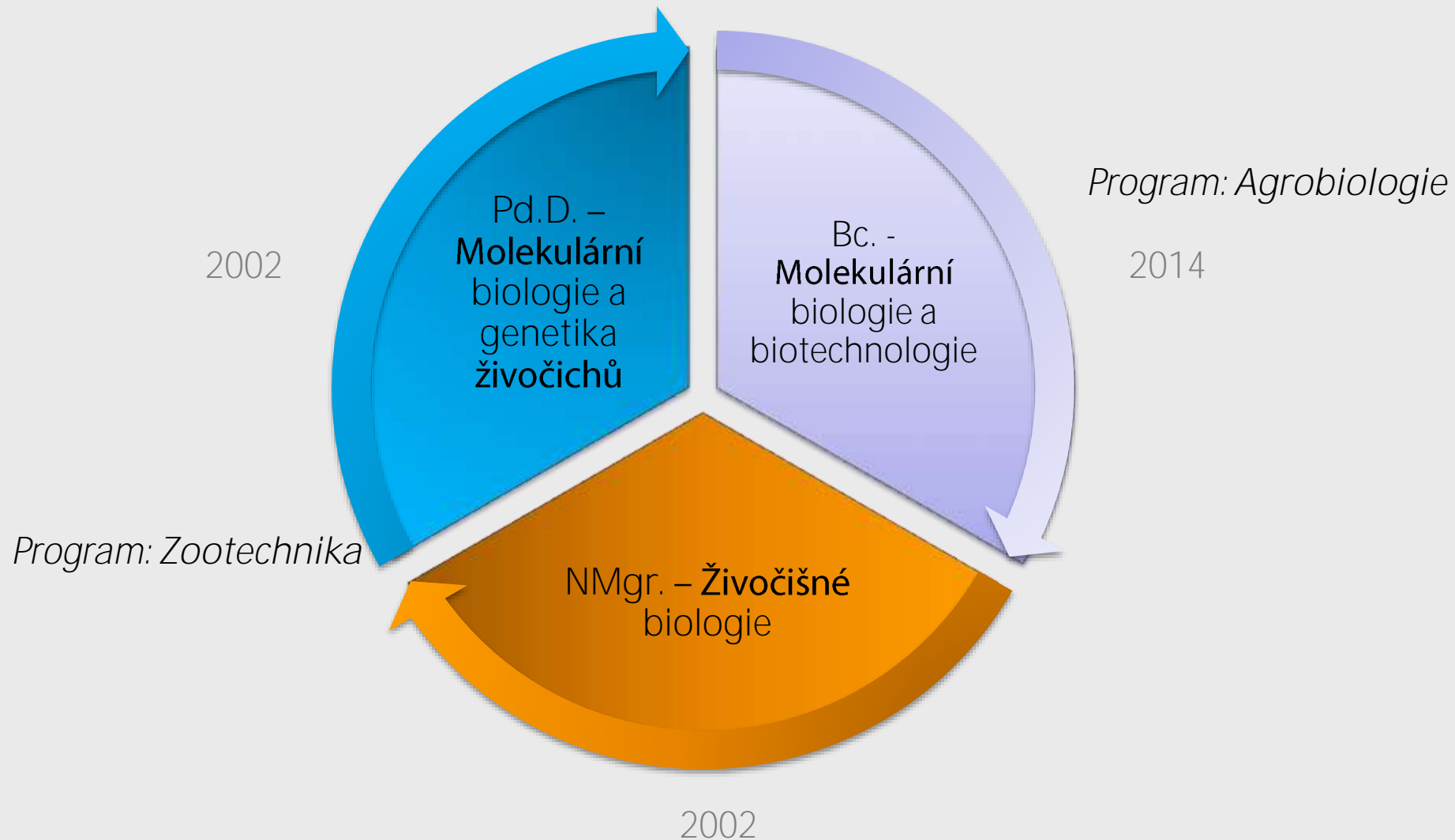
• **Slabé stránky**

- Personální zabezpečení
- Investice do nových přístrojů
- Vícezdrojové financování, neveřejné zdroje...
- Byrokratizace činnosti (výběrová řízení, smluvní výzkum...)

Cíle výuky v oboru „Genetika živočichů“

- Pochopit základní genetické pojmy a principy klasické genetiky
 - Rozvíjet genetického myšlení
- Propojit znalosti z chemie, biochemie a biologie → molekulární genetik
 - Pochopit vztah mezi strukturou a funkcí GI
 - Pochopit tento vztah pomocí molekulárně genetických metod
 - Získat dovednosti v metodách molekulární genetiky
 - Využívat bioinformatické nástroje a softwary a databáze
- Schopnost aplikovat „genetiku“ ve šlechtění zvířat a hodnocení variability a evoluci populací v daných podmínkách
 - Aplikovat matematických a statistických metod
 - Používat statistické a další progamy (R, Statistica, Genepop, Arlequine, Phylip...)
 - Interpretovat matematické a statistické výsledky

Pedagogická koncepce - genetika živočichů



Bc. obor Zoo

Genetika Z

Bc. obor MBB

Obecná genetika

Úvod do bioinformatiky

Aplikovaná genetika
zvířat

Metody molekulární
genetiky

Genetika člověka

NMgr. obor ŽB

Molekulární a buněčná
genetika

Metody genomiky zvířat

Genetika kvantitativních
znaků

Informační zdroje a
software

Genetika skotu a prasat

Laboratoře molekulární
genetiky

Odborný jazyk -
genetika (AJ)

Management VaVal

Odborný seminář -
genetika

Transgenoze savců a
klonování

Bioinformatika

Genetika člověka

NMgr. obory Zoo, CHK

Molekulární genetika
zvířat

NMgr. obor ZEI

Aplikovaná genetika
v zemědělství (K)

NMgr. obory EKT, JZP, TP

Potravinářská
genomika

Genetika člověka

Volitelné předměty

Aplikovaná genetika
v potravinářství

Ekologická
genetika

PhD. obor MBGŽ

Bioinformatika a genetika
kvantitativních znaků

Design a analýza
pokusů, management
výzkumu a vývoje

Technologie genomiky
a proteomiky

PhD. obor Obecná zootecnika

Informační technologie
ve výzkumu

Molekulární genetika
živočichů

PhD. obor Myslivost

Genetika zvířat

Erasmus

Animal genetics

Státní zkoušky

Předměty povinné

Genetika

Bc - Molekulární biologie a
biotechnologie

Genetika živočichů

NMgr - Živočišné biotechnologie

Molekulární biologie

NMgr - Živočišné biotechnologie

Management VaV

NMgr - Živočišné biotechnologie

Předměty povinně volitelné

Biotechnologie ve šlechtění zvířat

NMgr - Živočišné biotechnologie





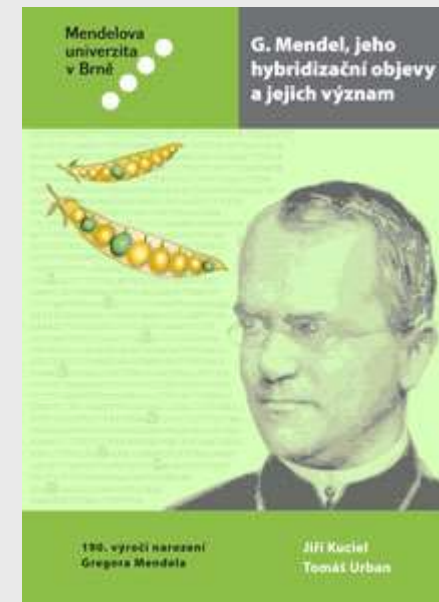
Doktorské studium – obor Molekulární biologie a genetiky živočichů

- Od roku 2002
- Zvýšení metodologické úrovně a teoretického vzdělání studentů akreditovaného DŠP 4103V Zootechnika (GA **ČR**: GD523/03/H076 od 1.10. 2003 do 2007)
- v současné době reakreditace na 4-leté studium
- aktivní účast na konferencích
- prezentace výsledků v angličtině alespoň na jedné konferenci
- publikace výsledků disertační práce v oponentovaných vědeckých časopisech (nejméně jedna publikace impaktovaném časopise)
- spolupráce na řešení projektů GAČR, MZe ČR, FRVŠ, IGA a zejména CEITEC
- podíl na zajišťování výuky pregraduálních studentů
- Obor absolvovalo 18 studentů
- V současnosti studuje obor 6 doktorandů



Koncepce pedagogické činnosti

- Optimalizace návaznosti stávajícího NMgr. oboru ŽB (v důsledku bc. oboru MBB)
- Zajištění prodloužení akreditace doktorského studijního oboru Molekulární biologie a genetika živočichů
- Učebnice a skripta...
- *Personální zabezpečení...*



Inovace výuky – FRVŠ a OP VpK

SVG1

SVG2

SVG3

- **FRVŠ** -> e-learningové webové aplikace
 - Virtuální svět genetiky 1 – principy genetiky
 - Virtuální svět genetiky 2 – principy molekulární genetiky
 - Virtuální svět genetiky 3 – principy genetiky populací a kvantitativních znaků
- OP VpK, **Inovace studijních programů AF MENDELU směrem k** internacionalizaci studia: CZ.1.07/2.2.00/28.0020

Příprava a realizace e-learningových webových aplikací

- Genetika zvířat
- Animal Genetics





Výuka pro univerzitu třetího věku a ICV MENDELU

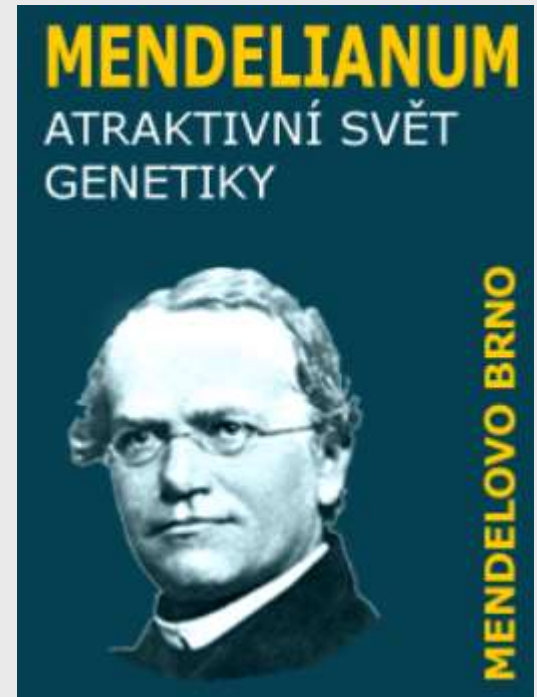
- Při U3V přednáška
 - Současná genetika ve světle Mendela a jeho díla (Urban)
 - Genetika člověka (Knoll)
- Při ICV MENDELU, Inovativní systém přípravy pracovníků ve výzkumu a vývoji, OP VK CZ.1.07/2.3.00/09.0041
 - **Práce s informačními** zdroji
 - Prezentace **výsledků** VaV
- Při ICV MENDELU, Inovací odborného, pedagogického a manažerského vzdělávání ke zvýšení konkurenceschopnosti, CZ.1.07/2.2.00/07.0158
 - Internet a **věda**
 - Prezentace **výsledků vědy**
- Využíváno v předmětu *Management VaV*

Spolupráce s Centrem Mendelianum (MZM)

- Mendelianum – atraktivní svět genetiky, VaVpl
CZ.1.05/3.2.00/09.0180
 - Odborný konzultant
 - Centrum Mendelianum

Spolupráce na projektu OP VpK
Mendelova interaktivní škola
genetiky CZ.1.07/2.3.00/45.0037

- Popularizace a vzdělávání studentů
základních/středních škol
- Stáže, přednášky





Genetika živočichů a dlouhodobý záměr AF

- Vývoj oboru Genetika živočichů plní cíle DZ AF
 - Optimalizace navazujících magisterských oborů se zaměřením na biotechnologické obory
 - Vytváření e-learningových forem výuky
 - Sdílení a efektivnější využívání technologického a informačního potenciálu pro výzkum
 - Zapojení do realizace centra CEITEC



Závěr - výzvy

- Spolupráce s pracovišti CEITEC
- Zahraniční projekty
- Publikovat v časopisech s vysokým IF
- Aktualizování předmětů a oborů
- VŠ učebnice *Principy genetiky, aneb genetiky pro každého*
- Motivace studentů pro vzdělávání se a výzkum



Děkuji Vám za pozornost