



2020-2021

V Ý R O Č N Í
Z P R Á V A





FROV JU, Vodňany, 2022

Výroční zpráva 2020–2021

Vydala: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod

Grafický design a realizace: Harpuna.com :: graphics & multimedia

Použité fotografie z archivu FROV JU a Harpuna.com

Vydání 1., vydáno v roce 2022 ve Vodňanech

Náklad: 250 ks

© Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod

www.frov.jcu.cz

ISBN 978-80-7514-152-1



2020–2021

V Ý R O Č N Í
Z P R Á V A

7
1 Slovo na úvod

13
2 Život na fakultě

29 VP1
43 VP2
57 VP3
77 VP4

3 Výzkum na fakultě

CENAKVA
Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz

27

107
5 Celoživotní vzdělávání

113
6 Fakulta v číslech

4 Studium na fakultě

123
7 Organizační struktury fakulty



Slovo na úvod

1

Kdo jsme?

Jsme nadšený kolektiv lidí zapálený pro vědu v oblasti rybářství a ochrany vodního prostředí a biodiverzity.

Fakulta rybářství a ochrany vod je nejmenší a zároveň nejmladší součástí Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

To jí ale nebrání být jednou z předních fakult, co se týká přínosu vědeckých a praktických výstupů, kvalitní přístrojové vybavenosti a další infrastruktury, čemuž odpovídá i velký počet odborníků z řad vědeckých a akademických pracovníků.

Co jsme?

Jsme nejkomplexnějším pracovištěm v oblasti rybářství a ochrany vod ve střední Evropě s bakalářským, magisterským a doktorským studiem, badatelským a aplikovaným výzkumem, s habilitačními a profesorskými právy. Fakulta má k dispozici experimentální zázemí pro studium a výzkum akvakultury, hydrobiologie, toxikologie, nemocí ryb, reprodukce, genetiky, chovu ryb a raků a unikátní rybářskou knihovnu.

Proč jsme?

Jsme výzkumná fakulta přenášející nejmodernější poznatky z výzkumu přímo studentům a odborníkům z praxe. Naším cílem je vychovávat produkční rybáře s kladným vztahem k životnímu prostředí a ochranáře s pragmatickým přístupem k produkčnímu rybářství. Razíme strategii udržitelného rozvoje tzv. „zelené FROV“. Chceme být evropským lídrem v oblasti výzkumu v rybářství a ochrany vodního prostředí.



Úvodní slovo

Vážení čtenáři, milí kolegové...

uplynulé dva roky se nesly v duchu pandemické situace spojené s onemocněním Covid-19. Všichni jsme se museli potýkat se zcela novými situacemi, které nás v mnohých ohledech brzdily a přinášely řadu obtíží, na druhou stranu se staly skutečnými výzvami. Uzavření škol a pracovišť nás donutilo k rychlému přechodu do digitálního světa, k on-line výuce či pracovním schůzkám, ale dokonce i k on-line konferencím. To, co mělo formálním zaváděním „ze shora“ trvat léta, jsme se naučili během několika týdnů všichni, včetně těch nezapřísáhlejších odpůrců moderních přístupů. Zjistili jsme silné i slabé stránky on-line platforem a naučili jsme se je využívat. Dnes již víme, že je potřeba změnit některé přístupy ve vzdělávání, zvýšit dostupnost a kvalitu studijních opor, měli bychom být připraveni na využívání „bezkontaktních“ forem výuky a smysluplně tyto dostupné technologické nástroje využívat. Pandemická si-

tuace nás také naučila, jak je důležitá práce se zdroji informací, jejich selektování v rámci objektivitu, udržení svobody jednotlivce a dobrých mezilidských vztahů. Věřím, že si z této situace odneseme to pozitivní a využijeme to při naší výuce a vědecké práci.

I přes veškeré obtíže a nesnáze, které jsme za poslední dva roky museli „zdolat“, jsme si dokázali užít i určité kratochvíle. Mohli jsme společně „naživo“ oslavit krásných sto let Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického, zatančit si na 2. ročníku fakultního plesu, zapívat si na FROVfestu, soutěžit v jízdě na kole a mnoho dalších aktivit (více v kapitolách „Život na fakultě“ a „Celoživotní vzdělávání“).



...a spolupracovníci,

Co nás v budoucnu čeká?

Musíme pokračovat v aktivním vyhledávání nadaných studentů, neustále zkvalitňovat výuku a nadále rozvíjet a zvyšovat kvalitu naší vědy. Svojí výsadní roli v rozvoji vědy a výzkumu budeme upevňovat prostřednictvím našeho výzkumného centra CENAKVA, jež je Vládou ČR definováno jako prioritní infrastruktura umožňující rozvoj v oblasti životního prostředí v ČR a zahraničí. Se zajímavými tématy, kterými se zabýváme, se můžete seznámit v kapitole 3 „Výzkum na fakultě“.

Nezbytný bude další rozvoj a obnova dostupné infrastruktury, ale i zdravý růst pracovního kolektivu.

Možná při listování publikací zaznamenáte určité zásahy do celkové koncepce oproti předchozím vydáním. Usoudili jsme, že i fakultní ročenka potřebuje změnu. Doufám, že se Vám tento formát bude líbit a najdete v něm plno zajímavostí z činnosti naší „Frovky“.

Přeji nám všem, ať se nám v tomto úsilí daří ve zdraví a míru!



1



Život na fakultě

2



Rádi bychom ukázali i jinou tvář života na vysoké škole. Na fakultě „neřešíme“ jen vědu, výzkum, zkumavky a ryby. Dokážeme si i užívat, odvázat se, udělat legraci sami za sebe, uspořádat ples, festival, oslavit sto let, převléknout se za žábu a řečnit o své práci. V roce 2020 a 2021 všechny zasáhla pandemie spojená s virem COVID-19. I přes všechny nepřízně se nám podařilo zrealizovat události, jejichž výběr uvádíme dále.

Stoleté výročí výzkumného ústavu ve Vodňanech

Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech oslavil sto let své existence. Slavnost, která si toto významné jubileum připomněla, se uskutečnila v pátek 3. září 2021 a zúčastnila se jí řada významných osobností.

Instituce zabývající se výzkumem rybářství a hydrobiologie vznikla v roce 1921 v Praze a v roce 1953 se přestěhovala na jih Čech. V roce 2009 se pak výzkumný ústav stal součástí nově vzniklé Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. A právě před hlavní budovou fakulty ve Vodňanech zazněly oslavné řeči z úst bývalých ředitelů výzkumného ústavu, profesorů Jana Kouřila, Otomara Linharta a Pavla Kozáka, i současného ředitele profesora Tomáše Randáka. Dále se svými projevy vystoupili například současný rektor Jihočeské univerzity profesor Bohumil Jiroušek, předsedkyně Akademie věd ČR profesorka Eva Zažímalová nebo hejtman Jihočeského kraje Martin Kuba.

Program moderovaný Vladimírem Kořenem, významným propagátorem vědy a výzkumu v médiích, nabídl kromě proslovů také předávání pamětních medailí. Mezi osobnosti, které přispěly k výzkumu v oblasti přírodních věd a jež medaili obdržely, se zařadili Miroslava Kopicová, Pavel Punčochář a profesoři Petr Ráb a Martin Flajšhans.

Za své zásluhy získal medaili také Václav Janeček, kterému ale byla kvůli jeho pokročilému věku medaile předána 6. září osobně.

Následoval křest knihy Stoletý, který nestárne, jež poutavou a fundovanou formou přibližuje prostřednictvím textů a fotografií stoletý výzkum ve výzkumném ústavu i následně na fakultě.

Po ceremoniální části programu následoval bohatý raut, kde vedle tradičních pokrmů nechyběly ani rybí speciality, a prohlídka pracovišť fakulty včetně rybí líhně či vybraných laboratoří. Celá slavnost pak byla zakončena vystoupením hudební kapely „Couple of Sounds“.

Ve stejném termínu oslavil své stoleté výročí i náš dobrý „soused“, Střední rybářská škola ve Vodňanech, jež byla založena v roce 1920. ◀



FROVfest

Mezi oblíbené a tradiční akce patří bezesporu FROVfest. Jedná se o studentský rockově multižánrový festival. Počátkem září se tak městem rozléhají jak libozvučné tóny, tak i dunění metalových kapel. Kromě hudebního vyžití je připravený i doprovodný program pro děti. I přes nepříznivou pandemicou situaci se pořadatelům podařilo v letech 2020 a 2021 uskutečnit osmý a devátý ročník. ◀

FROVples

Dne 1. 2. 2020 se konal 2. reprezentační ples Fakulty rybářství a ochrany vod JU ve Vodňanech. Večerem provázela Jakub Plachta a skupina MP3 České Budějovice a vystoupili i tanečníci s latinskoamerickými tanci. V roce 2021 se bohužel vzhledem k vládním opatřením 3. ročník plesu nekonal. ◀



Noc vědců

Dne 24. září 2021 se uskutečnila na Jihočeské univerzitě Noc vědců. Snažili jsme se netradičním a zábavným způsobem přiblížit „dění“ na fakultě. V Nových Hradech si měli návštěvníci možnost sestavit svůj vlastní mikroskop, v Českých Budějovicích pak bůh vodního živlu Poseidon návštěvníky přivítal

a úspěšně dokonce pasoval svým trojzubcem. Žába v nadživotní velikost provázela programem zaměřeným na řeku a život v ní, zvědavce pak zaujala i netradiční noční prohlídka akvaponického skleníku. Ten, komu vyhládlo, mohl své chutě uspokojit výbornou degustací rybích výrobků. Celkově navštívilo pracoviště naší fakulty přes 500 lidí. ◀



Den otevřených dveří

Dne 17. ledna 2020 uspořádala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Den otevřených dveří. Fakulta rybářství a ochrany vod se

i tomto roce zapojila bohatým programem a přivítala na sedmdesát návštěvníků. Pro uchazeče o studium byla připravena prezentace o fakultě a možnostech studia, kterou přednesl proděkan pro studijní záležitosti, doc. Martin Kocour. V průběhu celého dne si mohli návštěvníci prohlédnout vystavené expozice, zastřílet si na laserové střelnici, vyzkoušet si interaktivní výukové modely nebo ochutnat výrobky z fakultní prodejny Ryby pro zdraví. Studenti FROV také předvedli zpracování kapra. V roce 2021 se den otevřených dveří nekonal, jelikož se lidé nemohli osobně setkávat. Dostali jsme však příležitost pořádně 3-D prohlídky fakultních pracovišť, a „otevřít dveře“ alespoň virtuálně. ◀



Světový den vody

Nazujte tenisky a pobězte s námi pro vodu! Právě tak zněla výzva Fakulty rybářství a ochrany vod, která se připojila do celosvětového, virtuálního běhu na podporu Světového dne vody 2021.

Výzva trvala 7 dní a jejím cílem bylo zvýšit povědomí o světové vodní krizi a zároveň uběhnout přibližně délku toku řeky Blanice, která protéká městem Vodňany, tedy 100 km. Tento cíl se podařilo účastníkům výzvy překonat – a to více než dvojnásobně! Každý sám, a přesto společně uběhli pro vodu krásných 250 km a rozhýbali nadšence z řad zaměstnanců fakulty, jejich rodinných příslušníků, domácích mazlíčků, ale i veřejnosti a zástupců města Vodňany. Jejich snahu ocenila i organizátorka Světového běhu pro vodu, maratonistka Mina Guli. Celkově se do běhu ke Světovému dni vody zapojilo 134 zemí světa a uběhlo se fantastických 260 000 km. Cílem výzvy bylo uvědomit si, že mít k dispozici čistou vodu není samozřejmostí pro každého a je nutné si tuto tematiku připomínat. Středisko MEVPIS FROV JU Vodňany pravidelně připravuje v rámci oslav

Světového dne vody osvětové akce pro širokou veřejnost. V roce 2021 bylo kvůli probíhajícím epidemiologickým opatřením rozhodnuto o připojení se k této výzvě virtuálně.

V roce 2020 byla tato akce bohužel zrušena z důvodu probíhající pandemie. My jsme se však nenechali odradit a dne 20. 3. 2020 jsme „nazuli lováky“ a rozhodli jsme se pročistit část městského náhonu, který protéká kolem pracoviště MEVPIS. ◀



Nejlepší vysoká škola

Časopis TÝDEN již popáté srovnával vysoké školy v republice a FROV JU se opět umístila na 1. místě v sekci Zemědělské, lesnické a veterinární vědy. Do hodnocení bylo promítnuto několik faktorů: Zájem o fakultu (šance na přijetí), počet pedagogů působících na fakultě, kvalita vědy (publikační výstupy, významné granty) a vnější hodnocení (zařazení školy v prestižních zahraničních žebříčcích atd.). ◀



Citační úspěch: databáze Scopus



Skupina autorů asociovaných se Standfordskou univerzitou, PLoS Biology a společností Elsevier, publikovala analýzu citací z databáze Scopus, v níž hodnotila celoživotní citační dopad a počty citací v roce 2019. Na **seznamu 2 % nejcitovanějších vědců ve svých oborech** se rovněž nachází 359 osob působících na českých institucích. Dvanáct osob pracuje i na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích, z nichž **čtyři pocházejí z naší fakulty**. Jedná se o Jacky Cossona, Josefa Velíška, Otomara Linhartu a Antonína Koubu.

Gratulujeme!



Scopus



Profesury, habilitace a čestné hodnosti *doctor honoris causa*

prof. RNDr. Milan Gelnar, CSc.

Prezident České republiky Miloš Zeman podepsal dne 15. prosince 2020 jmenovací dekret profesora Milana Gelnara (*1955). Prof. Gelnar před Vědeckou radou Fakulty rybářství a ochrany vod přednesl svou přednášku na téma „Co je a není sampling design? Aneb jak sbírat či ne-sbírat data v současné ichtyoparazitologii“.

Po ukončení gymnázia v Bílovci byl v roce 1975 přijat na Přírodovědeckou fakultu Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Brně (dnes Masarykova univerzita), na které vystudoval obor Odborná biologie se specializací na parazitologii, kde získal titul RNDr. Vědeckou hodnost kandidáta biologických věd (CSc.) v oboru parazitologie získal v roce 1985 na základě úspěšné obhajoby dizertační práce. V roce 2000 obhá-

žil na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy habilitační práci na téma „Monogenea, vybrané aspekty biologie a ekologie“. Během své profesní kariéry působil na Parazitologickém ústavu Akademie věd v Českých Budějovicích a na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity. V období 2003 až 2010 zde působil jako děkan, od roku 2010 dále jako proděkan. Svou profesní činnost zasvětil tématu rybí parazitologie. V této oblasti je uznávaným odborníkem. Vytvořil excelentní badatelský tým s mezinárodním renomé, za rozvoj a přínos Přírodovědecké fakultě mu byla udělena Zlatá medaile Masarykovy univerzity. ◀



doc. Ing. Miloš Buřič, Ph.D.

Ing. Miloš Buřič, Ph.D., (*1982) byl dne prvního února 2021 jmenován docentem oboru Rybářství. Před Vědeckou radou Fakulty rybářství a ochrany vod (FROV JU) prezentoval přednášku na téma „Chování raků jako nástroj pro výzkum invazních druhů a měnících se podmínek prostředí“. V letech 1997 až 2001 navštěvoval Střední rybářskou školu ve Vodňanech. Ve vysokoškolských studiích pokračoval na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Doktorské studium pak absolvoval ve Výzkumném ústavu rybářském a hydrobiologickém ve Vodňanech (2006–2009). Svou disertační práci zpracoval

na téma „Biology of spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*, Rafinesque, 1817) under conditions of the Czech Republic and the study of factors influencing its invasive spreading“. Od října roku 2009 do dubna 2016 souběžně působil na Pstruhařství Mlýny jako vedoucí provozu a také jako výzkumný pracovník VÚRH. Od roku 2016 je akademickým pracovníkem FROV JU a od 1. 12. 2017 vedoucím Laboratoře sladkovodních ekosystémů. Jeho profesní zaměření se týká především aspektů biologie a ekologie raků a dalších sladkovodních bezobratlých a některých aspektů ekologie sladkovodních ekosystémů. ◀

**doc. Ing. Antonín Kouba, Ph.D.**

Dne 1. července 2021 byl Ing. Antonín Kouba, Ph.D., (*1982) po úspěšné obhajobě habilitační práce s názvem „Marbled crayfish, an emerging invasive species“ jmenován na Univerzitě Karlově docentem v oboru Ekologie. Absolvoval Střední rybářskou školu ve Vodňanech. Po maturitě získal titul inženýr na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, svůj doktorský titul pak získal během působení ve Výzkumném ústavu rybářském

a hydrobiologickém ve Vodňanech (2007–2011). Jeho doktorská práce byla zaměřena na intenzifikaci chovu ráčat. V období 2012–2017 působil ve funkci hlavního editora Redakční rady FROV JU. Od roku 2017 je proděkanem pro vědu a výzkum. V rámci své vědecké činnosti se věnuje především biologii, ekologii a chovu raků, problematice sladkovodních ekosystémů a jejich ohrožení činností člověka. ◀



Slavnostní obřad udělení čestných hodností *doctor honoris causa*

Dne 26. listopadu 2021 se na Radnici města České Budějovice uskutečnil slavnostní obřad udělení čestných hodností *doctor honoris causa* **Johanu Verrethovi** a **Marcu Vandeputteovi**. Tyto dvě významné osobnosti ve vědeckém světě pojí s naší institucí dlouhodobá spolupráce, ale i přátelství datující se již od 90. let minulého století. Oba pánové působí v Mezinárodní radě FROV JU a centra CENAKVA a dále se podílejí na společném evropském projektu AQUAEXCEL. Významně se tak zasloužili o rozvoj fakulty na mezinárodní úrovni. Vážíme si toho a děkujeme.

Profesor Johan Verreth je mezinárodně uznávaná autorita na poli sladkovodní i mořské akvakultury a rybníkářství. Dlouhodobě se zabývá problematikou výživy vodních organismů v různých odchovných systémech, adaptací odchovávaných organismů na biotické a abiotické podmínky prostředí a vlivem těchto chovů na kvalitu vody a životní prostředí.

Johan Verreth je emeritní profesor na oddělení „Department of Aquaculture and Fisheries, Wageningen University and Research“ v Nizozemsku, které taktéž dlouhodobě vedl. S Fakultou rybníkářství a ochrany vod, resp. Výzkumným ústavem rybníkářským a hydrobiologickým, jej pojí letité vztahy datující se do doby již po Sametové revoluci. Vedle klasické vědecké spolupráce jsme při zakládání Ph.D. studia ve VÚRH převzali tzv. Wageningský systém psaní závěrečných doktorských prací, tj. vydávání brožované moderně pojaté práce, dále jsme se inspirovali tamním systémem hodnocení výuky.

V roce 2015 byla vytvořena Mezinárodní rada fakulty a centra, do čela rady byl zvolen právě prof. Verreth. Kritika, doporučení, ale i chvála mezinárodní rady mají vliv na celkový rozvoj fakulty a pravidelné hodnocení je důležité pro její kultivovaný rozvoj. Na doporučení fakulty byl prof. Verreth nominován do hodnotícího panelu Jihočeské univerzity, kde působí jako předseda.



Veškerá zmiňovaná spolupráce vyústila k partnerství mezi oběma institucemi během řešení mezinárodního projektu AQUAEXCEL.

Docent Marc Vandeputte je respektovaným odborníkem v oblasti genetiky pro potřeby udržitelné akvakultury s využitím různých typů selekce a šlechtění. Jeho hlavními zájmovými druhy jsou kapr obecný, pstruh duhový, mořan zlatý a morčák evropský, ale podílel se i na šlechtění korýšů a ústřic jako hlavního akvakulturního produktu Francie.

Marc Vandeputte byl členem a později vedoucím INRA Fish Genetics Laboratory a nyní vede INRAE-Ifremer Research group on Fish Genetics v Palavas les Flots ve Francii. Působí v redakčních radách mezinárodních vědeckých časopisů, v evaluačních panelech a společnostech. Od roku 2015 působí v Mezinárodní radě fakulty a centra.

Společná spolupráce Marca Vandeputte s ústavem započala již v době, kdy Otomar Linhart stážíval ve Francii v Angers. V roce 1995 Marc poprvé navštívil Vodňany a v roce 1998 byla vydána první společná publikace (do současné doby počítáme celkem 15 společných prací). V letech 2001–2005 následovaly dva francouzsko-české projekty Barrande, které se promítly do klíčových sdělení na konferenci Czech Genetic Days v Brně v roce 2003 „Jak bude vhodné v budoucnu šlechtit kapra“. Stěžejní práce z projektu zaměřené na dědičnost užitkových znaků kapra byly následně otištěny v Aquaculture (250x citovány). Výsledky se staly základem pro změnu orientace výzkumu ve šlechtění kapra v ČR z meziplemné hybridizace při využívání heterózního efektu, zavedené v ústavu v roce 1975, na cílenou selekci užitkových znaků. S fakultou jej pojí i působení na poli projektovém, opakovaně je koordinátorem evropského projektu AQUAEXCEL, jež sdružuje 22 největších akvakulturních ústavů a fakult. Společně tak s dalšími evropskými ústavami nabízíme v otevřeném systému naše infrastruktury, včetně financování experimentů pro vědce z celého světa. Domníváme se, že právě AQUAEXCEL měl významný vliv na zařazení centra CENAKVA na vědeckou mapu ČR, mezi tzv. velké výzkumné infrastruktury. AQUAEXCEL je důležitý i pro orientaci výzkumu fakulty, který se projevil především v laboratořích Petra Cisaře, Martina Pšeničky a Martina Flajšhane. ◀




Výzkum na fakultě

3

CENAKVA

Jihočeské výzkumné centrum
akvakultury a biodiverzity
hydrocenóz

A detailed image of a transparent fish embryo, likely a zebrafish, is shown against a dark background. A thin needle is inserted into the embryo's body, injecting a substance. The embryo's internal organs, including the heart and digestive tract, are visible. The background is dark with some light spots, suggesting a laboratory setting.

Reprodukční a genetické postupy pro uchování biodiverzity ryb a akvakulturu

VP1

VP1 Reprodukční a genetické postupy pro uchování biodiverzity ryb a akvakulturu

Vedoucí programu: doc. Ing. Martin Pšenička, Ph.D., psenicka@frov.jcu.cz

Vize a cíle výzkumného programu:

Uchování biodiverzity a rozvoj konkurenceschopné sladkovodní akvakultury. Usilování o multidisciplinární přístup při rozvoji reprodukční fyziologie, molekulární, buněčné, kvantitativní a konzervační genetiky jednotlivých druhů nebo vyšších taxonů. Zároveň je cílem na rozvoj reprodukčních technologií a bioinženýrství zárodečných kmenových buněk.

Cílem programu je rozvoj excelence výzkumu a transferu vědomostí v oblastech genetiky ryb, reprodukční fyziologie a biotechnologie do praxe. Hlavním účelem je udržení biodiverzity ryb, vytváření mezinárodně uznávané genobanky a zlepšení konkurenceschopnosti evropské akvakultury s významným podílem ČR.



Výsledky výzkumného programu:

Náš tým přispěl k udržení biodiverzity ryb objevem unikátního způsobu dozrávání spermií jeseterů, jenž otevřel další možnosti uchování jejich spermatu a realizace úspěšné reprodukce. Popsal unikátní proces oplození jeseterů více spermii najednou, tak zvanou polyspermii. Vědci vyvinuli metodu klonování jeseterů, založenou na jaderném transferu z buňky ploutve do vajíčka a zmapovali unikátní vývoj trávicí trubice jeseterů.

Odhalením specifických znaků v genomu vyzy velké a jesetera malého byla vytvořena jednoduchá metoda identifikace čistých druhů a kříženců, která spolehlivě funguje i pro určení druhového původu kaviáru. Současná živá genová banka jeseterovitých ryb zahrnuje již 11 druhů – vyzu velkou, jesetera malého, j. sibiřského, j. ruského, j. hladkého, j. hvězdnatého, j. jaderského, j. krátkokorpého, j. bílého, j. atlantského a veslonosa amerického.

Pomocí manipulace se zárodečnými kmenovými buňkami výzkumníci docílili náhradní produkce potomků kapra obecného z rodičů karasa zlatého. Stejnou metodu aplikují i pro náhradní reprodukci dlouho dospívajících jeseterů.

Od uznání Amurského lysce na konci roku 2014 Genetické rybářské centrum vyprodukovalo více než 100 mil. ks plůdku F1 hybridů s tímto plemenem pro české a polské rybářství. Jde tak o dobrý příklad bezprostředního přenosu výsledků vědy a výzkumu do praxe.



Náhradní rodičovství u ryb

Vědcům z Fakulty rybářství a ochrany vody se podařilo získat potomstvo kapra obecného (*Cyprinus carpio*) pomocí transplantace zárodečných buněk do karasa zlatého (*Carassius auratus*). Metoda náhradního rodičovství může být využitelná i při záchraně ohrožených druhů ryb. Velkou měrou se o to zasloužil Ing. Roman Franěk, Ph.D., z Laboratoře zárodečných buněk, který v roce 2019 dokončil doktorské studium, během kterého se zaměřil zejména na reprodukci zmiňovaných druhů ryb.

V čem spočívá princip transplantace zárodečných buněk, na kterém je váš výzkum postaven?

Zárodečné kmenové buňky si lze představit jako syrový materiál pro stavbu těl organismů. Z něj se během embryonálního vývoje vyvinou buňky specializované, které nacházíme v jednotlivých tkáních. Také pohlavní buňky mají svou zárodečnou, prapohlavní podobu. Jak ryba dospívá, diferenciuje se a stanou se buď samičími, nebo samčími. Spermii, či vajíčky. Zárodečné buňky je možné transplantovat. Jako modelový organismus nám slouží ryba dáňio pruhované. Izolujeme prapohlavní zárodečné buňky z jedné ryby a vložíme je do jiné. Ta se stává náhradním rodičem.

Jak tento mechanismus funguje u kaprů a karasů?

Transplantovali jsme zárodečné buňky z kapra do tělní dutiny plůdku karasa se záměrem získat z něj kapří potomstvo. Kapří buňky byly schopné v náhradních „kara-

sích“ rodičích znovu začít produkci pohlavních buněk, tedy spermií a vajíček. A co víc, v prostředí náhradních samic změnilo transplantované samčí buňky svůj pohlavní osud a přetvořily se na samičí. Z čeho by se tedy v původním těle kapřího samce vyvinuly spermie, se u karasí jikernačky vyvinula vajíčka. Ta ovšem obsahující genetickou informaci dárce, tedy kapra. Karas poté produkuje kapří potomstvo. ↔



To nezní až tak složitě.

Celý proces je pochopitelně mnohem složitější. Pro potřeby náhradního rodičovství se musí z ryb nejprve vytvořit chiméry. V řecké mytologii se jednalo o příšeru, která měla tělo složené z různých druhů zvířat. V biologii se jedná o životaschopný organizmus, který má v sobě buňky z jiného nebo jiných organismů. V případě prapohlavních zárodečných buněk je třeba nejprve budoucího rybiho příjemce sterilizovat, aby vedle dárcovských pohlavních buněk nemohl produkovat i ty své. Sterilizace se provádí různými způsoby, i transgenními, kdy například „vypínáme“ geny. Samotná transplantace zárodečných buněk ale genetická manipulace není.

Pro koho jsou výsledky těchto experimentů určeny? Mohly by nějakým způsobem posloužit například produkčním rybářům?

Pro rybáře z praxe nejsou tyto výsledky určeny. Nepředpokládáme a ani nechceme, aby v rybnících plavali karasové, kteří by produkovali kapry na Vánoce. Metodu náhradního rodi-

čovství lze ale využít pro produkci experimentálních linií kaprů a ke šlechtitelským účelům. V jejich případě se musí dlouhodobě chovat generační hejna, která jsou náročná na prostor. Karas je naproti tomu mnohem menší a jeho chov je jednodušší a levnější. U ryb je možné zamrazovat jen spermie, vajíčka jsou příliš velká a zmrazení nepřežijí. Naproti tomu samičí prapohlavní zárodečné buňky se zamrazovat dají, a to velmi efektivně. Genetický materiál samic tak může být uchováván po desetiletí a v případě, že by generační kapří hejno vymřelo, stačí rozmražené zárodečné buňky transplantovat do připravených sterilizovaných karasů, abychom opět získali kýžené potomstvo.

V čem jsou výsledky této studie ještě zajímavé?

Třeba to, že se jedná o doposud nejvzdálenější náhradní rodičovství u obratlovců s úspěšnou produkcí životaschopného potomstva. Rody *Cyprinus* a *Carassius* jsou evolučně vzdálené přibližně 34 milionů let. Pokud bychom chtěli evoluční vzdálenost připodobnit k člověku, tak při více než notné dávce představitivosti by se jeho náhradním rodičem mohl stát například pavián. Mnohem důležitější skuteč-

ností je, že byla prokázána možnost produkce kapřího potomstva prostřednictvím 10–100x menších jedinců, což otvírá alternativní možnosti uchování a rozmnožování genetických zdrojů tohoto celosvětově produkčně významného druhu. Zároveň byly prokázány možnosti náhradního rodičovství u kaprovitých ryb s potenciálem využití pro záchranu ohrožených zástupců této čeledi, kdy potomstvo ohroženého druhu bude produkováno prostřednictvím běžně chovaných druhů.

Je tento postup aplikovatelný a využitelný i u jiných druhů ryb?

Podobný potenciál má náhradní rodičovství také u některých ohrožených druhů ryb, například jeseterů. Největší a zároveň ohrožený druh jesetera, vyza velká, dospívá až kolem dvacátého roku života. Mnohem menší jeseter malý už po třech letech. Když transplantujeme zárodečné buňky z vyzy do jesetera malého, můžeme získat potomstvo vyzy podstatně dří-

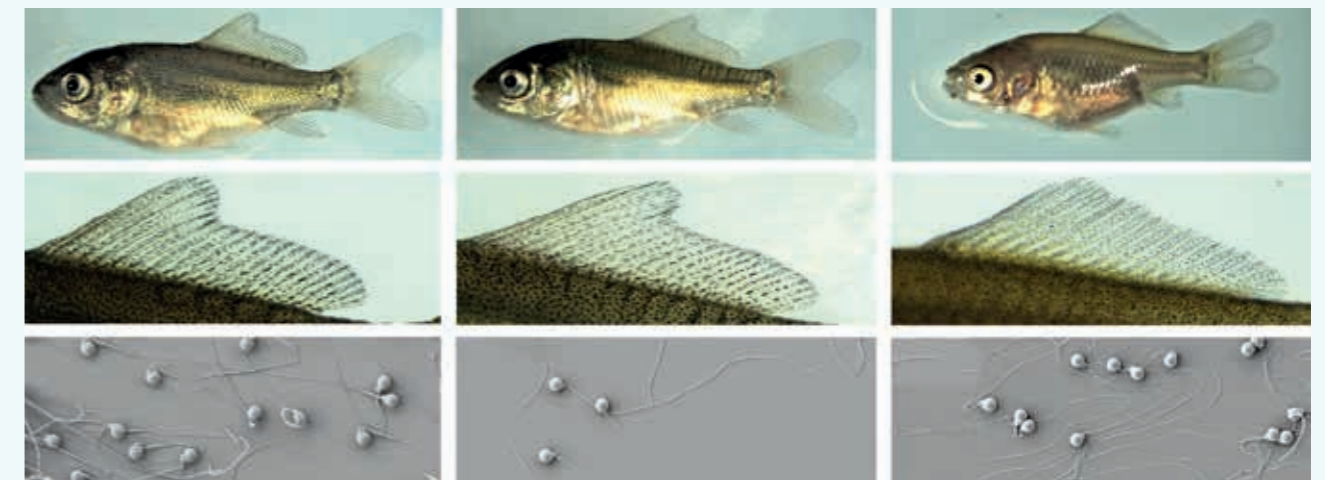
ve. Zárodečné buňky ale skýtají potenciálně široké spektrum využití i u lidí – například v situacích, kdy ozařování rakovinou postiženého pacienta může negativně ovlivnit jeho plodnost. Transplantované kmenové buňky mohou u takového jedince obnovit schopnost mít děti. V současné době jsou tyto metody prováděny u primátů a myši. ◀

Ing. Roman Franěk, Ph.D.

franek@frov.jcu.cz

Franěk, R., Kašpar, V., Shah, M.A., Gela, D., Pšenička, M., 2021. Production of common carp donor-derived offspring from goldfish surrogate broodstock. *Aquaculture* 534: 736252. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736252

Projekt č. QK1910428: Uchovávání genetických zdrojů kapra obecného *in vitro* a tvorba isogenních linií pomocí transplantace zárodečných buněk (Národní agentura pro zemědělský výzkum, 2019–2023)



Jak spermie sladkovodních ryb dorazí do vajíčka?

Většina ryb využívá při rozmnožování vnějšího oplození. Za tímto účelem se u nich vyvinula řada evolučních adaptací, jež tento proces podporují. Jedná se například o specifické uspořádání pohlavních buněk (gamet) nebo o funkce, které umožňují vývoj nového organismu ve vodě. Tato přizpůsobení zahrnují zejména vývoj pevného ochranného obalu kolem vajíčka, který u většiny druhů ryb obsahuje pouze jeden drobný otvor, zvaný mikropyle, jež umožňuje proniknutí spermie.

Rozmnožování ve vodě přispělo ke vzniku složitějšího systému iniciace pohybu spermií a využití dalších vnějších faktorů, např. iontů nebo osmolarity prostředí, podporujících jejich přesun. Mnoho mořských bezobratlých živočichů uvolňujících sperma a vajíčka volně do prostředí aktivně používá šíření chemických signálů z vajíček k navádění samčích gamet. To umožňuje vyhledávání vajíčka spermiemi. Vědci objevili unikátní systém receptorů, kanálů a dalších molekul nacházejících se v membráně pohlavních buněk, jež u těchto mořských bezobratlých umožňuje přesné vedení spermií na jejich cestě k vajíčku.

Sladkovodní ryby jsou mezi všemi druhy s vnějším rozmnožováním zcela jedinečné díky zvláštním podmínkám prostředí, ve kterém žijí a rozmnožují se. Jednou z těchto vlastností je extrémně nízká osmolarita vody, která působí velmi negativně na jejich pohlavní buňky. Tyto podmínky ještě více vyžadují specifickou podporu vzájemného objevování gamet. Vajíčka mnoha druhů sladkovodních ryb s vnějším oplozením se dostávají do vnějšího prostředí obalené vrstvou ovariální tekutiny, která obsahuje různé ionty, proteiny, aminokyseliny, cukry a další látky, a to v proporcích ideálních pro podporu a ochranu pohlavních buněk před škodlivými účinky sladké vody.

Existují údaje, které poukazují na pozitivní účinek ovariální tekutiny a dalších látek uvolněných z vajíček na chování samčích gamet, a tím i na výsledek oplození. Výsledky výzkumu ukazují na relativní úspěch některých otců, který je pravděpodobně způsoben přítomností ovariální tekutiny. Ta například zvyšuje pohyblivost spermií samce s určitým genotypem. Specifické mechanismy tohoto výběru u ryb s vnějším oplozením jsou stále nejasné, a nabízí tak prostor pro další výzkum v této oblasti.

Členové Laboratoře fyziologie reprodukce Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích studují jevy samičího post-kopulativního vlivu na sblížení gamet a věří, že nové znalosti v této oblasti přispějí nejen k hlubšímu poznání základní fyziologie reprodukce sladkovodních ryb, ale také k optimalizaci technologií jejich umělé reprodukce. ◀

M.Sc. Vitaliy Kholodnyy, Ph.D.

kholodnyy@frov.jcu.cz

Kholodnyy, V., Gadêlha, H., Cosson, J., Boryshpolets, S., 2020. How do freshwater fish sperm find the egg? The physicochemical factors guiding the gamete encounters of externally fertilizing freshwater fish. *Reviews in Aquaculture* 12: 1165–1192. doi.org/10.1111/raq.12378

Projekt č. 18-12465Y: Výzkum naváděcích mechanismů spermií u sladkovodních ryb (Grantová agentura České republiky, 2018–2022)

Finding Egg

Ryba s nejvyšším počtem chromozómů mezi všemi obratlovci pochází z Vodňan

Polyplodizace znamená znásobení počtu úplných chromozómových sad v organizmu nad běžnou úroveň a představuje významný krok v evoluci a speciaci. Polyplodie čili stav, kdy má jedinec v každé buňce vyšší počet chromozómových sad, poskytuje organizmu prospěšnou genetickou flexibilitu a široké možnosti adaptivní odezvy, kdy dodatečné kopie genů teoreticky dovolují evoluci za redukovaného výběrového tlaku a získání nových funkcí genů přispívá k adaptaci.

U obratlovců se ve srovnání s bezobratlými a rostlinami polyplodie vyskytuje poměrně sporadicky a většinou ji nalzáme u obojživelníků a ryb. Nejvyšší počet chromozómů u obratlovců ($2n \sim 446$) byl dosud zdokumentován u osmana tibetského *Ptychobarbus dipogon*, kaprovité ryby z Tibetské náhorní plošiny.

Kriticky ohrožení jeseteři, kteří během své evoluce prošli třemi obdobími duplikace celého genomu, představují výjimečný příklad ploidní plasticity mezi obratlovci. Existence tří současných ploidních skupin jeseterů, jejich schopnost autopolyplodizace a mezidruhového křížení spolu s plodností některých kříženců představují nesmírně závažnou problematiku ochrany a chovu jeseterů.

Autoři studovali způsoby a následky umělé polyplodizace. Umělé potlačení prvního mitotického dělení samo o sobě nebo v kombinaci s předchozím potlačením druhé fáze meiózy u funkčně tetraploidních zygot ($4n$, C -hodnota = 4,15 pgDNA/jádro) jesetera sibiřského *Acipenser baerii* a j. ruského *A. gueldenstaedtii* vedlo k získání plůdku různých ploidních úrovní – diploidně/hexaploidních ($2n/6n$) mozaik, hexaploidů, oktaploidních juvenilů ($8n$) a dodekaploidních larev ($12n$). Počty od 477 do 520 chromozómů oktaploidních juvenilů obou jeseteřích druhů potvrdily, že se modální počet chromozómů rodičovských druhů zdvojnásobil. Tento náález převyšuje dosud nejvyšší dokumentovaný počet chromozómů mezi obratlovci u osmana tibetského a dokazuje, že jeseteří genom může i dnes podstoupit početné změny ploidní úrovně bez zásadních fyziologických následků a produkovat jedince se širokou škálou ploidních úrovní a s extrémně vysokými počty chromozómů. ◀

M.Sc. Ievgen Lebeda, Ph.D.

ilebeda@frov.jcu.cz

prof. Ing. Martin Flajšhans, Dr.rer.agr.

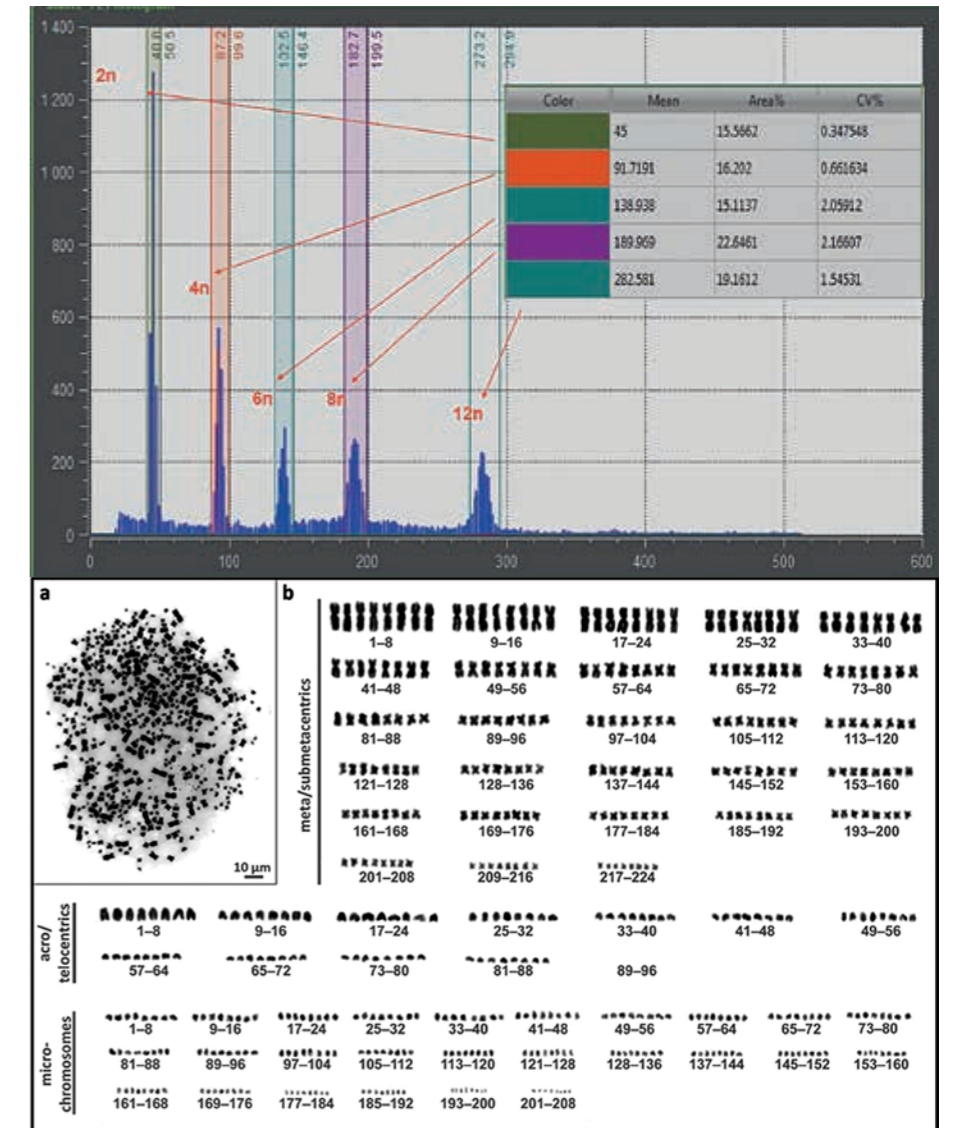
flajshans@frov.jcu.cz

Lebeda, I., Ráb, P., Majtánová, Z., Flajšhans, M., 2020. Artificial whole genome duplication in paleopolyploid sturgeons yields highest documented chromosome number in vertebrates. Scientific Reports 10: Article No. 19705. doi: 10.1038/s41598-020-76680-4

Projekt č. GA18-09323S: Duplikace genomu v evoluci jeseterů a dopad na jejich biologii (Grantová agentura České republiky, 2018–2021)

Analyza obsahu DNA průtokovou cytometrií u směsného vzorku buněk čtyř larev jesetera sibiřského ($2n/6n$ – mozaika; $4n$ – kontrola; $8n$ – oktaploid; $12n$ – dodekaploid).

Karyotyp oktaploidního jesetera ruského. (a) metafáze získaná z kultury leukocytů čítá 520 chromozómů; (b) z nich sestavený karyotyp je složen z 224 metacentrických/submetacentrických chromozómů, 88 akrocentrických/telocentrických chromozómů a 208 mikrochromozómů.



Poznatky ze stáže využije při šlechtění kapra

Rok 2021 strávil Ing. Martin Prchal, Ph.D., ve Francii, kde absolvoval stáž v národním výzkumném institutu INRAE nedaleko Paříže. Zabýval se tam genomikou pstruha duhového s cílem osvojit si nové šlechtitelské postupy a využít je na fakultě při šlechtění kapra obecného a jiných druhů ryb.

V roce 2021 jste strávil rok na francouzském institutu poblíž Paříže, který se zabývá šlechtěním zvířat. Co bylo cílem vaší stáže?

Pracoval jsem tam ve vědeckém týmu GenAqua, kde jsme se věnovali šlechtění pstruha duhového. Jednalo se o výzkum, v němž jsme na základě srovnávání několika tisíců až desetitisíců jednonukleotidových polymorfizmů (tzv. SNP) napříč genomem hledali specifická místa v DNA, která mohou mít souvislost se sledovaným užitkovým znakem. Nejčastěji sledovanými znaky jsou rychlost růstu, obsah tuku ve svalu nebo odolnost vůči nemocem. Cílem mé činnosti bylo ale



studium genetických příčin odolnosti vůči hypoxii a hypertermii u pstruha duhového.

Jak tyto dva faktory spolu souvisí?

Jdou ruku v ruce. Čím je vyšší teplota vody, tím více kyslíku ryba pro svůj metabolismus potřebuje. Na základě výzkumu této odolnosti jsem se pokoušel hlouběji proniknout do tajů genomiky a statistických analýz, které k této problematice nezbytně patří.

Odpovídá to tomu, čemu jste se na naší fakultě věnoval před stáží?

Před stáží jsem se věnoval šlechtění kapra odhadem dědivosti a genetických korelací hlavních užitkových znaků s využitím rodokmenu. Dnes se ovšem výzkum posouvá směrem ke genomice. Napříč celou genetickou informací daného druhu ryby se hledají úseky DNA, které vysvětlují genetickou variabilitu znaku a anotují se geny, které mohou v těchto úsecích ovlivňovat správnou či naopak nesprávnou funkci onoho znaku. Cílem mé stáže bylo naučit se tyto metody na pstruhovi a získané zkušenosti přenést zpět na fakultu, abychom je zkusili aplikovat například u kapra.

Tedy propojit nové poznatky s tím, čím jste se zabýval dříve...

Přesně tak. U nás máme plemeno kapra s názvem amurský lysec. Na naší fakultě byla vyšlechtěna takzvaná vodňanská linie. Nyní zakládáme již její druhou generaci, kterou šlechtíme nejen na rychlejší růst, ale i na typ ošupení. Amurský lysec totiž často nemá typicky lysý fenotyp. Kromě ryb s nejlepším růstem tedy vybíráme i ty s požadovaným ošupením. Oba znaky mají vysokou míru dědivosti, takže je lze selekci



vylepšit, což se projeví u následujících generací. U kapra je ale zatím problém s tím, že nemá sestaven komerčně dostupný SNP čip, který by umožnil sledovat zmíněný polymorfismus DNA, jak se to dělá u lososa či pstruha duhového. Využití genomiky ve šlechtění kapra je tak zatím značně omezeno.

Rýsuje se rozvoj selekčního šlechtění i u jiných druhů ryb?

Snad ano. Plánujeme projekt zaměřený na mníka jednovouseho. Oslovil nás totiž Jakub Vlček, absolvent naší fakulty, který se chovem mníků intenzivně zabývá. Chceme se u tohoto druhu zatím soustředit na zvýšení rychlosti růstu, což je nejvýznamnější užitkový znak. Mník je zajímavý druh, který je jediným zástupcem treskovitých ryb ve sladkých vodách s vynikající chutí masa. Rovněž jeho játra jsou dobrá nejen pro konzum, ale jsou i bohatým zdrojem vitamínu A, D a K a dalších látek využívaných v léčitelství. ↔

Jak zpětně hodnotíte svou stáž ve Francii?

Jako velmi přínosnou, i když jsem většinu času strávil u počítače se statistickými analýzami a bohužel jsem si ani jednou nesáhl na rybu. V té době totiž stále zuřila pandemie koronaviru, a tak se pracovní náplň omezila víceméně na prostor kanceláře. Díky tomu jsem se ovšem naučil statisticky vyhodnocovat genomická data a tuto znalost zde na fakultě již cíleně využívám. Jsem ale rád, že jsem zpátky, protože mi chyběl kontakt nejen s rybami, ale i s kolegy z laboratoře a Genetického rybářského centra. Máme skvělou partu, o kterou se v náročném genetickém výzkumu mohou vždy opřít. ◀

Ing. Martin Prchal, Ph.D.

mprchal@frov.jcu.cz

Prchal, M., Kocour, M., Vandeputte, M., Kause, A., Vergnet, A., Zhao, J., Gela, D., Kašpar, V., Genestout, L., Bestin, A., Bugeon, J., 2020. Morphological predictors of slaughter yields using 3D digitizer and their use in a common carp breeding program. *Aquaculture* 520: 734993. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734993

Prchal, M., Zhao, J., Gela, D., Kašpar, J., Lepič, P., Kašpar, V., Kocour, M., 2021. Simplified method for genetic slaughter yields improvement in common

carp under European pond conditions. *Aquaculture Reports* 21: 100832. doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100832

Projekt č. QK1910430: Inovace technologických prvků v chovu kapra obecného za účelem maximálního využití vysokého potenciálu selekčních programů v podmínkách rybníčního hospodaření (Národní agentura pro zemědělský výzkum, 2019–2023)

Projekt č. CZ.02.1.01./0.0/0.0/16_025/0007370: Reprodukční a genetické postupy pro uchování biodiverzity ryb a akvakulturu (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2018–2022)

Nové ubytovací prostory pro vědce z ciziny

Fakulta si je vědoma nezbytnosti mezinárodní spolupráce, ke které patří i návštěvy a zaměstnávání zahraničních vědců. S tím vzniká i potřeba dostupnosti adekvátního ubytovacího zázemí. Dne 10. 6. 2020 byla slavnostně přestřižena páska u nových ubytovacích prostor v Říční ulici ve Vodňanech. Fakulta tak nově disponuje třemi byty pro postdokorandy a zahraniční zaměstnance a technickým zázemím pro správce. Dříve celou budovu a přilehlý pozemek využívali městští rybáři. V roce 2019 se podařilo FROV JU nemovitost odkoupit a započít s rekonstrukcí. Zrekonstruovaný objekt najdeme v blízkosti

střediska MEVPIS a dotváří příjemné a vkusné prostředí celého areálu. Přestavba objektu byla hrazena z fakultních prostředků za podpory z Fondu strategických priorit Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Zhotovitelem stavby byl pan David Štefan a celkové náklady akce převyšovaly částku 9 milionů Kč včetně DPH. Během slavnostního otevření budovy bylo zástupci univerzity a starostou Města Vodňany podepsáno Memorandum o spolupráci. ◀



„Nové“ polutanty v životním prostředí a jejich vliv na sladkovodní ekosystémy

VP2

VP2 „Nové“ polutanty v životním prostředí a jejich vliv na sladkovodní ekosystémy

Vedoucí programu: prof. Ing. Tomáš Randák, Ph.D., trandak@frov.jcu.cz

Vize a cíle výzkumného programu:

Přítomnost cizorodých látek ve vodním prostředí je významným faktorem, který ovlivňuje zdravotní stav vodních organizmů včetně jejich přirozené reprodukce a chování. Spektrum chemických látek, které člověk vyrábí a používá, se neustále rozšiřuje. Významnými zdroji kontaminace životního prostředí jsou nejen průmysl a zemědělství, ale i komunální odpadní vody. Přestože tyto vody jsou dnes již v rozvinutých zemích z velké části čištěny v čistírnách odpadních vod (ČOV), je evidentní, že stávající čistírenské technologie nedokáží eliminovat široké spektrum cizorodých sloučenin. Jedná se o tak zvané „Pharmaceuticals and Personal Care Products“ (souhrnně PPCP), mezi které patří například léčiva, složky kosmetických přípravků, parfémů, saponátů a jejich degradační produkty či metabolity. Osud těchto sloučenin v technologiích ČOV není ještě dostatečně prozkoumán. Problematika PPCP ve vodním prostředí je v současnosti jedním z hlavních témat světového environmentálního výzkumu. Čím dál více studií upozorňuje na negativní ovlivňování volně žijících organizmů cizorodými látkami pocházejícími z komunálních odpadních vod. Přítomnost PPCP a pesticidů byla prokázána i v pitné vodě. Přesto o dopadech tohoto typu kontaminace na celé ekosystémy či trofické řetězce v současnosti prakticky neexistují žádné informace.

Cílem programu je komplexní výzkum osudu „nových“ cizorodých sloučenin ve vodních a půdních ekosystémech a kritické hodnocení jejich vlivu na exponované organismy a jejich společenstva. Nové, dosud chybějící informace mají klíčový význam pro ekonomicky smysluplné strategické plánování v oblastech čištění odpadních vod, úpravy pitné vody a managementu hospodaření v krajině.



Výsledky výzkumného programu:

Řešitelský tým se aktivně a pravidelně podílí na realizaci národního programu monitoringu kvality povrchových vod, který je koordinován Českým hydrometeorologickým ústavem.

Dále intenzivně spolupracuje s podniky povodí, společnostmi provozujícími čistírny odpadních vod a s úpravami pitné vody v oblasti sledování mikropolutantů.

Společně s norskou společností COWI jsme opakovaně uspěli v mezinárodních tendrech zaměřených na identifikaci nových polutantů ve složkách životního prostředí.

Nechtěná psychoterapie v řekách

Málokdo si uvědomí, že spolknutím pilulky proti angíně, bolesti hlavy nebo depresi ovlivňuje životní prostředí. Po vyloučení z těla si tyto látky najdou i přes čistírny odpadních vod cestu do přírody, kde mohou negativně působit na vodní organizmy. Jaké důsledky může mít, když léčiva masivně užívá celá společnost? Výzkumem mikropolutantů, do kterých vedle farmak patří produkty každodenní osobní péče, se zabývá Ing. Kateřina Grabicová, Ph.D., z Laboratoře environmentální chemie a biochemie na Fakultě rybářství a ochrany vod.



Nedávno proběhla českými, ale i světovými médii zpráva o pstruzích závislých na pervitinu. Přiblížila byste nám, oč jde?

Jednalo se o studii, jež přinášela výsledky experimentu, na kterém naše laboratoř spolupracovala s vědci z České zemědělské univerzity. Prokázali jsme, že pstruzi dlouhodobě vystavení působení metamfetaminu začali po odebrání jeho zdroje projevovat znaky závislosti a abstinčních příznaků. Pervitin je v České republice velmi oblíbenou drogou. Po použití se metamfetamin společně s jeho metabolitem amfetaminem dostává do odpadní vody. Většina čistíren odpadních vod není schopná tyto látky úplně odstranit, a tak ho pak nalézáme v povrchových vodách. Koncentrace metamfetaminu, kterým byli vystaveni pstruzi v našem laboratorním pokusu, odpovídá koncentracím nalezeným na řadě míst našich vodních toků.

Z n a m e n á to, že naše potoky a řeky jsou plné drog?

To určitě ne. Týká se to míst, kam vytékají „vyčištěné“ komunální odpadní vody. Velký vliv má i míra nařazení. Například odpadní vody vytékající z pražské čistírny odpadních vod do Vltavy nepředstavují díky velkému nařazení až takový problém. Horší situace nastane v případech, kdy vyčištěná odpadní voda tvoří značnou část celkového průtoku recipientu, jako v případě Živného potoka v Prachaticích, který je naší modelovou lokalitou. Tam už nacházíme farmaka a další vybrané cizorodé látky v rybách a vodních bezobratlých. ↵

Na jaké skupiny cizorodých látek se v laboratoři zaměřujete?

Kromě léčiv a prostředků denní péče se náš tým poslední dobou zabývá například bisfenoly, pesticidy nebo perfluorovanými látkami. Co se týče léčiv, máme v současnosti projekt zaměřený na psychoaktivní látky, neboť jejich spotřeba ve společnosti poslední dobou narůstá. Jedná se o antidepresiva, opioidy a nelegální drogy, kdy mj. sledujeme jejich vliv na chování vodních organizmů.

Jakými způsoby mohou tyto látky vodní organizmy ovlivňovat?

Cílovým orgánem působení psychoaktivních látek je mozek, kde se tyto látky mají tendenci bioakumulovat. U exponovaných jedinců dochází ke změnám chování. V případě vystavení antidepresivu sertralinu došlo k ovlivnění příjmu potravy u exponovaných ryb v porovnání s kontrolou. Po expozici tramadolu, léku proti bolesti, byly ryby méně odvážné, trávily více času v úkrytu a celkově došlo k rozpadu hejnového chování. Tyto látky měly vliv i na chování raků – byly pozorovány změny v rychlosti pohybu, času stráveném v úkrytu či vzdálenosti, kterou raci urazili. Expozice citalopramu (antidepresivum) nebo tramadolu vedlo u larev vážek ke snížení příjmu potravy, zatímco expozice reálné vyčištěné odpadní vody měla opačný účinek.

Co z toho vyplývá?

Že může být velký rozdíl mezi výsledky laboratorního a terénního výzkumu. Zatímco v laboratorních podmínkách studujeme vliv jednoho, maximálně několika málo léčiv, ve vodním prostředí působí tyto látky ve formě směsi,

nebo chcete-li koktejlu, ve kterém jich může být obsažena celá škála. Cizorodé látky v něm rozpuštěné mohou mít synergický, ale i protikladný efekt.

Vraťme se k pstruhům závislým na pervitinu. Když si takovou rybu dá člověk k obědu, ovlivní ho to?

Bavíme se o velmi nízkých koncentracích – řádově nanogramech na gram rybí tkáně (ng/g). Navíc cílovými orgány těchto látek není svalovina, kterou konzumujeme. Farmaka se bioakumulují hlavně v ledvinách a játrech, psychoaktivní látky jsme našli i v mozku. Ze sedmdesáti analyzovaných léčiv jsme jich v jednotlivých orgánech pstruhů pocházejících z recipientu, kam ústí vyčištěná odpadní voda, našli dvacet pět. Nejvyšší celková koncentrace (500 ng/g) se nacházela v ledvinách, v játrech pak pouze do 100 ng/g. Ve svalovině jsme pak našli jen čtyři látky v opravdu nízké koncentraci (méně než 5 ng/g). Tudíž se z hlediska konzumace takových ryb není čeho obávat.

Existují nějaká řešení, jak vyčistit vodu od těchto cizorodých látek?

Určitě vývoj nových čistírenských technologií. Jako příklad bych zmínila jednu úpravnu pitných vod, která bere vodu z řeky. Na horním toku této řeky je koncentrace cizorodých látek, hlavně léčiv a pesticidů, na nízké koncentraci. Ale jak řeka protéká krajinou, koncentrace těchto látek v říční vodě roste. Stávající technologie na úpravu pitné vody nestačila, proto muselo dojít k modernizaci a zařazení nových technologií, jako je filtrace přes granulované aktivní uhlí do čistícího procesu.

Levné řešení to asi nebude.

To rozhodně ne. Nicméně vývoj a výzkum v oblasti čistírenských technologií je na velmi vysoké úrovni a rozhodně nestagne. Důležité ale je, abychom si uvědomili význam čisté vody. I proto se mluví o Izraeli jako o zemi, která je v tomto ohledu lídrem. Žijí v oblasti, kde je vody málo, a přečišťují mořskou vodu. Nedostatek je naučil vážit si tohoto přírodního zdroje.

Nakolik je mezinárodní spolupráce v oblasti, na kterou se zaměřujete, důležitá?

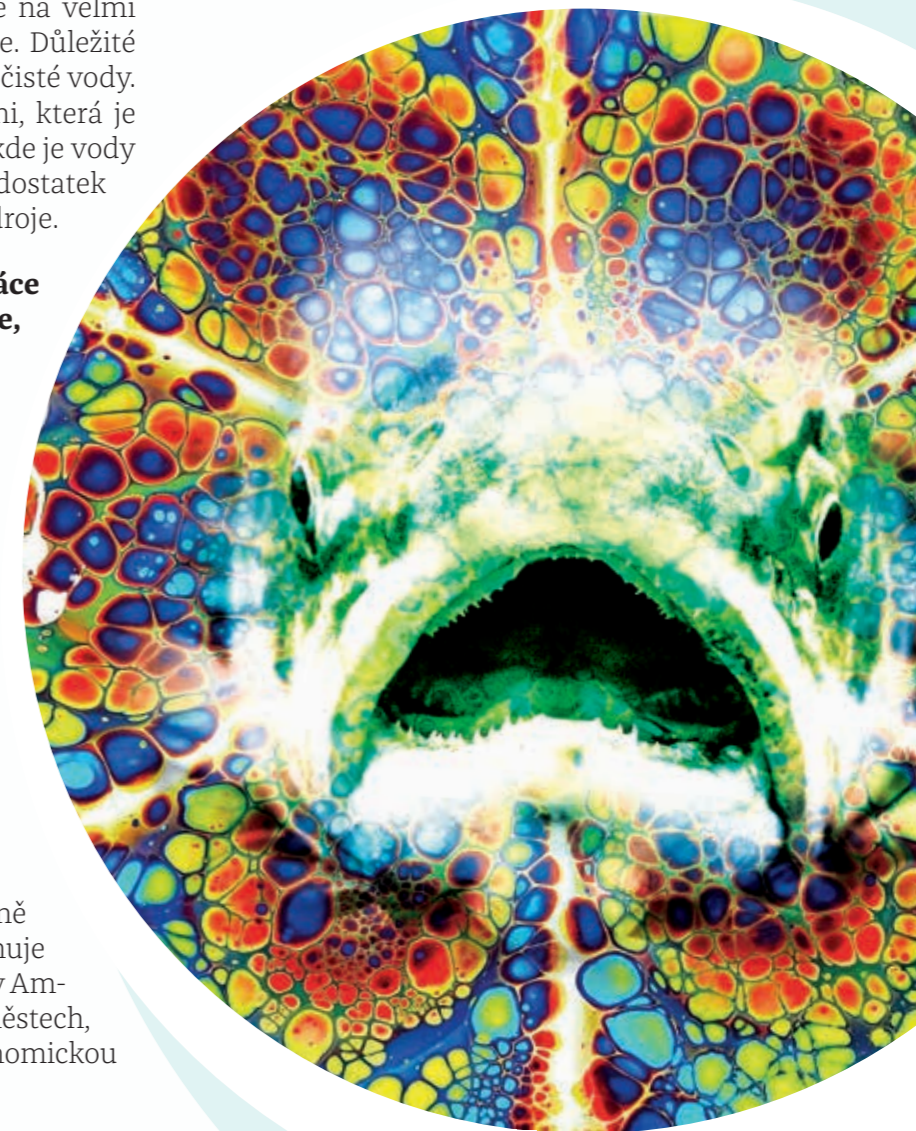
Pro nás je naprosto zásadní. Mimo jiné spolupracujeme s kolegy z laboratoří ve Švédsku, Norsku, Portugalsku, Velké Británii, na Slovensku, ale i v Texasu. A od roku 2013 jsme zapojeni v mezinárodním projektu zaměřeném na detekci nelegálních drog z nátokové vody do čistíren odpadních vod. Výzkum probíhá jednou ročně během jednoho týdne ve vybraných městech, kdy se odeberou vzorky vody a sleduje se přítomnost drog.

Co jste zjistili?

Zatímco ve střední Evropě včetně České republiky a Slovenska dominuje pervitin, v západní Evropě, například v Amsterdamu nebo dalších přístavních městech, „vítězí“ kokain. Souvisí to se socioekonomickou úrovní obyvatelstva těchto zemí. ◀

Ing. Kateřina Grabicová, Ph.D.

grabicova@frov.jcu.cz



Získání prestižního projektu EXPRO

Holistická charakterizace expozice a potenciálních účinků komplexních směsí chemických látek ve vodním prostředí

Projekt pod záštitou Grantové agentury ČR je řešen od počátku roku 2020, disponuje rozpočtem téměř 50 mil. Kč. Podílejí se na něm vědci ze dvou institucí, Fakulty rybářství a ochrany vod JU a RECETOXU – Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně.

Chceme vyvinut koncepční přístup k hodnocení rizik komplexních směsí organických látek a pro identifikaci látek odpovědných za potenciální škodlivé účinky v povrchových vodách. K dosažení tohoto cíle vyvíjíme inovativní metody a postupy v několika oblastech: např. pasivní vzorkování, baterie vysokokapacitních biotestů zaměřené na klíčové oblasti škodlivých účinků směsí chemických látek, instrumentální analýzu pomocí vysokorozlišující hmotnostní spektrometrie a další. Naším cílem je vytvoření postupu schopného identifikovat látky (nebo jejich skupiny) zodpovědné za negativní účinky na vodní organizmy nebo lidi.

Pokud jsou sloučeniny s daným účinkem známe, tak je možné lépe a účinněji pozměnit např. metody čištění a úpravy vody. Výsledky projektu mají kromě pokroku v základním výzkumu i potenciál pro uplatnění v managementu odpadních, povrchových i podzemních vod. ◀

Odtoky z ČOV jsou stále významným zdrojem kontaminace vodního prostředí cizorodými látkami.



Pervitin ve vodním prostředí může u ryb vyvolat závislost

Pstruzi, kteří jsou dlouhodobě vystavení působení pervitinu, na něm začnou být závislí a po jeho odebrání projevují abstinční příznaky. Přišel na to tým vědců z České zemědělské univerzity v Praze a z Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Cílem jejich výzkumu bylo zmapovat výskyt a působení psychoaktivních látek ve vodním prostředí, kam se dostávají komunální odpadními vodami. Součástí výzkumu byl laboratorní experiment, který studoval i vliv metamfetaminu neboli pervitinu na chování pstruha obecného. „Ryby byly vystaveny koncentracím, které jsou u této drogy blízké těm nalézaným ve vodním prostředí,“ přibližuje vedoucí výzkumu Pavel Horký z Katedry zoologie a rybářství ČZU. Pervitin je v České republice velmi oblíbenou drogou, což dokládá i jeho častá přítomnost v řadě monitorovaných lokalit našich vodních toků. Jeho nejvyšší koncentrace byly nalezeny v místech, kam přitékají „vyčištěné“ komunální odpadní vody.

Psychoaktivní látky ovlivňují nervovou soustavu u ryb podobně, jako je tomu u lidí. Pstruzi, kteří byli během experimentu vystaveni působení metamfetaminu, začali mimo jiné aktivně vyhledávat jeho zdroj a snížili svoji pohybovou aktivitu. Tyto změny byly doprovázeny přítomností amfetaminu (metabolitu metamfetaminu) v mozku a zároveň i změnou jeho celkového metabolomu. ↔



Výsledky tohoto výzkumu naznačují i možné ekologické souvislosti. Častý, až nepřírodně vysoký výskyt velkého množství ryb pod odtoky z ČOV lze částečně zdůvodnit bohatou přítomností potravy, nicméně některé látky přítomné v odpadních vodách (např. studovaný metamfetamin) mohou ryby ještě více přitahovat ke zdroji znečištění. Odpadními vodami se do vody dostávají také další chemické látky, které lidé stále více používají. Vzniká koktejl obsahující zbytky léčiv, detergentů, dezinfekčních a kosmetických přípravků, ale i drogy. „S přítomností psychoaktivních látek ve vodním prostředí může souviset i ztráta zájmu o příjem potravy nebo utlumení únikových reakcí před predátory,“ popisuje možné účinky drog na ryby Tomáš Randák, vedoucí spolupracující Laboratoře environmentální chemie a biochemie FROV JU. Závislost na drogách může mít podobně negativní dopady na populace volně žijících organismů jako na lidskou společnost. ◀

prof. Ing. Tomáš Randák, Ph.D.

trandak@frov.jcu.cz

Horký, P., Grabic, R., Grabicová, K., Brooks, B. W., Douda, K., Slavík, O., Hubená, P., Sancho Santos, E.M., Randák, T., 2021. Methamphetamine pollution elicits addiction in wild fish. *Journal of Experimental Biology* 224: jeb242145. doi.org/10.1242/jeb.242145

Projekt č. 20-09951S: „Živá“ voda – komplexní odpověď vodních živočichů na přítomnost psychoaktivních látek z komunálního znečištění (Grantová agentura České republiky, 2020–2022)



Nejsmyslnější je investovat do ochrany vodních zdrojů

Možnosti využití odpadních vod a kalů v zemědělství, efektivita čistírenských technologií při odbourávání vybraných mikropolutantů nebo výzkum nových znečišťujících látek. Ing. Helena Švecová, Ph.D., představuje projekty, na nichž s kolegy z Laboratoře environmentální chemie a biochemie spolupracuje s úpravami vod, s vědci z České zemědělské univerzity nebo s norskými partnery.

Témata, týkající se znečištění tak zvanými mikropolutanty, jsou dnes zásadní. Jakými projekty se v tomto ohledu zabýváte?

Těch projektů je více a týkají se různého spektra znečišťujících látek. Určitě bych zmínila projekt Národní agentury pro zemědělský výzkum „Osud vybraných mikropolutantů, které se vyskytují ve vyčištěné vodě a kalech z čistíren odpadních vod, v půdě“ (č. QK21020080, 2021–2023), který řešíme s kolegy z České zemědělské univerzity. Zkoumáme možnosti využití odpadních vod a kalů či kompostu z čistíren odpadních vod v zemědělství. Na českobudějovické čistírně máme záhony s různými typy půd a rostlinami, jako je kukuřice, salát, mrkev nebo cibule. Do některých záhonů jsme umístili kompost vyprodukovaný v čistírně a část z nich je zalévána vyčištěnou odpadní vodou. Naším cílem je prozkoumat osud vybraných látek v půdě, případně rostlinách.

O jaké látky se jedná?

Různá farmaka, UV filtry nebo antikorozivní látky. Jedná se o mikropolutanty, které jsou v odpadní vodě běžné. Sledujeme, jakým způsobem se tyto látky absorbují do půdy, případně zda přecházejí do rostlin. Otázkou je, jakým způsobem se látky v rostlinách metabolizují a jestli jejich případná koncentrace v plodinách představuje riziko pro konzumenty, ať už se jedná o lidi nebo hospodářská zvířata.

Proč se o využívání odpadních vod v zemědělství uvažuje?

Souvisí to se suchem, s klimatickými změnami. Jedná se o adaptaci, jak se vyrovnat s nedostatkem vody, s vyšším tlakem na využívání vody na závlahy. Hodně čistíren spíše přechází na to, že budou odpadní kal sušit, spalovat a využívat ho jako zdroj energie. ↷



Při využívání produktů čistíren v zemědělství panují obavy z jejich kontaminace látkami, jimiž se zabýváme v našem výzkumu. Možná prokážeme, že jsou tyto obavy neopodstatněné.

V jaké fázi výzkumu se nacházíte?

Jedná se tříletý projekt, který bude končit v roce 2023, takže na konečné výsledky si budeme muset ještě počkat. Důležité je, že se jedná o první výzkum přímo v terénu. Dosud zkoumáný probíhalo v laboratorně řízených podmínkách.

O riziku znečištění některými typy mikropolutantů se hovoří také v souvislosti se zdroji pitné vody.

Tomu se věnoval projekt Národní agentury pro zemědělský výzkum „Výskyt farmak a dalších polutantů z komunálních odpadních vod v povodí klíčových vodárenských zdrojů ČR“ (č. QJ1530120, 2015–2018), který sledoval osud vybraných látek v povodích, které slouží jako významné zdroje pro výrobu pitné vody. Jednalo se o povodí řeky Úhlavy, Malše a Želivky. Zajímala nás jednak voda v rámci povodí, dále surová voda, která natéká na úpravnu a přečištěná voda, která z ní vytéká. Zaměřili jsme se na farmaka, ale také na pesticidy. Zkoumali jsme osud těchto látek v rámci jednotlivých kroků při čištění vody v úpravnách a to, jaký vliv mají technologie na jejich odstranění.

K jakým závěrům jste dospěli?

K tomu, že na řadě míst už dnes nedokážeme bez nákladnějších dočišťovacích technologií vyrobit pitnou vodu v dostatečné kvalitě. Tyto technologie jsou ale velmi drahé, což se týká také provozních nákladů na jejich údrž-

bu. V současné době probíhá smluvní výzkum na úpravně vody v Plavu u Českých Budějovic. Zkoumáme, do jaké míry dokáží filtry s granulovaným aktivním uhlím odbourávat mikropolutanty a jak se mění účinnost těchto filtrů v čase. Úpravna v Plavu zvažuje, do jakých technologií dále investovat a náš výzkum by jim v tom měl pomoci.

Jaké faktory tedy rozhodují o tom, jak čistá je voda, kterou pijeme?

Vedle úrovně čistírenských technologií je to samozřejmě kvalita samotné vstupní vody. Třeba nádrž Nýrsko na řece Úhlavě se může pochlubit opravdu čistou vodou, což už se tak úplně stoprocentně nedá říct o vodě podzemní. Z výzkumu, který vedeme s Českým hydrometeorologickým ústavem, vyplývá, že dochází ke kontaminaci podzemních vod pesticidy. To se týká ale třeba i Římova na Malši. V usazeninách na jeho dně stále nalézáme pesticidy, které jsou už dlouhou dobu zakázané. Vedle investic do čistírenských technologií mi přijde nejspíše investovat do samotné ochrany vodních zdrojů.

Spolupracujete také s norskou firmou COWI. O jaký typ výzkumu se jedná?

Jsou to krátkodobější zakázky smluvního charakteru. Firma, která spolupracuje s norskou agenturou životního prostředí, si u nás objednáva monitoring vybraných látek. Vytipují si zajímavé, nové mikropolutanty, pošlou nám environmentální vzorky a my je analyzujeme. Pro nás je to příležitost prozkoumat něco nového, látky, které se pak třeba stanou předmětem také našich výzkumů. Na posílení bilaterální spolupráce máme malý projekt z Norských fondů

– Trolltunga – Strengthening of the collaboration between the University of South Bohemia in České Budějovice and COWI AS in Water Monitoring (č. 1404572019).

Pracujete ještě na nějakém dalším projektu?

Zajímavou spoluprací máme s Přírodovědeckou fakultou Jihočeské univerzity, konkrétně s docentem Davidem Boukalem z Katedry biologie ekosystémů. Jde o projekt Grantové agentury České republiky „Pochopení vlivu kombinovaných stresorů na sladkovodní biotu: Změní klimatická změna dopad chemického znečištění?“ (č. GA20-16111S, 2020–2022). Jedná se o simulaci vodního ekosystému ve speciálních nádržích. V nich zkoumáme kombinovaný vliv jak chemického znečištění (léčiva a pesticidy), tak klimatických změn (změna teploty) na sladkovodní organizmy, především bezobratlé. ◀

Ing. Helena Švecová, Ph.D.

svecova@frov.jcu.cz

Švecová, H., Grabic, R., Grabicová, K., Vojs Staňová, A., Fedorova, G., Červený, D., Turek, J., Randák, T., Brooks, B.W., 2021. De facto reuse at the watershed scale: Seasonal changes, population contributions, instream flows and water quality hazards of human pharmaceuticals. *Environmental Pollution* 268, Part A: 115888. doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115888

Projekt č. LM2018099: Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2019–2022)

Šauer, P., Švecová, H., Grabicová, K., Aydin, F.G., Mackuřák, T., Blytt, L.D., Henninge, L.B., Grabic, R., Kocour Kroupová, H., 2021. Bisphenols emerging in Norwegian and Czech aquatic environments show transthyretin binding potency and other less-studied endocrine-disrupting activities. *Science of the Total Environment* 751: 141801. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141801

Projekt č. 20-04676X: Holistická charakterizace expozice a potenciálních účinků komplexních směsí chemických látek ve vodním prostředí (Grantová agentura České republiky, 2020–2024)



Opětovné použití odpadní vody v akvakultuře: ano, či ne?

Akvakultura je nejrychleji rostoucím odvětvím celosvětové produkce potravin. Trvalý růst produkce a dlouhodobá udržitelnost akvakultury vyžaduje velké množství dostatečně kvalitní vody. Opětovné využívání odpadních vod se v současnosti stává pro akvakulturu stále důležitějším zdrojem. Jejich použití však přináší určitá bezpečnostní rizika.

Mezi celou řadou antropogenních znečišťujících látek představují léčiva důležitou skupinu polutantů. Rezidua léčiv jsou všudypřítomná v komunálních odpadních vodách z důvodu jejich vysoké spotřeby a neúplného odstranění během konvenčního čištění odpadních vod. Kontinuální vypouštění těchto vod do vodního prostředí ovlivňuje život vodních organismů.

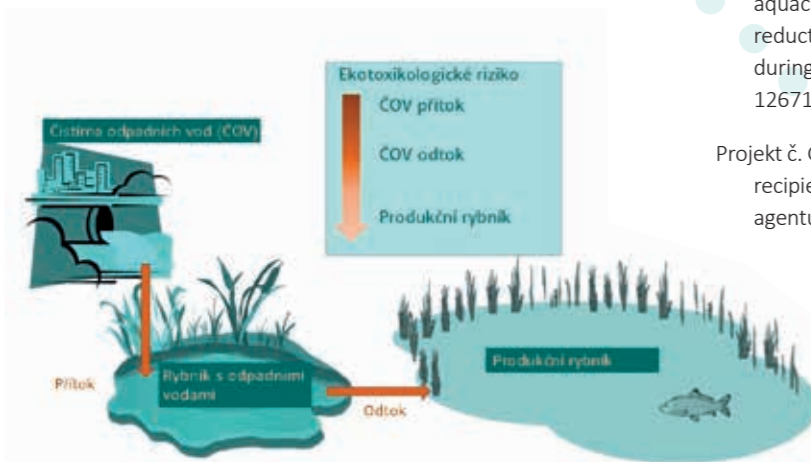
Ve vědecké studii jsme testovali účinnost biologického rybníka z pohledu odstraňování léčiv z vyčištěných odpadních vod a byla hodnocena rizika používání vyčištěné vody pro produkci ryb. Na základě zjištěných výsledků se studovaný systém jeví jako užitečný krok pro dočištění odpadních vod, při kterém dochází ke snížení koncentrace přítomných léčiv ve vodě. Potenciální ekotoxikologická rizika, včetně rezistence vůči antibiotikům, byla významně snížena, což může být zásadní pro následné opětovné použití „vyčištěných“ odpadních vod. ◀

M.Sc. Ganna Fedorova, Ph.D.

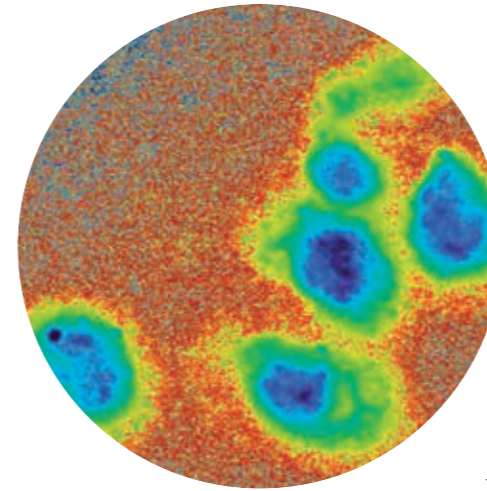
gfedorova@frov.jcu.cz

Fedorova, G., Grabic, R., Grabicová, K., Turek, J., Van Nguyen, T., Randák, T., Brooks, B.W., Žlábek, V., 2022. Water reuse for aquaculture: Comparative removal efficacy and aquatic hazard reduction of pharmaceuticals by a pond treatment system during a one year study. *Journal of Hazardous Materials* 421: 126712. doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126712

Projekt č. GA18-15802S: Transformace farmak v prostředí běžného recipientu vyčištěných komunálních odpadních vod (Grantová agentura České republiky, 2018–2022)



Schematický přehled studovaného ekosystému.



Unikátní metoda optické mikroskopie

Průlomovou metodu, která umožní lépe nahlédnout do nitra živé buňky, přinesl výzkum vědců z novohradské Laboratoře experimentálních komplexních systémů Fakulty rybářství a ochrany vod JU. Jejich kvazispektrální analýza živých buněk najde využití například ve studiu tkání, ale i v materiálovém inženýrství. Nejaktuálnější je spolupráce jihočeských vědců s vídeňskými kolegy, kteří novou metodu chtějí využít k výzkumu vzniku a poruch imunity proti viru SARS-CoV-2.

Lidské tělo se skládá z buněk. Pokud mu chceme porozumět, musíme pochopit funkci buněk a jejich součástí. Co se skutečně děje v živé buňce, ale dosud nikdo neviděl, protože neexistoval nástroj, jak do buňky nahlédnout, aniž by byla pozměněna. Tyto změny se provádějí buď chemickým obarvením, nebo molekulárně-biologicky, kdy se do genomu buňky zavedou geny pro barevný protein. Oba tyto zásahy jsou silné, buňky buď přímo zabíjejí, nebo je zásadně pozměňují. Navíc jsou často nákladné a náročné na přístrojové vybavení.

Tým vědců pod vedením profesora Dalibora Štysy vyvinul postup, jak z buňky získat co nejvíce informací pomocí běžného mikroskopu

s digitální kamerou, tedy dnes zcela běžného laboratorního vybavení. „Pro studium tkání je na této metodě nejdůležitější, že můžeme pracovat s neobarvenými vzorky a porovnávat je navzájem po celém světě,” říká vedoucí laboratoře Dalibor Štys. „V materiálovém inženýrství nelze chemické barvení použít vůbec. A proto v řadě případů nelze defekty struktur nalézt, dokud například nedojde k selhání součástky. To naše kvazispektrální analýza pomocí běžného mikroskopu s využitím nových matematických postupů řeší,” dodává. „Nejnovější je naše spolupráce s vídeňskou klinikou pro léčení poruch imunity, která zkoumá vznik a poruchy imunity proti viru SARS-CoV-2. Tam by se měla uplatnit naše schopnost rychle a reprodukovatelně zachytit změnu stavu živé neobarvené buňky,” říká Štys.

Nový přístup lze využít nejen v lékařské diagnostice, například při akutní diagnostice nádorů, ale i v mnoha dalších aplikacích včetně materiálového inženýrství nebo analýzy nanostrukturovaných materiálů. Za podobnou metodu, která ale vyžaduje komplikovanější mikroskopy, dostal v roce 1953 Nobelovu cenu Frits Zernike. Naopak Nobelova cena za světelnou mikroskopii udělená v roce 2014 Ericu Betzigovi, Stefanu Hellovi a Williamu Moernerovi byla udělena za metody, které využívají barvené buňky. ◀

Dlouhodobě
udržitelná akvakultura
s odpovědným
hospodařením
s vodou a živinami

VP3

VP3 Dlouhodobě udržitelná akvakultura s odpovědným hospodařením s vodou a živinami

Vedoucí programu: doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D., jmraz@frov.jcu.cz

Vize a cíle výzkumného programu:

Vizí výzkumného programu je akvakultura jako řešení budoucnosti pro maximální produkci kvalitních potravin pro rostoucí lidskou populaci s minimální spotřebou vody a energie, minimální produkcí odpadních látek, „food miles“, a minimální konkurencí o zdroje se spotřebou lidí a hospodářských zvířat. Dále, aby se akvakultura z průmyslu, který je závislý na dodávce ryb z oceánů a znečišťuje vodní zdroje, stala průmyslem nezávislým na mořském rybolovu a spotřebovala více odpadních látek, než jich sama vytvoří.

Cílem výzkumného programu je vývoj technologií umožňujících maximální využití živin, odpadů, včetně městských odpadů rostlinného a živočišného původu a energie pro produkci ryb a rostlin s minimem vypouštěných odpadních látek a skleníkových plynů do životního prostředí. Klíčovým výstupem programu je vzájemné propojení technologií k produkci ryb, rostlin a dalších organismů se zpracováním a využitím odpadu, které umožňuje maximálně využít živiny přímo na akvakulturní či akvaponické farmě s minimem vypouštěných odpadních látek do životního prostředí. Výsledky tak mají velký dopad pro celou společnost – především pro zajištění dostatku kvalitních potravin, minimalizaci produkce skleníkových plynů, využití odpadů, snížení vzdálenosti mezi produkcí a spotřebou potravin a tím snížení potřeby fosilních paliv, snížení spotřeby vody a produkce odpadů, snížení eutrofizace vod stejně jako závislosti akvakultury na rybolovu.

Výsledky výzkumného programu:

Řešitelský tým pravidelně přispívá k technické a technologické inovaci a optimalizaci intenzivního chovu cenných druhů ryb, jako je candát obecný (*Sander lucioperca*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), mník jednovousý (*Lota lota*) a dalších druhů. V poslední době byl v rybářské praxi uplatněn speciální airliftový systém, který zefektivňuje proudění vody a usazování sedimentů v odchovných nádržích.

Dále došlo k popisu umělé indukce produkce triploidních candátů a optimalizaci počáteční exogenní výživy u larev candáta pomocí vířníků, která zvyšuje přežívání odchovávaných ryb o 30 až 40 %.

Tým se dále zabýval výzkumem závažných virových nemocí kaprovitých ryb, které se v posledních letech podílí na zvýšené úmrtnosti kaprů v jarním a podzimním období.

Vědci také vyvinuli patentovanou technologii chovu kapra se zvýšeným obsahem omega-3 mastných kyselin (Omega3kapr) a ověřili jeho pozitivní účinky v léčbě kardiovaskulárních onemocnění. Omega3kapr je již několik let dostupný na předvánočním trhu.

Pro potřeby dalšího rozvoje dlouhodobě udržitelné akvakultury bylo vystaveno centrum pro výzkum akvaponie a dalších technologií, které efektivně využívají vodu a živiny.



Projekt Algae4fish: Od mikrořas k candátům

Recyklace živin z odpadních vod, udržitelná akvakultura a ekonomicky atraktivní produkce sladkovodních ryb. To jsou klíčová slova mezinárodního projektu Algae4fish, který propojil vědce a produkční rybáře z Rakouska a České republiky.

Myšlenkou projektu nazvaného „Recyklace živin ze zemědělsko-průmyslových zbytků cestou kultivace mikrořas jako krmiwa pro ryby“ bylo zkonstruovat a otestovat technologii pro kontinuální krmení rybích larev (C.I.L.F.S.). Ta díky inovované krmné strategii napomáhá přežití a lepšímu růstu plůdku hospodářsky cenných druhů ryb. Ve druhé fázi se pak projekt zabývá zhodnocením živin z odpadních vod a jejich využitím pro kultivaci mikrořas.

„Zaměřili jsme se na candáta obecného, rybu vysoce cennou v gastronomii.

Nejnovější výzkum zjišťuje, že využití vířníků, zástupců drobného zooplanktonu, napomáhá přežití a růstu ranných vývojových stadií candáta,“ přibližuje hlavní řešitel projektu, MSc. Carlos Yanes Roca, Ph.D., z Laboratoře intenzivní akvakultury. Vířníky je možné uměle odchovávat. Automatizovaný systém vychází z přirozeného potravního řetězce, kdy je možné volbou vhodných kmenů mikrořas a druhů zooplanktonu zajistit potravu bohatou na bílkoviny a nenasycené mastné kyseliny klíčové pro rozvoj mozku rybích larev.

Systém C.I.L.F.S. se skládá z fotobioreaktoru pro kultivaci řas, které pak slouží jako potrava pro vířníky. Produkci vířníků ve vysokých koncentracích zajišťuje systém, který je následně využívá jako potravu pro larvy ryb. Larvy jsou krmeny 24 hodin denně sedm dní v týdnu. Součástí systému je námi vyvinutý software, kte-



rý produkci řas a vířníků monitoruje, vyhodnocuje hustotu krmných dávek a na základě toho přizpůsobuje jejich distribuci do nádrží s rybami tak, aby byl jejich růst co nejpříznivější.

Stěžejním úkolem projektu je celý systém krmení ryb synchronizovat a zefektivnit, například hledáním druhů řas s žádanou nutriční hodnotou nebo řešením časově náročného odchytu vířníků. Vedle candátů je myšlenkou projektu aplikovat naši technologii na mořské druhy ryb, které mají, podobně jako candát, malá ústa a potřebu potravy s vysokou nutriční hodnotou u larev.

Ve druhé, tak zvané zelené fázi projektu, jde o to zhodnotit odpadní vody vyprodukované chovem vířníků a ryb a využít je ke kultivaci mikrořas. Zatímco tyto odpadní vody bohaté na amoniak a dusitany jsou pro ryby i zoo-plankton toxické, pro řasy jsou vhodným zdrojem živin. Recyklace živin nejen z akvakulturních, ale i dalších zemědělsko-průmyslových odpadů představuje přidanou hodnotu projektu a představuje tak „zelenou“ technologii šetrnou k životnímu prostředí.

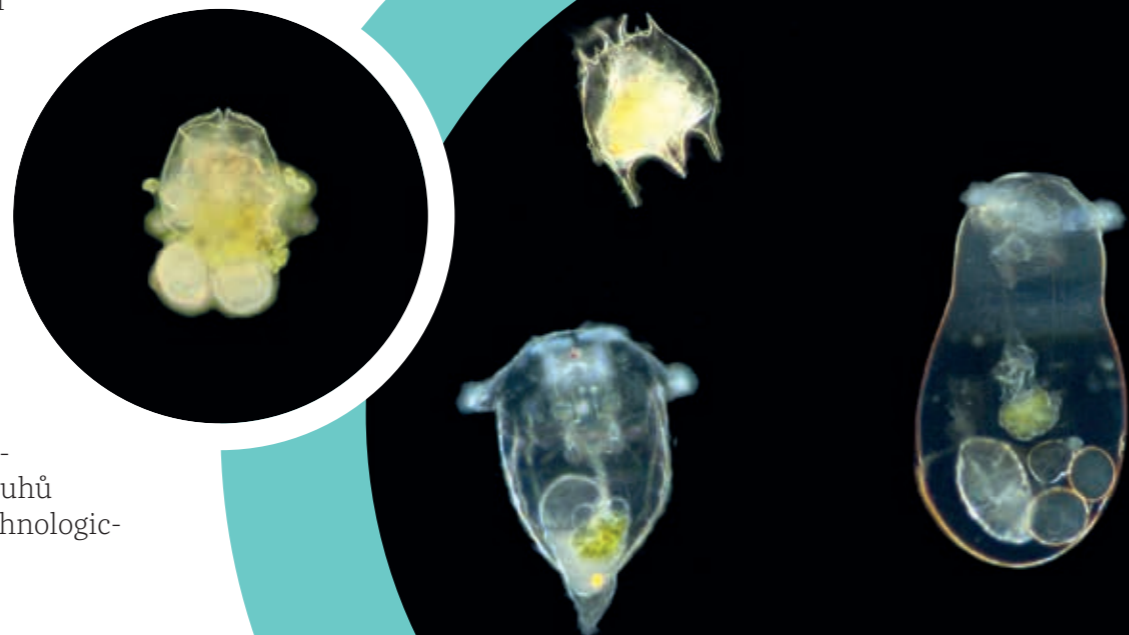
Intenzivní akvakultura, zvláště gastronomicky ceněných druhů ryb, je ekonomicky i technologic-

ky náročným odvětvím. Cílem projektu je, aby byla šetrnější k životnímu prostředí a zároveň přinášela lokálním producentům větší zisk.

Partnery projektu jsou Mikrobiologický ústav AV ČR, v.v.i. – Centrum ALGATECH v Třeboni, a za rakouskou stranu organizace BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH a Bundesamt für Wasserwirtschaft. ◀

M.Sc. Carlos Yanes Roca, Ph.D.

cyanesroca@frov.jcu.cz



Akvakultura budoucnosti: cirkulární a udržitelná



Cirkulární bioekonomika vychází ze dvou stěžejních principů: „odpad není odpadem, ale zdrojem“ a „integruj, recykluj, znovu použij, omez, a předělej v nový výrobek“. Tento přístup má obrovský potenciál a představuje jednu z možností, jak dosáhnout udržitelné produkce potravin. Problematikou cirkulární a udržitelné akvakultury se zabývá Koushik Roy, postdoktorand z Laboratoře výživy na Fakultě rybářství a ochrany vod.

Proč je v současné době tak důležité zavádět cirkulární akvakulturu?

Podle odhadů OSN bude do roku 2050 žít na planetě 10 miliard lidí a poptávka po bílkovinách se zdvojnásobí. Stávající produkce bílkovin (především potravin živočišného původu) je již nyní zodpovědná za třetinu všech emisí, které lidstvo vyprodukuje. V poslední době se klade větší důraz na snižování trofické úrovně lidstva a společností rezonuje tvrzení, že „vegetariánská strava“ je budoucnost. Nicméně již nyní si uvědomujeme, že veganství není globálním řešením. „Modré potraviny“ (tedy potraviny pocházející z vody) se stanou do roku 2050 nepostradatelnými pro lidskou výživu a ochranu životního prostředí. Současně dojde ke snížení spotřeby masa ze zemědělské výroby.

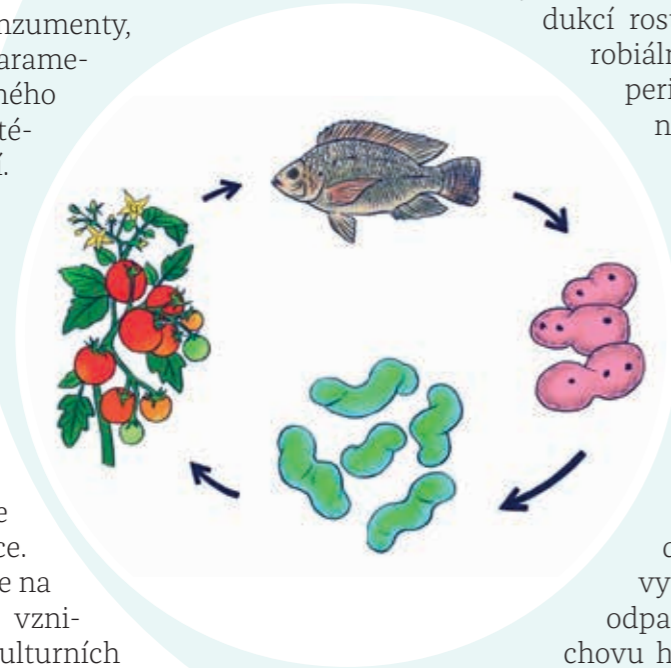
Je nezbytné změnit náš současný přístup, zvyšování produkce potravin za každou cenu a nekontrolovanou spotřebu toho, co se nám dostane na talíř. Produkce potravin, ať už se jedná o rostlinnou či živočišnou výrobu, musí být založena na principech bioekonomiky. Vzhledem k tomu, že světové oceány jsou již zdecimovány nadměrným rybolovem, stává se akvakultura nejrychleji rostoucím odvětvím produkce potravin na světě. Nemůže se však stát všelékem, dokud se nezmění její lineární přístup (vysoké vstupy, vysoké emise) na přístup cirkulární (nízké vstupy, nízké emise).

Green Deal je mimo jiné vnímán jako strategie Evropské unie, která povede k udržitelné budoucnosti. Jakou roli v ní hraje konkrétně akvakultura?

Představme si, že mezi všemi potravinami, které jíme, mají některé skupiny potravin minimální dopad na životní prostředí a prospíva-

jí lidskému zdraví. Ryby k nim rozhodně patří. Nedávno jsme se stali partnery a předložili návrh koncepčního projektu HORIZON2020, jehož cílem je zavedení cirkulární bioekonomiky v evropské akvakultuře. Toto téma je jednou z priorit Evropské komise, jelikož se EU zabývá transformací svého potravinového systému směrem ke zlepšení stavu planety a lidského zdraví. Pokud se akvakultura stane do horizontu let 2030–2050 „čistší“, významnější, a bude hlavním dodavatelem živočišných bílkovin a tuků pro evropské konzumenty, environmentální parametry našeho současného potravinového systému v EU se vylepší.

Jednou z otázek, kterou se na fakultě dlouhodoběji zabýváme, je zlepšení efektivity využívání zdrojů (prostor, živin, času, biomasy) v akvakultuře v České republice. Dále se zaměřujeme na recyklaci odpadů vznikajících v akvakulturních chovech a opětovné využití ztrát biomasy z chovů, ke kterým dochází po celé trase z chovu až na stůl konzumenta. Klíčová je lepší komunikace se společností, která povede ke zvýšení spotřeby ryb, a následně poslouží jako investice do budoucnosti, co se ochrany životního prostředí a lidského zdraví týče. Současná strategie EU jako globálního



lídra bude příkladem pro rozvojové regiony světa, které ji budou muset následovat.

Jaké technologie lze využít v cirkulární akvakultuře?

Pokud jde o design, existuje mnoho technologií, které efektivně využívají prostor, vodu a živiny ve výrobním cyklu. Vhodnou cestou jsou integrované multitrofické akvakulturní systémy, např. recirkulační akvakulturní systémy kombinované s hydroponickou produkcí rostlin (akvaponie) nebo mikrobiální produkcí řasové biomasy, perifytonu, a plovoucí rostlinné a rybníční rybí farmy na „vorech“, rybníčky v rybnících, dělené rybníky, integrace RAS a rybníků atd. Všechny tyto systémy však také potřebují určité vstupy, např. umělé krmivo pro ryby, hnojiva pro akvaponii nebo fungující vodní potravní síť v rybnících. Cirkulární akvakultura reprezentuje další úroveň myšlení, jak lze využít vedlejší produkty nebo odpady z místního zemědělství, chovu hospodářských zvířat a drůbeže, pivovarů, pekáren, mlékáren, zpracování ryb či maloobchodu s potravinami. Jak lze silné i slabé stránky toku živin v potravní síti rybníků chytře doplnit krmivy s využitím některých z těchto odpadů a využitím rybníčních kalů v zemědělství. Další otázkou je vytvoření přímého propojení biorafinerií (bezobratlí, mikrobi, řasy, rostliny) budoucnosti, které bu-

dou sloužit jako suroviny v halové, intenzivní akvakultuře.

Jaké další aktivity Vaší laboratoře se zaměřují tímto směrem?

Zkoumáme různé esenciální oleje, které by mohly nahradit antibiotika využívaná v chovu ryb. Jako důležité vnímám i prosazování konzumace rybích výrobků, získaných z akvakultury, mezi lidmi. Tým kolegy Jana Kašpara se zabývá tvorbou hodnotných rybích pokrmů, které jsou pro lidi zároveň přitažlivé. Za zmínku stojí i projekt docenta Jana Mráze, který vyvíjí nové rybí výrobky pro předškolní děti, jako jsou třeba rybí kuličky, šunky nebo rybí hamburgery, a snaží se změnit vnímání konzumace ryb už u mladé generace. Řadu zajímavých projektů ale nalezneme i v jiných laboratořích na naší fakultě. Například kolegové z Laboratoře intenzivní akvakultury vyvíjejí cirkulární systém, který využívá zemědělsko-průmyslové zbytky ke kultivaci mikrořas, jež slouží jako potrava pro vířníky, což je drobný zooplankton, kterým jsou pak krmeny hospodářsky cenné druhy ryb.

Zabýváte se také různými aspekty hospodaření na rybnících. Jak jsou na tom jihočeské rybníky?

Dát si jihočeského kapra v restauraci je z hlediska dopadů na životní prostředí ideální řešení. Extenzivní chov ryb v rybnících je zdaleka nejekologičtější způsob získávání potravy ze všech odvětví živočišné výroby. Rybáři navíc prokazují české krajině nezastupitelnou službu, protože o rybníky pečují a naplňují i jejich mimoprodukční funkce, jako je třeba stabilizace místního klimatu nebo zvyšování biodiverzity. Problémem je, že pravidla, kterými se rybáři při

hospodaření mnohdy řídí, už v měnících se klimatických podmínkách často nefungují a odráží se to zejména ve zhoršené kvalitě vod v rybnících. Změnám je třeba se přizpůsobit.

Středoevropské rybníky trpí silnou eutrofizací. Tato eutrofizace často souvisí se současným způsobem krmení (chovu) v těchto rybnících, který nezohledňuje vyvážené nutriční potřeby rostoucích ryb. Navrhli jsme koncept vyvážených krmiv pro rybníky, který zlepšuje účinnost využití zdrojů (živin) a stimuluje ryby k lepšímu využívání přirozené potravy – a to tak, aby se snížila nutriční stopa. Současně je třeba do rybníků zkrmit vedlejší produkty českého potravinového systému a nekonkurovat jim potravními zdroji, které jsou určeny pro člověka. A opět jsme u využívání odpadů a jejich zhodnocování.

Uvést do praxe různé technologie a učinit je atraktivními i pro soukromý sektor, to stojí hodně peněz. Navíc třeba myšlenka Green dealu se netěší v České republice příliš velkém nadšení.

Tyto změny nelze zavádět hned, je třeba jít krok za krokem, postupně. V některých státech Evropy docela úspěšně vyvíjejí akvaponické systémy, které fungují na střeších domů. Osobně si myslím, že otázka peněz a vůle lidí je sice důležitá, ale řešitelná. Jako větší problém vnímám otázku „biosecurity“, bezpečnosti. Práce s odpady, zejména v živočišném průmyslu, představuje hrozbu z hlediska různých nákaz, epidemií typu nemoci šílených krav nebo španělské chřipky a vyžaduje velké nároky na bezpečnost. V tomhle ohledu je akvakultura mnohem bezpečnější než chov jiných hospodářských zvířat.

Pocházíte z Indie, ovlivňuje to nějak váš způsob myšlení o těchto otázkách?

Je docela komické, že cirkulární bioekonomika v Evropě je vlastně to samé, čemu v Indii říkáme strategie chudých. Chudé venkovské komunity využívají od nepaměti cirkulární způsob života, aby mohly být soběstačné v oblasti potravinového zabezpečení domácností. Své kuchyňské/potravinové odpady využívají na malé zahrádce s několika slepicemi či kachnami a za domem mají malý rybníček s plevelnými rybami. Na volně přístupných pastvinách nechávají pást kozy nebo krávy. Myslím si, že otázky, kterými se dnes zabývá Evropa, dorazí do Indie za dvě tři desetiletí. V tuto chvíli je indickou prioritou potravinová zajištěnost a zaměstnanost. Ekologické uvědomění se zde vyskytuje, ale zároveň je to luxus. Například otázky kvality vody nejsou zdaleka tak regulovány jako v EU, což umožňuje produkci rybníků v průměru 7 500 kg kaprů na hektar ročně (které se také zkonsumují). Zlepšení účinnosti využívání živin v indických systémech produkce potravin však bude brzy aktuální otázkou vedoucí ke snížení emisí. Chtěl bych být v tu dobu u toho a vložit do této transformace všechny své dobré i neúspěšné zkušenosti. Dnešní vedoucí postavení Evropy vnímám jako investici do našeho regionu v budoucnosti. Ostatně i v mém regionu (Hooghly) se historicky vyskytují rybníky a kapři, podobně jako je to v České republice. Ryby máme opravdu rádi – spotřeba ryb na obyvatele dosahuje 10 kg ryb na osobu za rok. Co se České republiky týče, někdy je opravdu do očí bijící, že i přes historické dědictví tohoto regionu je spotřeba ryb opomíjena. ◀

M.Sc. Roy Koushik, Ph.D.

kroy@frov.jcu.cz

Roy, K., Vrba, J., Kaushik, S.J., Mráz, J., 2020. Nutrient footprint and ecosystem services of carp production in European fishponds in contrast to EU crop and livestock sectors. *Journal of Cleaner Production* 270: 122268. doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122268

Projekt č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_025/0007370: Reprodukční a genetické postupy pro uchování biodiverzity ryb a akvakulturu (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2018–2022)

Roy, K., Podhorec, P., Dvořák, P., Mráz, J., 2021. Understanding nutrition and metabolism of threatened, data-poor rheophilic fishes in context of riverine stocking success-barbel as a model for major european drainages? *Biology* 10: 1245. doi.org/10.3390/biology10121245

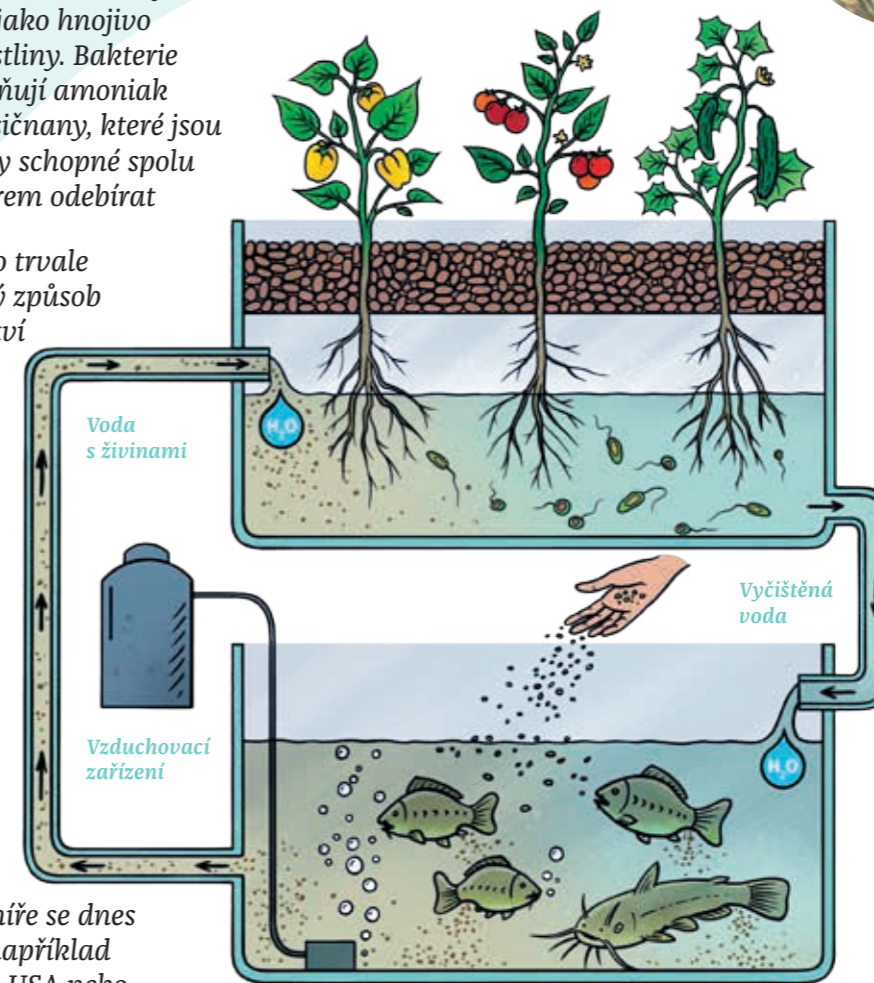
Projekt č. QK1920326: Akvakultura reofilních druhů ryb (Národní agentura pro zemědělský výzkum, 2019–2021)



Co je akvaponie?

System produkce potravin, který spojuje chov ryb s pěstováním rostlin bez půdy.

- ▶ *Odpadní voda od ryb slouží jako hnojivo pro rostliny. Bakterie přeměňují amoniak na dusičnany, které jsou rostliny schopné spolu s fosforem odebírat*
- ▶ *Jedná se o trvale udržitelný způsob zemědělství*
- ▶ *Akvaponie potřebuje ke svému fungování 10× méně vody než tradiční zemědělství*
- ▶ *Akvaponii využívali již Aztékové nebo staří Egypťané*
- ▶ *Ve větší míře se dnes využívá například v Izraeli, USA nebo Austrálii*



Nádrž s rybami

Ryby produkují odpadní látky (včetně amoniaku)

Bakterie přeměňují amoniak na dusičnany

Rostliny využívají dusičnany ke svému růstu

Tok vody

Kyslík pro ryby a rostliny

Poznatky z akvaponického skleníku pomáhají firmám



Akvaponie je systém produkce potravin, který spojuje chov ryb a pěstování rostlin bez půdy. Má velký potenciál a může přispět k řešení globálních problémů lidstva. Akvaponickým skleníkem už několik let disponuje také Fakulta rybnářství a ochrany vod. Principy, na jakých akvaponie funguje, představují doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D., a Ing. Radek Gebauer, Ph.D., z Laboratoře výživy.



trálii a Karibiku vyvíjet akvaponii moderního typu. Název vznikl spojením dvou termínů. Akvakultury, což je řízený chov ryb, a hydroponie neboli pěstování rostlin v médiu jiném než je půda. Vytváří se koloběh, v němž ryby a rostliny koexistují v oboustranně výhodné symbióze.

Jakým způsobem je chov ryb s pěstováním rostlin vzájemně propojen?

Celé to stojí na fungování třetí složky, bakterií. Jejich úkolem je přeměnit odpadní látky z ryb, jako je například amoniak, který vylučují ryby žábry, na dusičnany. To je úkol tak zvaných nitrifikačních bakterií. Další druhy bakterií pak rozkládají pevné složky rybích exkrementů, a to na minerály a další látky. To vše se pak formou závlahy rozvádí k rostlinám. Ty jsou usazené v různých inertních materiálech nebo v polystyrénových deskách s kořeny volně splývajícími do vody.

Co to je akvaponie?

V našem případě se jedná o systém, který spojuje chov ryb s pěstováním rostlin bez půdy. Na tomto principu hospodařili na svých rýžových polích již staří Číňané. V sedmdesátých letech minulého století pak začali vědci v Aus-

Čím se tvůrci tohoto systému inspirovali?

Přírodou. Akvaponie se jí snaží napodobit. Ideálním cílem je „zero waste“, prostě žádný odpad. Rostliny vodu vyčistí a oxid uhličitý, vyprodukovaný rybami, přeměňují na kyslík. Vodu, která se prostřednictvím rostlin vypaří, získáváme z větší části odběrem vody dešťové. Soustava slunečních kolektorů a tepelných čerpadel činí spolu s rozvinutými technologiemi monitoringu a řízení celý provoz skleníku maximálně ekologickým.

Máte i nějakou zajímavou zahraniční zkušenost?

Já osobně (odpovídá Radek Gebauer) jsem byl na stáži na Leibniz-IGB v Berlíně v průběhu období let 2018 a 2020. Pracoval jsem pod vedením prof. Wernera Kloase, který je jedním z evropských lídrů v oblasti akvaponie. Zabývali jsme se živinovými toky v akvaponii v závislosti na krmivu a druhu ryb. V rámci stáže jsem byl zapojen do projektu Cubes Circle, který má ambici vytvořit modulární „zero-waste“ akvaponický systém zapojením larev bráněnky, které by měly zpracovávat odpad z akvaponie.



Jaké jsou nyní hlavní směry výzkumu, kterými se ve vaší akvaponii zabýváte?

Jsou vesměs dva. První je zaměřený na management škůdců a chorob v akvaponii. Zkoušíme například některé přírodní insekticidy a sledujeme jejich účinek na ryby a bakteriální kultury. Další projekt je zaměřený na hledání ideální rovnováhy mezi rybím krmivem, které do systému vstupuje, a množstvím a kvalitou získané výživy pro rostliny. Zkoušíme také zapojit do akvaponického systému různé formy kompostování a vermikompostování. Vycházíme z principů cirkulární ekonomiky, jejímž cílem je maximální využití odpadů.

Jaké druhy zeleniny ryb tu pěstujete a jaké ryby chováte?

Nejvíce tu pěstujeme rajčata, papriky, okurky, lilky, saláty a nejrůznější druhy bylinek. Z ryb je to tlamoun nilský (tilápie) a keříčkovec červenolelý. Testovali jsme tu ale i okouny a kapry. Účel našeho skleníku je ovšem ryze experimentální, nikoli komerční. Naším cílem není vyprodukovat co nejvíce zeleniny, ale provádět experimenty, které učiní tuto technologii komerčně výhodnou a zajímavou pro byznys. ↷

Má o vaše poznatky komerční sféra zájem?

Určitě. Máme úzkou spolupráci s několika soukromými farmami v České republice. Usilujeme o zlepšení jejich akvaponických technologií. Většinu skleníků u nás postavila firma, která byla neprofesionální a vybuodovala je špatně. Ty systémy jsou ztrátové. My se je snažíme napravit a nedostatky odstraňujeme. Zájem o spolupráci s námi je velký, každou chvíli nás někdo kontaktuje.

Jaké jsou překážky k většímu rozvoji akvaponie u nás?

Akvaponie má vyšší vstupní náklady, a hlavně velké nároky na management. V hydroponickém skleníku stačí rozumět pěstování rostlin, v případě akvaponie se k tomu přidává porozumění chovu ryb, který sám o sobě obnáší jistá rizika během obsluhy. Je těžké skloubit odbornost v obou oblastech. Obsluha akvaponie musí disponovat komplexními znalostmi.

Jaké státy jsou v tomto ohledu na špičce?

Zejména Izrael, Spojené státy americké a také Holandsko. Výhodou akvaponie je to, že ji můžeme postavit všude, třeba na poušti nebo ve výškové budově v centru města, jako je to například v nizozemském Haagu. Ale i u nás je akvaponie do budoucna



velmi perspektivním oborem. V Evropě už existuje široká platforma vědců, kteří si předávají poznatky, a posouvají tuto převratnou metodu dopředu. ◀

doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D.

jmráz@frov.jcu.cz

Ing. Radek Gebauer, Ph.D.

rgebauer@frov.jcu.cz

Florunso, E.A., Roy, K., Gebauer, R., Bohata, A., Mraz, J., 2021. Integrated pest and disease management in aquaponics: A metadata-based review. *Reviews in Aquaculture* 13: 971–995. <https://doi.org/10.1111/raq.12508>.

Projekt č. LM2018099: Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2019–2022)

Mohou esenciální oleje účinně ochránit chlazené ryby při jejich skladování? Ano i ne

Velké množství ryb se každoročně zkazí v průběhu jejich skladování od úlovku po konzumaci. Proto se v posledních letech intenzivně zkoumají různé inovativní konzervační metody či aditiva pro snížení těchto ztrát. Bylo zjištěno, že esenciální oleje (EO) mají silný konzervační efekt a mohly by být využívány jako přírodní konzervant chlazených ryb. Nicméně navzdory velkému množství studií zabývajících se využitím EO při skladování chlazených ryb nebylo dosaženo jasného řešení, jaké EO a jakým způsobem je používat, aby bylo dosaženo konzistentních výsledků a skladované ryby byly dostatečně ochráněny před kažením. Tým vědců z Laboratoře výživy Ústavu akvakultury a ochrany vod systematicky analyzoval data ze 180 vědeckých článků, které se zabývaly využitím EO při skladování chlazených ryb s cílem zjistit, jaké EO jsou nejefektivnější v potlačení širokého spektra mikroorganismů, jaká je jejich optimální

koncentrace a aplikační metoda a zda nemají negativní vliv na senzorycké vlastnosti ryb. Cílem bylo najít optimální EO a podmínky jejich aplikace pro využití v rybářském průmyslu.

Bylo identifikováno šest EO, které mají mimořádný potenciál redukovat celkovou mikroflóru na chlazených rybách v průběhu jejich skladování. Jedná se o EO z citrusů, máty, oregana, tymiánu, zatárie a zázvorovitých. Nicméně ne všechny tyto EO potlačují všechny skupiny mikroorganismů kažení. Pouze EO z oregana, zázvorovitých a tymiánu mají účinnost na celé spektrum hlavních skupin mikroorganismů kažení. Důležité je také zvolit správnou metodu aplikace. Jako vhodná metoda se zdá být aplikace EO pomocí aktivních filmů s nanoemulzí či v aktivních chytrých baleních. EO mají často velmi silné senzorycké účinky, a proto je potřeba vybírat takové EO a jejich koncentrace a způsoby aplikace, aby



bylo zabráněno negativnímu vlivu EO na sensorické vlastnosti ryb. V našem výzkumu jsme zjistili, že pouze malá část studií se tímto aspektem zabývala. Ty studie, které zkoumaly vliv EO na sensorické vlastnosti ryb naznačují, že nízká hladina většiny EO má malý vliv především na vůni čerstvých ryb. Nicméně v průběhu skladování ryb jsou sensorické vlastnosti ryb ošetřených EO významně lepší než u kontrolních ryb. Vybrané EO v nízkých koncentracích v kombinaci se správnou metodou aplikace tedy mohou pomoci prodloužit skladovatelnost, čerstvost a bezpečnost chlazených ryb bez negativního vlivu na sensorické vlastnosti. Studie poskytuje jasnou strategickou podporu pro optimalizaci použití EO při skladování chlazených ryb a snížení jejich ztrát. ◀

doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D.

jmráz@frov.jcu.cz

Hao, R., Roy K., Pan, J., Shah, B.R., Mraz, J., 2021. Critical review on the use of essential oils against spoilage in chilled stored fish: A quantitative meta-analysis. Trends in Food Science & Technology 111: 175–190. doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.054

Projekt č. LM2018099: Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2019–2022)



Udržitelná produkce zdravých ryb v různých akvakulturních systémech – PROFISH

Tento projekt je založen na spolupráci tří institucí – Výzkumného ústavu veterinárního lékařství, v.v.i., Mendelovy univerzity v Brně/Agronomické fakulty a Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích/Fakulty rybářství a ochrany vod. Jeho výzkumné cíle jsou zaměřeny na studium vztahů mezi rybami, původci onemocnění a vnějšími podmínkami, jež ovlivňují zdravotní stav i ekonomiku chovu ryb. Jednotlivé aktivity jsou pak zaměřeny na technologické, zootechnické či výživářské faktory nebo vlivy znečištění životního prostředí nebo problematiku používání antibiotik. Tým Fakulty rybářství a ochrany vod tvoří pracovníci Laboratoře vodní toxikologie a ichtyopatologie, Laboratoře environmentální chemie a biochemie a Laboratoře řízené reprodukce a intenzivního chovu ryb. Díky finanční podpoře projektu byla přístrojově a technologicky vybavena nově postavená budova La-

boratoře infekčních nemocí ryb v areálu hlavní budovy FROV ve Vodňanech. Nově vzniklé prostory poskytují možnost odchovu ryb patogenů prostých i provádění infekčních pokusů. Laboratorní zázemí je využíváno pro diagnostiku infekčních původců onemocnění a studium imunitních mechanismů v souvislosti s infekcí. Novou posilou vědeckého týmu je od roku 2021 Dr. Ehdaa Eltayeb Eltigani Abdelsalam. Ehdaa pochází ze Súdánu, svá doktorská studia však absolvovala v České republice na Veterinární univerzitě Brno. Během studia v Brně se zabývala především problematikou využití primokultur z různých druhů volně žijících zvířat k *in vitro* hodnocení vlivu toxických látek vyskytujících se v prostředí, na jejich reprodukční činnost a funkci endokrinního systému.

Toto téma si přinesla i do Vodňan, kde momentálně pracuje na vytváření primokultur z různých rybích tkání a na využití standardních tkáňových kultur pro infekční pokusy *in vitro*. ◀



Multitrofická farma AquaMona propojuje chov ryb s produkcí okřehku



Inovativní projekt multitrofické farmy AquaMona se nachází v irském vnitrozemí, na území po vytěžené rašelině v lokalitě Mount Lucas, Co. Offaly. Rašelina se zde historicky těžila hlavně pro energetické účely, jako je spalování v domácnostech nebo v tepelných elektrárnách. Farma je umístěna v areálu parku větrných elekt-

ráren, přičemž jedna z nich generuje elektřinu právě pro provoz multitrofické farmy. Jedním z těch, kdo stál u zrodu farmy, byl doc. Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D., vedoucí Laboratoře řízené reprodukce a intenzivního chovu ryb. Ten v letech 2019–2020 prováděl na farmě analýzy, které měly prokázat její funkčnost.

Farma spočívá v kombinaci chovu ryb a pěstování okřehku. Okřehek je drobná, volně plovoucí rostlina, která se vyznačuje vysokou rychlostí růstu a vysokým obsahem bílkovin. Má aminokyselinový profil velmi podobný profilu sóji, která je ve velké míře využívána jako komponent v krmivech pro ryby.

Na farmě AquaMona se okřehek nachází v systému šestnácti kanálů o délce přibližně 100 metrů, kam je přiváděna odpadní voda ze čtyř zemních rybníčků s intenzivní cirkulací vody, ve kterých se chovají pstruzi a okouni. Živiny produkované rybami fungují jako hnojivo pro okřehek, který odstraňuje dusík a fosfor z vody, a takto přečištěná voda se vrací zpět k rybám. Celý systém tak naplňuje princip cirkulárního hospodářství, který navíc využívá jinak ladem ležící plochu vytěžených rašelinišť, která jsou velmi chudá na živiny.

Jednou z podmínek fungování farmy bylo zajištění cirkulace vody v systému. Ten je zajištěn osmi airlifty a dvanácti lopatkovými aerátory poháněnými energií ze zmíněné větrné elektrárny. Bylo ale důležité vyřešit problém s větrem, který je pro oblast Midlands typický a který způsoboval, že se okřehek na některých místech kumuloval a překrýval, což vedlo k od-

umírání spodních vrstev, ztrátě funkce a nepříznivému uvolňování živin zpět do systému. Poté, co byl na farmě vybudován systém větrolamů, tyto potíže ustaly.

Důležitý byl i výběr rybí obsádky. Farma byla osazena pstruhem duhovým a okounem říčním, přičemž celková produkce farmy byla navržena na 32 tun ryb ročně. Byly využity dva původní druhy okřehku, okřehek malý a okřehek hrbatý, které jsou hlavním prvkem pro udržování kvality vody v období od konce května do konce září. V ostatních částech roku tuto funkci přebírají zelené mikrořasy. Podle výpočtů bylo zjištěno, že šestnáct kanálů s okřehkem dokáže za rok odstranit z vody 1,55 tuny dusíku a 200 kilogramu fosforu. Na základě analýz dospěli vědci k závěru, že v systému AquaMona byl poměr mezi kapacitou okřehku a hustotou ryb v letním období v rovnováze.

Ačkoli výzkumná práce Vlastimila Stejskala v Irsku už skončila, farma funguje dál, i když ji ve formě ztráty některých odbytí silně zasáhla koronavirová krize. Nejdůležitějším zjištěním celého projektu AquaMona ale je, že byl projekt multitrofické farmy prokázán jako technicky proveditelný a ekonomicky zajímavý. Návratnost takového projektu není okamžitá, ale jedná se o důležitý příklad oběhového hospodářství, kdy se odpadní produkty transformují ve zdroje. ◀

doc. Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D.

stejskal@frov.jcu.cz

O'Neill, E., Clifford, E., Stejskal, V., Rowan, N.J., 2020. Potential use of Irish peatlands as future locations for the sustainable intensification of aquaculture production processes for farmed fish – a case study characterising water quality. *Science of the Total Environment* 706: 136044. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136044

Paolaci, S., Stejskal, V., Toner, D., Jansen, M., 2022. Wastewater valorisation in an integrated multitrophic aquaculture system; assessing nutrient removal and biomass production by duckweed species. *Environmental Pollution* 302: 119059. doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119059

Projekt č. LM2018099: Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2019–2022)



Zelená fakulta

První fotovoltaickou elektrárnu vybudovala Fakulta rybářství a ochrany vod pro akvaponický skleník v Českých Budějovicích již v roce 2018. Po získaných zkušenostech a s vizí „Zelené – ekologické“ fakulty jsme v roce 2019 započali s první etapou projektu fotovoltaické elektrárny na Genetickém rybářském centru (GRC) ve Vodňanech. V následujícím roce jsme se pustili do druhé etapy. Na objektu bylo umístěno celkem 102 panelů o výkonu 16,1 kWp. V roce 2021 byly panely umístěny i na hlavní budově v Zátíší o celkovém výkonu 19,8 kWp. Energie vytvořená ze slunce významně šetří provozní náklady. Fakulta zatím investovala do fotovoltaických elektráren prostředky ve výši téměř jeden a půl milionu Kč bez DPH.

Dalším krůčkem vpřed ve vizi „zelené fakulty“ bylo zakoupení tří elektromobilů značky Škoda CitigoE iV. Snažíme se tak vyjít vstříc trendu snižování emisí CO₂ prostřednictvím ekologicky šetrného způsobu dopravy. Jedná se o první nákup elektromobilů Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Elektromobily slouží zaměstnancům fakulty k cestám na výuku mezi pracovišti fakulty a ke kratším cestám po městě a okolí, přičemž jedno je k dispozici v Českých Budějovicích a zbylé dvě ve Vodňanech. Na obou pracovištích jsou instalovány dobíjecí stanice. Nákup automobilů Škoda

CitigoE iV byl spolufinancován Státním fondem životního prostředí České republiky. ◀



Sladkovodní ekosystémy v éře globálních změn

VP4

VP4 Sladkovodní ekosystémy v éře globálních změn

Vedoucí programu: doc. Ing. Miloš Buřič, Ph.D., buric@frov.jcu.cz

Vize a cíle výzkumného programu:

Sladké vody jsou nezbytným zdrojem vody pro úpravu pitné vody, pro průmysl, zemědělství, akvakulturu a stejně tak mají důležitý ekologický a socio-ekonomický význam. Environmentální změny tento zdroj významně ovlivňují, což vede ke kaskádovým efektům ve fungování sladkovodních ekosystémů, mají negativní vliv na užívání vody a zároveň na kvalitu lidského života. Společnost proto potřebuje informace o stavu a budoucnosti vodních ekosystémů, jejich ochraně a možnostech jejich udržitelného využívání.

Mezi hlavní cíle patří porozumění současným a predikovaným procesům ovlivňujícím sladkovodní ekosystémy a posouzení jejich ekologické a socio-ekonomické důležitosti. Vědci usilují o vývoj a aplikaci biomonitorovacích metod pro posouzení kvality vody a testování vhodných modelových organismů. Používají fyziologických, vývojových, ekologických a behaviorálních reakcí vodních organismů pro experimentální studie (od druhů po společenstva) a následně nabízejí výsledky výzkumu pro jejich aplikaci ve vodárenství, potravinářství, akvakultuře i při ochraně vodního prostředí.

Mezi hlavní oblasti základního a aplikovaného výzkumu patří biologické invaze a sladkovodní biodiverzita, sledování a vyhodnocování environmentálních změn ve sladkých vodách a vývoj a využití nových technologií v akvakultuře a při monitoringu kvality vody.

Výsledky výzkumného programu:

Výsledky se dotýkají fyziologie zájmových organismů, jejich základní biologie, behaviorálních procesů jednotlivých druhů a jejich interakcí, stejně jako komplexnějších ekologických vztahů mezi predátory a kořistí, nebo pozicí klíčových druhů v potravních řetězcích.

Zjistili jsme, že invazní druhy raků a dalších organismů jsou schopny adaptovat se na nepříznivé podmínky prostředí, jako je sucho či nízká i vysoká teplota, což má pro budoucnost sladkovodních ekosystémů v podmínkách měnícího se klimatu a negativního vlivu člověka zcela zásadní význam.

Tyto vlastnosti spolu s vysokým reprodukčním potenciálem a schopností využít různé způsoby disperze jsou zásadní pro šíření nepůvodních druhů.

Dosažené výsledky vytvářejí prostor pro další aplikace biomonitorovacích systémů využívajících ryby, raky a další organismy jako biosenzory. Pro včasnou detekci znečištění či onemocnění využíváme analýzy detekce pohybu, chování či srdeční aktivity. Některé ze systémů jsou již komerčně využívány a plánujeme jejich další rozšíření mezi uživatele z řad vodárenských, potravinářských a akvakulturních subjektů.



Invazivní druhy považují za celospolečenský problém

Doc. Ing. Miloš Buřič, Ph.D., je vedoucím Laboratoře sladkovodních ekosystémů na Fakultě rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Zaměřuje se na biologické invaze ve sladkovodních ekosystémech, zejména raků. Vedle monitoringu jejich výskytu se spolu se svými kolegy zaměřuje na zkoumání jejich chování a vlivu na původní vodní organismy i celé ekosystémy. „Není to tak dávno, co jsme si říkali, že třeba rak mramorovaný nebo rak červený nemá šanci v naší přírodě přežít. A dnes už víme, že má,“ komentuje překotnost změn, které z nejrůznějších příčin v našich vodách probíhají.

Řeky a voda v nich jsou vhodným médiem, kterým k nám mohou pronikat nové druhy živočichů a rostlin. Samy od sebe ale většinou nepřicházejí, pomáhá jim v tom člověk. Jakými způsoby?

Šíření živočišných druhů do nových lokalit je vlastně přirozený proces. Od objevitelských dob se ale stává hlavním motorem přesunů a šíření živočichů a rostlin člověk. Přibližně do dvacátého století nikoho nenapadlo, že by to mohl být problém. Co se týče českých vod, určitě je třeba zmínit raky, ryby (v poslední době bych jmenoval zejména hlaváče černoústého), různonožce a mlže, jako je slávička mnohotvárná, korbikula asijská nebo škeblice asijská. Je jich ale samozřejmě více. Některé nejsou na první pohled zjevné a jejich vliv se projeví až časem. Příčinami jejich šíření je například dovoz a chov hospodářsky významných druhů, převoz v balastní

vodě plavidel, nechtěné či úmyslné vysazení jednotlivci nebo třeba neuvážené vypouštění akvariálních druhů. To je i případ raka mramorovaného.

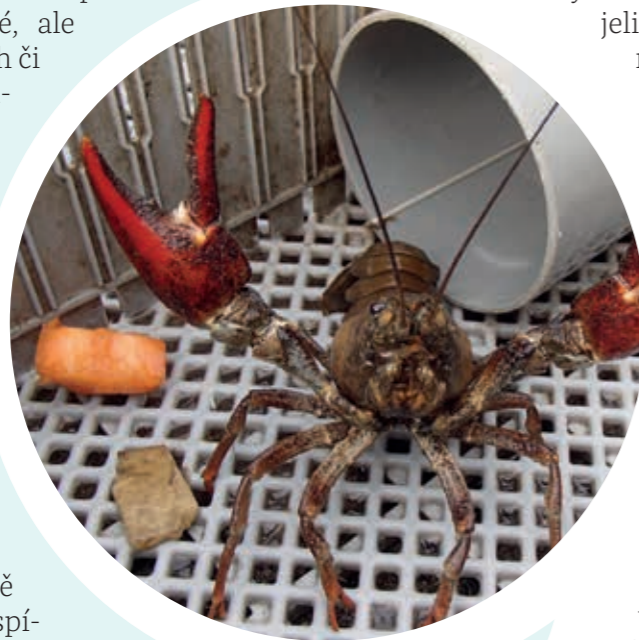
Jaké nepůvodní druhy raků se tedy již prokazatelně vyskytují na našem území?

O masivním výskytu raka pruhovaného a signálního toho bylo řečeno už docela dost. Co se týče raka mramorovaného, jeho výskyt byl v České republice prokázán zatím jen na několika místech. Výskyt raka červeného ještě ne, ale myslím si, že je pouze otázkou času, kdy k tomu dojde. ↔



A je to problém? Nedojde pouze k náhradě původních druhů raků za nepůvodní, které časem začneme vnímat jako původní?

Nemyslím si. Uvedu příklad z naší práce na Křesánovském potoce u Vimperka. U raka říčního bychom zaznamenali jednoho, možná dva dospělé jedince na metr čtvereční. V potoce je ale rozšířený rak signální přibližně v desetinasobné hustotě. V podstatě zde zcela dominují. Rak říční se na potoce vyskytuje také, ale jen v horních úsecích či nahodile v počtu jednotek mezi stovkami až tisíci raky signálními. Dříve potok sloužil k získání násadových pstruhů, dnes je to kvůli raku signálnímu takřka nemožné. Stejně zkušenosti mají i ve Velké Británii. Invazivní druhy raků mají obecně rychlejší růst a dospívání, větší snůšky rácat, jsou odolnější a agresivnější a přenášejí račí mor, vůči němuž jsou imunní. Jejich negativní vliv na fungování celého ekosystému je prokázán. Račí červení si navíc velmi rádi hrabou nory. Dokážu si představit, že kdyby se masivně rozšířili třeba na Třeboňsku, mohou výrazně narušovat i hráze rybníků.



Lidé si většinou uvědomí problém až tehdy, když má dopad na hospodářství, na byznys.

V tomto ohledu bych zmínil právě hlaváče černoústého. Na Labi, ale třeba i ve Velkých jezerech v Severní Americe, kde se hojně vyskytuje, se podílí na úbytku jiných druhů ryb. Požírá jejich jikry a plůdek. Je velmi odolný a přizpůsobivý. Když jsem teď jel z jihu Čech na dovolenou, potkával jsem řadu aut s jachtami. Mnohdy z nich ještě tekla voda. Odkud asi jeli? Část z nich možná z Labe a mířili na Lipno. Pokud zvládl hlaváč cestu přes Atlantik, proč by nevydržel cestu z Labe na Lipno? To samozřejmě platí i o bezobratlých.

Možná si to ti majitelé jachet ani neuvědomovali.

Určitě ne. Nemám jim to ani za zlé. Ale vyplývá z toho, že nejefektivnější v boji proti invazivním druhům je osvěta. Někde už jsou v tom dál. Třeba v Irsku mají rybáři za povinnost před vstupem do rybářského revíru dezinfikovat si holínky nebo i rybářské náčiní. Aby tam nezanesli nějaký patogen, třeba račí mor. Jeho spóry mohou být přenášeny na rybářském náčiní na nové lokality, kde se může nalézat populace původních druhů raků. Jistou prevencí by mohlo být nenavštěvovat více revírů denně. K nežádoucímu přenosu patogenů může docházet i při vysazování ryb.

Může se stát, že se druh, který je u nás nepůvodní, ale nedokáže se v našich podmínkách sám rozmnožovat, stane invazivním?

Může. Uvedme třeba amura nebo tolstolobika. Zejména u amura se jedná o hospodářsky hodnotnou rybu, která k nám byla dovezena za účelem redukce vodních rostlin. Opomeňme fakt, že se spolu s jejich dovozem zavlekly další nepůvodní, dnes již invazivní druhy. Se vzrůstající teplotou prostředí mohou být tyto druhy schopny se u nás reprodukovat a mohou se začít nekontrolovaně šířit a narušovat ekosystém. Z nepůvodního druhu se stane druh invazivní. Stačí se podívat na videa ze Severní Ameriky, jak takový přesun do invazivní skupiny vypadá. Tolstolobik je schopný skokan a jeho vyskakující hejna vypadají spektakulárně, ale nevím, jestli bychom chtěli toto divadlo vidět i u nás.

Může být v boji proti invazivním druhům řešením efektivnější využívání legislativy?

Evropská unie disponuje strategií v boji proti invazivním druhům, důležitá je ale její implementace v jednotlivých státech. Bohužel, řada věcí se řeší od stolu, dbá se na to, aby všechno bylo správně podle obecně platných pravidel, nevybočuje se. V reálu je ale nutné zároveň využívat zdravý selský rozum. Necitlivá revitalizace může ohrozit nebo dokonce zlikvidovat chráněné původní druhy, které se zde vyskytují. Jinde mohou rybníky přechodně vybudované na nevhodných místech umožnit šíření in-

vazních druhů. Je třeba znát konkrétní situaci, komunikovat, diskutovat, informovat se, objasňovat. Protože invazivní druhy nejsou pouze tématem, který v laboratoři řeší nějakí biologové. Je to problém celé společnosti, který je bohužel citelný, až když už je pozdě. Proto je nutné společnost učit a přiblížit ji zpět k přírodě. ◀

doc. Ing. Miloš Buřič, Ph.D.

buric@frov.jcu.cz



Projekt MoBi-aqua

Řeka Labe hraje jak v Německu, tak v České republice důležitou roli, a to jak z pohledu vodního hospodářství, tak z hlediska dopravy. Hlavní tok řeky Labe a její přítoky jsou významnými biotopy mnoha vodních organismů. Ohrožené druhy (např. rak říční, rak kamenáč, vranka obecná) však mají v oblasti česko-saského příhraničí k dispozici už jen velmi málo přirozených útočišť, a navíc čelí

zvýšujícímu se tlaku invazivních nepůvodních druhů, pro které je Labe v hodnou migrační cestou.



Projekt MoBi-aqua, který byl realizován v letech 2018–2020 si kladl za cíl tyto biologické invaze moni-

torovat a přispět k ochraně „akvatické“ druhové rozmanitosti v povodí řek Labe a Ohře. Projektové území zahrnovalo celé území Saska a tři kraje na severu Čech – Ústecký, Liberecký a Karlovarský a propojilo vědce z Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích s výzkumníky z Institutu hydrobiologie Technické univerzity Drážďany.

Společnými cíli projektu byl:

- ▶ *monitoring ve volné přírodě prováděný oběma výzkumnými institucemi ve spolupráci s českými a saskými rybářskými svazy a úřady*
- ▶ *genetický výzkum saské a příhraniční české populace vranky obecné – protože vranka obecná patří mezi ohrožené druhy a její výskyt se v obou regionech velmi snižuje*
- ▶ *experimenty v umělých kanálech s proudnicí, které mají pomoci lépe pochopit interakci mezi původními a nepůvodními druhy a objasnit ekologické souvislosti*
- ▶ *intenzivní práci s veřejností, aby se obyvatelstvo o této problematice dozvědělo něco více a aktivní občané měli možnost zapojit se*
- ▶ *vývoj mobilní progresivní webové aplikace k určování a hlášení výskytu invazivních nebo původních vodních živočichů.*

V rámci projektu vznikly dvoujazyčné (česko-německé) webové stránky Mobi-aqua.eu, kde je problematika druhové rozmanitosti a invazivních druhů v těchto regionech představena atraktivní formou. Vedle webové aplikace, slovníků pojmů, mapy nálezů nebo dalších užitečných informací si mohou zájemci na stránkách formou kvízů procvičit své znalosti z ekologie. ◀



Rak červenoklepetý – klenot akvakultury, nebo nechtěný vetřelec?

Tým autorů pod vedením doc. Antonína Kouby publikoval komplexní přehledovou studii o raku červenoklepetém, který je původem ze severní Austrálie a jihu Nové Guineje. Především pro své akvakulturní využití je tento druh celosvětově druhým nejrozšířenějším a produkčně nejvýznamnějším rakem. Díky atraktivnímu zbarvení je běžně dostupný i v akvaristických obchodech. Úniky z chovů a úmyslné vysazení chovateli stojí za stále častějšími záchyty tohoto druhu ve volné přírodě.

Zmiňovaná práce zahrnuje informace o taxonomii a popisu zmiňovaného druhu, jeho biologii, ekologii, distribuci a cestách šíření. Na tomto základě byla provedena jeho biologická a socioekonomická klasifikace včetně modelování potenciálního rozšíření. Další introdukce tohoto druhu by neměly být realizovány jen s ohledem na ekonomickou rentabilitu uvažovaného chovu, ale měly by zohlednit i možné negativní biologické a socioekonomické dopady. V tomto ohledu jsou ohrožená především centra biodiverzity v tropických a subtropických oblastech.

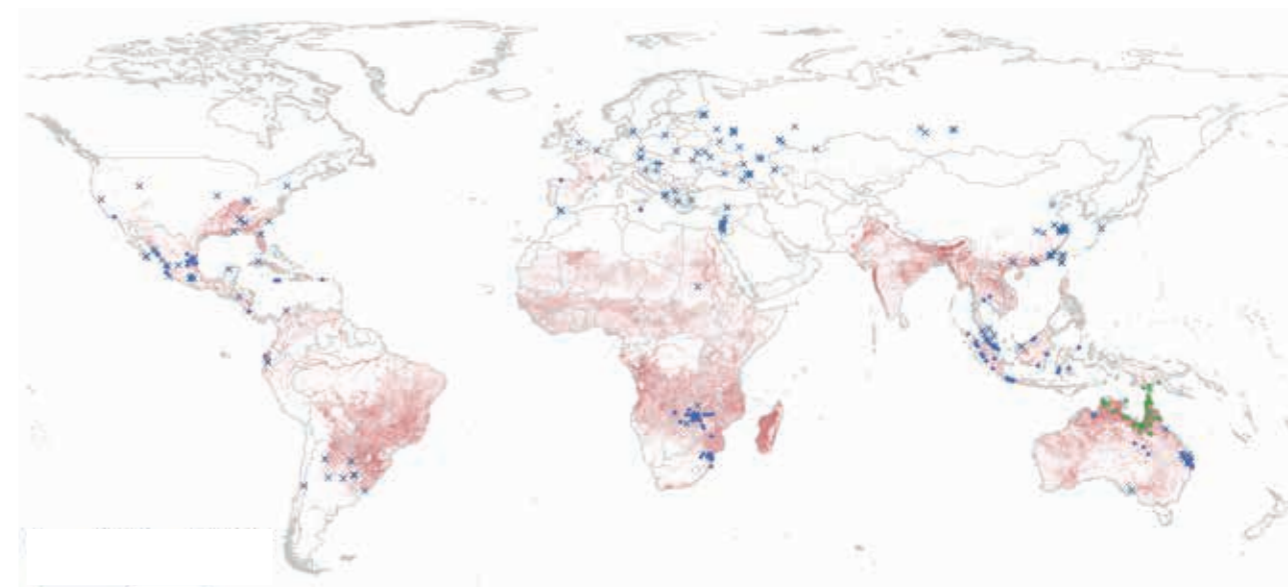
Tento článek patří mezi vysoce citované studie dle Web of Science a získal Cenu rektora Jihočeské univerzity za prestižní publikaci. ◀

doc. Ing. Antonín Kouba, Ph.D.

akouba@frov.jcu.cz

Haubrock, P.J., Oficialdegui, F.J., Zeng, Y., Patoka, J., Yeo, D.C.J., Kouba, A., 2021. The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots. *Reviews in Aquaculture* 13: 1488–1530. doi.org/10.1111/raq.12531

Projekt č. GA19-04431S: Teplotou ovlivněné změny v interakcích a ekologických rolích prominentních invazivních raků (Grantová agentura České republiky, 2019–2021)



0 2500 5000km

Předikovaná vhodnost habitatu



Výskyt raka červenoklepetého

- Původní populace
- Nepůvodní populace
- + Nepůvodní populace v oteplených vodách a jedinci chycení v přírodě
- × Populace v zajetí



K monitoringu rybožravých predátorů využívají drony a fotopasti



Automatizace a objektivizace monitoringu rybožravých predátorů, tak se nazývá projekt z programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství ČR, který probíhal na Fakultě rybářství a ochrany vod v letech 2019–2021. S jeho východisky, cíli a výsledky nás seznamuje řešitel projektu Ing. Petr Císař, Ph.D., z Laboratoře zpracování signálu a obrazu v Nových Hradech.

Ztráty způsobené rybožravými predátory jsou v České republice diskutovaným tématem. O jaké predátory jde především? Koho se tyto ztráty týkají a lze je nějak vyčíslit finančně?

Jedná se především o kormorána velkého a vydru říční. Predátoři způsobují ztráty jak na populacích komerčně chovaných ryb, tak na populacích ryb volně žijících. Finanční kompenzace se poskytují rybářským podnikům či jednotlivcům a vypočítávají se podle aktuálně platných metodik. Metodika pro kormorána a vydru je obecně založená na monitoringu vý-

skytu predátorů v dané lokalitě. Odhad počtu kormoránů provádí samotní rybáři na základě denních pozorování na rybnících. Odhad počtu vyder je prováděn pomocí monitoringu tzv. po- bytových stop vydry v dané lokalitě. Právě tento monitoring je slabinou obou metodik, protože je založen na lidském pozorování v případě kormorána a na nepřímém pozorování v případě vydry.

Cílem vašeho projektu je využít moderních metod pro lepší monitoring těchto predátorů. O jaké metody jde?

Jedná se o metody využívající moderní technologie pro objektivní stanovení počtu predátorů v lokalitách chovných rybníků. V případě kormoránů využíváme bezpilotních letadel s termo kamerou, která fotografuje hejna kormoránů sedících na rybnících nebo přilehlých stromech. Ze snímků termo kamery pak námi

vytvořený webový software automaticky spočítá kormorány a umožní rybářům vytvářet statistiky výskytů. V případě vydry využíváme fotopasti, které dokážou automaticky zaznamenat vydru a ostatní zvířata v době jejich návštěvy rybníka. Webový software využívající hluboké neuronové sítě pak automaticky detekuje vydry ve video záznamech a opět umožňuje vytvářet statistiky výskytu vydry.

Na jakých lokalitách byly nové metody testovány?

Metody byly testovány na soustavě rybníků v okolí Nových Hradů a na rybnících v okolí Českých Budějovic. Celkem byly metody testovány na 14 lokalitách.

Jak nové metody přispějí ke zlepšení monitoringu rybožravých predátorů?

Námi vytvořené metody přispějí k automatizaci celého procesu a k jeho objektivizaci. Webové nástroje pak přispívají i k elektronické evidenci detekovaných predátorů. ↪



Ukázka detekce kormoránů na vodě z termo snímku.

Mají sledované druhy rybožravých predátorů nějaká specifika, která ovlivňují i způsob monitoringu?

Vydra je především noční dravec, který se pohybuje po zemi po pravidelných trasách. K jejímu monitorování se proto hodí stacionární fotopasti. Kormorán je pak aktivní především v ranních hodinách, ale i během dne s tím, že migruje mezi rybníky. Proto je pro jeho monitoring nezbytné použít mobilní platformu, kterou je právě bezpilotní letadlo s kamerou.

Narazili jste v průběhu realizace projektu na nějaké problémy?

Problémů byla celá řada. Od velmi rozdílné kvality fotopastí přes nutnost vyhledávat hejna kormoránů pro pořízení dostatku dat až po omezení daná opatřeními proti šíření onemoc-

nění COVID-19. Nakonec se však podařilo vytvořit dva systémy pro monitorování vydry a kormorána, které mohou být volně dostupné pro komerční i nekomerční subjekty.

Jaký pohled mají na využití nových metod dotčené skupiny obyvatel – vlastníci rybníků, rybáři apod.?

Cílová skupina (rybáři, orgány odpovídající za kompenzace ztrát) byla s řešením seznámena na workshopu v roce 2021. Řešení se setkalo s pozitivním ohlasem. Další využití systému je nyní v rukou Ministerstva zemědělství, protože projekt byl primárně zaměřen na vytvoření řešení pro potřeby ministerstva. ◀

[Ing. Petr Císař, Ph.D.](#)

cisar@frov.jcu.cz

Zlodějíček, vrah neviňátek, nebo kořist? Vliv blešivce ježatého na raky

Sladkovodní ekosystémy čelí celosvětově nárůstu nepůvodních druhů, které v mnoha případech vykazují vlastnosti druhů invazních. Vliv invazních druhů na původní komunity je často škodlivý, přičemž počet invazních druhů, které se následně šíří, se stále zvětšuje. Díky tomu se v našich vodách často setkáváme s často nečekanými kombinacemi původních a nepůvodních druhů. Zatímco vliv invazních druhů na

ty původní je poměrně dobře dokumentovaný, vzájemné interakce více nepůvodních druhů jsou prostudované výrazně méně.

Sara Roje, mladá vědkyně jež v roce 2021 úspěšně dokončila doktorské studium, spolu se svými kolegy sledovala potenciál blešivce ježatého (*Dikerogammarus villosus*) ovlivňovat invazní druhy v evropských vodách, konkrétně

severoamerické zástupce – raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) a raka mramorovaného (*Procambarus virginalis*). Hlavním cílem studie bylo zjistit, zda může blešivec ježatý, kromě své úlohy potravního organismu (rovněž potvrzené touto studií), výrazně ovlivnit populace raků predací na jejich vajíčkách, vylíhlých ráčatech a juvenilních racích. Bylo potvrzeno, že blešivec ježatý je schopen požírat nejen volně se pohybující juvenilní raky a ztracená vajíčka raků, ale i aktivně predovat na snůškách vajíček a vylíhlých ráčat aktivně bráněných jejich matkou.

Výsledky ilustrují velkou žravost a konkurenceschopnost, stejně jako neočekávanou odvahu (či spíše drzost) tohoto malého bezobratlého živočicha schopného ovlivnit mnohem větší skupiny organismů tlakem na jejich potomstvo. Díky vysoké agresivitě, odvaze a žravosti není blešivec ježatý jen vítanou kořistí ryb a raků, ale i zdatným konkurentem. Druhy s menšími vajíčky a ráčaty jsou více náchylné predaci blešivcem ježatým, jak je patrné z větší predace na vajíčkách a juvenilech raka mramorovaného než u raka signálního. ◀

[M.Sc. Sara Roje, Ph.D.](#)

[Roje, S., Veselý, L., Švagrová, K., Kozák, P., Kouba, A., Buřič, M., 2021. Pilferer, murderer of innocents or prey? The impact of killer shrimp \(*Dikerogammarus villosus*\) on crayfish. Aquatic Sciences 83: 5. doi.org/10.1007/s00027-020-00762-8](#)

Projekt č. GA19-04431S: Teplotou ovlivněné změny v interakcích a ekologických rolích prominentních invazivních raků (Grantová agentura České republiky, 2019–2021)



Spolupráce s FAO

Dne 16. 5. 2019 byla uzavřena smlouva o spolupráci s Organizací pro výživu a zemědělství (Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO) a Fakultou rybářství a ochrany vod. Na základě této smlouvy fakulta s organizací spolupracuje v následujících oblastech. První aktivitou je členství v pracovní skupině pro genetické zdroje v akvakulturách při Komisi FAO pro genetické zdroje významné pro výživu a zemědělství. Druhou aktivitou je pořádání workshopů se zaměřením na udržitelnou akvakulturu. V roce 2021 se uskutečnil online seminář pořádaný ve spolupráci s CZECHGLOBE s názvem: „Aquatic ecosystem conservation and the sustainable development approach to inland fisheries management“.

FROV JU se stala jedním ze 17 zakládajících členů konsorcia „Global Sustainable Aquaculture Advancement Partnership“ (GSAAP) iniciovaného FAO a Chinese Academy of Fishery Sciences. Během následujícího období bychom rádi otevřeli diskuzi o možnostech spolupráce FAO s nově vznikající evropskou výzkumnou infrastrukturou DANUBIUS RI, která je zaměřena na studium říčního kontinua a interakcí řek a moří. Cíle a výstupy aktivit DANUBIUS RI mají úzký vztah nejen k akvakultuře, ale také k ostatním zemědělským aktivitám v okolí evropských řek a v příbřežních oblastech. V průběhu předsednictví ČR v EU budou na stálém zastoupení ČR v Bruselu (MZV ČR) působit dva stážisté z FROV JU. Oba Ph.D. studenti oboru rybářství budou spolupracovat na agendě spojené s rybolovem, rybářstvím a akvakulturou. ◀



**Food and Agriculture Organization
of the United Nations**





Studium na fakultě

4

Studijní programy a obory

Fakulta rybnářství a ochrany vod nabízí vysokoškolské vzdělání všech stupňů studia, od bakalářského přes navazující magisterské až po doktorské. Všechny programy je možné studovat v prezenční i kombinované formě. Výuka bakalářského a navazujícího magisterského studia je realizována především na Ústavu akvakultury a ochrany vod v kampusu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (budova ZR) a blízkém okolí (budova na Husově třídě). Nejvyšší počet studentů doktorského studia působí v laboratořích Výzkumného ústavu rybnářského a hydrobiologického ve Vodňanech.



Bakalářské studium

Bc.

Po absolvování tříletého studia získává absolvent titul bakalář (Bc.). Na Fakultě rybnářství a ochrany vod JU je možné studovat dva studijní obory/programy: **Rybnářství** a **Ochrana vod**. U obou studijních oborů/programů je kladen důraz na jazykovou přípravu studenta, absolvent by měl být schopen bez problémů komunikovat ústně i písemně v anglickém jazyce. Studenti prezenční formy studia absolvují odborné a provozní praxe v podnicích zabývajících se akvakulturou, vodním hospodářstvím a souvisejícími obory. Praxi mohou studenti absolvovat také formou pracovní stáže v cizině, tyto stáže jsou podporovány zejména z programu Erasmus+. Bakalářské studium je na FROV JU možné absolvovat pouze v českém jazyce.

Studijní obor **Rybnářství** propojuje odborné znalosti v oblasti biologicko-ekologických vazeb vodních organismů se znalostmi moderních technologií a technik v chovu ryb a produkčním rybnářství. Studenti se rovněž seznamují s managementem ochrany vod a vodního hospodářství a se související právní legislativou v rybnářství i ochraně vod. Absolventi jsou kvalifikováni k činnostem souvisejícími s chovem ryb, výkonem rybnářského ale i mysliveckého práva a zároveň jsou připraveni k odborné práci v oblastech spjatých s ochranou životního prostředí, vodohospodářstvím a kvalitou vod na úrovni nižšího a středního managementu.

Stejně jako obor Rybnářství i program **Ochrana vod** propojuje znalosti z všeobecných předmětů s odborným a praktickým technologickým zaměřením v dané oblasti. Absolvent ovládá základní vysokoškolskou problematiku teoretických předmětů přírodovědného základu, která je dále rozváděna v profylujících oblastech chemie a ekologie vodního prostředí, legislativní ochrany a užívání vod v rámci EU, technologických prvků čištění odpadních vod, vodárenství, vodohospodářství, vodních staveb. Opomenuto není pochopení fyzikálních vlastností vod v různých prostředích, koloběhu vody v krajině, vlivu klimatu na množství vody v krajině a trofi prostředí a v neposlední řadě související rybnářské problematiky. Cílem studia programu Ochrana vod je připravit ekologicko-technicky orientované odborníky, kteří jsou zárukou dodržování a vylepšování legislativy týkající se ochrany vod a životního prostředí na úrovni nižšího a středního managementu.



Ing.

Navazující magisterské studium

Po absolvování dvouletého navazujícího studia získává absolvent titul inženýr (Ing.). Na FROV JU je možné studovat navazující magisterský studijní obor **Rybnářství a ochrana vod** v českém jazyce, případně **Fishery and Protection of Waters** v anglickém jazyce. Stejně jako u bakalářského studia, je i u navazujícího magisterského studia kladen důraz na kvalitní jazykovou přípravu a absolvování odborné praxe. ↔

Studijní obor **Rybářství a ochrana vod** je komplexním oborem, který kombinuje a prohlubuje znalosti z biologické, ekologické i technologické stránky rybníkářství a problematiku vodního hospodářství a ochrany vodního prostředí. Problematika rybníkářství a ochrany vod je v tomto studijním programu chápána neoddělitelně a komplexně a odvíjí se od legislativních požadavků i novodobých trendů a potřeb. U rybníkářství se to týká zejména speciálních chovů ryb, reprodukce a šlechtění ryb, u ochrany vod pak ochrany vodních zdrojů, opatření na podporu biodiverzity volně žijících organismů, managementu volných vod, čištění odpadních vod a aspektu kontaminace vodního prostředí. Studium je vhodné pro absolventy obou nabízených bakalářských oborů/programů na naší fakultě, zvládnou jej však i absolventi příbuzných bakalářských oborů/programů.



Ph.D.

Doktorské studium

Doktorské studium na Fakultě rybníkářství a ochrany vod JU představuje zajímavou možnost pokračovat v dosažení vědeckých poznatků a prohlubování si znalostí získaných během magisterského studia. Doktor- ské studijní programy jsou nastaveny jako silně výzkumně orientované, studenti jsou součástí týmů výzkumných laboratoří. Cílem je připravit studenty na budoucí vědeckou, výzkumnou či pedago- gickou dráhu ve vysokoškolských či výzkumných institucích. Studium lze absolvovat v prezenční nebo kombinované formě v českém a v ang- lickém jazyce. Od roku 2020 FROV JU nabízí dva doktorské studijní programy: **Rybníkářství** (Fishery) a **Ochrana vodních ekosystémů** (Protection of Aquatic Ecosystems).

Studium v programu **Rybníkářství** (Fishery) je orientováno na oblast rybníkářství, biologie a chovu ryb, ochrany populací ryb, rybníkářského ob- hospodařování volných vod, udržování hydrocenózy volných vod v sou- ladu se současnými ochrannými přístupy a na další příbuzné oblasti.

Studijní program **Ochrana vodních ekosystémů** (Protection of Aquatic Eco- systems) prohlubuje znalosti a schopnosti zejména v oblasti chemie životního prostředí, toxikologie, ekologie vodního prostředí, molekulární biologie a chrany životního prostředí. ◀



Naši úspěšní studenti a absolventi

Bc. Kateřina Marková

Kateřina je úspěšnou a dlouholetou repre- zentantkou České republiky v rybolovné techni- ce neboli Casting sportu. Během své dosavadní závodnické kariéry získala celkem 66 zlatých, 20 stříbrných a 15 bronzových medailí. Závodní se- zóna v roce 2020 byla kvůli koronavirové situaci zrušena, Kateřina však na své předchozí úspě- chy navázala v roce 2021, kdy na Mistrovství České republiky vybojovala 5 zlatých, 3 stříbr- né a 1 bronzovou medaili v disciplínách jednot- livců i družstev. Úspěšně pokračovala také na světovém šampionátu v Budapešti, kde získala v pěti disciplínách titul mistryně světa a v dal- ších čtyřech titul vicemistryně světa. Ve svém volném čase vede řadu zájmových kroužků pro děti a také podniká v oblasti výroby kosmeti- ckých produktů.

Po absolvování Střední rybníkářské školy ve Vodňanech Kateřina v roce 2017 začala studovat Fakultu rybníkářství a ochrany vod JU, zde v roce 2021 absolvovala studijní obor Rybníkářství. Ve stejném roce se zapsala do navazujícího magi- sterského studia v oboru Rybníkářství a ochrana vod. Fakulta Kateřinu během jejího studia něko- likrát podpořila prostřednictvím mimořádných stipendií pro sportovce, a to za výborné umís-

tění v národních či mezinárodních mi- strovstvích a tak- též mimořádným stipendiem pro sportovce za úče- lem usnadnění účasti na význam- ných sportovních akcích, podpoře tréninku či sportov- ních výkonů. Ke své- mu dosavadnímu pů- sobení na FROV JU říká: „FROV je naprosto jedinečná fakulta, která je mi svým „ro- dinným“ přístupem ke studiu velmi blízká. Přestože je studium na fakultě z hlediska odborné stránky poměrně náročné, díky lidské- mu přístupu ze stran studentů i fakulty je vždy dostatek prostoru na individuální jednání a stu- dium na naší fakultě je tak opravdu příjemné.“ V blízké budoucnosti by chtěla pokračovat ve své úspěšné sportovní kariéře, kde rozvíjí nejen sebe, ale i další mladé rybníkáře a děti. Zároveň se chce věnovat svému dalšímu studiu na „Frov- ce“ a v neposlední řadě i svému podnikání.



Ing. Martin Musil



Martin již v útlém věku zcela propadl sportovní rybařině, ke které ho přivedl jeho dědeček a později i tatínek. Od 13 let se začal specializovat na lov lososovitých ryb na umělé mušky, v této disciplíně začal reprezentovat Jihočeský územní svaz a Rybářský sportovní klub České Budějovice. Úspěchy se dostavily nejen na republikové, ale i na světové úrovni.

Mezi republikové úspěchy Martin řadí vítězství v nejvyšší lize ČR, nespočet medailí z pohárových závodů a zlatou týmovou medaili z Mistrovství České republiky. V roce 2011 zařadil mezi své úspěchy také dvě zlaté týmové a jednu individuální medaili z mistrovství světa. Momentálně působí jako trenér juniorské reprezentace ČR, kde za dva roky svého působení přidal ke svým úspěchům ještě bronzovou a zlatou týmovou medaili. Ve zbytku volného času vede rybářské kroužky a pořádá populárně naučné přednášky o rybách a přírodě.

Po absolvování osmiletého gymnázia věděl, že chce pokračovat v rodinné rybářské tradici, a proto pro něj byla Fakulta rybářství a ochrany vod jednoznačnou volbou. V roce 2019 dokončil navazující magisterské studium v oboru Rybářství a ochrana vod, téhož roku nastoupil na prezenční doktorské studium v programu Rybářství. Momentálně působí v Laboratoři sladkovodních ekosystémů, kde se zabývá interakcemi mezi invazivními druhy ryb a raků, je členem vědeckých týmů zabývajících se ekologickými změnami v dnešních ekosystémech. Ke svému dosavadnímu působení na fakultě říká: *„Studium a vůbec celé působení na fakultě mě neuvěřitelně naplňuje, protože trávím tolik času v přírodě, kterou tak miluji. V budoucnu bych se chtěl věnovat tvorbě legislativy a většímu propojení vědeckých studií a názorů právě při tvorbě a implementaci zákonů a vyhlášek týkajících se sladkovodních ekosystémů. V roce 2022 absolvuji stáž na Stálém zastoupení ČR v Bruselu, kde budu členem pracovního týmu, který se bude věnovat problematice rybolovu a akvakultury v EU. Fakulta mně i ostatním studentům vždy ve všem vyšla naprosto vstříc. Jednou z největších priorit fakulty je podpora zahraničních mobilit studentů. Fakulta podporuje ale i další aktivity studentů jak formou stipendií, tak materiální a odbornou pomocí, za což jí patří velký dík. Naše fakulta patří v Evropě k těm nejlepším a nejprestižnějším ve svém oboru, takže o uplatnění ve svém budoucím profesním životě nemusím mít obavy.“*

Ing. Vít Profant

Když se Vít rozhodl, jakým směrem se po gymnáziu vydat, převážila u něj láska k přírodě, vodě a hlavně rybám. Proto se zapsal ke studiu bakalářského oboru Rybářství. Po bakalářských státnicích dostal první příležitost vyzkoušet si práci v zahraničí, konkrétně ve Skotsku. Zpětně právě tuto příležitost hodnotí jako jakýsi životní milník. Během navazujícího magisterského studia využil programu Erasmus+ a vyjel na pracovní stáž do dánské firmy AquaPri se zaměřením na intenzivní chov candáta obecného. Původně plánoval v Dánsku zůstat tři měsíce, nakonec si však stáž prodloužil na sedm měsíců. V zahraničí získal nejen pracovní zkušenosti, ale také si zdokonalil angličtinu a získal mnoho přátel a budoucích kolegů.

Po návratu z Dánska Vít nejen dokončoval své studium, ale zároveň působil na částečný pracovní úvazek jako odborný asistent v Laboratoři intenzivní akvakultury pod vedením docenta Tomáše Policara, který byl zároveň i vedoucím jeho diplomové práce.



Své studium si Vít díky stáži o rok prodloužil, a získal tak cennou praxi v oboru a mnoho kontaktů. Ještě během studia mu bylo nabídnuto několik pracovních pozic. On se rozhodl přijmout nabídku švýcarské firmy SWIFISH, kde momentálně působí jako produkční manažer a zástupce vedoucího. Vít je příkladem toho, jak může zahraniční stáž ovlivnit celý život. Sám ke svému rozhodnutí říká: *„Udělat rozhodnutí a odjet za prací do zahraničí nebylo vůbec jednoduché, zejména s ohledem na osobní život a mou přítelkyni. Zpětně bych ale řekl, že to bylo dobré rozhodnutí, které posílilo náš společný vztah a naučilo jsme se užívat si společně stráveného času, který není samozřejmostí. A do budoucna? Kdo ví, ale mou srdeční záležitostí je Skandinávie...“*

Bc. Ondřej Bartoš a Ing. Marek Kodras

Ondřeje a Marka spojuje nejen studium na FROV JU a láska k vodě a přírodě, ale hlavně spolek Přátelé vod pětileté růže, jemuž Ondřej předsedá. Hlavním zájmem spolku je ochrana vodních ekosystémů a organismů v nich žijících. Tým spolku Přátelé vod pětileté růže je složen z nadšenců do přírody. Své počínání spolek konzultuje s odborníky jak z oblasti vědy a výzkumu, tak i soukromých neziskových organizací nebo státních institucí. Snahou spolku je využívat nejnovější trendy výzkumu napříč obory tak, aby přírodě opravdu pomáhal, a ne naopak. O společném působení ve spolku Marek říká: „Společně s Ondrou pracujeme na zlepšení hospodaření na pstruhových revírech a chovných potocích, svou činností se snažíme motivovat i ostatní rybáře. Do budoucna se chystám nadále věnovat současné činnosti, moc bych si přál, aby se nám podařilo zrealizovat revitalizaci některého ze zničených úseků našich potoků či migračně zprostitelnit alespoň několik překážek na našich tocích. Tím bychom mohli výrazně pomoci v posílení populací pstruha obecného či lipana pod-

horního v našich revírech, zároveň bychom šli příkladem a motivovali další spolky a organizace k podobné činnosti.“ Je nutné podotknout, že spolku se věnují ve svém volném čase – Ondřej pracuje pro Agenturu ochrany přírody a krajiny v Praze a Marek podniká.

Marek i Ondřej absolvovali v roce 2018 na FROV JU bakalářský studijní obor Rybářství.

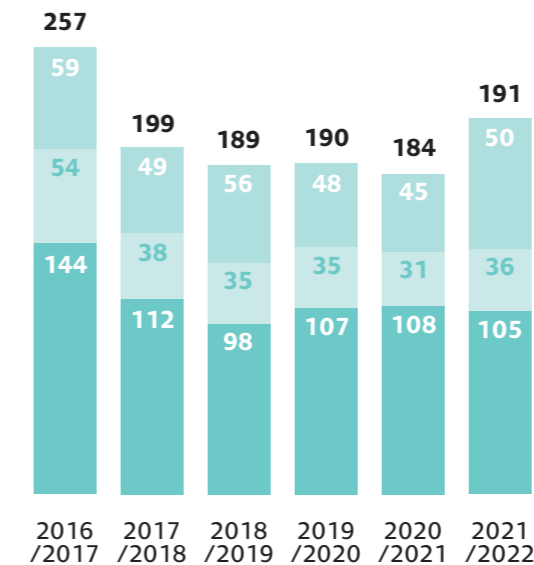
Oba se také následně zapsali do navazujícího magisterského studia, to však zatím dokončil pouze Marek. Oba se shodují, že velikou výhodou fakulty je otevřenost vůči studentům, kteří dostávají mnoho příležitostí k vlastnímu rozvoji. ◀



Počty studentů v letech 2016–2022

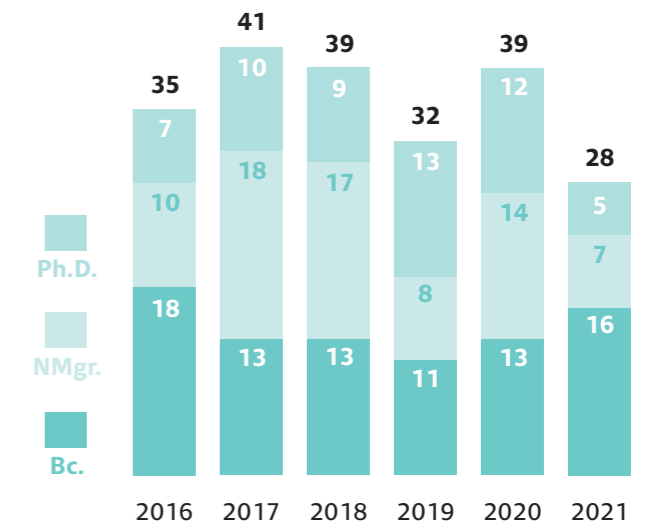
Počty studentů v letech 2016–2022

(počítán akademický rok)



Počty absolventů v letech 2016–2022

(počítán kalendářní rok)



Od doby vzniku FROV JU v roce v 2009 do konce roku 2021 prošlo úspěšně studiem 461 absolventů.

Stipendia

Fakulta rybnářství a ochrany vod JU nabízí velké množství různých stipendií. Za výborné studijní výsledky mohou studenti a studentky prezenční formy studia získat **prospěchová a prémiová stipendia**. Nadaní studenti a sportovci mohou získat **mimořádná stipendia**. Od roku 2018 fakulta uděluje také **mimořádné stipendium na podporu bakalářských studentů** s dobrými studijními předpoklady. Děkan může také přiznat **mimořádné stipendium** v případech hodných zvláštního zřetele, např. za reprezentaci či propagaci fakulty, za významné zapojení se do činností výzkumných laboratoří FROV JU apod.

Výše přidělených stipendií.

2020	2021
580 000,- Kč	633 000,- Kč



Co dalšího fakulta studentům nabízí?

Exkurze studentů

Studenti mají možnost účastnit se velkého počtu exkurzí v České republice i v zahraničí. Exkurze do vodohospodářských objektů, podniků zabývajících se akvakulturou i významných chráněných oblastí jsou atraktivním způsobem, jak studentům ukázat praxi, o které se učí v teoretických odborných předmětech. Exkurze v České republice jsou obvykle jednodenní, případně dvoudenní. Zahraniční exkurze obvykle směřují do zemí jako je Slovensko, Maďarsko, Rakousko, Německo či Polsko. Obvykle se jedná o vícedenní zájezdy, které umožňují návštěvu více subjektů, které pak mohou studenti mezi sebou porovnávat.

V souvislosti s pandemií Covid-19 byly exkurze v letech 2020 a 2021 značně omezené.



Praxe studentů

Během studia bakalářského a navazujícího magisterského studia studenti absolvují odborné a provozní praxe v podnicích zabývajících se akvakulturou, vodním hospodářstvím a souvisejícími obory. Praxi mohou studenti absolvovat také formou pracovní stáže v cizině, realizované prostřednictvím programu Erasmus+.

Výjezdy do zahraničí



Studenti všech stupňů studia mohou vycestovat do zahraničí v rámci programu Erasmus+. Program Erasmus+ přináší studentům možnost vycestovat na studijní pobyty, pracovní či absolventské stáže. V případě 3–12měsíčního studijního pobytu na univerzitě zapojené do programu Erasmus+ musí student v zahraničí získat minimálně 18 ECTS kreditů uznatelných v rámci jeho studia na FROV JU. Pracovní či absolventskou stáž v délce 2–12 měsíců může student absolvovat na jakékoliv univerzitě, instituci, organizaci či firmě, která sídlí v zemi zapojené do programu Erasmus+.

V letech 2020 a 2021 byly výjezdy do zahraničí omezeny kvůli pandemii Covid-19, přesto 11 studentů z FROV JU (1 student bakalářské stupně studia, 2 studenti navazujícího magisterského stupně studia a 8 studentů doktorského stupně studia) odjelo na pracovní stáže do Dánska, Irska, Německa, Portugalska, Slovenska, Španělska, Švédska a Velké Británie.

Studentský život

Mnoho studentů FROV JU se aktivně podílí na společenském životě Jihočeské univerzity, ať už jako členové studentských organizací a spolků anebo jako návštěvníci společenských akcí. Jedna z nejoblíbenějších událostí, pořádaných na Fakultě rybářství a ochrany vod JU, je pasování studentů druhého ročníku oboru Rybářství do cechu rybářského. Pasování pořádají studenti prvního ročníku navazujícího magisterského studia a obvykle se odehrává v dubnu na Branišovské rybníční soustavě v Českých Budějovicích. Této tradiční události se účastní nejen současní studenti, ale také absolventi, zaměstnanci a akademičtí i vědečtí pracovníci. Bohužel se tradiční pasování v letech 2020 a 2021 nekonalo z důvodu pandemie Covid-19, doufáme v obnovení této tradice v roce 2022. ◀





Celoživotní vzdělávání

5

Celoživotní vzdělávání

Celoživotní vzdělávání je na Fakultě rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích převážně zajišťováno skrze pracoviště děkanátu s názvem Mezinárodní environmentální vzdělávací, poradenské a informační středisko ochrany vod Vodňany (MEVPIS), které organizuje konference, semináře, přednášky, letní školy, kurzy a workshopy nejen pro fakultu, ale i pro širokou veřejnost, firmy, státní správu a školské instituce. Významnou měrou se pracoviště podílí na vzdělávacích aktivitách fakulty v oblasti rybářství a ochrany vod.

V letech 2020 a 2021 naši činnost výrazně ovlivnila situace související s pandemií koronaviru. Vinou epidemiologických opatření se celkový počet akcí snížil zhruba na polovinu. Ze stejného důvodu se zrušila nebo posunula i většina tuzemských a mezinárodních konferencí a dalších akcí pro veřejnost.

Prostor vzniklý dopadem epidemiologických opatření jsme vyplnili řadou činností. Inovovali jsme například programy pro mateřské, základní a střední školy, navázali jsme nové spolupráce s řadou našich akademických pracovníků a Ph.D. studentů. Naučili jsme se také více využívat virtuální prostředí, do kterého jsme přesunuli např. XVII. Rybářskou a ichtyologickou konferenci, workshop Organizace pro výživu a zemědělství (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 2021 či Oslavu Světového Dne vody 2021, kdy jsme se v rámci této osvětové akce zapojili do celosvětové výzvy „Nazuj tenisky a poběž pro vodu“. Rovněž jsme enormně navýšili čas, ve kterém zabezpečujeme propagaci fakulty, zajistili jsme 3D skenování budov fakulty a v neposlední

řadě jsme se pustili i do natáčení mnoha vzdělávacích videí. Dělali jsme pochopitelně maximum proto, abychom odvedli co nejvíce aktivit, kde mohli být fyzicky přítomni účastníci kurzů a návštěvníci naší fakulty. Mezi tyto akce patřila nejen řada vzdělávacích programů a seminářů, ale i kulturní a společenské akce, mezi kterými bychom mohli zmínit např. jazzové pikniky či velmi úspěšný festival na oslavu začátku akademického roku FROVfest. Celkem se návštěvnost za roky 2020 a 2021 pohybovala zhruba na úrovni 12 000 návštěvníků.

V areálu MEVPIS Vodňany jsme vysázeli velké záhony okrasných květin a jedlých keřů, jejichž plody mohou ochutnat naši návštěvníci a účastníci kurzů. Vyčistili jsme část Blanického náhonu, a to zejména od jednorázových vlhčených ubrousků. Zároveň jsme se zamysleli nad celkovou vizí areálu a ve spolupráci s Přírodovědným muzeem Semenec jsme připravili „Studii úprav areálu MEVPIS FROV JU ve Vodňanech pro edukativní činnost“, kterou bychom rádi, podle finančních možností, v následujících letech realizovali. V neposlední řadě jsme se podíleli na přípravě nejrůznějších aktivit spřátelených organizací. Jako příklad uvádíme spolupráci s píseckou galerií Sladovna, se kterou jsme připravili výstavu „Voda mě napadá“, kterou za 6 měsíců navštívilo přibližně 10 000 návštěvníků.

I přes veškeré nesnáze, které nám do života přinesla pandemie, jsme byli schopni realizovat maximum možných akcí v rámci různých opatření a udržet, a dokonce i rozvíjet spolupráci jak s tuzemskými, tak zahraničními partnery. ◀







Fakulta v číslech

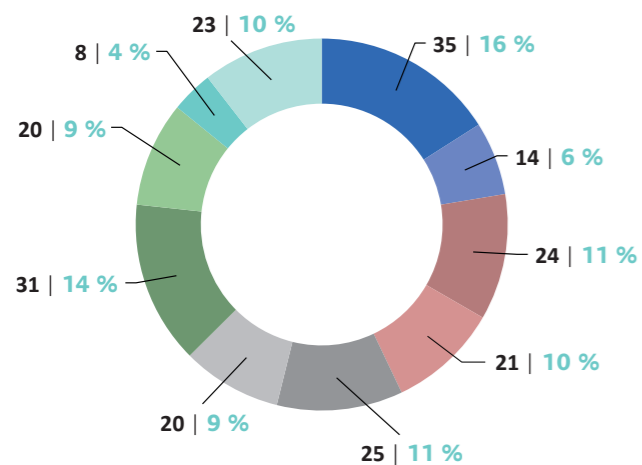
6

Zaměstnanci



Evidenční počet zaměstnanců
k 31. 12. 2020

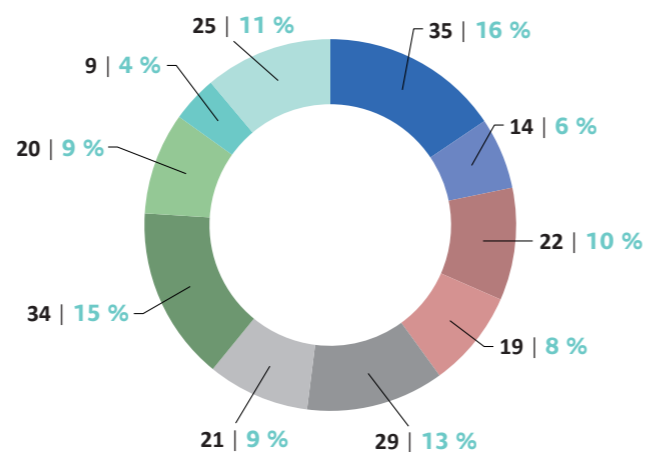
221



■ akademický pracovník ♂ ■ vědecký pracovník ♂ ■ Ph.D. studenti ♂ ■ technici ♂ ■ adm. pracovníci ♂
 ■ akademický pracovník ♀ ■ vědecký pracovník ♀ ■ Ph.D. studenti ♀ ■ technici ♀ ■ adm. pracovníci ♀

Evidenční počet zaměstnanců
k 31. 12. 2021

228



■ akademický pracovník ♂ ■ vědecký pracovník ♂ ■ Ph.D. studenti ♂ ■ technici ♂ ■ adm. pracovníci ♂
 ■ akademický pracovník ♀ ■ vědecký pracovník ♀ ■ Ph.D. studenti ♀ ■ technici ♀ ■ adm. pracovníci ♀

Ekonomika



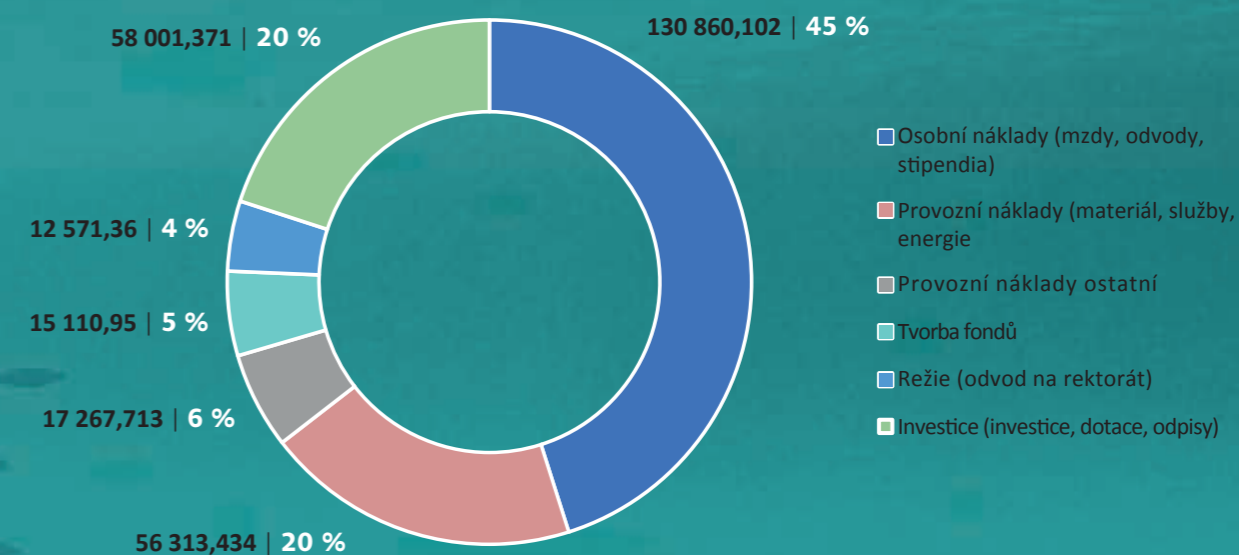
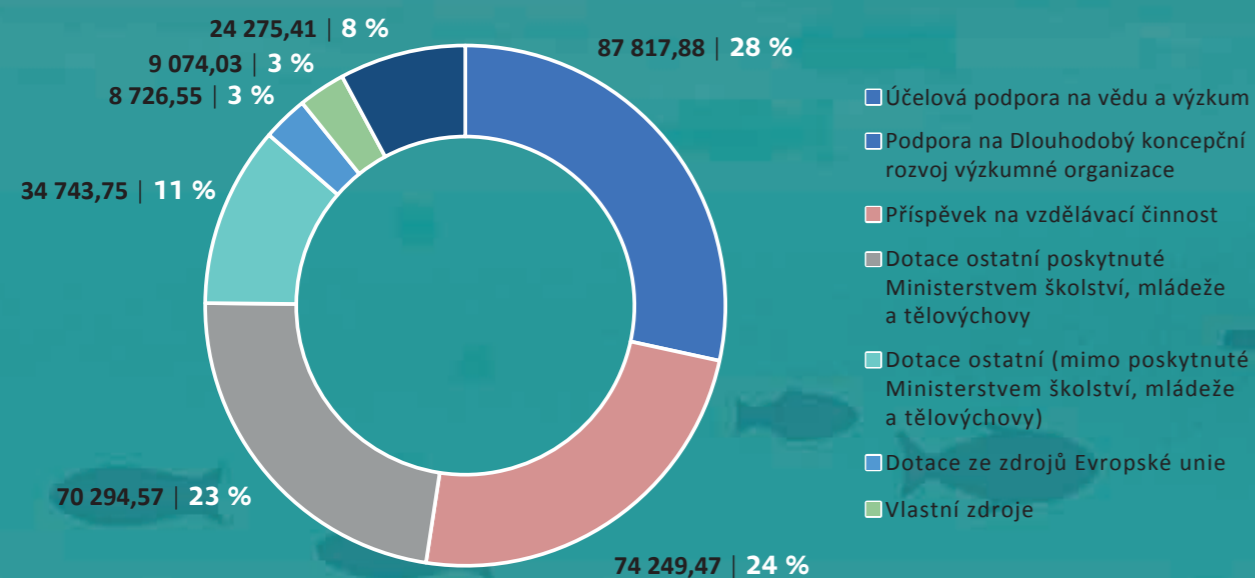
Zdroje financování r. 2020 vč. čerpání fondů v tis. Kč

293 000



Vynaložení zdrojů r. 2020 v tis. Kč

290 000





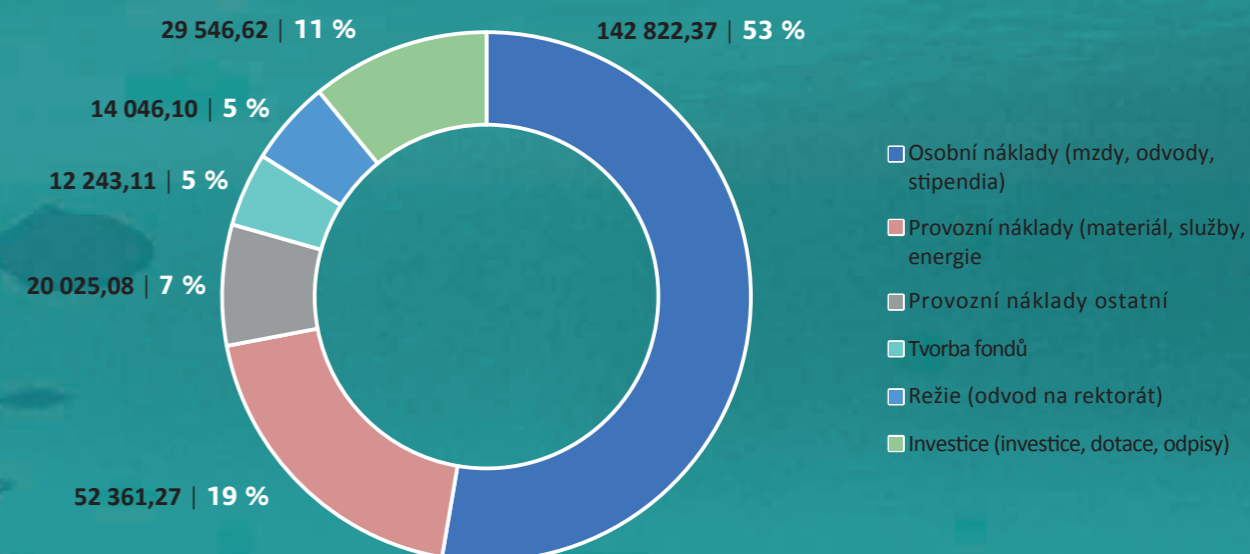
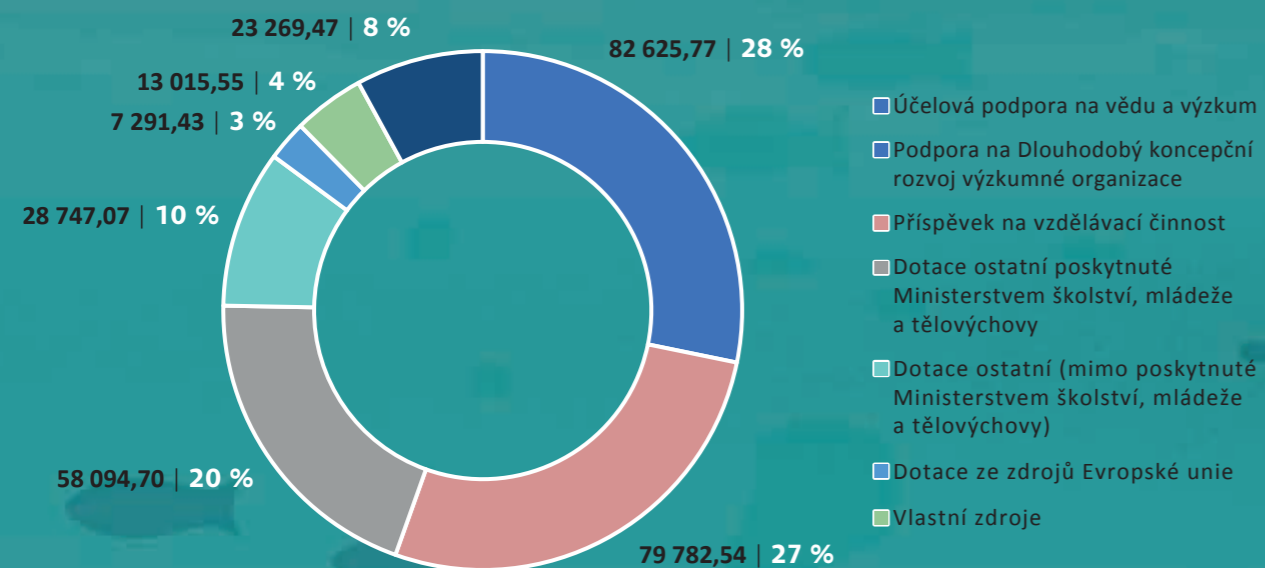
Zdroje financování r. 2021 vč. čerpání fondů v tis. Kč

273 000



Vynaložení zdrojů r. 2021 v tis. Kč

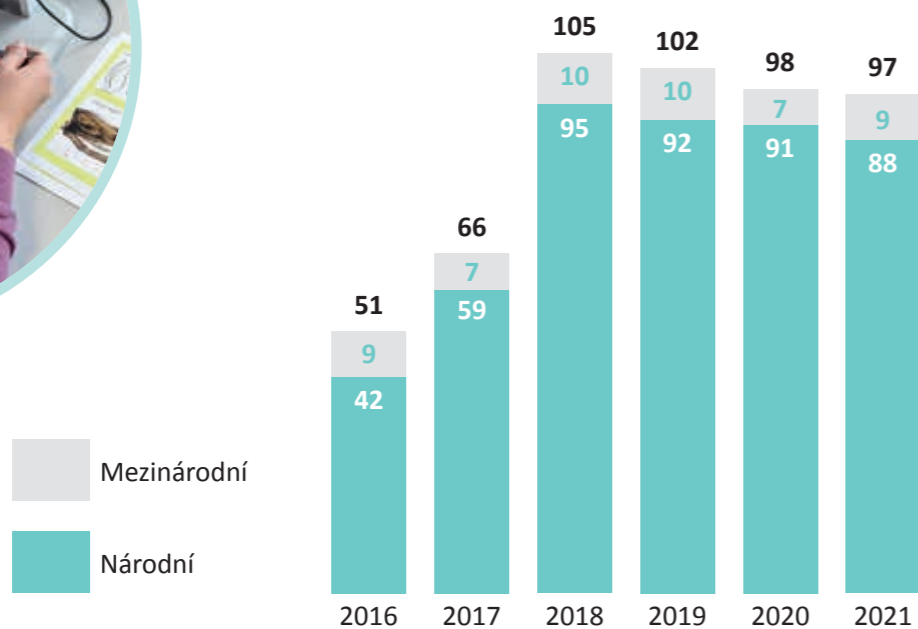
271 000



Běžící projekty



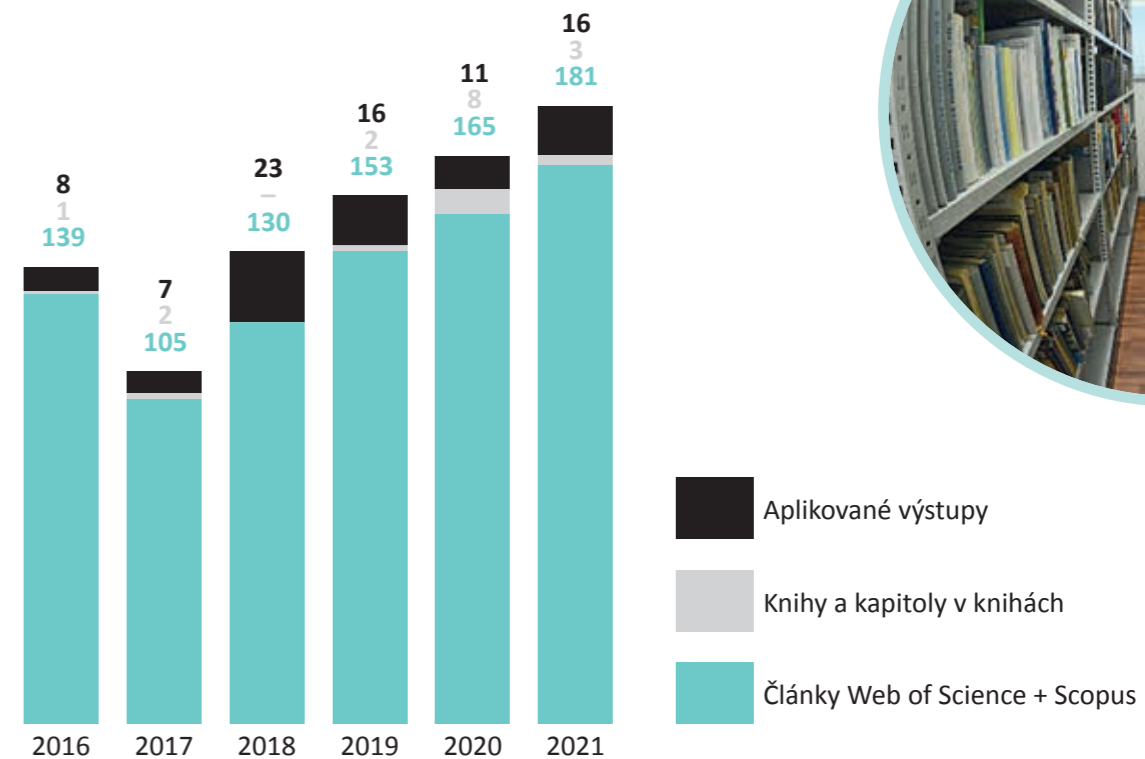
Národní a mezinárodní projekty v letech 2016–2021



Publikace



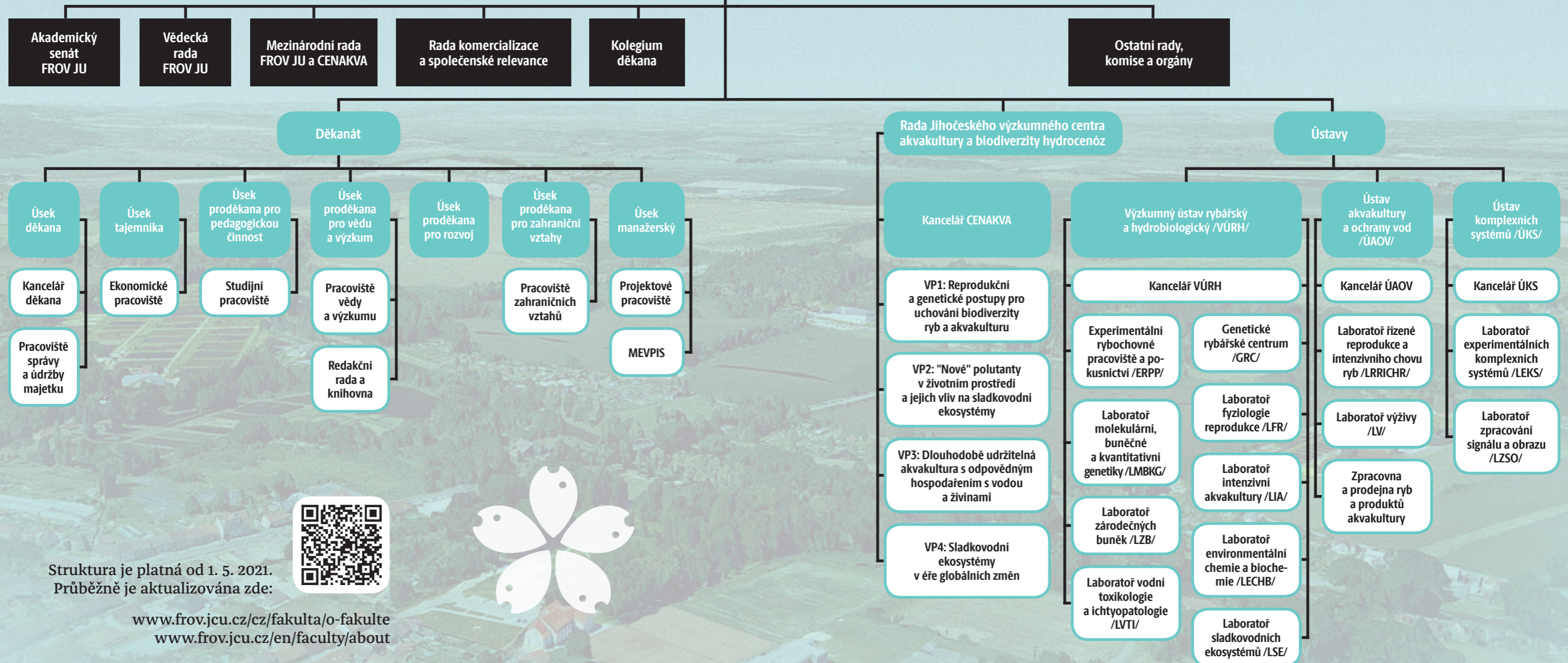
Publikační činnost v letech 2016–2021





Organizační struktury fakulty

FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD JU



Struktura je platná od 1. 5. 2021.
Průběžně je aktualizována zde:



www.frov.jcu.cz/cz/fakulta/o-fakulte
www.frov.jcu.cz/en/faculty/about



Vedení fakulty



Děkan

prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.

kozak@frov.jcu.cz



Proděkan pro pedagogickou činnost, zástupce děkana

doc. Ing. Martin Kocour, Ph.D.

kocour@frov.jcu.cz



Proděkan pro vědu a výzkum

doc. Ing. Antonín Kouba, Ph.D.

akouba@frov.jcu.cz



Proděkan pro zahraniční vztahy

doc. Ing. Vladimír Žlábek, Ph.D.

vzlabek@frov.jcu.cz



Proděkan pro rozvoj, ředitel Ústavu komplexních systémů

Ing. Petr Císař, Ph.D.

cisar@frov.jcu.cz



Ředitel Ústavu akvakultury a ochrany vod

Ing. Jan Kašpar

jkaspar@frov.jcu.cz



Ředitel Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického

prof. Ing. Tomáš Randák, Ph.D.

trandak@frov.jcu.cz



Vedoucí Úseku manažerského

Ing. Michal Hojdekr, MBA

hojdekr@frov.jcu.cz



Tajemnice

Ing. Jaromíra Vondrášková

vondraskova@frov.jcu.cz

Vědecká rada

prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D., FROV JU, Vodňany – předseda

doc. Ing. Antonín Kouba, Ph.D., FROV JU, Vodňany – tajemník

Interní členové

doc. Ing. Tomáš Policar, Ph.D., FROV JU, Vodňany

doc. Ing. Vladimír Žlábek, Ph.D., FROV JU, Vodňany

prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc., FROV JU, Vodňany

prof. Ing. Martin Flajšhans, Dr. rer. agr., FROV JU, Vodňany

prof. Ing. Tomáš Randák, Ph.D., FROV JU, Vodňany

doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D., FROV JU, České Budějovice

doc. Ing. Martin Kocour, Ph.D., FROV JU, Vodňany

prof. RNDr. Dalibor Štys, CSc., FROV JU Nové Hradky

Ing. Petr Císař, Ph.D., FROV JU, Nové Hradky

doc. Mgr. Roman Grabic, Ph.D., FROV JU, Vodňany

prof. RNDr. Tomáš Polívka, Ph.D., PřF JU, České Budějovice

doc. RNDr. Josef Matěna, CSc. (do 13. 10. 2021), PřF JU a Biologické centrum AV ČR, v.v.i., České Budějovice

doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D. (od 14. 10. 2021), PřF JU, České Budějovice

Externí členové

prof. Ing. Petr Ráb, DrSc., Ústav živočišné fyziologie a genetiky Akademie věd ČR, v.v.i., Liběchov

prof. RNDr. Luděk Bláha, Ph.D., PřF, Masarykova univerzita, Brno

prof. RNDr. Milan Gelnar, CSc., PřF, Masarykova univerzita, Brno

prof. Ing. Lukáš Kalous, Ph.D. (do 13. 10. 2021), Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

prof. RNDr. Eva Zažímalová, CSc., Akademie věd ČR, v.v.i., Praha (od 14. 10. 2021)

prof. Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D., Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

prof. Ing. Radka Kodešová, CSc., Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. Dr. Pavel Jurajda, Ústav biologie obratlovců, AV ČR, v.v.i., Brno

doc. Mgr. Pavel Drozd, Ph.D., PřF, Ostravská univerzita, Ostrava

Akademický senát

Akademičtí pracovníci

MVDr. Eliška Zusková, Ph.D. – předsedkyně

doc. Ing. Tomáš Polícar, Ph.D.

doc. Mgr. Roman Grabic, Ph.D.

Ing. David Gela, Ph.D.

Dr hab. Ing. Josef Velíšek, Ph.D. (do 6. 6. 2021) / **doc. Ing. Martin Bláha, Ph.D.** (od 7. 6. 2021)

RNDr. Bořek Drozd, Ph.D. / **Ing. Pavel Lepič, Ph.D.** (od 7. 6. 2021)

doc. Ing. Vlastimil Stejskal, Ph.D. (do 6. 6. 2021) / **Ing. Kateřina Grabicová, Ph.D.** (od 7. 6. 2021)

Ing. Petr Dvořák, Ph.D. (do 6. 6. 2021) / **doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D.** (od 7. 6. 2021)

Studenti

Ing. Alžběta Strouhová / Ing. Zuzana Bláhová / Ing. Lenka Kajgrová (od 10. 5. 2021) – mistopředsedkyně

Ing. Martin Hubálek

Ing. Vít Profant / Ing. Petra Nováková / Ing. Nikola Třešňáková (od 7. 6. 2021)

Bc. Oldřich Pecha / Lucie Žaloudková (od 7. 6. 2021)



Rada komercializace a společenské relevance FROV JU a CENAKVA*

* Rada komercializace a společenské relevance FROV JU a CENAKVA nahradila od 3. 9. 2021 Kontrolní radu FROV JU a CENAKVA.

prof. PhDr. Bohumil Jiroušek, Dr.

rektor JU v Českých Budějovicích

prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.

děkan FROV JU

doc. Ing. Vladimír Žlábek, Ph.D.

ředitel CENAKVA, FROV JU

Mgr. RNDr. Růžena Štemberková, Ph.D.

vedoucí Kanceláře transferu technologií JU v Českých Budějovicích

Ing. Rut Bízková

členka Rady pro výzkum, vývoj a inovace

PhDr. Ing. Vlastislav Bříza Ph.D.

KOH-I-NOOR holding, a.s.

Ing. Jan Cihlář

ředitel Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s.

RNDr. Jakub Horecký, Ph.D.

Ministerský rada MŽP ČR

Mgr. Pavel Hubený

ředitel Národního parku Šumava

Ing. Jan Hůda, Ph.D.

Prezident Rybářského sdružení ČR

RNDr. Eva Janoušková, Ph.D.

ředitelka Centra pro transfer technologií, Masarykova univerzita

Ing. Silvana Jirotková

náměstkyně sekce hospodářské politiky a podnikání, MPO ČR

doc. Ing. Jiří Krechl, CSc.

CzechInvest

Ing. Jan Kříž

Náměstek pro řízení sekce fondů EU, MŽP ČR

MUDr. Martin Kuba

hejtman Jihočeského kraje

RNDr. Petr Kubala

generální ředitel Povodí Vltavy

RNDr. Pavel Punčochář, CSc.

Sekce vodního hospodářství, MZ ČR

Mgr. Mark Rieder

ředitel Českého hydrometeorologického ústavu

Ing. Hana Šťastná

ředitelka Agrární komory Jihočeského kraje

Ing. Vilém Žák

ředitel a člen představenstva SOVAK ČR

Mezinárodní rada fakulty a centra CENAKVA

Předseda

Prof. Johan Verreth

Wageningen University, Graduate School WIAS, Nizozemí

Prof. Sadasivam Kaushik

INRA, Francie

Prof. Mats Tysklind

Umea University, Department of Chemistry, Švédsko

Prof. Achim Kohler

Norwegian University of Life Sciences, Norsko

Prof. Bela Urbányi

Szent István University, Maďarsko

Dr. Marc Vandeputte

INRA-IFREMER, Francie

Prof. Dr. Werner Kloas

Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Německo



Jihočeské výzkumné centrum akvakultury
a biodiverzity hydrocenóz (CENAKVA)

Jihočeské
výzkumné
centrum
CENAKVA
akvakultury
a biodiverzity
hydrocenóz



Stručný přehled 2020/2021



CENAKVA

Jihočeské
výzkumné centrum
akvakultury
a biodiverzity
hydrocenóz



221/228

zaměstnanců

z toho **94/90**
akademických
a vědeckých
pracovníků

82/88 technických
a administrativních
pracovníků



165/181

článků
Web of Science
+ Scopus

11/16

aplikovaných
výstupů



97/98

projektů

z toho
88/91
národních

9/7
mezinárodních



105/108

Bc. studentů

36/31

NMgr. studentů

45/50

doktorandů



8

rybníků nad 1 ha
(celkem **41,2** ha)

68

experimentálních
rybníčků
(celkem **9,3** ha)



3

ústavy

1

výzkumné centrum
CENAKVA

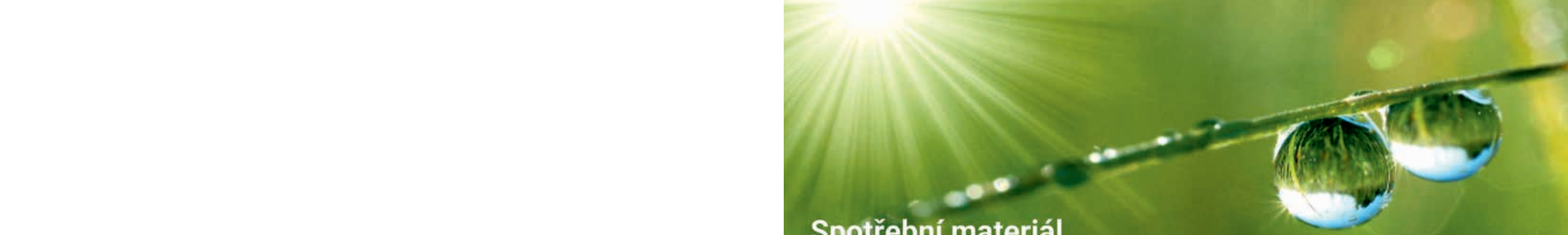
14

laboratoří

293 000

273 000

rozpočet v tis. Kč



Spotřební materiál pro vzorkování a analýzy životního prostředí



www.hpst.cz | www.labicom.cz | eshop.labicom.cz | info@hpst.cz | +420 244 001 231

HPST, s.r.o., Na Jetelce 69/2, 190 00 Praha 9



Ústřední úřad
rybníkářství
a ochrany vod



FROV JU, Vodňany, 2022
ISBN 978-80-7514-152-1