Hrvatsko biološko društvo
SOCIETAS BIOLOGORUM CROATICA
Croatian Biological Society

15. HRVATSKI BIOLOŠKI KONGRES
s međunarodnim sudjelovanjem

15th CROATIAN BIOLOGICAL CONGRESS
with International Participation Zagreb

20. - 23. 11. 2025.

ZBORNIK SAŽETAKA
BOOK OF ABSTRACTS

Hrvatsko biološko društvo
SOCIETAS BIOLOGORUM CROATICA
Croatian Biological Society

15. HRVATSKI BIOLOŠKI KONGRES
s međunarodnim sudjelovanjem
20. - 23. studeni 2025.
Zagreb, Hrvatska

15th CROATIAN BIOLOGICAL CONGRESS
With International Participation
20th – 23rd November 2025
Zagreb, Croatia

ZBORNIK SAŽETAKA
BOOK OF ABSTRACTS

Zagreb, 2025.

ZBORNIK SAŽETAKA
15. HRVATSKOG BIOLOŠKOG KONGRESA

BOOK OF ABSTRACTS
OF THE 15th CROATIAN BIOLOGICAL CONGRESS

Urednici / Editors: Sunčica Bosak, Romana Gračan, Petra Korać

Hrvatsko biološko društvo
Croatian Biological Society

Zagreb, 2025.

ISSN 1848-5553

Ključni naslov: Zbornik sažetaka (Hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem)
Skraćeni ključni naslov: Zb. sažet. (Hrvat. biol. kongr. međunar. sudjel.)

Organizator kongresa i izdavač zbornika /
Organiser of the Congress and Publisher of the Book of Abstracts:

Hrvatsko biološko društvo
Croatian Biological Society
Rooseveltov trg 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 (0)1 4877733
Fax: +385 (0)1 4826260
e-mail: info@hbd-sbc.hr
URL: www.hbd-sbc.hr

Organizacijski i odbor kongresa /
Organising Committee of the Congress:

prof. dr. sc. Petar Kružić, predsjednik / President
prof. dr. sc. Petra Korać, dopredsjednica / Vicepresident
dr.sc. Katarina Caput Mihalić, blagajnica / Treasurer

Članovi / Members: Katarina Caput Mihalić (Blagajnica / Treasurer), Valerija Begić, Sunčica Bosak, Domagoj Đikić, Romana Gračan, Renata Horvat, Tomislav Ivanković, Marija Ivković, Marija Klasić, Dunja Leljak Levanić, Vlatka Mičetić Stanković, Sandi Orlić, Ivana Rešetnik, Damir Sirovina, Ivana Šola, Inga Urlić, Snježana Židovec Lepej.

Znanstveni odbor / Scientific Committee:

prof. dr. sc. Petra Korać, predsjednica / President
prof. dr. sc. Inga Urlić, dopredsjednik / Vice president

Članovi / Members: Armin Mešić, Inga Urlić, Vesna Benković, Branimir K. Hackenberger, Krunoslav Brčić-Kostić, Marko Ćaleta, Jelena Kralj, Jakov Dulčić, Hrvoje Fulgosi, Ivana Maguire, Goran Klobučar, Zlatko Mihaljević, Bojan Lazar, Zlatko Liber, Zrinka Ljubešić, Maria Špoljar, Renata Matoničkin-Kepčija, Mirjana Pavlica, Martina Podnar Lešić, Ines Radanović, Zdenko Tkalčec, Ivančica Ternjej, Željka Vidaković Cifrek, Goran Kovačević, Davor Zanella, Rosa Karlić, Zorana Grubić, Mirela Sertić Perić, Zrinka Pongrac Štimac, Ante Žuljević, Dubravko Pavoković, Irena Grbac, Martina Šašić Kljajo, Igor Stanković, Petar T. Mitrikeski, Bojan Hamer, Mladen Kučinić, Duje Lisičić, Sandro Bogdanović, Antun Alegro, Silvija Černi, Marija Gligora Udovič, Maja Matulić, Marko Miliša.

Recenzenti:

Antun Alegro, Vesna Benković, Sandro Bogdanović, Željka Vidaković Cifrek, Marko Ćaleta, Silvija Černi, Irena Grbac, Zorana Grubić, Bojan Hamer, Rosa Karlić, Renata Matoničkin-Kepčija, Goran Klobučar, Martina Šašić Kljajo, Goran Kovačević, Jelena Kralj, Martina Podnar Lešić, Zlatko Liber, Duje Lisičić, Zrinka Ljubešić, Ivana Maguire, Maja Matulić, Zlatko Mihaljević, Marko Miliša, Petar T. Mitrikeski, Mirela Sertić Perić,

Ines Radanović, Igor Stanković, Maria Špoljar, Zrinka Pongrac Štimac, Marija Gligora Udovič, Inga Urlić, Ante Žuljević.

Tehnička potpora / Technical support:

Marija Kozina, Matej Vucić, Sven Horvatić, Pavel Ankon, Lucija Kanjer, Marta Protrka, Ema Kovačić, Ana Kokot, Darija Trinajstić, Iva Lovrić, Eva Janeković, Anja Krznar, Lea Kanjuh, Lucija Katić, Hanna Jandrašek, Ema Mađar, Ivan Šetin.

Tehnički organizator kongresa / Technical support for registration, accommodation and excursions:

e-Tours d.o.o., putnička agencija / Travel agency
Ulica grada Vukovara 5/1, HR-10000 ZAGREB, Croatia
Kontakt / Contact: Mirela Gašpar, Paula Markić
Tel +385-1-5508-235
Tel +385-1-6176-127
Mob +385-99-348-1858

Pokrovitelji / Patrons:

Hrvatska Akademija znanosti i umjetnosti / Croatian Academy of Sciences and Arts	Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu / Faculty of Science, University of Zagreb	Biološki odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu / Faculty of Science, University of Zagreb
Grad Zagreb	Turistička zajednica grada Zagreba / Zagreb Tourist Board	Agencija za odgoj i obrazovanje / Education and Teacher Training Agency

Sponzori / Sponsors:

Labena d.o.o., Cebini 43, 10 000 Zagreb, Croatia	Alfa Nova ves 23A, 10000, Zagreb	Kefo d.o.o.
Školska knjiga d.d.	Altium d.o.o. Karlovačka cesta 24, Blato 10000 Zagreb	Profil Klett d.o.o Ulica Petra Hektorovića 2, 10000 Zagreb
SPECION, d.o.o. Razlagova ulica 23 2000 Maribor, Slovenija	MIKRO+POLO d.o.o. Zagrebška cesta 22, 2000 Maribor, Slovenija	ASTRAFOKUS d.o.o., Gramača 5 N, 10 000 Zagreb

Hrvatski prirodoslovni muzej

Croatian Natural History museum

Predgovor

Cijenjene kolegice i kolege, dragi biolozi, dragi sudionici 15. Hrvatskog biološkog kongresa,

Hrvatsko biološko društvo slijedi i dalje bogatu tradiciju djelovanja, te održavanja do sada 14 kongresa biologa Hrvatske od 1981. godine i ovog jubilarnog 15. ponovo u Zagrebu. Sve te protekle 44 godine Hrvatsko biološko društvo okupljalo je i privlačilo, ne samo biologe Hrvatske, već i velik broj kolega iz zemalja u okruženju, te biologe iz drugih zemalja Europe i svijeta. Odaziv sudionika je najbolji odgovor na pitanje koliko je kongres važan za prirodoslovlje u Hrvatskoj. Kongresom pokazujemo velik potencijal naših biologa, te posebno studenata koji aktivno sudjeluju na kongresima. Raznolikost tematskih sekcija nije se bitno mijenjala u odnosu na prijašnje Kongrese.

U ime Organizacijskog odbora 15. hrvatskog biološkog kongresa, zahvaljujem se na dolasku i potpori svim sudionicima kongresa, te posebno kolegicama i kolegama iz Slovenije, Srbije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore, Nizozemske, Austrije i Mađarske što i dalje daje međunarodnu dimenziju našem kongresu. Hvala i profesorima biologije čije je sudjelovanje na kongresima vrlo važno, jer su značajan dio obrazovanja i usmjeravanja mladih. Znanstveni program uključuje plenarna predavanja pozvanih predavača, te izlaganja za mlade istraživače i edukacije. Ovaj kongres poslužit će kao izvrsna platforma za sudionike da prošire svoja znanja, unaprijede svoje profesionalne kontakte i steknu uvide u najnovije trendove i razvoj temeljnih znanosti.

Sudjelovanje na kongresu prijavilo je preko 250 kolegica i kolega, a na kongresu će biti održano 14 plenarnih predavanja, 92 usmena izlaganja i 98 posterskih izlaganja. Hvala našim pokroviteljima i sponzorima koji su na bilo koji način pridonijeli održavanju 15. kongresa biologa Hrvatske u Zagrebu.

Posebnu zahvalnost upućujem svim članovima organizacijskog i znanstvenog odbora, tehničkoj ekipi, e-Tours-u d.o.o., hotelu Sheraton Zagreb, kao i svima Vama koji ćete svojim prisustvom, predavanjima, posterskim izlaganjima doprinijeti ugodnoj, motivirajućoj i opuštenoj atmosferi održavanja kongresa.

U ime Organizacijskog i programskog odbora,
Petar Kružić

Foreword

Esteemed colleagues, dear biologists, dear participants of the 15th Croatian Biological Congress,

The Croatian Biological Society continues to follow its rich tradition of activities and of organising, since 1981, fourteen Croatian biological congresses, and now this anniversary 15th congress once again in Zagreb. Throughout these past 44 years, the Croatian Biological Society has brought together and attracted not only biologists from Croatia, but also many colleagues from neighbouring countries, as well as biologists from other European and world countries. The response of the participants is the best answer to the question of how important this congress is for the natural sciences in Croatia. Through this congress, we showcase the great potential of our biologists, especially the students who actively participate in the congresses. The diversity of thematic sections has not significantly changed compared to previous congresses.

On behalf of the Organising Committee of the 15th Croatian Biological Congress, I would like to thank all participants for their attendance and support, and particularly our colleagues from Slovenia, Serbia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro, the Netherlands, Austria, and Hungary, whose presence continues to give our congress an international dimension. Thanks also to biology teachers whose participation in the congresses is very important, as they play a significant role in the education and guidance of young people.The scientific program includes plenary lectures by invited speakers, as well as presentations for young researchers and educational sessions. This congress will serve as an excellent platform for participants to broaden their knowledge, enhance their professional contacts, and gain insights into the latest trends and developments in the basic sciences.

More than 250 colleagues have registered to participate, and the congress will feature 14 plenary lectures, 92 oral presentations, and 98 poster presentations.We would like to thank our patrons and sponsors who have contributed in any way to the organisation of the 15th Croatian Biological Congress in Zagreb.

Special thanks go to all members of the organising and scientific committees, the technical team, e-Tours d.o.o., the Sheraton Zagreb Hotel, and to all of You who, through Your presence, lectures, and poster presentations, will contribute to a pleasant, motivating, and relaxed congress atmosphere.

On behalf of the Organising and Program Committees,
Petar Kružić

PLENARNA PREDAVANJA

PL-1

VJERODOSTOJNOST ZNANOSTI I ZAŠTO BI NAS TREBALO BITI BRIGA

Čulina Antica[1]

[1]Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb, Hrvatska

Antica.Culina@irb.hr

Mnogi od nas počeli su se baviti istraživanjem vođeni znatiželjom i željom da bolje razumijemo svijet oko sebe, te da primijenimo stečeno znanje u zaštiti prirode. No, sadašnji sustav postavljen je tako da više nagrađuje objavljivanje radova nego samo provođenje nepristranih i kvalitetnih istraživanja. Zbog tog nesklada, a i zbog naših vlastitih kognitivnih pristranosti, lako može doći do provođenja istraživanja loše kvalitete koja dovode do netočnih rezultata i zaključaka. Osim toga, teme istraživanja često se odabiru kako bi osigurale lakšu publikaciju, a ne zato što postoji stvarna potreba za istraživanjem. Ovo dovodi to pristranog seta organizama, staništa, i tema koje su istraživani u detalje, dok o ostalima fali podataka. U ovom ću predavanju ukratko obraditi glavne probleme sistema istraživanja, publiciranja, i evaluacije znanosti i znanstvenika, te prednosti koje bismo mogli imati prelaskom na ponešto drugačiji sustav. Posebno ću naglasiti važnost FAIR podataka i zašto oni nisu bitni samo za kvalitetnija istraživanja i bolju suradnju, nego i kao potencijalni način smanjivanja neravnopravnosti među istraživačkim grupama. Na kraju ću podijeliti nekoliko praktičnih savjeta o tome kako svatko može učiniti svoje istraživanje pouzdanijim koristeći principe otvorene znanosti te povezane prakse, uključujući FAIR i otvorene podatake, metode objedinjavanja dokaza, metode smanjenja rizika od pristranosti, registraciju studija, te otvoreni softvera.

Ključne riječi: publiciranje, evaluacija, FAIR

DOING CREDIBLE SCIENCE – WHY WOULD YOU CARE?

Many of us entered research driven by a deep curiosity about nature and a desire to expand our understanding of the world—often with the goal of applying this knowledge to areas such as conservation. However, the current system is structured in a way that prioritizes publication over the pursuit of unbiased, high-quality research. This misalignment, coupled with cognitive biases, can lead to flawed studies and misleading conclusions. Further, it can lead to a biased set of research topics, often conducted on a biased set of species or habitats, that are considered worth publishing. In this talk, I will provide a brief overview of the challenges posed by the existing research and reward system, as well as the potential benefits of transitioning to a more reliable framework. I will particularly focus on the importance of FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable) data and argue for its role in not only increasing the quality of research and collaboration, but also in reducing inequalities among research groups. Finally, I will offer practical tips for enhancing research robustness through open science and related practices. These include use of FAIR and open data, integrative methods of evidence synthesis, strategies to reduce the risk of bias, study registration, and open software.

Keywords: publishing, evaluation, FAIR

PL-2

A FACTOR ESSENTIAL FOR DNA LOOP EXTRUSION CONTROLS THE INTEGRITY OF MEIOTIC CHROMOSOME AXES

Klein Franz[1]

[1]Department of Chromosome Biology, Max Perutz Laboratories, University of Vienna, Dr.-Bohr-Gasse 9, Vienna, Austria

franz.klein@univie.ac.at

To produce germ cells for sexual reproduction in meiosis, homologous chromosomes inherited from mom and dad pair and recombine by developing a unique meiotic chromosome arrangement, called synaptonemal complex (SC). This widely conserved tripartite structure contains one protein axis for each homolog, from which ordered, linear arrays of loops emanate and which together flank the central region of the SC. We found that by depleting Scc2/NIPBL in living cells, mature SC disassembled and DNA loops de-compacted. Scc2/NIPBL interacts unstably with cohesin, and is essential for its loading on chromatin and for loop extrusion. This suggests that the meiotic chromosome axis requires dynamic processes for its compaction. Despite axis disassembly, axis proteins partially remain chromosome associated, while the central element is completely lost requiring a compact axis for its stabilization. Interestingly, re-expression of Scc2/NIPBL swiftly restored not only axis integrity, but also the SC, including its central element. We show that recombination intermediates between homologs, the Joint Molecules, as well as proteins associated with them survive the axis disassembly and thus are likely responsible for the efficient restoration of synapsis. Our observations suggest that meiotic chromosome axes are not solid, but consist of beads on a string at least in yeast.

Keywords: homologous chromosomes, Scc2/NIPBL, meiotic chromosome axes

PL-3

ONEČIŠĆENJE ZRAKA, GENOMSKA STABILNOST I BIOMARKERI POVEZANI SA ZDRAVLJEM: ZAGREBAČKA KOHORTA

Gajski Goran[1], Matković Katarina[1], Gerić Marko[1], Pehnec Gordana[1], Milić Mirta[1], Kašuba Vilena[1], Kazensky Luka[1], Jurič Andreja[1], Brčić Karačonji Irena[1], Jakovljević Ivana[1], Davila Silvije[1], Rinkovec Jasmina[1], Godec Ranka[1], Žužul Silva[1], Bešlić Ivan[1], Domijan Ana-Marija[2], Vičić Bočkor Vedrana[3], Lukšić Fran[3], Zoldoš Vlatka[3,4], Cvetković Želimira[5], Šentija Knežević Mirela[6], Stjepanović Barbara[5], Bošnir Jasna[5], Cvitković Ante[7,8,9], Sanković Mandica[10], Šumanovac Antun[9,11], Wild Pascal[12,13], Guseva Canu Irina[13], Hopf Nancy B.[13]

[1]Institute for Medical Research and Occupational Health, Zagreb, Ksaverska cesta 2, Croatia;
[2]Faculty of Pharmacy and Biochemistry, Zagreb, Ante Kovačića 1, Croatia;
[3]Genos Glycoscience Research Laboratory, Zagreb, Borongajska cesta 83h, Croatia;
[4]Faculty of Science, Zagreb, Horvatovac 102a, Croatia;
[5]Andrija Štampar Teaching Institute of Public Health, Zagreb, Mirogojska 16, Croatia;
[6]City Office for Social Protection, Health, War Veterans and People with Disabilities, Zagreb, Šubićeva 28, Croatia;
[7]Teaching Institute of Public Health Brod-Posavina County, Slavonski Brod , Vladimira Nazora 2A, Croatia;
[8]Faculty of Dental Medicine and Health, Osijek, Crikvena ulica 21, Croatia;
[9]Faculty of Medicine, Osijek, Josipa Huttlera 4, Croatia;
[10]City of Vinkovci, Vinkovci, Bana J. Jelačića 1, Croatia;
[11]County General Hospital Vinkovci, Vinkovci, Zvonarska 57, Croatia;
[12]PW Statistical Consulting, Laxou, 56, avenue Paul Déroulède, France;
[13]Center for Primary Care and Public Health (Unisanté), Lausanne, Rue du Bugnon 44, Switzerland

ggajski@imi.hr

U okviru HUMNap (HRZZ) projekta ispitivan je utjecaj onečišćenja zraka na genomsku stabilnost i njegove moguće implikacije za ljudsko zdravlje. U prvom dijelu genomska nestabilnost retrospektivno je procijenjena u ~130 ispitanika iz Zagreba, Hrvatska. Uzorci krvi analizirani su pomoću komet i mikronukleus testova, a rezultati su uspoređeni s podacima o onečišćenju zraka u razdoblju 2011.–2015. Nisu uočene značajne povezanosti između razina biomarkera i onečišćenja zraka, iako su koncentracije većine onečišćujućih tvari bile ispod propisanih graničnih vrijednosti, s izuzetkom benzo[a]pirena (B[a]P). U drugom dijelu procijenjeni su mogući učinci onečišćujućih tvari na genomsku nestabilnost i dodatne biomarkere povezane sa zdravljem u ~120 ispitanika prikupljenih tijekom hladnijeg i toplijeg razdoblja godine, uključujući 57 sudionika koji su bili ispitani u oba razdoblja. Integrativni dizajn istraživanja omogućio je sveobuhvatnu procjenu više biomarkera učinka, uključujući oksidacijski stres, genotoksičnost i imunološki odgovor, pružajući bolji uvid u zdravstvene rizike povezane s onečišćenjem zraka u urbanoj populaciji. Statističko analiza ukazala je na epigenetski put u kojem je metilacija FOXP3 gena djelomično posredovala povezanost između izloženosti peludi i povišene frakcije izdahnutog dušikovog oksida (FeNO). To upućuje na to da pelud može pridonijeti upali dišnih putova modulacijom funkcije regulatornih T-stanica, što ukazuje na imunološki povratni mehanizam koji povezuje izloženost alergenima s upalom i

imunoregulacijom. Budući da je onečišćenje zraka prekogranični problem, ovi rezultati mogu imati šire regionalno značenje. S obzirom na zdravstvene implikacije i lokalne varijabilnosti, potrebna su daljnja istraživanja temeljena na raznovrsnim biomarkerima izloženosti i učinka. Takva istraživanja omogućit će razvoj prediktivnih modela i donošenje odluka utemeljenih na dokazima kako bi se bolje zaštitilo ljudsko zdravlje i okoliš.

Ključne riječi: onečišćenje zraka, biomarkeri izloženosti, biomarkeri učinka, javno zdravstvo

AIR POLLUTION, GENOME STABILITY AND HEALTH-RELATED BIOMARKERS: A ZAGREB COHORT

Within the HUMNap (HRZZ) project, we examined the impact of air pollution on genomic instability and its ~130 individuals from Zagreb (Croatia). Blood samples were analysed using the comet and micronucleus assays, and results were compared with air pollution data from 2011–2015. Overall, no significant positive associations were found between the tested biomarkers and pollution levels. During this period, most pollutants remained below regulatory thresholds, with the exception of B[a]P. In the second part, we examined the possible effects of air pollutants on genomic instability and other health-related biomarkers in different cells and body fluids from a total of ~120 subjects collected across colder and warmer seasons, including 57 paired participants sampled in both periods. The integrative study design enabled a comprehensive assessment of air pollution exposure in relation to multiple biomarkers of effect, including oxidative stress, genotoxicity, and immune response, to better characterise pollution-related health risks in an urban population. A key outcome of statistical analysis was an epigenetic pathway in which FOXP3 gene methylation partly mediated the relationship between pollen exposure and increased fractional exhaled nitric oxide (FeNO) levels. This suggests that pollen may contribute to airway inflammation by modulating regulatory T-cell function, pointing to an immunological feedback mechanism that links allergen exposure with inflammation and immune regulation. Because air pollution is transboundary in nature, our results may hold broader regional relevance. Given its health implications and local variability, further studies using diverse biomarkers of exposure and effect are needed. Such research will pave the way for predictive models and evidence-based decisions to better protect human health and the environment.

Keywords: air pollution, biomarkers of exposure, biomarkers of effect, public health

PL-4

WILDLIFE DETECTIVES: USING GENOMIC DATA TO UNCOVER POPULATION STRUCTURE AND SPECIES DIET

Bužan Elena[1,2]

[1]University of Primorska, Faculty of Mathematics, Natural Sciences and Information Technologies, Glagoljaška ulica 8, Koper, Slovenia;
[2]Faculty of Environmental Protection, Trg mladosti 7, Velenje, Slovenia

elena.buzan@famnit.upr.si

Recent advances in genomics offer powerful tools for addressing key questions in wildlife conservation and management. From revealing population connectivity to uncovering species diets, genomic methods allow for data-driven strategies that were previously out of reach. In this presentation, I explore how modern genomics can be applied to study population structure and dietary ecology in wild species, with a focus on two key areas: (1) population genomics of Alpine ibex (*Capra ibex*) and Northern chamois (*Rupicapra rupicapra*), and (2) diet analysis of Eurasian lynx (*Lynx lynx*), grey wolf (*Canis lupus*) and wild boar (*Sus scrofa*). Using whole-genome resequencing we assessed the genetic structure of mountain ungulate populations, investigating the impacts of habitat fragmentation, hybridisation, and demographic history on genetic diversity and connectivity. For carnivores and omnivores, we applied DNA metabarcoding to faecal samples to characterise diet composition and trophic niche breadth across different environments. Our results highlight how differences in population density, spatial behaviour, and life-history traits shape genomic patterns and dietary profiles. Genomic data provided insights into both adaptive and neutral variation, enabling a deeper understanding of population dynamics and ecosystem interactions. The presentation will also address practical challenges in applying genomics to conservation — including data accessibility, ethical considerations, and interdisciplinary integration. As sequencing becomes more affordable and bioinformatics pipelines more accessible, genomics is poised to become a routine tool for wildlife managers. This transition offers significant potential for science-based, adaptive conservation strategies across taxa, habitats, and regions.

Keywords: population genomics, diet, conservation strategies

PL-6

EDUKACIJA U 21. STOLJEĆU – ZAŠTO, ZA KOGA I KAKO?

Štulhofer Aleksandar[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet, Odsjek za sociologiju, I. Lučića 3, Zagreb, Hrvatska

astulhofer@m.ffzg.hr

Prezentacija će započeti kratkim pregledom moderne povijesti seksualne edukacije (spolni odgoj), uključujući njezine inicijalne društvene i javnozdravstvene ciljeve. Bit će obuhvaćeno razdoblje od ranog do sredine dvadesetog stoljeća kada se po prvi put pojavljuje školski program seksualne edukacije (Švedska). Nakon iznošenja ključnih karakteristika tri uobičajena tipa suvremene seksualne edukacije (prevencijski, apstinencijski te sveobuhvatni programi), predstavit ću nalaze evaluacijskih studija koje govore o učinkovitosti različitih tipova programa u zaštiti seksualnog i reproduktivnog zdravlja mladih, ali i o njihovom utjecaju na promicanje seksualno pozitivnih i rodno ravnopravnih vrijednosti. Prezentacija će se ukratko dotaknuti i političkih/ideoloških reakcija na školske programe seksualne edukacije te glavne aktere. Nakon toga, predstavit ću kronologiju nastojanja da se seksualna edukacija uvede u hrvatske škole te opisati argumente za i protiv, smještajući ih u širi europski kontekst. Zaključno, prezentacija će se usredotočiti na vjerojatnu, ne baš ružičastu, budućnost seksualne edukacije – pri čemu će naglasak biti na organizacijskim i provedbenim aspektima te ciljanim skupinama.

Ključne riječi: spolni odgoj, reproduktivno zdravlje, školski program

SEXUALITY EDUCATION IN THE 21ST CENTURY – WHY, FOR WHOM, AND HOW?

This presentation will begin with a brief overview of the modern history of sexuality education, including its social and public health goals. The period from the early to mid-twentieth century will be covered, culminating with a discussion of Sweden's pioneering school-based sexuality education program. After outlining the key characteristics of three common types of contemporary sexuality education (HIV prevention, abstinence-focused, and comprehensive programs), I will present findings from evaluation studies. This will address the effectiveness of different program types in protecting young people's sexual and reproductive health, as well as their impact on promoting sexuality-positive and gender egalitarian values. The presentation will also briefly discuss political and ideological reactions to sexuality education and its proponents. Next, I will present a chronology of school-based sexuality education in Croatia, examining arguments for and against its introduction and placing them within a broader European context. In conclusion, the presentation will explore a plausible, though perhaps not overly optimistic, future for sexuality education, focusing on organizational strategies, design, and target populations.

Keywords: sexuality education, reproductive health, education program

PL-7

ANTARCTIC – FAR ENOUGH AWAY FROM MARINE LITTER OR NOT?

Mačić Vesna[1]

[1]Institute of marine biology, University of Montenegro, Put I bokeljske brigade 68, Kotor, Montenegro

macic.v@ucg.ac.me

Thanks to the collaboration between presidents of Montenegro and Bulgaria, and aiming to foster cooperation between Balkan countries, Bulgarian president invited scientists from Montenegro to join Bulgarian Antarctic Institut (BAI) on the 33rd Antarctic mission during season 2024/25. Institute of Marine biology, University of Montenegro has been honoured to accept this invitation, but unfortunately there was not enough time for preparation and transfer of the needed equipment before departure of the vessel RSV 421. Having in mind that our expertise is on the Mediterranean Sea the main goal was to establish cooperation with the BAl and to get familiarized with the modus operandi of living and research in Antarctica. So, our activities were oriented toward marine macro litter on the beaches and marine biodiversity sampled by Van Veen grab. Assessment of beach macro litter was done at four islands: Livingston, Deception, Snow and Half Moon. Deception Island was location with the highest diversity of beach litter. Several pieces of plastic, wood and paper have been found and along with one textile and one metal item in total 13 litter items were collected. Considering the occasional but long-term presence of man on this island, this was somehow to be expected. Site characterized by the highest number of litter items was Half Moon Island where we found 16 wooden, 2 metal and 1 textile litter items. Processed wood and rope material was found also on Snow Island although this is a completely natural site with no research bases on it and most probably sea currents are playíng crucial importance in this case. Luckily no solid waste was found on the surveyed beach of Livingston Island. Although, because of the construction of new Bulgarian scientific base, relatively intensive activities are happening here so far without consequences like littering. Also satisfactory finding is that there was no plastic in any of the marine sediment samples.

Keywords: South Shetland Islands, beach litter

PL-8

DINAMIKA BOLESTI U SLATKIM VODAMA OBLIKOVANA OKOLIŠNIM I MIKROBNIM INTERAKCIJAMA

Bielen Ana[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, Pierottijeva 6, Hrvatska

abielen@pbf.hr

Slatkovodni ekosustavi sve su ugroženiji bolestima koje uzrokuju patogene vodene plijesni (Oomycota). Patogen *Aphanomyces astaci*, uzročnik račje kuge, glavni je čimbenik smanjenja populacija nativnih rakova u Europi i šire, dok *Saprolegnia parasitica* uzrokuje saprolegniozu u više vrsta domaćina, s najvažnijim negativnim učincima u salmonidnoj akvakulturi. Naša istraživanja pokazuju da na dinamiku bolesti snažno utječu okolišni uvjeti i mikrobne interakcije na površini domaćina. Utvrđeno je da fizikalno-kemijski parametri vode, poput sadržaja huminskih kiselina, mogu potaknuti sporulaciju vodenih plijesni i time njihovo širenje. Količina DNA pathogena u vodi bila je pozitivno korelirana s električnom vodljivošću i koncentracijom kalcijevih iona, dok su temperaturni režimi – uključujući one predviđene klimatskim promjenama – različito djelovali na razvojne stadije i genotipove patogena *A. astaci*. To potvrđuje snažnu ovisnost rizika od izbijanja bolesti o temperaturi. Mikrobiom domaćina je također važan modulator infekcije. Pod utjecajem vodene plijesni *S. parasitica* zajednice bakterija na koži i ikri pastrva značajno su se mijenjale, uz porast zastupljenosti oportunističkih taksona. Nekoliko izolata, osobito iz roda *Pseudomonas*, pokazalo je snažan anti-oomicetni učinak. U genomima tih sojeva otkrivene su brojne genske nakupine za sintezu sekundarnih metabolita, što bi mogao biti mehanistički temelj njihove antagonističke aktivnosti i ukazuje na potencijal za razvoj biokontrolnih strategija u akvakulturi. Ovi rezultati naglašavaju da se dinamika bolesti u slatkim vodama ne može razumjeti izvan okolišnog konteksta. Integracija mikrobne ekologije s abiotiskim čimbenicima ključna je za predviđanje širenja patogena, razumijevanje osjetljivosti domaćina i razvoj održivih strategija kontrole bolesti.

Ključne riječi: biokontrola, račja kuga, saprolegnioza, temperatura

FRESHWATER DISEASE DYNAMICS SHAPED BY ENVIRONMENTAL AND MICROBIAL INTERACTIONS

Freshwater ecosystems are increasingly threatened by diseases caused by pathogenic oomycetes. *Aphanomyces astaci*, the causative agent of crayfish plague, is an important cause of native crayfish decline in Europe and beyond, while *Saprolegnia parasitica* causes saprolegniosis in various hosts, with particularly severe impacts on salmonid aquaculture. Our work shows that disease dynamics in these systems are strongly influenced by environmental conditions and microbial interactions on the host surface. We demonstrated that physico-chemical parameters of the water, such as humic acid content, can promote the sporulation of oomycetes and thus the spread of pathogens. Pathogen load in water correlated positively with electrical conductivity and calcium content, while temperature regimes — including those predicted under climate change scenarios — differentially affected developmental stages and genotypes of *A. astaci*. These results emphasise the strong temperature dependence of outbreak risk. Equally important, the host- associated microbiota was shown to be an important modulator of infection outcomes. Under pressure from *S. parasitica*, the composition of bacterial communities on trout skin and eggs changed, with enrichment of opportunistic taxa. Several isolates from skin and cuticle, especially *Pseudomonas*, showed a strong anti- oomycete effect. Genome sequencing of the inhibitory strains revealed variable gene clusters for the production of secondary metabolites, suggesting mechanistic bases for their antagonistic activity and potential for microbiome-based biocontrol in aquaculture. Taken together, these results emphasise that the dynamics of freshwater diseases cannot be understood without considering both abiotic and biotic ecological contexts. The integration of microbial ecology with environmental factors is essential for predicting the spread of pathogens, understanding host susceptibility, and developing sustainable disease control strategies.

Keywords: biocontrol, crayfish plague, saprolegniosis, temperature

PL-9

GENETSKI, PROTEOMSKI I OKOLIŠNI ČIMBENICI HASHIMOTOVOG TIREOIDITISA

Boraska Perica Vesna[1], Kaličanin Dean[1], Žnidar Vanna[1], Barić Ana[2], Vuletić Marko[2], Sladić Sanda[2], Lovrić Torlak Vesela[2], Cvek Maja[2], Punda Ante[2]

[1]Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet, Split, Šoltanska 2A, Hrvatska;
[2]Klinička bolnica Split, Split, Spinčićeva 1, Hrvatska

vesna.boraska@mefst.hr

Ciljevi i postupci: Hashimotov tireoiditis (HT) najčešća je autoimuna bolest u svijetu, koja pretežito zahvaća žene. Riječ je o kroničnoj upali štitne žlijezde koja dovodi do smanjene produkcije hormona štitnjače, ključnih regulatora brojnih bioloških i metaboličkih procesa. S obzirom na visoku prevalenciju HT-a i još uvijek ograničena saznanja o etiološkim odrednicama ove bolesti, uspostavili smo Hrvatsku biobanku ispitanika s Hashimotovim tireoiditisom (CRO-HT) kao vrijedan resurs za istraživanje genetskih, molekularnih i okolišnih čimbenika bolesti. Biobanka CRO-HT obuhvaća više od 700 ispitanika s HT-om i 200 kontrolnih ispitanika, koji su svi prikupljeni na Kliničkom zavodu za nuklearnu medicinu Kliničke bolnice Split. Za svakog ispitanika dodatno je prikupljeno više od 200 fenotipskih obilježja putem izravnih mjerenja, kliničkih obrada, analize krvi/seruma te standardiziranih upitnika. Tijekom proteklog desetljeća naši glavni ciljevi bili su: (1) provesti cjelogenomsku analizu genotipova radi identifikacije genetskih odrednica HT-a; (2) istražiti širok spektar upalnih proteina kako bismo bolje opisali upalni tijek bolesti i identificirali biomarkere za detekciju i progresiju bolesti; te (3) analizirati niz kliničkih obilježja, životnih navika i okolišnih čimbenika radi razjašnjavanja pokretačkih i modificirajućih čimbenika u razvoju bolesti. Rezultati i zaključci: Provedenim istraživanjima pridonijeli smo boljem razumijevanju genetskih, proteomskih i okolišnih odrednica bolesti HT. Integrirano znanje koje proizlazi iz naših istraživanja može pridonijeti razvoju novih terapijskih pristupa i smjernica za promjene životnog stila usmjerenih na ublažavanje simptoma, usporavanje progresije bolesti i poboljšanje kvalitete života oboljelih od HT-a. Nadalje, naša istraživanja mogu voditi prema identifikaciji pouzdanih biomarkera za dijagnozu i longitudinalno praćenje tijeka bolesti.

Ključne riječi: genomika, proteomika, okolišni čimbenici, autoimuni tireoiditis

GENOMIC, PROTEOMIC AND ENVIRONMENTAL FACTORS INFLUENCING HASHIMOTO'S THYROIDITIS

Aims and methods: Hashimoto's thyroiditis (HT) is the most prevalent autoimmune disorder worldwide, predominantly affecting women. It represents a chronic inflammation of the thyroid gland that leads to reduced production of thyroid hormones, which are essential regulators of numerous biological and metabolic processes. Given the high prevalence of HT and the limited understanding of its etiological determinants, we established the Croatian Biobank of Patients with Hashimoto's Thyroiditis (CRO-HT), as powerful resource for investigation of genetic, molecular and environmental markers of HT. CRO-HT biobank comprises more than 700 HT patients and 200 healthy controls, all recruited at the Department of Nuclear Medicine, University Hospital of Split. For each participant, over 200 phenotypic traits were collected through direct measurements, clinical assessments, blood/serum analyses, and standardized questionnaires. Over the past decade, our primary objectives have been: (1) to perform genome-wide genotyping analyses to identify genetic determinants of HT; (2) to investigate comprehensive set of inflammatory proteins in order to better characterize the disease's inflammatory course and identify biomarkers for both disease detection and progression; and (3) to analyze a wide range of clinical features, lifestyle factors, and environmental exposures to elucidate both the triggering and modifying factors on disease development. Results and conclusions: Through these investigations, we have contributed to a deeper understanding of the genetic, proteomic, and environmental determinants of HT. The integrated knowledge arising from this work may support the development of novel therapeutic approaches and lifestyle recommendations aimed at alleviating symptoms, delaying disease progression, and improving overall quality of life for patients with HT. Furthermore, our findings provide important advances toward the identification of reliable biomarkers for both diagnosis and longitudinal monitoring of disease course.

Keywords: genomics, proteomics, environmental factors, autoimmune thyroiditis

PL-10

PARTENOGENEZA: KADA BILJKAMA NIJE POTREBAN PARTNER

Juranić Martina[1]

[1]Plant Breeding, Wageningen University & Research, Wageningen, Droevendaalsesteeg 1, Netherlands

martina.juranic@wur.nl

Spolno razmnožavanje biljaka zahtijeva spajanje muških i ženskih gameta kako bi nastala zigota koja se zatim razvija u embrio. Neke biljke mogu potaknuti spontani razvoj embrija putem partenogeneze, pri čemu se embrio razvija direktno iz jajne stanica bez oplodnje. U kombinaciji s nereduciranim gametama, partenogeneza omogućuje nespolno razmnožavanje putem sjemenki, rezultirajući potomcima koji su genetski identični majčinskoj biljci. Ovaj rijedak fenomen ima ogroman potencijal u poljoprivredi, ali njegova učinkovitost i stabilnost još uvijek nisu dobro objašnjeni. Kako bismo to detaljnije istražili, u našem radu koristimo runjiku kao apomiktičnu modelnu biljku i pritom primjenjujemo kombinaciju mikroskopije, analizu razvoja sjemenki, molekularne metode uključujući CRISPR-Cas, te genetiku. Nedavni radovi na drugim vrstama identificirale su ključne transkripcijske faktore, BABY BOOM i PARTHENOGENESIS (PAR), koji mogu zaobići oplodnju i pokrenuti embriogenezu u neoplođenim jajnim stanicama. Heterologna ekspresija gena PAR uspješno je inducirala partenogenezu i formiranje haploidnog embrija. Međutim, visoka indukcija partenogeneze često je popraćena pojavom blizanaca, smanjenim prinosom sjemenki i povećanim udjelom nezrelog sjemena. Ovi rezultati nameću pitanja o staničnom podrijetlu i razvoju takvih sjemenki. U svojem izlaganju pružit ću trenutne uvide u ove razvojne procese, istražiti strategije koje bi mogle pomoći u stabilizaciji partenogeneze te naglasiti mogućnosti za primjenu u oplemenjivanju biljaka.

Ključne riječi: embriogeneza, nespolno razmnožavanje, sjemenke

PARTHENOGENESIS: WHEN PLANTS REPRODUCE WITHOUT A PARTNER

Embryo development in sexual plants typically requires the fusion of male and female gametes to form a zygote. Alternatively, some plants can initiate spontaneous embryo development through parthenogenesis, where an unfertilized egg cell gives rise to an embryo. When combined with unreduced gametes, parthenogenesis enables asexual reproduction through seeds, resulting in offspring genetically identical to the mother plant. This rare phenomenon has enormous potential for agriculture, yet its efficiency and stability remain poorly understood. To investigate this, we use hawkweeds as an apomictic model species through approaches that combine microscopy, developmental seed analyses, molecular approaches including CRISPR-Cas and genetics studies. Recent studies in other species have identified key transcription factors, BABY BOOM and PARTHENOGENESIS (PAR), that can bypass fertilization and trigger embryogenesis in unfertilized egg cells. The heterologous expression of hawkweed PAR gene has successfully induced parthenogenesis and haploid embryo formation. However, high frequency of parthenogenesis is often associated with twinning, reduced seed set, and increased proportion of unfilled seeds. These findings raise questions about the developmental origin and fate of such seeds. In my presentation, I will provide current insights into these developmental processes, explore strategies that may help stabilize parthenogenesis and discuss implications for its potential use in plant breeding.

Keywords: embryogenesis, asexual reproduction, seed

PL-11

NOSE2KNEE – INNOVATIVE CARTILAGE RESTORATION TECHNIQUE

Ivković Alan[1,2,3]

[1]University Hospital "Sveti Duh", Ulica Sv. Duh 64, Zagreb, Croatia
[2]School of Medicine University of Zagreb, Šalata 10, Zagreb, Croatia
[3]Poliklinika Ivković, Prilaz Gjure Deželića 43, Zagreb, Croatia

alan.ivkovic@gmail.com

The restoration of damaged articular cartilage remains one of the biggest challenges in modern clinical orthopaedics. There is no pharmacological treatment that promotes the repair of the cartilage, and conservative modalities inevitably lead to the development of premature osteoarthritis. Current treatment options include bone marrow stimulating techniques (microfracture and nanofracture), matrix-assisted autologous chondrocyte implantation (MACI), and transplantation of ostechondral grafts, each having their own benefits and shortcomings. Although effective in relieving pain and improving joint function, original versions of these modalities have failed to regenerate true hyaline cartilage, and it is necessary to introduce improvements to the existing methods, as well as to develop new and innovative approaches. To overcome limitations of currently available treatments, the Nose2Knee technology introduces two main innovations: 1) delivery of a tissue therapy as opposed to cell therapy and 2) the use of autologous nasal chondrocytes as alternative to articular chondrocytes. This brings major paradigm shift to articular cartilage repair arena, and with this particular approach we are much closer to the optimal treatment of both localized and even large-scale osteoarthritic degenerative changes in the joint.

Keywords: cartilage repair, Nose2Knee technology, tissue therapy

PL-12

THE EVOLUTION OF THE LANGUAGE: THE HARDEST PROBLEM OF SCIENCE?

Szathmáry Eörs[1,2]

[1]Center for the Conceptual Foundations of Science, Parmenides Foundation, Hindenburgstr. 15, Pöcking, Germany;
[1]Institute of Evolution, HUN-REN Centre for Ecological Research, Konkoly-Thege Miklós Road 29-33, Budapest, Hungary

szathmary.eors@gmail.com

Some experts regard the origin of natural language the hardest problem of science. This is probably an exaggeration, but it surely belongs to the group of most difficult questions (along with the unification of general relativity and quantum theory, the emergence of the genetic code, and the nature of consciousness). The reasons are as follows: (1) there are three timescales (genetic evolution, individual learning and social dynamics) that cannot be neatly separated, (2) we still do not know how the brain assembles and analyses sentences in mechanistic detail (the nature of the "language organ"), (3) our knowledge of the genetic background of language is incomplete, (4) there is no universal agreement among linguists how to best characterize language as phenotype. Despite all these hurdles progress has been made. There are computational frameworks in which symbolic reference and syntax appear. We are approaching sensible and partly testable evolutionary scenarios of language origins, one of them being the confrontational scavenging scenario for the origin of protolanguage in *Homo erectus.*

Keywords: language origins, genetic evolution, individual learning, social dynamics

USMENA IZLAGANJA

O - 1

SEDRENA STANIŠTA POD ANTROPOGENIM PRITISKOM

Azinović Ivna[1], Dorić Valentina[1], Miliša Marko[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

iazinovic@stud.biol.pmf.hr

Sedra nastaje, u krškim tekućicama, taloženjem u vodi otopljenog kalcijevog karbonata uz pomoć živih organizama. U izgradnji sedrenih barijera sudjeluju alge, cijanobakterije, mahovine, ali i beskralješnjaci. Mahovinske sastojine koje se razvijaju na sedrenim barijerama stanište su mnogim organizmima uključujući i makrobeskralješnjake. Rijeka Mrežnica je odličan primjer europske rijeke koja zbog svoje krške prirode i brojnih slapova nastalih na sedrenim barijerama privlači ljubitelje aktivnosti na otvorenom poput kajakaštva, plivanja, ribolova itd. Cilj ovog istraživanja bio je procjena i analiza antropogenog utjecaja na zajednice makrobeskralješnjaka u mahovinskim sastojinama. Uzorci su prikupljeni na četiri lokacije: jedna u potpuno prirodnom stanju, jedna s visokim antropogenim utjecajem te dvije s umjerenim antropogenim utjecajem. Proučavali smo odgovor različitih svojta makrobeskralješnjaka kako bi usporedili njihovu otpornost i sposobnost oporavka populacije na nizvodnijim lokacijama. Na lokaciji s visokim antropogenim utjecajem došlo je do smanjenja raznolikosti u usporedbi s lokacijom koja je zatečena u potpuno prirodom stanju. Zabilježeno je značajno smanjenje brojnosti trzalca (Chironomidae), ali njihova sposobnost oporavka i brojnost na lokaciji s antropogenim utjecanjem i nizvodnijim lokacijama, u usporedbi s vrstama EPT svojta je mnogo veća. Broj vrsta bio je najmanji na lokaciji s jakim antropogenim utjecajem, a povećavao se proporcionalno na nizvodnim lokacijama. Iako je prisutan snažan antropogeni utjecaj koji smanjuje pokrovnost mahovinskih sastojina na sedrenim barijerama i posljedično veličinu populacije makrobeskralješnjaka, postoje udubljenja i pukotine na kojima su rekolonizacija i revitalizacija moguće.

Ključne riječi: makrozoobentos, krška rijeka, antropogeni utjecaj, otpornost, obnavljanje zajednice

TUFA HABITATS UNDER ANTROPOGENIC PRESSURE

Tufa is a biologically mediated calcium carbonate deposit in karst streams. Algae, cyanobacteria, plants, mosses and macroinvertebrates help create it, forming the tufa barriers. Moss mats found at these sites are habitats for a wide variety of organisms, including numerous macroinvertebrates. River Mrežnica is a great example of a European river which, due to its karstic nature and therefore numerous waterfalls formed at tufa barriers, attracts lovers of outdoor activities such as kayaking, swimming, fishing, etc. The aim was to ascertain the level of human impact on the macroinvertebrates since the area attracts a lot of human activities. Sampling was done at one pristine location, one heavily impacted by humans and two with medium and/or no human impact. We have studied the response of different macroinvertebrate taxa to be able to compare their resilience and recovery of downstream populations. At the location with high anthropogenic influence, there was a decrease in diversity compared to the location that was found in a completely natural state. A vast decrease in the numbers of Chironomids was recorded, but compared to the EPT taxa, their resilience and abundance recovery downstream were the best. The number of species was lowest at the location with strong anthropogenic impact, and increased proportionally at downstream locations. Even though the anthropogenic impact is strong and it consequently decreases areas covered by moss mats and the populations of macroinvertebrates, we can find nooks and crannies which may serve as recolonisation and revitalisation sites.

Keywords: macroinvertebrates community, karst river, anthropogenic impact, resilience, population recovery

O - 2

UTJECAJ INVAZIVNE VRSTE *DIKEROGAMMARUS VILLOSUS* NA ZAJEDNICU MAKROZOOBENTOSA NA DVIJE FRONTE INVAZIJE U RIJECI DRAVI

Kralj Tomislav[1], Valić Damir[1], Šimunčić Paula[2], Žganec Krešimir[2]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zadru, Odjel za nastavničke studije u Gospiću, Gospić, dr. Ante Starčevića 12, Hrvatska

tkralj@irb.hr

Invazivne vrste, osobito ponto-kaspijski rakušci, poznati su po tome da mijenjaju strukturu i sastav zajednice makrozoobentosa u ekosustavima koje koloniziraju. Rakušac *Dikerogammarus villosus* pripada najuspješnijim invazivnim vrstama u europskim vodotocima. Cilj našeg istraživanja bio je procijeniti utjecaj vrste *D. villosus* na zajednice makrozoobentosa na dvije fronte invazije duž rijeke Drave: prva se nalazi na desnom rukavcu rijeke nizvodno akumulacije Dubrava (D1), a druga na lijevom umjetnom drenažnom kanalu akumulacije Dubrava (D2). Na obje lokacije prikupljeni su kvantitativni replikativni uzorci s mezolitala, preferiranog staništa vrste *D. villosus*, korištenjem ručne bentos mreže dimenzija 25 x 25 cm. Sakupljanje uzoraka provedeno je na dvije postaje unutar svake lokacije: jedna uzvodno od fronte invazije gdje *D. villosus* nije prisutan ili ima malu brojnost i jedna neposredno nizvodno gdje je prisutan u velikim brojnostima. PERMANOVA analiza pokazala je značajne razlike u sastavu zajednice makrozoobentosa između uzvodnih i nizvodnih postaja (Pseudo-F = 14,887, p = 0,001). Na obje lokacije zabilježen je negativan utjecaj vrste *D. villosus* na druge vrste perakaridnih rakova (*Gammarus fossarum* i *Asellus aquaticus*), koje su imale značajno niže gustoće populacija na nizvodnim postajama. Na lokaciji D2, *D. villlosus* dodatno je pokazao negativan utjecaj i na druge skupine makrozoobentosa, što je pokazano snažnim negativnim statistički značajnim Spearmanovim korelacijama između njegove gustoće populacija i gustoće jedinki iz skupina Ephemeroptera (r_s = -0,72, p < 0,05) i Coleoptera (r_s = -0,64, p < 0,05). Ovi preliminarni rezultati sugeriraju da *D. villosus* negativno utječe na zajednice makrozoobentosa koje naseljavaju mezolital iako se razina njegovog utjecaja može razlikovati između različitih fronti invazije. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se sveobuhvatno procijenile ekološke posljedice invazije vrste *D. villosus* u različitim staništima.

Ključne riječi: perakaridni rakovi, invazivne vrste, makrozoobentos, rijeka Drava

EFFECTS OF THE INVASIVE *DIKEROGAMMARUS VILLOSUS* ON THE MACROINVERTEBRATE COMMUNITY AT TWO INVASION FRONTS IN THE DRAVA RIVER

Invasive species, particularly Ponto-Caspian amphipods, are known to alter the structure and composition of benthic macroinvertebrate communities in the ecosystems they colonize. The amphipod *Dikerogammarus villosus* is among the most successful invaders of European inland waters. The aim of this study was to assess the impact of *D. villosus* on macroinvertebrate communities at two invasion fronts along the Drava River: one located in the right arm of the river downstream of the Dubrava Reservoir (D1), and the other in a left-side artificial drainage channel of the Dubrava Reservoir (D2). At each location, quantitative replicate samples were collected from stony substrates, the preferred habitat of *D. villosus*, using a 25 × 25 cm hand net. Sampling was conducted at two sites per location: one upstream of the invasion front, where *D. villosus* was absent or present at very low densities, and one just downstream, where the species was established. Significant differences in macroinvertebrate community composition between upstream and downstream sites were detected (PERMANOVA, Pseudo-F = 14.887, p = 0.001). At both locations, *D. villosus* had a negative effect on two native crustacean species (*Gammarus fossarum* and *Asellus aquaticus*), which exhibited significantly reduced densities downstream of the invasion front. Furthermore, at location D2, significant negative Spearman correlations were observed between the density of *D. villosus* and that of Ephemeroptera (r_s = -0.72, $p < 0.05$) and Coleoptera (r_s = -0.64, $p < 0.05$), suggesting a detrimental impact on these macroinvertebrate groups as well. These preliminary findings indicate that *D. villosus* can significantly disrupt macroinvertebrate communities associated with stony substrates in the Drava River, although the extent of its impact may vary between invasion fronts. Further research is needed to comprehensively evaluate the ecological consequences of *D. villosus* invasions across different habitats and spatial scales.

Keywords: Peracarida, invasive species, macroinvertebrates, Drava River

O - 3

UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA IZMJENU I DOMINACIJU VRSTA DVOKRILACA

Ivković Marija[1], Radošević Marta[1], Perović Marija[1], Dorić Valentina[1], Pozojević Ivana[1], Baranov Viktor[2], Kvifte Gunnar M[3], Kolcsár Levente-Péter[4], Rumišek Mario[1], Pont Adrian C.[5]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Doñana Biological Station EBD-CSIC, Isla de la Cartuja, Sevilla, C/ Americo Vespucio, 26, Spain;
[3]Faculty of Biosciences and Aquaculture, Nord University Steinkjer, Steinkjer, Kongens gate 42, Norway;
[4]Independent researcher, Ditrău, Gábor Áron 75, Romania;
[5]Oxford University Museum of Natural History, Oxford , Parks Road, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

marija.ivkovic@biol.pmf.hr

Različiti pritisci klimatskih promjena utjecali su na slatkovodna staništa zbog njihove osjetljivosti na stresore. Vodeni dvokrilci čine 50% svih opisanih vodenih kukaca, što ih čini idealnom skupinom za praćenje klimatskih promjena. Cilj ovog istraživanja bio je identificirati varijacije u zajednici vodenih dvokrilaca tijekom 15- godišnjeg razdoblja na sedrenoj barijeri i čimbenike okoliša koji imaju najveći utjecaj na ovu zajednicu. Analizirali smo mjesečne podatke između 2007. i 2021. godine prikupljanjem odraslih kukaca pomoću 6 piramidalnih emergencijskih klopki. Ukupno je prikupljeno 167 taksona iz 13 različitih porodica. NMDS temeljen na Bray-Curtisovoj analizi sličnosti otkrio je segregaciju uzoraka na temelju različitih supstrata i brzina strujanja vode, što ukazuje na važnost mikrostaništa u strukturiranju zajednice dvokrilaca. Identificirani su taksoni dvokrilaca indikativni za specifična petogodišnja vremenska razdoblja unutar istraživanja i povezani su s promjenama uvjeta okoliša, posebno protoka. Analiza indikatorskih vrsta pokazala je specifične odgovore pojedinih vrsta na promjene protoka. Istraživanje pokazuje da je protok, a ne temperatura vode, ključni čimbenik koji oblikuje sastav dvokrilaca. Tijekom istraživanog razdoblja zabilježeno je ukupno smanjenje broja vrsta, tj. bogatstva vrsta. Promjene u zajednici dvokrilaca nisu vidljive kada se analiziraju samo indeksi raznolikosti, te zaključujemo da kada se određuje utjecaj okolišnih čimbenika na zajednicu u dugoročnim istraživanjima treba uzeti u obzir i druge parametre kao što su ukupna brojnost, ukupan broj vrsta i izmjena vrsta.

Ključne riječi: alfa raznolikost, indeksi raznolikosti, protok vode, indikatorske vrste, mikrostaništa

CLIMATE DRIVEN CHANGES IN DIPTERA SPECIES TURNOVER AND DOMINANCE SHIFTS

The diverse pressures of climate change have influenced freshwater habitats, due to their sensitivity to stressors. Aquatic Diptera make up 50% of all aquatic insects described making them an ideal group to monitor the changing climate. The aim of this research was to identify the variations in an aquatic dipteran community during a 15-year period at a tufa barrier and the environmental factors that have the highest influence on this community. We analysed monthly data collected between 2007 and 2021, by collecting adult specimens using 6 pyramid-type emergence traps. In total 167 taxa from 13 different families were gathered. NMDS based on Bray-Curtis similarity analysis among assemblages revealed the segregation of samples based on different current velocity and substrate, indicating the importance of microhabitats in dipteran community structuring. Dipteran taxa indicative of specific five-year time periods within the research were identified and were associated with changes in the environmental conditions especially discharge. The threshold indicator taxa analysis presented specific species' responses to changing discharge rates. The study shows that discharge rate, not water temperature, is the critical factor shaping dipteran composition. Species turnover showed an overall decrease in species number, i.e. in species richness throughout the research period. We conclude that changes in the dipteran community are not visible when analysing just the diversity indices, but when determining environmental influence on the community in long-term research these should be combined with other data such as the overall abundance, the total number of species, as well the species turnover.

Keywords: alpha diversity, diversity indices, discharge patterns, indicator species, microhabitats

O – 4

TIME CAPSULES OF INFECTION: UPDATING THE DISTRIBUTION AND GENOTYPE GROUP APPEARANCE OF *APHANOMYCES ASTACI* FROM ARCHIVED CRAYFISH IN CROATIA

Baudry Thomas[1], Škugor Tin[1], Maguire Ivana[2], Hudina Sandra[2], Jemmi Eliane[3], Pisano Simone[3], Temunović Martina[4], Schmidt-Posthaus Heike[3], Bielen Ana[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, Pierottijeva 6, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[3]University of Bern Institute of Fish and Wildlife Health, Bern, Länggassstrasse 122, Switzerland;
[4]Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb, Svetošimunska cesta 23, Hrvatska

tbaudry@pbf.hr

The crayfish plague pathogen, *Aphanomyces astaci* Schikora, 1906, is among the world's 100 worst invasive species due to its devastating impact on crayfish. Five genotype groups are well characterized (A-E), differing in virulence and environmental tolerance. Native to North America, the pathogen has spread globally alongside crayfish introduced for aquaculture and the pet trade. Croatia has not been spared, but the full distribution of the pathogen remains unclear, as some parts of the country have not been surveyed. Also, previous detection methods (e.g., Vrålstad et al. 2009) have been demonstrated to cross-react with the closely related *A. fennicus*. To address these gaps, we revisited archived crayfish (stored in alcohol) collected across Croatia over the past 30 years. DNA was isolated from 220 individuals, ensuring broad geographic and taxonomic coverage. We then applied a recently developed qPCR assay (Strand et al. 2023) for *A. astaci* detection, and a pentaplex qPCR assay for genotyping (Di Domenico et al. 2021, Pisano et al., under review). Our results show that the pathogen is more widespread than previously assumed, with detection in all biogeographical regions (> 30% of tested samples, 67/220). We determined the genotype groups in 24 samples, with 17 being suspicious, revealing a dominance of genotypes A and B. Ultimately, our results will inform species distribution models (SDMs) to predict the current and future distribution of *A. astaci* under changing environmental conditions — a key step towards mitigating the ongoing impacts of this pathogen on European freshwater biodiversity.

Keywords: crayfish plague, qPCR assays, historical samples, invasive species monitoring

O - 5

PAN-EUROPSKA BAZA PODATAKA FUNKCIONALNIH SVOJSTAVA OPORNOSTI U PRESUŠUJUĆIM RIJEČNIM MREŽAMA

Polović Luka[1,2], Miliša Marko[1], Pařil Petr[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Masaryk University, Brno, Žerotínovo nám. 617/9, Czechia

luka.polovic@gmail.com

Riječne mreže koje presušuju uvelike ovise o dinamici lokalnih i proksimalnih vremenskih uvjeta koji značajno utječu na režim protoka, trajanje sušnih i vlažnih faza te intenzitet suhih faza. One su jedne od najugroženijih ekosustava pod sve većim pritiscima klimatskih promjena. Kako bi se očuvala bioraznolikost, funkcionalni integritet i usluge ekosustava u riječnim mrežama koje presušuju, pokrenut je projekt DRYvER (www.dryver.eu), ključan za razumijevanje utjecaja klimatski izazvanih promjena režima otjecanja na europske i globalne riječne mreže. Kao dio projekta DRYvER, razvija se opsežna baza podataka koja dokumentira funkcionalna svojstva koja utječu na otpornost slatkovodnih organizama na presušivanje te potencijal oporavka nakon suhe faze vodotoka, a uključuje bakterije, gljive, alge kremenjašice, makrobeskralježnjake i ribe. Ovaj zahvat uključuje uzorkovanje zajednica u šest riječnih mreža diljem Europe, odabir relevantnih funkcionalnih svojstava za procjenu njihove otpornosti na sušenje te sustavno prikupljanje podataka o tim svojstvima. Cilj je integrirati više baza podataka u jedinstveni okvir kako bi se pružio novi uvid u načine preživljavanja sušenja u riječnim mrežama koje presušuju. Kroz prikupljanje i analizu podataka o funkcionalnim svojstvima, nastoji se razjasniti složena ekološka dinamika u takvim staništima i utvrditi u kojoj mjeri specifična funkcionalna svojstva doprinose otpornosti tijekom epizoda sušenja. Naš pristup temeljen na funkcionalnim svojstvima organizama naglašava važnost funkcionalne bioraznolikosti u održavanju ekosustavnih procesa pod okolišnim stresom. Ova baza podataka će produbiti naše razumijevanje ekoloških mehanizama koji podupiru otpornost i elastičnost riječnih mreža koje presušuju.

Ključne riječi: Presušivanje, klimatske promjene, baza podataka, funkcionalna svojstva

PAN-EUROPEAN DATABASE OF RESISTANCE AND RESILIENCE TRAITS IN DRYING RIVER NETWORKS

Drying river networks (DRNs) are highly dependent on local and regional weather dynamics, which strongly influence flow regimes, the duration of dry and wet phases, and the intensity of drying. DRNs are among the most affected and vulnerable ecosystems under increasing climate change pressures. To secure biodiversity, functional integrity, and ecosystem services in drying river networks, project DRYvER (www.dryver.eu) was initiated. It is pivotal in understanding how climate-induced changes in flow regimes impact European and global DRNs. As a component of project DRYvER, a comprehensive database documenting both drying resistance (capacity to endure) and resilience (ability to recover) traits across a wide range of freshwater organisms, including bacteria, fungi, diatoms, macroinvertebrates, and fishes has been developed. This effort involved sampling freshwater communities within six distinct DRNs across Europe, selecting relevant traits to assess both resistance and resilience to drying, and systematically compiling trait data. This process includes data collection, standardisation, and harmonisation to ensure accurate representation of trait variability among aquatic biota. By integrating multiple datasets and organising them within a unified framework, we aim to foster a meta-system perspective that provides new insights into how different organisms survive drying events within DRNs. Through the aggregation and analysis of trait data, we seek to clarify the complex ecological dynamics in these environments, determining the extent to which specific functional traits contribute to resilience or vulnerability during drying episodes. Our trait-based approach highlights the importance of functional biodiversity in maintaining ecosystem processes under environmental stress. Ultimately, this database will deepen our understanding of the ecological mechanisms supporting DRN resistance and resilience.

Keywords: dry phase, climate change, database, functional traits

O - 6

DINAMIKA NASELJAVANJA MAKROZOOBENTOSA U POVREMENOM POTOKU

Bućan Denis[1], Mičetić Stanković Vlatka[1], Dorić Valentina[2], Vilenica Marina[3], Šumanović Marina[4], Miliša Marko[2]

[1]Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb, Demetrova 1, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Petrinja, Trg Matice Hrvatske 12, Hrvatska;
[4]Institut za vode "Josip Juraj Strossmayer", Zagreb, Ulica Grada Vukovara 220, Hrvatska

denis.bucan@hpm.hr

Povremeni potoci uobičajeno izmjenjuju tekuću, stajaću i suhu fazu pod utjecajem temperature i količine oborina, na koje sve jače utječu klimatske promjene. Takve promjene utječu na životne cikluse zajednice makrozoobentosa. Razumijevanje tih obrazaca važno je za predviđanje kako će zajednice u povremenim potocima reagirati na buduće klimatske promjene. Povremeni potoci predstavljaju izvrsne prirodne laboratorije za proučavanje dinamike naseljavanja. U ovom istraživanju analizirali smo sezonsku dinamiku naseljavanja makrozoobentosa na deset lotičkih lokacija tijekom šest uzorkovanja duž malog povremenog potoka smještenog na Kordunu (Hrvatska), u odnosu na okolišne čimbenike (fizikalna i kemijska svojstva vode te broj dana nakon ponovnog plavljenja). Provedeno je šest uzorkovanja: dva prije presušivanja potoka (84 i 119 dana nakon plavljenja; veljača i travanj) te četiri nakon ponovnog plavljenja (5, 12 i 25 dana u studenom–prosincu i 89 dana u veljači). Uzorkovanja su obuhvatila razdoblje od jedne godine, izuzev sušne faze od lipnja do studenoga. Ukupno je prikupljeno 25 777 jedinki. Najzastupljenija su bile ličinke Chironomidae (gotovo 30 % ukupne srednje brojnosti), a slijedili su ih Amphipoda, Oligochaeta i Isopoda. Više od 10% ukupne srednje brojnosti zabilježeno je već pet dana nakon ponovnog plavljenja, što ukazuje na brzo naseljavanje. Rezultati pokazuju da pojedini predstavnici zajednice makrozoobentosa mogu brzo naseliti staništa neposredno nakon plavljenja korita, pri čemu su se Oligochaeta, Amphipoda i Chironomidae istakli kao pioniri naseljavanja. Najniža srednja brojnost utvrđena je dvanaest, dok je najviša zabilježena 119 dana nakon plavljenja. Temperatura vode i broj dana nakon plavljenja izdvojili su se kao određujući čimbenici u oblikovanju strukture zajednice. Naši rezultati daju važan doprinos razumijevanju dinamike naseljavanja makrozoobentosa u povremenim potocima.

Ključne riječi: presušivanje, sezonalnost, plavljenje, pioniri naseljavanja

RECOLONISATION DYNAMICS OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES IN AN INTERMITTENT STREAM

Intermittent streams naturally alternate between flowing, pool and dry phases driven by temperature and precipitation patterns, which are increasingly influenced by climate change. These shifts affect the life cycle of aquatic invertebrates. Understanding these patterns is important for predicting how communities in intermittent streams may respond to future climate change. Intermittent streams themselves represent excellent natural laboratories for studying colonisation dynamics. We investigated the seasonal colonisation dynamics of benthic macroinvertebrates at ten lotic sites along a small intermittent stream in the Kordun region (Croatia), in relation to environmental factors (e.g. physical and chemical water properties and the number of days after rewetting). Sampling was conducted during six periods: two before stream drying (84 and 119 days after rewetting; February and April) and four after rewetting (5, 12, and 25 days after rewetting in November–December and 89 days after rewetting in February). Sampling covered one year, excluding the dry phase from June to November. A total of 25 777 individuals were collected. The most abundant were Chironomidae larvae (almost 30% of total mean abundance), followed by Amphipoda, Oligochaeta and Isopoda. Over 10% of total mean abundance was recorded only five days after rewetting, indicating rapid recolonisation. Results indicate that benthic macroinvertebrates can quickly recolonise habitats after rewetting, with Oligochaeta, Amphipoda and Chironomidae as recolonisation pioneers. The lowest mean abundance occurred twelve days after rewetting, while the highest was observed 119 days after rewetting. Moreover, temperature and the number of days after rewetting were identified as key parameters shaping community structure. Our results provide important contributions to understanding colonisation dynamics of benthic macroinvertebrates in intermittent streams.

Keywords: drying, seasonality, flooding, recolonisation pioneers

O - 7

POTENCIJAL KORIŠTENJA PROGRAMA ZA STROJNO UČENJE ZA KVANTITATIVNO ISTRAŽIVANJE ZOOPLANKTONA

Faller Matej[1,2], Dražina Tvrtko[1], Štefanić Ivka[1], Špoljar Maria[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Iktus d.o.o., Požega, Franje Cirakija 10, Hrvatska

matejfaller@gmail.com

Usporedili smo učinkovitost programa za analizu slika pomoću strojnog učenja, ilastik (interaktivni alat za učenje i segmentaciju), s mikroskopskim metodama opažanja zooplanktona u uzorcima iz Vranskog jezera (Hrvatska), sakupljenih tijekom 2022. godine. Četiri grupe zooplanktonskih organizama (predstavljaju 93% brojnosti) odabrane su za analizu: 1. kolnjak *Brachionus plicatilis*; 2. kolnjak *Keratella quadrata*; 3. naupliji i metanaupliji Calanoidnih veslonožaca *Calanipeda aquaedulcis*; 4. kopepoditi i odrasli *C. aquaedulcis*. Usporedbe vizualnog opažanja i rezultata ilastik protokola (klasifikacija piksela i objekata) napravljene su kroz sljedeća dva pristupa. U prvom pristupu, ukupno 53 fotografije (povećanje 200x) pojedinih jedinki zooplanktona koje pripadaju u četiri grupe su analizirane. Učinkovitost (% ispravnih identifikacija) ilastik modela u uspješnoj identifikaciji zooplanktona varirala je među grupama: *B. plicatilis* (92 %); *K. quadrata* (50 %); naupliji i metanaupliji *C. aquaedulcis* (93 %); kopepoditi i odrasli *C. aquaedulcis* (100 %). U drugom pristupu, ukupno 222 fotografije (povećanje 50x) zooplanktona koji pripada u četiri grupe su analizirane. Rezultati ilastik modela u usporedbi s potvrđenim vizualnim opažanjima bili su ili podcijenjeno brojanje: *K. quadrata* (72 %); ili precijenjeno brojanje: *B. plicatilis* (223%); naupliji i metanaupliji *C. aquaedulcis* (229 %); kopepoditi i odrasli *C. aquaedulcis* (179 %). Samo vizualno specifične vrste i grupe mogu biti detektirane navedenim pristupom. Sposobnost ilastika za kvantifikaciju zooplanktona ovisi o povećanju, tipu fotografija i vizualnim karakteristikama jedinki. U ovom trenutku, predstavljeni rezultati ne poboljšavaju praktičnu učinkovitost analize zooplanktona, ali predstavljaju dokaz ispravnog principa i naglašavaju veliki potencijal za korištenje alata koji koriste strojno učenje i umjetnu inteligenciju u istraživanju zooplanktona.

Ključne riječi: strojno učenje, umjetna inteligencija, ilastik, kolnjaci, veslonošci, zooplankton

POTENTIAL FOR USE OF MACHINE LEARNING SOFTWARE FOR QUANTITATIVE ZOOPLANKTON ANALYSES

We compared the efficiency of a machine learning software for image analysis, ilastik (interactive learning and segmentation toolkit), with the microscopic methods of zooplankton observation on samples from Vransko Jezero Lake (Croatia), collected during the year 2022. Four groups of zooplankton organisms (representing 93% of abundance) were chosen for analyses: 1. rotifer *Brachionus plicatilis*; 2. rotifer *Keratella quadrata*; 3. nauplii and metanauplii of Calanoid copepod, *Calanipeda aquaedulcis*, 4. copepodites and adults of *C. aquaedulcis*. Comparisons of visual observations and results of ilastik protocols (pixel and object classifications) were performed under the following two settings. In the first setting, a total of 53 photographs (200x magnification) of individual zooplankton specimens belonging to four groups were analysed. The efficiency (% of correct identifications) of ilastik model in the successful identification of zooplankton varied between groups: *B. plicatilis* (92%); *K. quadrata* (50%); nauplii and metanauplii *C. aquaedulcis* (93%); copepodites and adults *C. aquaedulcis* (100%). In the second setting, a total of 222 photographs (50x magnification) of zooplankton belonging to four groups were analysed. Results of the ilastik model in comparison to confirmed visual observations were either undercounting: *K. quadrata* (72%); or overcounting: *B. plicatilis* (223%); nauplii and metanauplii *C. aquaedulcis* (229%); copepodites and adults *C. aquaedulcis* (179%). Only visually distinct species or groups can be detected with this approach. The ability of ilastik to quantify zooplankton depends primarily on the magnification, type of photographs, and visual features of specimens. Currently, the presented findings do not improve the practical efficiency of zooplankton analyses, but represent an important proof of concept and emphasise the great potential for the use of machine learning and artificial intelligence tools in zooplankton research.

Keywords: machine learning, artificial intelligence, ilastik, Rotifera, Copepoda, zooplankton

O – 8

U KOJEM SMJERU SE RAZVIJA POPULACIJA VRSTE *DISCOSTELLA ASTEROCOSTATA* (B.Q.LIN, S.Q.XIE & S.X.CAI) HOUK & KLEE U VELIKIM EUROPSKIM RIJEKAMA?

Hanžek Nikola[1], **Stanković Igor[1]**

[1]Institut za vode "Josip Juraj Strossmayer", Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb, Hrvatska

nikola.hanzek@institutjjs.hr; igorstankovic1@gmail.com

Monitoring fitoplanktona u vrlo velikim hrvatskim rijekama provodi se od 2010. godine i ključan je za ocjenu ekološkog stanja, istraživanje bioraznolikosti i otkrivanje alohtonih vrsta. Prva pojava vrste *Discostella asterocostata* u hrvatskom potamoplanktonu zabilježena je 2016. godine u rijeci Muri, a potom i u Dravi i Dunavu. Rezultati su objavljeni 2025. godine na temelju podataka prikupljenih između 2016. i 2019., čime je potvrđen najraniji poznati nalaz ove vrste u Europi. Ovim istraživanjem obuhvaćeni su dodatni podaci o biomasi fitoplanktona te pratećim fizikalno-kemijskim pokazateljima u rijekama Dravi i Dunavu od 2022. do 2024. godine. Između 2016. i 2019. godine, *D. asterocostata* nikada nije bila dominantna u zajednici fitoplanktona, no redovito se pojavljivala i dostizala relativnu biomasu do 3,2%. Analize između 2022. i 2024. godine pokazale su porast biomase do 22,8% što upućuje na rastući trend unutar zajednice fitoplanktona. Korelacije pokazuju da je porast povezan sa sklonosti vrste višim temperaturama (pozitivna korelacija s temperaturom vode) te nižim protocima tijekom ljetnih mjeseci (negativna korelacija s protokom vode, Q). Negativna korelacija s koncentracijom hranjivih tvari ukazuje na afinitet *D. asterocostata* prema uvjetima manjeg organskog opterećenja. Time se ekološka niša oslobađa za prirodno prisutne alge kremenjašice koje preferiraju veća dostupnost hranjivih tvari, poput *Cyclostephanos dubius*, *C. invisitatus*, *Discostella pseudostelligera*, *Skeletonema potamos*, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Stephanodiscus hantzschii* i *S. minutulus*. Dobiveni obrasci sugeriraju da bi porast temperature vode i promjene hidroloških uvjeta uzrokovane klimatskim promjenama mogli pogodovati širenju i povećanoj biomasi *D. asterocostata* u europskim slatkovodnim ekosustavima. Kontinuirani monitoring, u vrlo velikim rijekama i drugim vodenim staništima, ključan je za razumijevanje dinamike njezine rasprostranjenosti i doprinosa biomasi fitoplanktonske zajednice.

Ključne riječi: alge kremenjašice, biomasa fitoplanktona, alohtone vrste, fizikalno-kemijski pokazatelji, klimatske promjene

WHERE IS THE POPULATION OF *DISCOSTELLA ASTEROCOSTATA* (B.Q.LIN, S.Q.XIE & S.X.CAI) HOUK & KLEE HEADING IN LARGE EUROPEAN RIVERS?

Continuous monitoring of phytoplankton in the very large Croatian rivers began in 2010, enabling the assessment of ecological status, biodiversity evaluation and the detection of non-indigenous species. The first detection of *Discostella asterocostata* in Croatian potamoplankton was published in 2025, based on data collected between 2016 and 2019. The species was first observed in the Mura River in 2016 and subsequently in the Drava and Danube rivers, which is the earliest known record of this species in Europe. The current study includes additional data from 2022–2024, including phytoplankton biomass and supporting physico-chemical parameters, from the Drava and Danube rivers. Between 2016 and 2019, *D. asterocostata* was never dominant, but occurred regularly and reached a relative biomass of up to 3.2%. In the newly analysed period (2022–2024), its relative biomass increased up to 22.8%, showing a growing trend within the phytoplankton community. This increase is related to its preference for warm summer conditions (positive correlation with temperature) and lower summer flow (negative correlation with flow, Q). The negative correlation with nutrient concentration suggests that *D. asterocostata* favours waters with lower organic load, leaving ecological space for naturally present centric diatoms that prefer higher nutrient availability, such as *Cyclostephanos dubius*, *C. invisitatus*, *Discostella pseudostelligera*, *Skeletonema potamos*, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Stephanodiscus hantzschii* and *S. minutulus*. These patterns suggest that a potential increase in water temperatures and changes in river conditions due to climate change could favour the further spread and higher biomass of *D. asterocostata* in European freshwater ecosystems. Continuous monitoring, not only in very large rivers but also in other aquatic habitats, will provide deeper insights into the distribution dynamics of *D. asterocostata* and its contribution to the phytoplankton community biomass.

Keywords: diatoms, phytoplankton biomass, non-indigenous species, physico-chemical parameters, climate change

O - 9

EKSPERIMENTALNO IZLAGANJE DAGNJI I VODENBUHA MIKROPLASTICI I ORGANSKOM ZAGAĐIVALU

Mijošek Pavin Tatjana[1], Filipović Marijić Vlatka[1], Kračun Kolarević Margareta[2], Kolarević Stoimir[2], Šariri Sara[1], Kovač Viršek Manca[3], Bajt Oliver[3], Kuštro Marija[1], Ramšak Andreja[3]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[2]Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković", Beograd, Bulevar despota Stefana 142, Serbia;
[3]Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran, Piran, Fornače 41, Slovenia

tmijosek@irb.hr

Cilj istraživanja bio je procijeniti rane toksične učinke kod dagnji i vodnebuha izloženih polietilenu visoke gustoće (HDPE) i pirenu kao čestim onečišćujućim tvarima u vodama. Dagnje su izložene netretiranim i laboratorijski ostarjelim HDPE česticama (40-48 µm, 1 mg L^{-1}), pirenu (50 µg L^{-1}) i pirenu adsorbiranom na ostarjeli HDPE. Biomarkeri antioksidativnog kapaciteta (katalaza, CAT; glutation S-transferaza, GST), metaboličke aktivnosti (sustav prijenosa elektrona, ETS; ukupni lipidi), neurotoksičnosti (acetilkolinesteraza, AChE) i integriteta DNK (komet test) mjereni su nakon 7 i 14 dana. Vodenbuhe (*Daphnia magna*) su bile izložene netretiranom i ostarjelom HDPE (1-100 mg L^{-1}), pirenu (0,005-5 mg L^{-1}) i njihovoj kombinaciji. Dodatno su testirane s mikročesticama polistirena (PS) (0,5–3 µm, 0,25–0,75 mg L^{-1}) kako bi se procijenio utjecaj koncentracije i veličine čestica. Akumulacija HDPE u dagnjama analizirana nakon 14 dana je pokazala da se manje čestica nakuplja u škrgama nego u drugim tkivima. Biomarkerski odgovori varirali su ovisno o tretmanu, vremenu uzorkovanja i tkivu, uglavnom bez značajnih razlika. Piren i HDPE uzrokovali su oštećenje DNK u hemocitima, s većim utjecajem HDPE nego pirena i većim oštećenjem DNK nakon 14. u odnosu na 7. dan. HDPE je uzrokovao nisku toksičnost u vodenbuha, dok je piren bio toksičan pri koncentraciji od 5 mg L^{-1} već nakon 24 sata, a njegova najniža koncentracija nije imala toksični učinak. Piren adsorbiran na HDPE uzrokovao je nižu smrtnost od samog pirena. Što se tiče PS, imobilizacija vodenbuha nije zabilježena s česticama veličine 0,5 i 1 µm do 0,5 mg L^{-1}, ali se povećavala pri višim koncentracijama. Najveću toksičnost izazvale su PS čestice od 3 µm, s preživljavanjem koje se smanjivalo na 40 % pri svim koncentracijama. Dobiveni rezultati ističu složenost bioloških odgovora na izloženost mikroplastici i povezanim onečišćujućim tvarima, koji ovise o vrsti čestica, veličini, starenju, koncentraciji i trajanju izloženosti.

Ključne riječi: biomarkeri, piren, polietilen visoke gustoće, bioindikatori, toksičnost

EXPERIMENTAL STUDY ON THE EXPOSURE OF MUSSELS AND DAPHNIDS TO MICROPLASTICS AND ORGANIC POLLUTANT

Presented research aimed to assess early toxic effects in mussels and daphnids exposed to high-density polyethylene (HDPE) and pyrene as common pollutants in waters. Mussels were exposed to untreated and laboratory-aged HDPE particles (40-48 µm, 1 mg L^{-1}), pyrene (50 µg L^{-1}) and pyrene adsorbed to aged HDPE. Biomarkers of antioxidant capacity (catalase, CAT; glutathione S-transferase, GST), metabolic activity (electron transport system, ETS; total lipids), neurotoxicity (acetylcholinesterase, AChE), and DNA integrity (comet assay) were evaluated after 7 and 14 days. Further, daphnids (*Daphnia magna*) were exposed to untreated and aged HDPE (1-100 mg L^{-1}), pyrene (0.005-5 mg L^{-1}) and their combination. Additionally, daphnids were tested with polystyrene (PS) microparticles (0.5–3 µm, 0.25–0.75 mg L^{-1}) to assess concentration and particle size effects. Accumulation of HDPE in mussels was analyzed after 14 days and showed that less particles accumulated in gills than in other tissues. Biomarker responses varied across treatments, time points, and tissues, mostly without significant differences. Pyrene and HDPE caused DNA damage in haemocytes, with higher impact of HDPE than pyrene and higher degree of DNA damage after 14 than after 7 days. Treatments with HDPE resulted in low toxic effect to daphnids, while pyrene was toxic at a concentration of 5 mg L^{-1} already after 24 h and its lowest concentration had no toxic effect. Pyrene adsorbed to HDPE caused lower mortality than pyrene alone. For PS, immobility of daphnids was not recorded with 0.5 and 1 µm particles up to 0.5 mg L^{-1}, but increased at higher concentrations. Polystyrene particles of 3 µm caused the highest toxicity, with survival consistently decreasing to 40% at all concentrations. Obtained results highlight the complexity of biological responses to exposure to microplastics and associated contaminants, depending on the particle type, size, aging, concentration and exposure duration.

Keywords: biomarkers, pyrene, high-density polyethylene, bioindicators, toxicity

O – 10

PROCJENA RADIOEKOLOŠKOG STANJA JADRANA PRAĆENJEM RADIONUKLIDA U DAGNJE *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (2008.-2023.)

Pavičić-Hamer Dijana[1], Tucaković Ivana[2], Ivković Martina[2]

[1]Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, G. Paliage 5, Rovinj, Hrvatska;
[2]Institut Ruđer Bošković, Zavod za istraživanje mora i okoliša, Bijenička Cesta 54, Zagreb, Hrvatska

dpavicic@irb.hr

Radioekološko stanje Jadranskog mora uz hrvatsku obalu procijenjeno je mjerenjem radioaktivnosti u dagnje *Mytilus galloprovincialis* u razdoblju od 15 godina (2008. – 2023.). Koncentracije aktivnosti prirodnih radionuklida Be-7, K-40, Th-232, Ra-226, U-238 i antropogenog Cs-137 određene su gama-spektrometrijski u suhom tkivu dagnji. Predstavljeni rezultati su razmatrani i uspoređeni s obzirom na lokaciju i sezonu uzorkovanja, donosa slatke vode te parametre temperature i saliniteta morske vode. Koncentracije aktivnosti Cs-137 u dagnji bile su uglavnom ispod granice detekcije, povremeno su detektirane niske koncentracije aktivnosti, neovisno o sezoni uzorkovanja i lokaciji. Koncentracije aktivnosti Be-7 u dagnji bile su najviše u proljeće za sve lokacije, što se može pripisati utjecaju kiše i dotoku slatke vode. Koncentracije aktivnosti K-40 u dagnji bile su bez značajnih razlika s obzirom na sezonu i lokaciju uzorkovanja, što se može pripisati njegovoj visokoj i ujednačenoj koncentraciji u moru. Koncentracije aktivnosti ostalih prirodnih radionuklida općenito su bile ispod granica detekcije. Rezultati mjerenja radiaktivnosti u dagnji kao indikatora morskog onečišćenja upućuju na to da je radioekološko stanje Jadranskog mora uz hrvatsku obalu zadovoljavajuće bez značajnog unosa radionuklida padalinama i rijekama.

Ključne riječi: Jadransko more, dagnja *Mytilus galloprovincialis*, toksičnost radionuklida, gama-spektrometrija

ASSESSMENT OF THE RADIOECOLOGICAL CONDITION OF THE ADRIATIC SEA BY MONITORING RADIONUCLIDES IN MUSSELS *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (2008-2023)

The radioecological condition of the Adriatic Sea along the Croatian coast has been assessed by measuring radioactivity in mussel *Mytilus galloprovincialis* over a 15-year period (2008-2023). Activity concentrations of the naturally occurring radionuclides Be-7, K-40, Th-232, Ra-226, U-238 and Cs-137 were determined by gamma-spectrometry in dry tissue of mussels. The results presented are discussed and compared regarding the sample location, sampling season, freshwater input, temperature and salinity parameters. Activity concentrations of Cs-137 in mussels were generally below the detection limit, occasionally low activities were detected, regardless of sampling season and location. Activity concentrations of Be-7 in mussels were the highest in spring periods for all locations which can be attributed to the impact of rain and freshwater inflow. Activity concentrations of K-40 in mussels did not differ significantly, irrespective of the season or location and can be attributed to its high and uniform concentration in the sea. Activity concentrations of other naturally occurring radionuclides were generally below the detection limits. The results obtained by measuring radioactivity in mussels as an indicator organism of marine pollution indicate that the radioecological condition of the Adriatic Sea along the Croatian coast is satisfactory and without significant radionuclides input from fallout and rivers.

Key words: Adriatic Sea, mussel *Mytilus galloprovincialis*, radionuclide toxicity, gamma-spectrometry

O - 11

PROCJENA ZALIHA PLAVOG UGLJIKA U NASELJIMA MORSKE CVJETNICE POSIDONIJE (*POSIDONIA OCEANICA*) U HRVATSKOM DIJELU JADRANSKOG MORA

Zubak Čižmek Ivana[1,2], Čižmek Hrvoje[2], **Mokos Melita**[1]

[1]Sveučilište u Zadru; Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, Zadar, Trg kneza Višeslava 9, Hrvatska;
[2]Društvo istraživača mora 20000 milja, Zadar, Put Bokanjca 26a, Hrvatska

izubak@unizd.hr; mmokos@unizd.hr

Naselja morskih cvjetnica sve se više prepoznaju kao važni elementi morskih ekosustava zbog svoje uloge u dugoročnom skladištenju ugljika, čime pridonose ublažavanju klimatskih promjena. *Posidonia oceanica*, endemska vrsta morske cvjetnice Sredozemnog mora, pohranjuje znatne količine organskog ugljika u vlastitom tkivu i u sedimentu ispod naselja, zbog čega predstavlja značajan dugoročni rezervoar organskog ugljika u obalnim područjima. Ovo istraživanje donosi prvu procjenu zaliha organskog ugljika u naseljima *P. oceanica* u hrvatskom dijelu Jadranskog mora, s posebnim naglaskom na morska zaštićena područja (Marine Protected Areas - MPAs). Analiza se temelji na meta-podacima iz Sredozemnog mora i prostornoj GIS ekstrapolaciji te omogućuje dodatnu razradu prema dubini i kategoriji zaštite. Posebna se pozornost posvećuje prostornoj organizaciji elemenata podmorskog okoliša, jer su mozaična naselja posidonije ekološki značajna i karakteristična za hrvatsku obalu. Dobiveni rezultati predstavljaju početnu osnovu za buduća istraživanja, ali i za oblikovanje učinkovitijih mjera očuvanja, upravljanja i politike zaštite mora u kontekstu klimatskih promjena. Istraživanje se provodi u sklopu UniZD institucionalnog projekta BlueCarb-HR (2025.–2029.).

Ključne riječi: morske cvjetnice, *Posidonia oceanica*, plavi ugljik, morska zaštićena područja, klimatske promjene

ESTIMATING THE BLUE CARBON STORAGE POTENTIAL OF *POSIDONIA OCEANICA* SEAGRASS MEADOWS IN THE CROATIAN ADRIATIC

Seagrass meadows are increasingly recognised for their role in long-term carbon storage and are considered important contributors to climate regulation. *Posidonia oceanica*, a seagrass species endemic to the Mediterranean Sea, stores substantial amounts of organic carbon in its biomass and the sediments beneath the meadows, making it a significant long-term carbon reservoir in coastal areas with high ecological value. This study presents the first assessment of the blue carbon storage potential of *P. oceanica* meadows in the Croatian Adriatic Sea, with particular emphasis on marine protected areas (MPAs). The analysis is based on Mediterranean metadata and GIS-based extrapolation, allowing further differentiation by depth and protection status. Special attention is given to the seascape context, as mosaic meadows are ecologically significant and characteristic of the Croatian coastline. These spatial configurations influence both ecological functioning and carbon storage capacity. The results provide a baseline for future research and may support the development of more effective conservation and management strategies. The research is conducted within the framework of the UniZD institutional project BlueCarb-HR (2025–2029).

Keywords: blue carbon, seagrass meadows, *Posidonia oceanica*, marine protected areas, climate change

O - 12

GREBEN KORALJA *CLADOCORA CAESPITOSA* (NACIONALNI PARK MLJET, JADRANSKO MORE) - 25 GODINA ISTRAŽIVANJA

Kružić Petar[1], Guić Rita[1], Lipej Lovrenc[2], Mavrič Borut[2], Gračan Romana[1], Ankon Pavel[1]

[1]Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Morska biološka postaja Piran - Nacionalni institut za biologiju (NIB), Piran, Fornače 41, Slovenia

pkruzic@biol.pmf.hr

Mediteranski endemski kameni koralj *Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767) jedini je simbiontski koralj koji gradi grebene u Sredozemnom moru. Ovoj ugroženoj vrsti prijete klimatske promjene i antropogeni utjecaji. Potencijal biokonstrukcije, stope rasta i negativni utjecaji (anomalije temperature mora, onečišćenje) na kolonije praćeni su tijekom 25 godina na grebenu koralja *C. caespitosa* u zaštićenom morskom području Veliko jezero (Nacionalni park Mljet, Jadransko more). Stopa rasta čaški koralja (koralita) na grebenu (od 2,02 mm do 5,32 mm godišnje) bila je slična relevantnim istraživanjima u različitim područjima Sredozemnog mora i pokazala je pozitivnu korelaciju s prosječnom godišnjom temperaturom mora. Kolonije koralja grade greben, kao i polja kolonija na stjenovitom i pjeskovitom dnu, od 6 do 18 metara dubine, unutar poluzatvorenog zaljeva s velikom izmjenom morske vode uzrokovanom plimom i osekom. Područje južnog Jadrana doživjelo je izuzetno topla ljeta tijekom posljednja dva desetljeća, s temperaturama mora koje dosežu i do 30 °C, što je uzrokovalo štetu na koraljnom grebenu. Smrtnost kolonija *C. caespitosa* uzrokovana izbjeljivanjem polipa i nekrozom tkiva pokazala je pozitivnu korelaciju s anomalijama visoke temperature mora tijekom ljeta i jeseni što je rezultiralo potpunom ili djelomičnom smrtnošću kolonija. Sadašnji trend zagrijavanja mora zajedno s urbanizacijom negativno utječe na koraljni greben vrste *C. caespitosa* u Nacionalnom parku Mljet, što izaziva zabrinutost za njegovu buduću održivost.

Ključne riječi: koraljni greben, ekološki utjecaji, klimatske promjene, zaštićeno morsko područje, Jadransko more

A *CLADOCORA CAESPITOSA* BANK (NATIONAL PARK MLJET, ADRIATIC SEA) - 25 YEARS OF RESEARCH

The Mediterranean endemic stony coral *Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767) is the only reef-building and obligate zooxanthellate coral in the Mediterranean Sea. This endangered species is threatened by climate and anthropogenic impacts affecting Mediterranean coastal areas. Bioconstruction potential, growth rates and negative impacts (sea temperature anomalies, pollution) on colonies were monitored over 25 years on *C. caespitosa* bank in the Marine Protected Area of Veliko jezero (Mljet National Park, Adriatic Sea). The growth rate of corallites on the bank (from 2.02 mm to 5.32 mm annually) was similar to relevant research in different areas of the Mediterranean Sea and showed a positive correlation with the average annual sea temperature. The coral colonies form highly aggregated bank and beds on rocky and sandy bottoms, from 6 to 18 m depth, within a semi-enclosed bay with high water exchange caused by tides. The southern part of the Adriatic Sea has experienced abnormally warm summers during the last two decades, with sea temperatures reaching up to 30°C driving population damage to the coral bank. Mortality events of *C. caespitosa* colonies caused by polyp bleaching and tissue necrosis, showed a positive correlation with high sea temperature anomalies during summer and autumn resulting in complete or partial mortality of the colonies. The present climate-warming trend together with urbanization has severely and negatively affected the *C. caespitosa* coral bank in the Mljet National Park causing concerns for future viability.

Keywords: coral bank, ecological impacts, climate change, Marine protected area, Adriatic Sea

O-13

NOVOPRIDOŠLE VRSTE RIBA U JADRANSKOM MORU U RAZDOBLJU 2020.-2025.

Dulčić Jakov[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište Ivana Meštrovića 63, Split, Hrvatska

dulcic@izor.hr

Za razdoblje 2021. – 2025., na popis ihtiofaune Jadrana dodano je 5 novih vrsta riba. Među novim vrstama su: *Remora brachyptera* (Echeneidae), *Cheilopogon heterurus* (Exocetidae), *Acanthurus monraviae* (Acanthuridae) i *Salmo salar* (Salmonidae) te predstavnik roda *Heniochus*. Jedan primjerak *Remora brachyptera* (Lowe, 1839) ulovljen je pridnenom koćom u istočnom dijelu Jadranskog mora u lipnju 2021. Ovaj nalaz predstavlja prvi dokumentirani zapis ove vrste iz Jadranskog i Sredozemnog mora. Primjerak *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810) ulovljen uz istarski poluotok te predstavlja značajan nalaz za sjeverni Jadran i potvrđuje prvi nalaz u Jadranu. Višestruka opažanja (najmanje osam puta) *Acanthurus monroviae* Steindachner 1876 izvršena su u kratkom vremenskom razdoblju između lipnja i kolovoza 2024. na lokacijama u Kostreni (istočni sjeverni Jadran). Svi ovdje predstavljeni zapisi prvi su zapisi ove vrste za Jadransko more i najsjeverniji za područje Sredozemlja. Dva primjerka lososa (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) ulovljena su tijekom komercijalnog ribolova na području Istarskog poluotoka, što predstavlja prvi dokumentirani nalaz ove vrste i u Jadranskom moru i u Sredozemlju. Predstavnik roda *Heniochus* uočen je 11. rujna 2024. u malom zalivu pored grada Ploče uz hrvatsku obalu.

Ključne riječi: novopridošle vrste riba, popis ihtiofaune, prvi zapisi, Jadransko more

NEWLY ARRIVED FISH SPECIES IN THE ADRIATIC SEA IN THE PERIOD 2020-2025.

For the period 2021-2025, 5 new fish species have been added to the list of ichthyofauna of the Adriatic. Among the new species are: *Remora brachyptera* (Echeneidae), *Cheilopogon heterurus* (Exocetidae), *Acanthurus monraviae* (Acanthuridae) and *Salmo salar* (Salmonidae) and a representative of the genus *Heniochus*. One specimen of *Remora brachyptera* (Lowe, 1839) was caught by bottom trawl in the eastern part of the Adriatic Sea in June 2021. This finding represents the first documented record of this species from the Adriatic and Mediterranean Seas. The specimen of *Cheilopogon heterurus* Rafinesque, 1810 caught off the Istrian peninsula represents a significant find for the northern Adriatic and confirms the first find in the Adriatic. Multiple sightings (at least eight times) of *Acanthurus monroviae* Steindachner 1876 were made in a short period of time between June and August 2024 at locations in Kostrena (eastern northern Adriatic). All records presented here are the first records of this species for the Adriatic Sea and the northernmost for the Mediterranean region. Two specimens of salmon (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) were caught during commercial fishing in the Istrian Peninsula, which represents the first documented finding of this species in both the Adriatic Sea and the Mediterranean. A representative of the genus *Heniochus* was observed on September 11, 2024 in a small bay near the town of Ploče along the Croatian coast.

Keywords: newly arrived fish species, fish checklists, first records, Adriatic Sea

O - 14

UTJECAJ OKOLIŠNIH ČIMBENIKA NA ZAJEDNICE VODENCVJETOVA U ANTROPOGENO UTJECANIM RIJEČNIM STANIŠTIMA

Vilenica Marina[1], Grgić Ivana[2], Rebrina Fran[3], Ćaleta Marko[1], Tierno de Figueroa José Manuel [4], López-Rodríguez Manuel Jesús[5], Brigić Andreja[3], Mihaljević Zlatko[3]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Petrinja, Trg Matice Hrvatske 12, Hrvatska;
[2]PrimeVigilance, Zagreb, Oreškovićeva 20A, Hrvatska;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[4]Department of Zoology, Faculty of Science, University of Granada, Granada, Campus de Fuentenueva s/n., Spain;
[5]Department of Ecology, Faculty of Science, University of Granada, Granada, Campus de Fuentenueva s/n., Spain

marina.vilenica@ufzg.hr

Slatkovodna staništa su diljem svijeta ugrožena raznim antropogenim pritiscima, što rezultira lošijom kvalitetom staništa i smanjenom bioraznolikosti. Zbog svoje osjetljivosti na promjene u okolišu, vodencvjetovi se često koriste u programima biomonitoringa. Cilj ovog istraživanja bio je istražiti utjecaj tipa staništa, fizikalnih i kemijskih čimbenika vode te zajednica riba na zajednice vodencvjetova u antropogeno utjecanim staništima (akumulacijama, obodnim jarcima, odvodnim derivacijskim kanalima i starom riječnom toku) rijeke Drave u Hrvatskoj. Istraživanje je provedeno tijekom 9 godina. U akumulacijama je zabilježena najmanja brojnost svojti vodencvjetova, te taksonomska i funkcionalna raznolikost njihovih zajednica zbog značajno promijenjene hidromorfologije staništa. Slično tome, akumulacije i odvodni derivacijski kanali imali su značajno nižu brojnost vodencvjetova u usporedbi s obodnim jarcima i starim riječnim tokom. Hidro-morfološke promjene staništa rezultirale su i razlikama u fizikalnim i kemijskim čimbanicima vode koji su stoga imali dodatnu ulogu u oblikovanju zajednica vodencvjetova. Također, dobiveni rezultati ukazuju na visok utjecaj predatora, poput riba, u oblikovanju zajednica vodencvjetova u istraživanom riječnom sustavu, budući da je uočena negativna korelacija između zajednica riba i bogatstva svojti vodencvjetova, njihove taksonomske i funkcionalne raznolikosti. Rezultati ovog istraživanja potvrđuju negativan utjecaj hidromorfoloških promjena staništa (brana i akumulacija) i predacije riba na zajednice vodencvjetova.

Ključne riječi: Ephemeroptera, degradacija staništa, kvaliteta vode, ribe, raznolikost

ENVIRONMENTAL VARIABLES INFLUENCING MAYFLY ASSEMBLAGES IN ANTHROPOGENICALLY IMPACTED RIVER HABITATS

Freshwater habitats are globally threatened by various anthropogenic pressures, resulting in reduced habitat quality and diminished biotic diversity. Due to their sensitivity to environmental change, mayflies are commonly used in biomonitoring programs worldwide. We investigated how mayfly assemblages are influenced by habitat type, water physical and chemical parameters and fish assemblages in anthropogenically impacted habitats (hydropower plant reservoirs, drainage ditches, tailrace canals, old river channels) of the Drava River in Croatia over a nine-year period. Overall, reservoirs had the lowest mayfly taxa richness, taxonomic and functional diversity due to substantially changed habitat hydro-morphology. Similarly, reservoirs and tailrace canals had significantly lower mayfly abundance compared to drainage ditches and old river channels. Such habitat alterations also resulted in differences in physical and chemical water parameters that had an additional role in shaping mayfly assemblages. Additionally, our results indicate a high influence of predators, such as fish, in shaping mayfly assemblages in studied river system, since a negative correlation was observed between fish assemblages and mayfly taxa richness, taxonomic and functional diversity. Our results confirm the negative influence of hydro-morphological habitat alterations (dams and river impoundment) and fish predation on mayfly assemblages.

Keywords: Ephemeroptera, habitat degradation, water quality, fish, diversity

O – 15

PREGLED 15-GODIŠNJIH BOTANIČKIH ISTRAŽIVANJA U PARKU PRIRODE "KOPAČKI RIT" (HRVATSKA)

Ozimec Siniša[1], Rožac Vlatko[2]

[1]Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, Ulica Vladimira Preloga 1, Hrvatska;
[2]Javna ustanova "Park prirode Kopački rit", Kopačevo-Bilje, Mali Sakadaš 1, Hrvatska

sinisa.ozimec@fazos.hr

Park prirode "Kopački rit" je velika fluvijalno-močvarna poplavna nizina u srednjem toku rijeke Dunav. Raznolikost i rasprostranjenost staništa te divlje faune i flore ovise o intenzitetu i trajanju poplava, kao i razdobljima suše. Kopački rit je zaštićen od 1967., a proglašen je parkom prirode 1999. godine. Pripada dvama Natura 2000 područjima prema direktivama EU o pticama i staništima te UNESCO-vom Prekograničnom rezervatu biosfere "Mura-Drava-Dunav". Javna ustanova "Park prirode Kopački rit" započela je s provedbom Akcijskog plana za očuvanje vodenih i močvarnih staništa, kao stalne aktivnosti od 2010. godine. Tijekom 15-godišnjeg razdoblja, od svibnja 2010. do kolovoza 2024., provedena su intenzivna terenska istraživanja, uz praćenje populacija ugroženih biljaka i strukture staništa. Važno postignuće je prošireno znanje o cjelokupnoj vaskularnoj flori i staništima. Trenutna floristička raznolikost obuhvaća 576 taksona, 312 rodova i 97 porodica papratnjača i kritosjemenjača, što čini 10,2 % ukupne vaskularne flore Hrvatske. Prijetnje raznolikosti flore Parka prirode „Kopački rit" su: fluktuacije intenziteta i trajanja poplava rijeke Dunav, nedostatak oborina, povišene ljetne temperature zraka, produljeno sušno razdoblje, nakupljanje sedimenta i prirodna sukcesija močvara. Sveobuhvatno poznavanje flore i staništa važan je alat u planiranju mjera s ciljem očuvanja i zaštite rijetkih i ugroženih biljaka i njihovih staništa u Parku prirode Kopački rit.

Ključne riječi: Kopački rit, Dunav, flora, stanište

A RETROSPECTIVE OF 15 YEARS OF THE BOTANICAL EXPLORATION IN NATURE PARK KOPAČKI RIT (CROATIA)

Nature Park Kopački Rit is a large fluvial-marshy floodplain in the middle course of the Danube River. Diversity and distribution of habitats and wild fauna and flora depends on intensity and duration of floods, as well as drought periods. Kopački Rit has been protected since 1967, and proclaimed as Nature Park in 1999. It is a part of two Natura 2000 sites under EU Birds and Habitats Directives, and UNESCO's Transboundary Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube. Public Institution Nature Park Kopački Rit started with implementation of the Action Plan for Conservation of the Aquatic and Wetland Habitats, as the permanent activity since 2010. Over a 15-year period, from May 2010 to August 2024, intensive field investigations were done, combined with monitoring of populations of threatened plants, and habitat composition. An important achievement is expanded knowledge on overall vascular flora and habitats. The current floristic diversity comprise 576 taxa, 312 genera and 97 families of the pteridophytes and angiosperms, which makes 10.2% of total vascular flora of Croatia. Invasive alien species are represented by 29 taxa, about 5% of the total flora. The threats for the floristic diversity of Nature Park Kopački Rit are: fluctuations in intensity and duration of flooding of the Danube River, lack of rainfalls, increased summer air temperatures, prolongation of dry season, accumulation of bedloads and natural succession of the wetlands. Comprehensive knowledge on flora and habitats provide an important tool for planning and implementation of measures with an aim to conserve and protect rare and threatened plants and their habitats in Nature Park Kopački Rit.

Keywords: Kopački rit, Dannube, flora, habitat

O - 16

SPOLNO SPECIFIČNA BIHEVIORALNA FLEKSIBILNOST PRIMORSKIH GUŠTERICA TIJEKOM KOLONIZACIJE OTOKA

Glogoški Marko[1], Gojak Tomislav[2], Lisičić Duje[1], Cizelj Ivan[3], Sabolić Iva[1], Štambuk Anamarija[1]

[1]Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska;
[2]Udruga Hyla, Lipovac I br. 7, 10000 Zagreb, Hrvatska;
[3]Zoološki vrt grada Zagreba, Ul. Fakultetsko dobro 1, Zagreb, Hrvatska

marko.glogoski@biol.pmf.hr

Kada životinje koloniziraju nova staništa, njihove bihevioralne značajke često određuju uspjeh ili neuspjeh. Tijekom faza transporta, introdukcije i uspostave, pojedinci se mogu filtrirati prema tome koliko su odvažni, aktivni ili skloni istraživanju. Međutim, prosječno ponašanje populacije nije jedini čimbenik; varijabilnost ponašanja — i među pojedincima i unutar njih — može biti ključna za prilagodbu novim uvjetima. Proučavali smo aktivnost/istraživačko ponašanje (udaljenost kretanja i kutnu brzinu) te odvažnost kod primorske gušterice (*Podarcis siculus*) na dva mala Jadranska otoka. Deset jedinki prenešeno je prije 54 godine s jednog na drugi susjedni otočić, gdje su uspješno osnovali novu populaciju. Nismo pronašli razlike u prosječnim vrijednostima ispitivanih ponašanja između izvorne i nove populacije. Varijanca među jedinkama u oba ponašanja očuvana je u novoj populaciji, unatoč maloj veličini osnivačke skupine. Najznačajniji rezultat bio je spolno specifičan pomak u bihevioralnoj fleksibilnosti. Ženke iz izvorne populacije su imale nižu varijabilnost unutar jedinki u udaljenosti kretanja i kutnoj brzini nego mužjaci. U novoj populaciji ta se varijabilnost značajno povećala, pri čemu su varijabilnosti kutne brzine unutar ženki čak premašile one od mužjaka. Suprotno tome, varijabilnost unutar jedinki u odvažnosti nije se razlikovala između populacija. Ovi nalazi pokazuju da bihevioralna varijabilnost među jedinkama može opstati i nakon kolonizacije malom osnivačkom skupinom. Također, otkrivaju da varijabilnost aktivnosti/istraživačkog ponašanja unutar jedinki, kao i smjeru i intenzitet njihove promjene u novom okolišu ovise o spolu. Uočeno povećanje fleksibilnosti ponašanja kod ženki može imati važnu ulogu u kolonizaciji te naglašava potrebu proučavanja ne samo prosječnih vrijednosti, nego i varijabilnosti ponašanja za razumijevanje adaptacija na novi okoliš.

Ključne riječi: bihevioralni spolni dimorfizam, aktivnost, istraživačko ponašanje, odvažnost, učinak osnivača

SEX-SPECIFIC BEHAVIORAL FLEXIBILITY DURING ISLAND COLONIZATION IN ITALIAN WALL LIZARDS

When animals colonize new environments, their behavioral traits often make the difference between success and failure. During transport, introduction, and establishment phase, individuals may be filtered by how bold, active, or exploratory they are. However, the average behavior of a population is not the sole factor; the variability of behavior— both among and within individuals— might be essential for adaptation to new conditions. We studied activity/exploration behavior (distance moved and angular velocity) and boldness in the Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) on two small Adriatic islands. Ten individuals from one island were transferred to a nearby island 54 years ago, where they have successfully established novel population. We found no differences in the average levels of studied behaviors between the source and novel population. Among-individual variance in all behaviors was preserved in the novel population, despite the small propagule size. The most significant finding was a sex-specific shift in behavioral flexibility. Females from ancestral population had lower within-individual variability in distance moved and angular velocity. In the novel population female variability significantly increased, and female within-individual variability in angular velocity even surpassed values observed for males. In contrast, within-individual variance in boldness did not vary across populations, nor sex. These findings highlight that behavioral variation among individuals can persist even after colonization by a small founder group. Moreover, they show that within-individual variability of activity/exploration within populations and the direction and their magnitude of change in the new environment is sex dependent. The observed female behavioral flexibility may play an important role in colonization, emphasizing the need to study both average behaviors and their variability to understand adaptation in new environments.

Keywords: behavioral sexual dimorphism, activity, exploratory behavior, boldness, founder effect

O - 17

DIGITALNA TEHNOLOGIJA U ISTRAŽIVAČKIM PROJEKTIMA S UČENICIMA

Marković-Zoraja Snježana[1], Fratrović Kristina[1]

[1]Osnovna škola Dubovac, Karlovac, Primorska 9, Hrvatska

snjezana.markovic-zoraja@skole.hr

S učenicima 8.r osnovne škole proveden je istraživački projekt u aleji karlovačka Promenada. Cilj je bio istražiti ulogu stabala u ciklusu ugljika te utvrditi usporedivost podataka mjerenja na terenu s podacima na satelitskim platformama. Na terenu su učenici napravili biometrijska mjerenja mjernim alatima i aplikacijom GLOBE Observer. Izračunali su starost stabala, prsni promjer, svježu i suhu biomasu, pohranjeni ugljik i apsorbirani CO_2 za svako stablo. Rezultati su pokazali da je promenada veliko skladište ugljika. Osobito su važna stara stabla jer su u njima pohranjene najveće količine ugljika, ali ako dođe do njihovog propadanja velike količine CO_2 odlaze u atmosferu. Izmjerene vrijednosti visine stabala uspoređivane su s podacima u bazama podataka na platformama Earth Engine, EarthMap i OpenAltimetry. Na platformi Earth Engine učenici su istražili promjene u visini pokrova od 2000.-2020. godine te očitavali visinu pokrova istraživačkog područja prema zadnjim podacima satelita. Usporedba visine stabala na terenu sa satelitskim podacima nije mogla biti provedena jer se može očitati samo prosjek visine pokrova na pikselu. Na platformi OpenAltimetry nema podataka o visini pokrova na istraživačkom području jer putanje satelita nisu prolazile tim prostorom. Analiza je provedena i u alatu Meta/WRI Earth Map koja primjenjuje UI modele, no u ovom alatu ne može se precizno odrediti visina svakog pojedinog stabla. Na GLOBE webinaru znanstvenik Brian Campbell (NASA) uputio je učenike kako očitati satelitske podatke. Učenici su na konferenciji GLOBE prezentirali ovaj istraživački projekt i tada im je Brian Campbell objasnio da su njihova terenska istraživanja pokrova jako važna jer sateliti još uvijek ne mogu snimiti sve pokrove na Zemlji. Osobito je važno pratiti stabla u urbanim ekosustavima jer poboljšavaju kvalitetu zraka, smanjuju toplinski otok grada te su staništa živim bićima što pridonosi bioraznolikosti.

Ključne riječi: digitalna tehnologija, ekologija, ciklus ugljika

DIGITAL TECHNOLOGY IN RESEARCH PROJECTS WITH STUDENTS

A research project was conducted with students of the 8th grade in Promenada Alley in Karlovac. The goal was to investigate the role of trees in the carbon cycle and to determine the comparability of field measurement data with data on satellite platforms. Students conducted biometric measurements in the field using measuring tools and the GLOBE Observer application. They computed the age of the trees, chest diameter, fresh and dry biomass, stored carbon and absorbed CO_2 for each tree. The results showed that Promenada Alley is a large carbon storage. Old trees are particularly important because they store the largest amount of carbon, but if they decay, they will release a large amount of CO_2 into the atmosphere. The measured trees' heights were compared with data in databases on the Earth Engine, EarthMap and OpenAltimetry platforms. On the Earth Engine platform, students investigated changes in the canopy height from 2000 to 2020 and acquired the canopy height of the research area according to+99 the latest satellite data. Comparison of tree heights in the field with the satellite data could not be carried out since only the average canopy height per pixel can be obtained. The OpenAltimetry platform does not contain the canopy height data in the research area since there was no satellite coverage. The analysis was also performed in the Earth Map tool, which uses UI models, but the posed tool cannot precisely determine the height of each individual tree. At the GLOBE webinar, the scientist Brian Campbell (NASA) instructed students on how to read the satellite data. The students presented this research project at the GLOBE conference where Brian Campbell emphasized the importance of their field canopy research since satellites still cannot record all canopy heights on Earth. Trees are particularly important in the urban ecosystem because they improve air quality, reduce the urban heat island, and are habitats for living things, which contributes to biodiversity.

Keywords: digital technology, ecology, carbon cycle

O - 18

PROJEKT CAREX – BRIGOM O SUHIM TRAVNJACIMA ČUVAMO BIORAZNOLIKOST

Milošević Damjan[1], Blažević Andrea[5], Boršić Igor[1], Brezinščak Renata[1], Buzjak Suzana[1], Jevšnik Ema[3], Kralj Jelena[4], Matijević Dalia[5], Podnar Lešić Martina[1], Stanković David[2], Šašić Kljajo Martina[1], Taylor Louie Thomas[4], Tome Davorin[2]

[1]Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb, Demetrova ulica 1, Hrvatska;
[2]Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana, Večna pot 121, Slovenia;
[3]Kozjanski park, Podsreda, Podsreda 45, Slovenia;
[4]Zavod za ornitologiju, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, Gundulićeva 24, Hrvatska;
[5]Park prirode Žumberak- Samoborsko gorje, Samobor, Slani Dol 1, Hrvatska

damjan.milosevic@hpm.hr

Projekt CarEx (Care for extensive grasslands) provodi se u okviru Interreg programa Slovenija–Hrvatska 2021–2027, te je usmjeren na očuvanje i obnovu bioraznolikosti ugroženih suhih travnjaka u dva zaštićena prekogranična Natura 2000 područja: Regionalnom parku Kozjansko (Slovenija) i Parku prirode Žumberak – Samoborsko gorje (Hrvatska). Suhi travnjaci predstavljaju biološki vrijedna, ali iznimno ranjiva staništa koja podržavaju visoku bioraznolikost te nude niz usluga ekosustava. Najvažniji uzroci njihove ugroženosti su zaraštanje uslijed napuštanja tradicionalnog korištenja ili intenzivno korištenje. Glavni cilj projekta je razvoj učinkovitih, ekološki prilagođenih režima upravljanja, osobito košnje, koji će dugoročno omogućiti očuvanje i obnovu bioraznolikosti. U istraživanju se kombiniraju standardne metode istraživanja vegetacije, raznolikosti biljaka, ptica i leptira sa metodom DNA metabarkodiranja beskralješnjaka, čime se omogućuje bolje razumijevanje sezonskih i košnjom uvjetovanih promjena bioraznolikosti. Na pilot-područjima testiraju se različiti režimi košnje, a rezultati će omogućiti uspostavu mjera koje povoljno utječu na veći broj travnjačkih vrsta, umjesto dosadašnjih pristupa usmjerenih na pojedine ciljne vrste. Usporedno, projekt naglašava važnost ekoloških koridora koji omogućuju migraciju vrsta te time sprječavaju genetsku izolaciju. Povezanost travnjaka procjenjuje se istraživanjem kretanja rusog svračka (*Lanius collurio*) i močvarne riđe (*Euphydryas aurinia*). Projekt će donijeti znanstveno utemeljene smjernice za održivo upravljanje travnjacima i podiže svijest lokalnih dionika o važnosti očuvanja ovih staništa, čime doprinosi ostvarivanju europskih ciljeva zaštite prirode i održivog razvoja.

Ključne riječi: ekološki koridori, metabarkodiranje, Natura 2000, održiva zaštita, režimi upravljanja

THE CAREX PROJECT – TAKING CARE OF DRY GRASSLANDS IMPORTANT FOR BIODIVERSITY

Within the framework of the Interreg Slovenia-Croatia 2021-2027 programme, the CarEx (Care for extensive grasslands) project is being implemented, aimed at preserving and restoring the biodiversity of threatened dry grasslands in two cross-border, protected and Natura 2000 areas: the Kozjansko Regional Park (Slovenia) and the Žumberak – Samoborsko gorje Nature Park (Croatia). Dry grasslands represent biologically valuable, but extremely vulnerable habitats that offer a range of ecosystem services and support unique biodiversity. The most important causes of their threat are encroachment due to the abandonment of traditional use, as well as intensive agricultural practices. The main objective of the project is to develop effective, ecologically adapted management regimes, especially mowing, which will enable the preservation and restoration of biodiversity in the long term. The research combines classical methods of vegetation research, plant, bird and butterfly censuses with the modern method of DNA metabarcoding of invertebrates, which allows for a better understanding of seasonal and mowing-related changes in biodiversity. Different mowing regimes are being tested in pilot areas, and the results will enable the establishment of measures that are beneficial for a larger number of grassland species, instead of the current approaches focused on individual target species. In parallel, the project emphasizes the importance of ecological corridors, which are key to preventing genetic isolation and enabling species migration. The connectivity of grasslands is studied by researching movement of the Red-backed Shrike (*Lanius collurio*) and the Marsh Fritillary (*Euphydryas aurinia*). The project provides scientifically based guidelines for sustainable grassland management and raises awareness among local stakeholders about the importance of preserving these habitats, thereby contributing to the achievement of European nature conservation and sustainable development goals.

Keywords: ecological corridors, metabarcoding, Natura 2000, conservation, management regimes

O-19

SUSTAV PODATAKA O BIORAZNOLIKOSTI HRVATSKE - PRELIMINARNA SAZNANJA

Šalamon Dragica[1], Varga Filip[1], Mandušić Dubravka[1], Blašković Lucija[1], **Čulina Antica**[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Svetošimunska 25, Hrvatska;
[2]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska

dsalamon@agr.hr; aculina@irb.hr

Podaci o bioraznolikosti prikupljaju se, dijele i koriste u znanstvenom, obrazovnom, ali i u gospodarskim sektorima: poljoprivrede, proizvodnje energije i rudarstva, korištenju bioloških resursa te planiranju stambenog i komercijalnog razvoja. Glavni ciljevi ovog istraživanja su pružiti početni pregled sustava podataka o bioraznolikosti u Hrvatskoj te pregled uključenosti dionika. Preliminarni rezultati anonimne polustrukturirane ankete od 29 pitanja prikupljani su tijekom mjesec dana kroz sektore i obuhvaćaju 107 cjelovitih odgovora. Ispitanici pretežno rade u javnim ustanovama (60 %), privatnim poduzećima (21 %) i nevladinim organizacijama (18 %). 62 % ispitanika radi u više sektora, a pretežno u znanosti (74 %), očuvanju prirode (53 %) i obrazovanju (42 %). Većina ispitanika se identificira kao proizvođač i potrošač podataka (81 %). 11 % ispitanika isključivo ponovno koristi podatke koje nisu sami prikupili. Od navedenih korisnika podataka većina dolazi do podataka putem osobnog kontakta s proizvođačima podataka (89 %), a manje putem nacionalnih (55 %), međunarodnih (44 %) ili institucionalnih repozitorija (42 %). Podaci se pretežno pohranjuju privatno (75 %), ali i u institucionalnim (36 %), nacionalnim (27 %) ili međunarodnim (17 %) repozitorijima ili se objavljuju u podatkovnim radovima (28 %). 52% ispitanika otvara podatke za javnu dostupnost. Među 15 nacionalnih i međunarodnih repozitorija istraženih u anketi, najčešće korišteni repozitoriji za arhiviranje podataka su iNaturalist, NCBI, Flora Croatica, a za ponovnu upotrebu podataka Bioportal, Flora Croatica i GBIF. Mali postotak ispitanika navodi da njihove institucije imaju službenu politiku upravljanja podacima (30 %), a samo 5% da institucija ima osoblje posvećeno upravljanju podacima. Možemo zaključiti da se pismenost u sustavu podataka o bioraznolikosti Hrvatske može poboljšati. Konačni rezultati ankete koristiti će se za usmjeravanje poboljšanja pristupa podacima o hrvatskoj bioraznolikosti kroz sektore.

Ključne riječi: upravljanje podacima, dionici, podatkovni repozitoriji, domene podataka, FAIR

BIODIVERSITY DATA LANDSCAPE IN CROATIA – A PRELIMINARY SURVEY RESULTS

Biodiversity data are produced and used in scientific and educational sectors, but also in the key economic sectors: agriculture, energy production and mining, use of biological resources, and planning for residential and commercial development. The main aims of this cross sectional, observational survey were to provide a starting overview of the Croatian biodiversity data landscape, and of stakeholder engagement. Preliminary results of the anonymous semi-structured survey were collected during a one-month period and covered stakeholders across sectors. So far, the survey (29 questions) has received 107 responses. Respondents predominantly work in public institutions (60%), private companies (21%) and NGOs (18%). 62% of respondents work across multiple sectors, and predominantly in science (74%), nature conservation (53%) and education (42%). Most respondents identified as being both data consumers and producers (81%). 11% of respondents solely reuse data they have not collected themselves. The majority of data users source data primarily from personal contact with data producers (89%), and less from national (55%), international (44%) or institutional repositories (42%). Data is predominately stored privately (75%), but also in institutional (36%), national (27%) or international (17%) repositories, or published in data papers (28%). 52% of the respondents open the data to be publicly available. Among the 15 national and international repositories investigated in the survey the most used repositories for data archiving are iNaturalist, NCBI, Flora Croatica, and for data reuse Bioportal, Flora Croatica, GBIF. A small percentage of affiliated institutions has the official data policy and procedures (30%) and only 5% has personnel dedicated to data management. We can conclude that the data literacy in Croatian biodiversity data landscape can be improved. Final survey results will be used to guide the improvement of access to Croatian biodiversity data across sectors.

Keywords: data management, stakeholders, data repositories, data domains, FAIR

O - 20

FLORA ODLAGALIŠTA OTPADA SJEVERNE HRVATSKE

Piljek Miletić Ivana[1], **Stančić Zvjezdana**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin, Hallerova aleja 7, Hrvatska

ipiljek@gfv.hr; zvstan@gfv.hr

Odlagališta otpada obuhvaćaju degradirana staništa. Sastav flore na tim lokalitetima je dinamičan i nestabilan te ovisi o nizu čimbenika kao što su: vrste odloženog otpada, dinamika odlaganja i prekrivanja, starost i funkcionalnost pojedinih dijelova odlagališta, vrsta supstrata, prisutna onečišćivala, odlagališni plinovi, temperatura, okolna vegetacija i način upravljanja odlagalištem. Osobito su pogodna za razvoj alohtonih i invanzivnih vrsta što predstavlja rizik za očuvanje bioraznolikosti. Tijekom vegetacijske sezone 2023., 2024. i 2025. godine provedeno je terensko istraživanje sedam odlagališta u sjevernom dijelu Hrvatske, s ciljem utvrđivanja njihovog floističkog sastava. Ukupno je zabilježeno 260 biljnih vrsta vaskularne flore koje pripadaju u 173 roda i 59 porodica. Najzastupljenije porodice su Poaceae, Asteraceae i Fabaceae. Zabilježeno je 39 stranih vrsta (10 arheofita i 29 neofita), od kojih su 20 klasificirane kao invazivne. Najviše invazivnih vrsta zabilježeno je na aktivnim dijelovima odlagališta. Najčešće i s najvećim pokrovnim vrijednostima su vrste *Solidago gigantea* i *Erigeron annus*. Floristički sastav odražava heterogena staništa te uključuje ruderalne, korovne, livadne, šumske, močvarne i kultivirane vrste. Značajno se razlikuje u pojedinim funkcionalnim dijelovima odlagališta, ovisno o stupnju aktivnosti i njihovoj starosti. Na aktivnim površinama, gdje se još uvijek odlaže i prekriva otpad, prevladavaju ruderalne i korovne jednogodišnje vrste. Na više godina prekrivenim dijelovima, razvijaju se stabilnije zajednice višegodišnjih vrsta mezofilnih travnjaka, a na starijim, napuštenim dijelovima, sukcesijske zajednice grmlja i šumskih vrsta. Biljke vlažnih i močvarnih staništa pojavljuju se u slabo dreniranim zonama (depresijama, kanalima oko odlagališta). Ovo istraživanje daje uvid u dinamiku biljnog pokrova odlagališta, a rezultati mogu doprinijeti njihovom učinkovitijem upravljanju, planiranju sanacije te očuvanju bioraznolikosti.

Ključne riječi: flora odlagališta, sjeverna Hrvatska, invazivne vrste

FLORA OF LANDFILLS IN NORTHERN CROATIA

Landfills represent degraded habitats. Their floristic composition is dynamic and unstable and depends on numerous factors, such as the type of waste deposited, the dynamics of waste disposal and covering, the age and functional status of different landfill sections, substrate type, presence of pollutants, temperature, landfill gases, surrounding vegetation, and management practices. They are particularly favorable for the development of allochthonous and invasive species that pose a threat to biodiversity conservation. During the vegetation seasons of 2023, 2024, and 2025, field research was conducted on seven landfills in northern Croatia to determine their floristic composition. A total of 260 vascular plant species were recorded, belonging to 173 genera and 59 families. The most represented families are Poaceae, Asteraceae, and Fabaceae. Of the 39 alien species recorded (10 archaeophytes and 29 neophytes), 20 are classified as invasive. The highest number of invasive species was found in active landfill sections. The most common, with the highest cover values, are *Solidago gigantea* and *Erigeron annuus*. The floristic composition reflects habitat heterogeneity and includes ruderal, weed, meadow, forest, wetland and cultivated species. It varies significantly across functional landfill zones, depending on the degree of activity and age. In active zones, where waste is still being deposited and covered, annual ruderal and weed species predominate. In zones that have been covered for several years, more stable communities of perennial mesophilic grassland species develop, while in older, abandoned zones, successional communities of shrub and forest species are established. Wetland plants occur in poorly drained zones (depressions and drainage channels). This research provides insights into the dynamics of landfill plant cover, and its results can contribute to more effective landfill management, remediation planning, and biodiversity conservation.

Keywords: landfill flora, northern Croatia, invasive species

O - 21

MODELIRANJE INVAZIVNOG POTENCIJALA JESENSKE SOVICE (*SPODOPTERA FRUGIPERDA*) U EUROPI

Temunović Martina[1], **Kadoić Balaško Martina**[3], Varga Filip[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb, Svetošimunska 23, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska;
[3]Javna ustanova Zeleni Prsten Zagrebačke županije, Samobor, 151. samoborske brigade HV 1, Hrvatska

mtemunovic@sumfak.unizg.hr; martina.kadoic.balasko@zeleni-prsten.hr

Naše istraživanje usredotočeno je na jesensku sovicu (*Spodoptera frugiperda*), koja se smatra jednim od najznačajnijih invazivnih štetnika na svijetu. Ova vrsta ima izrazito negativan utjecaj na žitarice i time predstavlja ozbiljnu prijetnju globalnoj poljoprivredi. U ovom istraživanju ispitivali smo pomak klimatske niše i testirali konzerviranost niše (niche conservatism) između zavičajnog i invazivnog areala jesenske sovice. Također, modelirali smo potencijalnu distribuciju vrste kako bismo predvidjeli invazivni potencijal jesenske sovice na globalnoj razini, s posebnim naglaskom na Europu i njezina poljoprivredna područja. Rezultati nisu podržali hipotezu o konzerviranosti klimatske niše između zavičajnog i invazivnog areala. Uočen je pomak i širenje klimatske niše u invazivnom arealu prema toplijim i sušim područjima. Najpogodnija promjena klime za invaziju jesenske sovice zabilježena je u dijelovima Afrike, Indije, Kine, Australije te u velikim dijelovima jugozapadne, središnje i jugoistočne Europe. S obzirom na uočeni pomak klimatske niše i značajnu migracijsku sposobnost ove invazivne vrste, vjerojatno je daljnje širenje areala i uspostavljanje populacija u južnoj Europi, uz moguće sezonske migracije u umjerenija područja, potaknute klimatskim promjenama. Ovo istraživanje potvrđuje da jesenska sovica predstavlja ozbiljnu prijetnju globalnoj i europskoj biološkoj raznolikosti i poljoprivredi. Naši rezultati naglašavaju važnost koordiniranog praćenja i implementaciju adaptivnih strategija upravljanja radi očuvanja poljoprivrednih sustava u Europi i širom svijeta.

Ključne riječi: Europa, invazivne vrste, pogodnost staništa, dinamika niše, modeli distribucije vrsta

PREDICTING THE RISK OF INVASION IN EUROPE BY THE FALL ARMYWORM (SPODOPTERA FRUGIPERDA)

The present study focuses on the fall armyworm, FAW (*Spodoptera frugiperda*), which is considered to be one of the world's most significant invasive pests. It has a considerable impact on cereal crops and thus poses a significant threat to global agriculture. We here examined climatic niche shift and tested for niche conservatism across the native and invasive FAW ranges. We modelled the potential FAW distribution in order to predict the risk of global invasion, paying particular attention to Europe and its agricultural areas. The results of our study did not support the hypothesis of niche conservatism between the native and invasive FAW ranges. A climatic niche shift and expansion in the invasive range towards warmer and drier areas was observed. The highest predicted climatic suitability for FAW invasion was identified in parts of Africa, India, China, Australia and in large areas of southwestern, central and southeastern Europe. In view of the observed niche shift and FAW considerable migratory capacity, the pest is likely to extend its range further and establish itself in southern Europe, with potential seasonal migrations to more temperate regions triggered by ongoing climate change. The present study corroborates the notion that FAW poses a considerable threat to global and European biodiversity and agriculture. This highlights the importance of coordinated monitoring and the implementation of adaptive management strategies to safeguard agricultural systems in Europe and worldwide.

Keywords: Europe, invasive species, habitat suitability, niche dynamics, species distribution models

O - 22

U HLADU KLIMATSKIH PROMJENA: UTJECAJ TERMALNOG KRAJOLIKA NA AKTIVNOST MRAVA

Bračić Marko[1], Bajić Lina[1], Bujan Jelena[1]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska

mbracic@irb.hr

Sposobnost vrsta da izdrže globalno zatopljenje najčešće se procjenjuje prema prosječnim temperaturama njihovih staništa. Međutim, unutar staništa često postoji znatna temperaturna raznolikost, poput hladnije mikroklime na dijelu travnjaka u sjeni stabla. To je osobito važno za ektoterme poput kukaca, koji mogu iskoristiti takve razlike kako bi održali optimalnu tjelesnu temperaturu – primjerice, pri visokim temperaturama mogu tražiti hranu u hladnijim dijelovima staništa. Mi smo testirali kako termalna heterogenost utječe na uspješnost prikupljanja hrane kod mrava sjemenara *Messor wasmanni*, ključne vrste mediteranskih travnjaka. Usporedbom ponašanja populacija s dvaju jadranskih otoka duž prirodnog temperaturnog gradijenta, procijenili smo i potencijal vrste za prilagodbu različitim termalnim uvjetima. Najprije smo izmjerili termalnu heterogenost područja oko 41 mravinjaka sa šest lokaliteta na Mljetu i Velikom Brijunu. Koristeći nedavno razvijenu metodu mikroklimatskog modeliranja, integrirali smo 3D termalne snimke iz drona s temperaturama površine tla izmjerenim pomoću sondi. Time smo dobili detaljne prostorno-vremenske karte termalnog krajolika odabranih lokaliteta. Preliminarni rezultati pokazali su izraženu termalnu heterogenost oko mravinjaka, koja se mijenja tijekom dana. Najveća raznolikost zabilježena je u podnevnim satima, kada je prosječna razlika između najtoplijeg i najhladnijeg dijela oko mravinjaka iznosila 20°C. Za testiranje utjecaja temperature na ponašanje mjerili smo aktivnost i brzinu kretanja mrava tijekom prikupljanja hrane pomoću terenskih videozapisa. Ovim pristupom povezivanja podataka o mikroklimi i ponašanju, nastojimo bolje razumjeti u kojoj se mjeri kukci mogu prilagoditi aktualnom globalnom zagrijavanju.

Ključne riječi: mikroklima, termoregulacija ponašanjem, mravi, termalna heterogenost, prilagodba na klimatske promjene

KEEPING COOL: HOW THERMAL LANDSCAPES SHAPE ANT FORAGING

Predictions of species' vulnerability to global warming often rely on temperature averages. However, within habitats, there is often considerable thermal variation, such as a cooler microclimate on parts of a grassland shaded by a tree. This is especially important for ectotherms such as insects, which can use fine-scale thermal variation to maintain their optimal body temperature, for example, by foraging in cooler areas when it is too hot. We investigated how thermal heterogeneity influences the foraging performance of the harvester ant *Messor wasmanni*, an ecosystem engineer in Mediterranean grasslands. By comparing foraging differences between populations from two Adriatic islands along a natural temperature gradient, we also assessed the potential for thermoregulatory adaptation. We quantified thermal heterogeneity around 41 ant nests by combining high-resolution 3D thermal imaging from a drone with ground-based temperature measurements. Using a recently developed modelling approach, we produced detailed spatio-temporal maps of the thermal landscape for six studied localities. Preliminary findings revealed pronounced thermal heterogeneity around nests, which changed throughout the day. Heterogeneity was highest during midday, with average temperature differences of 20°C between the hottest and coldest spots around the nest. To assess the influence of temperature on performance, we tracked ant foraging and measured changes in foraging speed with field video recordings. By integrating microclimatic and behavioural data, our approach will help uncover insects' potential to cope with climate change.

Keywords: microclimate, behavioural thermoregulation, ants, thermal heterogeneity, climate change adaptation

O-23

NACIONALNI PROGRAM PRAĆENJA ŠIŠMIŠA U HRVATSKOJ: RAZVOJ I BUDUĆI IZAZOVI

Rnjak Dina[1], Presetnik Primož[2], Rnjak Goran[1], Maleš Stipe[1], Janeš Magdalena[1], Grozić Dino[3], Zrnčić Vida[4], Hamidović Daniela[5]

[1]Geonatura d.o.o., Zagreb, Borongajska cesta 81c, Hrvatska;
[2]Center za kartografijo favne in flore, Ljubljana- Šentvid, Tacenska cesta 20, Slovenia;
[3]Karsterra, obrt za istraživanja i stručne poslove, Jušići, Jušići 14, Hrvatska;
[4]Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[5]Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije RH, 100000, Radnička cesta 80, Hrvatska

drnjak@geonatura.hr

U okviru projekta „Razvoj sustava praćenja stanja očuvanosti vrsta i stanišnih tipova", Zavod za zaštitu okoliša i prirode nadležnog ministarstva Republike Hrvatske povjerio je tvrtki Geonatura d.o.o. izradu i razvoj nacionalnog programa praćenja 33 vrste šišmiša. Cilj je bio osigurati kvalitetne podatke i procjene za potrebe izvještavanja o stanju očuvanosti vrsta prema Europskoj uniji, sukladno članku 17. Direktive o staništima. Prikupljanje i validacija podataka obuhvatili su evaluaciju literaturnih izvora te terenska istraživanja na 386 lokaliteta (siječanj 2022. – srpanj 2023.) s ciljem prikupljanja novih podataka i testiranja predloženih metoda praćenja. Program praćenja, između ostalog, uključuje sažeti prikaz validiranih opažanja šišmiša, detaljni opis predloženih metoda praćenja te procjene parametara stanja očuvanosti, uzimajući pritom u obzir da za većinu vrsta još uvijek nedostaju podaci za detaljnije analize. Grube procjene upućuju na to da se više od 90% vrsta šišmiša trenutno nalazi u nepovoljnom stanju očuvanosti u jednoj ili više biogeografskih regija, osobito u kontekstu identificiranih pritisaka i nedostatka sustavnih mjera očuvanja. Budući izazovi za uspješni nastavak praćenja šišmiša leže u nizu preduvjeta koje je potrebno ispuniti. Kao glavni stručnjaci zaduženi za izradu programa, u prezentaciji ćemo istaknuti ključne preduvjete za njegovu uspješnu provedbu na području Republike Hrvatske, definirane na temelju iskustva u planiranju, koordinaciji i provedbi terenskih istraživanja, validaciji literaturnih podataka i suradnji s dionicima. Posebnu pažnju u budućnosti potrebno je posvetiti i usklađivanju metodologije prikupljanja podataka i kriterija procjene stanja očuvanosti vrsta među državama članicama Europske unije.

Ključne riječi: Chiroptera, procjena stanja očuvanosti vrsta, Direktiva o staništima, metode praćenja, validacija podataka

THE NATIONAL BAT MONITORING PROGRAMME IN CROATIA: DEVELOPMENT AND FUTURE CHALLENGES

As part of the project "Development of monitoring system for the conservation status of species and habitat types", the Institute for Environment and Nature of the competent ministry of the Republic of Croatia engaged Geonatura Ltd. to develop a national monitoring programme for 33 bat species. The aim was to provide high- quality data and evaluations for reporting on the species conservation status assessments to the European Union, in accordance with Article 17 of the Habitats Directive. Data collection and validation included the evaluation of available literature as well as field surveys at 386 sites (January 2022 – July 2023) aimed at gathering additional data and testing monitoring methods. The programme includes, among other components, a concise overview of validated bat observations, a detailed description of the proposed monitoring methods, and assessments of conservation status parameters, bearing in mind that for most species data remain insufficient for more detailed analyses. Rough estimations indicate that more than 90% of bat species are currently in an unfavourable conservation status in one or more biogeographical regions, especially in the context of identified pressures and the lack of systematic conservation measures. Future challenges for an effective monitoring lie in a series of preconditions that must be met. As the lead experts responsible for developing the programme, we will highlight the key prerequisites for its successful implementation in Croatia in the presentation, based on our experience in planning, coordinating, and conducting field surveys, validating literature data, and collaborating with stakeholders. In the future, special efforts should also be devoted to standardising data collection methodologies and evaluation criteria for assessing species conservation status among EU Member States.

Keywords: Chiroptera, species conservation status assessments, Habitats Directive, monitoring methods, data validation

O-24

REPRODUKTIVNI CIKLUS KAMENICE *OSTREA EDULIS* IZ PRIRODNIH POPULACIJA U SJEVERNOM JADRANU

Bujas Niko[1], Ezgeta-Balić Daria[1], Oraić Dražen[2], Radonić Ivana[1], Cvitanić Ratko[1], Zupčić Ivana Giovanna[2], Grbin Dorotea[2], Zorica Barbara[1], Vrgoč Nedo[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište Ivana Meštrovića 63, Hrvatska;
[2]Hrvatski veterinarski institut, Zagreb, Savska cesta 143, Hrvatska

bujas@izor.hr

Europska plosnata kamenica, *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758, u Hrvatskoj je uglavnom istraživana u kontekstu akvakulture, dok su podaci o divljim populacijama još uvijek ograničeni. S obzirom na pad brojnosti *O. edulis* u Europi - pri čemu su neke populacije smatraju funkcionalno izumrlim - ključno je prikupiti znanja o prirodnim populacijama kako bi se mogle poduzeti odgovarajuće mjere očuvanja i obnove ove ključne morske vrste. Uspješan reproduktivni ciklus, osobito u kontekstu promjenjivih morskih uvjeta uzrokovanih klimatskim promjenama, ima ključnu ulogu u uspješnosti novačenja mladih jedinki. U Jadranskom moru, *O. edulis* se izlovljava ramponom u relativno malom dijelu sjevernog Jadrana unutar hrvatskih teritorijalnih voda (dio ribolovne zone A). Kako bi se opisao reproduktivni ciklus i potencijalne dugoročne promjene, kamenice su uzorkovane približno jednom mjesečno iz komercijalnih ulova rampona u sjevernom Jadranu tijekom razdoblja: veljača 2017. – rujan 2018., lipanj 2022. – svibanj 2023., te prosinac 2023. – prosinac 2024. U laboratoriju je zabilježena duljina ljušture, a uzorak gonadnog tkiva obrađen je standardnim histološkim metodama. Spol i kvalitativni stadiji razvoja gonada određeni su mikroskopski. Dodatno je provedena i kvantitativna analiza – mjeren je promjer oocita. Za procjenu prisutnosti parazita (*Bonamia ostreae*, *Bonamia exitiosa*, *Marteilia refringens*), uzorci škrga prikupljeni u proljeće analizirani su PCR metodama. Preliminarni rezultati potvrdili su prisutnost jedinki u različitim stadijima razvoja gonada, s time da su zrele ili djelomično ispražnjene gonade bile prisutne od proljeća do jeseni, uz vrhunac mrijesta krajem proljeća i drugi, manje izražen mrijest početkom jeseni. Svi analizirani uzorci bili su negativni na ciljane parazite. Rezultati istraživanja pružaju podatke ključne za razvoj učinkovitih strategija očuvanja i održivog upravljanja usmjerenih na očuvanje i obnovu prirodnih populacija *O. edulis* u Jadranskom moru.

Ključne riječi: Europska plosnata kamenica, reproduktivni ciklus, bonamioza, marteilioza

INSIGHTS INTO THE REPRODUCTIVE CYCLE OF WILD *OSTREA EDULIS* POPULATIONS IN THE NORTHERN ADRIATIC

European flat oyster, *Ostrea edulis* populations in Croatia have been mostly studied in aquaculture settings, while data on wild populations remain limited. Considering the widespread decline of *O. edulis* across Europe it is crucial to gather knowledge on natural populations to support conservation and restoration of this key marine species. A successful reproductive cycle, especially under changing marine conditions due to global warming, plays a crucial role in recruitment success. In the Adriatic Sea, *O. edulis* is mainly harvested by dredge "rampon" within a relatively small portion of northern Adriatic Croatian territorial waters. To describe the reproductive cycle and potential long-term changes, oysters were sampled approximately monthly from dredge "rampon" commercial catches in the northern Adriatic during February 2017 - September 2018, June 2022 - May 2023, and December 2023 - December 2024. In the laboratory, shell length was recorded and gonadal tissue processed using standard histological methods. Sex and qualitative gonadal developmental stages were determined microscopically following hermaphroditic classification criteria. Oocyte size measurements were performed on photomicrographs as a quantitative method. To assess the presence of parasites (*Bonamia ostreae*, *Bonamia exitiosa*, *Marteilia refringens*), gill samples collected during the spring were analyzed by PCR assays. Preliminary results confirmed that individuals were found in various gonadal development stages, with mature or partially spawned gonads present from spring through autumn, showing peak spawning activity in late spring and a secondary, less pronounced peak in early autumn. All tested samples were negative for the targeted parasites. These findings provide valuable baseline data essential for developing effective conservation strategies and sustainable management measures aimed at preserving and potentially restoring wild *O. edulis* populations in the Adriatic Sea.

Keywords: European flat oyster, reproductive cycle, bonamiosis, marteiliosis

O - 25

PLAVA ŠPILJA (THE BLUE CAVE) – POTENTIAL NEW MARINE PROTECTED AREA IN MONTENEGRO

Mačić Vesna[1], Petović Slavica[1], Đorđević Nikola[1]

[1]Institute of Marine Biology, University of Montenegro, Kotor, I bokeljske brigade 68, Montenegro

macic.v@ucg.ac.me

The Blue Cave (Plava špilja) has been indicated as one of the priority areas for future research and protection, due to the presence of priority habitat type and protected species, some of which are under intensive anthropogenic impact. For assessing the quality of this area as a potential new MPA detailed mapping of benthic habitats and species was lacking, so the aim of this work was to: a) map the benthic habitats in the wider area of the Blue Cave; b) to assess benthic biodiversity and distribution of protected species and c) to propose the boundaries of the potential new MPA. Combination of multibeam survey, SCUBA diving and ROV visual census were implemented in the area of 114 km^2 from Cape Dobreč to Cape Platamuni. The southern part of the surveyed area is located MPA Platamuni (since 2021), while our findings indicate that the Luštica peninsula and Trašte bay are also hosting high biodiversity and habitat types of importance for protection. This study registered the presence of many species protected by different national legislation and international conventions (7 floral and 36 invertebrate species) while literature data also indicate the presence of 21 protected fish species, one sea turtle species, two marine mammals and five bat species. The proposal of the potential new MPA boundaries are provided for the 15 km long coastline (from Cape Dugi to Cape Kočište). Key habitats in this area are semi-submersed marine caves represented by the most famous Plava špilja, and few other caves and underwater tunnels in its vicinity. Also priority habitats according to the EU Habitat directive are *Posidonia* meadows present in a few locations from which the largest in the proposed new MPA is in Žanjice bay. Not less important are maerl and coralligenous hosting and after a long time confirmed presence of red coral, *Corallium rubrum*. On the other hand anthropogenic pressure from tourist boats coming to the Plava špilja is extremely intensive and requires strict regulation.

Keywords: Adriatic sea, MPA, mapping

O - 26

PROCJENA DINAMIKE POPULACIJE I ŽARIŠTA STRUJNIH UDARA BJELOGLAVIH SUPOVA (*GYPS FULVUS*) NA KVARNERU, HRVATSKA

Mihalić Iva[1], Kapelj Sven[1], Modrić Marko[2], Vuleta Elvis[2], Dender Dubravko[1]

[1]Udruga BIOM, Zagreb, Čazmanska ulica 2, Hrvatska;
[2]Javna ustanova "Priroda", Rijeka, Grivice 4, Hrvatska

iva.mihalic@biom.hr

Bjeloglavi sup (*Gyps fulvus*) nekada je bio raširen diljem Hrvatske, no njegova populacija tijekom 20. stoljeća naglo opada. Glavni uzroci bili su trovanje, nedostatak hrane, a kasnije i strujni udari na stupovima elektroenergetske mreže kako se infrastruktura razvijala. U konačnici, ti su pritisci ograničili vrstu na obalne stijene Kvarnerskog područja. Od 1980-ih godina napori u očuvanju pridonijeli su oporavku populacije, no u 2010-ima ponovno je zabilježen pad. Kao odgovor na to, od 2017. godine Udruga Biom i Javna ustanova „Priroda", nadovezujući se na pionirski rad dr. sc. Gorana Sušića, sustavno prate gnijezda i supove pomoću GPS tehnologije kako bi procijenili populacijske trendove, uspješnost gniježđenja i ključne uzroke smrtnosti. Projekt LIFE SUPport dodatno je proširio ovaj rad identificiranjem zona visokog rizika od strujnog udara. Gnijezda su se obilazila najmanje dvaput u sezoni gniježđenja kako bi se pratili gnijezdeći parovi i opernaćeni ptići, dok su GPS podaci 35 obilježenih supova analizirani metodom "kernel density estimation" kako bi se njihova područja kretanja povezala s dalekovodima srednjeg napona. Rezultati su ohrabrujući. Između 2017. i 2024. broj gnijezdećih parova porastao je sa 108 na 152, s prosječnom uspješnošću gniježđenja od 68,9 %, a 2022. čak do 84 %. Taj rast je popratila važna prekretnica - vrsta je ponovno počela naseljavati kopno. Prostorni podaci pomogli su prepoznati područja rizika od strujnog udara, osobito na otoku Cresu, gdje su unutar zona kretanja supova kartirana 1282 stupa, od kojih je 701 klasificiran kao visokorizičan. Pozitivan populacijski trend, kojemu su vjerojatno pridonijela hranilišta, ukazuje na spor ali stabilan oporavak. Integrirani pristup u kojem se koriste praćenje gnijezda, praćenje jedinki GPS-om i kartiranje rizika, nudi robustan i isplativ okvir za smanjenje smrtnosti i osiguravanje dugoročnog opstanka ove ikonične vrste u Hrvatskoj.

Ključne riječi: bjeloglavi sup, zaštita prirode, rizik od strujnog udara, gps praćenje, oporavak populacije

ASSESSING POPULATION DYNAMICS AND ELECTROCUTION HOTSPOTS OF GRIFFON VULTURES (*GYPS FULVUS*) IN THE KVARNER REGION, CROATIA

The Eurasian Griffon Vulture (*Gyps fulvus*), once thrived across Croatia, but its population declined drastically during the 20th century. The main causes were poisoning, food scarcity, and later, electrocution on power grid pylons as electrical infrastructure expanded. Ultimately, these pressures confined the species to the coastal cliffs of the Kvarner region. Since the 1980s, conservation efforts helped population recovery but a renewed decline was observed in the 2010s. In response, Association Biom and the Public Institution „Priroda", building upon the pioneering work of dr. sc. Goran Sušić, have been systematically monitoring nests and tracking vultures using GPS tracking to assess population trends, breeding success and key mortality risks since 2017. The LIFE SUPport project further expanded this work by identifying high-risk zones for electrocution. Nest monitoring was conducted at least twice per breeding season to track breeding pairs and fledging success, while GPS data from 35 tagged vultures was analyzed using kernel density estimation to map home ranges and overlap with medium-voltage power lines. The results are encouraging. Between 2017 and 2024, the number of breeding pairs rose from 108 to 152 with an average breeding success rate of 68,9%, even reaching up to 84% in 2022. This growth coincided with an important milestone: the species began recolonizing the mainland. Spatial data helped identify electrocution risk areas, particularly on Cres island where 1282 pylons were mapped within the vulture ranges, 701 of which were classified as high risk. The positive population trend, likely aided by supplementary feeding stations, signals a slow but steady recovery. The integrated approach - combining nest monitoring, GPS tracking and risk mapping, offers a robust, cost-effective framework for reducing mortality and securing the long-term survival of this iconic species in Croatia.

Keywords: griffon vulture, conservation, electrocution risk, gps tracking, population recovery

O - 27

UTJECAJ DIZAJNA VRŠE NA SMANJENJE PRILOVA SLATKOVODNIH KORNJAČA

Šimunić Patrick Josip[1], Bogić Domagoj[3], Radočaj Tena[1], Špelić Ivan[1], Lisičić Duje[2], Piria Marina[1], Gavrilović Ana[1], **Šalamon Dragica**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Svetošimunska cesta 25, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[3]Prirodoslovni muzej Rijeka, Rijeka, Lorenzov prolaz 1, Hrvatska

dsalamon@agr.hr

Neselektivne vrše za istraživanje, kontrolu invazivnih i stranih vrsta i ribolov izravna su prijetnja zaštićenim slatkovodnim vrstama koje dišu plućima. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak jednostruke ili dvostruke redukcije ulaza na dva dizajna cilindričnih vrša (jedan otvor ϕ 18 cm ili dva sa ϕ 20 cm) na smanjenje prilova slatkovodnih kornjača. Prilov kornjača je bilježen po dizanju vrša (ukupno 40) tijekom šest dana od ožujka do listopada u herpetološkom rezervatu Lokve u Majkovima. Nisu zabilježene značajne razlike u satima aktivnosti između šest testiranih tipova vrša. Prosječni prilov svakog tipa vrše po podizanju standardiziran je kao ulov po jedinici napora (CPUE; po vrši na sat). Prilov modificiranih tipova vrše i kontrola uspoređeni su Kruskal- Wallisovim testom i post hoc Wilcoxovim testom uz Bonferronijevu korekciju p-vrijednosti (α=0,05). Broj ulovljenih jedinki *M. rivulata* (151) u više od 1880 efektivnih sati bio je veći od procjene populacije. Nije bilo značajne razlike u učinkovitosti dva tipa kontrolnih vrša: medijan CPUE vrše s dva ulaza bio je 0,038 (prosjek 0,055, SD 0,078), a vrše s jednim ulazom od 0,023 (prosjek 0,064, SD 0,090). Medijani prilova oba tipa kontrola bili su značajno veći od prilova četiri modificirana tipa vrša, u kojima u polovici ribolovnih operacija nije bilo prilova. Vrša s dva ulaza i suženjem (ϕ 8 cm) imala je najvišu srednju vrijednost CPUE (0,010, SD 0,022), a vrša s jednim ulazom i suženjem (ϕ 6 cm) srednju vrijednost 0,007 (SD 0,012), dok su oba tipa vrša s dvostrukim modifikacijama (dodatna prozirna mreža 60 mm) imale istu srednju vrijednost (0,002, SD 0,008). Modifikacija ulaza vrša učinkovita je u smanjenju količine prilova ugroženih vrsta kornjača u slatkovodnim staništima, te se preporučuje za održiv komercijalni i istraživački ribolov i kontrolu stranih i invazivnih vodenih organizama. Daljnja istraživanja procijeniti će učinak redukcije ulaza na učinkovitost smanjenja prilova s obzirom na veličinu kornjača.

Ključne riječi: očuvanje bioraznolikosti, slatkovodna staništa, kornjače, CPUE, modifikacija vrše

THE IMPACT OF FISHING TRAP DESIGN ON THE REDUCTION OF TERRAPIN BYCATCH

Non-selective fishing traps used for research, control of invasive and non-native aquatic species and trap fishing are life-threatening for lung-breathing protected species bycatch. The aim of this research was to determine the effect of the trap entrance reduction (single or double) on two cylindrical trap designs (one ϕ 18 cm or two ϕ 20 cm entrance trap) to prevent freshwater turtle bycatch. Chelonian bycatch was recorded per trap lift using 40 fishing traps over a total of six days from March to October in Majkovi ponds herpetological reserve. No significant differences were recorded between the six tested trap groups regarding hours of activity. Average trap type bycatch per lift was standardized as catch per unit effort (CPUE; per trap per hour) and compared among modified trap type and controls using Kruskal-Wallis and post hoc pairwise Wilcox test using Bonferroni p-value correction (α=0.05). The number of caught *M. rivulata* (151) in over 1880 soak hours was higher than the population estimate. There was no significant difference in performance of the controls with two-entrance median CPUE 0.038 (mean 0.055, SD 0.078), and the one-entrance trap CPUE median 0.023 (mean 0.064, SD 0.090). CPUE medians of both controls were significantly higher than the four modified trap groups which failed to catch any turtles on half of the lifts. Two-entrance single modification (ϕ 8 cm) trap had the highest CPUE mean (0.010, SD 0.022), followed by the one-entrance single modification (ϕ 6 cm) trap (mean 0.007, SD 0.012), while both trap types with double modifications (additional transparent 60 mm net) had the same mean (0.002, SD 0.008). Fishing trap entrance reduction is effective in reducing Chelonian bycatch catch rate in freshwater habitat and is recommendable for sustainable commercial research or nature conservation fishing activities. Further research will assess the effect of the entrance restriction on bycatch reduction efficiency considering bycatch size.

Keywords: biodiversity conservation, freshwater, turtles, CPUE, fishing trap modifications

O - 28

PROSTORNA I VREMENSKA VARIJABILNOST U SASTAVU SLATKOVODNIH RIBA RIJEKE KRKE

Škugor Tin[1], Marčić Zoran[2], Zanella Davor[2], Mustafić Perica[2], Ćaleta Marko[3], Karlović Roman[2], Tvrdinić Goran[2], Goreta Gordana[4], **Horvatić Sven**[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva ul. 6, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Zagreb, Savska cesta 77, Hrvatska;
[4]Javna ustanova "Nacionalni park Krka", Šibenik, Trg Ivana Pavla II br. 5, Hrvatska

sven.horvatic@biol.pmf.hr

Dalmatinske rijeke u Hrvatskoj smatraju se ihtiološkom žarišnom točkom u Europi, s 36 endemskih vrsta slatkovodnih riba autohtonih za jadranski sliv. Rijeka Krka, smještena u središnjem dijelu dalmatinske ekoregije, krška je rijeka s 22 poznate slatkovodne ribe, od kojih je devet endemskih, a 11 stranih. Kako bismo sastavili i analizirali robustan skup podataka o rasprostranjenosti i brojnosti riba, prikupili smo sve dostupne podatke i uključili nalaze projekata praćenja i istraživanja riba od 2004. godine. Cilj ove studije bio je predstaviti nalaze o sastavu i rasprostranjenosti slatkovodnih riba u rijeci Krki, uzimajući u obzir vremenske i prostorne obrasce. Naš skup podataka uključuje prisutnost i brojnost vrsta iz prošlih (2004. – 2008.) i sadašnjih (2020. – 2024.) razdoblja, rasprostranjenih po riječnim segmentima (karakteriziranim različitim tipovima staništa) duž longitudinalnog profila rijeke Krke. Analizirali smo podatke o zajednicama (na temelju Bray-Curtis matrica različitosti) primjenom standardnih ordinacijskih metoda kao što su nMDS, ANOSIM i SIMPER. Pretpostavili smo da će domaće vrste biti značajno češće i rasprostranjenije u svim riječnim segmentima u prošlom razdoblju, dok će strane ili prenesene vrste postati dominantnije u sadašnjem razdoblju. Ordinacijske analize ukazuju kako dolazi do razdvajanja zajednica riba rijeke Krke između razdoblja, te kako neke vrste (ilirski klen, gambuzija, drlja, i dr.) doprinoste toj razlici. S obzirom na to da je rijeka Krka specifičan krški hidrološki sustav s istaknutim sedrenim barijerama i razvijenim slapovima, predvidjeli smo da će se sastav i rasprostranjenost ribljih vrsta značajno razlikovati duž uzdužnog profila (tj. između segmenata) zbog prisutnosti fizičkih barijera ili antropogenih aktivnosti, poput ribolova i ilegalnog poribljavanja. Konačno, prodiskutirati ćemo moguće stresore i antropogene učinke na riblju zajednicu istraživanih razdoblja.

Ključne riječi: endemske, invazivne, nMDS, hidrološke barijere, pritisci

SPATIAL AND TEMPORAL VARIATIONS IN FRESHWATER FISH COMPOSITION IN THE KRKA RIVER

Dalmatian rivers in Croatia are regarded as an ichthyological hotspot in Europe, with 36 endemic freshwater fish species native to the Adriatic drainage. The Krka River, located in the central part of the Dalmatia ecoregion, is a karstic river with 22 known freshwater fish, nine of which are endemic and 11 alien. To compile and analyse a robust dataset on fish distribution and abundance over time, we gathered, for the first time, all accessible data and included the findings of monitoring projects and fish surveys since 2004. The objective of this study was to present the findings on composition and distribution of freshwater fish in the Krka River, taking into account the temporal and spatial patterns. Our dataset includes the presence and abundance of species from the past (2004-2008) and present (2020-2024) periods, distributed throughout the river segments (characterised with various habitat types) along the longitudinal gradient of the Krka River. We analysed community data (based on Bray-Curtis dissimilarities) by applying standard ordination methods such as nMDS, ANOSIM and SIMPER. We hypothesised that native species would be significantly more pervasive over all river segments in the past period, while alien or translocated species would become more dominant in the present period. Ordination analyses indicate that there is a separation of fish communities in the Krka River between periods, and that some species (Illyrian chub, gambusia, etc.) contribute to these differences. Given that the Krka River is a karstic hydrological system with prominent tufa barriers and several waterfalls, we predicted that fish species composition and distribution would vary significantly along the longitudinal gradient (i.e., between segments) due to the presence of physical barriers or anthropogenic activities, such as fishing and illegal stocking. Finally, the possible stressors and anthropogenic drivers of the fish communities over the investigated period will be discussed.

Keywords: endemic, invasive, nMDS, hydrological barriers, stressor

O - 29

FILOGENIJA I TAKSONOMIJA RODA *DALMATOCYTISUS* (FABACEAE) – ZANEMARENI MONOTIPSKI ENDEMSKI ROD

Rešetnik Ivana[1], Brullo Salvatore[2], Budinski Ivan[3], Randić Nina[1], Bogdanović Sandro[4]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Marulićev trg 9a, Hrvatska;
[2]Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Catania, via A. Longo 19, Italy;
[3]Udruga Biom, Područni ured Sinj, Sinj, Matića ulica 12, Hrvatska;
[4]Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Svetošimunska cesta 25, Hrvatska

ivana.resetnik@biol.pmf.hr

Tribus Genisteae (Fabaceae) obuhvaća oko 15 rodova i više od 500 vrsta, pretežno rasprostranjenih na području Mediterana, Makaronezije te dijelovima Afrike i Euroazije. Taksonomska razgraničenja među rodovima unutar ovog tribusa često su zahtjevna zbog izražene morfološke plastičnosti i konvergentne evolucije. U ovom istraživanju predstavljamo ažuriranu filogeniju tribusa Genisteae temeljenu na nuklearnim i plastidnim genetičkim markerima, s posebnim naglaskom na hrvatski endemični monotipski rod *Dalmatocytisus*. Rod *Dalmatocytisus* je dosad uglavnom bio zanemaren u globalnim taksonomskim pregledima i relevantnim bazama podataka, a njegova jedina vrsta *D. dalmaticus* (Vis.) Trinajstić često se smatra sinonimom široko rasprostranjene mediteranske vrste *Argyrolobium zanonii* (Turra) P. W. Ball subsp. *zanonii*. Uzorkovanje je obuhvatilo sve glavne linije unutar tribusa, uključujući predstavnike ključnih skupina unutar polifiletskih rodova *Cytisus* i *Genista*. Sekvencirane su nuklearna regija ITS te plastidna regija trnS–trnG. Filogenetske analize, provedene Bayesovom inferencijom i metodom maksimalne štedljivosti, otkrile su nekoliko dobro podržanih grupa koje dovode u pitanje postojeće taksonomske okvire. Rezultati jasno podupiru priznavanje roda *Dalmatocytisus* kao zasebnog roda unutar tribusa Genisteae. S druge strane, potvrđeno je da više rodova, uključujući *Argyrolobium*, *Cytisus* i *Genista*, nisu monofiletski, što dodatno naglašava potrebu za revizijom njihovih tradicionalnih klasifikacija. Također je dan pregled nomenklaturne povijesti i trenutačnog statusa stenoendemične vrste *D. dalmaticus*. Naši rezultati doprinose prirodnijoj i filogenetski utemeljenoj klasifikaciji tribusa Genisteae te pružaju temelj za buduća taksonomska, evolucijska i biogeografska istraživanja unutar ove raznolike i ekološki važne skupine mahunarki.

Ključne riječi: Genisteae, filogenija, ITS, trnS–trnG, nomenklatura

UNRAVELING THE PHYLOGENY AND TAXONOMY OF *DALMATOCYTISUS* (FABACEAE) – A NEGLECTED MONOTYPIC ENDEMIC GENUS

The tribe Genisteae (Fabaceae) comprises approximately 15 genera and over 500 species, predominantly distributed across the Mediterranean Basin, Macaronesia, and parts of Africa and Eurasia. Taxonomic delimitation within the tribe is often challenging due to high morphological plasticity and convergent evolution. In this study, we present an updated phylogeny of Genisteae based on nuclear and plastid genomic markers, with a particular emphasis on the Croatian endemic monotypic genus *Dalmatocytisus*. The genus has been largely overlooked in global taxonomic treatments and databases, with its sole species, *D. dalmaticus* (Vis.) Trinajstić commonly treated as a synonym of *Argyrolobium zanonii* (Turra) P.W. Ball subsp. *zanonii*, a widely distributed Mediterranean taxon. Our sampling covers all major lineages within the tribe, including a representation of major groups currently placed in the polyphyletic genera *Cytisus* and *Genista*. Sequence data were obtained from the nrDNA ITS region and the plastid trnS–trnG intergenic spacer. Bayesian inference and maximum parsimony analyses revealed several well-supported clades that challenge existing taxonomic boundaries. Notably, our results support the generic recognition of *Dalmatocytisus* as a distinct lineage within Genisteae. Conversely, we found evidence for the non-monophyly of several genera, including *Argyrolobium*, *Cytisus*, and *Genista*, emphasizing the need for a re-evaluation of their infrageneric classifications. We also provide an overview of the nomenclatural history and current status of the stenoendemic species *D. dalmaticus.* Overall, our findings contribute to a more natural and phylogenetically informed classification of Genisteae and offer a foundation for future taxonomic, evolutionary, and biogeographic research within this diverse and ecologically significant legume tribe.

Keywords: Genisteae, phylogeny, ITS, trnS–trnG, nomenclature

O - 30

PRVI NALAZ I MULTIGENSKA TIPIZACIJA ENDOSIMBIOTSKE BAKTERIJE RODA *WOLBACHIA* U MRAVA U HRVATSKOJ

Lisičić Duje[1], Marceljak Ilić Manuela[2], Martina Šeruga Musić[1], Ulaga Jasna[1], Ranogajec Blažeka Sabina[1], Hajdarović Mirna[2], Bedenic Dora[2], **Pavoković Dubravko**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska;
[2]XV. Gimnazija, Zagreb, Jordanovac 8, Hrvatska

dubravko@biol.pmf.unizg.hr

Wolbachia pipientis je najraširenija endosimbiotska bakterija u životinjskom carstvu. Živi kao parazit ili mutualist u velikom broju člankonožaca, kao i u desecima vrsta oblića. Glavni način prijenosa je vertikalni s majke na potomstvo, iako je moguć i horizontalni prijenos. Wolbachia ima karakteristične fenotipske učinke na razmnožavanje i plodnost domaćina koji maksimiziraju njezino širenje. Mravi su značajni organizmi u strukturi i funkcioniranju kopnenih ekosustava. U ovom smo istraživanju analizirali prisutnost i genetsku raznolikost izolata bakterije Wolbachia u mravima s područja Hrvatske. Ukupno 97 uzoraka mrava sa 21 različite lokacije u Republici Hrvatskoj je testirano lančanom reakcijom polimerazom na prisutnost bakterijskog gena *wsp*. Uzorci pozitivni na prisutnost gena *wsp* odabrani su za daljnju analizu multigenske tipizacije (*multilocus sequence typing*, MLST), koja obuhvaća pet konstitutivnih gena (*gatB*, *coxA*, *hcpA*, *fbpA* i *ftsZ*), s ciljem točnijeg određivanja specifičnog tipa slijedova (ST-profila) prema već uspostavljenoj MLST-shemi. Nadalje, provedena je i filogenetska analiza konkateniranih slijedova. Wolbachia je detektirana u sedam uzoraka sa pet lokacija iz dvije Hrvatske regije: kontinentalne i alpske regije. Većina inficiranih mrava pripadaju rodu *Lasius*. Multigenska analiza je pokazala veliku varijabilnost među šest uzoraka koji su uspješno tipizirani te su uzorci s raznih lokacija pokazali specifične ST-profile. Samo jedan izolat odgovara ranije opisanom ST-profilu, a pronađena su i tri nova ST-profila s novim alelnim genotipovima za gene *coxA*, *ftsZ* i *gatB*. Isto tako, filogenetske analize su pokazale pripadnost tipiziranih izolata supergrupi A. Prema našim saznanjima, ovo je prva multigenska analiza i prvi nalaz bakterije Wolbachia izolirane iz mrava u Hrvatskoj. Iako su analizirani mravi u Hrvatskoj bili zaraženi ovom bakterijom s niskom učestalošću, naši rezultati pokazali su znatnu varijabilnost među identificiranim izolatima.

Ključne riječi: endosimbiont, genotipizacija, MLST, reproduktivni parazit, *wsp*

FIRST RECORD AND MULTILOCUS SEQUENCE TYPING OF ENDOSYMBIONTIC BACTERIA WOLBACHIA IN ANTS IN CROATIA

Wolbachia pipientis is the most widespread endosymbiotic bacterium in the animal kingdom. It exists as either a parasite or a mutualist in numerous arthropod species, as well as in dozens of nematode species. The predominant mode of transmission is vertical (maternal), though horizontal transmission is also possible. Wolbachia has characteristic phenotypic effects on host reproduction and fertility that maximizes its spread. Ants are an important component in most terrestrial ecosystems. In this study, we investigated the occurrence and genetic diversity of Wolbachia isolates in ant populations from Croatia. A total of 97 ant samples were tested by polymerase chain reaction for the presence of the bacterial gene *wsp*. Subsequently, positive samples were subjected to the multilocus sequence typing (MLST) analysis by amplification and sequencing of 5 house-keeping genes (*gatB*, *coxA*, *hcpA*, *fbpA* and *ftsZ*) in order to determine a specific sequence type (ST) according to the established MLST. Furthermore, phylogenetic analysis of concatenated sequences was also performed. In total, Wolbachia was detected in 7 samples from 5 localities of two different Croatian regions: the continental region and the alpine region. Majority of the infected ant samples belonged to the genus *Lasius*. MLST analysis has revealed a great variability among 6 isolates that were successfully typed with isolates from different localities having a specific ST. Only one isolate corresponded to the already described ST, while 3 new STs having new allele genotypes for *coxA*, *ftsZ* and *gatB* genes were found. Moreover, phylogenetic analyses have shown the affiliation of typed isolates to the supergroup A. To the best of our knowledge, this is the first MLST analysis and the first record of Wolbachia isolates in ants in Croatia. Although the analyzed ants in Croatia were infected with Wolbachia with low frequency, our results have shown a considerable variability among identified isolates.

Keywords: endosymbiont, genotyping, MLST, reproductive parasite, *wsp*

O - 31

ROD *CRENOBIA* - NOVI MODEL U ISTRAŽIVANJU GUBITKA PIGMENTA U ŠPILJAMA

Kauf Lucija[1,2], Vila-Farré Miquel[2], Bilandžija Helena[1], Rink Jochen[2]

[1]Institut Ruđer Bošković Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[2]Max Planck Institute for Multidisciplinary Sciences, Göttingen, Am Fassberg 11, Germany

lucija.kauf@irb.hr

Pigmenti i boje spadaju u najraznolikija svojstava živog svijeta. Od bogatih boja cvijeća do mnogobrojnih nijansi ptičjeg ruha, boje su posvuda. Nasuprot tome, životinje prilagođene špiljama obično gube svu tjelesnu pigmentaciju. Molekularni mehanizmi i evolucijski pokretači tih konvergentnih gubitaka predstavljaju neka od najzanimljivijih biospeleoloških pitanja. Kako bismo dobili uvid u mehanizme i uzroke gubitka pigmenta u špiljama, odabrali smo rod *Crenobia* (Tricladida), koji obitava u hladnim potocima Europe. Rod *Crenobia* prepoznatljiv je po karakterističnom obliku glave i aurikula, a tjelesna pigmentacija mu znatno varira: populacije s površine, kao i špiljska populacija iz Ponora Štirovača u Hrvatskoj, pokazuju raspon intenziteta boje, dok su druge špiljske populacije potpuno albino. Kako bismo uspostavili ovaj rod kao modelnu skupinu, prikupili smo jedinke iz špiljskih i površinskih lokaliteta diljem dinarskog područja Hrvatske. Sekvencirali smo podjedinicu I citokrom oksidaze (COI) te rekonstruirali filogenetsko stablo metodom maximum likelyhood kako bismo razjasnili njihove odnose. Filogenetsko stablo pokazalo je da sve populacije pripadaju rodu *Crenobia*, no za identifikaciju vrsta potrebno je više informacija. Ova preliminarna analiza također upućuje na mogućnost višestrukih, neovisnih kolonizacija špilja. Uz varijabilnost u boje između i unutar populacija, to čini rod *Crenobia* jedinstvenim modelom za istraživanje evolucije gubitka pigmenta u špiljskim staništima. Kako bismo istražili uzroke gubitka pigmenta kod albino jedinki, identificirali smo tjelesne pigmente površinskih populacija. Apsorpcijski spektri ekstrakata životinja potvrdili su prisutnost porfirina u pigmentiranim jedinkama. Zajedno s tekućom analizom transkriptoma albino i pigmentiranih životinja, ovi rezultati imaju za cilj razjasniti molekularne i evolucijske uzroke gubitka pigmenta kod albino populacija roda *Crenobia* te visoku varijabilnost pigmentacije populacije iz Ponora Štirovača.

Ključne riječi: *Crenobia*, pigmenti, špilje

GENUS *CRENOBIA* - A NOVEL MODEL FOR INVESTIGATING PIGMENT LOSS IN CAVE ENVIRONMENTS

Pigments and colours represent one of the most diverse traits of life. From the rich palette of flowers to the striking hues of bird feathers, colours are everywhere. In contrast, cave-adapted animals usually lose all body pigment. The molecular mechanisms and evolutionary drivers of these convergent losses raise some of the most intriguing questions in cave biology. In order to provide insights into the mechanisms and drivers of pigment loss in caves, we chose the flatworm genus *Crenobia* (Tricladida), found in cold creeks across Europe. With its distinctive head and auricle shape, genus *Crenobia* is easily distinguishable. Its body pigmentation varies greatly: surface populations, as well as a cave population from Ponor Štirovača, Croatia, display a range of colour intensity, while other cave populations are albino. To establish *Crenobia* as a model, we collected animals from multiple cave and surface sites across the Dinaric region of Croatia. We sequenced the cytochrome oxidase subunit I (*COI*) and reconstructed a maximum likelihood phylogenetic tree to resolve their relationships. The tree showed that all populations belong to the genus *Crenobia*, though further studies are needed to resolve their species designation. Our initial analysis also suggests the possibility of multiple independent cave colonisation events. Together with the colour variability between and within populations, this makes *Crenobia* a unique model for exploring the evolution of pigment loss in cave habitats. To explore the causes of pigment loss in albino *Crenobia*, we identified the body pigment of surface animals. Using absorption spectra recordings of animal extracts, we confirmed the presence of porphyrins in pigmented worms. Combined with an ongoing transcriptome analysis between albino and pigmented animals, these findings aim to unravel the molecular and evolutionary causes of pigment loss in cave *Crenobia* and the high pigmentation variability of the cave population from Ponor Štirovača.

Keywords: Crenobia, pigments, caves

O - 32

DEMOGRAFSKA DINAMIKA *DIANTHUS SYLVESTRIS* S.L. NA BALKANSKOM POLUOTOKU

Temunović Martina[1], Mucko Maja[2], Carnicero Pau[3,4], Terlević Ana[5], Luqman Hirzi[6,7], Widmer Alex[6], Fior Simone[6], Rešetnik Ivana[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb, Svetošimunska 23, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[3]University of Innsbruck, Department of Botany, Innsbruck, Sternwartestraße 15, Austria;
[4]Autonomous University of Barcelona, Bellaterra, Plaça Cívica, Spain;
[5]Geonatura Ltd, Zagreb, Fallerovo šetalište 22, Hrvatska;
[6]Institute for Integrative Biology, Department of Environmental System Science, ETH Zürich, Zürich, Universitätstrasse 16, Switzerland;
[7]McDonald Institute for Archaeological Research, University of Cambridge, Cambridge, Downing St, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

mtemunovic@sumfak.unizg.hr

Demografska dinamika ima ključnu ulogu u oblikovanju unutarvrsne genetske varijabilnosti. Klimatske promjene povezane s pleistocenskim glacijacijama snažno su utjecale na demografsku dinamiku mnogih organizama i tako oblikovale njihovu današnju genetsku raznolikost. Ovdje smo istraživali povezanost između genetske raznolikosti populacija i klimatske povoljnosti staništa, te alternativne demografske scenarije koji bi najbolje objasnili odgovor populacija *Dianthus sylvestris* s.l. na klimatska kolebanja u prošlosti na Balkanskom poluotoku - važnom glacijalnom makro-refugiju za mnogobrojne europske vrste. Na temelju RAD-seq SNP podataka, identificirali smo dvije glavne genetske linije koje vjerojatno potječu iz sjeverozapadnog i jugoistočnog refugija. Hijerarhijska filogeografska struktura unutar ovih evolucijskih linija sugerira postojanje dodatnih mikrorefugija unutar većeg balkanskog makro-refugija. Modeliranje demografske dinamike i potencijalne distribucije podržalo je hipotezu interglacijalne ekspanzije za sve identificirane genetske grupe. Genetska raznolikost populacija bila je značajno korelirana s geografijom i sadašnjom povoljnošću staništa unutar područja. Naposljetku, usporedili smo ekološke niše potencijalnog sjeverozapadnog i jugoistočnog refugija na temelju okoliša danas s okolišem tijekom posljednjeg glacijalnog maksimuma. Na temelju dobivenih rezultata raspravljamo kako je klima utjecala na demografsku dinamiku i genetsku varijabilnost populacija.

Ključne riječi: klimatska varijabilnost, demografsko modeliranje, filogeografija, ddRAD-seq, refugiji

DEMOGRAPHIC DYNAMICS OF *DIANTHUS SYLVESTRIS* S.L. IN THE BALKAN PENINSULA

Demographic dynamics plays a crucial role in shaping genomic variation within species. Climatic changes associated with Pleistocene glaciations strongly affected the demographic dynamics of a wide diversity of organisms, and thus shaped their genetic diversity. Here, we investigated associations between population genetic diversity and climatic suitability, and evaluated alternative demographic scenarios for the putative response of *Dianthus sylvestris* s.l. populations to past climatic fluctuations within the Balkan Peninsula - an important glacial macrorefugium for European biota. Using RAD-seq-based SNP data, we identified two main genetic lineages, likely originating from a northwestern and a southeastern refugium. Hierarchically nested phylogeographic structure within these lineages suggests the existence of further microrefugia within the Balkan macrorefugium. Demographic and species distribution modelling supported the interglacial expansion hypothesis for all genetic groups identified. Patterns of population genetic diversity were significantly related to geography and current climatic suitability within the area. Finally, we compared the environments of the putative northwestern and southeastern refugia today with those during the last glacial maximum, and discussed how climate has influenced population demographic dynamics and genomic variation.

Keywords: climatic variation, demographic modelling, phylogeography, ddRAD-seq, refugia

O - 33

PRVI PRELIMINARNI REZULTATI O BIORAZNOLIKOSTI UZGOJIVIH GLJIVA IZ KRŠKIH ŠPILJA DINARIDA

Kušan Ivana[1,3], Matočec Neven[1,3], Pošta Ana[1], Kovač Konrad Petra[1,2], Ozimec Roman[1,3], Lukić Bilela Lada[4,5]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[2]Društvo za istraživanje krša – Freatik, Zagreb, Medveščina 31F, Hrvatska;
[3]ADIPA – Društvo za istraživanje i očuvanje prirodoslovne raznolikosti Hrvatske, Zagreb, Orehovečki ogranak 37, Hrvatska;
[4]Department of Biology, Faculty of Science, University of Sarajevo, Sarajevo, Zmaja od Bosne 33-35, Bosnia and Herzegovina;
[5]BIOSPELD - Biospeleological Society in Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, Aleja lipa 5, Bosnia and Herzegovina

ikusan@irb.hr

Gljive imaju nezamjenjivu ulogu u globalnom kruženju organske tvari i energije. Kao razlagači i paraziti ključne su u održavanju ekološke ravnoteže u krškim špiljskim ekosustavima. S druge strane, bioraznolikost gljiva još je uvijek slabo istražena. Nakon više-manje sporadičnih prethodnih istraživanja, krajem 2023. započelo je prvo sustavno istraživanje špiljske mikobiote dinarskoga krša u sklopu HrZZ projekta "Gljive hidrološki aktivnih špiljskih ekosustava Dinarida i njihov bioaktivni potencijal". Tijekom 2024. i 2025. istraživanja su provedena u 22 speleološka objekta na području Hrvatske te osam u Bosni i Hercegovini, unutar mediteranske, alpinske i kontinentalne biogeografske regije. Terensko istraživanje uključivalo je direktno uzorkovanje sporogenih stadija gljiva kao i uzorkovanje vode, sedimenta te karbonatnih mineralnih naslaga, tzv. špiljskog mlijeka, za potrebe naknadne izolacije gljiva u čistim kulturama i eDNA metabarkodiranja. Izolati gljiva uzgojeni su na različitim hranjivim podlogama (PDA, MEA, SNA) pri 12 °C i 24 °C, nakon čega su mikroskopski analizirani. rDNA barkodiranje provedeno je putem genskih regija ITS i LSU, a u nekim slučajevima sekvencirane su i protein kodirajuće genske regije (*RPB2*, *β-TUB*, *EF-1α*) zbog točne taksonomske identifikacije. Do danas je taksonomski analizirano više od 350 izolata gljiva među kojima smo utvrdili dominaciju askomiceta iz rodova *Penicillium*, *Trichoderm*a, *Pseudogymnoascus*, *Cladosporium* i *Aspergillus*, dok su među bazidiomicetima najčešće bile izolirane kvascolike gljive iz rodova *Aureobasidium*, *Basidioascus*, *Rhodotorula* and *Solicoccozyma*, a kod mukoromiceta rodovi *Mortierella* i *Podila*. Ovi prvi preliminarni rezultati potvrđuju našu hipotezu kako špiljska staništa ekološki vrlo raznolikog dinarskog krša podržavaju razmjerno visoku raznolikost gljiva iz različitih taksonomslih skupina.

Ključne riječi: barkodiranje, dinarski krš, ekologija, mikobiota, taksonomija

FIRST PRELIMINARY RESULTS ON THE BIODIVERSITY OF CULTIVABLE FUNGI FROM DINARIC KARST CAVES

Fungi are of fundamental importance for the global cycle of organic matter and energy. Their function as decomposers and parasites is crucial for maintaining the ecological balance in karst cave ecosystems. On the other hand, their biodiversity is still poorly known. After rather sporadic previous studies, the first systematic research on the cave mycobiota of the Dinaric karst began at the end of 2023 as part of the project "Fungi of hydrologically active Dinaric cave ecosystems and their bioactive potential" funded by the Croatian Science Foundation. In 2024 and 2025, 22 caves in Croatia and eight in Bosnia and Herzegovina were explored within the Mediterranean, Alpine and Continental biogeographical regions. The fieldwork methods included direct sampling of fungi in the sporogenic stage as well as sampling of water, sediments and carbonate deposits, i.e. "moonmilk", with the aim of isolating fungi in axenic cultures and eDNA metabarcoding. The fungal isolates were cultivated on different culture media (PDA, MEA, SNA) at 12 °C and 24 °C and then subjected to microscopic analyses and rDNA barcoding of the ITS and LSU gene regions. Protein coding gene regions (*RPB2*, *ß-TUB*, *EF-1α*) were also sequenced to allow correct specific taxonomic identification within certain fungal genera. To date, more than 350 fungal isolates have been taxonomically analysed. Among all isolates, we ascertained the prevalence of the filamentous ascomycete genera *Penicillium*, *Trichoderma*, *Pseudogymnoascus*, *Cladosporium*, and *Aspergillus*, while basidiomycete fungi were mainly represented by yeasts of the genera *Aureobasidium*, *Basidioascus*, *Rhodotorula* and *Solicoccozyma*. *Mucoromycetes* of the genera *Mortierella* and *Podila* were also frequently found in caves. These first preliminary results confirm our hypothesis that cave habitats in the ecologically very diverse Dinaric karst could harbour a comparatively high diversity of fungi of different taxonomic groups.

Keywords: barcoding, Dinaric karst, ecology, mycobiota, taxonomy

O - 34

CILJANA METILACIJA GENA FUT8 DOVODI DO PROMJENA U FUKOZILACIJI PROTEINA U STANIČNOJ LINIJI HEPATOCELULARNOG KARCINOMA

Vujić Ana[1], Vičić Bočkor Vedrana[2], Plavša Branimir[2], Nakić Bedeković Natali[2], Krištić Jasminka[2], Pučić Baković Maja[2], Josipović Goran[2], Foglar Nika[2], Lauc Gordan[2,3], Zoldoš Vlatka[1], **Klasić Marija**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]Genos Glycoscience Research Laboratory, Zagreb, Borongajska cesta 83h, Hrvatska;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zagreb, Ante Kovačića 1, Hrvatska

mklasic@biol.pmf.hr

Hepatocelularni karcinom (HCC) jedan je od najčešćih tumora u svijetu. Osim genetičke komponente, u razvoj i progresiju ove bolesti uključene su i epigenetske promjene te promjene u glikozilaciji proteina. Nekoliko istraživanja pokazalo je da u HCC-u dolazi do povećanja fukozilacije N-glikana i deregulacije gena uključenih u taj proces, ali još uvijek nije u potpunosti razjašnjeno koji mehanizmi su za to odgovorni. Cilj ovog istraživanja bio je otkriti ulogu metilacije DNA u regulaciji ekspresije gena *FUT8* koji kodira enzim odgovoran za dodatak fukoze na srž N-glikana. U istraživanju je korištena stanična linija HepG2, model *in vitro* za HCC. Fuzijski protein DNMT3A-dCas9 ciljan je u CpG-otok u promotoru gena *FUT8* i posljedično je analizirana razina CpG-metilacije u dvije vremenske točke (8. i 12. dan) upotrebom bisulfitnog pirosekvenciranja. Ekspresija gena *FUT8* analizirana je na razini transkripta kvantitativnim PCR-om i proteina metodom *Western blot*. Promjene u N-glikanima ukupnih staničnih proteina, proteina izlučenih u medij i na alfa-fetoproteinu analizirane su HPLC-om i spektrometrijom masa. Epigenetička manipulacija gena *FUT8* dovela je do povećanja metilacije u 19 od ukupno 21 analiziranog CpG-mjesta u obje vremenske točke. Promjene u razini metilacije rezultirale su smanjenjem ekspresije gena na razini transkripta i proteina. Nadalje, epigenetska manipulacija gena *FUT8* promijenila je glikanski fenotip stanica HepG2. Došlo je do smanjenja glikanskih struktura sa sržnom fukozom u ukupnim staničnim i izlučenim proteinima. Također su pokazane promjene u fukozilaciji alfa-fetoproteina (jednog od biomarkera za ranu dijagnozu HCC-a) - smanjenje količine struktura sa sržnom fukozom i povećanje količine struktura bez sržne fukoze. Ovi rezultati ukazuju da je epigenetska deregulacija gena *FUT8* jedan od molekularnih mehanizama uključenih u promjene fukozilacije često uočene u HCC-u.

Ključne riječi: metilacija DNA, glikozilacija proteina, FUT8, epigenetička manipulacija, hepatocelularni karcinom

TARGETED METHYLATION OF *FUT8* GENE INDUCED CHANGES IN PROTEIN FUCOSYLATION OF HEPATOCELLULAR CARCINOMA CELL LINE

Hepatocellular carcinoma (HCC) is one of the most common cancers worldwide. In addition to its genetic component, the development and progression of this disease involve epigenetic changes and alterations in protein glycosylation. Several studies have shown an increase in protein fucosylation and deregulation of genes involved in this process in HCC, although the mechanisms responsible for these changes are still understudied. The aim of this study was to investigate the role of DNA methylation in regulation of the *FUT8* expression, gene encoding the enzyme responsible for addition of fucose to N-glycan core. The experiments were performed on the HepG2 cell line, an *in vitro* model for HCC. A fusion protein DNMT3A-dCas9 was targeted to the CpG island in the *FUT8* promoter and CpG methylation level was analyzed subsequently at two time points (8th and 12th day) using bisulfite pyrosequencing. *FUT8* expression was analyzed at the transcript and protein levels, using quantitative PCR and Western blot, respectively. Changes in N-glycans of total cell proteins, secreted proteins and alpha-fetoprotein were analyzed using HPLC and massspectrometry. Epigenetic manipulation of *FUT8* induced an increase in methylation level of 19 out of 21 analyzed CpG sites at both time points. The change in methylation level resulted in a decrease in gene expression at both the transcript and protein levels. Moreover, *FUT8* epigenetic manipulation altered glycan phenotype of HepG2 cells. A decrease in core fucosylated glycans in both total cell and secreted proteins was observed. Additionally, altered fucosylation of alpha-fetoprotein (a biomarker for early HCC diagnosis) was observed, including a decrease in core fucosylated and increase of afucosylated structures. These results demonstrate that epigenetic deregulation of *FUT8* is one of the molecular mechanisms involved in changes of fucosylation often observed in HCC.

Keywords: DNA methylation, protein glycosylation, FUT8, epigenetic manipulation, hepatocellular carcinom

O - 35

POVEZANOST POLIMORFIZAMA GENA SEROTONERGIČKOG SUSTAVA S GESTACIJSKIM DIJABETESOM MELITUSOM

Nikolić Barbara[1], **Perić Maja**[2], Bečeheli Ivona[2], Marić Barbara[3], Kumnova Fiona[4], Matanović Angela[2], Grgurin Anastazija[1], Horvatiček Marina[2], Hranilović Dubravka[1], Štefulj Jasminka[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska
[2]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[3]Dom zdravlja Zagreb Istok, Zagreb, Švarcova 20, Hrvatska;
[4]Farmaceutski fakultet, Univerzita Karlova, Hradec Králové, Heyrovského 1203, Czechia

barbara.nikolic@biol.pmf.hr; maja.peric@irb.hr

Gestacijski dijabetes melitus (GDM) najčešći je metabolički poremećaj kod trudnica. Iako su faktori rizika za GDM poput pretilosti, starije dobi majke i obiteljske anamneze dijabetesa tipa 2 dobro utvrđeni, genetički rizični faktori još se uvijek istražuju. Serotonin (5-hidroksitriptamin, 5-HT) ima veliki utjecaj na regulaciju opće metaboličke homeostaze, a posebno na masu beta stanica gušterače tijekom trudnoće. U ovoj studiji istražili smo povezanost između GDM-a i polimorfizama gena serotonergičkog sustava: triptofan hidroksilaze 2 (TPH2) (rs11178997, rs6582071), serotoninskog transportera (SERT, 5-HTT) (5-HTTLPR, STin2), monoaminooksidaze A (MAO-A) (MAOA-uVNTR) i serotoninskog receptora 2A (HTR2A) (rs6314). U studiju je uključena 251 trudnica s normalnom tolerancijom glukoze (NGT) i 166 trudnica s GDM-om. Genomska DNA izolirana je iz uzoraka periferne krvi pomoću DNA izolacijskog kompleta. Polimorfizmi su genotipizirani standardnim PCR-om nakon čega je slijedila elektroforeza na agaroznom gelu ili esejima TaqMan. Povezanost između polimorfizama i GDM-a analizirana je pomoću hi-kvadrat ($\chi 2$) i Fisherovog testa. Raspodjela frekvencija genotipova polimorfizma 5-HTTLPR značajno se razlikovala kod GDM i NGT skupina ($p=0,025$), sa značajnom prekomjernom zastupljenošću genotipova koji sadrže dugi (L) alel (LL i LS) u skupini GDM ($p=0,0084$, $OR=2,3$). Frekvencije genotipova ostalih polimorfizama nisu se razlikovale između skupina. Naši nalazi ukazuju na povezanost varijanti gena SERT s GDM-om. Imajući na umu da je L varijanta 5-HTTLPR transkripcijski aktivnija od S varijante, možemo pretpostaviti da moguće promjene u transportu serotonina mogu utjecati na modulaciju homeostaze glukoze serotoninom, doprinoseći tako riziku od gestacijskog dijabetesa melitusa.

Ključne riječi: GDM, SNP, 5-HTTLPR

ASSOCIATION OF SEROTONERGIC SYSTEM GENE POLYMORPHISMS WITH GESTATIONAL DIABETES MELLITUS

Gestational diabetes mellitus (GDM) is the most prevalent metabolic disorder among pregnant women. While risk factors for GDM such as obesity, advanced maternal age and family history of type 2 diabetes mellitus are well established, genetic risk factors are still being investigated.1 Serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-HT) has a major impact on the regulation of metabolic homeostasis in general, and specifically, on pancreatic beta cell mass during pregnancy. In this study, we investigated the association between GDM and polymorphisms of the serotonergic system genes: tryptophan hydroxylase 2 (TPH2) (rs11178997, rs6582071), serotonin transporter (SERT, 5-HTT) (5-HTTLPR, STin2), monoamine oxidase A (MAO-A) (MAOA-uVNTR) and serotonin receptor 2A (HTR2A) (rs6314). The study included 251 pregnant women with normal glucose tolerance (NGT) and 166 pregnant women with GDM. Genomic DNA was extracted from peripheral blood samples using Roche DNA isolation kit. Polymorphisms were genotyped either by standard PCR followed by agarose gel electrophoresis, or by TaqMan assays. Associations between polymorphisms and GDM were analyzed using chi-square ($\chi 2$) and Fisher tests. Distribution of genotype frequencies of the 5-HTTLPR polymorphism differed significantly between the GDM and NGT groups ($p=0.025$), with a significant overrepresentation of long (L) alelle-containing genotypes (LL and LS) in GDM compared to NGT group ($p=0.0084$, $OR=2.3$). Genotype frequencies of the other polymorphisms did not differ between the groups. Our findings indicate association of the SERT gene variants with GDM. Having in mind that the L variant of 5-HTTLPR is transcriptionally more active than the S variant, we can assume that possible alterations in serotonin transport may affect serotonin modulation of glucose homeostasis, contributing to the risk for GDM.

Keywords: GDM, SNP, 5-HTTLPR

O - 36

GENETIČKA RAZNOLIKOST KULTIVIRANIH KRUŠAKA U HRVATSKOJ

Vidaković Antonio[1], Šatović Zlatko[2,3], Liber Zlatko[3,5], Radunić Mira[4], Skendrović Babojelić Martina[2], Poljak Igor[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb, Svetošimunska cesta 23, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Svetošimunska cesta 25, Hrvatska;
[3]Znanstveni centar izvrsnosti za bioraznolikost i molekularno oplemenjivanje bilja, Zagreb, Svetošimunska cesta 25, Hrvatska;
[4]Institut za jadranske kulture i melioraciju krša, Split, Put Duilova 11, Hrvatska;
[5]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Marulićev trg 9a, Hrvatska

avidakovi@sumfak.unizg.hr

Razumijevanje genetičke raznolikosti voćnih kultura ključno je za očuvanje i oplemenjivačke strategije, osobito u regijama s bogatom hortikulturnom tradicijom. Ovo istraživanje analizira genetičku raznolikost pitome kruške (*Pyrus communis* L.) u Hrvatskoj, obuhvaćajući 24 registriranih i 12 nepoznatih tradicijskih kultivara. Radi šireg filogenetskog konteksta, u analizu su uključeni i uzorci divljih vrsta krušaka *P. pyraster* (L.) Burgsd. i *P. spinosa* Forssk., kao vanjska skupina u svrhu zakorijenjivanja filogenetskog stabla. Genotipizacija je provedena pomoću devet visoko informativnih mikrosatelitnih biljega (PIC = 0,800), pri čemu je utvrđena jasna genetička diferencijacija između svih analiziranih jedinki. Nepoznati tradicijski kultivari pokazali su veće alelno bogatstvo (8,27 naspram 7,11), očekivanu heterozigotnost (0,841 naspram 0,820) i privatno alelno bogatstvo (3,70 naspram 2,54) u usporedbi s registriranim kultivarima. Međutim, registrirani kultivari imali su nešto višu opaženu heterozigotnost (0,882 naspram 0,876). Registrirani kultivari sadržavali su 26 privatnih alela, dok su nepoznati tradicijski kultivari imali 18, što ukazuje na različitu genetičku pozadinu i naglašava selekcijski potencijal obje skupine. Bayesovskom analizom u programu STRUCTURE identificirano je pet genetički različitih skupina. Divlje vrste krušaka formirale su dvije zasebne skupine. Tradicijski kultivar 'Tepka' činio je treću skupinu. Četvrta skupina obuhvaćala je uglavnom nepoznate kultivare iz Dalmacije, koji vjerojatno predstavljaju lokalne tradicijske kultivare. Peta skupina uključivala je većinu registriranih kultivara, zajedno s nekoliko nepoznatih kultivara. Dobiveni rezultati ukazuju na složenu genetičku raznolikost kultiviranih krušaka u Hrvatskoj te ističu važnost očuvanja tradicijskih kultivara. Ovo istraživanje predstavlja temelj za provedbu ciljanih mjera očuvanja i podržava uključivanje zanemarenih lokalnih kultivara u suvremene oplemenjivačke programe.

Ključne riječi: kultivirane kruške, očuvanje biljnih genetičkih izvora, mikrosatelitni biljezi, moderni kultivari, tradicijski kultivari

GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PEARS IN CROATIA

Understanding the genetic diversity of fruit crops is essential for conservation and breeding strategies, especially in regions with rich horticultural traditions. This study investigates the genetic diversity of cultivated pear (*Pyrus communis* L.) in Croatia, including 24 registered and 12 unknown traditional cultivars. To provide a broader phylogenetic context, samples of wild pear species, *P. pyraster* (L.) Burgsd. and *P. spinosa* Forssk., were included as outgroups. Genotyping was performed using nine highly informative microsatellite markers (PIC = 0.800), which revealed a clear genetic differentiation among all analysed individuals. Unknown traditional cultivars exhibited higher allelic richness (8.27 vs. 7.11), expected heterozygosity (0.841 vs. 0.820), and private allelic richness (3.70 vs. 2.54) compared to registered cultivars. However, observed heterozygosity was slightly higher in the registered cultivars (0.882 vs. 0.876). The registered cultivars contained 26 private alleles, while the unknown cultivars had 18, suggesting distinct genetic backgrounds and emphasizing the breeding potential of both groups. Bayesian model-based clustering in STRUCTURE identified five distinct genetic clusters. Wild pear species formed two separate clusters. The traditional cultivar 'Tepka' constituted a third group. A fourth group included unknown cultivars mostly from Dalmatia which are probably ancient local traditional cultivars. The fifth cluster comprised most of the registered cultivars, along with a few traditional accessions. These findings highlight the complex genetic landscape of the Croatian pear germplasm and underscore the importance of preserving traditional cultivars. The study provides a foundation for targeted conservation measures and supports the integration of neglected local genotypes into modern breeding programmes.

Keywords: cultivated pears, germplasm conservation, microsatellite markers, modern cultivars, traditional cultivars

O - 37

FINA INTERAKCIJA IZMEĐU PARAMETARA KOJI UTJEČU NA GENSKO CILJANJE U KVASCU *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Mitrikeski Petar Tomev[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Fakultet filozofije i religijskih znanosti, Zagreb, Jordanovac 110, Hrvatska

ptmitrikeski@ffrz.unizg.hr

Uspjeh genskog ciljanja u kvasca veći je s divergentnim modulima (kasetama), u kojima se orijentacija insercije ne podudara s orijentacijom ciljnog gena koji ju nosi. Suprotno tome, konvergentni moduli, u kojima se spomenute orijentacije podudaraju, manje su učinkoviti. Međutim, kada je transkripcija u ciljnom genu modula potisnuta, razlika u učinkovitosti između divergentnih i konvergentnih modula nestaje, što ukazuje na to da transkripcija utječe na uspjeh genskog ciljanja. Strategija ciljanja krajevi-prema-van, korištenjem pristupa insercija-unutra, primijenjena je za ciljanje prirodnog lokusa *GAL1* s parom kaseta gal1::ARG4 u eksperimentalnom sustavu sa snažno potisnutom transkripcijom kako u ciljanom lokusu (*GAL1*) tako i u ciljnom genu kaseta (*gal1*). Pretpostavljeni disruptanti probrani su na prisutnost heterologne insercije (*ARG4*), potvrđeni auksanografijom te molekularno analizirani. Kvantitativna analiza pokazuje da u sustavima s potisnutom transkripcijom, gensko ciljanje mijenja svoj uobičajeni trend uspješnosti gdje divergentne kasete nadmašuju konvergentne kada je transkripcija aktivna. Također, nestaje i izjednačena uspješnost ciljanja obje vrste kaseta koja je karakteristična za sustave u kojima je transkripcija potisnuta samo u ciljnom genu modula. Ovi nalazi otkrivaju novi aspekt genetike kvasca, nudeći potencijal za razvoj inovativnih genetičkih alata.

Ključne riječi: kvasac, gensko ciljanje, rekombinacija krajevi-prema-van, orijentacija insercije, transkripcija

FINE INTERPLAY OF PARAMETERS INFLUENCING GENE TARGETING IN THE YEAST *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

The success of gene targeting in yeast is higher with divergent targeting modules (cassettes), which have an insertion orientation that does not match the host gene's orientation. Conversely, convergent targeting modules, with matching orientations, are less effective. However, when transcription is repressed, the difference in efficiency between divergent and convergent modules disappears, indicating that transcription influences gene targeting success. An ends-out targeting strategy using the insertion-in approach was applied to target the natural *GAL1* locus with the cassette pair gal1::ARG4 in an experimental setup characterized by strongly repressed transcription in both *GAL1* and *gal1*. The putative disruptants were selected for heterologous insertion (*ARG4*), confirmed by auxanography, and analyzed at the molecular level. Quantitative analysis shows that in systems with repressed transcription, gene targeting reverses the usual trend where divergent cassettes outperform convergent ones during active transcription. It also eliminates the equal targeting ability of both cassette types in systems where transcription is repressed only in the host gene of the module. These findings reveal a new aspect of yeast genetics, offering prospects for developing innovative genetic tools.

Keywords: yeast, gene-targeting, ends-out recombination, insertion orientation, transcription

O - 38

EVALUACIJA INDUCIBILNE KROMOSOMSKE EKSPRESIJE KOMPLEKSA CAS1-CAS2 NA NAIVNU CRISPR ADAPTACIJU U BAKTERIJI *ESCHERICHIA COLI*

Mamić Tomislav[1], Ivančić-Baće Ivana[1], Žagar Mirta[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska

tomislav.mamic@biol.pmf.hr

CRISPR-Cas prokariotski je adaptivni sustav obrane protiv mobilnih genetičkih elemenata (MGE) koji se zasniva na mehanizmu intereferencije posredovanom molekulama crRNA. Imunost se uspostavlja integracijom novih fragmenata DNA (razmaknica), porijeklom iz MGE, u kromosomski lokus CRISPR procesom koji se naziva "CRISPR adaptacija". Razlikujemo dva oblika adaptacije, ovisno o mehanizmu stvaranja razmaknica: naivnu i pripremljenu. Za oba tipa adaptacije nužan je kompleks Cas1-Cas2 koji veže i ugrađuje razmaknice. Za razliku od pripremljene adaptacije, naivna adaptacija nije posebice efikasan proces. U *E. coli*, *cas1* i *cas2* su posljedna dva gena u operonu sazdanom od sedam gena (casABCDE12). Posljedično, *cas1* i *cas2* su najmanje eksprimirani geni *cas*, što bi moglo objasniti zašto naivna adaptacija nikada nije uočena kada su ovi geni eksprimirani kao policistronske mRNA pod nativnim ili inducibilnim promotorom (koristeći prazni plazmidni vektor kao MGE). Dok je ta razina ekspresije dostatna za pripremljenu adaptaciju, ugradnja novih razmaknica naivnom adaptacijom uočljiva je tek nakon nadekspresije gena *cas1* i *cas2* s plazmida. Ipak, plazmidi su u velikom broju mutanata nestabilni što uvelike otežava interpretaciju rezultata. Kako bi se doskočilo ovom problemu, konstruirali smo soj u kojem smo inducibilni promotor pBAD smjestili uzvodno od kromosomskih gena *cas1* i *cas2* u njihovu nativnom lokusu. U ovom radu predstavljamo rezultate vezane uz konstrukciju ovoga soja. Ekspresija gena *cas1* s inducibilnog kromosomskog promotora rezultirala je razinama sličnima transkripciji inducibilne policistronske mRNA. Ta razina transkripcije gena *cas1*, koja je oko 100 puta niža od ekspresije istog gena s plazmida, dovoljna je za odvijanje pripremljene, ali ne i naivne adaptacije.

Ključne riječi: CRISPR, adaptacija, *Escherichia coli*

EVALUATION OF INDUCIBLE EXPRESSION OF CAS1-CAS2 FROM THE CHROMOSOME ON NAÏVE CRISPR ADAPTATION IN ESCHERICHIA COLI

CRISPR-Cas is a prokaryotic adaptive immune system against mobile genetic elements (MGEs) that utilises a crRNA-mediated interference mechanism. Immunity against MGEs is established by integrating new DNA fragments or spacers from an MGEs into specific chromosomal sites called CRISPRs. The acquisition of new spacers is essential for CRISPR immunity, and this step is called "CRISPR adaptation". Depending on the mechanism of spacer generation, CRISPR adaptation is divided into two types - naïve and primed. For both types of adaptation, the Cas1–Cas2 complex is required for spacer capture and integration. Unlike primed CRISPR adaptation, naïve adaptation is not a very efficient process. In *E. coli*, *cas1* and *cas2* are the last two genes in the seven-gene operon (casABCDE12). As a result, the *cas1* and *cas2* genes are the least expressed of the *cas* genes which probably explains why naïve adaptation has never been observed when these genes are expressed as polycistronic mRNA from a native or inducible promoter (using an empty vector as MGE). While this level of expression supports primed adaptation, insertion of new spacers by naïve adaptation is only observed after overexpression of *cas1* and *cas2* genes from the plasmid. However, plasmids are often unstable in many mutants and can be lost, complicating data interpretation. To overcome this problem, we have generated a strain in which the inducible pBAD promoter is placed upstream of the chromosomal *cas1* and *cas2* genes at their native locus. Here we present our recent data on the construction of this strain, and show that expression of *cas1* from an inducible chromosomal promoter resulted in transcript levels of *cas1* similar to those of the polycistronic induced transcripts. These chromosomal *cas1* transcript levels are sufficient to support primed but not naïve adaptation, and are about 100-fold lower than those from the plasmid-based expression.

Keywords: CRISPR, adaptation, *Escherichia coli*

O - 39

SEZONSKI GONADOSOMATSKI INDEX JEŽINACA *ARBACIA LIXULA* I *PARACENTROTUS LIVIDUS* S JUGA ISTRE

Burić Petra[1], Kovačić Ines[1], Lasić Pia[1], Balas Ursula[1], Iveša Neven[1], Pustijanac Emina[1], Buršić Moira[1], Millotti Gioconda[1], Paliaga Paolo[1], Štifanić Mauro[1]

[1]Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet prirodnih znanosti, Pula, Zagrebačka 30, Hrvatska

petra.buric@unipu.hr

Rezultati istraživanja prikazuju gonadosomatski indeks (GSI) ježinaca Arbacia lixula i Paracentrotus lividus s područja južne Istre. U tu svrhu ježinci su uzorkovani sezonski s dviju postaja: Lungomare, Pula i Palera, Ližnjan. GSI ježinca A. lixula kretao se od najniže vrijednosti zabilježene u jesen na postaji Lungomare (2,53±1,24 %) do najviše zabilježene u proljeće na postaji Palera (7,07±2,67 %), dok je GSI ježinca P. lividus pokazao više vrijednosti te se kretao između 4,12±1,95 % u jesen na postaji Palera i najviše vrijednosti zabilježene u proljeće na postaji Lungomare (10,61±2,56 %). Značajna razlika u vrijednosti GSI između sezona za ježinca A. lixula s postaje Lungomare zabilježena je u jesen u usporedbi s ostale tri sezone. GSI ježinaca A. lixula s postaje Palera bio je izrazito visok i statistički značajno različit u proljeće u usporedbi s ostale tri sezone. Ježinac P. lividus s postaje Lungomare pokazao je značajno viši GSI u proljeće u usporedbi s ostale tri sezone, dok je na postaji Palera GSI ježinca bio približno jednak u ljeto i jesen, ali znatno niži u usporedbi s vrijednostima dobivenima za zimu i proljeće. Nadalje, uspoređen je GSI ježinaca uzorkovanih na različitim postajama te je utvrđen značajno različit GSI ježinaca A. lixula uzorkovanih u jesen, dok su ježinci vrste P. lividus pokazali značajno različit GSI između postaja kada su uzorkovani zimi. Dobiveni rezultati prikazuju proljeće kao ključnu sezonu za reprodukciju i održivost populacija ježinca. Postavljen je i eksperiment embrionalnog razvoja ježinca koji se pokazao uspješnim u svim sezonama za vrstu A. lixula, dok embrionalni razvoj ježinca P. lividus nije bio uspješan ljeti i zimi. Iz navedenog se može zaključiti da ukoliko nastupi izraženi pritisak u okolišu u jednom trenutku u godini, ježinci A. lixula moći će se izmrijestiti i time osigurati opstanak populacije.

Ključne riječi: *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus*, gonadosomatski indeks, embrionalni razvoj ježinca

SEASONAL GONADOSOMATIC INDEX OF THE URCHINS *ARBACIA LIXULA* AND *PARACENTROTUS LIVIDUS* FROM SOUTHERN ISTRIA

The results of this study present the gonadosomatic index (GSI) of sea urchins Arbacia lixula and Paracentrotus lividus from the southern Istrian coast. The sea urchins were seasonally sampled at two locations: Lungomare, Pula and Palera, Ližnjan. The GSI values of A. lixula ranged from the lowest recorded in autumn at the Lungomare site (2.53±1.24%) to the highest in spring at Palera (7.07±2.67%). In contrast, P. lividus exhibited generally higher GSI values, ranging from 4.12±1.95% in autumn at Palera to a peak of 10.61±2.56% in spring at Lungomare. A statistically significant seasonal difference in GSI for A. lixula at Lungomare was observed in autumn compared to the other three seasons. At Palera, A. lixula showed a high statistically significant GSI in spring. For P. lividus sampled at Lungomare, a significantly higher GSI was recorded in spring compared to the other seasons, while at Palera, GSI values were similar in summer and autumn but significantly lower than those recorded in winter and spring. Furthermore, spatial comparisons revealed statistically significant differences in GSI values between sampling sites. For A. lixula, this difference was observed in autumn, while P. lividus exhibited significant inter-site differences during winter. These findings highlight spring as a key reproductive season for both sea urchin species, which is critical for the maintenance and sustainability of their populations. Additionally, sea urchin embryonic development experiments were conducted across all seasons. Successful development was observed for A. lixula throughout the year, whereas P. lividus failed in this experiment in summer and winter. These results suggest that A. lixula may retain the capacity to spawn and maintain population viability even when faced with environmental stress throughout the year.

Keywords: *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus*, gonadosomatic index, sea urchin embrional, development

O - 40

DINAMIKA PLANKTONA U OLIGOTROFNOM OTVORENOM SREDNJEM JADRANU: RAZLIČITI ODGOVORI NA HIDRODINAMIČKE FLUKTUACIJE NA MEZOSKALI

Ninčević Gladan Živana[1], **Mihanović Hrvoje**[1], Bužančić Mia[1], **Vidjak Olja**[1], Šestanović Stefanija[1], Veža Jere[1], Šantić Danijela[1], Šolić Mladen[1], Matić Frano[2], Milić Roje Blanka[1], Udovičić David[1], Prelesnik Heliodor[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište Ivana Meštrovića 63, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Splitu, Odjel za studije mora, Split, Ruđera Boškovića 37, Hrvatska

nincevic@izor.hr; mihanovic@izor.hr; vidjak@izor.hr

Istražili smo odgovore planktonskih zajednica na hidrodinamičku varijabilnost u oligotrofnom otvorenom srednjem Jadranu, fokusirajući se na područja oko Blitvenice i Jabuke u studenom 2020. i svibnju 2021. Sastav planktona značajno se mijenjao pod različitim režimima hranjivih soli potaknutim mezoskalnim oceanografskim procesima. U studenom je advekcija tople, slane vode iz južnog Jadrana donijela fosfat i anorganski dušik, što je pogodovalo dominaciji pikoplanktona i povećanju brojnosti kokolitofora u blizini obale. U svibnju je sustav obogaćen organskim dušikom porijeklom iz slatke vode rijeke Krke, potičući rast nanoplanktona i većeg fitoplanktona te pogodujući pojavi slatkovodnih taksona kao što su Chlorophyceae, Chrysophyceae i Cryptophyceae u fitoplanktonskoj zajednici. Ti su uvjeti pogodovali i razvoju zooplanktona, posebno kopepoda. Izvor dubokog maksimuma klorofila pomaknut je s autotrofnog pikoplanktona u studenom na veće dijatomeje i kokolitofore u svibnju. Raznolikost zooplanktona bila je veća u studenom zbog povećane cirkulacije i advekcije vode iz južnog Jadrana. Niska abundancija heterotrofnih bakterija na svim postajama bila je tipična za oligotrofno otvoreno more, ali zabilježeni porast bakterijske proizvodnje na Blitvenici u svibnju odrazio je povećanu dostupnost organske tvari iz riječnog unosa i planktonske aktivnosti. Rezultati naglašavaju ekološku važnost epizodnih donosa nutrijenata za povećanje produktivnosti na svim trofičkim razinama i održavanje znatnog ribolovnog potencijala na istraživanom području.

Ključne riječi: fitoplankton; zooplankton, bakterioplankton; nutrijenti; riječni donos

PLANKTON DYNAMICS IN THE OLIGOTROPHIC OPEN CENTRAL ADRIATIC SEA: DIFFERENT RESPONSES TO MESOSCALE HYDRODYNAMIC FLUCTUATIONS

We investigated the responses of plankton communities to hydrodynamic variability in the oligotrophic open central Adriatic Sea, focusing on the areas around Blitvenica and Jabuka in November 2020 and May 2021. Plankton composition changed markedly under different nutrient regimes driven by mesoscale oceanographic processes. In November, the advection of warm, salty water from the southern Adriatic Sea brought phosphate and inorganic nitrogen, which favored the dominance of picoplankton and the increase in nearshore abundance of coccolithophores. In May, freshwater from the Krka River enriched the system with organic nitrogen, promoting nanoplankton and larger phytoplankton and favoring the appearance of freshwater taxa such as Chlorophyceae, Chrysophyceae and Cryptophyceae in the phytoplankton community. These conditions favored the development of zooplankton, especially copepods. The source of deep- chlorophyll maximum shifted from autotrophic picoplankton in November to larger diatoms and coccolithophores in May. Zooplankton diversity was higher in November due to increased circulation and advection of southern Adriatic water. Despite the generally low abundance of heterotrophic bacteria, a peak in bacterial production in May at Blitvenica represented a localized response to the increased organic matter from the river input and planktonic activity. The results underline the ecological importance of episodic nutrient inputs for increasing productivity at all trophic levels and maintaining the remarkable fisheries potential of the investigated area.

Keywords: phytoplankton; zooplankton; bacterioplankton; nutrients; river discharge

O - 41

OD SVJETLA DO ŽIVOTA: BIOLOŠKE PRIMJENE DALJINSKIH ISTRAŽIVANJA BOJE OCEANA

Matek Antonija[1], Costanzo Margherita[2], Brando Vittorio E.[2], Colella Simone[2], Mihanović Hrvoje[3], Orlić Mirko[4], Omand Melissa[5], Cetinić Ivona[6,7], Ljubešić Zrinka[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]National Research Council of Italy (CNR), Institute of Marine Science (ISMAR), Rome, Via del Fosso del Cavaliere 100, Italy;
[3]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split , Split, Šetalište I. Meštrovića 63, Hrvatska;
[4]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geofizički odsjek, Zagreb, Horvatovac 95, Hrvatska;
[5]University of Rhode Island, Graduate School of Oceanography, Narragansett, RI, 215 South Ferry Rd, United States of America;
[6]NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, Greenbelt rd, United States of America;
[7]GESTAR II, Morgan State University, Baltimore, Maryland, 5523 Research Park Drive Suite, United States of America

antonija.matek@biol.pmf.hr

Oceani prekrivaju oko 71 % Zemljine površine, a oko dvije trećine tog prostora čini otvoreni oceani. Zbog prostranosti i složenosti, velik dio oceana ostaje nedovoljno istražen, pa mnogi biogeokemijski procesi neizbježno prolaze nezabilježeno. Tradicionalna *in situ* oceanografija suočava se s tim izazovom, što je potaknulo razvoj novih tehnologija poput Argo plutača, glidera, bova i satelitskog praćenja boje oceana, koje omogućuju istraživanja na većim prostornim i vremenskim skalama. Ovi se pristupi temelje na principima optike oceana, odnosno na načinu na koji svjetlost djeluje na površinske i podpovršinske slojeve, kako bi se pratile različite biološke procese. U ovom se radu predstavljaju dva primjera koji ilustriraju put „od svjetla do života", odnosno kako optička mjerenja mogu otkriti biologiju fitoplanktona, najmanjih, ali ključnih organizama u oceanima. Prvi primjer temelji se na istraživanjima provedenima tijekom NASA-ine ljetne škole o optici oceana u Darling Marine Centeru, Sveučilište Maine, SAD. Struktura fitoplanktonske zajednice i fotofiziološke prilagodbe različitim svjetlosnim uvjetima istraživane su analizom sastava pigmenata i čestica organskog ugljika (eng., particulate organic carbon, POC) na transektima u sjeverozapadnom Atlantiku. Drugi primjer odnosi se na utjecaj unutarnjih valova vezanih uz otok (eng., internal island-trapped waves, ITWs) na primarnu proizvodnju u južnom Jadranu, pri čemu su kombinirana in situ terenska mjerenja s operativnim proizvodima satelitskog praćenja boje oceana koje je razvio CNR-ISMAR za Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS). Oba primjera ističu izazove i mogućnosti optičke oceanografije te naglašavaju važnost suradnje između bioloških i optičkih oceanografa. Biološki podaci prikupljeni na terenu ključni su za validaciju optičkih opažanja, dok satelitska mjerenja pružaju širi kontekst koji se ne može obuhvatiti lokalnim istraživanjima. Zajedno, ti pristupi omogućuju potpunije razumijevanje morskih ekosustava.

Ključne riječi: optika oceana, daljinsko istraživanje, boja oceana, fitoplankton, primarna proizvodnja

FROM LIGHT TO LIFE: BIOLOGICAL APPLICATIONS OF OCEAN COLOUR REMOTE SENSING

Oceans cover about 71% of Earth's surface, with two-thirds of this area being open ocean. Because of their vastness and complexity, much of the ocean remains undersampled, and many biogeochemical processes inevitably go undetected. Traditional in situ oceanography is plagued by this challenge, which has driven the development of new technologies such as Argo floats, gliders, buoys, and ocean colour remote sensing that enable research at larger spatio-temporal scales. These approaches rely on the principles of ocean optics – how light interacts with the ocean surface and subsurface layers – to track diverse biological processes. Here, we present two case studies that illustrate the path "from light to life"—how optical measurements can reveal the biology of phytoplankton, the ocean's smallest but most fundamental organisms. The first case study was done during the NASA-sponsored summer school on ocean optics at the Darling Marine Center, light environments were investigated using pigment composition and particulate organic carbon (POC) as proxies across transects in the north-western Atlantic. The second case study explores the influence of internal island-trapped waves (ITWs) on primary production at an island in the southern Adriatic, combining in situ field campaigns with ocean colour remote sensing operational products released by CNR-ISMAR for Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS). Both case studies highlight the challenges and opportunities of optical oceanography, as well as the importance of collaboration between biological and optical oceanographers. In situ biological data are essential for validating optical observations, while remote sensing provides the broader context that single-site measurements cannot capture. Together, these approaches offer a more complete understanding of marine ecosystems.

Keywords: ocean optics, remote sensing, ocean colour, phytoplankton, primary production

O - 42

TRENDOVI I DINAMIKA POJAVNOSTI ALOHTONIH ŽELATINOZNIH ZOOPLANKTONSKIH VRSTA U JADRANU U KONTEKSTU KLIMATSKIH PROMJENA

Garić Rade[1], Batistić Mirna[1], Hure Marijana[1], Rusković Marija[1], Pasković Nika[1]

[1]Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje, Dubrovnik, Kneza Damjana Jude 12, Hrvatska

rade.garic@unidu.hr

Tijekom posljednjih desetljeća u Jadranu je zabilježeno više od 20 alohtonih vrsta želatinoznog zooplanktona. Prethodna istraživanja pokazala su da pojavnost i abundancija tih vrsta ovise o fazi bimodalnog oscilatornog sustava (BiOS), koji na dekadalnoj razini, preko promjene smjera cirkulacije sjevernojonskog vrtloga, unosi u Jadran vodu različitog podrijetla (istočnomediteranskog ili zapadnomediteranskog). Time se mijenjaju svojstva jadranske vode te olakšava unos i preživljavanje lesepsijskih migranata i toplovodnih vrsta iz istočnog Mediterana, kao i vrsta atlantskog/zapadnomediteranskog podrijetla. Analizom prosječnih temperatura u južnom Jadranu, u sloju od 200 do 800 m, tijekom posljednjih 40 godina naovisno smo utvrdili ubrzano zagrijavanje, osobito nakon 2011./2012. godine kada je došlo do naglog preokreta trenda. Od tada se Jadran ubrzano zagrijava i zaslanjuje, čime se povećava mogućnost dolaska i trajnog nastanjivanja tropskih vrsta. Između 2011. i 2024. godine stopa zagrijavanja iznosila je 1 °C na 16 godina. Jedna od tropskih vrsta koje su se naselile u Jadranu u tom razdoblju je hidromeduza *Paracytaeis octona*, zabilježena od 2015. godine nadalje. Smatra se lesepsijskim migrantom, a ranije je bila poznata samo iz istočnog Mediterana. Osim nje, u Jadranu su zabilježene i potpuno nove vrste za znanost: meduza *Aurelia pseudosolida* (Scyphozoa, Ulmaridae) 2020. godine te bačvica *Dolioletta advena* (Tunicata, Thaliacea) 2021. godine. Zabrinjavajuće je da su, uz strane vrste, u Jadranu u posljednjim godinama otkrivene i nove vrste za znanost, što upućuje na mogućnost njihova podrijetla iz slabije istraženih područja, poput Indijskog oceana.

Ključne riječi: klimatske promjene, alohtone vrste, zooplankton, Jadransko more

TRENDS AND DYNAMICS OF THE OCCURRENCE OF NON-INDIGENOUS GELATINOUS ZOOPLANKTON SPECIES IN THE ADRIATIC SEA IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

Over the past decades, more than 20 non-indigenous species of gelatinous zooplankton have been recorded in the Adriatic Sea. Previous studies have shown that the occurrence and abundance of these species depend on the phase of the bimodal oscillating system (BiOS), which, on a decadal scale, introduces water of different origin (eastern Mediterranean or western Mediterranean) into the Adriatic through changes in the circulation of the North Ionian Gyre. This alters the properties of Adriatic waters and facilitates the introduction and survival of Lessepsian migrants and warm-water species from the eastern Mediterranean, as well as species of Atlantic/Western Mediterranean origin. An analysis of average temperatures in the southern Adriatic, at depths between 200 and 800 m, over the past 40 years has independently confirmed accelerated warming, especially after 2011/2012, when a sharp reversal of the trend occurred. Since then, the Adriatic has been rapidly warming and becoming more saline, which increases the likelihood of the arrival and permanent establishment of tropical species. Between 2011 and 2024, the rate of warming amounted to 1 °C per 16 years. One of the tropical species that has established itself in the Adriatic during this period is the jellyfish *Paracytaeis octona*, recorded from 2015 onwards. It is considered a Lessepsian migrant and was previously known only from the eastern Mediterranean. In addition to this species, entirely new species for science have been recorded in the Adriatic, such as the the jellyfish *Aurelia pseudosolida* (Scyphozoa, Ulmaridae) in 2020 and the doliolid *Dolioletta advena* (Thaliacea, Doliolida) in 2021. Worryingly, alongside non-indigenous species, new species previously unknown to science have also been discovered in the Adriatic in recent years, suggesting their possible origin from less-studied regions such as the Indian Ocean.

Keywords: climate change, non-indigenous species, zooplankton, Adriatic Sea

O - 43

DINAMIKA MORSKIH TOPLINSKIH VALOVA NA RAZLIČITIM DUBINAMA U ISTOČNOM JADRANU (2020.–2023.)

Ankon Pavel[1], Kružić Petar[1], Gračan Romana[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

pavel.ankon@biol.pmf.hr

Morski toplinski valovi (MHW), definirani kao produljena razdoblja ekstremno povišenih temperatura mora, sve se češće prepoznaju kao glavni stresori u obalnim ekosustavima, osobito za bentonske sesilne organizme, izrazito ranjive zbog ograničene sposobnosti izbjegavanja nepovoljnih uvjeta. Definirani kao razdoblja od najmanje pet uzastopnih dana tijekom kojih temperatura prelazi sezonski varijabilan 90. percentil, MHW-ovi se danas smatraju ključnim okolišnim pokretačima promjena u strukturi zajednica i gubitka bioraznolikosti. Analizirali smo dinamiku MHW-ova u istočnom Jadranu od 2020. do 2023. koristeći in situ podatke o temperaturi s dubina 5–40 m na četiri lokaliteta. Događaji su detektirani i klasificirani prema definiranom okviru Hobday i sur. (2016, 2018) primjenom R paketa heatwaveR. Ukupno je identificirano 154 događaja. Prevladavali su umjereni (Kategorija I), no zabilježeni su i jaki (Kategorija II) te izolirani vrlo jaki MHW-ovi (Kategorija III), osobito 2022. i 2023. Učestalost i trajanje povećavali su se kroz vrijeme, a 2023. imala je najviše događaja na svim dubinama. Plitki lokaliteti (5–10 m) bili su najpogođeniji, ali produljeni i intenzivni događaji zahvatili su i dubine 20–40 m. Sezonska analiza pokazala je prevlast ljetnih i ranih jesenskih MHW-ova, dok su u 2023. detektirane i zimske anomalije. Porast učestalosti i intenziteta MHW-ova u istočnom Jadranu utječe na bentonske zajednice kroz povećane pojave nekroze tkiva povezane s patogenima, što dovodi do smanjenja otpornosti, veće smrtnosti i konačne degradacije staništa. Ovo istraživanje predstavlja jednu od prvih višedubinskih analiza MHW-ova u regiji te nudi osnovu za vrednovanje toplinskog stresa u obalnim ekosustavima Mediterana i usmjeravanje budućih strategija očuvanja. Istraživanje je financirano projektom AdriCor (HRZZ, IP-2019-04-3389).

Ključne riječi: klimatske promjene, morski toplinski valovi, toplinski stres, Jadransko more

THERMAL STRESS ACROSS DEPTHS: DYNAMICS OF MARINE HEATWAVES IN THE EASTERN ADRIATIC (2020–2023)

Marine heatwaves (MHWs), defined as prolonged episodes of anomalously high seawater temperature, are increasingly recognised as major stressors in coastal ecosystems, particularly for benthic sessile organisms, which are especially vulnerable due to their limited capacity to escape unfavourable conditions. Defined as discrete periods of at least five consecutive days above the seasonally varying 90th percentile, MHWs are now considered key drivers of biodiversity loss and community shifts. We analysed MHW dynamics in the eastern Adriatic Sea from 2020 to 2023 using *in situ* temperature records collected at 5–40 m depth across four localities. Events were detected and classified following the hierarchical framework of Hobday et al. (2016, 2018) with the R package heatwaveR. Across all depths and sites, 154 MHW events were identified. Moderate (Category I) events predominated, but several strong (Category II) and isolated severe (Category III) events occurred, particularly in 2022 and 2023. Both the frequency and duration of events increased over time, with 2023 exhibiting the highest number across all depths. Shallow sites (5–10 m) were generally more affected, yet prolonged and intense events also propagated to 20–40 m. Seasonal analysis revealed a predominance of summer and early autumn MHWs, though winter anomalies were also detected in 2023. The intensification and deepening of MHWs in the eastern Adriatic highlight their potential to impact benthic communities through increased tissue necrosis associated with pathogens, leading to higher mortality, reduced resilience, and ultimately habitat degradation. This study provides one of the first multi-depth assessments of MHWs in the region, offering a critical baseline for evaluating thermal stress in Mediterranean coastal ecosystems and guiding future conservation strategies. This research was funded by the project AdriCor (HRZZ grant number IP-2019-04-3389).

Keywords: climate change, marine heatwaves, thermal stress, Adriatic Sea

O - 44

UTJECAJ EKSTREMNIH OBORINA NA RAZNOLIKOST ZIMSKOG PLANKTONA

Grgurević Filip[1], Mucko Maja[1], Pestorić Branka[2], Hartkamp Jade[3], Ljubešić Zrinka[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Institute of Marine Biology, University of Montenegro, Kotor, I bokeljske brigade 68, Montenegro
[3]Hanze University of Applied Sciences, Institute of Life Sciences & Technology, Groningen, Zernikeplein 11, Netherlands

filip.grgurevic@biol.pmf.hr

Planktonska zajednica istraživana je na dvije postaje u Bokokotarskom zaljevu (Crna Gora) u veljači 2025. godine, prije i nakon obilnih oborina. Termohalina svojstva vodenog stupca mjerena su pomoću CTD sonde, te je nakon oborina zabilježen značajan pad saliniteta površinskog sloja i povećanje dubine termokline. Uzorci planktonske zajednice uzorkovani su pomoću Nansenove zooplanktonske mreže sa zatvaračem finoće svile 125 µm, te je vodeni stupac na postaji Kotor-H (dubina 67m) uzorkovan u dva sloja, a na postaji Kotor-IBM (dubina 25 m)jedan sloj. Uzorci su analizirani metodom metabarkodiranja koristeći 16S/18S/COI gene. Indeksi alfa i beta raznolikosti pokazali su prostorne razlike u sastavu planktonske zajednice, bez značajnih razlika prije i nakon kiše. Prije obilne kiše, u površinskom sloju postaje Kotor-H u bakterijskoj zajednici najzastupljeniji su bili predstavnici Vibrionaceae, dok su u dubljem sloju prevladavale Flavobacteriaceae, Rhodobacteraceae i Sphingomonadaceae. Nakon kiše, u dubljem sloju prevladavaju Coleofasciculaceae i Rhodobacteraceae. Na postaji Kotor-IBM, prije kiše prevladavale su Flavobacteriaceae i Cellvibrionaceae, dok su nakon kiše prevladavale Flavobacteriaceae, Moraxellaceae i Coleofasciculaceae. U eukariotskom planktonu najzastupljeniji su bili razredi Copepoda i Hydrozoa, pri čemu su Copepoda činili 50–90 % ukupne zajednice. Iznimka je bio dublji sloj na postaji Kotor-H, gdje je zabilježena veća relativna abundancija parazitskih dinoflagelata. Analizom zajednice pomoću COI gena, specifičnog za zooplankton, u gornjem sloju na postaji Kotor-H najzastupljeniji su bili rodovi *Ctenocalanus*, *Paracalanus* i *Penilia*. Nasuprot tome, zajednica dubljeg sloja se promijenila uslijed obilne kiše. Prije kiše prevladavali su predstavnici Caenogastropoda (do 93 %), dok je nakon kiše prevladavao rod Temora. Prevalencija bentičkih Caenogastropoda vjerojatno nije reprezentativna za područje, već posljedica resuspenzije sedimenta tijekom uzorkovanja.

Ključne riječi: plankton, raznolikost, metabarkodiranje

WINTER PLANKTON DIVERSITY IN RESPONSE TO EXTREME RAINFALL EVENT

Plankton community was investigated at two stations in a fjord-like embayment Boka Kotorska Bay (Montenegro) in February 2025, before and after a heavy rain event. Thermohaline properties were measured using a CTD probe, revealing significant surface salinity drop and increased thermocline depth after the rain. Plankton communities were sampled in depth layers (two layers for 67m deep Kotor-H, and one for 25m deep Kotor-IBM) using 125µm mesh sized Nansen opening–closing net. The samples were analysed by metabarcoding using 16S/18S/COI genes. Alpha and beta diversity indices showed spatial differences in plankton community composition, without significant difference before and after the rain. Before the heavy rain, in the upper layer of the Kotor-H station, bacterioplankton community was dominated by Vibrionaceae, and in the deeper layer by Flavobacteriaceae, Rhodobacteraceae, and Sphingomonadaceae. After the rain the community in the deep layer shifted to Coleofasciculaceae and Rhodobacteraceae. Flavobacteriaceae and Cellvibrionaceae dominated at the Kotor-IBM station, and after the rain the community shifted to Flavobacteriaceae, Moraxellaceae and Coleofasciculaceae. Eukaryotic plankton showed dominance of class Copepoda and Hydrozoa, with Copepoda making up to 50–90% of the total community. An exception was the deeper layer of the Kotor-H station where higher relative abundance of parasitic dinoflagellates was revealed. When analysed by zooplankton-specific COI gene community was dominated with genus *Ctenocalanus*, *Paracalanus*, and *Penilia* in the upper layer of the Kotor-H station. Contrary to that, the deep layer community changed due to the heavy rain event, with dominance by Caenogastropoda (up to 93%) before the rain, and Temora after the event. The dominance of benthic Caenogastropoda may not be representative for the area, but due to the resuspension of the sediment during the sampling.

Keywords: plankton, diversity, metabarcoding

O - 45

RAZNOLIKOST CIJANOBAKTERIJA U EPIBIOTSKIM MIKROBNIM ZAJEDNICAMA MORSKIH KORNJAČA

Kanjer Lucija[1], Bosak Sunčica[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

lucija.kanjer@biol.pmf.hr

Cijanobakterije predstavljaju ključnu komponentu morskih mikrobnih ekosustava, ali njihova uloga u mikrobiomu životinja, kao što su mikrobne zajednice na oklopima morskih kornjača, ostaje uglavnom neistražena. Cilj ovog rada je detaljno karakterizirati zajednice cijanobakterija povezanih s morskim kornjačama pomoću sekvenciranja amplikona gena 16S rRNA i izolacije i uzgoja novih cijanobakterijskih sojeva. Utvrđeno je da su cijanobakterije, iako nisu dominantne, stalno prisutne u biofilmovima oklopa kornjače. Najzastupljenije su bile nitaste cijanobakterije iz roda *Rhodoploca* i ostali pripadnici reda Nodosilineales. Starost i veličina kornjače bili su glavni pokretači raznolikosti cijanobakterijske zajednice. Uzgojeni sojevi *Salileptolyngbya* i *Leptothoe* predstavljaju potencijalno novootkrivene komenzale morskih kornjača. Također su kultivirani sojevi koji pripadaju rodovima kao što su *Okeania* i *Spirulina* koji pripadaju više oportunističkim svojtama. Rezultati pokazuju važnost kombiniranja tradicionalnih metoda uzgoja i DNA-metabarkodiranja za otkrivanje skrivene raznolikosti cijanobakterija u mikrobiomu domaćina, te pridonose novim spoznajama u području morske mikrobne ekologije i biologije morskih kornjača.

Ključne riječi: *Caretta caretta*, mikrobiota, 16S, metabarkodiranje, kulture

DIVERSITY OF CYANOBACTERIA IN EPIBIOTIC MICROBIAL COMMUNITIES ASSOCIATED WITH SEA TURTLES

Cyanobacteria are key components of marine microbial ecosystems, yet their role in host-associated environments, such as the carapace of sea turtles, remains largely unexplored. The aim of this work is to provide the first detailed characterization of epibiotic cyanobacterial communities associated with sea turtles using 16S rRNA gene amplicon sequencing and cultivation of novel cyanobacterial strains. Cyanobacteria, while not dominant, were found to be consistently present in sea turtle carapace biofilm. The most abundant were filamentous cyanobacteria belonging to the genus *Rhodoploca* and other members of the order Nodosilineales. Turtle age and size were the main drivers of cyanobacterial diversity change. The cultivated strains of *Salileptolyngbya* and *Leptothoe* represent potentially newly discovered commensal species of sea turtles. Strains belonging to more opportunistic species like *Okeania* and *Spirulina* were also cultivated. The results from this work demonstrate the importance of combining traditional cultivation methods and DNA-metabarcoding to uncover hidden cyanobacterial diversity in the host microbiome, with new insights into marine microbial ecology and sea turtle biology.

Keywords: *Caretta caretta*, microbiota, 16S, metabarcoding, cultures

O - 46

NACIONALNI PROGRAM PRAĆENJA ZA 6 VRSTA KORNJAŠA U HRVATSKOJ: RAZVOJ I BUDUĆI IZAZOVI

Tomljenović Sandra[1], Horvatić Barbara[1], Vignjević Goran[2], Turić Nataša[2], Jelaska Sven[3], Antonić Oleg[1], Kovačević Kristina[2], Jovanovac Marija[2], Prpić Paula[1], Mihaljević Maja[1], Čmelar Karla[1], Šerić Jelaska Lucija[3]

[1]Geonatura d.o.o. , Zagreb, Fallerovo šetalište 22, Hrvatska;
[2]BIOIDEA d.o.o., Osijek, Vladimira Vidrića 2, Hrvatska;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

stomljenovic@geonatura.hr

U okviru projekta „Razvoj sustava praćenja stanja očuvanosti vrsta i stanišnih tipova", Zavoda za zaštitu okoliša i prirode nadležnog ministarstva Republike Hrvatske, izrađeni su nacionalni programi praćenja za 11 vrsta kornjaša, od kojih su u ovom radu predstavljeni rezultati za njih šest; pet saproksilnih (*Morimus funereus*, *Rosalia alpina*, *Cerambyx cerdo*, *Lucanus cervus*, *Osmoderma barnabita*) te jedna vodena vrsta (*Graphoderus bilineatus*). Cilj projekta bio je osigurati podatke i procijeniti stanje očuvanosti navedenih vrsta u skladu s obvezama izvještavanja prema EU. Ključne aktivnosti uključivale su analizu jaza postojećih podataka, izradu programa praćenja stanja očuvanosti vrsta, utvrđivanje referentnih vrijednosti o stanju očuvanosti vrsta, terensko prikupljanje podataka o brojnosti, rasprostranjenosti, pogodnom staništu, pritiscima i prijetnjama te testiranje i dorada programa praćenja. U sklopu projekta, uložen je velik terenski napor: za saproksilne vrste istraženo je 144 kvadranata (1×1 km) od svibnja do listopada 2022. godine te 361 kvadrant od ožujka do srpnja 2023. godine, dok je za vrstu *G. bilineatus* istraženo 35 kvadranata u 2023. godini. Ovo je do sada najopsežnije istraživanje rasprostranjenosti ovih vrsta na području Hrvatske što je rezultiralo saznanjem da je za pet vrsta saproksilnih kornjaša FRR procijenjena kao veća od zatečenog stanja u svim biogeografskim regijama, osim za vrstu *L. cervus* u kontinentalnoj i *R. alpina* u alpskoj regiji, gdje je površina otprilike jednaka trenutnom stanju, kao i kod vrste *G. bilineatus* u kontinentalnoj regiji. Po prvi puta korišteno je modeliranje pogodnih staništa za potrebe planiranja budućih praćenja ovih ekološki značajnih vrsta. Dobiveni rezultati predstavljaju važan korak u uspostavi sustavnog praćenja i procjene stanja očuvanosti ovih vrsta kroz uspostavljen i testiran nacionalni program praćenja, koji će doprinijeti kvalitetnom izvještavanju prema EU i učinkovitijem planiranju zaštite prirode.

Ključne riječi: Direktiva o staništima, metode praćenja, monitoring, procjena stanja očuvanosti vrsta, povoljna površina područja pojavljivanja (FRR), saproksilni kornjaši

NATIONAL MONITORING PROGRAM FOR 6 BEETLE SPECIES IN CROATIA: DEVELOPMENT AND FUTURE CHALLENGES

As part of the project "Development of a Monitoring System for the Conservation Status of Species and Habitat Types", implemented by the Institute for Environment and Nature of the competent ministry of the Republic of Croatia, national monitoring programmes were developed for 11 beetle species. This paper presents results for six of them: five saproxylic species (*Morimus funereus*, *Rosalia alpina*, *Cerambyx cerdo*, *Lucanus cervus*, *Osmoderma barnabita*) and one aquatic species (*Graphoderus bilineatus*). The main objective of the project was to obtain data and assess the conservation status of these species in accordance with the reporting obligations to the EU. The key activities included a gap analysis of existing data, development of monitoring programmes, establishment of conservation reference values, field data collection on population, distribution, suitable habitat, pressures/threats, testing and refinement of the monitoring programmes. Extensive fieldwork was carried: 144 squares (1×1 km) were surveyed for saproxylic species from May to October 2022 and 361 squares from March to July 2023, while 35 squares were surveyed for *G. bilineatus* in 2023. This represents the most comprehensive survey of these species conducted in Croatia to date. The results showed that, for saproxylic beetles, FRR was assessed as greater than the current range in all biogeographical regions, except for *L. cervus* in the Continental and *R. alpina* in the Alpine region, where the range is approximately equal to the current state, as is the case for *G. bilineatus* in the Continental region. For the first time, habitat suitability modelling was applied to support the planning of future monitoring of these ecologically important species. These results are an important step in establishing a systematic approach to monitoring and assessing the conservation status of these species through a tested national monitoring programme, contributing to improved EU reporting and nature conservation planning.

Keywords: Habitats Directive, favourable reference range (FRR), monitoring methods, monitoring, saproxylic beetles, species conservation status assessment

O – 47

OZBILJNI U OČUVANJU MORA KROZ LEK: KAKO RIBARI ZNAJU SVOJE RIBE?

Čolić Barbara[1], Jurin Ivana[1], Stipić Dell'Orco Sanja[1], Čižmek Hrvoje[1]

[1]Društvo istraživača mora - 20000 milja, Zadar, Put Bokanjca 26A, Hrvatska

bcolic@drustvo20000milja.hr

Razumijevanje i učinkovita primjena lokalnog ekološkog znanja (LEK) ključni su za napredak u zaštiti mora i održivom upravljanju resursima, osobito u regijama s razvijenom ribarskom tradicijom. Ova studija donosi rezultate strukturiranog istraživanja provedenog među ribarima s otoka sjeverne Dalmacije, čiji su detaljni intervjui obuhvatili više tematskih područja relevantnih za očuvanje. Upitnik je sadržavao nekoliko cjelina: (1) socio-ekonomski i demografski podaci ispitanika, (2) detaljne percepcije o lokalnoj bioraznolikosti mora i opaženim promjenama u populacijama riba, uključujući brojnost, veličinu i prostornu raspodjelu vrsta; (3) osviještenost i razumijevanje važećih ribarskih politika i propisa o očuvanju mora; (4) stavove prema zaštitnim mjerama i konzervaciji, uključujući podršku zonama zabrane ribolova, ograničenjima ribarskih alata i sudjelovanju dionika u upravljanju. Istraživanje je pokazalo značajan pad gospodarskih vrsta te promjene u sastavu zajednica - uključujući pojavu termofilnih i invazivnih vrsta - što nadopunjuje terenska istraživanja. To znanje ima ključnu ulogu u novom pristupu suupravljanja zaštićenim područjima u Hrvatskoj, gdje udruga Društvo istraživača mora – 20000 milja, u partnerstvu s javnom ustanovom Natura Jadera, predvodi suupravljanje (skrbničko upravljanje) morskim područjem oko Silbe i Silbenskih grebena. Podaci dobiveni kroz LEK pomogli su u identifikaciji prioritetnih područja, oblikovanju aktivnosti uključivanja zajednice te sada usmjeravaju dokumentaciju za uspostavu Posebnog morskog rezervata. Ribari su pokazali snažnu potporu za strože zaštitne mjere, pod uvjetom pravedne provedbe i stvarnog uključivanja lokalne zajednice u donošenje odluka. Rezultati naglašavaju kako participativna istraživanja i sustavna integracija LEK predstavljaju temelj za prilagodljivo, uključivo upravljanje morskim resursima i učinkovitu zaštitu.

Ključne riječi: lokalno ekološko znanje (LEK), zaštita mora, održivo upravljanje, morska zaštićena područja (MZP), su-upravljanje

SEA-RIOUS ABOUT MARINE CONSERVATION THROUGH LEK: HOW FISHERMEN KNOW THEIR FISH?

Understanding and effective application of Local Ecological Knowledge (LEK) is key to advancing marine conservation and sustainable resource management, particularly in regions with fishing traditions. This study presents results from a structured survey research of North Dalmatian Islands fishermen, whose in-depth interviews explored multiple thematic areas relevant for conservation. The questionnaire consisted of several sections: (1) socio-economic and demographic profiles of respondents, (2) detailed perceptions of local marine biodiversity and observed changes in fish populations, including species abundance, size, and spatial distribution; (3) awareness and understanding of current fisheries policies and marine conservation regulations; and (4) attitudes toward conservation measures, including support for no-take zones, gear restrictions, and stakeholder participation in management. The survey revealed significant declines in commercial species and shifts in species composition - including the appearance of thermophilic and invasive taxa - complementing official monitoring. Importantly, this knowledge has directly informed Croatia's newly implemented co-management approach where NGO Marine Explorers Society – 20000 Leagues, in partnership with Public Institution Natura Jadera, is pioneering co-management of the Marine Protected Area encompassing Silba and Silba Reefs. LEK-derived insights helped identify priority sites, shaped community outreach, and now guide documentation towards establishing a formal Marine Reserve. Fishermen showed strong support for stricter conservation actions, contingent on fair enforcement and meaningful involvement in decision-making. These findings underline that participatory research and systematic integration of LEK provide essential foundations for adaptive, inclusive marine governance and effective conservation efforts.

Keywords: local ecological knowledge (LEK), marine conservation, sustainable management, marine protected area (MPA), co-management

O - 48

KUĆICE ZA ŠIŠMIŠE: POSTIZANJE RAVNOTEŽE IZMEĐU PREDNOSTI I POTENCIJALNIH OPASNOSTI ZA ZAŠTITU ŠIŠMIŠA

Mazija Mirna[1], Renje Stjepan[1], Renje Marta[1], Huten Tea[1], Brkić Amalia[1]

[1]Udruga za zaštitu šišmiša Tragus, Zagreb, Planinska ulica 5, Hrvatska

abc.tragus@gmail.com

Kućice za šišmiše se često koriste kako bi se stvorila dodatna skloništa na mjestima gdje prirodnih nedostaje, uglavnom kao kompenzacijska mjera uslijed gubitka staništa, kao što su razvoj infrastrukture ili intervencije u gospodarenju šumom. Kućice tako mogu služiti i kao metoda monitoringa, posebice za šumske vrste šišmiša. U Hrvatskoj se kućice za šišmiše ne koriste često, djelomično jer su dostupna povoljna prirodna skloništa, ali i jer se preporuča provođenje dobre prakse gospodarenja šumama. Postavljanje kućica za šišmiše bez prethodne pažljive evaluacije pogodnih pozicija može nehotično stvoriti smrtonosne zamke za šišmiše. Dok je nekada prioritet bio zadržati toplinu unutar kućica, recentna istraživanja ukazuju na to da bi, zbog klimatskih promjena, trebalo izbjegavati postavljanje kućica na mjesta koja su osunčana tijekom cijelog dana. Budući da različiti dizajn kućica privlači određene vrste šišmiša, postavljanje kućica može utjecati na sastav vrsta i tako povećati kompeticiju unutar ekološke niše. Stoga, pravilno planiranje mora uzeti u obzir dizajn kućice, ali i čimbenike kao što su osunčanost, okolna staništa i sastav vrsta. Na primjeru našeg projekta postavljanja kućica za šišmiše ukazujemo na greške pri postavljanju koje kućice mogu učiniti opasnima za šišmiše te razmatramo preporuke dobre prakse. Predstavljamo primjer uspješne suradnje javnih ustanova, nevladine organizacije i građana, usmjereno na urbane zelene površine gdje je došlo do gubitka prirodnih staništa zbog klimatskih ekstrema, posebice snažnog vjetra. Temeljem ovog iskustva, predlažemo praktične smjernice za dizajn i postavljanje kućica za šišmiše te ističemo potencijal ovakvih inicijativa kao alata za monitoring populacija šišmiša, ali i za edukaciju javnosti i podizanje svijesti o šišmišima i njihovoj važnoj ulozi u ekosustavu. Unatoč uspjehu ovog projekta, i dalje naglašavamo prioritet pravilnog gospodarenja šumama kao glavnog alata u očuvanju populacija šumskih vrsta šišmiša.

Ključne riječi: Chiroptera, klimatske promjene, gospodarenje šumama

BAT BOXES: BALANCING BENEFITS AND POTENTIAL HAZARDS FOR BAT CONSERVATION

Generally, bat boxes are often used as additional roosts where roosting sites are scarce, usually as a compensation measure when habitat loss could occur, such as infrastructure development or forestry interventions. Bat boxes can then also serve as a monitoring method, especially for forest dwelling bat species. In Croatia, bat boxes haven't been used widely, partly because there are ample natural roosting sites and because good practice forest management is preferred. Deploying bat boxes without careful evaluation of suitable sites can inadvertently create death traps for bats. Previously, concern was on retaining the sufficient warmth inside bat boxes, but recent papers argue that, due to the climate change, it is no longer recommended to set up bat boxes on the daylong sun-exposed locations. Deploying bat boxes can also cause changes in species composition ratio, as certain box designs appeal to different species, increasing ecological niche competition. Effective planning must therefore consider box design as well as factors such as sun exposure, surrounding habitat, and species composition. Using our bat box project as a case study, we draw attention to placement errors that can make bat boxes dangerous rather than beneficial and suggest good practice recommendations. We present an example of a successful collaboration project between public institutions, an NGO and citizens, focused on urban parks where natural habitat loss occurred due to weather extremes, primarily strong wind. Based on this experience, we propose practical guidelines for bat box design, and installation, also highlighting the potential of such initiatives both as monitoring tools for bat populations and as educational resources for engaging the public and raising awareness of bats and their importance in ecosystem. However, despite the success of this project, we still prioritise adequate forest management as the main tool for supporting the forest dwelling bat populations.

Keywords: Chiroptera, climate change, forest management

O – 49

TAKSONOMSKA I FUNKCIONALNA RAZNOLIKOST PRAŽIVOTINJA CRETOVA PARKA PRIRODE VELEBIT

Matoničkin Kepčija Renata[1], Rebrina Fran[1], Gulin Beljak Vesna[1], Šegota Vedran[1], Brigić Andreja[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

rmatonic@biol.pmf.hr

Cretovi podržavaju visoku raznolikost praživotinja, pri čemu u ovim ekosustavima uz ubikvitarne dolaze i specifične vrste, s funkcionalnim značajkama koje odražavaju prilagodbe na cretno stanište. Istraživanje provedeno u Parku prirode Velebit na pet lokaliteta koji se u literaturi navode kao cretovi, imalo je za cilj procijeniti ekološko stanje ovih ekosustava s obzirom na sastav bioindikatorskih skupina. Uzorci su prikupljeni korerom na dva glavna tipa staništa: središnjem, vlažnom dijelu i na rubnom, sušnijem staništu te je provedena analiza zajednica praživotinja i mikro-beskralješnjaka na živom materijalu. Od ukupno 130 determiniranih svojti, prevladavale su okućene amebe (65 svojti) i trepetljikaši (43 svojte). Od pet istraživanih lokaliteta, četiri su imala značajke creta (Ljubica, Rakita, Vodice kod Petrašice i Sunđerac), dok je na postaji Solila utvrđeno da se radi o stalnoj lokvi, bez cretnih značajki. Veći omjer brojnosti okućenih ameba s lobopodijima u odnosu na one s filopodijima, zajedno s većim udjelom svojti s terminalno smještenim otvorom ukazuje na stabilne hidrološke uvjete, najviše izražene na cretu Vodice kod Petrašice. Raznolikost trofičkih skupina praživotinja ukazala je na najraznolikije izvore hrane na postaji Solila. Rubna staništa značajno se razlikuju sastavom zajednica praživotinja u odnosu na cretna staništa, koja obilježavaju veća taksonomska i funkcionalna raznolikost od rubnih staništa. Funkcionalna značajka koje najbolje diferencira rubne u odnosu na cretne zajednice je položaj otvora okućenih ameba. Zajednice na rubnim staništima karakterizira subterminalno ili uvučeno smješten otvor koji indicira sušne uvjete staništa, posebice na lokalitetu Solila i na cretu Sunđerac. Taksonomske i funkcionalne metrike praživotinja pokazale su se osjetljivim i pouzdanim indikatorima stanja cretnih ekosustava.

Ključne riječi: okućene amebe, trepetljikaši, taksonomska raznolikost, funkcionalne značajke

TAXONOMIC AND FUNCTIONAL DIVERSITY OF PROTOZOA IN THE PEATLANDS OF VELEBIT NATURE PARK

Peatlands harbour a high diversity of protozoa, supporting both ubiquitous and specific species with functional traits that reflect adaptations to the peat habitat. The aim of the study, carried out in the Velebit Nature Park at five localities known from literature as peatlands, was to evaluate the ecological status of these ecosystems in terms of bioindicator groups composition. Samples were taken from two main habitat types: the central, moist part of the peatland and from the edge, dryer habitats using core sampler, and the communities of protozoa and microinvertebrates were analysed on live material. Of the 130 taxa identified, testate amoebae (65 taxa) and ciliates (43 taxa) were the most diverse. Of the five investigated sites, four had peatland characteristics (Ljubica, Rakita, Vodice kod Petrašice and Sunđerac), while the Solila site was identified as the permanent pond without peat characteristics. The higher abundance ratio of testate amoebae with lobopodia versus those with filopodia, together with a higher proportion of taxa with a terminal aperture, indicates stable hydrological conditions, most pronounced in Vodice kod Petrašice. The diversity of trophic groups of protozoa indicates the most diverse food sources at the Solila site. Edge habitats differ significantly from peatland habitats in protozoan community composition, and peatlands also exhibit greater taxonomic and functional diversity compared to edge habitats. The functional trait that best distinguishes edge communities from peatland communities is the position of testate amoebae aperture. Communities in edge habitats are characterized by a subterminal or recessed opening, indicating dry conditions, especially at the Solila site and at the Sunđerac peatland. Taxonomic and functional metrics of protozoa have proven to be sensitive and reliable indicators of peatland ecosystem status.

Keywords: testate amoebae, ciliates, taxonomic diversity, functional traits

O – 50

VARIJABILNOST OBRAZACA AKTIVNOSTI MEĐU POPULACIJAMA MOSORSKE GUŠTERICE (*DINAROLACERTA MOSORENSIS*) TIJEKOM LJETA

Burić Ivona[1], Gojak Tomislav[1], Merdan Saudin[2], Kranželić Daria[1], Lisičić Duje[3]

[1]Udruga Hyla, Zagreb, Liovac I 7, Hrvatska;
[2]Udruženje Centar Dr. Stjepan Bolkay, Olovo, Klinčići bb, Bosnia and Herzegovina;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

ivona.buric@hhdhyla.hr

Mosorska gušterica (*Dinarolacerta mosorensis*, Kolombatović 1886; Reptilia, Squamata, Lacertidae) je planinska, dnevno aktivna vrsta koja se većinom nalazi iznad 1000 m n.v., iako se može naći i na nižim nadmorskim visinama u specifičnim staništima poput kanjona. Odabir vremena aktivnosti kod gmazova ključna je strategija koja oblikuje njihove ekološke interakcije, definirajući pristup resursima (toplina, hrana, partneri) i izloženost prijetnjama (predatori, kompeticija, toplinski stres). Unutarvrsna varijabilnost tih strategija kod mosorske gušterice, endemskog relikta Dinarida, dosad je bila slabo poznata. Recentna istraživanja u Crnoj Gori ukazivala su isključivo na unimodalni obrazac ljetne aktivnosti vrste. Cilj ovog istraživanja bio je kvantificirati i usporediti ljetne obrasce dnevne aktivnosti mosorske gušterice između četiriju geografski odvojenih populacija u Hrvatskoj te Bosni i Hercegovini. Podaci su prikupljeni tijekom dvije ljetne sezone, u srpnju i kolovozu, bilježenjem točnog vremena ulova za 176 jedinki kojima je određen spol uz ujednačen terenski napor. Analiza podataka ukazuje na postojanje statistički značajnih razlika u obrascima aktivnosti isključivo između populacija, ali ne i među spolovima. Te se razlike očituju kao jasan geografski gradijent u aktivnosti: južne populacije pokazuju izražen bimodalan obrazac, dok je kod najsjevernije zabilježen unimodalni. Ovi rezultati ukazuju na bihevioralnu plastičnost vrste, otkrivajući širi raspon ponašanja nego što je ranije zabilježeno. Različiti obrasci dnevne aktivnosti vjerojatno predstavljaju lokalne prilagodbe koje vrsti omogućuju da optimalno koristi termalne prilike, uz istovremeno izbjegavanje rizika u različitim okolišima. Ova fleksibilnost u korištenju temporalne niše može biti ključna za opstanak vrste u heterogenim staništima Dinarida.

Ključne riječi: ekološke interakcije, Dinaridi, temporalna niša, Lacertidae, visokoplaninske vrste

VARIABILITY IN SUMMER ACTIVITY PATTERNS AMONG POPULATIONS OF THE MOSOR ROCK LIZARD (*DINAROLACERTA MOSORENSIS*)

The Mosor rock lizard (*Dinarolacerta mosorensis*, Kolombatović 1886; Reptilia, Squamata, Lacertidae) is a diurnal species mostly found on mountains above 1000 m a.s.l., although it can also be found at lower altitudes in specific habitats such as canyons. The selection of activity time in reptiles is a key strategy that shapes their ecological interactions, determining access to resources (warmth, food, mates) and exposure to threats (predators, competition, thermal stress). Intraspecific variability in this strategy in the Mosor rock lizard, an endemic relict of the Dinaric Alps, has remained poorly understood. Previous research in Montenegro reported an exclusively unimodal summer activity pattern for this species. The aim of this study was to quantify and compare daily summer activity patterns of the Mosor rock lizard among four geographically distinct populations in Croatia and Bosnia and Herzegovina. Data were collected over two summer seasons, in July and August, by recording the exact capture time for 176 individuals identified by sex with standardized sampling effort. Our analysis revealed statistically significant differences in activity patterns among populations, but not between sexes. These differences manifested as a clear geographical gradient in activity: southern populations exhibited a pronounced bimodal pattern, while the northernmost population displayed a unimodal one. These results indicate behavioral plasticity in the species, revealing a broader range of activity patterns than previously documented. These divergent daily activity patterns likely represent local adaptations, allowing the species to optimally utilize thermal opportunities while simultaneously avoiding risks in their respective environments. This flexibility in temporal niche use may be crucial for the persistence of the species across the heterogeneous habitats of the Dinaric Alps.

Keywords: ecological interactions, Dinaric Alps, temporal niche, Lacertidae, high-altitude species

O – 51

KAKO UHVATITI NEUHVATLJIVE: RAZVOJ PROGRAMA PRAĆENJA RIJETKIH VRSTA KORNJAŠA U HRVATSKOJ

Lauš Boris[1], Petrokov Luka[1], Ilinić Mateja[2], Babić Jelena[3], Kranželić Daria[1], Koller Šarić Katarina[1], Németh Tamás[4], Burić Ivona[1]

[1]Udruga Hyla, Zagreb, Lipovac I br. 7, Hrvatska;
[2]Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Odjel za jačanje kapaciteta i edukaciju, Zagreb, Radnička cesta 80, Hrvatska;
[3]Javna ustanova „Park prirode Žumberak – Samoborsko gorje", Samobor, Slani Dol 1, Hrvatska;
[4]Independent researcher, Kismaros, Vörösbegy utca 21, Hungary

boris.laus@hhdhyla.hr

Među najmanje poznate kornjaše s Dodatka II Direktive o staništima u Hrvatskoj možemo svrstati četiri vrste: grimiznu plosnaticu *Cucujus cinnaberinus*, brazdara *Rhysodes sulcatus*, jednorogog gljivara *Bolbelasmus unicornis* i plavog klišnjaka *Limoniscus violaceus*. Temeljem vrlo oskudnih literaturnih podataka provedena su preliminarna istraživanja, a prema njima se krenulo u sustavna istraživanja i razvoj programa praćenja ovih vrsta. Programe za navedene vrste je razvijala udruga Hyla u okviru projekta „Razvoj sustava praćenja stanja očuvanosti vrsta i staništnih tipova", dok su ih za ostale kornjaše s Dodatka II programe unutar istog projekta razvijali ostali partneri: tvrtka Geonatura d.o.o., Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu i tvrtka Bioidea d.o.o. Cilj ovog projekta bio je dopuniti i objediniti podatke te prema njima donijeti ocjenu stanja očuvanosti vrsta za potrebe izvještavanja Europskoj uniji. Kako bi ostvarili ciljeve, analizirani su postojeći podaci, provedena dodatna istraživanja te su izrađeni, a zatim i terenski testirani prijedlozi programa praćenja. Navedene aktivnosti rezultirale su konačnim programima praćenja i višestrukim povećanjem poznate rasprostranjenosti. Za poboljšanje programa praćenja u budućnosti potrebno je, osim redovite provedbe monitoringa, dodatno istražiti ekologiju navedenih vrsta i njihove prilagodbe na lokalne prilike s obzirom da su slabo istražene diljem EU. Pošto se radi o vrlo skrovitim vrstama koje je teško bilježiti, a podaci koji prethode ovom istraživanju oskudni su, ulaganjem u daljnja istraživanja može se očekivati otkrivanje novih lokaliteta njihove prisutnosti u Hrvatskoj.

Ključne riječi: Direktiva o staništima, program praćenja, kornjaši, Coleoptera, rasprostranjenost

IN PURSUIT OF THE ELUSIVE: DEVELOPING A MONITORING PROGRAM FOR RARE BEETLE SPECIES IN CROATIA.

Among the least studied beetles listed in Annex II of the Habitats Directive in Croatia are four species: *Cucujus cinnaberinus*, *Rhysodes sulcatus*, *Bolbelasmus unicornis*, and *Limoniscus violaceus*. Based on very limited literature data, preliminary surveys were conducted, which subsequently served as a basis for systematic research and the development of monitoring programs for these species. The programs for the above-mentioned beetles were developed by the Hyla Association within the framework of the project "Development of Monitoring Systems for Species and Habitat Types", while monitoring programs for other Annex II beetles within the same project were prepared by partner institutions: Geonatura d.o.o., the Faculty of Science of the University of Zagreb, and Bioidea d.o.o. The aim of the project was to compile and integrate available data and, on this basis, to assess the conservation status of species for reporting to the European Union. To achieve this, existing data were analysed, additional fieldwork was conducted, and draft monitoring programs were developed and tested in practice. These activities resulted in finalized monitoring programs and a considerable increase in the known distribution of the target species. For further improvement of monitoring in the future, it is necessary, in addition to regular implementation, to expand research on the ecology of these species and their adaptations to local conditions, since they remain poorly studied across the EU. Given their cryptic lifestyle and the difficulty of detection, as well as the scarcity of data preceding this project, further research is expected to reveal new sites of occurrence in Croatia.

Keywords: Habitats Directive, monitoring program, beetles, Coleoptera, distribution

O - 52

RAZVOJ TESTA ZA DETEKCIJU OKOLIŠNE DNA VRSTE *MAUREMYS RIVULATA* UPORABOM DDPCR-A

Markulin Lucija[1], Štih Koren Ana[2], **Šalamon Dragica**[3]

[1]eDNA Labs, Labena d.o.o., Zagreb, Cebini 43, Buzin, Hrvatska;
[2]Udruga Hyla, Zagreb, Lipovac I 7, Hrvatska;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Svetošimunska cesta 25, Hrvatska

dsalamon@agr.hr

Metode okolišne DNA (eDNA) mogu biti isplativa dopuna tradicionalnim i telemetrijskim metodama utvrđivanja prisutnosti te pomoći u određivanju rasprostranjenosti ili opsega teritorija ugroženih vrsta. Slatkovodna kornjača *Mauremys rivulata* (Valenciennes 1833) navodi se u Prilogu II i IV Direktive Vijeća Europske unije 92/43/EEZ s djelomično poznatim područjem rasprostranjenosti u državama u kojima dolazi i nesigurne prisutnosti u Bosni i Hercegovini. Fragmentirani areal karakterističan je za ovu vrstu te ovisi o raspoloživosti povoljnih vlažnih staništa. Cilj ovog istraživanja bio je razviti, optimizirati i *in silico* i *in vitro* validirati vrsno specifičan test za detekciju *M. rivulata* korištenjem tehnike digitalnog kapljičnog PCR. Dizajn početnica i probe bio je usmjeren na regiju citokroma b (*cytb*). Iz NCBI baze podataka korišteno je 64 dostupnih *cytb* sekvenci vrste, s primarnom referencom iz uzoraka prikupljenih u Hrvatskoj (AM905570 i AM905571). U procesu dizajna korištene su tri prioritetne skupine od 20 taksona domaćih i stranih slatkovodnih i kopnenih kornjača kako bi se isključili neciljni taksoni: (i) pet koji su sintopični *M. rivulata* u Hrvatskoj; (ii) domaći i strani diljem areala vrste; (iii) ostale vrste roda *Mauremys* i česte slatkovodne strane vrste u Europi. Umnažanje neciljnih taksona uspješno je testirano *in silico* pomoću Primer-BLAST-a. Jednostruki ddPCR test dizajniran je i optimiziran za kvalitativnu analizu korištenjem genomske DNA (gDNA) *M. rivulata*. Specifičnost testa bila je uspješna *in vitro* na gDNA iz četiri neciljne vrste kornjača. Granica detekcije testa određena je korištenjem peterostrukog serijskog razrjeđenja gDNA *M. rivulata* i iznosila je 0,0004 ng/µL. *In vivo* testiranje eDNA iz vode ili mulja lentičkih i lotičkih staništa *M. rivulata,* je sljedeći korak u validiranju ovog eDNA alata za istraživanje vrste, monitoring rasprostranjenosti i otkrivanje njegovog potencijala u kvantitativnom monitoringu.

Ključne riječi: očuvanje bioraznolikosti, slatkovodna staništa, kornjače, monitoring, rasprostranjenost

ASSAY DEVELOPMENT FOR ENVIRONMENTAL DNA DETECTION OF *MAUREMYS RIVULATA* USING DDPCR

Methods using environmental DNA (eDNA) can be a cost-effective complement to traditional and telemetry- based occurrence detection and aid in determining the distribution or habitat use of endangered species. The freshwater terrapin *Mauremys rivulata* (Valenciennes 1833) is listed in Annex II and IV of the European Union Council Directive 92/43/EEC with uncertain distribution per country or known home-range. Patchy distribution is characteristic of this species, depending on the suitable Mediterranean wetland habitat. This research aimed to develop, optimize, and validate *in silico* and *in vitro* a species-specific assay for the detection of *M. rivulata* using droplet digital PCR. The primer and probe design were targeting the cytochrome b (*cytb*) region. From the NCBI database, 64 available *cytb* accessions were used, with the primary reference from *M. rivulata* samples collected in Croatia (AM905570 and AM905571). Three priority groups of more than 20 taxa of native and foreign freshwater and terrestrial chelonians were used in the design process to guide the exclusion of non-target chelonian taxa: (i) five that occur syntopic in Croatia; (ii) native and foreign in the species range; (iii) other *Mauremys* genus species and a list of frequent freshwater foreign species in Europe. Non-target amplification tested successfully *in silico* using Primer-BLAST. Singleplex ddPCR assay was designed and optimized for qualitative analysis using genomic DNA (gDNA) of *Mauremys rivulata*. Assay specificity was successful in testing the designed primer-probe set against gDNA from four nontarget chelonian species. The assay's limit of detection was determined using serial dilution series of *M. rivulata* gDNA and was 0.0004 ng/µL. *In vivo* testing of water or silt eDNA in lentic and lotic habitats of *M. rivulata* is the next step to prove the usefulness of this eDNA tool in species research, occurrence monitoring, and its potential for quantitative monitoring.

Keywords: biodiversity conservation, freshwater, turtle, monitoring, distribution

O - 53

DETEKCIJA PRISUTNOSTI ZAVIČAJNE BARSKE KORNJAČE (*EMYS ORBICULARIS*) TE INVAZIVNE CRVENOUHE KORNJAČE (*TRACHEMYS SCRIPTA*) METODOM OKOLIŠNE DNA U POVRŠINSKIM VODAMA GRADA ZAGREBA

Lovrić Iva[1], Baudry Thomas[2], Adžić Karmela[3], Klobučar Goran[1], Trafeh Hafsa[3], Janev Hutinec Biljana[4], Jelić Lana[4], Vucić Matej[1,3]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Université de Poitiers, Laboratoire Écologie et Biologie des Interactions, UMR CNRS 7267 Equipe Ecologie Evolution Symbiose, Poitiers Cedex, 1 rue Georges Bonnet, Bâtiment B35, France;
[3]eDNAture Ltd, Grubišno Polje, Braće Radića 128A, Hrvatska;
[4]Priroda grada Zagreba, Zagreb, Maksimirski perivoj 1, Hrvatska

ivalovri@hotmail.com

Barska kornjača (*Emys orbicularis*) autohtona je vrsta slatkovodnih staništa u Hrvatskoj, uključujući i područje grada Zagreba. Ugrožena je utjecajem invazivne crvenouhe kornjače (*Trachemys scripta*), koju karakterizira visoka prilagodljivost, kompeticija i širenje bolesti. S ciljem očuvanja barske kornjače, ovo istraživanje imalo je dva glavna cilja: 1) detektirati prisutnost/odsutnost zavičajne vrste barske kornjače (*E. orbicularis*) i invazivne vrste crvenouhe kornjače (*T. scripta*) na 10 lokaliteta u Zagrebu uporabom ciljane detekcije, 2) odrediti relativnu zastupljenost barske i crvenouhe kornjače na području Maksimira i Savice metodom metabarkodiranja okolišne DNA. Detekcija DNA provedena je pomoću PCR-a u stvarnom vremenu (single-tagret) koristeći TaqMan RT-PCR test koji umnaža fragment mitohondrijske DNA barske i crvenouhe kornjače, gena citokroma b (cytb). Metabarkodiranje pomoću univerzalnih početnica za kralješnjake (12S-V5) omogućilo je sekvenciranje na platformi Illumina NexSeq, a podaci su analizirani u DADA2 pipeline-u. Rezultati single-target detekcije pokazuju prisutnost vrste na dva nova lokaliteta u gradu Zagrebu, na kojima crvenouha kornjača do sada nije bila zabilježena. Detektirana je i na svim lokalitetima gdje je poznata prisutnost i gdje je zabilježena vizualnim pregledom. Na jednom lokalitetu na kojem je vizualno zabilježena nije detektirana pomoću okolišne DNA. Metabarkodiranje je pokazalo da je relativni udio crvenouhe kornjače najveći na Maksimirskim jezerima, a barske kornjače na jezerima Savica, što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima na navedenim vrstama. Metoda eDNA pokazala se kao učinkovito sredstvo za ranu detekciju invazivnih vrsta, a rezultati istraživanja mogu doprinijeti razvoju mjera očuvanja zavičajnih vrsta na urbanim područjima. Ipak, treba biti oprezan kod planiranja istraživanja te robustnošću istraživanja spriječiti pojavu lažno pozitivnih i lažno negativnih rezultata.

Ključne riječi: eDNA, invazivne vrste, metabarkodiranje

DETECTION OF THE PRESENCE OF THE NATIVE POND TURTLE (*EMYS ORBICULARIS*) AND THE INVASIVE RED-EARED SLIDER (*TRACHEMYS SCRIPTA*) USING THE ENVIRONMENTAL DNA (eDNA) METHOD IN WATER BODIES OF THE CITY OF ZAGREB

The European pond turtle (*Emys orbicularis*) is a native species of freshwater habitats in Croatia, including the city of Zagreb. It is threatened by the invasive red-eared slider (*Trachemys scripta*), a species characterized by high adaptability, competition, and disease transmission. To support the conservation of the European pond turtle, this study had two main aims: (1) to detect the presence/absence of the native European pond turtle (*E. orbicularis*) and the invasive red-eared slider (*T. scripta*) at 10 sites in Zagreb using targeted detection; and (2) to determine the relative representation of the two species in the Maksimir and Savica areas using environmental DNA (eDNA) metabarcoding. DNA detection was performed by real-time PCR (single-target), using a TaqMan qPCR assay amplifying a mitochondrial DNA fragment (cytochrome b, cytb) of both species. Metabarcoding with universal vertebrate primers (12S-V5) enabled sequencing on the Illumina NextSeq platform, and the data were analyzed with the DADA2 pipeline. Results of the single-target assay show the species' presence at two new sites in the City of Zagreb where the red-eared slider had not previously been recorded. It was also detected at all sites with known occurrences and where it was confirmed by visual surveys. At one site where it was visually observed, it was not detected by eDNA. Metabarcoding indicated that the relative abundance of red-eared slider reads was highest in the Maksimir Lakes, while the European pond turtle dominated at the Savica lakes, in line with previous research on these species. The eDNA method proved to be an effective tool for early detection of invasive species, and the findings can inform the development of conservation measures for native species in urban areas. Nevertheless, careful study design is essential, and robust protocols are needed to minimize false positives and false negatives.

Keywords: eDNA, Invasive species, metabarcoding

O - 54

METABARKODIRANJE OKOLIŠNE DNA TLA OTKRIVA MIKORIZNU RAZNOLIKOST I KORELACIJU S BOGATSTVOM VRSTA ORHIDEJA U ZAŠTIĆENIM PODRUČJIMA GORANEC, VEJALNICA I KRČ U ZAGREBU, HRVATSKA

Vucić Matej[1,2], Adžić Karmela[2], Trafeh Hafsa[2], Jelić Lana[3], Janev Hutinec Biljana[3], Zupan Irina[3], Baudry Thomas[4]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska;
[2]eDNAture, Grubišno Polje, Braće Radića 128A, Hrvatska;
[3]Priroda grada Zagreba, Zagreb, Maksimirski perivoj 1, Hrvatska;
[4]Université de Poitiers, Laboratoire Écologie et Biologie des Interactions, UMR CNRS 7267 Equipe Ecologie Evolution Symbiose, Poitiers, Bâtiment B31, 3 Rue Jacques Fort, France

matej.vucic@biol.pmf.hr

Metabarkodiranje okolišne DNA (eDNA) iz uzoraka tla omogućuje sveobuhvatno profiliranje krptičnih zajednica gljiva u kopnenim ekosustavima. U ovom istraživanju smo koristili visokoprotočno sekvenciranje kako bismo okarakterizirali raznolikost i sastav mikoriznih gljiva te ih povezali s raznolikošću orhideja u tlima triju Natura 2000 zaštićenih travnjaka (Goranec, Vejalnica, Krč) koji se nalaze u okolici grada Zagreba. Uzorci tla s osam lokaliteta analizirani su univerzalnim ITS početnicama za gljive te specifičnim primerima za porodicu Tulasnellaceae. Integracijom podataka o raznolikosti mikoriznih gljiva s detaljnim terenskim procjenama lokalnog bogatstva ranolikosti vrsta orhideja i njihove brojnosti, procijenili smo odnos između populacija orhideja i njihovih pridruženih mikoriznih zajednica. Naši rezultati pokazuju da je raznolikost orhideja na svim lokalitetima snažno povezana s bogatstvom i obiljem orhidejskih mikoriznih gljiva (OMF), podupirući prijašnje spoznaje da su sastav i vitalnost zajednica orhideja oblikovani rasprostranjenošću i raspoloživošću prikladnih mikoriznih gljiva. Naše istraživanje naglašava vrijednost eDNA metabarkodiranja za nepristrano praćenje raznolikosti gljiva u tlu te ističe njegovu korisnost u konzervacijskim i restauracijskim mjerama usmjerenima na rijetke biljke i njihove pridružene zajednice gljiva. Ovi uvidi su posebno relevantni za upravljačke strategije u žarištima bioraznolikosti i Natura 2000 područjima, poput Goranca, Vejalnice i Krča, gdje je održavanje raznolikosti gljiva i orhideja ključno za stabilnost ekosustava.

Ključne riječi: bioraznolikost tla, mikorizne gljive, raznolikost orhideja, Natura 2000

METABARCODING SOIL EDNA REVEALS MYCORRHIZAL DIVERSITY AND ITS CORRELATION WITH ORCHID SPECIES RICHNESS IN GORANEC, VEJALNICA AND KRČ PROTECTED AREAS IN ZAGREB, CROATIA

Metabarcoding of soil-derived environmental DNA (eDNA) enables comprehensive profiling of cryptic fungal communities in terrestrial ecosystems. Here, we used high-throughput sequencing to characterize the diversity and composition of mycorrhizal fungi and relate these patterns to orchid diversity in soils from three Natura 2000 protected grasslands (Goranec, Vejalnica, Krč) near Zagreb. Soil samples from eight localities were analyzed with universal fungal ITS primers and Tulasnellaceae-specific primers. By integrating these fungal diversity data with detailed field assessments of local orchid species richness and abundance, we evaluated the relationship between orchid populations and their associated mycorrhizal partners. Our results show that orchid diversity in all localities is strongly correlated with the richness and abundance of orchid mycorrhizal fungi (OMF), supporting previous findings that the composition and health of orchid communities are shaped by the distribution and availability of suitable mycorrhizal fungi. Our study underscores the value of eDNA metabarcoding for unbiased monitoring of soil fungal diversity and highlights its utility for conservation and restoration initiatives targeting rare plants with specialised fungal requirements. These insights are particularly relevant for management strategies in biodiversity hotspots and Natura 2000 sites such as Goranec, Vejalnica and Krč, where maintaining fungal and orchid diversity is crucial for ecosystem stability.

Keywords: soil biodiversity, mycorrhizal fungi, orchid diversity, Natura 2000

O - 55

OTKRIVANJE KRŠKE KRIPTIČKE BIORAZNOLIKOSTI: OKOLIŠNA DNA OTKRIVA SKRIVENI REFUGIJ ENDEMSKE RIBE

Vucić Matej[1], Baudry Thomas[2,3], Jelić Dušan[4], Blažević Marina[4], Klobučar Goran[1], Grandjean Frédéric[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska;
[2]Université de Poitiers, Laboratoire Écologie et Biologie des Interactions, UMR CNRS 7267 Equipe Ecologie Evolution Symbiose, Poitiers Cedex, France, Poitiers, Bâtiment B31, 3 Rue Jacques Fort, France;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, Pierottijeva 6, Hrvatska;
[4]BIOTA, Grubišno Polje, Braće Radića 128A, Hrvatska

matej.vucic@biol.pmf.hr

Konavoski pijor (*Telestes miloradi*), kritično je ugrožena i stenoendemska riba dinarskog krša, koja se suočava s neposrednim izumiranjem zbog degradacije staništa i invazivnih vrsta. Istraživanjem ove vrste tradicionalnim tehnikama poput elektroribolova uzorkovane su samo četiri jedinke što je dalo samo ograničen uvid u stanje populacije u Konavoskom polju, sugerirajući drastičan pad populacije. Nasuprot tome, integrativni pristup unutar ovog istraživanja, koji je kombinirao analizu okolišne DNA metodama qPCR-a i eDNA metabarkodiranjem, rezultirao je 100%-tnom stopom molekularne detekcije vrste na svih 7 analiziranih lokacija. Novo razvijeni qPCR test pokazao je visoku osjetljivost i specifičnost za *Telestes* sp., dok je metabarkodiranje pokazalo širi sastav riblje zajednice, uključujući domaće ugrožene i invazivne taksone. eDNA analiza ukazuje na vjerojatnu podzemnu strategiju preživljavanja ove vrste, tipičnu za taksone prilagođene kršu, koja omogućuje opstanak čak i dok površinske populacije opadaju. Ovi rezultati naglašavaju transformativnu ulogu eDNA u otkrivanju rijetkih i eluzivnih vrsta, dajući ključne informacije za očuvanja vrsta u složenim, nepristupačnim staništima. Preporučujemo integriranje neinvazivnih eDNA tehnika u dugoročne planove praćenja i upravljanja za *T. miloradi* i druge hrvatske slatkovodne endeme kako bi se podržalo rano otkrivanje, zaštita staništa i politika očuvanja temeljena na dokazima.

Ključne riječi: dinarski krš, metabarkodiranje, endemske ribe, biomonitoring, rana evaluacija

KARST CRYPTOBIODIVERSITY UNVEILED: eDNA REVEALS A HIDDEN REFUGE FOR ENDEMIC FISH

The Konavle minnow (*Telestes miloradi*), a critically endangered and stenoendemic fish of the Dinaric karst, faces imminent extinction due to habitat degradation and invasive species. Traditional electrofishing yielded only four juveniles in the Konavosko polje, suggesting drastic population declines. In contrast, our integrative approach combined targeted qPCR and eDNA metabarcoding to survey seven sites, resulting in a 100% molecular detection rate across all localities, despite minimal success with physical capture. The newly developed qPCR assay exhibited high sensitivity and specificity for *Telestes* sp., while metabarcoding elucidated broader fish community composition, including native endangered and invasive taxa. eDNA evidence indicates a likely subterranean survival strategy, typical for karst-adapted taxa, allowing persistence even as surface populations dwindle. Our findings underscore eDNA's transformative role in detecting rare and elusive species, informing urgent conservation actions in complex, inaccessible habitats. We recommend integrating non-invasive eDNA techniques into long-term monitoring and management plans for *T. miloradi* and other Croatian freshwater endemics to support early detection, habitat protection, and evidence-based conservation policy.

Keywords: dinaric karst, metabarcoding, endemic fish, biomonitoring, early assessment

O - 56

KORIŠTENJE SLIKE I/ILI FILMA – ZAŠTO JE IZBOR VIZUALNOG SREDSTVA PRESUDAN U NASTAVI

Sirovina Damir[1], Kovačević Goran[1], Sović Barbara[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A,Hrvatska;
[2]Profil Klett d.o.o., Zagreb, Ulica Petra Hektorovića 2, Hrvatska

sirovina@biol.pmf.hr

Vizualizacija je nezaobilazan element suvremene nastave prirodoslovlja jer pomaže učenicima u oblikovanju mentalnih modela i razumijevanju složenih koncepata. Izbor vizualnog sredstva značajno utječe na ishode učenja. Statične slike omogućavaju detaljnu analizu i usporedbu, dok filmovi i animacije olakšavaju razumijevanje vremenskih odnosa i uzročno-posljedičnih veza. Pojednostavljene slike mogu voditi k pogrešnim generalizacijama, dok prebrzi ili površno dizajnirani filmovi mogu stvoriti iluziju razumijevanja. Stoga se naglašava važnost promišljenog i didaktički opravdanog odabira vizualnih sredstava. U prikazanim radovima uspoređuju se prednosti i nedostaci korištenja različitih slika i filma u poučavanju bioloških procesa. Cilj ovog istraživanja je usporediti učinke jednostavnog video zapisa, kvalitetnog slikovnog prikaza i neodgovarajućeg, a općeprihvaćenog slikovnog prikaza na usvajanje činjenica i koncepata o menstruacijskom ciklusu. Konkretnije, radi se o točnom određivanju dana ovulacije. Istraživanja su provedena na učenicima triju zagrebačkih gimnazija različitih programa. Analizirani su rezultati anketa provedenih netom prije obrade, nakon obrade te u jednom istraživanju i s odmakom od otprilike tri mjeseca nakon obrade odabrane nastavne jedinice. Osim toga, nastavnici i učenici anketirani su u svrhu otkrivanja njihovih preferencija, odnosno utvrđivanja atraktivnosti korištenih materijala. Rezultati pokazuju kako postoji razlika u učinku materijala na određivanje dana ovulacije iako ona nije uvijek statistički značajna, ali/I postoji značajna razlika u učeničkim, ali i nastavničkim preferencijama prema njima. Zaključeno je da neki uobičajeni i općeprihvaćeni prikazi nisu odgovarajući te da ispravan odabir i oblikovanje vizualnih prikaza može značajno smanjiti pojavu miskoncepcija, potaknuti dublje razumijevanje i pridonijeti dugoročnom pamćenju, čime vizualna sredstva postaju moćan alat nastavnika, a ne samo tehnička pomoć.

Ključne riječi: vizualizacija, nastava, slika ili film, miskoncepcije

USING IMAGES AND/OR FILM – WHY THE CHOICE OF VISUAL MEDIA IS CRUCIAL IN TEACHING

Visual representations are an indispensable component of contemporary science education, as they support students in forming mental models and understanding complex concepts. However, the choice of visual medium significantly influences learning outcomes. Static images enable detailed analysis and comparison, while dynamic images help students grasp temporal relations and causal connections. Nevertheless, each medium carries potential risks: oversimplified images may lead to misconceptions and false generalizations, whereas poorly designed videos may create the illusion of predictability and uniformity of processes. Therefore, the deliberate and pedagogically justified selection of visual tools is crucial. The presented research discusses the strengths and limitations of using different images and animation in teaching biological processes. The aim of this research is to compare the effects of a simple video, a high-quality picture, and an inappropriate picture on the acquisition of facts and concepts about the menstrual cycle, more specifically determining the day of ovulation. The research was conducted on students from three Zagreb high schools with different programs. The results of surveys conducted just before processing, after processing, and in one study with a gap of approximately three months after processing the selected teaching unit were analyzed. In addition, students and teachers were surveyed about their preferences according to the offered materials. The results show that there is a difference in the effect of the materials on determining the day of ovulation and a difference in students' and teachers' preferences towards them. It is concluded that some common displays are not appropriate and that the correct selection and design of visual displays can significantly reduce the occurrence of misconceptions, encourage deeper understanding and contribute to long-term memory, making visual aids a powerful tool for teachers, not just a technical aid.

Keywords: visualization, teaching, image or film, misconceptions

O - 57

ULOGA PRAKTIČNIH EKOLOŠKIH RADIONICA I LOKALNIH AKTIVNOSTI NA RAZVOJ EKOLOŠKE SVIJESTI UČENIKA

Medić Katarina[1], **Ivandić Adriana**[1]

[1]II. gimnazija, Zagreb, Zagreb, Križanićeva 4, Hrvatska

katarina.brzovic@gmail.com

Odgoj i obrazovanje za održivi razvoj ključni su za oblikovanje mladih naraštaja koji će aktivno pridonositi očuvanju prirode i okoliša. U okviru dvogodišnjeg Erasmus+ projekta "Act eco-locally to change into eco-globally" provedenog u šest međunarodnih partnerskih škola cilj je bio istaknuti praktične ekološke radionice i aktivnosti kao ključne čimbenike u podizanju ekološke svijesti učenika. Projekt je omogućio razmjenu iskustava prema modelima dobrih praksi iz svih partnerskih zemalja. Provedene aktivnosti usmjerene su na očuvanje bioraznolikosti, smanjenje otpada, poticanje održive potrošnje i zaštitu prirodnih resursa. Učenici su sudjelovali u edukacijama o utjecaju tekstilne industrije na okoliš, zbrinjavanju ostataka hrane u restoranima te su učili kako prenamijeniti predmete iz svakodnevice, primjerice izrađujući svijeće od otpadnog ulja, ogrlice i torbe od stare tkanine, edukativne modele od otpadnih materijala. Organizirane su aktivnosti poput uspostave školskih kompostišta, pošumljavanja lokalnih područja te čišćenja plaža, šuma i drugih javnih površina. Cilj izlaganja je predstaviti odabrane radionice i ekološke akcije kao primjere dobre prakse održivog razvoja te potkrijepiti njihovu učinkovitost rezultatima evaluacije projekta. Evaluacija je provedena anketiranjem 150 učenika prije i nakon provedenih projektnih aktivnosti. Analiza je pokazala značajan porast interesa učenika za zaštitu okoliša, povećan angažman u lokalnim ekološkim inicijativama i primjeni održivih navika u svakodnevnom životu. Podaci ukazuju na Erasmus+ program kao vrijedan primjer integracije održivog razvoja u obrazovni sustav koji može doprinijeti razvoju ekološke svijesti mladih.

Ključne riječi: odgoj i obrazovanje za održivi razvoj, ekološke akcije, Erasmus+ projekt

THE ROLE OF PRACTICAL ENVIRONMENTAL WORKSHOPS AND LOCAL ACTIVITIES IN THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' ENVIRONMENTAL AWARENESS

Education for sustainable development is key to shaping young generations who will actively contribute to the preservation of nature and the environment. Within the framework of the two-year Erasmus+ project "Act eco-locally to change into eco-globally", implemented in six international partner schools, the aim was to highlight practical ecological workshops and activities as key factors in raising students' environmental awareness. The project enabled the exchange of experiences according to models of good practices from all partner countries. The activities carried out focused on preserving biodiversity, reducing waste, encouraging sustainable consumption and protecting natural resources. Students participated in training on the impact of the textile industry on the environment, disposing of food leftovers in restaurants and learned how to repurpose everyday objects, for example by making candles from waste oil, necklaces and bags from old fabric, and educational models from waste materials. Activities such as establishing school composting sites, reforesting local areas and cleaning beaches, forests and other public areas were organized. The aim of the presentation is to present selected workshops and environmental actions as examples of good practice in sustainable development and to substantiate their effectiveness with the results of the project evaluation. The evaluation was conducted by surveying 150 students before and after the project activities. The analysis showed a significant increase in students' interest in environmental protection, increased engagement in local environmental initiatives and the application of sustainable habits in everyday life. The data point to the Erasmus+ program as a valuable example of integrating sustainable development into the education system that can contribute to the development of environmental awareness among young people.

Keywords: education for sustainable development, environmental actions, Erasmus+ project

O - 58

SITUACIJSKO UČENJE KAO PODRŠKA OSTVARIVANJU ODGOJNO-OBRAZOVNIH OČEKIVANJA MEĐUPREDMETNIH TEMA

Valerija Begić[1]

[1]Osnovna škola "Sesvetski Kraljevec", 10361 Sesvetski Kraljevec, Hrvatska

valerija.begic@skole.hr

Situacijsko učenje je oblik učenja u kojem je učenik stavljen u autentičnu situaciju ili kontekst iz stvarnog života. Kod ovakvog se pristupa učenje ne događa kao cilj, već je ono nusproizvod uvjetovane situacije. Zbog stavljanja učenika u autentične životne situacije ovakav je pristup učenju podrška ostvarivanju odgojno-obrazovnih očekivanja međupredmetnih tema jer omogućuje praktičnu primjenu znanja iz različitih područja. U ovom su primjeru iz prakse učenici (n=23) istraživali način poslovanja samostalno odabranih ugostiteljskih objekata, s naglaskom na potrošnju i zbrinjavanje neiskorištenih namirnica i pripremljene hrane. Informacije su prikupljene intervjuiranjem voditelja ugostiteljskih objekata. Rezultati učeničkog istraživanja su pokazali da različiti ugostiteljski objekti imaju različite pristupe rješavanja problema kada je riječ o zbrinjavanju neiskorištenih namirnica ili gotovih proizvoda, kao i različite financijske gubitke. Učenici su gubitke dodatno povezali s potrošnjom vode i tako osvijestili važnost odgovornog poslovanja sa zaštitom vodnih resursa. Na temelju završnog vrednovanja situacijskog učenja utvrđeno je da su kroz provedeno istraživanje učenici ostvarili očekivanja svih međupredmetnih tema. Konkretnim zadacima u stvarnom kontekstu razvili su kreativnost, odgovornost i samoregulirano učenje. Osvijestili su povezanost problema zbrinjavanja neiskorištene hrane s održivim razvojem. Promišljali su o sigurnosti namirnica u restoranima i njihovom utjecaju na zdravlje. Analizom troškova potrošnje i gubitaka razvijali su kompetencije iz područja poduzetništva, a suradnjom s lokalnom zajednicom i promišljanjem o važnosti doniranja hrane građanske kompetencije. Rezultate rada prikazali su korištenjem različitih digitalnih alata što je pridonijelo razvoju digitalnih kompetencija. Ovaj primjer pokazuje da je situacijsko učenje jedna od efikasnih strategija implementacije međupredmetnih tema i europskih kompetencija u kurikul nastavnog predmeta Biologija.

Ključne riječi: situacijsko učenje, kurikul Biologija, međupredmetni kurikuli

SITUATIONAL LEARNING AS SUPPORT FOR ACHIEVING EDUCATIONAL EXPECTATIONS IN CROSS-CURRICULAR TOPICS

Situational learning is a form of learning in which a student is placed in an authentic situation or context from real life. In this approach, learning does not occur as a goal, but rather as a by-product of a conditioned situation. By placing students in authentic life situations, this approach supports the achievement of educational expectations of cross-curricular topics because it enables the practical application of knowledge from different areas. In this practical example, students (n=23) investigated the business practices of independently selected catering establishments, with an emphasis on the consumption and disposal of unused food and prepared food. Information was collected by interviewing catering establishment managers. The results of the student research showed that different catering establishments have different approaches to solving problems when it comes to the disposal of unused food or finished products, as well as different financial losses. Students additionally linked losses to water consumption and thus became aware of the importance of responsible business with the protection of water resources. Based on the final evaluation of situational learning, it was determined that through the conducted research, students achieved the expectations of all cross-curricular topics. Through defined tasks in a real context, they developed creativity, responsibility and self-regulated learning. They became aware of the connection between the problem of disposing of unused food and sustainable development. They thought about the safety of food in restaurants and its impact on health. By analyzing consumption costs and losses, they developed entrepreneurship competencies, and by cooperating with the local community and thinking about the importance of donating food, they developed civic competencies. They presented the results of their work using various digital tools, which contributed to the development of digital competencies. This example shows that situated learning is one of the effective strategies for implementing cross-curricular topics and European competencies in the Biology Curriculum.

Keywords: situational learning, Biology curriculum, cross-curricular topics

O - 59

POUČAVANJE O POVEZANOSTI VODE, ENERGIJE I HRANE (WEF NEXUS): PODIZANJE SVIJESTI O EKOLOŠKOM OTISKU HRANE

Miličić Nađa[1], Brouwer Floor[2], Sertić Perić Mirela[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]United Nations University – Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources (UNU-FLORES), Dresden, Ammonstrasse 74, Germany

nmilicic@stud.biol.pmf.hr

Koncept povezanosti vode, energije i hrane (Water-Energy-Food (WEF) Nexus) pruža važan okvir za razumijevanje međuovisnosti sustava prirodnih resursa i utjecaja proizvodnje hrane na okoliš. Unatoč svojoj važnosti, javno razumijevanje ovog koncepta ostaje ograničeno, posebno u odnosu na vodeni i energetski otisak hrane. Ova prezentacija temelji se na rezultatima istraživanja provedenog putem ankete (N = 211) u Hrvatskoj i međunarodno – uključujući druge europske zemlje te manji broj odgovora izvan Europe – koje ispituje javnu svijest o utjecaju hrane na okoliš kroz prizmu WEF neksusa. Rezultati pokazuju da, iako je opća svijest o održivosti hrane relativno visoka, nedostaje dublje razumijevanje sistemskih veza, posebno onih unutar WEF neksusa – osobito među mlađim generacijama i osobama s manjom razinom formalnog obrazovanja u području održivosti. Budući da su prehrambeni izbori duboko ukorijenjeni u svakodnevni život i kulturne norme, rano obrazovanje predstavlja važnu priliku za izgradnju temeljnog znanja o WEF Nexus konceptu. Ovo istraživanje ističe da su ispitanici s višom razinom obrazovanja i ženskog spola skloniji usvajanju održivih prehrambenih ponašanja, dok mlađe generacije – posebno generacija Z – koriste društvene mreže kao izvor informacija o održivosti. Prepreke poput nepristupačnosti hrane i nepouzdanih informacija i dalje su prisutne, osobito u određenim regionalnim kontekstima. Predlaže se da integracija WEF Nexus koncepta u osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje iz biologije može potaknuti sistemsko razmišljanje i osnažiti učenike da od rane dobi donose informirane i održive odluke. Povezivanjem potrošnje hrane s potrošnjom vode i energije, nastavnici mogu pridonijeti razvoju ekološke pismenosti i poticanju promjene ponašanja. Ova će prezentacija raspraviti na koje načine interdisciplinarno i dobi primjereno obrazovanje o WEF Nexus konceptu može pridonijeti ostvarivanju dugoročnih ciljeva održivosti.

Ključne riječi: ekološka osviještenost, obrazovanje o održivosti, održiva prehrana, online anketa

TEACHING THE WATER-ENERGY-FOOD (WEF) NEXUS: RAISING AWARENESS OF FOOD'S ENVIRONMENTAL FOOTPRINT

The concept of the Water-Energy-Food (WEF) Nexus provides an important framework for understanding the interdependence of natural resource systems and the environmental impacts of food production. Despite its importance, public understanding of the WEF Nexus remains limited, particularly in relation to the water and energy footprint of food. This presentation draws on the results of a survey-based study (N = 211), conducted in Croatia and internationally, including other European countries and a smaller number of responses from outside Europe, examining public awareness of the environmental impact of food through the WEF Nexus lens. The results show that while general awareness of food sustainability is high, there is a lack of detailed knowledge about systemic (i.e., WEF Nexus) linkages - especially among younger generations and those with less formal education in sustainability. As food choices are deeply embedded in everyday life and cultural norms, early education represents an important opportunity to build foundational knowledge about the WEF Nexus. The study highlights that respondents with higher levels of education and female gender are more likely to engage in sustainable food behaviour, while younger generations - especially Generation Z - use social media to learn about sustainability. Barriers such as food affordability and unreliable information remain, especially in certain regional contexts. It is suggested that integrating the WEF Nexus concept into primary and secondary biology education can promote systems thinking and empower students to make informed, sustainable choices from an early age. By linking food consumption to water and energy use, educators can help promote environmental literacy and behaviour change. This presentation will discuss how interdisciplinary, age-appropriate education on the WEF Nexus concept can contribute to long-term sustainability goals.

Keywords: environmental awareness, sustainability education, sustainable diets, online survey

O - 60

ZNANJE, STAVOVI I PONAŠANJE NASTAVNIKA PRIJE I NAKON PROVEDENE EDUKACIJE O ZNANJU O MORU (*OCEAN LITERACY*)

Mokos Melita[1], Klarica Karamarko Ivana[2], **Zubak Čižmek Ivana**[1]

[1]Sveučilište u Zadru, Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, Zadar, Trg kneza Višeslava 9, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zadru, Odjel za izobrazbu učitelja i odgojitelja, Zadar, Ulica dr. Franje Tuđmana 24, Hrvatska

mmokos@unizd.hr; izubak@unizd.hr

Uloga mora za život na Zemlji, čovjeka i društvo je neprocjenjiva - regulacija klime, proizvodnja kisika i hrana su samo neke od usluga ekosustava koje ono pruža. Antropogene aktivnosti ugrozile su morske ekosustave, njihovu stabilnost i bioraznolikost, što posljedično ugrožava sva živa bića, uključujući i čovjeka. Kako bi se osigurala održivost morskih ekosustava, potrebno je sadašnje i buduće generacije educirati o povezanosti i ovisnosti čovjeka i mora. Dosadašnja istraživanja su pokazala da učenici na području Sredozemnog mora imaju nisko do umjereno znanje o moru što je posljedica nedovoljne zastupljenosti „plavih" tema u obrazovanju i nedovoljnog obrazovanja nastavnika na području „ocean literacy" (OL) tj. znanja o moru (oceanske pismenosti). OL je razumijevanje povezanosti i međusobnog utjecaja mora i čovjeka te značaja mora za život i prirodu te se smatra temeljem za ostvarenje ciljeva UN Desetljeća znanosti o oceanima za održivi razvoj (2021.-2030.) i ključno je za postizanje održivog korištenja morskih ekosustava i održive plave ekonomije. Kako bi buduće generacije tijekom svog obveznog obrazovanja stekli osnovno znanje o moru potrebno je educirati i nastavnike na svim razinama obrazovanja. Kroz HORIZON BlueLightS projekt, koji se provodi u okviru misije EU-a „Obnovimo naš ocean i vode do 2030.", u Hrvatskoj se provode različite aktivnosti koje za cilj imaju unaprijediti stanje plavog obrazovanja te ojačati znanje i vještine nastavnika za njegovo provođenje kao dijela obrazovanja za održivi razvoj. Stoga je provedeno prvo stručno usavršavanje nastavnika i učitelja u Hrvatskoj usmjereno na OL te primjenu stečenog znanja u nastavi. Tijekom usavršavanja korišten je strukturirani upitnik,proveden prije i nakon aktivnosti,među 15 ispitanika. Zabilježen je porast točnih odgovora sa 73 % na 85 %. Pitanje s najmanje točnih odgovora (8 %) odnosilo se na povezanost oceanskih bazena, čak i nakon edukacije (27 %).

Ključne riječi: plavo obrazovanje, ocean literacy, znanje o moru, oceanska pismenost, obrazovanje za održivi razvoj

TEACHERS' KNOWLEDGE, ATTITUDES AND BEHAVIOUR BEFORE AND AFTER OCEAN LITERACY TRAINING

The role of the sea for life on Earth, for humans and society, is invaluable – climate regulation, oxygen production, and food are just some of the ecosystem services it provides. Human activities have harmed marine ecosystems, threatening their stability and biodiversity, and in turn, affecting all living beings, including humans. To ensure the sustainability of marine ecosystems, it is necessary to educate current and future generations about the connection between humans and the sea. Research shows that students in the Mediterranean region have low to moderate knowledge about the sea. This is partly due to the lack of ocean- and water-related content in education and the limited teacher training opportunities in ocean literacy (OL). Ocean literacy means understanding the interactions between the sea and humans and the importance of the sea for life and nature. It is considered a key element for achieving the goals of the UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030) and for promoting sustainable use of marine ecosystems and a sustainable blue economy. To ensure that future generations gain basic ocean knowledge during their education, teachers at all levels must also be educated. Through the HORIZON BlueLightS project, part of the EU mission "Restore our Ocean and Waters by 2030", several activities are being carried out in Croatia to improve blue education and strengthen teachers' knowledge and skills as part of education for sustainable development. Therefore, the first teacher training in Croatia focused on OL and the application of acquired before and after the activity, among 15 respondents. An increase in correct answers was recorded from 73% to 85%. The question with the least correct answers (8%) referred to the connectivity of ocean basins, even after the training (27%).

Keywords: blue education, ocean literacy, education for sustainable development

O - 61

ZAJEDNICA ŠKOLA REZERVATA BIOSFERE MURA-DRAVA-DUNAV JE PRIMJER MODELA SURADNJE U OBRAZOVANJU ZA ODRŽIVI RAZVOJ

Vrabec Kristina[1], Šercer Žokalj Olivera[2]

[1]Osnovna škola Hodošan, Braće Radića 2/a, Hrvatska;
[2]Osnovna škola Tomaša Goričanca Mala Subotica, Kolodvorska 3, Hrvatska

vrabec.kristina@gmail.com

UNESCO-ov Rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav, jedinstveni međudržavni prostor koji obuhvaća pet zemalja (Austriju, Sloveniju, Hrvatsku, Mađarsku i Srbiju), poticaj je za inovativne oblike obrazovanja za održivi razvoj. Na području Međimurske županije osnovana je Zajednica škola Rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav kao odgovor na potrebu za boljom edukacijom djece u području zaštite prirode. Nositelj inicijative je Međimurska priroda – Javna ustanova za zaštitu prirode koja koordinira suradnju s osnovnim školama uključenima u projekt. Cilj Zajednice je umrežavanje škola i razvoj zajedničkih aktivnosti u zaštiti okoliša i edukaciji učenika, bez dodatnih administrativnih i financijskih opterećenja za škole. Suradnja uključuje volonterske akcije, razmjenu edukativnih materijala, mentoriranje novih članica, izradu zajedničkog glasila te osmišljavanje projekata vidljivih u lokalnoj zajednici. Provođenjem aktivnosti, kao što su zaštita vodozemaca od stradavanja na cestama, postavljanje sunčališta za kornjače, sudjelovanje u volonterskoj akciji Bioblitz, projekt crtanja i kampiranje, ostvaruju se ciljevi te odgojno-obrazovni ishodi kurikula nastavnih predmeta Priroda i Biologija. Svaka je škola obvezna sudjelovati u barem jednoj aktivnosti godišnje. Ovaj model omogućuje fleksibilan razvoj suradnje i izgradnju trajnog partnerstva među školama i stručnjacima za zaštitu prirode, pri čemu zajednica škola predstavlja primjer dobre prakse u integraciji obrazovanja, zaštite okoliša i međuinstitucijske suradnje.

Ključne riječi: rezervat biosfere, održivi razvoj, umrežavanje škola, zaštita prirode

COMMUNITY OF SCHOOLS OF THE MURA-DRAVA-DANUBE BIOSPHERE RESERVE IS AN EXAMPLE OF A MODEL OF COOPERATION IN EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The Mura-Drava-Danube Biosphere Reserve School Network is an example of a model of cooperation in education for sustainable development. The Mura-Drava-Danube UNESCO Biosphere Reserve, a unique transboundary area including five countries (Austria, Slovenia, Croatia, Hungary and Serbia), serves as an incentive for innovative forms of education for sustainable development. In Croatia's Međimurje County, the Biosphere Reserve School Network has been established as a response to the need for the improvement of environmental education for children. The initiative is led by "Međimurje Nature" – a Public Institution for Nature Protection, which coordinates the collaboration with primary schools involved in the project. The Network aims to connect schools and develop joint activities focused on environmental protection and student education, without imposing additional administrative or financial burdens on the schools. Cooperation includes volunteer actions, the exchange of educational materials, mentoring new member schools, production of a joint newsletter, and devising projects visible within the local community. Each school is required to participate in at least one activity per year, and we will present examples of activities through which we have achieved our goals and the educational outcomes from the Nature and Biology Curriculum. This model enables the flexible development of collaboration and the establishment of lasting partnerships between schools and nature conservation experts, with the school community serving as a good practice example of integrating education, environmental protection, and inter-institutional cooperation.

Keywords: biosphere reserve, sustainable development, school networking, nature conservation

O – 62

PETI ELEMENT: KAKO POVEZATI BIOLOGIJU S KEMIJOM, MATEMATIKOM I GEOFIZIKOM?

Pongrac Štimac Zrinka[1], Žgela Putniković Marijana[1], Vorih Sanja[1], Ćulav Markičević Milena[1], Martinić Ivana[1]

[1]V. gimnazija, Zagreb, Klaićeva 1, Hrvatska

zrinkaps@gmail.com

U suvremenom društvu ističe se potreba za interdisciplinarnošću i stručnjacima u prirodoslovno-matematičkom i tehničkom području, a i Europska komisija kao jedan od ciljeva unije vještina postavlja: „poboljšanje vještina u području znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike (STEM)...". V. gimnazija iz Zagreba je u razdoblju od 2022. do 2025. godine bila nositelj međunarodnog ERASMUS projekta Green Science Teaching Materials for Digital Learning (Green STEM). U projektu su sudjelovale još tri škole: National Dragos Voda iz Rumunjske, Gimnazija Vič iz Slovenije i Privatna gimnazija Algoritam iz Sjeverne Makedonije. Ciljevi projekta bili su: 1. razviti interdisciplinarni kurikulum namijenjen učenicima srednjih škola, koji će, kao nadogradnja postojećim gimnazijskim kurikulima, ponuditi nove aktivnosti u učionici i na terenu, razviti inovativan pristup i omogućiti aktualne teme, praktične vježbe i priručnike, projektni rad te razvijati istraživački pristup i kritičko mišljenje; 2. razviti digitalnu platformu koja će objediniti kurikule, mobilnu aplikaciju za nastavnike TZK-a, digitalne materijale i alate te pružati podršku nastavnicima. U ovome izlaganju cilj je predstaviti rezultate projekta i potaknuti korištenje proizvedenih materijala. U dijelu projekta STEM 1 osmišljeno je 16 interdisciplinarnih aktivnosti i četiri interdisciplinarne terenske nastave (na teme voda, vatra, zemlja i zrak) te je objavljen prvi kurikulum za predmet Geofizika u srednjim školama. Sve su aktivnosti opisane u obliku scenarija poučavanja koji sadrži i dodatne dokumente: prezentacije i radne listove za učenike. Dio dokumenata izrađen je s pomoću alata Wizer te je dostupan u digitalnom obliku. Svaki scenarij poučavanja uključuje sadržaje iz kemije, biologije, geofizike i statistike te znanja potrebna za svakodnevni život. Uz obavezna ostvarivanja očekivanja međupredmetne teme Održivi razvoj, svaka aktivnost uključuje i očekivanja još najmanje dviju međupredmetnih tema.

Ključne riječi: interdisciplinarni scenariji poučavanja, STEM

THE FIFTH ELEMENT: HOW TO CONNECT BIOLOGY WITH CHEMISTRY, MATHEMATICS AND GEOPHYSICS?

In contemporary society, there is a growing need for interdisciplinarity and expert skills in the STEM. The European Commission also emphasizes this by setting one of the goals of the Skills Agenda: "improving skills in science, technology, engineering, and mathematics (STEM)..." From 2022 to 2025, the V. Gymnasium in Zagreb was the lead institution of the international ERASMUS project Green Science Teaching Materials for Digital Learning (Green STEM). Three other schools participated in the project: National Dragos Voda from Romania, Vič Gymnasium from Slovenia, and the Private Gymnasium Algoritam from North Macedonia. The goals of the project were: 1) To develop an interdisciplinary curriculum for high school students that, as an enhancement to existing gymnasium curricula, would offer new classroom and field activities, strengthen an innovative approach, and include up-to-date topics, practical exercises and manuals, project-based learning, and the development of research skills and critical thinking; 2) To develop a digital platform that would integrate the curricula, a mobile app for PE teachers, digital materials and tools, and to provide support for teachers. The aim of this presentation is to present the results of the project and encourage the use of the developed materials. As part of the STEM 1 phase of the project, 16 interdisciplinary activities and four interdisciplinary field lessons (topics: water, fire, earth, and air) were designed. Additionally, the first high school curriculum for the subject of Geophysics was designed. All activities are described in the form of teaching scenarios that also include supplementary documents: presentations and student worksheets. Some of the materials were created using the Wizer tool and are available in digital format. Each teaching scenario incorporates content from chemistry, biology, geophysics and statistics, as well as knowledge essential for everyday life.

Keywords: interdisciplinary teaching scenarios, STEM

O - 63

PREVIĐENI UTJECAJI RAZVOJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA POPULACIJE ŠIŠMIŠA U ŠUMSKIM PODRUČJIMA

Mazija Mirna[1], Renje Stjepan[1], Huten Tea[1], Brkić Amalia[1]

[1]Supernatural Ltd., Zagreb, Koledinečka 3, Hrvatska

mirna@supernatural.hr

Razvoj infrastrukture obnovljivih izvora energije stvara sve veći pritisak na bioraznolikost i dovodi do gubitka staništa, osobito u šumskim ekosustavima gdje su učinci brojniji i raznovrsniji. Na primjeru izgradnje vjetroelektrane u šumskom području prikazujemo konkretne primjere negativnih posljedica na populacije šišmiša te analiziramo na koji način različiti elementi postrojenja pridonose stvaranju tih negativnih učinaka. Uobičajeno se gubici staništa ne razmatraju na razini kompleksa staništa, već se procjenjuju u površinama, dok je u šumskim staništima nužno promatrati i volumen prostora, budući da je vertikalna dimenzija ključna za šišmiše. Sječa stabala predstavlja izravan gubitak skloništa šumskih vrsta šišmiša te bi se trebala smatrati jednako značajnom kao i uništavanje podzemnih skloništa. Vrh krošanja može usmjeravati šišmiše na veće visine, prema rotoru turbine, time povećavajući vjerojatnost sudara s elisama. Dodatno, pristupne ceste stvaraju nove koridore kretanja šišmiša, ali istodobno ih mogu usmjeravati prema turbinama, stvarajući svojevrsne zamke. Osim izravnih učinaka, fragmentacija, promjena i degradacija staništa te sama prisutnost i rad vjetroelektrane kod pojedinih vrsta uzrokuju izbjegavanje prostora i posljedično napuštanje područja. Smatramo da ustaljene metode procjene utjecaja na okoliš ne obuhvaćaju u potpunosti složenost i razmjere navedenih učinaka. Stoga ističemo potrebu za prilagodbom postojećih metodologija kako bi se omogućile preciznije procjene utjecaja te uvažio prioritetni slijed mjera očuvanja i zaštite populacija šišmiša u šumskim ekosustavima.

Ključne riječi: Chiroptera, procjena utjecaja, gubitak staništa, šumski ekosustavi

THE OVERLOOKED IMPACTS OF RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT ON BAT POPULATIONS IN FORESTED AREAS

The development of renewable energy infrastructure increases pressure on biodiversity and leads to habitat loss. This is particularly evident in forest-type habitats, where the impacts are more numerous and diverse. Using a case study of a wind farm development in a forested area, we present specific examples and negative effects on bat populations and analyse how different components of the facility contribute to these impacts. Traditionally, habitat loss has been considered in terms of area rather than ecological habitat complex. In forest-type habitats loss is regarded as a volume of space, since the vertical dimension is crucial for bats. The loss of trees represents a direct loss of roosting space for forest-dwelling bats and should be treated with the same importance as the destruction of underground roosting sites. The top of the canopy can redirect bats to fly higher, guiding them into the rotor-swept area of wind turbines, thereby increasing the risk of collision. Additionally, access roads may create new commuting routes for bats but can lead them toward turbines, effectively creating a death trap. Finally, fragmentation, habitat modification or destruction, and REI operation cause aversion in some bat species, leading to their displacement. We argue that established assessment methods fail to capture the full scale and complexity of these impacts. Therefore, there is a clear need to adjust current methodologies to enable more accurate assessments and to implement effective mitigation hierarchy in order to protect bat populations in forest ecosystems.

Keywords: Chiroptera, environmental impact, habitat loss, forest ecosystems

O - 64

DINARSKI VOLUHAR (*EX SITU* I *IN SITU* AKTIVNOSTI)

Beneta Dijana[1], Lugić Edin[2], Čuljak Dora[2], Huten Tea[3], Šuklje Petar[1], Lisičić Duje[4], Boljfetić Marko[2]

[1]Ustanova Zoološki vrt Grada Zagreba, Zagreb, Ulica Fakultetsko dobro 1, Hrvatska;
[2]Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, Trg senjskih uskoka 1-2, Hrvatska;
[3]Supernatural d.o.o, Zagreb, Koledinečka 3, Hrvatska;
[4]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

dijana.beneta@zoo.hr

Dinarski voluhar (*Dinaromys bogdanovi*), BSV, endemska je i reliktna vrsta glodavca krškog područja zapadnog Balkana. Na Crvenom popisu IUCN-a klasificiran je kao osjetljiva (VU) vrsta. U Crvenoj knjizi sisavaca Hrvatske ima status nedovoljno poznate vrste (DD) te je zaštićen Zakonom o zaštiti prirode. Budući da je biologija vrste prilično nepoznata provode se *in situ* i *ex situ* istraživanja. Od 2010. godine glavna populacija pod ljudskom skrbi nalazi se u Zoološkom vrtu Grada Zagreba, gdje se provode istraživanja vezana uz držanje i uzgoj, prehrane i ponašanja. Istraživane su reakcije na nove objekte, okoliše, obilježene mirisima, interakcije s jedinkama iste i drugih vrsta te predatorima, vokalizacija, odabir i skladištenje hrane. Zabilježeno je ukupno 58 ponašanja. Voluhari su dulje boravili i više istraživali složenije okoliše. Ženke su bile istraživački aktivnije, osobito tijekom parenja i u ponašanju vezanom uz hranu, dok su mužjaci češće vokalizirali. Razdoblje gravidnosti traje 21–23 dana, s do šest mladunaca po leglu. Životni vijek u zatočeništvu doseže 6 godina i 9 mjeseci. Iako se čini da je rasprostranjenost vrste široka, zapravo je ograničena na mala, fragmentirana područja. Radi izrade i testiranja programa praćenja provedene su pilot-studije *in situ* i *ex situ*. *In situ* istraživanje uključivalo je devet kvadranata 10×10 km s fotozamkama tijekom tri tjedna. *Ex situ* su testirane metode poput zamki za otiske, fotozamke i metoda ulova– označavanja–ponovnog ulova. Terenska istraživanja pod vodstvom tvrtke Oikon d.o.o. provedena su u ožujku/travnju 2023. na poluotoku Pelješcu. Postavljeno je 100 živih zamki koje su se provjeravale tri puta dnevno kroz deset dana. Uhvaćene su i ponovno uhvaćene 376 jedinki triju vrsta s ukupnim uspjehom od 81 %. Dinarski voluhar je uhvaćen 143 puta, uz 84 % uspješnosti. Istraživanje pruža uvid u učinkovite metode praćenja populacije, doprinoseći razvoju Nacionalnog programa praćenja malih sisavaca.

Ključne riječi: *Dinaromys bogdanovi*, endemska vrsta, ponašanje glodavaca, *Ex situ* i *In situ* praćenje

BALKAN SNOW VOLE (*EX SITU* AND *IN SITU* ACTIVITIES)

Balkan Snow Vole (*Dinaromys bogdanovi*), BSV, is an endemic and relict rodent species from the karst regions of the western Balkans. It is classified as Vulnerable (VU) on the IUCN Red List. In the Red Book of Mammals of Croatia, it is listed as a little-known species (DD) and is protected under Croatia's Nature Protection Act. Due to limited knowledge of its biology, both *in situ* and *ex situ* research projects have been conducted. Since 2010, the main captive population has been kept at Zagreb Zoo, where studies on husbandry, nutrition and ethology are carried out. Research focused on responses to novel objects, scent-marked environments, interactions with conspecifics, heterospecific and predators, vocalizations, food preferences, and food storage. A total of 58 behaviours were recorded. Voles explored and stayed longer in complex environments. Females were more exploratory and more active during the mating season, especially in food-related behaviours, while males vocalized more frequently. The gestation period lasts 21–23 days, with up to six juveniles per litter. Longevity in captivity can reach 6 years and 9 months. Although BSV's distribution appears wide, it is limited to small, fragmented areas. To design and test a monitoring program, pilot studies were conducted *in situ* and *ex situ*. *In situ* research used nine 10×10 km quadrants with photo traps monitored over three weeks. *Ex situ* testing included footprint traps, camera traps, and capture- recapture methods. Two field studies led by Oikon Ltd in March/April 2023 applied the capture-mark- recapture method with photo traps. A total of 100 live traps were checked three times daily over ten days. Three species (376 individuals) were captured/recaptured with an 81% success rate. Balkan Snow Vole was recaptured 143 times, with an 84% success rate. This research presents effective methods for population monitoring and contributes to the development of a National monitoring program.

Keywords: *Dinaromys bogdanovi*, endemic species, rodent behaviour, *Ex situ* and *In situ* monitoring

O – 65

PRVO NACIONALNO SUSTAVNO PRAĆENJE STANJA LIŠAJA PODRODA *CLADINA* U HRVATSKOJ: REZULTATI I PREPORUKE

Maslać Mikulec Maja[1], Doboš Marko[1]

[1]Geonatura d.o.o., Zagreb, Fallerovo šetalište 22, Hrvatska

mmmikulec@geonatura.hr

Lišaji roda *Cladonia* podroda *Cladina*, navedeni u Prilogu V Direktive o staništima, imaju ključnu ulogu u ekosustavima kao indikatori kvalitete okoliša i resurs za brojne organizme te su od ekonomske važnosti za brojne zemlje, stoga je njihovo praćenje od upravne i zaštitne važnosti. U okviru EU financiranog projekta Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja naručilo je razvoj sustava za praćenje očuvanosti podroda *Cladina* u Hrvatskoj. Cilj je bio uspostaviti standardizirane protokole prikupljanja, obrade, pohrane i izvještavanja podataka u skladu s EU obvezama kako bi se osiguralo sustavno praćenje distribucije i ugroženosti vrsta. Tijekom 18 mjeseci provedeno je 85 tim dana terenskog rada na 49 kvadrata 10×10 km, što je omogućilo prvo nacionalno, standardizirano istraživanje lišaja u Hrvatskoj. Broj validnih kvadranta s nalazima porastao je s 3 na početku projekta na 27 na kraju, dok su većina ranijih zapisa bila starija od 100 godina i loše dokumentirana. Prostorna analiza identificirala je alpinsku biogeografsku regiju kao najugroženiju, sa samo jednim lokalitetom i smanjenim brojem ranije poznatih nalaza, što zahtjeva prioritetne zaštitne mjere. Uz prostorne podatke prikupljani su podaci o pritiscima, staništima i stupnju ugroženosti, a korištenje platforme iNaturalist potaknulo je sudjelovanje javnosti, dodatno prikupljanje opažanja i edukaciju. Projekt je rezultirao bazom podataka i programom praćenja stanja, postavivši transparentan i usklađen program koji omogućuje poboljšano donošenje odluka za očuvanje i održivi razvoj Hrvatske.

Ključne riječi: *Cladonia*, monitoring, Direktiva o staništima, Prilog V, iNaturalist

FIRST NATIONAL SYSTEMATIC MONITORING OF LICHENS OF THE SUBGENUS *CLADINA* IN CROATIA: RESULTS AND RECOMMENDATIONS

Lichens of the genus *Cladonia*, subgenus *Cladina*, listed in Annex V of the Habitats Directive, play a key role in ecosystems as indicators of environmental quality and as a resource for numerous organisms, and are of economic importance to several countries; therefore, their monitoring is of administrative and conservation significance. Under an EU funded project, the Ministry of Economy and Sustainable Development commissioned the development of a system for monitoring the conservation status of the subgenus *Cladina* in Croatia. The aim was to establish standardized protocols for data collection, processing, storage and reporting in line with EU obligations to ensure systematic monitoring of species distribution and threat status. Over 18 months, 85 team days of fieldwork were carried out across 49 10×10 km grid cells, enabling the first national, standardized survey of lichens in Croatia. The number of valid grid cells with records increased from 3 at the start of the project to 27 at its conclusion, while most earlier records were over 100 years old and poorly documented. Spatial analysis identified the Alpine biogeographical region as the most threatened, with only a single locality and a reduced number of previously known records, calling for priority conservation measures. In addition to spatial data, information on pressures, habitats and threat level was collected, and the use of the iNaturalist platform stimulated public participation, additional observations and outreach. The project resulted in a database and a monitoring programme, establishing a transparent and harmonized scheme that enables improved decision making for the conservation and sustainable development of Croatia.

Keywords: *Cladonia*, survey, Habitats Directive, Annex V, iNaturalist

O - 66

DINAMIKA PRIJELAZNIH TALOŽNIH OKOLIŠA I PROMJENE RAZINE MORA TIJEKOM HOLOCENA UZ ISTOČNU OBALU JADRANSKOG MORA: UVIDI IZ FORAMINIFERSKIH ZAJEDNICA

Felja Igor[1], Ćosović Vlasta[1], Caput Mihalić Katarina[1], Čančar Lukić Marina[1], Pejnović Igor[1], Leder Paula[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

igorfelja@geol.pmf.hr

Promjene razine mora tijekom kasnog pleistocena i holocena (od -120 m ispod srednje razine mora tijekom posljednjeg glacijalnog maksimuma prije 20 000 godina do recentnih razina) oblikovale su prijelazne taložne okoliše istočne obale Jadranskog mora. Svaki od tih okoliša, od muljnih ravnica, brakičnih i slanih močvara, do estuarija i delti, posjeduje jedinstvene sedimentološke značajke i fosilne zajednice (uključujući foraminifere, ostrakode, dijatomeje, školjkaše i puževe), koji odražavaju specifične ekološke uvjete prisutne u trenutku kada su sedimenti taloženi. Do sada su foraminifere pokazale odličan potencijal za rekonstrukciju tih paleookoliša. Jednostavne su za analizu u laboratoriju i imaju visok potencijal očuvanja. Na njihovu raspodjelu utječe više ekoloških parametra, kao što su salinitet, veličina čestica sedimenta, izloženost atmosferskim uvjetima i sadržaj organskog ugljika. Ovo istraživanje integrira podatke iz analiza bentičkih foraminiferskih zajednica plitkih sedimentnih jezgri prikupljenih iz različitih prijelaznih okoliša, uključujući deltu rijeke Mirne, slane močvare otoka Raba i Paga, muljevitu ravnicu otoka Krka, međuplimnu ravnicu Nina, slanu močvaru u zaljevu Morinje i deltu rijeke Neretve. U foraminiferskim zajednicama dominiraju vrste *Ammonia* sp., dok se brojnost aglutiniranih zajednica, kao i vrsta poput *Haynesina* sp. i *Elphidium* sp. razlikuje ovisno o lokaciji. Rezultati ovog istraživanja potvrđuju da granulometrijska svojstva sedimenta imaju važnu ulogu u brojnosti i raznolikosti foraminifera. Usporedbom brojnosti predstavnika triju podreda, Textulariina, Miliolina i Rotaliina iz recentnih prijelaznih okoliša sa sličnim zajednicama pronađenim u specifičnim slojevima sedimentnih jezgri na određenim dubinama, rekonstruirali smo progradaciju ili retrogradaciju tih okoliša kao odgovor na promjene razine mora u prošlosti.

Ključne riječi: prijelazni taložni okoliši, foraminifere, promjene razine mora, holocen

THE DYNAMICS OF TRANSITIONAL DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS AND HOLOCENE SEA-LEVEL CHANGES ALONG THE EASTERN ADRIATIC COAST: INSIGHTS FROM FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES

Sea-level fluctuations during the Late Pleistocene and Holocene (from -120 m below mean sea-level during Last Glacial Maximum 20 000 years before present to recent levels) had shaped the transitional depositional environments of the Eastern Adriatic coast. Each of these environments, from mud plains, brackish and salt marshes, to estuaries and deltas, possesses unique sedimentological features and fossil assemblages (including foraminifera, ostracods, diatoms, bivalves, and gastropods), reflecting the specific environmental conditions present when the sediments were deposited. Up to now, foraminifera have proven to be an exceptional tool for reconstructing these past environments. They are simple to analyze in the laboratory and have high preservation potential. Their distribution is governed by multiple environmental parameters, including salinity, sediment grain size, subaerial exposure, and organic carbon content. This study integrates data from benthic foraminiferal assemblage analyses of short sediment cores collected from various transitional environments, including the Mirna River delta, the salt marshes of Rab and Pag Islands, the mud plain of Krk Island, the intertidal plain of Nin, the salt marsh of Morinje Bay, and the Neretva River delta. The foraminiferal assemblages are dominated by *Ammonia* sp. specimens, whereas agglutinated assemblages, as well as species such as *Haynesina* sp. and *Elphidium* sp., vary in abundance by location. The results of this study confirmed that the granulometric properties of the sediment play an important role in foraminiferal abundances and diversity. By comparing the abundances of representatives from three suborders, Textulariina, Miliolina and Rotaliina from recent transitional environments with analogous assemblages found in specific sediment core layers at certain depths, we reconstructed the progradation or retrogradation of these environments in response to past sea-level fluctuations.

Keywords: transitional depositional environments, foraminifera, sea-level changes, Holocene

O - 67

POKRETAČI VARIJACIJA U MASI ORGANA ŽABE *XENOPUS LAEVIS*

Belamarić Andrea[1], Gojak Tomislav[2], Štambuk Anamaria[1], Herrel Anthony[3]

[1]Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska;
[2]Udruga Hyla, Lipovac I 7, 10000 Zagreb, Hrvatska;
[3]UMR 7179, Département Adaptations du Vivant, Muséum National d'Histoire Naturelle, Centre National de la Recherche Scientifique, 43 Rue Cuvier, 75005 Paris, France

belamaric.andrea@gmail.com

Afrička pandžašica (*Xenopus laevis*) jedna je od najraširenijih invazivnih vrsta vodozemaca. Zbog učestalog korištenja ove vrste u laboratoriju do danas se proširila na pet kontinenata, gdje predstavlja ugrozu za lokalne vrste vodozemaca i beskralješnjaka. Uspješnost invazije ovisi o fenotipskim karakteristikama populacije, kao i odgovoru fenotipa na uvjete u novom okolišu. Neovisno o evolucijskom mehanizmu kojim se promjene događaju, invazivne vrste dijele određene fenotipske karakteristike. U sklopu ovog istraživanja proučavane su mase organa autohtonih, invazivnih i laboratorijskih populacija. Istraživanje obuhvaća 592 jedinke iz 12 različitih populacija. Istražena je povezanost fenotipskih karakteristika populacija s klimatskim uvjetima i invazivnim načinom života. Laboratorijske populacije ne pokazuju jasne zajedničke karakteristike. Invazivne populacije imaju veću relativnu masu probavnog sustava i pluća, što im omogućuje efikasno širenje te je povezano s promjenom u prehrani. Spolni dimorfizam prisutan je kod relativne mase reproduktivnih organa. Utvrđeno je da invazivne populacije manje ulažu u razvoj reproduktivnih organa, vjerojatno zbog povećanog ulaganja resursa u organe koji su ključni za kretanje i širenje populacije. Relativna masa jetre ovisi o temperaturi okoliša i padalinama, dok se zalihe masti uvelike razlikuju između pojedinih populacija. Sezonalnost i količina padalina ključan su čimbenik razvoja reproduktivnog sustava.

Ključne riječi: rasprostranjenje, invazivne vrste, evolucija, klima

DRIVERS OF ORGAN MASS VARIATION IN THE FROG SPECIES *XENOPUS LAEVIS*

The African clawed frog (*Xenopus laevis*) is one of the most impactful invasive amphibian species. Due to its widespread use as a model organism, the species has been introduced to five continents, posing a substantial threat to native amphibians and aquatic invertebrates. Research on the anatomical traits of invasive populations provides insights into the success of biological invasions by directly examining phenotypic responses to novel environments and the relationship between physical characteristics and ecological success, regardless of the underlying evolutionary mechanisms. In this study, a morphological approach was applied by analyzing organ masses across a total of 592 individuals. Native, invasive, and captive populations were compared to identify origin-specific traits. Natural habitats were described with bioclimatic variables, which were then correlated with relative organ masses. Captive populations varied significantly from one another and shared few common characteristics. Invasive populations were generally characterized by larger lungs and intestines, potentially reflecting enhanced dispersal ability and dietary shifts. Sexual dimorphism was most evident in reproductive organs. Invasive populations exhibited reduced reproductive organ mass, suggesting a trade-off favoring dispersal over reproduction. Liver size was strongly influenced by both temperature and rainfall, while fat reserves were highly site-specific. Rainfall, especially its seasonality, was a key driver of reproductive system morphology.

Keywords: dispersal, invasive species, evolution, climate

O – 68

HISTOPATOLOŠKI POKAZATELJI OKOLIŠNOG STRESA U DVIJE GORGONIJE U JADRANU

Gračan Romana[1], Ankon Pavel[1], Kružić Petar[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

romana.gracan@biol.pmf.unizg.hr

Gorgonije su jedni od ključnih inženjera ekosustava jadranskih koraligenskih zajednica, koje oblikuju strukturu staništa izgradnjom morskog dna te utječu na protok vode i sedimentaciju. Njihova dugovječnost, spor rast, odgođena spolna zrelost i niska stopa reprodukcije čine ih osjetljivim na stresore koji mogu izazvati morfološke, histološke i fiziološke promjene, često kulminirajući masovnim mortalitetima. Histopatologija predstavlja ključni alat za otkrivanje tih učinaka u tkivu, jer pruža uvid u subletalne i letalne posljedice utjecaja onečišćivača, bolesti i klimatskih promjena. Prikupili smo 20 uzoraka (12 makroskopski zdravih, 8 nekrotičnih) crvene gorgonije *Paramuricea clavata* i 14 uzoraka (8 zdravih, 6 nekrotičnih) žute gorgonije *Eunicella cavolini* s dva lokaliteta u Jadranu. Iznenađujuće, samo jedan uzorak *P. clavata* je mikroskopski potvrđen kao zdrav, dok je preostalih 19 reklasificirano kao nekrotično. Najčešće lezije uključivale su gastrodermalnu nekrozu u cenenhimu (100 %), tešku nekrozu cijelog polipa (79 %), lezije u aksijalnom skeletu vidljive kao crne naslage (74 %), naslage melanina (42 %) te rupturu aksijalnog skeleta (90 % nekrotičnih uzoraka). Slično tomu, svi uzorci *E. cavolini* mikroskopski su klasificirani kao nekrotični, pri čemu su zabilježeni upalni infiltrati granularnih amebocita u mezogleji, gastrodermalna nekroza i gubitak mezoglealnog tkiva (100 %), uz melanizaciju u 12 i strukturne promjene aksijalnog skeleta u 10 uzoraka. S obzirom na nisku prevalenciju vidljivih patogena (cijanobakterije, bakterije, alge), zabilježene lezije mogu biti posljedica još uvijek nedetektiranih infektivnih agensa ili predstavljati fiziološki odgovor na stres, najvjerojatnije povezan s učestalim morskim toplinskim valovima u Jadranskom moru. Ovo istraživanje financirao je projekt AdriCor (HRZZ IP-2019-04-3389).

Ključne riječi: Toplinski stres, koralji, klimatske promjene, histologija

HISTOPATHOLOGICAL INDICATORS OF ENVIRONMENTAL STRESS IN TWO ADRIATIC GORGONIANS

Gorgonian octocorals are key ecosystem engineers in the Adriatic's coralligenous assemblage, shaping communities by providing habitat and affecting water flow and sedimentation. Their longevity, slow growth, delayed maturity and low recruitment success make them susceptible to stressors which can trigger morphological, histological and physiological changes, often culminating in mass mortality events. Histopathology is a crucial tool for detecting these effects in the tissue, providing insights into sublethal and lethal impacts of pollutants, disease and climate change. We collected 20 samples (12 macroscopically healthy, 8 necrotic) of the violescent sea whip *Paramuricea clavata* and 14 samples (8 healthy, 6 necrotic) of the yellow sea whip *Eunicella cavolini* from two Adriatic localities. Surprisingly, only one *P. clavata* sample was microscopically confirmed as healthy while remaining 19 were reclassified as necrotic. The most frequent lesions included gastrodermal necrosis in the coenenchyme (100%), heavy necrosis of the entire polyp (79%), lesions in the axial skeleton visible as black deposits (74%), melanin depositions (42%) and axis rupture (90% of necrotic samples). Similarly, all *E. cavolini* samples were microscopically classified as necrotic, showing inflammatory infiltrates of granular amoebocytes in the mesoglea, gastrodermal necrosis and mesogleal tissue loss (100%), with melanisation in 12 and axis structural changes in 10 samples. Given the low prevalence of visible pathogens (cyanobacteria, bacteria, algae), the recorded lesions may result from yet undetectable infectious agents or represent a physiological stress response, most likely linked to increasingly frequent marine heat waves in the Adriatic Sea. This research was funded by the project AdriCor (HRZZ IP-2019-04-3389)

Keywords: Heat stress, corals, climate change, histology

O - 69

UTJECAJ LOKALNIH FIZIKALNIH FENOMENA NA OBALNE SUSTAVE-PRIMJER VALOVA VEZANIH UZ OTOK

Ljubešić Zrinka[1], Mihanović Hrvoje[2], Matek Antonija[1], Mucko Maja[1], Grgurević Filip[1], Achterberg Eric[3], Omand Melissa[4], Pestorić Branka[5], Čižmek Hrvoje[6], Čolić Barbara[6], Casotti Raffaella[7], Viličić Damir[1], Orlić Mirko[8]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište Ivana Meštrovića 63, Hrvatska;
[3]GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Kiel, Wischhofstraße 1-3, Germany;
[4]University of Rhode Island, Graduate School of Oceanography, Narragansett, 215 South Ferry Road, United States of America;
[5]Institute of Marine Biology, University of Montenegro, Kotor, I bokeljske brigade 68, Montenegro;
[6]Društvo istraživača mora 20000 milja, Zadar, Put Bokanjca 26A, Hrvatska;
[7]Stazione Zoologica Anton Dohrn, Napoli, Villa Comunale, Italy;
[8]Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno-matematički fakultet, Geofizički odsjek, Zagreb, Horvatovac 95, Hrvatska

zrinka.ljubesic@biol.pmf.hr

Neto primarna proizvodnja (NPP) u oceanima i morima karakterizirana je visokom vremenskom i prostornom heteregenosti ovisno o nizu fizikalnih (npr. dostupnost svjetlosti, cirkulacija oceana i stratifikacija vodenog stupca), kemijskih (npr. dostupnost hranjivih tvari) i bioloških procesa (npr. mikrobna aktivnost, pritisak zooplanktona). Čak i manje promjene u sastavu planktona, prostornoj rasprostranjenosti i sezonalnosti mogu imati dalekosežne implikacije na produktivnost oceanskih ekosustava i dinamiku hranidbene mreže. U ovom radu istražujemo lokalni fizikalni fenomen, valova vezanih uz otok (ITWs), koji su uočeni oko raznih otoka diljem svijeta, uključujući otok Lastovo u Jadranskom moru, te njihov mogući utjecaj na NPP, brojnost i raznolikost planktona. Istraživanje je provedeno tijekom ljetnog razdoblja stratifikacije na jednoj postaji na južnoj strani otoka Lastova, gdje su u kratkim vremenskim intervalima mjerene koncentracije hranjivih tvari, rasprostranjenost i sastav zajednice svih planktonskih frakcija i NPP u odnosu na ITW. Epizodični ITW događaji rezultirali su dnevnim pomacima termokline do 20 m, što se podudaralo s povećanim koncentracijama hranjivih tvari i povećanjem NPP-a. Uočen je brz odgovor planktonske zajednice u promjeni brojnosti i sastavu bakterioplanktona, piko- i nano-frakcije fitoplanktona, kao i u prehrambenim odnosima zooplanktona. Rezultati pokazuju važnost lokalnih fizikalnih pojava na NPP i cjelokupni ekosustav obalnog područja Jadrana.

Ključne riječi: Neto primarna proizvodnja, južni Jadran, plankton, bio-fizikalni procesi

IMPACTS OF SMALL SCALE PHYSICAL PROCESSES ON COASTAL SYSTEMS – EXAMPLE OF ISLAND TRAPPED WAVES

Net primary production (NPP) in the ocean is characterized by high temporal and spatial patchiness depending on combination of physical (e.g. light availability, ocean circulation and water column stratification), chemical (e.g. nutrient availability) and biological processes (e.g. microbial activity, zooplankton pressure). Even minor changes in plankton composition, spatial distribution and seasonality can have far- reaching implications for productivity of oceanic ecosystems and food web dynamics. Therefore, the interconnectivity between phytoplankton and its surrounding environment is a crucial aspect to consider. In this study, we focus on small scale physical processes, internal island-trapped waves (ITWs), which have been observed around various islands globally, including Lastovo Island in the Adriatic Sea, and their possible impact on NPP, plankton abundance and diversity. Physical forcing, nutrient concentrations, plankton distribution and community composition, as well as NPP were investigated on a fine temporal and spatial scale around Lastovo Island. The episodic ITW events resulted in daily thermocline shifts up to 20 m which coincided with enhanced nutrient concentrations and an increase in NPP. A fast response of the bacterioplankton, pico- and nano-fraction of phytoplankton, as well as in feeding behaviour of zooplankton. The results highlight the importance of localized physical phenomena on NPP and ecosystem functioning in coastal areas.

Keywords: net primary production, South Adriatic, plankton, bio-physical coupling

O - 70

POD PRITISKOM: ŠTO NAM SAKUPLJANJE OTKRIVA O STABILNOSTI ZAJEDNICA JEŽINACA?

Čižmek Hrvoje[1], Čolić Barbara[1], Ivanković Vida[1], Štefanić Sara[1]

[1]Društvo istraživača mora - 20000 milja, Zadar, Put Bokanjca 26A, Hrvatska

hrvoje@drustvo20000milja.hr

Ježinci u Jadranu, posebno hridinasti ježinac *Paracentrotus lividus* i crni ježinac *Arbacia lixula*, predstavljaju vrste ključne za oblikovanje morskih zajednica i održavanje ravnoteže u priobalnim ekosustavima. Nacionalni monitoring (2019-2021) ustanovio je stabilan obrazac u kojem prevladava *P. lividus* s udjelom od 70 do 75 %, dok se *A. lixula* pojavljuje u manjoj zastupljenosti (oko 20 %). Međutim, uklanjanje jedinki s prirodnih staništa, čak i kada je zakonski dopušteno, predstavlja ekološki poremećaj koji može narušiti navedenu usklađenost. Važeći propisi u Hrvatskoj definiraju dnevna ograničenja i minimalnu lovnu veličinu od 50 mm, no iskustveno se ti parametri nedovoljno prate. Uočene nedosljednosti otvaraju prostor za razmatranje učinkovitosti upravljačkih mehanizama te potrebe za doradom i jačanjem regulative. Na otoku Silbi tijekom ljeta 2025. godine provedeno je istraživanje nakon potvrđenih aktivnosti vađenja ježinaca na tri lokacije. Uzorkovanje je provedeno standardiziranom metodom kvadrata na tri postaje po lokaciji, u rasponu od 1 do 5 metara dubine. Rezultati su uspoređeni s recentnim podacima i nacionalnim prosjekom. Analize su pokazale značajan pad udjela *P. lividus* u plićem pojasu (1–2 m), gdje je zabilježeno pad brojnosti od 20 do 50 %. U dubljim slojevima (3–5 m) sastav zajednice ostao je usporediv s ranijim istraživanjima, što ukazuje na prostornu heterogenost utjecaja eksploatacije. Dobiveni rezultati potvrđuju osjetljivost *P. lividus* na ciljano sakupljanje i naglašavaju ranjivost plićih staništa u kojima su ježinci lakše dostupni. Posljedični gubitak dominantne uloge *P. lividus* u zajednici otvara mogućnost dugoročnih promjena u strukturi bentosa, uključujući promjene u obraštaju i otpornosti staništa. Monitoring na Silbi pokazuje važnost integriranja nacionalnih i lokalnih podataka za pouzdanu procjenu stanja i pruža argumentaciju za daljnje unaprjeđenje regulacijskih i nadzornih mehanizama u gospodarenju populacijama ježinaca.

Ključne riječi: *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*, sakupljanje ježinaca, sastav zajednice, Silba

UNDER PRESSURE: WHAT HARVESTING REVEALS ABOUT SEA URCHIN COMMUNITY STABILITY?

Sea urchins in the Adriatic, particularly the purple urchin *Paracentrotus lividus* and the black urchin *Arbacia lixula*, represent key species in shaping marine communities and maintaining balance in coastal ecosystems. National monitoring (2019–2021) established a stable pattern dominated by *P. lividus*, accounting for 70–75 % of the population, while *A. lixula* appeared in lower abundance (~20 %). However, the removal of individuals from natural habitats, even when legal, represents an ecological disturbance. Current Croatian regulations define max. daily catch and a min. size of 50 mm, yet experience shows insufficient monitoring. Observed inconsistencies raise the need to reassess the effectiveness of management mechanisms and highlight the requirement for refinement and enforcement. On the island of Silba, during the summer of 2025, targeted research was conducted following known harvesting across three sites. Sampling followed a standardized quadrat method at three stations per site, within a depth range of 1 to 5 m. Results were compared with recent datasets and the national average. Analyses revealed a significant decline in the share of P. lividus in shallow areas (1–2 m), with recorded reductions in abundance of 20–50 %. In deeper layers (3–5 m), community composition remained consistent with previous studies, indicating spatial heterogeneity in exploitation. The results confirm the sensitivity of *P. lividus* to targeted harvesting and underline the vulnerability of shallow habitats where urchins are more easily accessible. The consequent loss of the dominant role of *P. lividus* opens pathways for long-term shifts in benthic communities, including algal cover and habitat resilience. Monitoring on Silba demonstrates the importance of integrating national and local datasets for reliable assessments and provides strong arguments for further enhancement of regulatory and control mechanisms in the management of sea urchin populations.

Keywords: *Paracentrotus lividus, Arbacia lixula*, sea urchin harvesting, community composition, Silba

O - 71

ANALIZA STABILNIH IZOTOPA KISIKA ($\Delta^{18}O$) U FOSILNIM LJUŠTURAMA ŠKOLJKAŠA *FLEXOPECTEN GLABER* IZ SJEVERNOG JADRANA

Uvanović Hana[1], Tomašových Adam[2], Zuschin Martin[3], Nawrot Rafał[3], Balan Nicoleta[3], Peharda Melita[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište I. Meštrovića 63, Hrvatska;
[2]Earth Science Institute, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Dúbravská cesta 9, Slovakia;
[3]Department of Palaeontology, University of Vienna, Wien, Althanstraße 14, Austria

uvanovic@izor.hr

Flexopecten glaber (Linnaeus, 1758) je mala do srednje velika vrsta školjkaša iz porodice Pectinidae, rasprostranjena u istočnom Atlantiku, Mediteranu i Crnom moru. Ova vrsta je relativno kratkoživuća i brzo raste, što je čini potencijalno dobrim kandidatom za uzgoj u akvakulturi. Geokemijski sastav ljuštura školjkaša može pružiti informacije o promjenama u morskom okolišu koje se događaju tijekom životnog vijeka organizma. Posebno su vrijednosti $\delta^{18}O$ ljuštura važne za paleoklimatske rekonstrukcije, budući da se kalcijev karbonat u ljušturi taloži u izotopskoj ravnoteži kisika s okolnom morskom vodom te odražava temperaturu i slanost vode. U ovoj studiji, vrijednosti $\delta^{18}O$ ljuštura dobivene su iz tri fosilna primjerka *F. glaber* prikupljena iz sedimenata ranog do srednjeg holocena Tršćanskog zaljeva (sjeveroistočni Jadran). Uzorci ljušturnog materijala prikupljeni su ručnim mikromljevenjem uskih linija na vanjskoj površini ljušture pod stereomikroskopom pomoću DREMEL Fortiflex bušilice. Uzorci su prikupljeni u visokoj rezoluciji kako bi se osiguralo da je u svakom primjerku pokriven barem jedan potpuni godišnji ciklus rasta. Udaljenosti između linija uzorkovanja mjerene su na fotografijama pomoću softvera Image Pro Premier. Dobiveni rezultati uspoređeni su s prethodno objavljenim vrijednostima $\delta^{18}O$ ljuštura dobivenih analizom dvaju primjerka *F. glaber* iz sjevernog Jadrana koji su prikupljeni živi. Rast recentnih primjeraka usporio se/zaustavio kada su temperature morske vode bile iznad 18 °C, a značajno taloženje kalcijeva karbonata u ljušturama odvijalo se tijekom hladnog razdoblja. U usporedbi s recentnim primjercima, fosilni uzorci zabilježili su mnogo širi raspon vrijednosti $\delta^{18}O$ ljuštura (+1,09 – +3,79 u odnosu na -2,1 – +4,52), što ukazuje na veću varijabilnost okoliša u prošlosti.

Ključne riječi: školjkaši, rast, okolišni uvjeti, sklerokronologija

OXYGEN STABLE ISOTOPE ($\Delta^{18}O$) ANALYSIS OF FOSSIL *FLEXOPECTEN GLABER* SHELLS FROM THE NORTHERN ADRIATIC SEA

Smooth scallop *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758) is a small to medium-sized pectinid bivalve distributed in the Eastern Atlantic, Mediterranean and Black Sea. This species is relatively short-lived and fast-growing, making it a potentially good candidate for aquaculture. The geochemical composition of bivalve shells can provide information about changes in the marine environment that occur during the organism's lifespan. In particular, the $\delta^{18}O$ values of shells are important for palaeoclimatic reconstructions, as the calcium carbonate of the shell is deposited in oxygen isotopic equilibrium with the surrounding seawater and reflects the water temperature and salinity. In this study, $\delta^{18}O$ shell values were obtained from three fossil specimens of *F. glaber* collected from the Early to Middle Holocene sediments of the Gulf of Trieste (north-eastern Adriatic Sea). Carbonate samples were collected by milling narrow sample swaths on the external shell surface by hand under a stereo microscope using a DREMEL Fortiflex drill. Samples were collected at high resolution to ensure that at least one complete annual growth cycle was covered in each specimen. The distances between samples were measured on photographs using the Image Pro Premier software. These results were compared with previously published $\delta^{18}O$ shell values of two live-collected *F. glaber* specimens from the northern Adriatic. The growth of recent specimens slowed down/stopped when seawater temperatures were above 18 °C, with significant shell deposition taking place during the cold period. Compared to recent shells, fossil specimens recorded a much wider range of $\delta^{18}O$ shell values (+1.09 – +3.79 vs. -2.1 – +4.52, respectively), suggesting higher environmental variability in the past.

Keywords: shellfish, growth, environmental conditions, sclerochronology

O-72

STYPOPODIUM SCHIMPERI – NEOBIČNE ČINJENICE O VRHUNSKOJ INVAZIVNOJ MORSKOJ ALGI

Žuljević Ante[1], Cvitković Ivan[1], Despalatović Marija[1], Lučić Jelić Petra[1], Nejašmić Jelena[1], Kvesić Ivanković Marija[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište I. Meštrovića 63, Split, Hrvatska

zuljevic@izor.hr

Recentne molekularne analize pokazuju da *Stypopodium schimperi* (*Kützing*) Verlaque & Boudouresque, alohtona smeđa alga u Sredozemnom moru, potječe iz Crvenog mora. Prvi zapis u Sredozemlju bio je 1973. godine u Izraelu, a sredinom 1990-ih alga je smatrana jednim od najinvazivnijih organizama na području Levanta. Prvi nalaz u Jadranu zabilježen je 2020. godine u Viškom arhipelagu (Hrvatska). Unutar samo tri godine, alga se proširila s nekoliko talusa do gustih naselja koje su dosezale pokrovnost i do 100 % na stjenovitom dnu između 3 i 25 m dubine, drastično mijenjajući infralitoralne zajednice čvrstoga dna. Do 2025. godine alga se proširila duž cijele obale otoka Visa, a zabilježena je i uz otoke Biševo i Brusnik. Najbliži raniji nalaz bio je u Jonskom moru (otok Zakintos) 2010. godine, gdje nije pokazivala invazivne značajke. Štoviše, nije bila zabilježena tijekom istraživanja provedenih na istom području deset godina kasnije. Izvanredno širenje *S. schimperi* u srednji Jadran — gdje (1) nisu zabilježene druge alge podrijetlom iz Crvenog mora, (2) niti jedan drugi organizam podrijetlom iz Crvenog mora, među svim morskim taksonomskim skupinama, ne pokazuje tako snažan invazivni karakter, te (3) gdje su zimske temperature mora znatno niže nego u Crvenom moru ili Levantu — postavlja intrigantno pitanje: potječe li populacija *S. schimperi* u Viškom arhipelagu doista iz Crvenog mora ili bi mogla predstavljati liniju iz umjereno-toplih mora s genotipom otpornijim na hladnije zimske temperature srednjeg Jadrana?

Ključne riječi: invazivna vrsta; porijeklo vrste; utjecaj na bentos

STYPOPODIUM SCHIMPERI – STRANGE FACTS ABOUT THE ULTIMATE MARINE INVASIVE ALGA

Recent molecular analyses demonstrate that *Stypopodium schimperi* (Kützing) Verlaque & Boudouresque, a non-native brown alga in the Mediterranean Sea, originates from the Red Sea. Its first Mediterranean record dates back to 1973 in Israel, and by the mid-1990s it had become one of the most invasive species in the Levantine Basin. The first record in the Adriatic was in 2020, in the Vis Archipelago (Croatia). Within only three years, its population expanded from a few thalli to dense stands reaching up to 100% cover on rocky substrates at depths of 3–25 m, drastically altering infralittoral rocky communities. By 2025, the species had spread across the entire coastline of Vis Island and was also recorded around Biševo and Brusnik Islands. Its closest earlier detection was in the Ionian Sea (Zakynthos Island) in 2010, where it did not display invasive characteristics. Moreover, it was not recorded in surveys conducted in the same region a decade later. The remarkable expansion of *S. schimperi* into the Middle Adriatic — where (1) no other seaweeds of Red Sea origin have been detected, (2) no other Red Sea origin organisms across all marine taxonomic groups exhibit such strong invasive impacts, and (3) winter seawater temperatures are significantly lower than in the Red Sea or the Levantine Basin—raises an intriguing question: does the Vis Archipelago population of *S. schimperi* truly originate from the Red Sea, or could it represent a warm-temperate lineage with a genotype more resistant to the colder winter temperatures of the Middle Adriatic?

Keywords: invasive species; species origin; impact on benthos

O - 73

KULTIVAR DOMAĆINA I SOJ FITOPLAZME OBLIKUJU FIZIOLOŠKE ODGOVORE VINOVE LOZE NA INFEKCIJU

Davosir Dino[1], Šola Ivana[1], Ludwig-Müller Jutta [2], Ivančan Goran[3], **Šeruga Musić Martina**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska;
[2]Faculty of Biology, Technische Universität Dresden, Dresden, Zellescher Weg 20b, Germany;
[3]Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb, Gorice 68b, Hrvatska

dino.davosir@biol.pmf.hr; martina.seruga.music@biol.pmf.hr

Fitoplazme su fitopatogene bakterije koje uzrokuju velike probleme u poljoprivredi. Proizvodnja vinove loze u Europi ugrožena je zbog dvije vrste fitoplazmi: "*Candidatus Phytoplasma solani*" i fitoplazme *Flavescence dorée* (FDp). Zbog nemogućnosti rutinskih izolacija i uzgoja fitoplazmi u čistoj kulturi *in vitro*, kao i metodološki zahtjevnih inokulacija, ove bakterije su još uvijek nedovoljno istražene unatoč svojoj gospodarskoj važnosti. Genomske studije različitih fitoplazmi otkrile su značajnu varijabilnost, ne samo između različitih vrsta već i među sojevima iste vrste. U ovoj studiji analizirali smo utjecaj dvaju sojeva FDp-a (genotipovi M38 i M54) na kultivar vinove loze "Pinot gris" Također smo ispitali utjecaj soja FDp-M38 na kultivar "Pinot noir" kako bismo procijenili utjecaj varijeteta domaćina na ishod infekcije. Za procjenu fiziološkog odgovora lišća vinove loze prikupljenog s terena korišteni su uobičajeni biomarkeri stresa, koji su analizirani spektrofotometrijski i kromatografski. Rezultati su pokazali da je soj M54 povezan s manjom akumulacijom topljivih šećera i manjim oštećenjem fotosintetskih pigmenata, uz zadržavanje višeg titra u usporedbi sa sojem M38. Epidemiološki agresivniji soj M54 izazvao je snažnije smanjenje akumulacije fenola na početku, a zatim veće povećanje krajem vegetacijske sezone, u usporedbi s manje agresivnim M38. Izražene fiziološke promjene ovisne o genotipu fitoplazme, koje su potencijalno posljedica razlika M54 i M38 na razini učinkovitosti njihovih efektora, zaslužuju daljnja istraživanja. Dodatno, uspostavljene su korelacije između parametara procijenjenih u kultivarima "Pinot gris" i "Pinot noir" zaraženima sojem M38, što upućuje na sličnu regulaciju fizioloških odgovora i metaboličkih puteva u različitim kultivarima, iako su kod specifičnih biomarkera uočeni različiti obrasci. Ova studija djelomično je financirana sredstvima Hrvatske zaklade za znanost, projekti IP-2019-04-2469 i IPS-2024-02-3910.

Ključne riječi: fitoplazme, interakcije biljka-patogen, oksidacijski stres, polifenoli, vinova loza

HOST VARIETY AND PHYTOPLASMA STRAIN SHAPE GRAPEVINE PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO INFECTION

Phytoplasmas are phytopathogenic bacteria that cause severe problems in agriculture. Grapevine production in Europe is threatened by two major phytoplasmas, "*Candidatus Phytoplasma solani*" and the *Flavescence dorée* phytoplasma (FDp). Due to the inability to isolate and propagate phytoplasmas in a pure culture and the methodologically challenging inoculations, they remain insufficiently studied despite their economic importance. Genomic studies of various phytoplasma species have revealed significant variability, not only between species but also among strains of the same species. Therefore, in this study, we aimed to analyse the impact of two FDp strains (genotypes M38 and M54) on the grapevine variety "Pinot gris". Additionally, we investigated the impact of FDp-M38 on the "Pinot noir" to assess if the host variety plays a role in the outcome of the infection. To evaluate the physiological response of the field-collected grapevine leaves, we utilised common stress biomarkers and analysed them by spectrophotometry and chromatographic methods. The results indicated that the M54 strain was associated with a lower accumulation of soluble sugars and less damage to photosynthetic pigments while retaining a higher titre than M38. The epidemiologically more aggressive M54 induced stronger downregulation of phenolics' accumulation at the beginning and higher upregulation by the end of the season than M38. Pronounced phytoplasma strain-specific changes in grapevine physiology, potentially caused by the differences between established between parameters evaluated in M38-infected "Pinot gris" and "Pinot noir", indicating a similar regulation of responses and pathways in different varieties, with distinct patterns observed for specific biomarkers. This study was funded by the Croatian Science Foundation grants IP-2019- 04-2469 and IPS-2024-02-3910.

Keywords: grapevine, oxidative stress, polyphenols, phytoplasmas, plant-pathogen interactions

O - 74

OTKRIVANJE SKRIVENE RAZNOLIKOSTI: GENOTIPSKA VARIJABILNOST IZOLATA RODA *SAPROLEGNIA* S HRVATSKIH PASTRVSKIH RIBNJAKA

Pavić Dora[1], Mihin Ana[1], Schwerer Mia[2], Bielen Ana[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, Pierottieva 6, Hrvatska;
[2]Medicinsko Sveučilište u Grazu, Graz, Neue Stiftingtalstraße 6, Austria

dora.pavic@pbf.unizg.hr

Rod *Saprolegnia* uzročnik je saprolegnioze, bolesti u slatkovodnoj akvakulturi. Njeni negativni učinci posebno su izraženi u uzgoju salmonida, gdje izbijanja bolesti često dovode do značajnih gospodarskih gubitaka. Unatoč njezinoj važnosti, spoznaje o genetičkoj raznolikosti vrsta roda *Saprolegnia* još su uvijek ograničene. Dosadašnja istraživanja pokazala su da izolati iste vrste mogu pokazivati znatnu fenotipsku varijabilnost, uključujući i razlike u virulentnosti. U ovom istraživanju po prvi puta smo analizirali genotipsku raznolikost izolata roda *Saprolegnia* (*S. parasitica*, *S. australis*, *S. delica* i *S. ferax*) prikupljenih s četiri hrvatska pastrvska ribnjaka (Solin, Kostanjevac, Radovan i Gračani). Odrasle ribe i voda uzorkovani su kod sva četiri ribnjaka, dok su jaja sakupljena samo iz ribnjaka Radovan. Primijenili smo metodu tipizacije višestrukih lokusa (engl. *multilocus sequence typing*, MLST) temeljenu na shemi od sedam održavateljskih gena (engl. *housekeeping genes*) za genotipizaciju 110 čistih kultura roda *Saprolegnia*. Rezultati su otkrili visoku raznolikost genotipova (engl. *diploid sequence type*, DST), od kojih je većina bila nova i specifična za mjesto uzorkovanja, što upućuje na ograničenu rasprostranjenost. Zabilježene su značajne fenotipske razlike (tj. varijacije u brzini rasta micelija) između DST-ova iste vrste. Određene vrste i genotipovi izolirani su pretežito s odraslih riba (npr. *S. parasitica* DST19) ili jaja (npr. *S. parasitica* DST7), dok su drugi uglavnom izolirani iz vode (npr. *S. australis* DST2 i *S. delica* DST2). Rezultati upućuju na to da neki genotipovi mogu pokazivati višu virulentnost, predstavljajući time povećani rizik od izbijanja saprolegnioze u akvakulturi. Dobivena saznanja mogu poslužiti kao temelj za buduća istraživanja usmjerena na povezivanje genotipa s patogenošću i okolišem, kao i za razvoj ciljanih strategija praćenja i procjene rizika.

Ključne riječi: genotipizacija, akvakultura, saprolegnioza, virulencija

UNCOVERING HIDDEN DIVERSITY: GENOTYPIC VARIATION OF *SAPROLEGNIA* ISOLATES FROM TROUT FARMS IN CROATIA

Saprolegnia spp. are the causative agents of saprolegniosis, an important disease in freshwater aquaculture. Its negative effects are particularly pronounced in salmonid farming, where outbreaks frequently result in considerable economic losses. Despite its significance, knowledge of the genetic diversity of *Saprolegnia spp.* remains limited. Previous studies have shown that isolates of the same species can display considerable phenotypic variation, including differences in virulence. In this study, we have for the first time analysed the genotypic diversity of Saprolegnia isolates (*S. parasitica*, *S. australis*, *S. delica*, and *S. ferax*) collected from four Croatian trout farms (Solin, Kostanjevac, Radovan i Gračani). Adult fish and water were sampled from all four trout farms, while eggs were collected only from the Radovan. We applied multilocus sequence typing (MLST) based on a seven housekeeping-gene scheme to genotype 110 Saprolegnia pure cultures. The results revealed a high diversity of diploid sequence types, DSTs, most of which were novel and specific to the sampling location, suggesting limited dispersal. Significant phenotypic differences (i.e. variations in mycelial growth rates) were observed among DSTs of the same species. Certain species and genotypes were predominantly isolated from adult fish (e.g., *S. parasitica* DST19) or eggs (e.g., *S. parasitica* DST7), whereas others were primarily recovered from water (e.g., *S. australis* DST2 and *S. delica* DST2). These findings suggest that some genotypes may exhibit higher virulence, posing an increased risk for saprolegniosis outbreaks in aquaculture systems. Obtained information can provide a foundation for future research linking genotype with pathogenicity and environmental persistence, as well as for the development of targeted monitoring and risk assessment strategies.

Keywords: genotyping, aquaculture, saprolegniosis, virulence

O - 75

RAZOTKRIVANJE SVESTRANOG PATOGENA: POTRAGA ZA EFEKTORIMA U GENOMIMA BAKTERIJE "*CANDIDATUS PHYTOPLASMA SOLANI*" I NJIHOVIM CILJEVIMA U DOMAĆINIMA

Šeruga Musić Martina[1], Drčelić Marina[1], Polak Bruno[1], Bauer Nataša[1], Škiljaica Andreja[1], Pei Shen- Chian[2], Kuo Chih-Horng[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska;
[2]Institute of Plant and Microbial Biology, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, Taipei City, No. 128, Section 2, Academia Rd, Nangang District, Taiwan

martina.seruga.music@biol.pmf.hr

Tijekom koevolucije mikroba i njihovih domaćina, patogeni su stekli širok raspon efektora koji povećavaju njihovu virulenciju remeteći obrambene mehanizme i razvojne procese domaćina. Fitoplazme (rod "*Candidatus Phytoplasma*") obuhvaćaju skupinu nekultivabilnih endocelularnih bakterija koje inficiraju brojne biljne vrste i uzrokuju značajne ekonomske gubitke. Imaju složen parazitski ciklus kolonizirajući biljni floem i kukce te male i repetitivne genome sklone rearanžmanima putem genetičkih elemenata nalik transpozonima, nazvanim potencijalne mobilne jedinice (PMU). Kako bismo dobili uvid u genomsku raznolikost vrste "*Ca. P. solani*" i njenih potencijalnih efektora, proveli smo sekvenciranja MiSeq i ONT, te genomske studije 3 soja. Komparativne genomske studije pokazale su visoku razinu genomske raznolikosti među sojevima i otkrile prisutnost potencijalnih efektorskih gena, uključujući homologe već karakteriziranih fitoplazmatskih efektora. Često su potencijalni efektorski geni pronađeni unutar regija PMU. Također, naš je cilj bio istražiti utjecaj odabranih efektora na uročnjak *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. i moguće interakcije s biljnim transkripcijskim faktorima. Naše studije na transformiranim biljkama uročnjaka s prekomjernom ekspresijom efektorskih gena SAP11-like i SAP54-like pokazale su da efektori SAP11-like i SAP54-like značajno utječu na rast i razvoj biljaka uzrokujući razvoj manjih i naboranih listova, smanjene biomase, više aksilarnog grananja, promjena u komuškama i pojačani razvoj dlaka na listovima i cvjetnoj stapci. Metodom in planta bimolekularne fluorescentne komplementacije (BIFC) otkrivene su interakcije efektora SAP11-like s transkripcijskim faktorima AtTCP2 i AtTCP4, dok je efektor SAP54-like interagirao s AP1 i SEP3. Naša studija pruža nove podatke o diverzifikaciji genoma "*Ca. P. solani*" i njihovim interakcijama s ciljanim molekulama domaćina, što može doprinijeti razotkrivanju strategija patogenosti ovog svestranog patogena.

Ključne riječi: arabidopsis, biljni patogeni, faktori virulencije, mobilni genetički elementi, patogenost

UNRAVELLING A VERSATILE PATHOGEN: QUEST FOR EFFECTORS AND THEIR HOST TARGETS IN "*CANDIDATUS PHYTOPLASMA SOLANI*" GENOMES

During the co-evolution of microbes and their hosts, pathogens acquired a wide array of effectors that increase their virulence by disturbing hosts' defence mechanisms and developmental processes. Phytoplasmas (genus "*Candidatus Phytoplasma*") comprise a group of uncultivable endocellular bacteria infecting numerous plant species and causing significant economic losses. They have a complex parasitic cycle colonizing plant phloem and insects. Their small and repetitive genomes are prone to rearrangements via putative transposon-like elements named potential mobile units (PMUs). In order to get insight into the genomic diversity of "*Ca. P. solani*" and repertoire of putative effectors, we performed MiSeq and ONT sequencing and genomic studies of 3 strains. Comparative genomic studies indicated high level of genomic diversity among strains and revealed the presence of putative effector genes, including homologues of already characterized phytoplasma effectors. Frequently, putative effector genes were found within PMU-like regions. Also, we aimed to investigate the impact of selected effectors on *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. plants and possible interactions with plant transcription factors. Our studies on transformed plants overexpressing effector genes SAP11-like or SAP54-like showed that SAP11-like and SAP54-like effectors significantly affected plant growth and development by inducing changes such as leaf size reduction and crinkling, reduced biomass, excess of axillary branches, changes in siliques and appearance of hairy leaves and flowering stems. Moreover, in planta bimolecular fluorescence complementation (BIFC) assays detected interactions of SAP11-like effector with plant transcription factors AtTCP2 and AtTCP4, while SAP54-like effector interacted with AP1 and SEP3. Our study provides novel data on diversification of "*Ca. P. solani*" genomes and their interactions with host targets, which facilitates unravelling pathogenicity strategies of this pathogen.

Keywords: arabidopsis, mobile genetic elements, pathogenicity, plant pathogens, virulence factors

O - 76

MASNOKISELINSKI SASTAV KRVI SLOBODNOŽIVUĆE POPULACIJE EUROAZIJSKOG RISA - PRELIMINARNO ISTRAŽIVANJE

Bradić Antonio[1], Aladrović Jasna[1], Topličanec Ira[1], Sindičić Magda[1], Kusak Josip[1], Gomerčić Tomislav[1], **Pađen Lana**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zagreb, Heinzelova 55, Hrvatska

lpaden@vef.unizg.hr

Euroazijski ris (*Lynx lynx*), najveća mačka na europskom kontinentu, strogo je zaštićena vrsta te kao ključna vrsta odražava dobrobit cijelog ekosustava. Mačke su obvezni mesojedi, ne mogu sintetizirati esencijalnu linolnu masnu kiselinu (MK) (C18:2n-6) te imaju ograničenu sposobnost sinteze uvjetno esencijalne arahidonske kiseline (C20:4n-6). Kod većine životinja, trans MK ne mogu se sintetizirati u organizmu te njihov nalaz može upućivati na specifičnu prehranu. Analiza sastava MK može pružiti uvid u prehrambene navike, imunološki i reproduktivni status, te procjenu zdravlja jedinke i populacije. Sastav MK u krvi euroazijskog risa nije istražen, stoga je cilj ovog istraživanja bio, po prvi put, odrediti sastav MK u krvi i ženki (N=4) i mužjaka (N=6) slobodnoživućih jedinki euroazijskog risa u Hrvatskoj. Životinje su uhvaćene u kavezne zamke s ciljem istraživanja aktivnosti i kretanja, a uzorci krvi su prikupljeni za praćenje zdravlja populacije. Ukupni lipidi seruma i izoliranih eritrocita ekstrahirani su, a sastav MK određen je plinskom kromatografijom. Visoka zastupljenost C18:1n-9 u obje vrste uzoraka (serum, ženke: 20,2±3,1% naspram 21,0±2,5%; eritrociti, ženke: 16,7±7,5% naspram 12,9±2,9%) i prisutnost trans MK (C16:1t, serum, ženke: 4,8±2,6% naspram 4,8±1,5%; eritrociti, ženke: 9,2±1,8% naspram 8,9±2,9%) mogu se povezati s prehrambenim navikama preživača. MK poput C18:2n-6 (serum, ženke: 13,2±7,3% naspram 9,0±1,9%; eritrociti, ženke: 9,0±5,5% naspram 18,5±10,0%) i C20:4n-6 (serum, ženke: 9,5±2,0% naspram 10,1±4,4%; eritrociti, ženke: 2,9±0,6% naspram 2,8±1,9%) bile su prisutne u obje vrste uzoraka. Literatura navodi važnost tih MK za zdravlje jedinke, održavanje integriteta staničnih membrana te komunikaciju između stanica. Informacije o zdravstvenom stanju krovne vrste predatora važne su za strategije očuvanja okoliša i vrsta.

Ključne riječi: krv, masnokiselinski sastav, Euroazijski ris

BLOOD FATTY ACID COMPOSITION OF FREE-RANGING EURASIAN LYNX - PRELIMINARY STUDY

The Eurasian lynx (*Lynx lynx*), the largest felid on the European continent, is a strictly protected species and as a keystone species reflects the well-being of the entire biodiversity pyramid. Cats are, cannot synthesize the essential linoleic fatty acid (FA) (C18:2n-6) and have a limited ability to synthesize the conditionally essential arachidonic acid (C20:4n-6). In most animals, trans FA cannot be synthesized in organism and their identification in the tissues can suggest specific feeding. Analyzing FA composition can provide insight into feeding habits, immune and reproductive status, and individual and population health. The FA composition of the Eurasian lynx blood has not yet been investigated, therefore the aim of this study was, for the first time, to determine blood FA composition in both female (N=4) and male (N=6) free-ranging Eurasian lynx in Croatia. Animals were captured with box traps to investigate movement and activity patterns, while blood samples were taken as a part of the health monitoring program. Total lipids of serum and isolated erythrocytes were extracted, and composition of FA was determined by gas chromatography. The high proportion of C18:1n-9 in both sample types (serum, females: 20.2±3.1% vs. 21.0±2.5%; erythrocytes, females: 16.7±7.5% vs. 12.9±2.9%, respectively) and presence of trans FA (C16:1t, serum, females: 4.8±2.6% vs. 4.8±1.5%; erythrocytes, females: 9.2±1.8% vs. 8.9±2.9%, respectively) could be linked with feeding habits comprising ungulates. FA such as C18:2n-6 (serum, females: 13.2±7.3% vs. 9.0±1.9%; erythrocytes, females: 9.0±5.5% vs. 18.5±10.0%, respectively) and C20:4n-6 (serum, females: 9.5±2.0% vs. 10.1±4.4%; erythrocytes, females: 2.9±0.6% vs. 2.8±1.9%) were present in both sample types. Literature states a positive association of those FA with an individual's health and requirement for membrane integrity and regulatory cell signals. Information on health status of the top predator population is important for environmental and species conservation strategies.

Keywords: blood, fatty acid composition, Eurasian lynx

O - 77

DVADESETOTJEDNA PREHRANA S VISOKIM UDJELOM MASTI DOPRINOSI SMANJENJU BROJA CD3+ T-LIMFOCITA UNUTAR EPITELNOG SLOJA STANICA U TANKOM CRIJEVU MIŠA

Vidović Iviš Sonja[1], Srakočić Sanja[1], Antolić Maja[1], Milutinović Vuk[1], Stražić Geljić Ivana[1], Ognjenović Anja[1], Brzica Hrvoje[1], Glojnarić Ines[1], Čužić Snježana[1]

[1]Selvita d.o.o., Zagreb, Prilaz baruna Filipovića 29, Hrvatska

sonja.vidovicivis@selvita.com

Crijevni imunološki sustav ima važnu ulogu u održavanju homeostaze crijeva. Ključne komponente crijevne imunološke barijere su T-limfociti, koje se nalaze u lamini propriji te u intraepitelnom odjeljku resica tankog crijeva. Poznato je da hrana bogata mastima utječe na populaciju imunoloških stanica, uključujući T-limfocite koji eksprimiraju CD3. Miševi hranjeni hranom s visokim udjelom masti predstavljaju jedan od modela za proučavanje metaboličkih i upalnih bolesti. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati utjecaj hrane s visokim udjelom masti na broj CD3+ T-limfocita unutar epitelnog sloja resica u tankom crijevu miševa. Mužjaci miševa soja C57Bl/6J (n=5 po grupi), stari 5–6 tjedana, hranjeni su tijekom 20 tjedana hranom s visokim udjelom masti, a kontrolna skupina je hranjena standardnom prehranom. Prikupljena su tri uzorka tankog crijeva po životinji, fiksirana u formalinu, uklopljena u parafin i izrezana te obojena imunohistokemijski pomoću anti-CD3 antitijela, a potom analizirana pomoću softvera za digitalnu analizu slike. Broj stanica pozitivnih na CD3 je izražen po mm² epitela resica tankog crijeva. U usporedbi s miševima hranjenim kontrolnom prehranom, u resicama tankog crijeva miševa hranjenih prehranom s visokim udjelom masti broj intra-epitelnih T-limfocita koji eksprimiraju CD3 je značajno snižen (p=0,0040). Prehrana s visokim udjelom masti značajno smanjuje broj intra-epitelnih T-limfocita koji eksprimiraju CD3, što sugerira da prehrambene masti mogu narušiti funkciju imunološkog sustava sluznice ili migraciju T-limfocita. Ovi rezultati upućuju na potrebu daljnjeg istraživanja potencijalnih mehanizama putem kojih prehrana bogata mastima može utjecati na imunološku homeostazu crijeva.

Ključne riječi: prehrana s visokim udjelom masti, CD3+ T-limfociti, crijevni imunološki sustav, intraepitelni limfociti

A 20-WEEK HIGH FAT DIET CONTRIBUTES TO A DECREASE IN THE NUMBER OF CD3+ T-LYMPHOCYTES WITHIN THE EPITHELIAL CELL LAYER IN THE SMALL INTESTINE OF MICE

The intestinal immune system has an important role in maintaining gut homeostasis. Key components of the intestinal immune barrier are T lymphocytes, which are found in lamina propria and in the intra-epithelial compartment. High fat diet is known to alter immune cell populations, including CD3+ T-lymphocytes. High-fat diet (HFD) fed mice are commonly used to mimic metabolic and inflammatory diseases. The objective of the study was to investigate the impact of high fat diet consumption on the number of CD3+ T-lymphocytes in the mouse small intestine. Male mice of the C57Bl/6J strain (n=5 per group), aged 5–6 weeks, were fed a high-fat diet for 20 weeks, while the control group was fed a standard diet. Samples of the small intestine were collected at three levels, fixed in formalin, embedded in paraffin, sectioned, and stained immunohistochemically using anti-CD3 antibody, and subsequently analyzed using digital image analysis software. The number of CD3+ cells was expressed per mm² of villus epithelium in the small intestine. Compared to mice fed a control diet, the number of intraepithelial CD3+ T- lymphocytes in the small intestinal villi of mice fed a high-fat diet was significantly reduced ($p=0.0040$). High fat diet significantly reduces the number of intra-epithelial CD3+ T-lymphocytes, suggesting that dietary fat could impair mucosal immune system or T-lymphocyte recruitment. These findings may lead to further investigation of potential mechanisms by which high fat diet could influence gut immune homeostasis.

Keywords: high-fat diet, CD3+ T-lymphocytes, intestinal immune system, intraepithelial lymphocytes

O-78

OSJET OKUSA, PUŠENJE I UHRANJENOST ADOLESCENATA U ZAGREBU – PILOT ISTRAŽIVANJE

Bencerić Veronika[1], Peričić Salihović Marijana[1], Šunić Iva[1], Zajc Petranović Matea[1]

[1]Institut za antropologiju, Zagreb, Gajeva ulica 32, Hrvatska

veronika.benceric@inantro.hr

Osjet okusa ima važnu ulogu u izboru hrane, a dublje razumijevanje povezanosti između percepcije okusa, individualnih preferencija pri odabiru određenih okusa i prehrambenih obrazaca, pruža uvid u mehanizme koji oblikuju prehrambene navike. Razlike između pojedinaca u osjetljivosti na određene okuse mogu utjecati na njihovu sklonost odabiru određenih namirnica, što posljedično može imati implikacije na njihov status uhranjenosti i zdravstvene ishode. Utjecaj pušenja na osjet okusa također može imati posljedice na odabir hrane. Cilj ovog istraživanja bio je odrediti prag i točnost prepoznavanja osnovnih okusa – slatkog, slanog, kiselog, gorkog i umamija – kod adolescenata oba spola kao i utvrditi njihov pušački status, te istražiti povezanost navedenih čimbenika sa stupnjem uhranjenosti, definiranom prema indeksu tjelesne mase (ITM). Preliminarno istraživanje provedeno je na uzorku od 140 učenika zagrebačkih srednjih škola. Uključivalo je senzoričko testiranje ispitanika korištenjem validiranog seta filter trakica za detekciju praga okusa (ODOFIN), uključujući i posebni set istog proizvođača za umami okus, ispunjavanje anketnog upitnika o njihovim pušačkim navikama te antropometrijska mjerenja. Na temelju dobno i spolno specifičnih graničnih vrijednosti percentila kako ih definira International Obesity Task Force, uzorak je podijeljen u četiri skupine: pothranjene osobe, zdravo uhranjene osobe, prekomjerno teške te pretile osobe. Prikupljeni podaci analizirani su radi ispitivanja povezanosti praga i točnosti prepoznavanja ovih pet okusa i pušačkog statusa adolescenata s njihovim stanjem uhranjenosti. S obzirom na visoku prevalenciju pretilosti kod djece i mladih u Hrvatskoj, istraživanje uloge osjeta okusa kao potencijalnog čimbenika rizika u razvoju prekomjerne tjelesne mase kod adolescenata predstavlja važan doprinos razumijevanju prehrambenih navika i razvoju ciljanih preventivnih strategija.

Ključne riječi: adolescenti, uhranjenost, osjet okusa, percepcija okusa, pušenje

A PERCEPTION OF TASTE, SMOKING, AND NUTRITIONAL STATUS AMONG ADOLESCENTS IN ZAGREB – A PILOT STUDY

The sense of taste plays an important role in food selection. A deeper understanding of the relationship between taste perception, individual preferences for specific flavours, and dietary patterns can provide some valuable insights into the mechanisms that shape eating habits. Differences between individuals in taste sensitivity may influence their food choices and, consequently, impact nutritional status and future health outcomes. Additionally, smoking can affect taste perception and thereby influence dietary behaviour. The aim of this study was to determine the taste recognition threshold and accuracy for the five basic tastes – sweet, salty, sour, bitter, and umami - and to assess the smoking status of both male and female adolescents, as well as to explore the association of these factors with nutritional status, defined according to body mass index (BMI). A preliminary study was conducted on a sample of 140 high school students from Zagreb. The study included sensory testing using a validated set of taste threshold filter test strips (ODOFIN), and a specialized umami taste test set by the same manufacturer. Participants completed the questionnaire on smoking habits and their anthropometric measurements were taken. Based on age- and sex-specific percentile cut-off values, defined by the International Obesity Task Force, participants were categorized into four groups: thinness, normal weight, overweight, and obese. The collected data were analysed to investigate the relationship between taste recognition thresholds, taste identification accuracy, smoking status, and nutritional status among adolescents. Given the high prevalence of obesity in children and adolescents in Croatia, investigating the role of perception of taste as a potential risk factor in the development of overweight and obesity offers an important contribution to the understanding of eating behaviours and to the development of targeted prevention strategies.

Keywords: adolescents, nutritional status, sense of taste, taste perception, smoking

O - 79

RAZUMIJEVANJE KONCEPTA ZRAKA KROZ OBRAZOVNE RAZINE

Gutić Tea[1], Pirić Ana[1], **Meštrović Ozrenka**[2], Meštrović Jasenka[3], Labak Irena[1]

[1]Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek, Ulica cara Hadrijana 8/A, Hrvatska;
[2]Osnovna škola „A. G. Matoš" Vinkovci, Vinkovci, Ohridska 21, Hrvatska;
[3]Osnovna škola Vođinci, Vođinci, Slavonska 21, Hrvatska

ozrenka.mestrovic@skole.hr

Cilj istraživanja bio je ispitati razumijevanje koncepta svojstava zraka s obzirom na dob. Kako se koncept nadograđuje kroz obrazovne cikluse i razine sadržajem iz prirodoslovnih predmeta pretpostavljeno je da se razumijevanje poboljšava s dobi. Istraživanje je provedeno 2024./2025. godine na uzorku učenika petog i osmog razreda osnovne škole, prvog i četvrtog razreda srednje škole te studenata treće godine prijediplomskog studija Biologija (ukupan broj ispitanike je 244). Pisana provjera znanja sastojala se od 13 zadataka, a ispitivala je teorijsko znanje, tumačenje grafičkih prikaza i primjenu znanja u životnim situacijama. Rezultati ANOVA testa pokazali su da ukupni rezultat pisane provjere znanja raste s dobi: peti razred postigao je najslabiji rezultat, osmi nešto bolji, dok su prvi i četvrti razred srednje škole te studenti ostvarili značajno bolje rezultate u odnosu na učenike osnovne škole. Međutim, nije bilo statistički značajne razlike između petog i osmog razreda, kao ni između prvog i četvrtog razreda srednje škole. ANOVA analizom pojedinih dijelova pisane provjere dobiveni su detaljniji uvidi: u teorijskom dijelu studenti su najuspješniji, ali bez značajne razlike u odnosu na prvi i četvrti razred. U dijelu koji ispituje tumačenje grafičkih prikaza, osmi razred statistički je slabiji od petog, a studenti ne pokazuju značajno bolje rezultate od učenika četverog razreda. U zadacima primjene znanja u svakodnevnom životu, rezultati pokazuju da između studenta i učenika oba razreda srednje škole nema značajne razlike. Višestrukom regresijskom analizom utvrđeno je da su dob ($\beta = 0,647$), ocjena iz predmeta ($\beta = 0,307$) i spol ($\beta = 0,138$) značajni prediktori ukupnog rezultata ($R^2 = 0,446$; $p < 0,05$). Dob se pokazala kao najjači prediktor uspjeha, i u ukupnom rezultatu i u sva tri pojedinačna dijela testa. Zanimanje za predmet je značajan prediktor samo u dijelu koji ispituje primjenu znanja u životnim situacijama, dok način učenja nije imao značajan doprinos ni u jednom segmentu.

Ključne riječi: dob, primjena znanja, studenti, učenici, vizualna pismenost

UNDERSTANDING THE CONCEPT OF AIR ACROSS EDUCATIONAL LEVELS

The aim of this study was to examine the understanding of the concept of air properties in relation to age. Since this concept is developed through natural science subjects across educational levels, it was hypothesized that understanding would improve with age. The study was conducted during the 2024/2025 school year on a sample of students from the 5th and 8th grades of primary school, 1st and 4th grades of secondary school, and third-year undergraduate biology students (N =244). A written test consisting of 13 tasks assessed theoretical knowledge, interpretation of graphical data, and application of knowledge in everyday situations. ANOVA results showed that overall test scores increased with age: 5th graders scored lowest, followed by 8th grade, while secondary and university students performed significantly better than primary school students. However, differences between 5th and 8th grade, and between 1st and 4th secondary grades, were not statistically significant. Section-level ANOVAs revealed further insights: in the theoretical part, university students scored highest, but differences with 1st and 4th secondary grades were not significant. In interpreting graphs, 8th graders scored significantly lower than 5th graders, while university students did not outperform 4th grade students. In applying knowledge to real-life situations, no significant differences were found between secondary and university students. Multiple regression analysis showed that age ($\beta = 0.647$), subject grade ($\beta = 0.307$), and gender ($\beta = 0.138$) significantly predicted overall test results ($R^2 = 0.446$; $p < 0.05$). Age was the strongest predictor across the full test and all three sections. Interest in the subject was a significant predictor only for real-life application tasks, while learning style had no significant effect in any part of the test.

Keywords: age, knowledge application, students, pupils, visual literacy

O - 80

RAZUMIJEVANJE KONCEPTA ENERGIJE U VERTIKALI BIOLOŠKOG GIMNAZIJSKOG OBRAZOVANJA

Bakarić Ana[1,2], **Vrbanović Lisac Dorotea**[1,3], Radanović Ines[4]

[1]Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Split, Ruđera Boškovića 33, Hrvatska;
[2]Osnovna škola Malešnica, Zagreb, Ul. Ante Topića Mimare 36, Hrvatska;
[3]V. gimnazija, Zagreb, Klaićeva 1, Hrvatska;
[4]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

abakar24@pmfst.hr; dovrbano@pmfst.hr

Cilj istraživanja bio je ispitati izgradnju makrokoncepta Energija u živome svijetu kroz vertikalu gimnazijskog obrazovanja. Istraživanje je provedeno u jesen 2021. godine na prigodnom uzorku od 1271 učenika od 1. do 4. razreda gimnazije. U analizu su uključeni odgovori učenika na zadatke zatvorenog tipa, koja su provjeravala retenciju znanja uz razumijevanje koncepta Energetski učinci prehrane živih bića iz prethodnog razreda. Čestice zadataka su kodirane prema točnosti, kognitivnoj razini učenja i težini čestice, a u ukupnom rezultatu uvažavana je složenost zadataka na osnovu kodiranih svojstava čestice. Na temelju toga izračunata je uspješnost rješavanja za svakog učenika. Za statističku analizu korištena je jednosmjerna analiza varijance (ANOVA), a zbog narušene homogenosti varijanci primijenjen je Welch test s Games-Howell *post-hoc* analizom. Razumijevanje koncepta energije visoko je u 1. razredu u skladu s probirom gimnazijske populacije učenika. U gimnazijskom učenju dolazi do pada uspješnosti razumijevanja koncepta energije u 2. razredu. Pad se nastavlja u 3. razredu, ali se ostvarena uspješnost (oko 70 %) zadržava u 4. razredu, kao odraz dubljeg ulaska u razumijevanje procesa vezanih uz koncept. Rezultati ukazuju i na metodološki izazov u poučavanju koncepta energije, jer se pojedini koncepti u različitim razredima često poučavaju na istim primjerima, što smanjuje motivaciju učenika, jer sadržaj doživljavaju kao već poznat i ne donosi im novo razumijevanje. Kako bi se to izbjeglo, u skladu s kurikulumom i dobi učenika potrebno je omogućiti razumijevanje potrebnih procesa uz konceptualnu izgradnju te usuglasiti okvire i raznolikost konteksta poučavanja za pojedini razred – od jednostavnijih u osnovnoj školi prema integriranim i interdisciplinarnim u gimnaziji.

Ključne riječi: energija, gimnazija, konceptualno razumijevanje, izgradnja koncepta

UNDERSTANDING THE CONCEPT OF ENERGY IN THE VERTICAL DIMENSION OF BIOLOGICAL SECONDARY SCHOOL (GYMNASIUM) EDUCATION

This study aimed to examine the development of the macroconcept Energy in Living Systems across the vertical progression of secondary school education. Conducted in the autumn of 2021, the research involved a convenience sample of 1,271 students from the 1st to the 4th grade of grammar school. Data analysis was based on students' responses to closed-ended tasks designed to assess both knowledge retention and the understanding of the concept Energy Effects of Nutrition in Living Organisms from the previous grade. Items were coded according to accuracy, cognitive learning level, and difficulty, with overall performance calculated by considering the complexity of tasks derived from these coded characteristics. Statistical analysis was performed using one-way analysis of variance (ANOVA), with Welch's test and Games-Howell post-hoc analysis applied due to the violation of variance homogeneity. Findings indicate that understanding of the energy concept is high in the 1st grade, reflecting the selective nature of secondary school admission. However, comprehension declines in the 2nd grade and continues to decrease in the 3rd grade, before stabilizing at approximately 70% in the 4th grade, suggesting a deeper conceptual engagement with related processes. The results further reveal a methodological challenge in teaching energy: certain sub-concepts are repeatedly presented through identical examples across grades, which reduces student motivation and limits opportunities for new understanding. To address this, and in alignment with curriculum design and students' developmental stages, it is essential to support conceptual development through process-oriented learning and to diversify teaching contexts—progressing from simpler frameworks in primary education to integrated and interdisciplinary approaches in secondary school (gymnasium).

Keywords: energy, secondary school, conceptual understanding, concept development

O – 81

USVOJENOST KONCEPATA BOTANIKE U OSNOVNOŠKOLSKOM I SREDNJOŠKOLSKOM OBRAZOVANJU

Kletečki Nataša[1], Hruševar Dario[2], Šorgo Andrej[3], Mitić Božena[2]

[1]OŠ Bogumila Tonija, Samobor, Ivana Perkovca 90, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska
[3]Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Maribor, Koroška cesta 160, Slovenia

natasa.kletecki@gmail.com

Preliminarno istraživanje usvojenosti botaničkih koncepata provedeno u 8. razredu pokazalo je slabo konceptualno razumijevanje botanike. Ovo je istraživanje nastavak navedenog istraživanja, a provedeno neposredno prije i poslije stupanja na snagu Kurikuluma Prirode i društva, Prirode i Biologije, kao i prije i poslije *online* nastave. U istraživanju je sudjelovalo 1152 učenika, od čega 916 osnovnoškolaca i 236 srednjoškolaca. Cilj istraživanja bio je utvrditi stupanj usvojenosti botaničkih koncepata u vertikali obrazovanja. Statistička analiza provedena je pomoću softvera Jamovi 2.3. Rezultati pokazuju postotnu najveću uspješnost usvojenosti koncepata u nižim razredima osnovne škole (54,8 %), a najmanju u višim razredima osnovne škole (45,5 %). Kruskal-Wallisov test rangova ukazao je na statistički značajne razlike između razine obrazovanja s jakim učinkom. Trend pokazuje pad usvojenosti od nižih prema višim razredima osnovne škole, pri čemu je najviša uspješnost zabilježena u 4. razredu (54,8 %), a najniža u 8. razredu (45,5 %). Najveća prosječna uspješnost u 8. razredu ostvarena je 2023. godine (51,7 %), a najmanja 2021. godine (36,4 %). Varijacije rezultata također su povezane s godinama provođenja istraživanja i načinom izvođenja nastave. Rezultati pokazuju neznatno slabije uspjehe učenika tijekom *online* nastave u odnosu na one koji su nastavu pohađali uživo (36,4 % prema 39,5 %). Prosječna uspješnost usvojenosti koncepata kod učenika srednjih škola iznosi 48,8 %. S obzirom na fokus rada, detaljnije su istraživanja usvojenosti znanja provedena kod učenika osnovnih škola, te se preporučuje da buduća istraživanja dodatno razrade ovu temu i kod učenika srednjih škola. Istraživanje ukazuje i na potrebu za prilagodbom nastavnih sadržaja i metoda poučavanja kako bi se postigla veća usvojenost botaničkih koncepata.

Ključne riječi: priroda, biologija, nastavni sadržaji botanike, testiranje kroz vertikalu školovanja

ADOPTION OF BOTANY CONCEPTS IN PRIMARY AND SECONDARY EDUCATION

A preliminary study of the adoption of botanical concepts conducted in the 8th grade showed a poor conceptual understanding of botany. This study is a continuation of the aforementioned study, and was conducted immediately before and after the entry into force of the Nature and Society, Nature and Biology Curriculum, as well as before and after online teaching. The study involved 1,152 students, of whom 916 were primary school students and 236 were secondary school students. The aim of the study was to determine the degree of adoption of botanical concepts across the education vertical. Statistical analysis was conducted using the Jamovi 2.3 software. The results show that the highest percentage success rate of concept adoption was in the lower grades of primary school (54.8 %), and the lowest in the upper grades of primary school (45.5 %). The Kruskal-Wallis rank test indicated statistically significant differences between the levels of education with a strong effect. The trend shows a decrease in adoption from lower to higher grades of primary school, with the highest success rate recorded in the 4th grade (54.8 %), and the lowest in the 8th grade (45.5 %). The highest average success rate in the 8th grade was achieved in 2023 (51.7 %), and the lowest in 2021 (36.4 %). Variations in results are also related to the years of research and the method of teaching. The results show slightly lower success rates of students during online classes compared to those who attended classes in person (36.4 % vs. 39.5 %). The average success rate of concept acquisition among high school students is 48.8 %. Given the focus of the work, more detailed research on knowledge acquisition was conducted among elementary school students, and it is recommended that future research further elaborate on this topic among high school students. The research also indicates the need to adapt teaching content and teaching methods in order to achieve greater adoption of botanical concepts.

Keywords: biology, teaching contents of botany, testing through the education vertical

O - 82

OD KONCEPTA DO MISKONCEPCIJE

Marceljak Ilić Mihaela[1]

[1]XV. gimnazija, Zagreb, Jordanovac 8, Hrvatska

mmarceljak@mioc.hr

Jedna od već dobro poznatih miskoncepcija je kako veće stanice imaju veći omjer oplošja i volumena, no manje primijećen miskoncepcija je pogrešno vjerovanje da je efikasnost izmjene tvari ekvivalent brzini izmjene tvari čija pojavnost je ujedno tema ovog istraživanja dok je sam cilj istraživanja utvrditi koji udio učenika je tijekom i nakon iskustvenog učenja uvrstio miskoncepcije u svoju spoznaju , te koji udio učenika je istu miskoncepciju zadržao u dugoročno pamćenje. Sama metodologija rada uključuje 106 učenika 1. razreda gimnazije i sastoji se od četiri testiranja i eksperimentalnog rada te dvije refleksije rezultata. Prvi dio uključuje ispunjavanje *online* poveznice kako bi se ustvrdile predkoncepcije o odnosu oplošja i volumena. Učenici su potom učili otkrivanjem kroz eksperimentalni rad tijekom kojeg su bili vođeni zadacima te ispunjavali nastavni listić (2. testiranje). Nakon pismene korekcije nastavnih listića detektiran je udio miskoncepcija, te su dobili kratku pismenu refleksiju na isti. Listićem s zadacima otvorenog tipa (3. testiranje) opet je evidentiran udio miskoncepcija. Nakon testiranja s učenicima je provedena usmena refleksija kojom su analizirani procesi u nastavi i i uočene miskoncepcije. Tijekom 2. razreda učenici će pristupiti i završnom testiranju na temu odnos oplošja i volumena kako bi se utvrdilo jeli miskoncepcija zadržana u dugoročnom pamćenju. Preliminarni rezultati upućuju na prisutnost predmikoncepcije kod 34 % učenika te 16 % miskoncepcija koje učenici upotrebljavaju tijekom definiranja hipoteze i pisanja zaključka, a nakon pismene refleksije u 3. testiranju kod 32 % učenika uočena je prisutnost miskoncepcija. Provedena je usmena refleksije te će se nakon završnog testiranja uvidjeti koji su učinci učenja. Obzirom da je uočena manjkavost čitanja pismenih refleksija svakako savjetujem nakon istraživačkog učenja i usmene refleksije te dodatne korištenje dodatnih didaktičkih metoda rada kako se miskoncepcije ne bi zadržale.

Ključne riječi: miskoncepcije, iskustveno učenje, odnos oplošja i volumena

FROM CONCEPT TO MISCONCEPTION

One of the already well-known misconceptions is that larger cells have a bigger surface area to volume ratio, but a less noticed misconception is the erroneous belief that the efficiency of diffusion is equivalent to the rate of diffusion of substances whose incidence is also the topic of this research, while the aim of the research is to determine which proportion of students have included misconceptions in their knowledge during and after experiential learning, and what proportion of students retained the same misconception in their long-term memory. The methodology itself includes 106 students of the 9th and consists of four testing, experimental work and two reflections. The first part involves online test to establish preconceptions about the relationship between surface area to volume ratio. The students then learned by discovering through experimental work, during which they were guided by tasks and filled out the worksheet (2nd test). After worksheets correction, the proportion of misconceptions was detected, and students received a written reflection. The open-type task (3rd test) again recorded the proportion of misconceptions. After testing oral reflection was conducted, which analysed the teaching process and misconceptions. During the 10th grade students will take a final test related to surface area to volume ratio in order to determine whether the misconception is retained in long-term memory. Preliminary results indicate the presence of preconceptions in 34% of students and 16% of misconceptions used by students when defining a hypothesis/writing a conclusion. After written reflection in the 3rd test, 32 % of students used misconceptions. Oral reflections were conducted and after the final testing, it will be seen what the effects of learning are. The lack of reading written reflections has been observed, so I advise to proceed with oral reflection after experimental learning and use of additional didactic methods so that misconception would not persist.

Keywords: misconception, experiential learning, surface area to volume ratio

O - 83

OD MISKONCEPCIJA DO PRILIKA ZA UČENJE

Bilogrević Gatolin Vida[1], **Povalec Melita**[2]

[1]Osnovna škola Ive Andrića, Zagreb, Milovana Kovačevića 18, Hrvatska;
[2]Školska knjiga d.d., Zagreb, Masarykova 28, Hrvatska

Melita.Povalec@skolskaknjiga.hr

Cilj ovog preglednog rada je analizirati najčešće miskoncepcije – pogrešna vjerovanja koja potječu iz popularne kulture i svakodnevnih medijskih sadržaja – te ispitati njihov utjecaj na razumijevanje znanosti i prirodnih pojava. Analiza obuhvaća primjere iz animiranih filmova, reklama, javnih kampanja i internetskih članaka koji šire netočne predodžbe o životinjama, okolišu i ljudskom ponašanju. Korištena je metoda kvalitativne analize sadržaja kojom su uspoređene raširene tvrdnje s provjerenim znanstvenim objašnjenjima. Rezultati pokazuju da mediji često pojednostavljuju i senzacionalistički prikazuju znanost, čime oblikuju pogrešne predodžbe. Primjeri poput poistovjećivanja zeca i kunića u liku Zekoslava Mrkve, vjerovanja da bikove razdražuje crvena boja ili da šamponi „popravljaju" kosu pokazuju kako trivijalne poruke mogu imati trajan učinak na percepciju znanosti. Takvi sadržaji potvrđuju zapažanje Van Ripera da popularna kultura „više nego formalno obrazovanje oblikuje shvaćanje znanosti kod većine ljudi" (Van Riper AB, EMBO Reports, 2003) te nalaze Schielea da pseudoznanstveni narativi u medijima potiču skepticizam prema znanstvenim autoritetima (Schiele A, JCOM, 2020). Zaključci ističu da je razotkrivanje miskoncepcija ključno za razvoj znanstvene i medijske pismenosti. Učitelji i nastavnici imaju presudnu ulogu u tom procesu – prepoznajući zablude koje učenici donose iz medijskog okruženja, potičući kritičko promišljanje i usporedbu popularnih tvrdnji s dokazanim činjenicama, pritom stvarajući nove prilike za učenje. Sustavno uključivanje tema o zabludama u nastavu prirode i biologije pridonosi razumijevanju znanosti kao dinamičnog, istraživačkog procesa, a odgojno-obrazovni ishodi prirode i biologije koji tematiziraju znanost prilika su za razrješenje miskoncepcija.

Ključne riječi: miskoncepcije, popularna kultura, mediji, znanstvena pismenost

FROM MISCONCEPTIONS TO OPPORTUNITIES FOR LEARNING

This review paper aims to analyze the most common misconceptions – false beliefs originating from popular culture and everyday media content – and to examine their influence on the understanding of science and natural phenomena. The analysis includes examples from animated films, advertisements, public campaigns, and online articles that spread inaccurate notions about animals, the environment, and human behavior. The method of qualitative content analysis was used to compare widespread claims with verified scientific explanations. The results show that the media often oversimplify and sensationalize science, thereby shaping erroneous perceptions. Examples such as the identification of a hare and a rabbit in the character of Bugs Bunny (Zekoslav Mrkva), the belief that bulls are enraged by the color red, or that shampoos "repair" hair demonstrate how trivial messages can have a lasting impact on the perception of science. Such content confirms Van Riper's observation that popular culture "shapes most people's understanding of science more than formal education" (Van Riper AB, EMBO Reports, 2003), and Schiele's findings that pseudoscientific narratives in the media foster skepticism toward scientific authorities (Schiele A, JCOM, 2020). The conclusions emphasize that the debunking of misconceptions is crucial for the development of scientific and media literacy. Teachers have a decisive role in this process – by recognizing the fallacies that students bring from the media environment, encouraging critical thinking, and comparing popular claims with proven facts, thereby creating new learning opportunities. Systematically incorporating topics about fallacies into science and biology curricula contributes to the understanding of science as a dynamic, investigative process, and the educational outcomes of science and biology that thematize science provide an opportunity to resolve these misconceptions.

Keywords: misconceptions, popular culture, media, science literacy

O - 84

UČINKOVITOST REFLEKSIJE U UČENJU PRIRODOSLOVNIH SADRŽAJA ISTRAŽIVAČKIM UČENJEM

Meštrović Ozrenka[1], Meštrović Jasenka[2], Labak Irena[3], Gutić Tea[3]

[1]Osnovna škola „A. G. Matoš", Ohridska 21, Vinkovci, Hrvatska;
[2]Osnovna škola Vođinci, Slavonska 21, Vođinci, Hrvatska;
[3]Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek, Hrvatska

ozrenka.mestrovic@skole.hr

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati doprinos refleksije uspjehu učenika petih razreda kada prirodoslovne sadržaje uče istraživačkim učenjem. U istraživanju je sudjelovalo 612 učenika (prosječna dob oko 11 godina), raspoređenih u dvije skupine. Obje skupine učile su isti sadržaj istraživačkim učenjem tijekom sedam nastavnih sati (sastav zraka, svojstva zraka te evolucijske prilagodbe na život u zraku). Skupine su oblikovane prema rezultatima inicijalnog testiranja znanja, kako bi bile podjednake po uspjehu. Inicijalnim testiranjem znanja utvrđivale su se različite vještine prirodoslovne pismenosti (promatranje, klasifikaciju, eksperimentiranje, interpretaciju podataka i znanstveno zaključivanje na osnovi rezultata unutar različitih bioloških koncepata poučavanih u 4. razredu Prirode i društva). Eksperimentalna skupina nakon svakog istraživačkog sata provodila je refleksiju metakognitivnog karaktera putem strukturiranih radnih listića, pri čemu su učenici označavali vlastite strategije učenja i doživljaj istraživačkog procesa, dok kontrolna skupina nije radila refleksiju. Provjera znanja sadržavala je zadatke koji zahtijevaju različite kognitivne pristupe, uključujući razumijevanje teksta, tumačenje grafova, vizualnih prikaza i postavljanje pretpostavki, a s obzirom na složenost zastupljeni su bili zadatci svih kognitivnih razina. Rezultati su pokazali da nema statistički značajne razlike u ukupnom postignuću između skupina, iako su učenici bez refleksije postigli nešto više bodova. Nisu utvrđene razlike ni u rješavanju različitih zadataka osim u postavljanju pretpostavke, gdje su bolji bili učenici koji su provodili refleksiju. Višestruka regresijska analiza pokazala je da pripadnost skupini (refleksija ili ne) nije značajan prediktor uspjeha. Zaključuje se da refleksija u ispitivanoj dobi učenika ne pokazuje neposredan učinak na učenje te da je potrebno više vremena i usmjerene podrške kako bi se usvojila kao učinkovit oblik promišljanja o vlastitom učenju.

Ključne riječi: metakognicija, osnovna škola, Priroda, učenje, znanstveno razmišljanje

EFFECTIVENESS OF REFLECTION IN LEARNING NATURAL SCIENCE CONTENT THROUGH INQUIRY-BASED LEARNING

The aim of this study was to examine the contribution of reflection to the success of fifth-grade students when learning natural science content through inquiry-based learning. The study involved 612 students (average age around 11 years), divided into two groups. Both groups learned the same content through inquiry-based learning over the course of seven lessons (the composition of air, properties of air, and evolutionary adaptations to life in the air). The groups were formed based on the results of the initial knowledge assessment, in order to ensure they were balanced in terms of achievement. The initial assessment evaluated various scientific literacy skills, including observation, classification, experimentation, data interpretation, and scientific reasoning based on results, within different biological concepts taught in the 4th grade of Nature and Society. After each inquiry-based lesson, the experimental group engaged in metacognitive reflection through structured worksheets, where students identified their own learning strategies and reflected on their experience of the inquiry process. The control group did not participate in any form of reflection. The knowledge test included tasks that required different cognitive approaches, such as reading comprehension, interpretation of graphs and visual representations, and the formulation of hypotheses. Tasks across all cognitive levels were included, in accordance with their complexity. The results showed no statistically significant difference in overall achievement between the groups, although the students without reflection scored slightly higher. No differences were found in solving different types of tasks except in hypothesis formulation, where students who practiced reflection performed better. Multiple regression analysis revealed that group membership (reflection or no reflection) was not a significant predictor of achievement. It is concluded that reflection at the examined student age does not show an immediate effect on learning, and that more time and guided support are needed for it to become an effective method of thinking about one's own learning.

Keywords: metacognition, primary school, Science, learning, scientific reasoning

O - 85

OD TEMA DO KONCEPATA: REAKCIJE HRVATSKIH NASTAVNIKA BIOLOGIJE NA REFORMU KURIKULUMA

Sertić Perić Mirela[1], Draženović Klara[2], Ilić Sanda[3], Delač Ivana[3], Halapir Franković Romana[4]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Osnovna škola Jordanovac, Zagreb , Jordanovac 108, Hrvatska;
[3]III. gimnazija, Zagreb, Kušlanova 52, Hrvatska;
[4]V. gimnazija, Zagreb, Klaićeva 1, Hrvatska

msertic@biol.pmf.hr

U skladu s globalnim obrazovnim trendovima, Hrvatska je uvela kurikulum biologije usmjeren na učenika i temeljen na konceptima, koji je povećao autonomiju nastavnika i odmaknuo se od tradicionalnog tematskog modela. Provedba novog modela pokazala se izazovnom za nastavnike naviknute na prijašnji okvir. Cilj ovog istraživanja je procijeniti zadovoljstvo nastavnika novim kurikulumom, usporediti ga s prethodnim pristupom i istražiti kako profesionalno iskustvo oblikuje njihovu percepciju novog modela. Anonimni online upitnik proveden je na 78 hrvatskih nastavnika biologije u srednjim školama, grupiranih prema nastavnom iskustvu: preko 21 godine, 11–20 godina, 6–10 godina, 2–5 godina i manje od 2 godine. Upitnik je obuhvatio pitanja o zadovoljstvu nastavnika novim kurikulumom, njihovoj percepciji autonomije u nastavi te stavovima o prijelazu s tematskog modela. Razlike u zadovoljstvu bile su povezane s godinama nastavnog iskustva. Nastavnici s više od 21 godine iskustva izrazili su najveće nezadovoljstvo reformom, izražavajući snažnu preferenciju za prethodni model. Iako su mnogi priznali prednosti povećane fleksibilnosti, prilagodba novom modelu bila je znatno izazovnija za iskusne nastavnike. Rezultati sugeriraju da napori za reformu kurikuluma moraju uzeti u obzir praktičnu stvarnost primjene u učionici, posebno potrebe iskusnih učitelja. Strukturirana podrška i profesionalni razvoj ključni su za olakšavanje prijelaza i osiguranje uspjeha budućih obrazovnih reformi. Povratne informacije učitelja trebale bi igrati središnju ulogu u kontinuiranoj evaluaciji i razvoju kurikuluma.

Ključne riječi: nacionalni kurikulum; poučavanje biologije; ishodi učenja; reforma obrazovanja

FROM THEMES TO CONCEPTS: CROATIAN BIOLOGY TEACHERS' REACTIONS TO CURRICULUM REFORM

In line with global educational trends, Croatia introduced a student-centred, concept-based biology curriculum that increased teacher autonomy and shifted away from the traditional thematic model. The new model, however, has proven challenging to implement for teachers accustomed to the previous framework. The aim of this study is to assess teachers' satisfaction with the new curriculum, compare it to the previous approach and examine how professional experience shapes their perception of the new model. An anonymous online questionnaire was administered to 78 Croatian high school biology teachers, grouped by teaching experience: over 21 years, 11–20 years, 6–10 years, 2–5 years and less than 2 years. The survey included questions on teachers' satisfaction with the new curriculum, their perceived autonomy and attitudes toward the transition from the thematic model. Differences in satisfaction were linked to years of teaching experience. Teachers with more than 21 years of experience reported the greatest dissatisfaction with the reform, expressing a strong preference for the previous model. Although many acknowledged the benefits of increased flexibility, adapting to the new structure was notably more challenging for experienced educators. The results suggest that curriculum reform efforts must consider the practical realities of classroom implementation, particularly the needs of experienced teachers. Structured support and professional development are essential to facilitate the transition and ensure the success of future educational reforms. Teacher feedback should play a central role in ongoing curriculum evaluation and development.

Keywords: national curriculum; biology teaching; learning outcomes; education reform

O - 86

HARNESSING HUMAN AMNIOTIC MEMBRANE HOMOGENATE FOR BIOACTIVE 3D-BIOPRINTED SCAFFOLDS IN TISSUE REGENERATION

Obradović Hristina[1], Gazikalović Ivana[2], Okić Đorđević Ivana[1], Aleksandrović Dragana[1], Mojsilović Slavko[1], Janev Aleksandar[3], Erdani Kreft Mateja[3], Jauković Aleksandra[1]

[1]Institute for Medical Research, National Institute of Republic of Serbia, University of Belgrade, Belgrade, dr Subotića Starijeg 4, Serbia;
[2]Innovation Center, Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Belgrade, Karnegijeva 4, Serbia;
[3]Institute of Cell Biology, Faculty of Medicine, University of Ljubljana, Ljubljana, Vrazov trg 2, Slovenia

hristina.obradovic@imi.bg.ac.rs

Breast reconstruction after mastectomy illustrates the limitations of current soft tissue repair strategies, which remain associated with complications and limited impact on recurrence risk. More broadly, soft tissue regeneration requires biomaterials that combine structural support with bioactivity. Human amniotic membrane (hAM) has been applied in skin, corneal and urogenital repair and exhibits antitumor, antifibrotic, anti-inflammatory, and immunomodulatory properties. We aimed to develop a 3D-bioprintable scaffold from hAM homogenate (hAM-h) that preserves these properties and supports soft tissue engineering, with post-mastectomy breast reconstruction as a model application. hAM was isolated from placentas of healthy donors, homogenized, and analyzed for cytokine profile, extracellular matrix content, and rheological behavior. Bioactivity was assessed on adipose-derived mesenchymal stem cells (ATMSCs). Hydrogel formulations were optimized using alginates of different viscosities and concentrations, varying extrusion printing and crosslinking parameters. Optimized alginates were then mixed with hAM-h to form printable bioinks for extrusion-based bioprinting. Printed scaffolds were crosslinked with $CaCl_2$, characterized mechanically and for swelling, and tested for ATMSC attachment. hAM-h contained high levels of regenerative growth factors, collagens I/IV, and MMPs. Samples showed stable negative surface charge (< –viability in 2D and supported their attachment on 3D constructs. Mechanical testing revealed higher compressive resistance and weight retention in high-viscosity alginate/hAM-h scaffolds compared with low-viscosity formulations. These findings demonstrate the feasibility of hAM-h/alginate bioinks for engineering stable, bioactive scaffolds that preserved bioactive properties of hAM-h, highlighting their potential for soft tissue engineering.

Keywords: placenta; tissue engineering; biomaterials; 3D bioprinting

O - 87

PROCJENA RIZIKA OD SARKOPENIJE U OSOBA STARIJE ŽIVOTNE DOBI

Mojsović-Ćuić Ana[1]

[1] Katedra za biologiju i fiziku, Zdravstveno veleučilište, Mlinarska cesta 38, Zagreb, Hrvatska

ana.mojsovic-cuic@zvu.hr

Prema Međunarodnoj klasifikaciji bolesti i srodnih zdravstvenih problema (ICD-10-CM-M62.84), sarkopenija je sindrom karakteriziran progresivnim gubitkom mišićne mase, snage i funkcije koji povećava rizik od padova, smanjenja kvalitete života, hospitalizacije, produljene rehabilitacije i smrti. Glavni čimbenik za razvoj sarkopenije je proces starenja. Europska radna grupa za sarkopeniju (EWGSOP) predlaže algoritam pod nazivom „Find-Assess-Confirm-Severity" (FACS) za postavljanje dijagnoze sarkopenije. Probir započinje provedbom SARC-F upitnika (Strength, Assistance with walking, Rising from a chair, Climbing stairs, and Falls). Ciljevi ovog istraživanja bili su procijeniti rizik od sarkopenije koristeći SARC-F upitnik u osoba 65+, utvrditi postoje li razlike u prevalenciji sarkopenije te odrediti značajne prediktore povezane s indikacijom sarkopenije. Materijal i metode: U istraživanju je sudjelovalo 138 osoba oba spola u dobi od 65+. Ispitanici su bili korisnici domova za osobe starije životne dobi (32 ispitanika), ambulantni pacijenti ortopedske klinike (33 ispitanika) i osobe koje žive u zajednici (73 ispitanika). Prosječna dob ispitanika domova za osobe starije životne dobi bila je 84,5 godina, ambulantnih pacijenata ortopedske klinike 76 godina, a opće skupine 75. Rezultati: Korisnici domova za osobe starije životne dobi imali su najveći rizik od sarkopenije (71,9%), dok su niže razine uočene među općom populacijom (36,5%) i ambulantnim pacijentima ortopedske klinike (42,4%). Dob je jedini značajan prediktor povezan s indikacijom sarkopenije u ispitanom uzorku. Pojedinci s rizikom od sarkopenije bili su značajno stariji od onih koji nisu bili u riziku, s prosječnom razlikom u dobi od otprilike 5 godina. Svaka dodatna godina starosti povećava vjerojatnost sarkopenije za 12%. Zaključak: Procjena rizika sarkopenije putem SARC-F upitnika na brz i jednostavan način može spriječiti ili odgoditi progresiju sarkopenije, a time smanjiti financijski, društveni i zdravstveni teret koji je često povezan sa starenjem stanovništva.

Ključne riječi: sarkopenija, osobe starije životne dobi, SARC-F upitnik

ASSESSMENT OF SARCOPENIA RISK IN OLDER ADULTS

According to the International Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-10-CM, M62.84), sarcopenia is a syndrome characterized by a progressive loss of muscle mass, strength, and function, which increases the risk of falls, reduced quality of life, hospitalization, prolonged rehabilitation and death. The European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) recommends an algorithm called Find–Assess–Confirm–Severity (FACS) for diagnosing sarcopenia. Case finding begins with the SARC-F questionnaire, which assesses Strength, Assistance with walking, Rising from a chair, Climbing stairs, and Falls. The aims of this study were to assess the risk of sarcopenia using the SARC-F questionnaire in individuals aged 65 and older, to determine differences in sarcopenia prevalence and to identify significant predictors associated with sarcopenia risk. Materials and methods: The study included 138 participants (both sexes), aged 65 and older. The participants were residents of nursing homes (n = 32), outpatients at an orthopaedic clinic (n = 33), and community-dwelling individuals (n = 73). The mean age of nursing home residents was 84.5 years, orthopaedic clinic outpatients 76 years, and community-dwelling participants 75 years.Results: Nursing home residents had the highest risk of sarcopenia (71.9%), while lower levels were observed among community-dwelling individuals (36.5%) and orthopaedic outpatients (42.4%). Age was the only significant predictor of sarcopenia risk. Individuals at risk were significantly older than those not at risk, with an average age difference of approximately five years. Each additional year of age increased the likelihood of sarcopenia by 12%.Conclusion: Assessing sarcopenia risk using the SARC-F questionnaire provides a quick and simple screening method that can help prevent or delay the progression of sarcopenia, thereby reducing the financial, social, and health burden associated with an aging population.

Keywords: sarcopenia, older adults, SARC-F questionnaire

O – 88

AGRESIVNOST OSTEOSARKOMA KROZ STADIJE BOLESTI

Ostojić Karla[1], Šimić Jakob[1], Štancl Paula[1], Karlić Rosa[1], Caput Mihalić Katarina[1], Urlić Inga[1]

[1]Prirodoslovno - matematički fakultet, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Hrvatska

karla.ostojic@biol.pmf.hr

Tumorske matične stanice (TMS) smatraju se ključnima u progresiji tumora jer potiču inicijaciju, otpornost na terapiju i metastaziranje. Njihova je uloga posebno naglašena u osteosarkomu (OS), agresivnom primarnom tumoru kostiju koji pretežno pogađa djecu i mlade. Kako bismo istražili funkcionalne promjene TMS-a tijekom progresije OS-a, proveli smo longitudinalnu studiju jednog pacijenta – mladog muškarca s OS-om femura. Uzorci tumora prikupljeni su u dobi od 16, 17 i 19 godina, što odgovara biopsiji pri dijagnozi, resekciji nakon kemoterapije i resekciji pri recidivu. Integrirali smo eksperimente *in vitro* sa sekvenciranjem RNA pojedinačnih stanica (scRNA-seq, single-cell RNA sequencing) i imunocitokemijom (ICC) radi ispitivanja dinamike TMS-a tijekom bolesti. Matičnost je ispitana formiranjem sferoida u restriktivnim uvjetima, s kvantifikacijom nakon 7 dana, a migracija testom zarastanja praćenim 48 sati. Transkriptomi su analizirani za gene povezane s matičnošću, migracijom i invazijom, uz ICC za kadherin 2 (CDH2) i integrinsku podjedinicu alfa 1 (ITGA1). Uzorak recidiva pokazao je najveći udio TMS-a, što ukazuje na snažan potencijal iniciranja tumora. Također, stanice recidiva su pokazale i pojačanu migraciju. Analiza scRNA-seq otkrila je svojstva slična TMS-u, uključujući nestin (*NES*) i aldehid-dehidrogenazu 1, član porodice A1 (*ALDH1A1*); gene povezane s migracijom, poput neuralne stanične adhezijske molekule 1 *(NCAM1)* i ankirinske ponavljajuće domene 1 *(ANKRD1)*; te transkripcijske faktore povezane s invazijom, uključujući porodicu transkripcijskih represora snail 2 (SNAI2) i transkripcijski faktor porodice bHLH 1 (*TWIST*). ICC je potvrdila povećanu ekspresiju CDH2 i ITGA1, koji pojačavaju adheziju, migraciju i invazivnost, u skladu s transkripcijskim nalazima. Sveukupno, naši rezultati ukazuju da recidiv OS-a proizlazi iz širenja kemoterapijom rezistentnih klonova koji pokazuju obilježja TMS-a, s povećanom matičnošću i migratornom sposobnošću.

Ključne riječi: osteosarkom, tumorske matične stanice, agresivnost tumora

OSTEOSARCOMA AGGRESSIVENESS ACROSS DISEASE STAGES

Cancer stem cells (CSCs) are proposed to contribute to tumor progression by promoting tumor initiation, therapeutic resistance, and metastasis. This is particularly relevant in osteosarcoma (OS), an aggressive primary bone malignancy predominantly affecting children and young adults. To investigate how CSC properties functionally evolve during OS progression, we performed a longitudinal single-patient study of a young male with osteosarcoma of the femur. Tumor samples were obtained at ages 16, 17, and 19, corresponding to biopsy at diagnosis, resection after chemotherapy, and resection at recurrence. We integrated *in vitro* assays with single-cell RNA sequencing (scRNA-seq) and immunocytochemistry (ICC) to examine CSC dynamics during disease evolution. Stemness potential was tested by spheroid formation under restrictive conditions, with spheroids quantified after 7 days. Migration capacity was evaluated using a scratch assay monitored for 48 hours. Transcriptomes were analyzed for CSC, migration, and invasion-related genes, with ICC validation for Cadherin 2 (CDH2) and Integrin Subunit Alpha 1 (ITGA1). The recurrent tumor exhibited the highest CSC content, reflecting strong tumor-initiating potential, and displayed enhanced migratory capacity, with cells closing wounds most rapidly. scRNA-seq analysis revealed CSC-like properties, including Nestin (*NES*) and Aldehyde Dehydrogenase 1 Family Member A1 (*ALDH1A1*); migration-associated genes such as Neural Cell Adhesion Molecule 1 (*NCAM1*) and Ankyrin Repeat Domain 1 (*ANKRD1*); and invasion-related transcription factors, including Snail Family Transcriptional Repressor 2 (SNAI2) and Twist Family BHLH Transcription Factor (TWIST). ICC confirmed upregulation of CDH2 and ITGA1, supporting enhanced adhesion, migration, and invasiveness consistent with transcriptional data. Overall, our findings indicate osteosarcoma recurrence is driven by chemotherapy-resistant CSC-like clones with enhanced stemness and migratory capacity.

Keywords: osteosarcoma, cancer stem cell, tumor agressiveness

O - 89

POVEZANOST PODTIPOVA VIRUSA EPSTEIN-BARR S MALIGNIM TUMORIMA RAZLIČITOG PORIJEKLA

Begić Valerija[1,2], Bodulić Kristian[3], Galov Robert[1], Gašparov Slavko[4,5], Hančić Suzana[4], Židovec Lepej Snježana[3], Korać Petra[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]Osnovna škola "Sesvetski Kraljevec", Zagreb, Školska ul. 10, Sesvetski Kraljevec, Hrvatska;
[3]Klinika za infektivne bolesti "Dr. Fran Mihaljević", Odjel za imunološku i molekularnu dijagnostiku, Zagreb, Mirogojska 8, Hrvatska;
[4]Klinički zavod za patologiju i citologiju, KB Merkur, Zagreb, Zajčeva 19, Hrvatska;
[5]Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet, Zavod za patologiju, Zagreb, Šalata 10, Hrvatska

valerija1.begic@gmail.com

Virus Epstein-Barr (EBV, od eng. *Epstein–Barr virus*) je ljudski gamaherpesvirus tip 4. EBV može uzrokovati infektivnu mononukleozu, a ima i onkogeni potencijal. Primarno zaražava B-limfocite, ali inficira i druge stanice. Povezuje se s različitim malignim oboljenjima kao što su Burkittov i Hodgkinov limfom, T- i NK/T-stanični limfom, karcinom nazofarinksa i želuca. EBV ima veliku molekularnu raznolikost. Podjela na podtipove najčešće se temelji na polimorfizmima gena *BNLF-1* i *EBNA-1*, a različiti podtipovi i njihove kombinacije povezuju se sa specifičnim tipovima malignih tumora. U ovom istraživanju analizirali smo podtipove virusa Epstein-Barr u klasičnom Hodgkinovom limfomu, angioimunoblastičnom T-staničnom limfomu i karcinomu nazofarinska. Određivanje podtipova temeljeno je na polimorfizmima gena *BNLF-1* i *EBNA-1*. Potom smo po uzoru na algoritme za podtipove LMP-1 i EBNA-1 razvili algoritam za klasifikaciju EBV-a na temelju polimorfizma gena *EBER* i koristeći razvijeni algoritam odredili i te podtipove virusa. Na kraju smo analizirali povezanost pojedinog podtipa EBV-a i kombinacije podtipova EBV-a temeljenih na polimorfizmima različitih gena s malignim tumorima različitog porijekla. Rezultati su pokazali da u klasičnom Hodgkinovom limfomu prevladava divlji tip, a u karcinomu nazofarinksa podtipovi *North Carolina* i P-ala. Jedan od novopredloženih podtipova EBER češće je prisutan u Hodgkinovom limfomu i angioimunoblastičnom T-staničnom limfomu nego u karcinomu nazofarinksa. Ukupno gledajući, rezultati pokazuju da zaražavanje tumorskih stanica EBV-om nije ovisno o njegovom podtipu iako postoje češće prisutni sojevi u pojedinim entitetima.

Ključne riječi: virus Epstein-Barr, Hodgkinov limfom, angioimunoblastični T-stanični limfom, karcinom nazofarinksa, genotipizacija

ASSOCIATION OF EPSTEIN-BARR VIRUS SUBTYPES WITH MALIGNANT TUMORS OF DIFFERENT ORIGIN

Epstein-Barr virus is a human gammaherpesvirus type 4. EBV can cause infectious mononucleosis and has oncogenic potential. It primary infects B-lymphocytes, but also can infects other cells. It is associated with various malignant diseases such as Burkitt's and Hodgkin's lymphoma, T and NK/T cell lymphoma, nasopharynx and stomach cancer. EBV has great molecular diversity. The classification into subtypes is most often based on *BNLF-1* and *EBNA-1* gene polymorphisms, and different subtypes and their combinations are associated with specific types of malignant tumors. In this study, we analyzed Epstein-Barr virus subtypes in classical Hodgkin's lymphoma, angioimmunoblastic T-cell lymphoma and nasopharyngeal carcinoma. Determination of subtypes was based on *BNLF-1* and *EBNA-1* gene polymorphisms. Then, based on the algorithms for the LMP-1 and EBNA-1 subtypes, we developed an algorithm for the classification of EBV based on the polymorphism of the *EBER* gene, and using the developed algorithm, we also determined virus subtypes. In the end, we analysed the association of individual EBV subtypes and combinations of EBV subtypes based on polymorphisms of different genes with malignant tumors of different origin. The results showed that in classic Hodgkin's lymphoma, the wild type predominates, and in nasopharyngeal carcinoma, the North Carolina and P-ala subtypes predominate. One of the newly proposed EBER subtypes is more frequently present in Hodgkin's lymphoma and angioimmunoblastic T-cell lymphoma than in nasopharyngeal carcinoma. Overall, the results show that the infection of tumor cells by EBV does not depend on its subtype, although there are specific subtypes present more often in specific entities.

Keywords: Epstein-Barr virus, Hodgkin’s lymphoma, angioimmunoblastic T-cell lymphoma, nasopharyngeal carcinoma, genotyping

O - 90

EKSPRESIJA GENA CIRKADIJANOG SATA U MALIGNIM BOLESTIMA

Gršković Paula[1], Begić Valerija[1,2], Harabajsa Suzana[1,3], Vidović Nina[1], Marta Protrka[1], **Korać Petra**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]Osnovna Škola Sesvetski Kraljevec, Sesvete, Školska ulica 10, Hrvatska;
[3]Odjel za pulmološku citologiju, KBC Zagreb, Zagreb, Jordanovac 104, Hrvatska

petra.korac@biol.pmf.hr

Cirkadijani sat je sofisticirana višeritmička vremenska mreža ključna za prilagodbu tijela na dnevne cikluse svjetla i tame. Stanični cirkadijani sat reguliran je pomoću dvaju povratnih petlji transkripcije i translacije, koje usklađuju ekspresiju gena s 24-satnim ciklusom. Prva povratna petlja uključuje aktivatore ekspresije, CLOCK i njegovog paraloga NPAS2, zajedno s BMAL1 i BMAL2. Ova povratna petlja regulira ekspresiju svojih represora *PER1*, *PER2*, *PER3*, *CRY1* i *CRY2*, kao i ekspresiju drugih nizvodnih gena. Uloga cirkadijanih gena dokazana je u različitim procesima, poput metabolizma, starenja, razvoja tumora i imunosnog odgovora. U ovom istraživanju analizirali smo ekspresiju cirkadijanih gena u klasičnom Hodgkinovom limfomu i adenokarcinomu pluća. Osim toga, procijenili smo učinke citokina TNF-α i IFN-γ na ekspresiju cirkadijanih gena u stanicama HeLa i Farage kako bismo ispitali moguću povezanost između imunosnog odgovora i cirkadijanog ritma. Naši rezultati su pokazali da je prirodna ekspresija cirkadijanih gena očuvana u klasičnom Hodgkinovom limfomu, ali je promijenjena u adenokarcinomu pluća. Nadalje, pokazali smo blagi učinak IFN-γ na ekspresiju cirkadijanih gena u stanicama HeLa. Ukupno gledajući, naši rezultati sugeriraju da poremećaji u ekspresiji cirkadijanih gena mogu imati ulogu u malignoj tumorigenezi, ali da to ovisi o podrijetlu tumorske stanice.

Ključne riječi: cirkadijani ritam, maligne bolesti, CLOCK

CIRCADIAN CLOCK GENES EXPRESSION IN MALIGNANT DISEASES

The circadian clock is a sophisticated multi-oscillatory temporal network crucial to the body's adaptation to the daily light/dark cycles. The cellular circadian clock is regulated by two transcription-translation feedback loops, synchronising gene expression with a 24-hour cycle. The first feedback loop involves expression activators, CLOCK and its paralogue NPAS2, along with BMAL1 and BMAL2. This feedback loop regulates the expression of its repressors *PER1*, *PER2*, *PER3*, *CRY1*, and *CRY2*, as well as the expression of other downstream genes. The role of the circadian genes has been implied in various processes, such as metabolism, aging, cancer, and immune response. In this study, we analysed circadian gene expression in classical Hodgkin's lymphoma and lung adenocarcinoma. Additionally, we evaluated the effects of cytokines TNF-α and IFN-γ on the expression of circadian genes in HeLa and Farage cells in order to assess the potential link between the immune response and circadian rhythm. Our results showed that native circadian gene expression is conserved in classical Hodgkin's lymphoma, but it is changed in lung adenocarcinoma. Moreover, we showed a mild effect of IFN-γ on circadian gene expression in HeLa cells. Taken together, our results suggest that circadian gene expression aberrations could have a role in malignant tumorigenesis, however, it depends on the cell of tumour origin.

Keywords: circadian rhythm, malignant diseases, CLOCK

O - 91

MOLEKULARNA EPIDEMIOLOGIJA INFEKCIJE VIRUSOM LJUDSKE IMUNODEFICIJENCIJE TIPA 1 U HRVATSKOJ: 2023.-2024.

Židovec Lepej Snježana[1], Planinić Ana[1]

[1]Klinika za infektivne bolesti "Dr. Fran Mihaljević", Zagreb, Mirogojska 8, Hrvatska

szidovec@gmail.com

Virus ljudske imunodeficiencije (*human immunodeficiency virus*, HIV-1) iznimno je raznolik virus koji se klasificira u 4 grupe (M, N, O i P) s karakterističnom geografskom distribucijom. Grupa M HIV-1 dijeli se na 10 podtipova (A-D, F-L), 8 pod-podtipova te više od 100 cirkulirajućih rekobinantnih virusnih formi (*circulating recombinant form*, CRF). Cilj ovog istraživanja bio je analizirati novije trendove u molekularnoj epidemiologiji HIV-1 infekcije u Hrvatskoj. U istraživanje su uskljućene sve osobe kod kojih je infekcija HIV-om dijagnosticirana u razdoblju od 2023. do 2024.g. i koje su bile uključene u skrb Referentnog centra za dijagnostiku i liječenje HIV/AIDS-a R. Hrvatske. Genotipovi HIV-a određeni su sekvenciranjem pol-regije genoma HIV-1 (geni koji kodiraju virusnu reverznu transkriptazu, proteazu i integrazu) uz primjenu tri bioinformatička algoritma: Rega HIV-1 Subtyping Tool version 3.0, COntext-based Modelling for Expeditious Typing (COMET), i jumping profile Hidden Markov Model (jpHMM). U istraživanje je uključeno 102 ispitanika s dijagnozom HIV-infekcije (88,2 % muškarci, 73,5 % muškarci koji imaju spolne odnose s muškarcima, MSM) s medijanom dobi od 39 godina. Najčešći podtipovi i rekombinante HIV-a bili su: podtip B (51,0 %, 52/102 ispitanika, ukupno 42 iz MSM skupine), rekombinanta B-D (21,6 %, 22/102), pod-potip A1 (10,8 %, 11/102), podtip C (4,9 %, 5/102) kao i pod-podtip F1 te podtip G (1,0 % svaki, 1/102). Najčešće CRF virusa bile su CRF01_AE (2,9 %, 3/102) i CRF02_AG (2,0 %, 2/102). Analiza molekularne epidemiologije HIV-1 u Hrvatskoj pokazala je vrlo visoku zastupljenost infekcije podtipom B u novodijagnosticiranih osoba iz MSM skupine. Pojava podtipova i CRF formi koje su najčešće u Aziji i Africi pokazuje i mogući utjecaj globalnih migracija na molekularnu raznolikost ovog virusa u Hrvatskoj.

Ključne riječi: HIV-1, genotipovi, rekombinante, molekularna epidemiologija

MOLECULAR EPIDEMIOLOGY OF HUMAN IMMUNODEFICIENCY VIRUS TYPE 1 IN CROATIA: 2023-2024 UPDATE

Human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1) is an exceptionally diverse virus classified into 4 distinct groups (M, N, O and P) that exhibit characteristic geographic distribution. HIV-1 group M is classified into 10 subtypes (A-D, F-L), eight sub-subtypes and more than 200 circulating recombinant forms (CRFs). The aim of this study was to investigate recent trends in the molecular epidemiology of HIV-1 infection in Croatia. The study included all newly-diagnosed HIV-infected persons that entered clinical care at the Croatian Reference center for HIV/AIDS in the period 2023-2024. HIV-1 genotypes have been determined by population-based sequencing of the HIV-1 pol genomic region (genes coding for the viral reverse transcriptase, protease and integrase) and by using three bioinformatics algorithms: Rega HIV-1 Subtyping Tool version 3.0, COntext- based Modelling for Expeditious Typing (COMET), and jumping profile Hidden Markov Model (jpHMM). A total of 102 HIV-infected persons (88.2% males, 73.5% men who have sex with men, MSM) with the median age of 39 years have been included in the study. The most frequently found HIV-1 subtypes and recombinants were: subtype B (51.0%, 52/102 persons, a total of 42 from the MSM group), B-D recombinant (21.6%, 22/102), sub-subtype A1 (10.8%, 11/102), subtype C (4.9%, 5/102) as well sub-subtype F1 and subtype G (1.0% each, 1/102). The most frequently found CRF was CRF01_AE (2.9%, 3/102 persons) followed by CRF02_AG (2.0%, 2/102). Molecular epidemiology of HIV-1 in Croatia is characterised by the high proportion of subtype B infection among newly-diagnosed MSM. The occurence of subtypes and CRFs that are most commonly found in Asia and Africa suggest an important influence of global migrations on HIV-1 diversity in Croatia.

Keywords: HIV-1, genotypes, recombinants, molecular epidemiology

O - 92

JASMONSKA KISELINA IMA ZAŠTITNU ULOGU U ODGOVORU NA TOPLINSKI STRES U KRUMPIRU

Majsec Kristina[1], Jankaš Lara[1]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska

kmajsec@irb.hr

Toplinski stres negativno utječe na rast i razvoj biljaka te predstavlja sve veću prijetnju prinosima poljoprivrednih kultura poput krumpira (*Solanum tuberosum* L.). Jedan od načina nanošenja štete biljkama je poremećaj ravnoteže biljnih hormona uslijed toplinskog stresa. Pokazano je da povišene temperature smanjuju biosintezu salicilne kiseline (SA) u uročnjaku putem proteina koji vežu kalmodulin. Druga istraživanja pokazala su da biosinteza jasmonske kiseline (JA) također može biti osjetljiva na temperaturu. Istražili smo učinke raspona temperatura (23 °C do 42 °C) na krumpir divljeg tipa i linije krumpira s narušenim metabolizmom SA i JA. Temperature iznad 40 °C tijekom 24h uzrokovale su toplinski stres kod biljaka krumpira, što se odrazilo u povećanim razinama biomarkera stresa (sadržaj prolina, klorofila i reaktivni kisikovi oblici). Međutim, biljke s poremećenim metabolizmom JA bile su teže pogođene od biljaka divljeg tipa i biljaka s poremećenim metabolizmom SA. Učinkovitost infekcije biljnim patogenom *Pseudomonas syringae* također je testirana na kontrolnoj temperaturi i dvije povišene temperature (32 °C i 42 °C). Povišene temperature u trajanju od 24h povećale su stopu infekcije 3-5 dana nakon infiltracije. Promjene u ekspresiji gena uključenih u odgovor na toplinski stres, antioksidativni sustav, odgovor na biljne patogene te biosintezu i signalizaciju hormona JA i SA na 32 °C i 42 °C mjerene su metodom qPCR. Povišene temperature inducirale su ekspresiju proteina toplinskog šoka i faktora toplinskog stresa u svim biljnim linijama. Na 42 °C ekspresija gena uključenih u biosintezu JA i SA bila je potisnuta, kao i ekspresija gena uključenih u antioksidativni odgovor, ali samo u JA-deficijentnim biljkama. Rezultati pokazuju da su učinci toplinskog stresa na biljke krumpira s poremećenim metabolizmom JA teži nego u biljkama divljeg tipa ili SA-deficijentnim biljkama. To sugerira da JA igra važniju ulogu u zaštiti biljaka od učinaka topline kod krumpira.

Ključne riječi: toplinski stres, biljni hormoni, krumpir

JASMONIC ACID PLAYS PROTECTIVE ROLE IN HEAT STRESS REPONSE IN POTATO

Heat stress has a negative effect on the growth and development of plants and poses an increasing threat to the yields of agricultural crops such as potatoes (*Solanum tuberosum* L.). One way of causing heat-related damage to plants could be the disruption of plant hormone balance. Elevated temperatures have been found to reduce the biosynthesis of salicylic acid (SA) in Arabidopsis by downregulating calmodulin-binding proteins. Other research has shown that jasmonic acid (JA) biosynthesis may also be temperature-sensitive. We investigated the heat-related effects of a range of temperatures (23 °C to 42 °C) in wild-type potatoes and potato lines with impaired SA and JA metabolism. Temperatures above 40 °C for 24 hours caused heat stress in potato plants, which was reflected in increased levels of stress biomarkers (proline content, chlorophyll content and reactive oxygen species). However, JA-compromised plants were more severely affected than SA-compromised and wild-type plants. Efficiency of infection by the plant pathogen *Pseudomonas syringae* was also tested at control temperature and two elevated temperatures (32 °C and 42 °C). Elevated temperatures with a duration of 24 hours increased the infection rate 3-5 days post infiltration. Changes in the expression of genes involved in heat stress response, the antioxidant system, response to plant pathogens and the biosynthesis and signaling of the hormones JA and SA at 32 °C and 42 °C were measured by qPCR. Elevated temperatures induced expression of heat-shock proteins and heat stress factors in all plant lines. At 42 °C expression of genes involved in both JA and SA biosynthesis was suppressed, as was expression of antioxidant enzymes in JA-compromised plants. The results show that the effects of heat stress on JA-compromised potato plants are more severe than in wild-type or SA-compromised plants. This suggests that JA plays a more important role in protecting plants from the effects of heat in potato.

Keywords: heat stress, plant hormones, potato

POSTERSKA PRIOPĆENJA

P - 1

THE POSSIBILITY OF USING PHARMACOGENETIC MARKERS IN LONG-TERM TREATMENT OF SCHIZOPHRENIA IN SERBIA

Mirčić Dejan[1], Gašić Vladimir[2] , Pavković Lučić Sofija[3] , Vujić Vukica[3], Pavlović Sonja[2]

[1]State University of Novi Pazar, Department of Natural Sciences and Mathemathics, Novi Pazar, Vuka Karadžića bb, Serbia;
[2]University of Belgrade, Institute of Molecular Genetics and Genetic Engineering, Laboratory of Molecular Biomedicine, Belgrade, Vojvode Stepe 444a, Serbia;
[3]University of Belgrade, Faculty of Biology, Belgrade, Studentski trg 16, Serbia

dmircic@np.ac.rs

The objectives of this study were to identify relevant genes in a sample from Serbian population involved in the metabolism of olanzapine, risperidone, and quetiapine (antipsychotics whose efficacy and toxicity are influenced by individual metabolic activity), and to examine differences in the frequency of allelic variants between our population and the European population. DNA was extracted from a random sample of 105 individuals selected from our general population laboratory database, and genomic analysis was conducted using next-generation sequencing (NGS) with the Illumina TruSight One panel. The PharmGKB database was used to determine the association between the identified variants and the metabolism of antipsychotics used in schizophrenia treatment. The Ensembl genome browser was used to assess differences in allelic variant frequencies between Serbian population and the European population. Statistical analysis was conducted using the Chi-square (χ^2) test and Arlequin software. A total of 11 genes and 36 relevant mutated allelic variants were identified as being involved in the altered metabolism of olanzapine (22 variants), risperidone (17 variants), and quetiapine (5 variants). After verification through PharmGKB for associations with antipsychotic metabolism specifically related to schizophrenia treatment, the number of relevant variants was reduced by 33.3% (to 24 variants). Of these, only three variants, linked to olanzapine metabolism, showed significant frequency differences between our population and the European population. The variants rs2229109 in the ABCB1 gene and rs6305 in the HTR2A gene were significantly more frequent in our population, while the rs6706232 in the UGT1A4 gene was significantly less frequent. These findings support the integration of pharmacogenomic testing into clinical practice, which could enable faster and more effective treatment, reduced hospital stays, and broader economic benefits for the healthcare system and society.

Keywords: pharmacogenetic markers, schizophrenia, antipsychotics, olanzapine

P - 2

UTJECAJ PUTA RECFOR NA NAIVNU ADAPTACIJU U *E. COLI*

Žagar Mirta[1], Mamić Tomislav[1], Ivančić-Baće Ivana[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska

mirta.zagar@biol.pmf.hr

Adaptivni imunosni sustav CRISPR-Cas sudjeluje u obrani mnogih bakterija i većine arheja od stranih genetičkih elemenata (*mobile genetic elements*, MGE) tako da ih pamti, prepoznaje i uništava. Imunosna memorija stječe se ugradnjom malih fragmenata MGE-a (tzv. razmaknice) u specifična mjesta u genomu nazvana CRISPR, koja se sastoje od serije ponavljajućih sljedova razdvojenih razmaknicama. Ovaj proces naziva se naivna adaptacija, a njezina učinkovitost ovisi o ugradnji DNA iz MGE-a u CRISPR lokus. Heteroheksamerni integracijski kompleks Cas1-Cas2 ključan je za adaptaciju, a zahtijeva potporu enzima domaćina. Prethodna istraživanja pokazala su da zastoj i kolaps replikacijskih rašlji, praćeni popravkom krajeva DNA putem RecBCD, stvaraju fragmente jednolančane DNA koji se hvataju, sparuju, procesiraju i ugrađuju u lokus CRISPR pomoću Cas1-Cas2 kompleksa. Također je pokazano da rekombinogena aktivnost RecBCD inhibira pripremu razmaknica, helikazna aktivnost ju potiče, dok nukleazna aktivnost može biti zamijenjena drugim jednolančanim ekzonukleazama. U našem radu istražili smo ulogu drugog puta popravka DNA u pripremi razmaknica, RecFOR. Put RecFOR uglavnom je uključen u post-replikativni rekombinogeni popravak jednolančanih praznina, ali može zamijeniti put RecBCD i aktivno sudjelovati u popravku dvolančanih lomova kada su zajedno s RecB deaktivirani ekstragenski supresori SbcB i SbcCD. Naši rezultati ukazuju na to da stanice bez RecFOR puta za popravak jednolančanih praznina imaju veću ugradnju razmaknica, vjerojatno zbog povećane dostupnosti jednolančanih fragmenata DNA koje Cas1-Cas2 preferencijalno veže. Međutim, u stanicama koje nemaju SbcB, SbcCD i RecB, odnosno u stanicama u kojima je put RecFOR "aktiviran", ugradnja novih razmaknica je onemogućena, što ukazuje na to da taj put nije jednako učinkovit kao put RecBCD te da takve stanice i dalje ovise o aktivnosti RecBCD-a. Naša otkrića naglašavaju povezanost između replikacije DNA, puteva popravka i CRISPR imunost.

Ključne riječi: *E. coli*, CRISPR-Cas, naivna adaptacija, RecBCD, RecFOR

THE IMPACT OF RECFOR PATHWAY ON NAÏVE ADAPTATION IN *E. COLI*

The CRISPR-Cas adaptive immune system defends many bacteria and most archaea against invading mobile genetic elements (MGEs) by memorizing, recognizing and destroying them. Immune memory is acquired by integrating small fragments of MGEs (spacers) into specific loci called CRISPR, which consists of a series of repeats separated by spacers. This step is called naïve adaptation and its effectiveness depends on the integration of DNA from an MGE into the CRISPR locus. The Cas1-Cas2 heterohexametric integration complex is essential for adaptation but also requires support from host enzymes. Previous work has shown that stalling and breaking of the DNA replication fork, followed by repair of DNA ends by RecBCD, generates ssDNA fragments that are captured, annealed, trimmed and integrated into the CRISPR locus by the Cas1- Cas2 complex. It has been also shown that recombinogenic activity of RecBCD inhibits spacer preparation, helicase activity support, while the nuclease activity can be replaced by other ssDNA exonucleases. In our work, we investigated the role of another DNA repair pathway in spacer preparation, the RecFOR pathway. The RecFOR pathway is mainly involved in post-replicative recombinogenic repair of ssDNA gaps (SSG), but can substitute for RecBCD and actively participate in DSB repair when the extragenic suppressors SbcB and SbcCD are inactivated together with RecB. Our results indicate that cells lacking the RecFOR pathway for repair of SSG integrate more spacers, probably due to the increased availability of single-stranded DNA substrates that Cas1-Cas2 preferentially bind to. However, in cells lacking SbcB, SbcCD and RecB, known as an "activated RecFOR pathway" for DSB repair, cannot facilitate spacer formation and integration as effectively as RecBCD, meaning that such cells still depend on the RecBCD activity. Our findings highlight the connection between DNA replication, repair pathways, and CRISPR immunity.

Keywords: *E. coli*, CRISPR-Cas, naïve adaptation, RecBCD, RecFOR

P - 3

UTJECAJ TOPLINSKOG I SOLNOG STRESA NA FOTOSINTETSKU UČINKOVITOST I PROTEOM DIPLOIDNOG I POLIPLOIDNOG UROČNJAKA

Malenica Nenad[1], Gvozdenica Šipić Roko[2], Đerek Anamaria[2], Mlinarec Jelena[3], Tkalec Mirta[1], Pavoković Dubravko[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet,Biiološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska;
[2]The Center for Molecular Life Sciences, University of Basel, Basel, Spitalstrasse 41, Switzerland;
[3]Oikon ltd. - Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, Trg Senjskih uskoka 1-2, Hrvatska

malenica@biol.pmf.hr

Globalno zagrijavanje i zaslanjivanje tla predstavljaju značajne izazove u suvremenoj poljoprivredi. Poliploidizacija ili duplikacija cijelog genoma važna je evolucijska strategija koja povećava sposobnost prilagodbe biljaka na okolišni stres. Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj toplinskog i solnog stresa na fotosintezu i promjene u proteomu diploidnih (2n) i poliploidnih (3n i 4n) biljaka uročnjaka (*Arabidopsis thaliana*). Biljke stare dva mjeseca bile su izložene toplinskom (45 °C for 3 sata) ili solnom (300 mM NaCl, 24 ili 48 sati) stresu. Učinci stresa mjereni su putem maksimalne učinkovitosti fotosustava II (Fv/Fm), indeksa fotosintetske učinkovitosti (PIABS) te sadržaja prolina. Odgovor proteoma na stres analiziran je pomoću metode 2D SDS-PAGE i masene spektrometrije. Naše istraživanje pokazalo je da pri izloženosti toplinskom i solnom stresu poliploidne biljke održavaju višu fotosintetsku učinkovitost od diploida. Dok je akumulacija prolina pod toplinskim stresom bila podjednaka kod svih stupnjeva ploidnosti, pod solnim stresom poliploidi su akumulirali više prolina, ukazujući na veću toleranciju na salinitet. Analizom proteoma utvrđena je različita ekspresija proteina u diploida i poliploida izloženih stresu. Nekoliko različito eksprimiranih proteina povezano je s fotosintetskim funkcijama i putevima odgovora na stres. Ovi rezultati potvrđuju ranija saznanja o otpornosti tetraploidnog uročnjaka na zaslanjenost te proširuju to opažanje i na toplinski stres. Osim toga, triploidi su također pokazali povećanu toleranciju na stres, što sugerira adaptivne prednosti i ovog stupnja ploidije. Različiti obrasci ekspresije proteina između različitih stupnjeva ploidije u stresnim uvjetima mogu predstavljati različite strategije uštede energije te promjene u strukturi i funkciji proteina. Ovo istraživanje ukazuje na važnost poliploidije za povećanu toleranciju biljaka na stres te predstavlja smjernice za oplemenjivanje usjeva u uvjetima klimatskih promjena.

Ključne riječi: *Arabidopsis*, tetraploid, triploid, toplinski stres, solni stres

IMPACT OF HEAT AND SALT STRESS ON PHOTOSYNTHETIC EFFICIENCY AND THE PROTEOME OF DIPLOID AND POLYPLOID ARABIDOPSIS THALIANA

Global warming and soil salinization pose significant challenges to modern plant cultivation. Polyploidization or whole genome duplication is an important evolutionary strategy that enhances plant adaptation to environmental stress. This study investigates the impact of heat and salt stress on photosynthesis and proteomic changes in a polyploid series of *Arabidopsis thaliana* (2n, 3n and 4n). Two months old plants were exposed to heat (45 °C for 3 h) or salt stress (300 mM NaCl for 24 or 48 h). Stress effects were assessed via maximum efficiency of photosystem II (Fv/Fm), performance index (PIABS) and proline content. Proteomic responses were analyzed using 2D SDS-PAGE and mass spectrometry. Our findings revealed that polyploid plants maintained higher photosynthetic performance than diploids under both heat and salt stress. While proline accumulation under heat stress was comparable across all ploidy levels, polyploids accumulated more proline under salt stress, indicating enhanced salinity tolerance. Proteomic analysis showed differential protein expression among diploid and polyploid plants in response to stress. Several differentially expressed proteins showed functions involved in photosynthesis and stress-response pathways. These findings confirm previous evidence of tetraploid *Arabidopsis* resilience to salinity and extend this observation to heat stress as well. Moreover, triploids also demonstrated increased stress tolerance, suggesting adaptive advantages of this intermediate ploidy level. Differential expression patterns among ploidy levels may reflect varied energy- saving strategies and alterations in protein structure and function. This work highlights the importance of polyploidy in improving plant stress resilience, offering direction for breeding stress-tolerant crops in a changing climate.

Keywords: *Arabidopsis*, tetraploid, triploid; heat stress, salt stress

P - 4

UTJECAJ STRESA ENDOPLAZMATSKOG RETIKULUMA NA SUSTAV UROKINAZNOG PLAZMINOGENSKOG AKTIVATORA

Culej Bošnjak Diana[1], Janjić Doris[1], Antica Mariastefania[2], **Matulić Maja**[1,2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek,Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska
[2]Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb, Ksaverska cesta 2, Hrvatska

maja.matulic@biol.pmf.hr

Urokinazni plazminogenski aktivator ili urokinaza (uPA) je visokospecifična eksptracelularna proteaza uključena u brojne fiziološke i patološke procese. Njena je aktivnost posljedica interakcija s urokinaznim inhibitorom PAI1 i receptorom uPAR i precizno je regulirana na nekoliko razina. Cilj rada je bio istražiti utjecaj stresa endoplazmatskog retikuluma (ER) na urokinaznu aktivnost. Dvije tumorske stanične linije tretirane induktorima odgovora na stres ER, thapsigarginom i natrijevim salicilatom. U kondicioniranom je mediju određena urokinazna aktivnost, kao i ekspresija molekula sustava uPA i odgovora na stres ER u staničnim lizatima, na razini RNA i proteina. Također je analizirana stanična proliferacija, te sposobnost migracije i invazije kroz ekstracelularni matriks. Stres ER je modulirao urokinaznu aktivnost: kod globlastomske linije aktivnost je bila povećana, a kod stanica tumora dojke bila je smanjena. Ekspresija urokinaze i PAI1, na razini proteina i RNA je bila promijenjena. Stres ER je smanjio staničnu migraciju, invaziju i proliferaciju, bez obzira na promjene urokinazne aktivnosti. Rezultati ukazuju da bi za različitu regulaciju urokinazne aktivnosti mogla biti odgovorna stanično-specifična aktivacija pojedinih signalnih puteva.

Ključne riječi: urokinazni plazminogenski aktivator, stres endoplazmatskog retikuluma, urokinazna aktivnost

INFLUENCE OF ENDOPLASMIC RETICULUM STRESS ON THE UROKINASE PLASMINOGEN ACTIVATION SYSTEM

Urokinase plasminogen activator or urokinase (uPA) is a highly specific extracellular protease which takes part in many physiological and pathological processes. Its activity is a consequence of its interactions with its inhibitor, PAI1 and receptor, uPAR, and is finely tuned at several levels. The aim of the work was to investigate whether endoplasmic reticulum (ER) stress influences urokinase activity. Two tumour cell lines were treated with inducers of the ER stress response, thapsigargin and sodium salicylate. Urokinase activity was determined in conditioned media, as well as expression of uPA system molecules and molecules involved in response to ER stress in cell lysates, on the level of RNA and proteins. In addition, cell proliferation, migration and extracellular matrix invasion were followed up. ER stress modulated urokinase activity: in a glioblastoma line its activity was increased and in breast cancer cells it was decreased. Expression of urokinase and PAI1 was changed on the protein and RNA level. However, ER stress decreased cell migration, invasion and proliferation without correlation to urokinase activity. Results indicate that cell specific activation of some signalling pathways could be responsible for different urokinase activity regulation.

Keywords: urokinase plasminogen activator, endoplasmic reticulum stress, urokinase activity

P - 5

GDJE ŽIVI MALI DINARSKI SKAKAVAC? POZNATA I MODELIRANA RASPROSTRANJENOST VRSTE *RAMMEIHIPPUS DINARICUS* (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)

Skejo Josip[1], **Mirković Matej Kristan**[1], Linić Marino, Škorput Jadranka, Ćato Sebastian[1], Tvrtković Nikola, Szövényi Gergely[2], Puskás Gellért[2], Kokan Bože[3], **Kasalo Niko**[4]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Sveučilište Eötvös Loránd, Budimpešta, Egyetem tér 1-3, Hungary;
[3]Prirodoslovni muzej, Split, Poljana kneza Trpimira 3, Hrvatska;
[4]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska

jskejo@biol.pmf.hr; matej.k.mirkovic@gmail.com nikokasalo5@gmail.com

Mali dinarski skakavac, *Rammeihippus dinaricus* (Götz, 1970) (Orthoptera: Acrididae), mali je (♂♂~14 mm,♀♀~24 mm) i kratkokrili skakavac koji ne može letjeti, a endemičan je za visoke (1000–1920 m n.m.v.) sipare i kamenjarske padine s rijetkom vegetacijom i to na tek nekoliko dinarskih planina. Ženke imaju kraća krila od mužjaka, a nalikuju na ljuske. Osim kratkih krila, vrsta je prepoznatljiva po crnim koljenima, ticalima sa zavijenim vrhovima te kompleksnoj pjesmi zova i udvaračkoj pjesmi. Donosimo pregled svih lokaliteta na kojima je vrsta zabilježena od opisa pa do danas, zajedno s pripadajućim podatcima poput datuma, koordinata, nadmorske visine i pripadajuće planine. Vrsta nastanjuje granične planine Hrvatske i Bosne i Hercegovine—Dinaru, Troglav i Kamešnicu, te u Hrvatskoj Paklenicu (južni Velebit) i Svilaju, a u Bosni i Hercegovini Čvrsnicu i Vran planinu. Zanimljivo je da na Paklenici (Sveto Brdo—1751 m), Dinari (Dinara—1831 m) i Svilaji (Svilajski bat—1508 m) vrsta nastanjuje najviše vrhove koji su izloženi jakoj buri i ostalim teškim vremenskim uvjetima. Moguće je da vrsta i na drugim planinama na kojima je prisutna nastanjuje vršna područja koja su teško dostupna za istraživanje, pogotovo u ljetnim mjesecima kada je aktivna. Uz pregled svih lokaliteta, donosimo i model moguće sadašnje rasprostranjenosti koja je temeljena na svim poznatim nalazima i usporedbi njihovih klimatskih parametara s klimatskim parametrima dosad neistraženih lokaliteta u Dinaridima Hrvatske i Bosne i Hercegovine. Model ukazuje da je vrsta vjerojatno šire rasprostranjena nego što je to do sad poznato. Model predviđa i da postoji još lokaliteta na planinama koje su do sada istraživane, ali i da postoji još planina na kojima bi vrsta mogla živjeti u objema državama. Buduća istraživanja usredotočit će se na pronalaske još lokaliteta ove rijetke vrste na temelju onih koje je model pretpostavio.

Ključne riječi: Biogeografija, endem, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Gomphocerinae

WHERE DOES THE DINARIAN GRASSHOPPER LIVE? KNOWN AND MODELLED DISTRIBUTION OF *RAMMEIHIPPUS DINARICUS* (ORTHOPTERA: ACRIDIDAE)

The Dinarian Grasshopper, *Rammeihippus dinaricus* (Götz, 1970) (Orthoptera: Acrididae), is a small (♂♂ ~14 mm, ♀♀ ~24 mm), short-winged, flightless grasshopper endemic to high-altitude (1000–1920 m a.s.l.) screes and stony slopes with sparse vegetation on only a few Dinaric mountains. Females have shorter, scale-like wings compared to males. In addition to its reduced wings, the species is characterized by black knees, curved antennal apices, and complex calling and courtship songs. We present a review of all known localities where the species has been recorded from its original description until today, including data on collection dates, coordinates, altitude, and associated mountains. The species inhabits border mountains of Croatia and Bosnia and Herzegovina—Dinara, Troglav, and Kamešnica—as well as Paklenica (southern Velebit) and Svilaja in Croatia; and Čvrsnica and Vran Planina in Bosnia and Herzegovina. Interestingly, on several mountains such as Sveto Brdo (1751 m, Paklenica), Dinara (1831 m), and Svilajski bat (1508 m, Svilaja), the species occurs at the very highest peaks, which are exposed to strong bora winds and other extreme weather conditions. It is likely that on other mountains where the species occurs, it also inhabits summit areas that are difficult to access—particularly during the warmest summer months, during the adults' active period. In addition to the localities' overview, we provide a model of the species' potential current distribution based on all known records and a comparison of their climatic parameters with those of unexplored localities in the Dinaric Alps of Croatia and Bosnia and Herzegovina. The model suggests that the species may be more widely distributed than currently known. It predicts the presence of additional sites not only on already surveyed mountains but also on other suitable but previously unsurveyed mountains in both countries. Future research will focus on identifying additional localities of this rare species based on those predicted by the model.

Keywords: biogeography, endemic, Croatia, Bosnia & Herzegovina, Gomphocerinae

P - 6

DESET NOVIH *CAREX* HIBRIDA (CYPERACEAE) U HRVATSKOJ FLORI

Ćato Sebastian[1], Řepka Jan[2], Řepka Radomír[3], Ljubičić Ivica[4], Buzjak Suzana[5], Bogdanović Sandro[4]

[1]Udruga studenata biologije BIUS, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Brno, Černopolní 8, Czech Republic;
[3]Mendel University in Brno, Faculty of Forestry and Wood Technology, Brno, Zemědělská 1, Czech Republic;
[4]Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Svetošimunska cesta 25, Hrvatska;
[5]Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb, Demetrova 1, Hrvatska

cato11224@gmail.com

Intrasekcijska hibridizacija u rodu *Carex* (Cyperaceae) vrlo je česta između blisko srodnih vrsta, kao u sekcijama *Acrocystis*, *Digitatae*, *Ceratocystis*, *Phacocystis* i *Vesicariae*, dok međusekcijska hibridizacija nije toliko česta. Intrasekcijski hibridi su ponekad djelomično fertilni kao u sekcijama *Ceratocystis* i *Phacocystis*, dok su međusekcijski često potpuno sterilni. Hibridi oba podrijetla koji imaju prijelazna svojstva između roditeljskih vrsta su najlakši za determinirati. Međutim, jedinke iz hibridnih grupa koje su već morfološki slične jednom od roditelja i koje imaju povišenu fertilnost su teške za determinirati. Trenutno je u Hrvatskoj flori poznato 11 hibrida i svi su nedavno otkriveni. Tijekom vegetacijskih sezona od 2023. do 2025. godine istražili smo različita staništa (poplavna područja, cretove, šume, travnjake) na području Hrvatske. Tom prilikom smo pronašli devet novih intrasekcijskih hibrida: C. × *allolepis* [C. *acuta* × C. *cespitosa*], C. × *dufftii* [C. *digitata* × C. *ornithopoda*], C. × *elytroides* [C. *acuta* × C. *nigra*], C. × *fulva* [C. *demissa* × C. *hostiana*], C. × *ruedtii* [C. *flava* × C. *lepidocarpa*], C. × *strictiformis* [C. *cespitosa* × C. *elata*], C. × *strigosula* [C. *strigosa* × C. *sylvatica*], C. × *turfosa* [C. *elata* × C. *nigra*], C. × *vratislavensis* [C. *acuta* × C. *buekii*], i jedan novi intersekcijski hibrid: C. × *boenninghausiana* [C. *paniculata* × C. *remota*]. Herbarijski primjerci svih novootkrivenih hibrida za Hrvatsku su pohranjeni u CNHM i ZAGR herbarijskim zbirkama dok su fotografije vegetativnih i generativnih dijagnostičkih svojstava unesene i dostupne na portalu iNaturalist.

Ključne riječi: *Carex*, korologija, flora, hibridi, taksonomija

TEN NEW CAREX HYBRIDS (CYPERACEAE) IN THE CROATIAN FLORA

Intrasectional hybridization in the genus *Carex* (Cyperaceae) is very frequent between closely related species, like in the sections *Acrocystis*, *Digitatae*, *Ceratocystis*, *Phacocystis* and *Vesicariae*, while intersectional hybridization is rare. Intrasectional hybrids are sometimes partially fertile like in the sections *Ceratocystis* and *Phacocystis*, while intersectional ones are often completely sterile. Hybrids of both origins that have intermediate features between the parent species are the easiest to determine. However, plants from hybrid swarms that are already morphologically close to one of the parents and also have increased fertility are difficult to determine. Currently, in the Croatian flora 11 hybrids are known, and all were recently discovered. During vegetation seasons from 2023 to 2025 we investigated different habitats (wetlands, bogs, forests, grasslands) across Croatia. On that occasion we have found nine new intrasectional hybrids: C. × *allolepis* [C. *acuta* × C. *cespitosa*], C. × *dufftii* [C. *digitata* × C. *ornithopoda*], C. × *elytroides* [C. *acuta* × C. *nigra*], C. × *fulva* [C. *demissa* × C. *hostiana*], C. × *ruedtii* [C. *flava* × C. *lepidocarpa*], C. × *strictiformis* [C. *cespitosa* × C. *elata*], C. × *strigosula* [C. *strigosa* × C. *sylvatica*], C. × *turfosa* [C. *elata* × C. *nigra*], C. × *vratislavensis* [C. *acuta* × C. *buekii*], and one new intersectional hybrid: C. × *boenninghausiana* [C. *paniculata* × C. *remota*]. Herbarium specimens of all newly detected hybrids for Croatia are deposited in CNHM and ZAGR herbaria while the photographs of vegetative and generative diagnostic characters were uploaded and are available in the portal iNaturalist.

Keywords: *Carex*, chorology, flora, hybrids, taxonomy

P - 7

PRVI UVID U FILOGEOGRAFIJU INVAZIVNOG SLATKOVODNOG ŠKOLJKAŠA *DREISSENA POLYMORPHA* U HRVATSKOJ

Sečen Helena[1], Lajtner Jasna[1], Podnar Martina[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb, Demetrova 1, Hrvatska

hsecen@stud.biol.pmf.hr

Raznolika trokutnjača, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), slatkovodni je školjkaš iz porodice Dreissenidae. Jedna je od najpoznatijih invazivnih vrsta na svijetu, autohtona je samo na području Ponto-kaspijskog bazena, ali se od 19. stoljeća proširila pa danas nastanjuje velike dijelove Europe i Sjeverne Amerike. Ima izrazito negativan ekološki učinak na staništa u koja je introducirana, uzrokujući promjene ekosustava, natječući se za hranu i prostor s autohtonim vrstama. Socioekonomski utjecaj vrste izrazito je negativan zbog šteta koje uzrokuje na infrastrukturi, poput elektrana i postrojenja za pročišćavanje vode. Filogeografija ove vrste na razini Europe vrlo je dobro istražena, dok su podatci za Hrvatsku izrazito oskudni. Cilj je ovoga istraživanja na temelju analize sekvenci mitohondrijskog COI gena (DNA barkod regije), metodom statističke parsimonije odrediti intraspecifične filogeografske odnose između hrvatskih populacija i uklopiti ih u globalnu filogeografsku sliku vrste. Prvi rezultati analize triju hrvatskih populacija (Jarun, Drava, Neretva) pokazali su da populacije Jaruna i Drave sadrže dva dijeljena, u alohtonim europskim populacijama najzastupljenija, široko rasprostranjena haplotipa, što je u skladu s brzim širenjem izvorišne polimorfne populacije. Populaciju rijeke Neretve karakterizira minimalno različit, do sad još nezabilježen haplotip. Rezultati ovog istraživanja važni su za rasvjetljavanje demografske povijesti vrste u Hrvatskoj te dinamike njene introdukcije i moći će poslužiti kao temelj za buduće upravljanje vrstom.

Ključne riječi: školjkaši, invazivna vrsta, COI gen, statistička parsimonija

FIRST INSIGHT INTO THE PHYLOGEOGRAPHY OF THE INVASIVE FRESHWATER MUSSEL *DREISSENA POLYMORPHA* IN CROATIA

The zebra mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), is a freshwater bivalve from the Dreissenidae family. It is one of the most famous invasive species in the world, native only to the Ponto-Caspian Basin, but since the 19th century it has spread and today inhabits large parts of Europe and North America. It has a very negative ecological impact on the habitats it invades, causing changes in ecosystems, competing for food and space with indigenous species. The socioeconomic impact of this species is profoundly negative due to damage it causes to infrastructure, such as power plants and water treatment facilities. The phylogeography of this species on a European scale is very well studied, whereas data for Croatia are extremely scarce. The aim of this research is to determine intraspecific phylogeographic relationships between Croatian populations using the statistical parsimony method, based on the analysis of mitochondrial COI gene sequences (DNA barcode region) and to place them within the global phylogeographic picture of the species. The initial results of the analysis of three Croatian populations (Jarun, Drava, Neretva) showed that the Jarun and Drava populations contain two shared, most common and widely distributed haplotypes in non-endemic European populations, consistent with the rapid expansion of the source polymorphic population. The river Neretva population is characterised by a minimally divergent, previously unrecorded haplotype. The results of this study are important for uncovering the demographic history of the species in Croatia and the dynamics of its introductions, which may serve as a basis for its future management.

Keywords: bivalves, invasive species, COI gene, statistical parsimony

P - 8

BIOAKTIVNI POTENCIJAL GLJIVE *RHODOTORULA MUCILAGINOSA* IZ KRŠKE JAME NA BIOKOVU (HRVATSKA)

Malev Olga[1], **Galić Perečinec Maja**[1], Bojanić Krunoslav[1], Kosović Anja[2], Kušan Ivana[1]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[2]Privatna adresa: Zagreb, Trakošćanska 39, Hrvatska

maja.galic.perecinec@irb.hr

Gljive su poznate po svojim sekundarnim metabolitima s antimikrobnim i antioksidacijskim učincima zbog čega predstavljaju vrijedan izvor novih bioaktivnih spojeva. Dinarski krš jedno je od najsloženijih krških područja na svijetu, s visokom biološkom i hidrološkom raznolikošću, no gljive su u tim ekosustavima još uvijek nedovoljno istražene. Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti bioaktivni potencijal crvenog kvasca *Rhodotorula mucilaginosa*, izoliranog iz vodenog okoliša jame Njemice (Biokovo). Antioksidacijska aktivnost ispitana je trima standardnim metodama: DPPH, ABTS i FRAP, dok je antimikrobna aktivnost testirana na bakterijama *Escherichia coli* NCTC 12291, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 i kvascu *Candida albicans* ATCC 90028. Ekstrakt crvenog kvasca (frakcije F1, F4, F5) i ekstrakt medija (F0, F2) pokazali su najveću sposobnost vezanja slobodnih radikala (ABTS i DPPH), dok je izraženija redukcija željezovih iona zabilježena u frakcijama F4 i F5 (medij) te F1 (crveni kvasac). Minimalne inhibicijske koncentracije nisu postignute, ali je uočena dozno ovisna inhibicija rasta bakterija i kvasca *Candida*, uz značajno antifungalno djelovanje u frakcijama F1, F2 i F3 (medij) te F1 i F5 (crveni kvasac). Disk-difuzijskim testom potvrđena je inhibicija rasta *S. aureus* i *C. albicans*. Preliminarni rezultati ukazuju da polarne frakcije (metanol, metanol:etil-acetat; F1 i F2) vjerojatno sadrže fenolne spojeve zaslužne za antioksidacijsku aktivnost, dok nepolarne frakcije (aceton, diklormetan; F4 i F5) mogu sadržavati lipofilne metabolite (lipide, karotenoide) s antimikrobnim učinkom. U tijeku je kemijska karakterizacija i profiliranje frakcija radi preciznijeg definiranja bioaktivnih spojeva odgovornih za izmjerene učinke. Dobiveni rezultati pridonose boljem razumijevanju ekološke uloge gljiva u špiljskim ekosustavima te ističu potencijal vrste *R. mucilaginosa* kao izvora novih bioaktivnih molekula za moguću terapeutsku primjenu.

Ključne riječi: bioaktivni potencijal, sekundarni metaboliti, kemijska ekstrakcija, špiljske gljive

BIOACTIVE POTENTIAL OF THE FUNGUS *RHODOTORULA MUCILAGINOSA* FROM A KARST CAVE IN THE BIOKOVO MOUNTAIN (CROATIA)

Fungi are well known for their secondary metabolites with antimicrobial and antioxidant properties, making them a valuable source of novel bioactive compounds. The Dinaric karst is one of the most complex karst regions globally, with high biological and hydrological diversity, yet fungi in these ecosystems remain poorly studied. This study aimed to evaluate the bioactive potential of red yeast *Rhodotorula mucilaginosa*, isolated from the aquatic environment of the Njemica cave (Biokovo). Antioxidant activity was assessed using three standard assays: DPPH, ABTS, and FRAP, while antimicrobial activity was tested against *Escherichia coli* NCTC 12291, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, and *Candida albicans* ATCC 90028. The yeast extract (fractions F1, F4, F5) and medium extract (F0, F2) displayed the highest radical scavenging capacity (ABTS and DPPH), while stronger ferric ion reduction was observed in F4 and F5 (medium) and F1 (yeast). Although minimum inhibitory concentrations were not reached, dose-dependent growth inhibition of bacteria and *Candida* was observed, with notable antifungal activity in F1, F2, and F3 (medium) and F1 and F5 (yeast) fractions. Disk diffusion confirmed inhibition of *S. aureus* and *C. albicans*. Preliminary observations suggest that more polar fractions (methanol, methanol:ethyl acetate; F1 and F2) may contain phenolic-like compounds contributing to antioxidant activity, whereas less polar fractions (acetone, dichloromethane; F4 and F5) may have lipophilic metabolites (i.e. lipids, carotenoids) with potential antimicrobial effects. Chemical characterization and fractions profiling are ongoing to define the bioactive components responsible for the observed effects. These findings contribute to a better understanding of the ecological role of fungi in cave ecosystems and highlight the potential of *R. mucilaginosa* as a source of novel bioactive molecules with possible therapeutic applications.

Keywords: bioactive potential, secondary metabolites, chemical extraction, cave fungi

P - 9

UČINAK FITOPLAZMATSKIH EFEKTORSKIH PROTEINA SAP11-LIKE I SAP54-LIKE NA ANTIOKSIDACIJSKI KAPACITET I FOTOSINTETSKE PIGMENTE UROČNJAKA (*ARABIDOPSIS THALIANA* L.)

Miškec Karlo[1], Drčelić Marina[1], Šola Ivana[1], **Šeruga Musić Martina**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek,Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska

martina.seruga.music@biol.pmf.hr

Fitoplazmoze, biljne bolesti koje ugrožavaju biljke diljem svijeta, uzrokovane su nekultivabilnim bakterijama roda "*Candidatus Phytoplasma*" koje u prirodi prenose zaraženi kukci. Uzrokuju simptome poput žutila, patuljastog rasta, abnormalnog razvoja i čestog propadanja biljaka, što dovodi do značajnih ekonomskih gubitaka u proizvodnji usjeva. Osim toga, fitoplazme mogu izazvati drastične razvojne i fiziološke promjene domaćina izlučivanjem efektora, malih proteina koji također stupaju u interakciju i s imunosnim sustavom biljaka. Do sada je detaljno okarakterizirano svega nekoliko efektora fitoplazmi za koje je poznato da utječu na metabolizam domaćina. Antioksidacijski kapacitet (AK) biljaka, koji ovisi o koncentraciji i sastavu endogenih antioksidansa, može biti značajno promijenjen takvim biotičkim stresom. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati mogući učinak efektora SAP11-like i SAP54-like fitoplazme "*Ca. P. solani*" na AK i fotosintetske pigmente (FP) u uročnjaku (*Arabidopsis thaliana* L.). Transgene linije uročnjaka SAP11-2b i SAP11-3b s prekomjernom ekspresijom gena SAP11-like te linije SAP54-B2P4 i SAP54-B4P2 s prekomjernom ekspresijom gena SAP54-like dobivene su u našim prethodnim istraživanjima. Za analize je korišteno tkivo 45 dana starih transgenih biljaka i divljeg tipa (wt) uročnjaka uzgojenih u uvjetima dugog (dd) ili kratkog dana (kd). Rezultati DPPH i FRAP metoda pokazali su da se AK značajno smanjio u svim SAP11 i SAP54 linijama uzgojenim u uvjetima dd, u usporedbi s wt. Za biljke uzgojene u uvjetima kd, FRAP analiza je pokazala isti trend za 3 od 4 linije, dok je DPPH analiza pokazala povećanje AK za SAP11 linije. ABTS metoda pokazala je nižu osjetljivost, a samo su biljke linije SAP11-3b uzgojene u uvjetima dd imale značajno smanjenje AK. Usporedba sadržaja FP pokazala je tendenciju smanjenja svih izmjerenih pigmenata za SAP54 linije uzgojene u uvjetima kd, dok su u SAP11 linijama iz uzgoja dd klorofil a i klorofil b pokazali divergentne promjene.

Ključne riječi: biotički stres, "*Ca. P. solani*", efektor

THE EFFECT OF PHYTOPLASMA EFFECTOR PROTEINS SAP11-LIKE AND SAP54-LIKE ON ANTIOXIDATIVE CAPACITY AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN ARABIDOPSIS (*ARABIDOPSIS THALIANA* L.)

Phytoplasmoses, plant diseases affecting plants worldwide, are associated with uncultivable bacteria "*Candidatus Phytoplasma*" and transmitted and hosted by insects. They cause symptoms like yellowing, stunted growth, abnormal development and often decline of plants, which leads to notable economic losses in crop production. Additionally, phytoplasmas can induce drastic developmental and physiological changes by secreting effectors, small proteins that also interact with the plant immune system. Only several phytoplasma effectors have been thoroughly characterized so far and they all significantly affect host metabolism. Among this, the antioxidative capacity (AC) of plants, dependent on the concentration and composition of endogenous antioxidants, can be significantly influenced by such biotic stress. Therefore, the aim of this study was to investigate the possible effect of SAP11-like and SAP54-like effectors of "*Ca. P. solani*" on AC and photosynthetic pigments (PP) in *Arabidopsis thaliana* L. Transgenic arabidopsis lines SAP11-2b and SAP11-3b overexpressing SAP11-like gene, as well SAP54-B2P4 and SAP54-B4P2 with overexpression of SAP54-like gene we obtained in our previous studies. Tissue of 45-day old transgenic and wild type (wt) arabidopsis plants grown under long-day (ld) or short-day (sd) cycle conditions were used for the analyses. Results of DPPH and FRAP methods have revealed that AC markedly decreased in all SAP11 and SAP54 lines grown under ld, compared to the wt. For the sd-grown plants, FRAP analysis indicated the same trend for 3 out of 4 lines, while DPPH analysis indicated the increase in AC for SAP11 lines. The ABTS method has shown to be less sensitive with only SAP11-3b line plants grown under ld having significant decrease in AC. The comparison of PP content showed the tendency of decrease in all of the measured pigments for SAP54 sd-grown lines, while in SAP11 ld-grown lines chlorophyll a and chlorophyll b were differentially affected.

Keywords: biotic stress, "*Ca. P. solani*", effector

P - 10

UTJECAJ EFEKTORA SAP11-LIKE I SAP54-LIKE FITOPLAZME "*CANDIDATUS PHYTOPLASMA SOLANI*" NA EKSPRESIJU GENA OKSIDACIJSKOG STRESA UROČNJAKA (*ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH.)

Patajac Stella[1], Drčelić Marina[1], Davosir Dino[1], **Šeruga Musić Martina**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek,Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska

martina.seruga.music@biol.pmf.hr

Fitoplazme (rod "*Candidatus Phytoplasma*") su bakterije koje zaražavaju veliki broj biljnih vrsta diljem svijeta, a rasprostranju se putem kukaca-vektora. Kao unutarstanični patogeni, izlučuju svoje efektorske proteine izravno u stanicu domaćina, što im omogućuje moduliranje razvojnih i metaboličkih procesa te imunosnog odgovora domaćina i olakšava infekciju. Uvjeti oksidacijskog stresa često se javljaju u zaraženim biljkama, a obilježeni su povećanjem proizvodnje reaktivnih kisikovih vrsta (ROS). Biljke su razvile antioksidacijski sustav koji štiti od oštećenja uzrokovanih ROS-ovima, a uključuje enzime glutation peroksidazu (GPX), superoksid dismutazu (SOD), katalazu (CAT), glutation S-transferazu (GST) i sl. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati kako prisutnost efektora SAP11-like i SAP54-like fitoplazme "*Ca. P. solani*" utječe na ekspresiju gena enzima uključenih u oksidacijski stres kod uročnjaka (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh). Transgene linije uročnjaka s prekomjernom ekspresijom gena SAP11-like te linije s prekomjernom ekspresijom gena SAP54-like dobivene su u našim prethodnim istraživanjima. Za analize je korišteno tkivo 15 dana starih klijanaca transgenih linija i divljeg tipa uročnjaka. Nakon izolacije RNA, cDNA je sintetizirana reverznom transkripcijom, a ekspresija gena *AtSOD*, *AtGSTU24*, *AtCAT1*, *AtCAT3*, *AtGPX1*, *AtGPX4*, *AtGPX7* i *AtGPX8* ispitana je metodom qPCR i određena komparativnom (ΔΔCt) metodom. Obrasci ekspresije gena varirali su između različitih linija i istraživanih gena. Rezultati su otkrili statistički značajno pojačanu regulaciju gena *AtGPX8* i *AtGSTU24* u svim transgenim linijama SAP11 i SAP54, s posebno visokom razinom pojačane regulacije gena *AtGSTU24* u liniji SAP54-B2P4. Ovo je prva studija o utjecaju efektora fitoplazme "*Ca. P. solani*" na ekspresiju gena antioksidacijskih enzima, što daje preliminarni uvid u ulogu efektorskih proteina fitoplazme u oksidacijskom stresu i aktivaciji antioksidacijskog sustava u zaraženim biljkama.

Ključne riječi: antioksidacijski sustav, biotički stres, ekspresija gena, fitoplazmoza, qPCR

THE INFLUENCE OF "*CANDIDATUS PHYTOPLASMA SOLANI*" EFFECTORS SAP11-LIKE AND SAP54-LIKE ON THE EXPRESSION OF GENES ENCODING ANTIOXIDATIVE ENZYMES IN ARABIDOPSIS (*ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH.)

Phytoplasmas (genus "*Candidatus Phytoplasma*") are insect-transmitted uncultivable bacteria infecting a wide range of plant species worldwide. As endocellular pathogens, they secrete their effector proteins directly into the host cell, enabling them to modulate developmental and metabolic processes and the host immune response, thereby facilitating infection. Furthermore, oxidative stress conditions often occur in infected plants, marked by an increase in the production of reactive oxygen species (ROS). Plants developed an antioxidative system that protects against damage caused by ROS, encompassing enzymes glutathione peroxidase (GPX), superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione S-transferase (GST), etc. This research aimed to examine how the presence of SAP11-like and SAP54-like effectors of "*Ca. P. solani*" affects the gene expression of enzymes involved in oxidative stress in *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. Transgenic arabidopsis lines overexpressing the SAP11-like gene and the SAP54-like gene were obtained in our previous research. Tissue from 15-day-old wild-type and transgenic seedlings was used for the analyses. After RNA isolation, cDNA was synthesized by reverse transcription, and the expression of the *AtGSTU24*, *AtCAT1*, *AtCAT3*, *AtGPX1*, *AtGPX4*, *AtGPX7* and *AtGPX8* genes was examined by qPCR and determined using the comparative (ΔΔCt) method. The gene expression patterns varied between different lines and genes investigated. The results revealed a statistically significant upregulation of the *AtGPX8* and *AtGSTU24* genes in all SAP11- and SAP54-transgenic lines, with a particularly high level of upregulation of the *AtGSTU24* gene in the SAP54-B2P4 line. This is the first study on the influence of "*Ca. P. solani*" effectors on the antioxidative enzyme gene expression, providing preliminary insights into the role of phytoplasma effector proteins in oxidative stress and activation of the antioxidative system in affected plants.

Keywords: antioxidative system, biotic stress, gene expression, phytoplasmosis, qPCR

P - 11

ISPITIVANJE UČINKA 2-HIDROKSI-1,4-NAFTOKINONA I 2-METOKSI-1,4- NAFTOKINONA NA BAKTERIJU *ESCHERICHIA COLI*

Stupin Polančec Darija[1], Pranjić Matej[1], Domijan Ana-Marija[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zagreb, Schrottova 39, Hrvatska

dstupinpolancec@pharma.hr

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati antibakterijski potencijal i mehanizam antibakterijskog djelovanja 2-hidroksi-1,4-naftokinona (2-HNQ) i 2-metoksi-1,4-naftokinona (2-MNQ) na bakteriji *Escherichia coli* soj ATCC25922. Minimalna inhibitorna koncentracija (MIK) određena je mikrodilucijskim testom prema CLSI smjernicama. Mogući sinergistički učinak naftokinona i antibiotika ispitan je u ko-tretmanu i pre-tretmanu E. coli s naftokinonima (u 0,5 MIK koncentracijama) i primjenom antibiotika disk-difuzijskom metodom. U zadnjem dijelu ispitivanja, suspenzija *E. coli* inkubirana je s 2-HNQ ili 2-MNQ (0,5 MIK, 24h) te je ispitan unos kristal violeta (KV) u stanicu, metabolička aktivnost stanica i razina reaktivnih kisikovih vrsta (ROS) u stanici. Svi su pokusi provedeni najmanje dva puta, a rezultati metaboličke aktivnosti, unosa KV i razine ROS-ova su normalizirani na broj stanica te je razlika između različito tretiranih grupa testirana jednosmjernom ANOVA-om i Dunnettovim testom. Vrijednost MIK-a za 2-HNQ na *E. coli* iznosila je 500 µg/mL, a za 2-MNQ je 100 µg/mL. Pre-tretman i ko-tretman bakterija s 2-HNQ ili 2-MNQ omogućio je jače djelovanje nekih antibiotika na *E. coli*. Pre-tretman ili ko-tretman s naftokinonima najviše je pojačao djelovanje ertapenema, a djelovanje gentamicina, eritromicina i azitromicina bilo je srednje pojačano. Budući da navedeni antibiotici imaju različito djelovanje na bakterije, može se zaključiti da 2-HNQ i 2-MNQ imaju više različitih mehanizama djelovanja na *E. coli*. Tretman *E. coli* i s 2-HNQ i s 2-MNQ smanjio je broj stanica te je povećao unos KV u stanice. Iako nisu imali učinak na metaboličku aktivnost bakterija, naftokinoni su uzrokovali povećanje ROS-ova. Ti rezultati pokazuju da 2-HNQ i 2-MNQ zaustavljaju rast bakterija vjerojatno djelovanjem na permeabilnost membrane i povećanjem razine ROS-ova u bakterijskoj stanici. Potrebna su daljnja istraživanja mehanizama djelovanja 2- HNQ i 2-MNQ na *E. coli*.

Ključne riječi: naftokinoni, antibakterijski učinak, *E. coli*

ANTIBACTERIAL POTENTIAL OF 2-HYDROXY-1,4-NAPHTHOQUINONE AND 2-METHOXY-1,4-NAPHTHOQUINONE ON *ESCHERICHIA COLI*

The aim of this study was to investigate antibacterial potential and mechanisms of antibacterial action of 2- hydroxy-1,4-naphthoquinone (2-HNQ) and 2-metoxy-1,4-naphthoquionone (2-MNQ) on *Escherichia coli* strain ATCC25922. The minimal inhibitory concentration (MIC) of 2-MNQ and 2-MNQ was determined using microdilution assay according to CLSI Guidelines. The potential synergistic effects of 2-HNQ or 2-MNQ and antibiotics on *E. coli* were tested by co-treatment or pre-treatment of *E. coli* with 2-HNQ or 2-MNQ (at 0.5 MIC concentration) and then sensitivity to antibiotics by disk-diffusion method was conducted. Lastly, *E. coli* was incubated with 2-HNQ or 2-MNQ (0.5 MIC, 24 h), and crystal violet (CV) uptake, metabolic activity and level of reactive oxygen species (ROS) were assessed. All experiments were conducted at least two times. The results on metabolic activity, CV uptake and ROS level were normalised to the number of cells and the difference among groups was tested by one-way ANOVA followed by Dunnett's test. The MIC of 2-HNQ on *E. coli* was 500 µg/mL and of 2-MNQ 100 µg/mL. Pre-treatment and co-treatment of bacteria with 2-HNQ or 2- MNQ potentiated effect of some of antibiotics on *E. coli*; the highest effect was observed for ertapenem, and medium for gentamicin, erythromycin and azithromycin. These antibiotics have different modes of action on bacteria, therefore it can be concluded that 2-HNQ and 2-MNQ have several modes of action on *E. coli*. Both, 2-HNQ or 2-MNQ reduced the number of cells and increased CV uptake by cells. Although 2-HNQ and 2- MNQ had no effect on metabolic activity, they increased ROS production. These results indicate that both, 2- HNQ and 2-MNQ can inhibit growth of *E. coli* by affecting membrane permeability and increasing ROS production. However, further studies are needed to clarify the mechanism of action of 2-HNQ and 2-MNQ on *E. coli*.

Keywords: naphthoquinones, antibacterial potential, *E. coli*

P - 12

ENKAPSULACIJA BAKTERIOFAGA SPECIFIČNOG ZA SALMONELU U LIPOSOME

Černi Silvija[1], Dumbadze Etuna[2], Gabisonia Tarasi[2,4], Iordanishvili Saba[2], Krajačić Mladen[1,2], Kldiashvili Ekatarine[2], Loladze Manana[2,4], Nuskern Karaica Lucija[1], Vanić Željka[3], Župan Kristina[1]

[1]Zavod za mikrobiologiju, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska;
[2]Scientific Research and PhD Department, Petre Shotadze Tbilisi Medical Academy, Ketevan Tsamebuli Avenue, 51/2, GE-0100 Tbilisi, Gruzija;
[3]Zavod za farmaceutsku tehnologiju, Farmaceutsko biokemijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, A. Kovačića 1, HR-10000 Zagreb, Hrvatska;
[4]George Eliava Institute of Bacteriophages, Microbiology and Virology,Gotua st. 3, GE-0100 Tbilisi, Gruzija

silvija.cerni@biol.pmf.hr

Porast antibiotske rezistencije predstavlja jedan od najvećih izazova suvremene medicine i potiče ubrzan razvoj novi terapijskih pristupa. Bakteriofagi (skraćeno fagi) se zbog svoje litičke aktivnosti i visoke specifičnosti prema domaćinu sve češće razmatraju kao nadopuna ili zamjena za antibiotike, iako je njihova oralna primjena ograničena zbog osjetljivosti na fiziološke uvjete u želudcu. Enkapsulacija u liposome predstavlja obećavajuću strategiju za povećanje stabilnosti faga pri prolasku kroz probavilo, bolju kontrolu njihovog otpuštanja i smanjenje imunoreaktivnosti. Iako obećavajući, ovaj je pristup još uvijek relativno slabo istražen, a korištene metode i rezultati nisu ujednačeni. Bakterija *Salmonella sp*. jedan je od najčešćih uzročnika gastrointestinalnih infekcija u ljudi i životinja, te patogen kod kojega se sve češće javlja antibiotska rezistancija. U ovom je istraživanju bakteriofag Sal-Phi13 specifičan za salmonelu enkapsuliran u liposome metodom hidratacije tankog lipidnog filma, a korištenje žučnih soli za razaranje formiranih liposoma simuliralo je fiziološke uvjete tankog crijeva. Za formiranje liposoma korišteni su DLPC, Chol-PEG600, kolesterol i kolesteril u omjeru množina 1:0,1:0,2:0,7 te pripravci faga različitog titra. Formiranje lipidnih čestica potvrđeno je svjetlosnom mikroskopijom, a efikasnost enkapsulacije faga određena je tehnikom čistina u dvostrukom sloju agara. Izračun je uzimao u obzir titar faga u intaktnom pripravku liposoma te titar faga nakon razaranja liposoma žučnim solima. Najviša učinkovitost enkapsulacije iznosila je 91,7%, a postignuta je korištenjem faga koncentarcije 7×10^7 PFU/ml Istraživanje je provedeno na modelu faga specifičnog za salmonelu, no rezultati pružaju smjernice za slična istraživanja na drugim bakterijskim patogenima i njihovim virusima.

Ključne riječi: antibiotska rezistencija, terapija fagima, salmonela, liposomi

LIPOSOME ENCAPSULATION OF SALMONELLA-SPECIFIC BACTERIOPHAGE

The increase in antibiotic resistance is one of the greatest challenges facing modern medicine and is driving the development of new therapeutic approaches. Bacteriophages (phages) are increasingly considered as a complement or alternative to antibiotics due to their lytic activity and high host specificity, although their oral administration is limited by their susceptibility to physiological conditions in the stomach. Liposomal encapsulation is a promising strategy to increase phage stability during gastrointestinal passage, better control phage release and reduce their immunoreactivity. Despite its potential, this approach is still relatively under-researched and the methods and results used are not yet standardised. *Salmonella sp*. is one of the most common causes of gastrointestinal infections in humans and animals and an important pathogen with increasing antibiotic resistance. In this study, the Salmonella-specific phage Sal-Phi13 was encapsulated in liposomes using the thin-film hydration method, while bile salts were used to disrupt the liposomes and simulate physiological conditions of the small intestine. The liposomes were formulated using DLPC, Chol-PEG600, cholesterol and cholesteryl in a molar ratio of 1:0.1:0.2:0.7 together with phage preparations of different titres. The formation of lipid particles was confirmed by light microscopy and the encapsulation efficiency was determined using the double layer agar plaque assay. It was calculated by comparing the phage titres in intact liposome preparations and the phage titres after disruption of the liposomes by bile salts. The highest encapsulation efficiency (91.7%) was achieved with a phage concentration of 7×10^7 PFU/ml, suggesting a higher encapsulation efficiency using lower virus titres. Although we used Salmonella-specific phage as a model, the results obtained provide clues for future studies targeting other bacterial pathogens and their viruses.

Keywords: antibiotic resistance, phage therapy, Salmonella, liposomes

P - 13

UZGOJ BAKTERIJA *THIOBACILLUS DENITRIFICANS* I *SULFURIMONAS DENITRIFICANS* U LABORATORIJU

Kalebić Barbara[1], Prgić Zvonimir[2], Maršavelski Aleksandra[2], T. Ivanković Tomislav[2]

[1]Agrai Biotech d.o.o., Matekov brijeg 10, Brežane Lekeničke, 44272 Lekenik, Hrvatska
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Hrvatska

kalebicbarbara@gmail.com

Kemolitotrofne denitrificirajuće bakterije imaju važnu ulogu u ciklusima sumpora i dušika. Vrste poput *Thiobacillus denitrificans* i *Sulfurimonas denitrificans* oksidiraju reducirane spojeve sumpora istodobno reducirajući nitrate, što ih čini značajnima u ekosustavima, ali i za tehničku primjenu, npr. u bioreaktorima za uklanjanje nitrata i sulfida. *T. denitrificans* također ima primjenu u bioremedijaciji, što povećava potrebu za dostupnim i ponovljivim protokolima njegovog uzgoja (Manconi I. i sur., Biotechnol Bioeng. 2007.; Han Yi i sur., J Bacteriol. 2016). Međutim, postojeće smjernice često su raspršene po literaturi i zahtijevaju naprednu opremu za anaerobni uzgoj. Cilj ovog istraživanja je uspostaviti pojednostavljene i ponovljive protokole uzgoja ovih dvaju bakterija. Uzgoj sojeva *T. denitrificans* (DSM 12475) i *S. denitrificans* (DSM 1251) nabavljenih od DSMZ-a, testiran je u različitim uvjetima koristeći tri medija: DSMZ medij 113, ATCC 152 medij i komercijalni Thiobacillus medij. Kulture su uzgajane u tekućim i na krutim podlogama, u anaerobnim i pseudo-anaerobnim uvjetima, te na sobnoj temperaturi i 37 °C. Rast je praćen vizualno i spektrofotometrijski. Također, ispitani su uvjeti pohrane i precjepljivanja. Oba soja rasla su samo u DSMZ mediju 113. *T. denitrificans* je rastao i u anaerobnim i u pseudo-anaerobnim uvjetima, dok je *S. denitrificans* zahtijevao stroge anaerobne uvjete te je pokazao manje konzistentan rast. Zabilježen je rast oba soja na sobnoj temperaturi, ali ne i na 37 °C. Dugotrajno čuvanje na 4 °C u anaerobnim posudama očuvalo je oba soja, ali samo se *T. denitrificans* mogao pouzdano dalje presađivati u više navrata. Kinetika rasta pokazala je tipičnu Monodovu krivulju za *T. denitrificans*, dok je *S. denitrificans* rastao sporije i manje predvidljivo. Ovi rezultati pokazuju da se T. denitrificans može uzgajati u jednostavnim pseudo-anaerobnim uvjetima bez specijalizirane opreme, suprotno sadašnjima pretpostavkama u suvremenim protokolima. *S. denitrificans* i dalje ostaje zahtjevniji za uzgoj, što naglašava razlike specifične za pojedine vrste. Ovaj rad nudi praktičan i ponovljiv protokol uzgoja koji smanjuje prepreke za laboratorije s ograničenim iskustvom u anaerobnoj mikrobiologiji te naglašava vrijednost povezivanja povijesnih i suvremenih spoznaja u mikrobiološkoj praksi.

Ključne riječi: protokol uzgoja, *Thiobacillus denitrificans, Sulfurimonas denitrificans*

CULTIVATION OF BACTERIA *THIOBACILLUS DENITRIFICANS* AND *SULFURIMONAS DENITRIFICANS* IN LABORATORY

Chemolithotrophic denitrifying bacteria play important role in the sulfur and nitrogen cycles. Species such as *Thiobacillus denitrificans* and *Sulfurimonas denitrificans* oxidize reduced sulfur compounds while reducing nitrate, making them relevant in natural ecosystems and engineered systems such as bioreactors for nitrate and sulfide removal. *T. denitrificans* is also widely applied in bioremediation, which increases the need for accessible and reproducible cultivation protocols (Manconi I. i sur., Biotechnol Bioeng. 2007.; Han Yi i sur., J Bacteriol. 2016). However, existing guidelines are often scattered across literature, and require advanced anaerobic equipment. The objective of this study was to establish simplified and reproducible cultivation protocols for these bacteria. We tested *T. denitrificans* (DSM 12475) and *S. denitrificans* (DSM 1251) obtained from DSMZ under multiple conditions using three media: DSMZ medium 113, ATCC 152 broth, and a commercial Thiobacillus medium. Cultures were grown in liquid and solid media, under anaerobic and pseudo-anaerobic setups, and at room temperature and 37 °C. Growth was monitored visually and spectrophotometrically. Storage and subculturing were also evaluated. Both strains grew only in DSMZ medium 113. *T. denitrificans* multiplied under both anaerobic and pseudo-anaerobic conditions, while *S. denitrificans* required strict anaerobic conditions and showed lower biomass and less consistent growth. Both grew at room temperature but not at 37 °C. Long-term storage at 4 °C in anaerobic jars preserved both strains, but only *T. denitrificans* could be reliably subcultured over several passages. Growth kinetics showed a typical Monod curve for *T. denitrificans*, while *S. denitrificans* grew slower and less predictably.These results demonstrate that *T. denitrificans* can be cultivated under simple pseudo-anaerobic conditions without specialized equipment, contrary to current assumptions in modern protocols. *S. denitrificans* remains more challenging, highlighting species-specific differences. This work provides a practical, reproducible cultivation protocol that lowers the barrier for laboratories with limited anaerobic experience, emphasizing the value of integrating historical and contemporary knowledge in microbiological practice.

Keaywords: cultivation protocol, *Thiobacillus denitrificans, Sulfurimonas denitrificans*

P - 14

GRAĐANSKA ZNANOST U PRIKUPLJANJU PODATAKA O ŽELATINOZNOM PLANKTONU – PREDSTAVLJAMO REBRASHNET

Vidjak Olja[1], Zorica Barbara[1], Ivanković Damir[1], Damjanović Tija[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište Ivana Meštrovića 63, Hrvatska

vidjak@izor.hr

Želatinozni plankton kao što su meduze, rebraši i salpe bitni su posrednici u prijenosu ugljika i energije u morskim ekosustavima. Međutim, njihova masovna pojava može uzrokovati poremećaje u ljudskim aktivnostima, naročito u turizmu i ribarstvu. Zbog povremene pojave i kratkotrajnih bujanja, teško je kartirati njihovu distribuciju na široj geografskoj skali. Danas se inicijative građanske znanosti koriste za praćenje pojave želatinoznog planktona, oslanjajući se na spregu volonterskog sudjelovanja u prikupljanju podataka i znanstvene stručnosti u validaciji i analizi podataka. Imajući to na umu, u 2023. godini pokrenuli smo RebrashNET progresivnu web aplikaciju (PWA), kako bismo osigurali sudjelovanje javnosti u prikupljanju podataka, promovirajući njezine značajke putem društvenih medija i mrežnih portala. Do sada su nam georeferencirane slike želatinoznih vrsta slali ribari, ronioci, kupači i turisti, od sjevernog do južnog Jadrana. Prikupljeni podaci omogućili su nam da pratimo prostornu i vremensku raspodjelu nekih od najčešćih želatinoznih vrsta u Jadranskom moru, kao što su morska mjesečina (*Pelagia noctiluca*), kompas meduza (*Chrysaora hysoscella*), kristalna meduza (*Aequorea* cf. *forskalea*) i meduza cigara (*Olindias muelleri*). Osim toga, masovna pojava planktonskih plaštenjaka (*Salpa maxima*) u proljeće 2025. prijavljivana nam je gotovo svakodnevno s više od 35 lokacija širom Jadranskog mora. Kako RebrashNET dobiva na zamahu, građani znanstvenici daju važan doprinos razumijevanju dinamike želatinoznog zooplanktona, posebno u srednjem Jadranu, gdje je ova skupina u prošlosti uvijek bila nedovoljno zabilježena.

Ključne riječi: građanska znanost; želatinozni plankton; mobilna aplikacija; RebrashNET

CITIZEN SCIENCE IN GELATINOUS PLANKTON DATA COLLECTION – INTRODUCING REBRASHNET

Gelatinous plankton such as jellyfish, comb jellies and salps are essential mediators in the carbon and energy transfer in marine ecosystems. However, their massive occurrence can cause disruption to human activities, particularly tourism and fisheries. Due to their sporadic occurrence and episodic bloom events, it is difficult to map their distribution on a larger geographical scale. Today, citizen science initiatives are used to track the occurrence of gelatinous plankton, relying on the synergy between volunteer participation in data collection and scientific expertise in data validation and analysis. With this in mind, we launched the RebrashNET progressive web application (PWA) in 2023 to ensure public participation in data collection, promoting its features via social media and web portals. So far, geo-referenced images of gelatinous species were sent in by fishermen, divers, beachgoers and tourists from the northern to the southern Adriatic. The data collected allowed us to track the spatial and temporal distribution of some of the most common gelatinous species in the Adriatic Sea, such as the mauve stinger (*Pelagia noctiluca*), the compass jellyfish (*Chrysaora hysoscella*), the crystal jellyfish (*Aequorea* cf. *forskalea*) and the cigar jellyfish (*Olindias muelleri*). In addition, the mass occurrence of planktonic tunicates (*Salpa maxima*) was reported almost daily from more than 35 locations throughout the Adriatic Sea in spring 2025. As RebrashNET gains momentum, citizen scientists are making an important contribution to understanding the dynamics of gelatinous zooplankton, particularly in the central Adriatic, where this group has always been under-recorded in the past.

Keywords: citizen science; gelatinous plankton; mobile app; RebrashNET

P - 15

USPOSTAVA PRAĆENJA POPULACIJE ZRAKASTE PERISKE (*PINNA RUDIS*) U HRVATSKOM DIJELU JADRANA: STUDIJA SLUČAJA PAKLENIH OTOKA

Kurtović Mrčelić Jelena[1], Boban Josip[1]

[1]Javna ustanova More i krš, Split, Prilaz braće Kaliterna 10, Hrvatska

jelena.kurtovic@moreikrs.hr

Periska *Pinna rudis* je vrsta školjkaša iz porodice Pinnidae, uvrštena u Dodatak II Bernske konvencije te na popis strogo zaštićenih vrsta u Republici Hrvatskoj. Osim uobičajenog trokutastog oblika simetričnih ljuštura, karakteriziraju je izražena radijalna rebra koja se „zrakasto" šire od dna ljušture prema vrhu, ukrašena jasno razmaknutim izraslinama. Zbog nedostatka sustavnih istraživanja, znanje o pojavnosti i rasprostranjenosti zrakaste periske u Jadranskom moru zasad je vrlo oskudno. Recentna bilježenja ove vrste u hrvatskom dijelu Jadrana povezana su s projektom Očuvanje plemenite periske *Pinna nobilis* u Jadranskom moru koji je započeo krajem 2020. godine i još je uvijek u tijeku. Zahvaljujući uključivanju građana koji putem dojava sudjeluju u prikupljanju podataka o rasprostranjenosti periski, zabilježena su i nova opažanja zrakaste periske. Tijekom 2024. godine, provjerene su dojave o prisutnosti ove vrste na području Paklenih otoka. Tom prilikom uspješno je locirano šest jedinki zrakaste periske unutar biocenoze infralitoralnih algi uvale Luka Soline. Školjkaši su odmah geolocirani i izmjereni. Najveća jedinka imala je procijenjenu ukupnu duljinu ljušture od 27,6 cm, dok je najmanja imala duljinu od 18,3 cm; prosječna duljina iznosila je 22,5 cm. Uspostava programa praćenja populacije zrakaste periske na Paklenim otocima uključuje godišnje praćenje regrutacije novih jedinki, mjerenje morfoloških karakteristika te izračun stope njihova rasta. S obzirom na termofilni karakter vrste i dostupnost stjenovite podloge pogodnih za prihvat ličinki, kao i na širenje populacije u Mediteranu tijekom posljednja dva desetljeća, očekuje se porast brojnosti zrakaste periske u istočnom dijelu Jadrana, pa tako i u akvatoriju Paklenih otoka.

Ključne riječi: građanska znanost, *Pinna rudis*, zrakasta periska, Jadransko more, Pakleni otoci

ESTABLISHMENT OF A MONITORING PROGRAM FOR THE POPULATION OF THE ROUGH PINNA (*PINNA RUDIS*) IN THE CROATIAN PART OF THE ADRIATIC SEA: A CASE STUDY OF THE PAKLENI ISLANDS

Pen shell *Pinna rudis* is a bivalve mollusc from the family Pinnidae, listed in Appendix II of the Bern Convention and included on the list of strictly protected species in the Republic of Croatia. In addition to its typical triangular shape with symmetrical shells, it is characterized by pronounced radial ribs that spread "like rays" from the base to the top of the shell, adorned with distinctly spaced protruding scales. Due to a lack of systematic research, knowledge about the occurrence and distribution of *P. rudis* in the Adriatic Sea remains very limited. Recent records of this species in the Croatian part of the Adriatic are linked to the project Conservation of the Noble Pen Shell (*Pinna nobilis*) in the Adriatic Sea that began at the end of 2020 and is still ongoing. Thanks to the involvement of citizens who contribute by reporting sightings, new observations of *P. rudis* have also been documented. In 2024, reports of the presence of this species in the area of the Pakleni Islands were verified. On that occasion, six individuals of the rough pen shell were successfully located within the biocoenosis of infralittoral algae in the bay of Luka Soline. The bivalves were immediately geolocated and measured. The largest specimen had an estimated total shell length of 27.6 cm, while the smallest measured 18.3 cm; the average length was 22.5 cm. The establishment of a monitoring program for the *P. rudis* population on the Pakleni Islands includes annual monitoring of the recruitment of new individuals, measurement of morphological characteristics, and calculation of their growth rate. Given the thermophilic nature of the species and the availability of rocky substrates suitable for larval settlement, as well as the expansion of the population in the Mediterranean over the past two decades, an increase in the abundance of *P. rudis* is expected in the eastern part of the Adriatic, including the waters around the Pakleni Islands.

Keywords: citizen science, *Pinna rudis*, rough pen shell, Adriatic Sea, Pakleni Islands

P - 16

RAZOTKRIVANJE SKRIVENE RAZNOLIKOSTI FITOPLANKTONA U SREDIŠNJEM JADRANU: SPOZNAJE DOBIVENE DNA METABARKODIRANJEM

Skejić Sanda[1], Milić Roje Blanka[1], Arapov Jasna[1], Bonačić Tina[1], Rabadan Dora[1], Vidjak Olja[1], Rama Thür Valjbone[1], Bužančić Mia[1], Ninčević Gladan Živana[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište I. Meštrovića 63, Hrvatska

sanda@izor.hr

Fitoplankton je temeljna komponenta morskih ekosustava, igra ključnu ulogu u primarnoj proizvodnji i biogeokemijskim ciklusima, a karakterizira ga visoka taksonomska i funkcionalna raznolikost. Sastav i dinamika fitoplanktona pod izrazitim su utjecajem antropogenih pritisaka i klimatskih promjena poput porasta temperature mora i promjena u oceanografskoj cirkulaciji. Korištenje konvencionalne svjetlosne mikroskopije za praćenje strukture fitoplanktona često dovodi do podcjenjivanja stvarne raznolikosti i pogrešnog tumačenja promjena u zajednicama. U ovom istraživanju primijenili smo DNA metabarkodiranje, moderni molekularni pristup kako bismo pružili detaljan uvid u taksonomski sastav fitoplanktona u središnjem Jadranu. Uzorci su prikupljeni s postaje za koju su za koju su dostupni dugoročni kemijski, fizički i biološki podaci. Cilj ove studije je utvrditi "početno stanje" bioraznolikosti fitoplanktona u središnjem Jadranu i omogućiti buduću procjenu promjena povezanih s klimatskim stresorima. Tri molekularna markera - 18S rRNA (V4 i V9 regije), *rbcL* i *COI* - korištena su za dobivanje sveobuhvatnog uvida u sastav zajednice. Marker *rbcL* pokazao je najveću taksonomsko bogatstvo, identificirajući više od 140 taksona, dok je *COI* otkrio najmanje. Rezultati naglašavaju vrijednost DNA metabarkodiranja za otkrivanje prethodno zanemarenih taksona i pružanje čvrste osnove za buduće procjene klimatski izazvanih promjena u zajednicama fitoplanktona.

Ključne riječi: fitoplankton, bioraznolikost, metabarkodiranje, srednji Jadran

UNVEILING HIDDEN PHYTOPLANKTON DIVERSITY IN THE CENTRAL ADRIATIC: INSIGHTS FROM DNA METABARCODING

Phytoplankton is a fundamental component of marine ecosystems, playing a crucial role in primary production and biogeochemical cycles and characterised by high taxonomic and functional diversity. Its composition and dynamics are strongly influenced by anthropogenic pressures and climate-driven changes such as rising sea temperatures and shifts in oceanographic circulation. The use of conventional light microscopy to monitor phytoplankton often leads to an underestimation of the actual diversity and a misinterpretation of community shifts. We applied DNA metabarcoding, a modern molecular approach to provide an in-depth view of the taxonomic composition of phytoplankton in the central Adriatic Sea. The samples were collected from a long-term monitoring station, for which extensive chemical, physical and biological data are available. The aim of this study is to create a "state of the art" basis for the phytoplankton biodiversity in the central Adriatic and to enable future assessment of changes related to climate-related stressors. Three molecular markers — 18S rRNA (V4 and V9 regions), *rbcL* and *COI* — were used to obtain a comprehensive view of the community composition. The *rbcL* marker detected the greatest taxonomic richness, identifying more than 140 taxa, while *COI* revealed the fewest. The results emphasise the value of DNA metabarcoding for discovering previously overlooked taxa and providing a solid basis for future assessments of climate-induced changes in phytoplankton communities.

Keywords: phytoplankton, biodiversity, metabarcoding, central Adriatic

P - 17

NOVI PODACI O INVAZIVNOJ VRSTI VATRENJAČE *PTEROIS MILES* (BENNETT, 1828) U OBALNOJ ZONI ISTOČNOG JADRANA

Kožul Valter[1], Antolović Nenad[1], Glavić Nikša[1]

[1]Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje, Dubrovnik, Kneza Damjana Jude 12, Hrvatska

kozul.valter@gmail.com

Vatrenjača *Pterois miles* (Bennett, 1828) pripada porodici Scorpaenidae i vrlo je opasna invazivna vrsta koja značajno ugrožava bioraznolikost na područjima gdje se širi. Izvorno stanište ove vrste je Indijski ocean i Crveno more. Vatrenjača je lesepsijski migrant koji je prvi put u Mediteranu ulovljen uz obalu Izraela 1991. godine. Tijekom 2021. godine prvi put smo zaprimili dojavu o opažanju ove vrste uz obalu hrvatskih voda. Osnovna prehrana odraslih jedinki sastoji se od sitne i subadultne ribe, dok dio prehrane čine i beskralježnjaci. Jedinka vatrenjače ulovljena je 25. 10. 2024. na Elafitskom otočju, preciznije na otoku Šipanu u Šipanskoj luci (42° 43' 48" N; 17° 15' 42" E). Jedinka je uočena na dubini od 70-120 cm i ulovljena je jankom. Druga jedinka vatrenjače ulovljena je 5. 12. 2024. pored uvale Donji Molunat (42° 47' 16" N; 18° 24' 32" E), na dubini od 20 m, u mreži stajačici. Ukupna duljina ulovljene jedinke kod otoka Šipana bila je 137 mm, standardna duljina iznosila je 114 mm, dok je težina bila 42,5 g. Jedinka ulovljena kod Donjeg Molunta bila je veća: ukupne duljine 217 mm, standardne duljine 161 mm i težine 150,1 g. Brojnost vatrenjače može se ograničavati izlovom, posebice djelovanjem ronioca, čime se mogu barem djelomično zaštititi plića područja, jer je potpuni izlov gotovo nemoguć.

Ključne riječi: Vatrenjača, invazivna vrsta, južni Jadran

NEW RECORDS OF THE INVASIVE LIONFISH *PTEROIS MILES* (BENNETT, 1828) IN THE COASTAL ZONE OF THE EASTERN ADRIATIC SEA

Lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) belongs to the family Scorpaenidae and is a highly invasive species that significantly threatens biodiversity in the regions where it spreads. Its native habitat is the Indian Ocean and the Red Sea. The lionfish is a Lessepsian migrant that was first recorded in the Mediterranean off the coast of Israel in 1991. In 2021, the first report of its observation in Croatian waters was received. The diet of adult lionfish primarily consists of small and subadult fish, with invertebrates also making up part of their diet. The first specimen of lionfish was caught on 25 October 2024 in the Elaphiti Islands, more precisely on the island of Šipan in Šipanska Luka (42° 43' 48'' N; 17° 15' 42'' E). The individual was spotted at a depth of 70-120 cm and was caught using a scoop net. The second lionfish was caught on 5 December 2024 near Donji Molunat Bay (42° 47' 16'' N; 18° 24' 32'' E), at a depth of 20 m, in a gillnet. The total length of the individual caught near the island of Šipan was 137 mm, the standard length was 114 mm, and its weight was 42.5 g. The individual caught near Molunat Bay was larger, with a total length of 217 mm, a standard length of 161 mm, and a weight of 150.1 g. The number of lionfish in these areas can be controlled through fishing, especially by divers. This could at least partially protect shallower regions, although complete eradication is nearly impossible.

Keywords: Lionfish, invasive species, south Adriatic

P - 18

DNEVNI OBRASCI VERTIKALNE DISTRIBUCIJE MEZOZOOPLANKTONSKIH RAKOVA U DUBOKOM OLIGOTROFNOM JUŽNOM JADRANU

Hure Marijana[1], Batistić Mirna[1], Garić Rade[1]

[1]Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje, Dubrovnik, Kneza Damjana Jude 12, Hrvatska

marijana.hure@unidu.hr

Planktonski rakovi predstavljaju važnu trofičku vezu između primarnih proizvođača i viših trofičkih razina te imaju značajan utjecaj na vertikalni transport ugljika kroz vodeni stupac. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi promjene u dnevnoj vertikalnoj distribuciji i obrascima migracije skupina mezozooplanktonskih rakova preko širokih gradijenata dubine (0-1200 m) u južnom Jadranu na sezonskoj osnovi (od veljače 2021. do rujna 2023. godine). Najviša ukupna vrijednost od 504 jed/m^3 zabilježena je u površinskom sloju tijekom noći u ožujku 2022. Snažan pad brojnosti uočen je u slojevima ispod 400 m dubine. U uzorcima su dosljedno dominirali kopepodi (~ 95% relativne brojnosti), čiji se udio povećavao s dubinom. Povremeno su visoke gustoće predstavnika ove skupine uočene u slojevima ispod 1000 m dubine. Najveće amplitude dnevne vertikalne migracije zabilježene su za Calanoide, dok su najniže amplitude dnevno-noćne srednje dubine tijekom razdoblja uzorkovanja zabilježene za Oithonidae i Corycaeidae, čije su vrijednosti bile između 198 i 363 m odnosno 32 i 250 m dubine. Skupine Oncaeidae i Mormonilloida uglavnom su pronađene u dubljim slojevima. Od ostalih rakova, Ostracoda su bili najbrojnija skupina s najvećim amplitudama dnevne vertikalne migracije u proljetnom i ljetnom razdoblju. Naši rezultati pružaju vrijedne informacije o vertikalnoj distribuciji i dnevno-noćnoj migraciji mezozooplanktona u dubokom južnom Jadranu, gdje aktivne dnevne migracije, posebno skupine Calanoida, snažno doprinose ukupnom izvozu ugljika u duboke vode.

Ključne riječi: Copepoda, Ostracoda, plankton, vertikalna distribucija, Jadransko more

DIEL PATTERNS IN THE VERTICAL DISTRIBUTION OF CRUSTACEAN MESOZOOPLANKTON IN THE DEEP OLIGOTROPHIC SOUTHERN ADRIATIC SEA

Crustacean plankton represent an important trophic link between primary producers and higher trophic levels and exert a significant influence on the vertical transport of carbon through the water column. The aim of this study was to determine changes in the diel vertical distribution and migration patterns of crustacean mesozooplankton groups across wide depth gradients (0-1200 m) in the southern Adriatic Sea on a seasonal basis (from February 2021 to September 2023). The highest total value of 504 ind/m^3 was recorded in the surface layer during the night in March 2022. A strong decrease in abundance was observed in the layers below 400 m depth. The samples were consistently dominated by copepods (~ 95% relative abundance), the proportion of which increased with depth. Occasionally, high densities of representatives of this group were observed in layers below 1000 m depth. The highest amplitudes of diel vertical migration were recorded for the Calanoida, while the lowest amplitudes of weighted mean depth during the sampling period were detected for the Oithonidae and Corycaeidae, whose values were constant between 198 and 363 m and 32 and 250 m depth, respectively. Oncaeidae and Mormonilloida were mainly found in the deeper layers. Of the other crustaceans, ostracods were the most abundant group with the highest diel vertical migration amplitudes in spring and summer. Our results provide further information on the vertical distribution and day-night migration of mesozooplankton in the deep southern Adriatic, where active transport by diel migrants, especially Calanoida, is an important contributor to the total carbon export to deep waters.

Keywords: Copepoda, Ostracoda, plankton, vertical distribution, Adriatic Sea

P - 19

BIORAZNOLIKOST OBRAŠTAJNIH ZAJEDNICA ŠKOLJKAŠA I RAKOVA NA KOLEKTORIMA LIČINKI ŠKOLJKAŠA U DVA NATURA 2000 PODRUČJA

Popović Perković Zvjezdana[1], Kurtović-Mrčelić Jelena[2], Boban Josip[2], Marinić Karla[1], Bilušić Jakša[1]

[1]Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za studije mora, Split, Ruđera Boškovića 37, Hrvatska;
[2]Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode na području Splitsko-dalmatinske županije „More i krš", Split, Prilaz braće Kaliterna 10, Hrvatska

zvjezdana.popovic@unist.hr

Istraživanje zajednica školjkaša i rakova na kolektorima ličinki školjkaša provedeno je 2024. godine unutar područja ekološke mreže Natura 2000 u Splitsko-dalmatinskoj županiji, uključujući Pantan (HR3000430) i ušće Cetine (HR3000126). Kolektori su postavljeni u sklopu projekta „Očuvanje plemenite periske (*Pinna nobilis*) u Jadranskom moru" s ciljem praćenja naseljavanja od lipnja do studenog, prikupljanja podataka o bioraznolikosti i evidentiranja invazivnih vrsta. Laboratorijskom analizom determinirano je 27 vrsta školjkaša (13 porodica) i 21 vrsta rakova (12 porodica). Vrsta *Pinna nobilis* nije zabilježena. Među ukupno 9.589 jedinki nisu pronađene invazivne vrste školjkaša ni rakova. Ipak, na kolektorima su zabilježene kozmopolitski i invazivni plaštenjak *Styela plicata* te invazivna zelena alga *Caulerpa cylindracea*. Najbrojniji školjkaši bili su *Musculus costulatus* (N = 1690), *Lima hians* (N = 1159) i *Musculus subpictus* (N = 524). Najbrojniji rakovi bili su *Athanas nitescens* (N = 1132), *Pisidia bluteli* (N = 1062) i *Eualus cranchii* (N = 798). Kvalitativni i kvantitativni podaci analizirani su u programu PRIMER 6, pri čemu su izračunati indeksi bioraznolikosti (Margalef, Pielou, Shannon-Wiener, Simpson). Bray-Curtisov indeks sličnosti (1957) korišten je za procjenu sličnosti između ponovljenih uzoraka. Multivarijatna MDS analiza (stres = 0,14) pokazala je dobru reprezentaciju podataka, s grupiranjem uzoraka prema lokacijama, što upućuje na prostorne varijacije u sastavu morskih zajednica. Dobiveni rezultati značajni su za procjenu bioraznolikosti u morskim područjima mreže Natura 2000 u srednjem Jadranu, kojima upravlja Javna ustanova „More i krš", te pružaju vrijedne podatke za buduće planiranje programa i zaštitu staništa.

Ključne riječi: kolektori ličinki vrste *Pinna nobilis*, bioraznolikost, rakovi, školjkaši, invazivne vrste

BIODIVERSITY OF BIVALVE AND CRUSTACEAN FOULING COMMUNITY ON A BIVALVE LARVAL COLLECTORS IN TWO NATURA 2000 SITES

Research of bivalve and crustacean fouling communities on bivalve larvae collectors was conducted in 2024 within Natura 2000 sites of Split-Dalmatia County, including Pantan (HR3000430) and the Cetina estuary (HR3000126). Collectors were deployed through the project "Conservation of the noble pen shell (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758) in the Adriatic Sea" to monitor recruitment from June to November, collect biodiversity data, and record invasive species. Laboratory analysis identified 27 bivalve species (13 families) and 21 crustacean species (12 families). Among the 9,589 recorded individuals, no invasive bivalves or crustaceans were detected. However, the cosmopolitan and invasive sea squirt Styela plicata and the invasive green alga *Caulerpa cylindracea* were observed on the collectors. The most abundant bivalves were *Musculus costulatus* (N = 1690), *Musculus subpictus* (N = 524), and *Lima hians* (N = 1159). The most abundant crustaceans were *Athanas nitescens* (N = 1132), *Pisidia bluteli* (N = 1062), and *Eualus cranchii* (N = 798). Qualitative and quantitative data were analysed in PRIMER 6, calculating biodiversity indices (Margalef, Pielou, Shannon-Wiener, Simpson). The Bray-Curtis similarity index (1957) was applied to assess similarity between replicate samples. Multivariate MDS analysis (stress = 0.14) showed good data representation, with grouping of samples by location, indicating spatial variation in marine community composition. These results are significant for biodiversity assessment in Natura 2000 marine areas of the central Adriatic, managed by the Public Institution "Sea and Karst", and provide valuable input for future habitat protection and management planning.

Keywords: *Pinna nobilis* collectors, biodiversity, crustaceans, bivalve, invasive species

P - 20

PONAŠANJE OTVARANJA/ZATVARANJA LJUŠTURA DAGNJE *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819 KAO POKAZATELJ POVOLJNIH OKOLIŠNIH UVJETA: POKUS TOLERANCIJE NA SALINITET

Hamer Bojan[1], Grozić Kristina[1], Privileggio Luca[1], Pavičić-Hamer Dijana[1], Pignoni Elisa[2], Corbau Corinne[2], Coltorti Massimo[2], Kanduč Tjaša[3], Lojen Sonja[3]

[1]Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj, Giordano Paliaga 5, Hrvatska;
[2]University of Ferrara, Department of Environmental and Prevention Sciences, Ferrara, via Ludovico Ariosto 35, Italy;
[3]Institute Jožef Stefan, Department of Environmental Sciences, Ljubljana, Jamova cesta 39, Slovenia

bhamer@irb.hr

Praćenje otvorenosti ljuštura (engl. valve gaping - VG) je široko prepoznata kod školjkaša (Bivalvia) kao sveobuhvatni pokazatelj fizioloških funkcija poput disanja, hranjenja i izlučivanja. Te funkcije mogu biti narušene pod utjecajem okolišnog stresa ili zagađenja. *Mytilus galloprovincialis* je eurihalina vrsta koja naseljava obalne vode, poznata po širokoj toleranciji na salinitet. Međutim, ekstremno smanjenje saliniteta (≤15) ili česte fluktuacije mogu negativno utjecati na indeks kondicije, vitalnost i rast dagnji. Cilj ovog pokusa bio je istražiti VG dagnji tijekom naglih promjena saliniteta: 37 → 26 → 37 → 37 → 18 → 37 (24 h izloženost). VG aktivnost se pratila pomoću sustava za praćenje otvorenosti ljuštura (VGMM), temeljenog na Arduino mikrokontroleru i Hall senzorima. Šest jedinki dagnji praćeno je tijekom 4-dnevne aklimatizacije, a zatim i kroz 6-dnevno eksperimentalno izlaganje (lipanj/srpanj, temperatura mora 22-24°C). Analiza VG aktivnosti pokazala je dosljedan 24-satni, jedinkama specifičan, bihevioralni ritam tijekom aklimatizacije, kojeg je karakteriziralo vrijeme VG >70 % s otvorenim ljušturama (VO) >50 % uz 1–5 razdoblja mirovanja s VO <30 %. Smanjenje saliniteta s 37 na 26 drugog dana rezultiralo je smanjenim brojem i sveukupnim trajanjem razdoblja mirovanja dagnji, dok je ponovna izloženost salinitetu 37 trećeg dana potaknula povećanu filtracijsku aktivnost (VG 75–100 % s VO >30 %; 3. dan) i vraćanje u normalni ritam (4. dan). Drugo smanjenje s 37 na 18 petog dana dovelo je do uginuća jedne jedinke, druga je bila stalno pritvorena (VO <20 %), a treća je dagnja cijelo vrijeme intenzivno filtrirala (VO 50-100 %). Šestog dana, nakon naglog povećanja saliniteta (18 → 37), i druga je dagnja uginula, a treća je nastavila s intenzivnom filtracijom (VG >90 %, VO >50 %). Dobiveni rezultati pridonose boljem razumijevanju VG ponašanja dagnji u standardnim i stresnim uvjetima saliniteta te predstavljaju temelj za daljnja laboratorijska i terenska istraživanja.

Ključne riječi: dagnje, salinitet, filtriranje, otvorenost (klapanje) ljuštura, ponašanje

MEDITERRANEAN MUSSEL *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819 VALVE GAPING BEHAVIOR AS AN INDICATOR OF FAVORABLE ENVIRONMENTAL CONDITIONS: AN EXPERIMENT ON SALINITY TOLERANCE

Valve gaping (VG) in mussels (Bivalvia) is widely recognized as an integrative indicator of physiological functions such as respiration, feeding, and excretion. These functions can be disrupted under environmental stress or pollution. Mytilus galloprovincialis, an euryhaline species commonly found in coastal waters, is known for its broad salinity tolerance. However, extreme reductions in salinity (≤15) or frequent salinity fluctuations can negatively impact mussel condition index, vitality and growth. This study aimed to investigate the VG behavior of mussels under abrupt daily salinity shifts: 37 → 26 → 37 → 37 → 18 → 37 (24 h exposure). VG activity was monitored using a valve gaping monitoring system (VGMM), based on an Arduino microcontroller and Hall sensors. Six mussels were observed during a 4-day acclimatization period followed by a 6-day exposure trial (June/July, sea temperature 22-24°C). Analysis of VG data revealed a consistent 24-hour behavioral specimen specific rhythm during acclimatization, characterized by filtration/gaping activity 37 to 26 on day 2 led to fewer resting periods and total duration, while re-exposure to 37 on day 3 triggered increased filtration activity (VG 75–100% with VO >30%; day 3) and return to normal VG rhythm (day 4). A second reduction from 37 to 18 on day 5 resulted in the death of one mussel, while the second mussel showed predominantly closed valves (VO <20%) and the third mussel continued to show active filtration (VO 50-100%). On day 6, after the strongest increase in salinity (18 → 37), the second mussel died and the third surviving mussel resumed intense filtration (VG >90%, VO >50%). These findings contribute to the understanding of mussel valve gaping responses under standard and salinity-stressed conditions, providing a foundation for further laboratory and field-based environmental monitoring using VG behavior.

Keywords: mussels, salinity, filtration, valve gaping, behavior

P - 21

DOB, RAST I PRIRODNA SMRTNOST ARBUNA *PAGELLUS ERYTHRINUS* (LINNAEUS, 1758) U JUŽNOM JADRANU

Antolović Nenad[1], Glavić Nikša[1], Kožul Valter[1]

[1]Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje, Dubrovnik, Damjana Jude 12, Dubrovnik, Hrvatska

nenad.antolovic@unidu.hr

Ovo istraživanje donosi nove spoznaje o dobnoj strukturi i rastu arbuna (*Pagellus erythrinus*) u južnom Jadranskom moru, ekološki i gospodarski važnoj pridnenoj vrsti. Ukupno je prikupljeno 136 jedinki tijekom istraživanja pridnenom koćom u veljači 2025. godine, a svrstane su u četiri dobne skupine, s prosječnim ukupnim duljinama od 11,0 do 24,0 cm. Podaci o duljini u odnosu na dob izračunati su koristeći von Bertalanffyjevu funkciju rasta, pri čemu su dobiveni parametri rasta L_∞ = 23,8 cm, K = 0,07 godina^{-1} i t_0 = 0,7 godina. Odnos duljine i težine ukazao je na negativni alometrijski rast (b = 2,49, R^2 = 98,4), što sugerira da jedinke proporcionalno više energije ulažu u linearni rast nego u povećanje tjelesne mase. Prirodna smrtnost procijenjena je pomoću Paulyjevog empirijskog modela $\log_{10}(M) = -0{,}0066 - 0{,}279 \log_{10}(L_\infty) + 0{,}6563 \log_{10}(K) + 0{,}463 \log_{10}(T)$, uz pretpostavljenu prosječnu godišnju temperaturu od 14,5 °C, što je rezultiralo vrijednošću M ≈ 0,25 godina^{-1}. Dobiveni rezultati ukazuju na relativno spor rast i umjerenu prirodnu smrtnost u usporedbi s drugim vrstama iz porodice Sparida, naglašavajući biološke značajke populacija *P. erythrinus* u Jadranu. Ovi nalazi pružaju vrijedne referentne točke za procjenu stanja stokova i mogu doprinijeti oblikovanju održivih strategija upravljanja ribarstvom.

Ključne riječi: južni Jadran, von Bertalanffy, alometrijski rast, ribarstvo

AGE, GROWTH AND NATURAL MORTALITY OF THE COMMON PANDORA *PAGELLUS ERYTHRINUS* (LINNAEUS, 1758) IN THE SOUTHERN ADRIATIC SEA

This study provides new insights into the age structure and growth of the common pandora (*Pagellus erythrinus*) in the Southern Adriatic Sea, an ecologically and commercially relevant demersal species. A total of 136 specimens were collected during bottom trawling surveys in February 2025 and assigned to four age groups, with mean total lengths ranging from 11.0 to 24.0 cm. Length-at-age data were fitted to the von Bertalanffy growth function, resulting in growth parameters of L_∞ = 23.8 cm, K = 0.07 year^{-1}, and t_0 = 0.7 years. The length–weight relationship indicated negative allometric growth (b = 2.49, R^2 = 98.4), suggesting that individuals invest proportionally more energy in linear growth than in somatic weight increase. Natural mortality was estimated using Pauly's empirical model, $\log_{10}(M) = -0.0066 - 0.279 \log_{10}(L_\infty) + 0.6563 \log_{10}(K) + 0.463 \log_{10}(T)$, with an assumed mean annual temperature of 14.5 °C, yielding M ≈ 0.25 year^{-1}. The obtained results indicate relatively slow growth and moderate natural mortality compared with other sparid species, highlighting the biological characteristics of *P. erythrinus* populations in the Adriatic. These findings provide valuable reference points for the assessment of stock status and may contribute to the formulation of sustainable fisheries management strategies.

Keywords: Southern Adriatic, von Bertalanffy, allometric growth, fisheries

P - 22

USPOREDBA RAZLIČITIH PRISTUPA ANALIZI LINIJA RASTA U LJUŠTURAMA ŠKOLJKAŠA *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

Uvanović Hana[1], Harper Elizabeth[2], Bujas Niko[1], Župan Ivan[3], Bodružić Mario[4], Vujević Dario[4], Peharda Melita[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište I. Meštrovića 63, Hrvatska;
[2]Department of Earth Sciences, University of Cambridge, Cambridge, Downing St, CB2 3EQ, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland;
[3]Sveučilište u Zadru, Sveučilište u Zadru; Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, Zadar, Ul. Mihovila Pavlinovića 1, Hrvatska;
[4]Sveučilište u Zadru, Sveučilište u Zadru; Odjel za arheologiju, Zadar, Ul. Mihovila Pavlinovića 1, Hrvatska

uvanovic@izor.hr

Mediteranska dagnja *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 je komercijalno važna vrsta školjkaša sa širokom biogeografskom rasprostranjenošću u obalnim područjima umjerenih i suptropskih regija. Često se analizira u ekološkim, okolišnim i arheološkim istraživanjima. Za razliku od nekih drugih vrsta školjkaša, koje imaju izražene godišnje linije rasta, linije kod *M. galloprovinciallis* često nisu jasno vidljive ili ih je teško razlikovati. Ova studija usporedila je nekoliko sklerokronoloških tehnika kako bi se poboljšala vidljivost i interpretacija prirasta rasta u ljušturama *M. galloprovincialis* arhiviranima na Institutu za oceanografiju i ribarstvo. Presjeci ljuštura analizirani su izradom acetatnih preslika, bojanjem presjeka Mutvei bojom, kao i skenirajućom elektronskom mikroskopijom (SEM). Acetatne preslike pružile su brz i jeftin uvid u obrasce rasta, ali na njima nisu dovoljno vidljivi detalji potrebni za analizu na finoj skali. Mutvei bojenje poboljšalo je kontrast između organskih i mineralnih slojeva, poboljšavajući vidljivost linija rasta, iako su ponekad bile naglašene manje nepravilnosti u strukturi ljuštura. SEM metoda je ponudila najveću mikrostrukturnu rezoluciju i omogućila jasnu identifikaciju značajki mikro rasta; međutim, zahtijevala je intenzivnu pripremu i bila je destruktivna za uzorke. Svaka metoda pokazala je različite prednosti i ograničenja, naglašavajući vrijednost komplementarnog pristupa koji kombinira višestruke sklerokronološke tehnike i geokemijske analize. Rezultati iz nedavnih studija u Jadranskom moru pokazuju da, iako su većina linija rasta kod *M. galloprovincialis* slabe i teško ih je interpretirati, izrazitije linije često su povezane s razdobljima usporenog ili zaustavljenog rasta ljušture. Istraživanje je provedeno u okviru projekta BivalveSPEECH (IP-2024-05-2190) koji financira Hrvatska zaklada za znanost.

Ključne riječi: sklerokronologija, Jadransko more, obrasci rasta, dagnje

COMPARISON OF DIFFERENT APPROACHES TO GROWTH LINE ANALYSIS IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* SHELLS

The Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 is a commercially important bivalve species with a wide biogeographical distribution in temperate and subtropical coastal regions. It is frequently analysed in ecological, environmental, and archaeological research. Unlike some other bivalve species, which have pronounced annual growth lines, the lines in *M. galloprovinciallis* are often not clearly visible or easy to distinguish. This study compared several sclerochronological techniques to improve the visibility and interpretation of growth increments in *M. galloprovincialis* shells archived at the Institute of Oceanography and Fisheries. Shell cross-sections were examined using acetate peel replicas, Mutvei staining, and scanning electron microscopy (SEM). Acetate peels provided a rapid and inexpensive overview of growth patterns but lacked sufficient detail for fine-scale analysis. Mutvei staining improved the contrast between organic and mineral layers, enhancing the visibility of growth lines, although minor irregularities in shell structure were sometimes accentuated. SEM imaging offered the highest microstructural resolution and allowed clear identification of micro-growth features; however, it required labor-intensive preparation and was destructive to samples. Each method demonstrated distinct advantages and limitations, underscoring the value of a complementary approach that combines multiple sclerochronological techniques and geochemical analyses. Observations from recent studies in the Adriatic Sea indicate that while most growth lines in *M. galloprovincialis* are faint and difficult to interpret, more distinct lines are often associated with periods of slowed or halted shell growth. The research was conducted within the BivalveSPEECH project (IP-2024-05-2190) funded by the Croatian Science Foundation.

Keywords: sclerochronology, Adriatic Sea, growth patterns, mussels

P - 23

HIDROKLIMATSKE PROMJENE U JUŽNOM JADRANU I NJIHOV UTJECAJ NA ZAJEDNICU ŽELATINOZNOG ZOOPLANKTONA: ANALIZA SLUČAJA IZ 2012. GODINE

Batistić Mirna[1], Garić Rade[1], Hure Marijana[1], Rusković Marija[1]

[1]Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje, Dubrovnik, Kneza D. Jude 12, Hrvatska

mirna.batistic@unidu.hr

Zima 2012. godine je bila iznimno hladna što je uzrokovalo stvaranje guste vode u dubokom južnom Jadranu i neočekivanu promjenu smjera cirkulacije sjeverno - jonskog vrtloga iz ciklonalnog u anticiklonalni čime se je pojačao dotok manje slane atlantske vode iz zapadnog Mediterana u Jadransko more što je prethodno dokumentirano u literaturi. Također, kao posljedica ekstremnih zimskih uvjeta i stvaranja guste vode došlo je do dubokog vertikalnog miješanja (600 m) u otvorenom južnom Jadranu. Analizom uzoraka zooplanktona prikupljenih Nansenovom mrežom (promjera 1 m^2, veličine okca 250 µm,) od površine do 1200 m dubine, u periodu od siječnja do svibnja 2012. godine, utvrdili smo promjene u sastavu i vertikalnoj raspodjeli želatinoznog zooplanktona povezane s ovim ekstremnim klimatskim događajem. U navedenom periodu, kada dolazi do promjene cirkulacije i jačeg dotoka atlantske vode u Jadransko more, po prvi puta smo zabilježili vrste sifonofora *Cordalgama ordinatum* i *Forskalia formosa*, poznate iz zapadnog Mediterana, te *Physophora hydrostatica*, rijetku u Jadranu, ali dobro poznatu iz zapadnog Mediterana. Osim toga, pronašli smo i formu vrste hetognata *Sagitta bipunctata*, koja je raširena u zapadnom Mediteranu, a rijetka u Jadranskom moru. Kao posljedica dubokog vertikalnog miješanja zabilježena je neuobičajena vertikalna raspodjela epipelagičkih vrsta hetognata do 600 m dubine. Ovim istraživanjem pokazali smo da je Jadransko more vrlo osjetljivo na hidroklimatske promjene te da je želatinozni zooplankton dobar pokazatelj tih promjena.

Ključne riječi: želatinozni zooplankton, hidroklimatske promjene, vertikalno miješanje, Jadransko more

HYDROCLIMATIC CHANGES IN THE SOUTH ADRIATIC AND THEIR IMPACT ON THE GELATINOUS ZOOPLANKTON COMMUNITY: A CASE STUDY FROM 2012

The winter of 2012 was exceptionally severe, leading to the formation of dense water in the deep southern Adriatic and triggering an unexpected shift in the circulation of the North Ionian gyre from cyclonic to anticyclonic. This increased the inflow of less saline Atlantic water from the western Mediterranean into the Adriatic Sea as previously documented in the literature. Additionally, due to the extreme winter conditions and dense water formation, deep vertical mixing (600 m) occurred in the open southern Adriatic. By analysing zooplankton samples collected with a Nansen net (diameter 1 m², mesh size 250 µm) from the surface to 1200 m depth between January and May 2012, we identified significant changes in the composition and vertical distribution of gelatinous zooplankton in relation to this extreme climatic event. During this period, when circulation changed and the inflow of Atlantic water into the Adriatic intensified, we recorded for the first time the siphonophore species *Cordalgama ordinatum* and *Forskalia formosa*, known from the western Mediterranean, as well as *Physophora hydrostatica*, rare in the Adriatic but well known from the western Mediterranean. In addition, we found a form of the chaetognath species *Sagitta bipunctata*, which is widespread in the western Mediterranean and rare in the Adriatic Sea. As a result of deep vertical mixing, an unusual vertical distribution of epipelagic chaetognath species was recorded down to 600 m depth. This research demonstrates that the Adriatic Sea is highly sensitive to hydroclimatic changes and that gelatinous zooplankton are good indicators of these changes.

Keywords: gelatinous zooplankton, hydroclimatic changes, vertical mixing, Adriatic Sea

P - 24

MORSKI VRTIĆ - VAGILNA EPIFAUNA MORSKIH CVJETNICA U NOVIGRADSKOM I KARINSKOM MORU

Trinajstić Daria[1], **Vladimir Klara**[1], Kegelj Diana[1], Filipović Gracija[1], Vacka Majda[1], Batan Marina[1], Ankon Pavel[2], Čižmek Hrvoje[3]

[1]Udruga studenata biologije - BIUS, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno- matematički fakutet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[3]Društvo istraživača mora "20000 milja", Zadar, Put Bokanjca 26A, Hrvatska

daria.trinajstic@gmail.com; klara.vladimir192@gmail.com

Livade morskih cvjetnica predstavljaju ekološki značajna staništa zbog bioraznolikosti vrsta i brojnosti jedinki koje ih naseljavaju. Osim brojnih sesilnih epifita, na morskim cvjetnicama nalazimo brojne pripadnike vagilne epifaune, od kojih značajan dio predstavljaju ličinački stadiji raznovrsnih beskralježnjaka. Livade morskih cvjetnica mogu se smatrati svojevrsnim "morskim vrtićem" jer pružaju stanište, zaštitu i nutrijente. U svrhu utvrđivanja razlike u bioraznolikosti i brojnosti vagilne epifaune na vrstama *Zostera noltei* i *Z. marina*, proveli smo istraživanje u Novigradskom i Karinskom moru u proljeće i jesen 2024. Uzorci su prikupljani duž transekata dužine 5 m s akvarističkim mrežicama, tijekom različitih razdoblja dana i noći te su konzervirani etanolom i identificirani dostupnom literaturom. Prema raznolikosti vrsta, u epifauni je najviše zastupljen razred Gastropoda, a potom podrazred Crustacea, razredi Polychaeta, Bivalvia, Actinopterygii te Turbellaria. U Novigradskom moru zabilježena je veća brojnost skupljenih organizama. Primijećena je općenito veća noćna aktivnost organizama, od kojih su najbrojniji pripadnici razreda Gastropoda. Također, u nokturalnim uzorcima pronađen je velik broj ličinačkih stadija riba. Značajan je i pronalazak velikog broja jedinki *Syngnathus* spp., u diurnalnim uzorcima su prevladavale odrasle jedinke, a u nokturalnim uzorcima nađene su i odrasle i juvenilne jedinke. S obzirom na kompleksna i važna staništa morskih cvjetnica te velike neizvjesnosti dugoročnog utjecaja klimatskih promjena, dobiveni rezultati naglašavaju potrebu za dodatnim istraživanjima morske epifaune i bioraznolikosti osjetljivih vrsta u Jadranu.

Ključne riječi: morske cvjetnice, vagilna epifauna, pridnene zajednice

SEA NURSERY – VAGILE EPIFAUNA OF SEAGRASSES IN THE NOVIGRAD AND KARIN SEAS

Seagrass meadows represent ecologically significant habitats due to biodiversity of species and the number of individuals that live there. In addition to numerous sessile epiphytes, which are present on seagrasses, the larval stages of a variety of invertebrates are a significant component of the vagile epifauna. Seagrasses can be considered a kind of "sea nursery" given their supplies of nutrients, protection, and habitat. To determine the difference in biodiversity and abundance of vagile epifauna on the species *Zostera noltei* and *Z. marina*, we conducted research in the Novigrad and Karin seas in the spring and autumn of 2024. Samples were collected along 5 m long transects using aquarium nets during different periods of the day and night, preserved in ethanol and identified using available literature. According to the diversity of species, the class Gastropoda is the most represented in the epifauna, followed by subphylum Crustacea, classes Polychaeta, Bivalvia, Actinopterygii and Turbellaria. A higher number of collected organisms was recorded in the Novigrad sea. Greater nocturnal activity of organisms was observed, with the majority of them belonging to the class Gastropoda. Moreover, larval stages of fish were found in the nocturnal samples. The sighting of many individuals of *Syngnathus* spp. is also significant, in the diurnal samples adults prevailed, while in the nocturnal samples both adults and juveniles were found. Considering the complex and important habitats of seagrasses and the great uncertainty of the long-term impact of climate change, the obtained results emphasize the need for additional research on marine epifauna and the biodiversity of sensitive species in the Adriatic.

Keywords: marine seagrass, vagile epifauna, benthic communities

P - 25

GODIŠNJA DINAMIKA BROJNOSTI ZOOPLANKTONA U JUŽNOM JADRANU TIJEKOM 2024. GODINE

Rusković Marija[1] ,Garić Rade[1], Batistić Mirna[1], Hure Marijana[1], Pasković Nika[1]

[1]Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje, Dubrovnik, Kneza D. Jude 12, Hrvatska

marija.ruskovic@unidu.hr

Godišnja dinamika zooplanktonske zajednice u južnom Jadranu povezana je sa sezonskim varijacijama oceanografskih parametara, uključujući promjene temperature mora, saliniteta, koncentracije nutrijenata i razine primarne produkcije. S obzirom na svoju osjetljivost na okolišne promjene, zooplankton se ističe kao pouzdan bioindikator ekoloških poremećaja i dugoročnih klimatskih trendova u morskim ekosustavima. Ovo istraživanje je provedeno tijekom 2024. godine na postaji Lokrum u južnom Jadranu. Zooplanktonski uzorci su prikupljani jednom mjesečno, vertikalnim potezima Nansenove planktonske mreže veličine oka 200 µm, s dubine od 100 m do površine. Tijekom istraživanog razdoblja, najveća brojnost ukupne populacije zooplanktona zabilježena je u prosincu te je iznosila 662 jed. m^{-3}, a najmanja je bila u lipnju (94 jed. m^{-3}). Kroz sve uzorke dominantnu skupinu činili su kopepodi, a među njima najzastupljeniji su bili predstavnici reda kalanoida. Od ostalih značajnijih skupina zooplanktona istaknuli su se repnjaci (Appendicularia), koji su pokazivali sezonske oscilacije u brojnosti, a najveću brojnost su imali u siječnju (63 jed. m^{-3}). Rašljoticalci (Cladocera) su bili najbrojniji u srpnju (36 jed. m^{-3}), a najveća brojnost četinočeljusta (Chaetognatha) bila je u prosincu (22 jed. m^{-3}). Meroplankton je činio tek oko 2 % ukupne populacije zooplanktona, a sastojao se pretežno od ličinki bodljikaša, školjkaša i mnogočetinaša. Osim autohtonih vrsta, tijekom istraživanja identificirane su i alohtone vrste, kao što su *Muggiaea atlantica* (Hydrozoa), *Protatlanta souleyeti* (Gastropoda), *Desmopterus papilio* (Gastropoda) i *Pelagobia longicirrata* (Polycheta) koja je, iako malobrojna, ujedno i najčešće zabilježena alohtona vrsta. Ovi rezultati potvrđuju važnost dugotrajnog praćenja zooplanktonskih zajednica jer odražavaju kako prirodne sezonske varijacije, tako i moguće utjecaje klimatskih promjena na dinamiku ekosustava južnog Jadrana.

Ključne riječi: južni Jadran, zooplankton, alohtone vrste

ANNUAL DYNAMICS OF ZOOPLANKTON ABUNDANCE IN THE SOUTHERN ADRIATIC DURING 2024

The annual dynamics of zooplankton communities in the southern Adriatic are closely associated with seasonal variability in oceanographic parameters, including fluctuations in seawater temperature, salinity, nutrient concentrations, and primary production. Due to its sensitivity to environmental changes, zooplankton represent a reliable bioindicator of ecological disturbances as well as long-term climatic trends in marine ecosystems. This research was conducted in 2024 at the Lokrum station in the southern Adriatic. Zooplankton samples were collected once a month, using vertical hauls of a Nansen plankton net with a mesh size of 200 µm, from a depth of 100 m to the surface. During the study period, the highest abundance of total zooplankton was recorded in December (662 ind. m^{-3}) while the lowest occurred in June (94 ind. m^{-3}). In all samples, copepods were the dominant group, with calanoid representatives being the most abundant among them. Among other significant zooplankton groups, appendicularians stood out, showing seasonal oscillations in abundance, with the highest numbers in January (63 ind. m^{-3}), while cladocerans and chaetognaths peaked in July (36 ind. m^{-3}), and December (22 ind. m^{-3}), respectively. Meroplankton accounted for only ~2% of the total zooplankton assemblage, consisting mainly of echinoderm, bivalve, and polychaete larvae. In addition to native taxa, several non-indigenous species were detected during the study, including *Muggiaea atlantica* (Hydrozoa), *Protatlanta souleyeti* (Gastropoda), *Desmopterus papilio* (Gastropoda), and *Pelagobia longicirrata* (Polychaeta). Although relatively rare, *P. longicirrata* was the most frequently encountered non-indigenous species. These results confirm the importance of long-term monitoring of zooplankton communities as they reflect both natural seasonal variations and possible impacts of climate change on the dynamics of the southern Adriatic ecosystem.

Keywords: southern Adriatic, zooplankton, non-indigenous species

P - 26

ISTRAŽIVANJA MORSKIH BENTOSKIH DIJATOMEJA U JADRANSKOM MORU: PREGLED LITERATURE I REVIDIRANI POPIS VRSTA

Car Ana[1], Kaleli Aydin[2], Dupčić Radić Iris[1], Pasković Nika[1]

[1]Sveučilište u Dubrovniku, Institut za more i priobalje, Dubrovnik, Kneza Damjana Jude 12, Hrvatska;
[2]Department of Marine and Freshwater Resources Management, Faculty of Aquatic Sciences, Istanbul University, Istanbul, Kalendarhane Mah., 16 Şehitleri Cad. No:2 Fatih, Turkey

ana.car@unidu.hr

U ovom radu predstavljen je prvi sveobuhvatni popis vrsta morskih bentoskih dijatomeja Jadranskog mora, sastavljen korištenjem ažurirane taksonomske nomenklature. Iako je istraživanje jadranskih dijatomeja započelo prije više od stoljeća, sustavna intenzivnija istraživanja su provedena u posljednjih 35 godina. Pretraživanje literature rezultiralo je s 52 reference od 1989. do 2024., uključujući temeljna djela poput Viličić i sur. (2002), kao i Sdrigotti i sur. (1999), Cibic i sur. (2007), Hafner i sur. (2018), Rogelja i sur. (2018), Car i sur. (2019, 2020, 2021). Korištenjem AlgaeBase (Guiry & Guiry 2024) i Kociolek i sur. (2024), nomenklatura je standardizirana i ažurirana kako bi se smanjila sinonimija i pogrešna identifikacija. Ukupno je identificirano 822 vrsta (163 roda i 70 porodica), s dominantnim penatnim dijatomejama (719 vrsta). Porodice s najviše vrsta su Naviculaceae (95 vrsta, 8 rodova) i Bacillariaceae (88 vrsta, 7 rodova), dok su *Mastogloia* (65 vrsta), *Navicula* (62) i *Nitzschia* (53) najraznolikiji rodovi. Ovo istraživanje ističe taksonomsko bogatstvo jadranskih bentoskih dijatomeja, a istovremeno naglašava praznine u znanju o raznolikosti i rasprostranjenosti bentoskih dijatomeja u mnogim geografskim područjima koja ostaju i dalje slabo istražena. Iako je provjera vrsta izazovna zbog ograničenih ilustracija u literaturi, ovaj kontrolni popis objedinjuje raspršene podatke u jedinstveni referentni okvir te pruža bitnu osnovu za procjenu bioraznolikosti, ekološko praćenje i buduća istraživanja zajednica mikroalgi u Jadranu i Mediteranu općenito. Važno je napomenuti da je potrebno kontinuirano taksonomsko ažuriranje kako bi se osigurala pouzdanost popisa vrsta.

Ključne riječi: Jadransko more, Bacillariophyta, taksonomija, ažurirana nomenklatura

INVESTIGATIONS OF MARINE BENTHIC DIATOMS IN THE ADRIATIC SEA: LITERATURE REVIEW AND REVISED CHECKLIST

This study presents the first comprehensive checklist of marine benthic diatoms from the Adriatic Sea using an updated taxonomic nomenclature. The study of Adriatic diatoms began more than a century ago, but systematic efforts have intensified over the last 35 years. Despite this progress, many geographical areas remain poorly investigated, leaving significant gaps in knowledge of benthic diatom diversity and distribution. The literature search resulted in 52 references from 1989 to 2024, including fundamental works such as Viličić et al. (2002) and Sdrigotti et al. 1999, Cibic et al. 2007, Hafner et al. 2018, Rogelja et al. 2018, Car et al. 2019, 2020, 2021. Using AlgaeBase (Guiry & Guiry 2024) and Kociolek et al. (2024), the nomenclature was standardized and updated to reduce synonymy and misidentification. A total of 822 species were identified, representing 163 genera and 70 families, with pennate diatoms dominating (719 taxa). The most species-rich families were Naviculaceae (95 taxa, 8 genera) and Bacillariaceae (88 taxa, 7 genera), while *Mastogloia* (65 taxa), *Navicula* (62) and *Nitzschia* (53) were the most species-rich genera. These results emphasise the taxonomic richness of benthic diatoms in the Adriatic and at the same time highlight the gaps in knowledge in the regions not studied. Although verification remains a challenge due to the limited illustrations in the literature, this checklist summarises the scattered data into a single frame of reference. It provides an important basis for biodiversity assessment, ecological monitoring and future studies on microalgal communities in the Mediterranean. Continuous taxonomic updating is necessary to ensure the reliability and long-term applicability of this resource.

Keywords: Adriatic Sea, Bacillariophyta, taxonomy, updated nomenclature

P - 27

EKOMORFOLOŠKE OSOBINE JAKOBOVE KAPICE (*PECTEN JACOBAEUS*) NA ISTOČNOJ OBALI JADRANA

Stanić Rino[1], Talijančić Igor[2], Šegvić-Bubić Tanja[2], Peharda Melita[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska;
[2]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište I. Meštrovića 63, Hrvatska

rino.stanic@sardina.hr

U suvremenoj ribarstvenoj biologiji raste sve veći interes za eko-morfološkim istraživanjima morskih organizama, odnosno proučavanju utjecaja okoliša na morfološke značajke organizama. Školjkaši su prikladni model-organizmi za ovakav tip istraživanja jer njihov sjedilački način života podrazumijeva trajnu izloženost lokalnim okolišnim uvjetima. Zahvaljujući sposobnosti filtriranja velikih količina morske vode i akumuliranja tvari iz okoliša, školjkaši se koriste kao i važni bio-indikatori kvalitete morskih ekosustava dok se njihove ljušture smatraju vrijednim objektom u sklerokronološkim istraživanjima, s obzirom da se analizom njihovih mineraliziranih struktura mogu rekonstruirati okolišni uvjeti kroz vrijeme. Dok se sklerokronološki pristupi ponajprije usredotočuju na geokemijske i kronološke aspekte, morfometrijska analiza ljuštura može pružiti nova saznanja u prilagodbi školjkaša u heterogenim staništima istočnog Jadrana. U ovom je istraživanju jakobova kapica (*Pecten jacobaeus*) korištena kao model vrsta za ispitivanje ekomorfoloških prilagodbi. Analizirane su jedinke sakupljene na pet lokacija istočnog Jadrana uključujući Zapadnu Istru, Iž, Prokljan, Maslenicu i Pelješac. Ontogenetske promjene oblika ljušture ispitane su u odnosu na starost jedinki i lokaciju uzorkovanja. Kvantificiranje morfološke varijabilnosti provedeno je geometrijskom morfometrijom korištenjem osam homolognih točaka (landmarks) i 24 polutočke (semilandmarks). Ovakav morfometrijski pristup omogućio je grafičku interpretaciju oblika i kvantificiranje utjecaja okolišnih čimbenika na ljušturu, pružajući nova saznanja o bio-ekološkim značajkama i adaptivnim odgovorima populacija jakobove kapice na čimbenike poput tipa sedimenta, hidrodinamičkih uvjeta i dostupnosti hranjivih tvari. Ovo istraživanje provedeno je u sklopu projekata SustainAqua i RIBAR (NextGeneration EU- National Recovery and Resilience Plan 2021–2026).

Ključne riječi: jakobova kapica, morfometrija, prilagodbe

ECOMORPHOLOGICAL FEATURES OF MEDITERRANEAN SCALLOP (*PECTEN JACOBAEUS*) ON EASTERN COAST OF ADRIATIC SEA

Within modern fishery biology, there is an increasing interest in ecomorphology, a discipline which studies how environmental factors shape the morphological characteristics of organisms. Bivalves are suitable model organisms for this type of research because their sedentary lifestyle implies permanent exposure to local environmental conditions. Due to their ability to filter large amounts of seawater and accumulate substances from the environment, bivalves are used as important bio-indicators of the quality of marine ecosystems, while their shells are considered a valuable object in sclerochronological research, given that the analysis of such mineralized structures can reconstruct environmental conditions over time. While sclerochonological approaches primarily focus on chemical and chronological aspects, morphometric analysis of shells can provide new insight into the adaptation of bivalves in heterogeneous habitats of the eastern Adriatic. In this research, Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) was used as a model species to study ecomorphological adaptations. Specimens were collected from five locations of the eastern Adriatic including western Istria, Iž, Prokljan, Maslenica and Pelješac. Ontogenetic changes in the shell have been analysed in relation to the age of individuals and sampling location. Quantification of morphological variability was conducted using geometric morphometrics, where shape was described using eight homologous landmarks and 24 semi-landmarks. This morphometric approach enabled graphical interpretation of shape and quantification of the influence of environmental factors on the shell, providing new insights into bio-ecological characteristics and adaptive responses of Mediterranean scallop populations to factors such as sediment type, hydrodynamic conditions and nutrient availability. The research was conducted in the framework of the projects: SustainAqua and RIBAR (Next Generation EU- National Recovery and Resilience Plan 2021–2026).

Keywords: Mediterranean scallop, morphometry, adaptations

P - 28

PLANKTON BIODIVERSITY IN A UNIQUE DEEP DEPRESSION OF BOKA KOTORSKA BAY

Pestorić Branka[1], Mucko Maja[2], Grgurević Filip[2], Drakulović Dragana[1], Hartkamp Jade[3], Ljubešić Zrinka[2]

[1]Institute of Marine Biology, University of Montenegro, Kotor, I bokeljske brigade 68, Montenegro
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[3]Hanze University of Applied Sciences, Institute of Life Sciences & Technology, Groningen, Zernikeplein 11, Netherlands

branka06@gmail.com

Boka Kotorska Bay is a semi-enclosed, fjord-like system with average depths of 35–40 m but containing several circular depressions reaching 67 m. These structures, formed through tectonics and submarine karst springs, create microenvironments strongly influenced by freshwater inputs. In February 2025 we sampled plankton in the deepest depression (~67 m) before and after the heavy rain event. Phytoplankton was sampled with Niskin bottles, fixed and analyzed by Utermöhl method. Total of 51 taxa were determined: 37 diatoms, 8 dinoflagellates, 5 coccolithophorids, and 1 silicoflagellate. Diatoms dominated the phytoplankton community, with *Skeletonema marinoii* developing above the thermocline where exceptionally high chlorophyll a concentration of 4,95mg m^{-3} was detected prior to a heavy rainfall event. Following the rain, surface salinity decreased, the thermohaline structure deepened, and both abundance and species richness declined. Zooplankton was sampled with a 125 µm net in two discrete layers (30–0 m and 63–30 m). At all 41 taxa were identified, and copepods accounted for over 90 % of total abundance. The lower layer hosted the rare bentho-pelagic copepod *Mesaiokeras hurei* (227 ind m^{-3}) and the non-indigenous species *Pseudodiaptomus marinus* (7 ind m^{-3}). *P. marinus* is an epibenthic species with pronounced diel vertical migration, remaining near the seafloor by day. Carnivorous chaetognaths were abundant (90 ind m^{-3}) in the lower layer but declined sharply after heavy rainfall, indicating disturbance driven by intensified submarine spring discharge. These findings highlight that deep depressions with active submarine groundwater inflow create favorable habitats that support unique plankton assemblages, offering refugia for endemic species and suitable conditions for taxa with bentho-pelagic or migratory life strategies.

Keywords: thermohaline structure, invasive species, submarine springs, vertical migration

P - 29

PRVI DOKUMENTIRANI NALAZ VRSTE *TETRAGONURUS CUVIERI* RISSO, 1810 (PERCIFORMES, STROMATOIDEA) IZ JADRANSKOG MORA (HRVATSKA OBALA)

Ugrin Nika[1], Pavičić Mišo[1], Dragičević Branko[1], Matić-Skoko Sanja[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Šetalište Ivana Meštrovića 63, Split, Hrvatska

ugrin@izor.hr

Vrsta *Tetragonurus cuvieri* Risso, 1810 je mezobatipelagična vrsta (nalazi se do 4000 m dubine) s gotovo kozmopolitskim rasprostranjenjem. Pojavljuje se u Tihom, Atlantskom i Indijskom oceanu. U Sredozemnom moru vrsta se tradicionalno smatra vrlo rijetkom i dosad je pronađeno svega nekoliko primjeraka. Jedna jedinka vrste *Tetragonurus cuvieri* Risso, 1810 (TL = 37,2 cm, W = 277,56 g) ulovljena je 16. veljače 2024. godine, pridnenom povlačnom mrežom koćom na dubini od oko 100 m u Mljetskom kanalu, točnije između otoka Lopuda i Šipana (hrvatska obala). Ovo je prvi dokumentirani nalaz vrste *Tetragonurus cuvieri* u istočnom dijelu Jadranskog mora, budući da je vrsta prethodno spomenuta samo u albanskom popisu riba. Identitet jedinke potvrđen je korištenjem morfoloških značajki i detaljnih podataka o morfometrijskim i meurističkim karakteristikama. Općenito, podaci o biologiji i ekologiji ove vrste, kao i o njezinoj rasprostranjenosti u Sredozemnom moru, vrlo su ograničeni, a ovaj nalaz proširuje njezinu poznatu rasprostranjenost unutar regije. Ovaj nalaz vrste *Tetragonurus cuvieri* doprinosi rastućem popisu rijetkih ili malo poznatih vrsta koje se pojavljuju u Jadranskom moru posljednjih godina.

Ključne riječi: *Tetragonurus cuvieri*, biometrija, Hrvatska, Jadransko more, novi nalaz

FIRST DOCUMENTED RECORD OF THE SMALLEYE SQUARETAIL *TETRAGONURUS CUVIERI* RISSO, 1810 (PERCIFORMES, STROMATOIDEA) FROM THE ADRIATIC SEA (CROATIAN COAST)

The smalleye squaretail *Tetragonurus cuvieri* Risso, 1810, is a meso-bathypelagic species (found down to 4000 m depth) with an almost cosmopolitan distribution, occurring in the Pacific, Atlantic and Indian Oceans. In the Mediterranean, the species has traditionally been considered very rare and only a few specimens have been found. A single specimen of the smalleye squaretail, *Tetragonurus cuvieri* Risso, 1810, (TL=37.2 cm, W=277.56 g) was caught on 16 February 2024 with a trawl net at a depth of about 100 m in the Mljet Channel, in the area between the islands of Lopud and Šipan (Croatian coast). This is the first well documented record of *Tetragonurus cuvieri* in the eastern Adriatic Sea as the species was previously only mentioned in the Albania checklist of fishes. The identity of the specimen was confirmed using morphological characters and detailed data on the morphometrics and meristics. In general, data on the biology of this species as well as its distribution in the Mediterranean Sea is limited and the present finding extends its known distribution within the region. This record adds to the growing list of rare or little-known species occurring in the Adriatic in recent years.

Keywords: *Tetragonurus cuvieri*, biometrics, Croatia, Adriatic Sea, new record

P – 30

SPERM MOTILITY PARAMETERS IN COMMON CARP (*CYPRINUS CARPIO*) USING COMPUTER-ASSISTED SPERM ANALYSIS (CASA)

Jovičić Katarina[1], Vranković Jelena[1], Ćosić Pavle[1], Nedić Svetlana[2], **Đikanović Vesna**[1]

[1]Institute for Biological Research "Siniša Stanković" - National Institute of Republic of Serbia, University of Belgrade, 11108 Belgrade, Serbia
[2]Department of Reproduction, Fertility and Artificial Insemination, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, 11000 Belgrade, Serbia

djiki@ibiss.bg.ac.rs

The common carp (*Cyprinus carpio*), a cyprinid species native to Eurasia, has been introduced worldwide for food production, aquaculture, and recreational fishing, often becoming a dominant species in various freshwater ecosystems. It is the third most widely cultivated and commercially significant freshwater fish species globally (FAO 2013), with approximately 99.9% of the surface area of all fish farms in Serbia dedicated to carp farming. Sperm motility directly affects reproductive success and the sustainability of fish populations. Aquaculture, with its long and rich history, plays a crucial role in human nutrition and food security, contributing significantly to economic development. In studies of male fertility, the most common indicators of sperm quality are the computer-assisted sperm analysis (CASA) parameters of sperm movement. In this study, ejaculate was collected from 10 individuals, in May, by abdominal massage from tanks at the Centre for Fisheries and Applied Hydrobiology "Mali Dunav", Faculty of Agriculture, University of Belgrade, in sterile 15 ml plastic bottles. The body length of the analysed specimens ranged from 48 to 64 cm, while their weight ranged from 2.1 to 4.5 kg. Sperm was stored at 4°C and transported to the laboratory, where activation was performed with water from the tanks. Spermatozoa motility was analyzed using CASA. The total number of sperm analyzed ranged from 253 to 6,363. Total sperm motility (%) among the analyzed specimens ranged from 55.79 to 84, while progressive motility (%) ranged from 53.30 to 83.65. These results indicate variability in motility parameters across individual specimens, with consistent values for total and progressive motility. Sperm motility parameters are the most important indicators for predicting the biological quality of male gametes and their effectiveness in fertilization trials. Tracking sperm motility parameters in fish is essential for understanding reproductive health, improving breeding success, and supporting the conservation and sustainable management of fish populations.

Keywords: cyprinid, sperm motility, aquaculture

P - 31

RAZNOLIKOST FAUNE TVRDIH KRPELJA HRVATSKOG DIJELA BARANJE (ACARI: IXODIDAE)

Krčmar Stjepan[1]

[1]Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek, Cara Hadrijana 8/A, Hrvatska

stjepan@biologija.unios.hr

Uzorkovanja tvrdih krpelja (Acari: Ixodidae) u hrvatskom dijelu Baranje u razdoblju od 2011. do 2024. godine obavljana su na 22 lokaliteta krpeljnom zategom ili ručno sa životinja. Ukupno je uzorkovano 6846 krpelja svrstanih u devet vrsta i tri roda. Najbrojniji rod je *Ixodes* (Latreille, 1795) s pet vrsta, slijede rodovi *Dermacentor* Koch, 1844 i *Haemaphysalis* Koch, 1844 s dvije vrste. Najbrojnija vrsta je *Ixodes ricinus* (L., 1758) s 3834 uzorkovane jedinke. Slijede vrste *Haemaphysalis inermis* Birula, 1895 s 1656, *Haemaphysalis concinna* Koch, 1844 sa 758, *Dermacentor reticulatus* (F., 1794) s 444, *Dermacentor marginatus* (Sulzer, 1776) s 145, *Ixodes hexagonus* Leach, 1815 s četiri uzorkovane jedinke, *Ixodes canisuga* Johnston, 1849, i *Ixodes kaiseri* Arthur, 1957 s dvije uzorkovane jedinke i *Ixodes frontalis* (Panzer, 1798) s jednom uzorkovanom jedinkom. Vrsta *I. ricinus* najčešća je vrsta krpelja, uzorkovana na 20 od ukupno 22 lokaliteta. Slijedi vrsta *H. inermis* uzorkovana na 19 lokaliteta, *D. marginatus* i *H. concinna* na 12, a *D. reticulatus* na 11 lokaliteta, dok su ostale vrste krpelja uzorkovane na dva ili jednom lokalitetu. Za vrste *I. ricinus*, *H. inermis* i *D. reticulatus* zabilježen je dvojni sezonski maksimum brojnosti, prvi u mjesecu travnju, a drugi u studenom. Također se za vrste *D. marginatus* i *H. concinna* bilježe dvojni sezonski maksimumi brojnosti. Prvi u mjesecu travnju, a drugi u listopadu za vrstu *D. marginatus*, dok se za vrstu *H. concinna* bilježi prvi u mjesecu svibnju, a drugi u srpnju. Na istraživanom području jedino je vrsta *I. ricinus* uzorkovana tijekom svih 12 mjeseci u godini, dok su ostale vrste uzorkovane u kraćem razdoblju. U odraslom stadiju uzorkovane su jedinke vrsta *D. marginatus*, *D. reticulatus*, *I. canisuga*, *I. frontalis*, *I. hexagonus* te *I. kaiseri*, dok su jedino vrste *I. ricinus* i *H. concinna* uzorkovane u svim razvojnim stadijima.

Ključne riječi: tvrdi krpelji, Ixodidae, Baranja, Hrvatska

DIVERSITY OF HARD TICK FAUNA IN CROATIAN PART OF BARANJA (ACARI: IXODIDAE)

From 2011 to 2024, on 22 localities in Croatian part of Baranja, samplings of hard ticks (Acari: Ixodidae) were carried out using a dragging-flagging method or by hand from animals. A total of 6846 hard ticks were collected and classified in nine species and three genera. The most abundant genus was *Ixodes* (Latreille, 1795) with five species, followed by genera *Dermacentor* Koch, 1844 and *Haemaphysalis* Koch, 1844 with two species. The most abundant species was *Ixodes ricinus* (L., 1758) with 3834 collected specimens, followed by *Haemaphysalis inermis* Birula, 1895 with 1656, *Haemaphysalis concinna* Koch, 1844 with 758, *Dermacentor reticulatus* (F., 1794) with 444, *Dermacentor marginatus* (Sulzer, 1776) with 145, *Ixodes hexagonus* Leach, 1815 with four collected specimens, *Ixodes canisuga* Johnston, 1849, and *Ixodes kaiseri* Arthur, 1957 with two collected specimens, and *Ixodes frontalis* (Panzer, 1798) with one collected specimens. *Ixodes ricinus* was the most common species. It was sampled on 20 out of 22 localities. *Haemaphysalis inermis* was sampled on 19 localities, *D. marginatus* and *H. concinna* on 12, *D. reticulatus* on 11, while other species of ticks were collected on two or on one locality. *Ixodes ricinus*, *H. inermis* and *D. reticulatus* showed bimodal seasonal activity with the first activity peak in April and the second in November. Bimodal activity patterns were also recorded for *D. marginatus* and *H. concinna*. *Dermacentor marginatus* had the first activity peak in April and the second in October, while *H. concinna* had the first peak recorded in May and the second in July. On the studied area only *I. ricinus* was sampled during all 12 months of the year while other species were collected in a shorter period. Species *D. marginatus*, *D. reticulatus*, *I. canisuga*, *I. frontalis*, *I. hexagonus*, *I. kaiseri* were collected only in adult stage, while only *I. ricinus* and *H. concinna* were collected in all developmental stages.

Keywords: hard ticks, Ixodidae, Baranja, Croatia

P - 32

DIVERSITY OF DROSOPHILIDAE (DIPTERA, INSECTA) FAUNA FROM ČURUG (VOJVODINA, SERBIA) WITH SPECIAL REFERENCE TO INVASIVE SPECIES *DROSOPHILA SUZUKII*

Pavković-Lučić Sofija[1], Lučić Luka[1], Trajković Jelena[1], Vujić Vukica[1], Tomić Vladimir[1], Savić Tatjana[2], Kekić Vladimir[1]

[1]University of Belgrade, Faculty of Biology, Belgrade, Studentski Trg 16, Serbia;
[2]University of Belgrade, Institute for Biological Research "Siniša Stanković" - National Institute of Republic of Serbia, Belgrade, Despota Stefana Boulevard 142, Serbia

sofija@bio.bg.ac.rs

The fauna of Drosophilidae comprises more than 4400 species worldwide. The rainforests of the tropical zone are the most species-rich, for example 689 species have been discovered in Hawaii alone. Over 130 species have been found in Europe to date. In Serbia and the surrounding countries of the Balkan Peninsula, more than 60 species have been recorded, including the highly invasive *Drosophila suzukii* and the recently introduced *Zaprionus tuberculatus*. In this paper, we present the results of a faunistic survey conducted in Biserno ostrvo near Čurug, Vojvodina, Serbia, the same site where we conducted our surveys in 1989, 2000 and 2002. The flies were collected in September 2023 around cottages located on the shore of Lake Stara Tisa, in a habitat that we characterized as semi-domestic. The flies were caught in the morning and evening hours, during periods of their maximum activity, using fruit traps consisting of bananas and apples to which a small amount of yeast, sugar and apple cider vinegar was added. A total of 17 species were recorded, classified into 3 genera, 14 of which belonged to the genus *Drosophila*, 2 species to the genus *Scaptomyza* and one to the genus *Chymomyza*. In the fly collections, *D. suzukii* was the most abundant species, accounting for over 60% of the more than 6000 individuals captured, followed by *D. immigrans* and *D. subobsura*, each accounting for 9% of the individuals. This field study confirmed that the Drosophilidae fauna has changed dramatically over the last more than three decades, as in 1989, 2000 and 2002 *D. suzukii* was not even an integral part of the fruit fly fauna during surveys at the same location. Since *D. suzukii* is an invasive species that damages a large proportion of agricultural crops in various regions and consequently causes economic damage, faunistic studies are the first and most important step towards population control of this pest species and the development of environmentally friendly methods to control its spread.

Keywords: Drosophilidae, *D. suzukii*, faunistic research

P - 33

MACROINVERTEBRATE ASSEMBLAGES REVEAL ECOLOGICAL STATUS OF BELGRADE SUBURBAN RESERVOIRS

Đuknić Jelena[1], Tubić Bojana[1], Raković Maja[1], Paunović Momir[1], Čanak Atlagić Jelena[1], Marinković Nikola[1], Popović Nataša[1]

[1]Department for Hydroecology and Water Protection, Institute for Biological Research "Siniša Stanković", National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Belgrade, Bulevar despota Stefana 142, Serbia

jelena.djuknic@ibiss.bg.ac.rs

Reservoirs in urban and suburban areas are particularly vulnerable to anthropogenic impacts such as pollution from wastewater discharges, sedimentation, habitat modification, and recreational activities. These influences can alter biological assemblages, thereby affecting the overall ecological status of these aquatic systems. In this study, the ecological potential of three suburban reservoirs in Belgrade: Bela Reka, Pariguz, and Duboki Potok is assessed based on macroinvertebrate assemblages. Macroinvertebrates are widely recognised bioindicators, as they are sensitive to changes in water quality, habitat, and pollution levels. Five biological indices were used to assess their ecological potential: Total Number of Taxa, Diversity Index (H'), Saprobic Index (SI), Biological Monitoring Working Party (BMWP), and Average Score Per Taxon (ASPT). These indices were calculated using ASTERICS software and interpreted according to Serbian national legislation. Sampling was carried out in August 2025 using a hand net with a mesh size of 500 µm, following a multi-habitat protocol (AQEM). A total of 33 taxa were recorded, with communities dominated by β-mesosaprobic species, indicating moderate organic pollution. Bela Reka had the highest taxonomic richness (23 taxa) and diversity (H' = 2.62), followed by Duboki Potok (21 taxa, H' = 2.47) and Pariguz (11 taxa, H' = 2.16). Diptera was the most diverse group at all sites and was most abundant at Bela Reka and Pariguz, while Gastropoda and Odonata dominated at Duboki Potok. SI values were similar across sites: Duboki Potok (2.34), Bela Reka (2.27), and Pariguz (2.25). BMWP scores ranged from 35 (Pariguz) to 76 (Bela Reka), with ASPT values between 4.75 (Bela Reka) and 5.0 (Pariguz). During this research, the ecological status varied among the reservoirs: Duboki Potok was classified as class II (good), Bela Reka as class III (moderate), and Pariguz as class V (very poor).

Keywords: ecological potential, reservoirs, Belgrade suburban areas, macroinvertebrates

P - 34

SPEAR INDEX AS A TOOL FOR DETERMINING POLLUTION IN SELECTED AQUATIC ECOSYSTEMS

Tubić Bojana[1], Raković Maja[1], Đuknić Jelena[1], Paunović Momir[1], Popović Nataša[1]

[1]Department for Hydroecology and Water Protection, Institute for Biological Research "Siniša Stanković", National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade , Belgrade, Bulevar despota Stefana 142, Serbia

bojana@ibiss.bg.ac.rs

The Belgrade area is characterised by a rich system of canals that serve for drainage and wastewater removal. These canals are exposed to various anthropogenic influences. We used the SPEAR index, based on the characteristics of aquatic macroinvertebrates sensitive to pesticides and organic pollutants, to determine the potential impact on the studied sites. The ASTERICS software (AQEM, 2002) was used to calculate the SPEAR index. We analysed the aquatic macroinvertebrate communities of eight canals around Belgrade: Galovica, Progarska Jarčina, Kalovita, Sibnica, Vizelj, Karaš, Agricultural Plant Belgrade (PKB), and Obrenovački canals. Material was collected in May 2024 with a benthological hand net using the multihabitat sampling method. The SPEAR % values (proportion of sensitive taxa) in Galovica (45%) and the Obrenovački canal (42.86%) indicated the highest proportion of pesticide-sensitive taxa and showed the best water quality in terms of pesticide contamination. Karaš (11.91%) and PKB (12.12%) had the lowest proportion of pesticide-sensitive taxa, indicating pesticide contamination or other stressors. The SPEARpesticides values (abundance of sensitive taxa) show that the Obrenovački canal (21.40) has a very high abundance of sensitive taxa, emphasising its good quality. Kalovita showed no sensitive taxa, which could indicate stress or a naturally low abundance of sensitive taxa. SPEARorganic (sensitivity to organic pollution) values for Kalovita (-0.489) and Vizelj (-0.487) indicate communities that are more sensitive to organic pollution, suggesting organic stress or a naturally sensitive assemblage. The lowest sensitivities were found in the Obrenovački canal (-0.265) and in Sibnica (-0.264). The results of the SPEAR index suggest that monitoring and remediation should focus on low-quality sites, and that further investigation of pesticide and organic pollution should be considered at sites where unfavourable SPEAR results were found.

Keywords: SPEAR index, pesticides, organics, aquatic macroinvertebrates, water quality

P - 35

A FIRST INSIGHT INTO THE CYANOBACTERIAL AND ALGAL COMMUNITIES OF CAVE HABITATS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA: PRELIMINARY RESEARCH

Ibrahimović Šeherzada[1], Smajić Ismir[2], Nadarević Viktor[1], Matić Ivona[1], Macanović Armin[1], Mašić Ermin[1]

[1]University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of Biology, Sarajevo, Zmaja od Bosne 33-35, Bosnia and Herzegovina;
[2]Cantonal Public Institution for Protected Natural Areas, Sarajevo, Branilaca Sarajeva 28/1, Bosnia and Herzegovina

seherzadaibrahimovic3@gmail.com

Caves are distinct geological structures that are primarily formed by the dissolution of carbonate substrates. They represent relatively stable underground ecosystems characterized by low radiation intensity, high relative humidity, and minimal temperature fluctuations. From an ecological perspective, they represent extreme environments that harbour specialized and often poorly understood microbial assemblages, including phototrophic organisms that can tolerate oligotrophic and low-light conditions. Due to the lack of published data on the diversity of cyanobacteria and algae in cave habitats in Bosnia and Herzegovina, the aim of this study was to provide a first insight into their diversity and composition. Samples of cyanobacteria and algae were collected using standardised cave sampling protocols from six cave sites distributed over three mountainous regions: Zvijezda (4), Treskavica (1), and Bjelašnica (1). The results of our study showed that despite the limited light availability in caves, a diverse assemblage of phototrophic taxa is present. The most common species in investigated cave ecosystems were: *Aerophila roeseana*, *Chlorella vulgaris*, *Chroococcus turgidus*, *Hantzschia amphioxys*, *Humidophila contenta*, *Nostoc commune*, *Orthoseira dendroteres* and *Pinnularia borealis*. The highest number of species belonged to the genera *Chroococcus* (6 taxa), *Luticola* (3 taxa) and *Nostoc* (3 taxa). These preliminary results provide valuable baseline data on the algae of cave habitats in Bosnia and Herzegovina and emphasize the ecological importance of subterranean ecosystems as reservoirs of microbial diversity. Their role in the biogeochemical cycles, their sensitivity to environmental changes and their potential as biological indicators emphasize the need to continue research in caves.

Keywords: subterranean ecosystems, biofilm, diversity, phototrophs, conservation.

P - 36

MIKROPLASTIKA U IZVORSKIM VODAMA MEDVEDNICE

Bubalo-Kotnik Nimai[1], Sever Mihael[1], Malnar Vivian[1], Blajić Hana[1], Filipović-Grčić Laura[1], Lešić Ivan[1], Moćan Iva Marija[1], Serdar Sara[1]

[1]Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Split, Ruđera Boškovića 33, Hrvatska

nbubaloko@pmfst.hr

Zagađenje kopnenih voda i morskih ekosustava mikroplastikom predstavlja jedan od najvećih problema sadašnjice. Cilj ovog rada bio je provjeriti prisutnost, količinu i vrstu čestica mikroplastike u uzorcima vode iz ukupno 20 izvora na Medvednici. Uzorci vode od 1,5 litara po izvoru najprije su filtrirani kroz sustav membranske filtracije uz upotrebu staklenih filtera. Filteri su analizirani stereomikroskopom, a čestice mikroplastike kvantificirane su za svaki uzorak te kategorizirane prema boji. Potom su uzorci podvrgnuti analizi Raman spektroskopije kako bi se utvrdila vrsta (kemijski sastav) plastičnog materijala. Rezultati pokazuju da su čestice mikroplastike prisutne u svih 20 izvora. Najmanji broj čestica je izoliran iz izvora Volarski zdenac, a dva izvora s najviše čestica mikroplastike su Vrapčak potok (84 komada) i Šumarev grob (78 komada mikroplastike). Najveći udio je prozirnih čestica mikroplastike (516) te crnih (173) i plavih (136). Po kemijskom sastavu prevladava polivinil klorid (PVC), najlon (PA) i polypropilen (PP). Ako uzmemo u obzir činjenicu da su ovi izvori sastavni dio podzemnih voda hidrogeografskog područja grada Zagreba, opasnost od zagađenja pitke vode mikroplastikom predstavlja javnozdravstveni problem.

Ključne riječi: mikroplastika, izvori, Medvednica

MICROPLASTIC PARTICLES IN MEDVEDNICA SPRINGS

Pollution of terrestrial waters and marine ecosystems with microplastics is one of the biggest problems of our time. The aim of this work was to check the presence, quantity and type of microplastic particles in water samples from a total of 20 springs on Medvednica. Water samples of 1.5 liters per spring were first filtered through a membrane filtration system using glass filters. The filters were analysed using a stereomicroscope, and microplastic particles were quantified for each sample and categorized by color. The samples were then subjected to Raman spectroscopy analysis to determine the type (chemical composition) of plastic material. The results show that microplastic particles are present in all 20 spring samples. The smallest number of particles was isolated from the Volarski zdenac spring, and the two springs with the most microplastic particles are Vrapčak potok (84 pieces) and Šumarev grob (78 pieces of microplastic). The largest share is of transparent microplastic particles (516), as well as black (173) and blue (136). The chemical composition is dominated by polyvinyl chloride (PVC), nylon (PA) and polypropylene (PP). If we take into account the fact that these sources are an integral part of the groundwater of the hydrogeographical area of the city of Zagreb, the risk of microplastic pollution of drinking water represents a public health problem.

Keywords: microplastics, springs, Medvednica

P - 37

AGRIOTYPUS ARMATUS, CURTIS 1832. (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE), VODENI PARAZITOID TULARA, NOVA VRSTA ZA HRVATSKU

Milešević Klara[1], **Kraljević Aurora**[1], Ćuk Renata[2], Kladarić Lidija[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Institut za vode „Josip Juraj Strossmayer", Zagreb, Ulica grada Vukovara 220, Hrvatska

k.milesevic2@gmail.com; kraljevic.aurora@gmail.com

Agriotypus armatus Curtis, 1832., rijetko je zabilježena vrsta vodene osice iz porodice Ichneumonidae, potporodice Agriotypinae. Vrsta je ektoparazit na pupama tulara (Trichoptera), prvenstveno na porodicama Georidae i Odontoceridae. Potporodica Agriotypinae sastoji se samo od roda *Agriotypus*, kojeg sačinjava 21 vrsta. Od njih, samo je *A. armatus* autohtona za Europu, dok ostale nastanjuju Aziju. Vrsta je karakteristična za sjevernu i srednju Europu, s najsjevernijim nalazima u Finskoj. Prvi nalaz na Balkanskom poluotoku zabilježen je 2014. godine u Srbiji. U ovom radu predstavljamo prvi detaljan, potvrđen nalaz vrste na području Hrvatske, što odgovara južnom rubu njezina areala. Dvije odrasle ose su pronađene unutar kućica pupa vrste *Odontocerum albicorne* tijekom rutinskog monitoringa kvalitete vode na postaji Luke na rijeci Dobri u ožujku 2024. godine. Ovaj nalaz također potvrđuje *O. albicorne* kao pogodnog domadara, što je prethodno zabilježeno u vezi s vrstom *A. armatus* u drugim dijelovima Europe. Postaju Luke karakterizira velika brzina toka vode, visoka koncentracija otopljenog kisika te kamenito dno—stanišni uvjeti uobičajeni za *A. armatus*. Zbog svojeg životnog ciklusa, koji uključuje prezimljavanje odraslih jedinki unutar pupalnih kućica tulara, ova se vrsta često ne zamjećuje tijekom standardnih biomonitoringa, što potvrđene nalaze čini osobito vrijednima. Uzorci su determinirani do vrste prema morfološkim karakteristikama pod stereo lupom i uz pomoć dostupne taksonomske literature.

Ključne riječi: vodena osa, tulari, rijeka Dobra

AGRIOTYPUS ARMATUS, CURTIS 1832 (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE), AN AQUATIC PARASITOID OF TRICHOPTERA, NEW SPECIES FOR CROATIA

Agriotypus armatus Curtis, 1832 is a rarely recorded aquatic wasp belonging to the family Ichneumonidae, subfamily Agriotypinae. It is an ectoparasitoid of caddisfly pupae (Trichoptera), primarily in the families Goeridae and Odontoceridae. The subfamily Agriotypinae contains only the genus *Agriotypus,* with 21 known species; *A. armatus* is the only one native to Europe, while the rest occur across Asia. The species is characteristic of central and northern Europe, with records reaching as far north as Finland. The first record from the Balkan Peninsula was published in 2014 from Serbia. Here, we provide the first detailed, verifiable record of *A. armatus* in Croatia, positioning this finding near the southern edge of its distribution. Two adult wasps were found inside pupal cases of *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763) at the Dobra River near Luke in early March 2024, collected as part of routine water quality monitoring. This observation also reinforces the role of *O. albicorne* as a suitable host species, previously reported in association with *A. armatus* in other parts of Europe. The site is characterized by fast-flowing water, high dissolved oxygen levels, and a rocky substrate—habitat conditions typical of *A. armatus*. Due to its life cycle, which includes fully developed wasps overwintering in caddisfly pupal cases, *A. armatus* is often overlooked during standard biomonitoring protocols, making confirmed findings particularly valuable. Specimens were identified to the species level using morphological characters under a stereomicroscope and cross-referenced with available taxonomic literature.

Keywords: aquatic wasp, caddisflies, the Dobra River

P - 38

FOOD CHOICE AND OVIPOSITION SITE PREFERENCE IN *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Trajković Jelena[1], Savić Tatjana[2], **Pavković-Lučić Sofija**[1]

[1]University of Belgrade – Faculty of Biology, Serbia, Belgrade, Studentski Trg 16, Serbia;
[2]Institute for Biological Research "Siniša Stanković" - National Institute of the Republic of Serbia, University of Belgrade, Belgrade, Despota Stefana Boulevard 142, Belgrade, Serbia, Serbia

sofija@bio.bg.ac.rs

The choice of habitat is of crucial importance for *Drosophila melanogaster*, as it directly affects the availability of nutrients required for its development and reproduction. Proper food selection significantly improves its fitness and ensures the successful survival of offspring. The aim of our research was to investigate the food choice, the oviposition site preference, and the offspring fitness of three *D. melanogaster* strains. In two separate experiments, we tested aforementioned traits in strains that had been reared on three different substrates (standard cornmeal substrate and substrates made with tomato and carrot) for more than 20 years. The flies of each strain were separated by sex every 8h after hatching. Food choice and oviposition site preference were monitored in clear plastic boxes containing five Petri dishes filled with cornmeal, tomato, banana, carrot and apple substrates. In the first experiment, one hundred starved virgin males and females were tested individually and in sex-segregated groups for their food choice. Egg-laying preference, in the second experiment, was tested in ten replicates: 25 females and the same number of males of each strain were placed in each box overnight, after which the eggs were counted. The results revealed that three *D. melanogaster* strains differed in their food choice, with the standard cornmeal substrate being the most picked option. Furthermore, the results pointed out that the flies did not always choose the substrate from which they originate for egg laying. The substrate they laid the most eggs on was not always the one that ensured the greatest survival of the offspring. Understanding a complex interaction between food choice, oviposition sites, egg to adult survival and development time in *D. melanogaster* strains, long-term reared on specific substrate, may contribute to future research on Drosophila ecology and evolution.

Keywords: *Drosophila*, food choice, oviposition, fitness

P - 39

MORPHOLOGICAL VARIATION OF THE HEAD CAPSULE DURING LATE POSTEMBRYOGENESIS IN *MEGAPHYLLUM UNILINEATUM* (C. L. KOCH, 1838) (DIPLOPODA: JULIDA)

Vujić Vukica[1], Dudić Boris[1], Jovanović Zvezdana[1], Ilić Bojan[1], Milovanović Jelena[1], Pavković-Lučić Sofija[1], Lučić Luka[1], Makarov Slobodan[1], Tomić Vladimir[1]

[1]University of Belgrade - Faculty of Biology, Belgrade, Studentski Trg 16, Serbia

vukica.vujic@bio.bg.ac.rs

Morphological variation may arise from the interplay of environmental conditions, genetic factors, and developmental perturbations. The influence of genetic factors and developmental noise on the morphological variation has not been sufficiently explored in millipedes (Diplopoda). The aim of this study was to quantify the morphological variation of the dorsal and ventral parts (gnathochilarium) of the head capsule at different postembryonic stages (VI – XI) in the millipede species *Megaphyllum unilineatum* (C. L. Koch, 1838). Sampling of individuals was conducted in Krnjača, Belgrade, Serbia. The sample encompassed 91 sub-adult and adult individuals in different postembryonic stages. The MakeFan program was used to create fans on pictures of the dorsal part of head capsules, whereas landmarks and semilandmarks on both head capsule parts were digitalized in TpsDig program. Procrustes ANOVA test and MANOVA test were performed in the MorphoJ program in order to quantify variation of both head capsule parts. To analyze the effects of age (i.e. postembryonic stages), individual differences and measurement error on variation of both head capsule parts, a Procrustes ANOVA test was performed. Our results have indicated that age and individual differences significantly contributed to the variation in the shape and centroid size of the dorsal part of the head capsule and gnathochilarium. Directional asymmetry (genetic influences) in the shape of head capsule parts has been identified. Fluctuating asymmetry (a consequence of developmental noise) was observed only in case of the dorsal part of the head capsule shape. MANOVA test performed on asymmetry component of shape variation revealed the presence of both directional and fluctuating asymmetry in the dorsal part of head capsule and gnathochilarium. Considering these results, environmental conditions, genetic factors, and developmental noise may exert synergistic effects on the head capsule shape variation in *M. unilineatum*.

Keywords: millipedes; directional asymmetry; fluctuating asymmetry; shape variation; centroid size variation

P - 40

MEDITERANSKE POVREMENE TEKUĆICE KAO STANIŠTA SLATKOVODNIH OLIGOCHAETA

Brigić Andreja[1], Kerovec Mladen[1], Vilenica Marina[2], Rumišek Mario[1], Rebrina Fran[1], Matoničkin Kepčija Renata[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Petrinja, Trg Matice Hrvatske 12, Hrvatska

andreja.brigic@biol.pmf.hr

Povremene tekućice su kompleksna slatkovodna staništa koja privremeno prestaju teći tijekom sušnog dijela godine. Posebice su važan izvor vode za brojne organizme u semiaridnim regijama svijeta. Vodeni predstavnici Oligochaeta su često prisutni u velikoj brojnosti u slatkovodnim staništima. S obzirom da su osjetljivi na promjene u slatkovodnim ekosustavima, imaju važnu ulogu kao bioindikatori u aktivnostima upravljanja vodenim staništima. Unatoč tome, sastav i raznolikost njihovih zajednica, kao i njihovi ekološki zahtjevi u povremenim slatkovodnim staništima, još uvijek nisu dovoljno poznati. Stoga su ovim istraživanjem obuhvaćene zajednice Oligochaeta (bogatstvo vrsta i raznolikost, abundancija) u lotičkoj fazi četiri krške povremene rijeke (Krčić, Čikola, Guduča i Miljašić Jaruga) u mediteranskoj regiji Hrvatske. Zabilježeno je ukupno 16 svojti, pri čemu je najveća brojnost svojti zabilježena na rijeci s najvećom heterogenosti staništa. Osim toga, utvrđeni su fizikalni i kemijski pokazatelji kakvoće vode koji imaju najveći utjecaj na oblikovanje zajednica Oligochaeta. Ovi rezultati predstavljaju osnovu za daljnji razvoj mjera očuvanja povremenih mediteranskih rijeka i zajednica slatkovodnih beskralježnjaka koje ih naseljavaju.

Ključne riječi: Oligochaeta, raznolikost, pokazatelji kakvoće vode, heterogenost staništa, povremena lotička staništa

MEDITERRANEAN INTERMITTENT RIVERS AS HABITATS FOR AQUATIC OLIGOCHAETA

Intermittent rivers are complex freshwater habitats that temporarily stop flowing during the dry season. They are widespread in semi-arid regions across the world, where they serve as vital water sources. Aquatic Oligochaeta are often found in high abundance in various freshwater habitats. Due to their sensitivity to changes in freshwater conditions, they often play an important role as bioindicators in water management. Nevertheless, the composition and diversity of their assemblages, as well as their ecological requirements in intermittent habitats, are not yet sufficiently known. Therefore, this study was focused on Oligochaeta assemblages (taxa richness and diversity, abundance) in the lotic phase of four intermittent karst rivers (Krčić, Čikola, Guduča and Miljašić Jaruga rivers) in the Mediterranean region of Croatia. We recorded a total of 16 taxa, with the highest taxa richness recorded at the river with the greatest habitat heterogeneity. Moreover, we identified the most important physical and chemical water parameters shaping Oligochaeta assemblages. Our results represent a solid foundation for further development of conservation measures for intermittent Mediterranean rivers and the associated invertebrate assemblages.

Keywords: Oligochaeta, diversity, water parameters, habitat heterogeneity, intermittent lotic habitats

P - 41

DVIJE NOVE VRSTE RODA *ELECTROGENA* ZURWERRA & TOMKA, 1985 (HEPTAGENIIDAE, EPHEMEROPTERA): *E. GRIDELLII* (GRANDI, 1953) I *E. QUADRILINEATA* (LANDA, 1970) U HRVATSKOJ FAUNI VODENCVJETOVA

Kladarić Lidija[1], Vilenica Marina[2], Vidinova Yanka[3], Ćuk Renata[1]

[1]Institut za vode "Josip Juraj Strossmayer", Zagreb, Ulica Grada Vukovara 220, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Petrinja, Trg Matice Hrvatske 12, Hrvatska;
[3]Department of Aquatic Ecosystems, Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Sofia, 1 Tsar Osvoboditel Blvd., Bulgaria

lidija.kladaric@institutjjs.hr

Vodencvjetovi (Ephemeroptera) imaju značajnu ulogu kao bioindikatori u ekološkim istraživanjima slatkovodnih ekosustava, zahvaljujući svojoj osjetljivosti na okolišne promjene, poput onih uzrokovanih ljudskim utjecajima, i klimatskim promjenama. Stoga, detaljno poznavanje njihove taksonomije, rasprostranjenosti i stanišnih preferencija predstavlja važan alat u biološkom monitoringu slatkovodnih sustava. Unatoč pojačanom istraživačkom naporu tijekom zadnjih desetljeća u Hrvatskoj, još uvijek postoje područja u kojima su vodencvjetovi i dalje nedovoljno istraženi. Stoga se daljnjim istraživanjima očekuju nove vrste, kao i bolje poznavanje rasprostranjenosti već zabilježenih vrsta. Porodica Heptageniidae jedna je od najraznolikijih skupina vodencvjetova u Europi, a pretežno nastanjuje brze potoke i rijeke. Njihove ličinke imaju izrazito dorzoventralno spljošteno tijelo, što je prilagodba životu na kamenitom i šljunkovitom dnu. Rod *Electrogena* Zurwerra & Tomka, 1985 je do sada bilježio pet vrsta u Hrvatskoj. Nedavnim terenskim istraživanjima, uz detaljne morfološke analize, taj broj se sada povećao na sedam. Uz predhodno zabilježene vrste: *E. affinis* (Eaton, 1886), *E. brulini* Wagner, 2017, *E. lateralis* (Curtis, 1934), *E. mazedonica* (Ikonomov, 1954) i *E. ujhelyii* (Sowa, 1981), ovim istraživanjem kao nove vrste za hrvatsku faunu zabilježene su *E. gridellii* (Grandi, 1953) i *E. quadrilineata* (Landa, 1970). Ovdje također dajemo prikaz podataka o njihovom rasprostranjenju i stanišnim preferencijama.

Ključne riječi: taksonomija, nove vrste za faunu, lotička staništa

TWO NEW SPECIES OF THE GENUS *ELECTROGENA* ZURWERRA & TOMKA, 1985 (HEPTAGENIIDAE, EPHEMEROPTERA): *E. GRIDELLII* (GRANDI, 1953) AND *E. QUADRILINEATA* (LANDA, 1970) FOR CROATIAN MAYFLY FAUNA

Mayflies (Ephemeroptera) are widely used as bioindicators in ecological assessments of freshwater systems due to their sensitivity to environmental changes, such as those caused by anthropogenic impacts and climate change. Therefore, detailed knowledge of their taxonomy, distribution and habitat preferences is a crucial tool for the biomonitoring of freshwater habitats. Despite the increased research effort during the past decade in Croatia, in certain regions, mayflies are still not sufficiently investigated. Hence, new records are expected, as well as a wider distribution of already recorded species. The family Heptageniidae is among the most diverse mayfly families in Europe, primarily inhabiting fast-flowing streams and rivers. Their larvae exhibit a distinct dorso-ventrally flattened body, an adaptation that enables them to thrive on stony and gravelly substrates. The genus *Electrogena* Zurwerra & Tomka, 1985 has previously been represented by five recorded species for Croatia. Through recent fieldwork and detailed morphological analysis, this number has now increased to seven. Beside the previously recorded species: *E. affinis* (Eaton, 1886), *E. brulini* Wagner, 2017, *E. lateralis* (Curtis, 1934), *E. mazedonica* (Ikonomov, 1954) and *E. ujhelyii* (Sowa, 1981), new species for Croatian mayfly fauna recorded with this study are: *E. gridellii* (Grandi, 1953) and *E. quadrilineata* (Landa, 1970). Here, we also present information on their distribution and habitat preferences.

Keywords: taxonomy, first species records, lotic habitats

P - 42

MASOVNI RAZVOJ CIJANOBAKTERIJA NA JAVNOM KUPALIŠTU BAJER JUG II U OSIJEKU

Komljenović Tea[1], Grubešić Klaudia[1], Špoljarić Maronić Dubravka[1], Žuna Pfeiffer Tanja[1], **Stević Filip**[1]

[1]Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek, Cara Hadrijana 8/a, Hrvatska

tea.kristic@biologija.unios.hr; fstevic@biologija.unios.hr

Cijanobakterije su sastavni dio biotičkih zajednica u vodenim ekosustavima, a njihov prekomjerni razvoj povezan je s eutrofikacijom i povišenim zdravstvenim rizikom za ljude i životinje. Cilj ovog istraživanja bio je pratiti sezonsku dinamiku fitoplanktona na kupalištu Bajer Jug II u Osijeku, s posebnim naglaskom na pojavnost cijanobakterija tijekom ljetnog razdoblja 2025. godine. Uzorkovanje fitoplanktona i fizikalno-kemijskih parametara vode provedeno je od srpnja do rujna 2025. dvotjednom dinamikom. Tijekom srpnja i kolovoza zabilježene su niže vrijednosti biomase fitoplanktona (2,24 – 3,91 mg/L) i koncentracije klorofila-a (14,54 – 19,88 µg/L) te su u tipičnom sastavu zajednice dominirale zelene alge i kriptomonade. Tek su se krajem kolovoza počele značajnije pojavljivati cijanobakterije, a masovno su se razvile početkom rujna. Tada je došlo do naglog porasta biomase fitoplanktona (12,98 mg/L) i klorofila-a (52,83 µg/L), a dominirale su cijanobakterije *Aphanizomenon gracile* i *Microcystis aeruginosa*, koje su činile 47,15 % ukupne biomase. Krajem kolovoza zabilježen je nagli porast ukupnog fosfora (od <2 µg/L do 270 µg/L), što je omogućilo masovan razvoj cijanobakterija, a povezanost njihova cvjetanja s povišenim koncentracijama fosfora potvrđena je i redundancijskom analizom. Cvjetanje cijanobakterija potencijalno može biti toksično te predstavlja rizik za vodene organizme i ljudsko zdravlje. Njihovo masovno pojavljivanje naglašava važnost kontinuiranog praćenja fizikalno-kemijskih parametara i bioloških elemenata kakvoće vode na javnim kupalištima radi pravovremenog prepoznavanja potencijalnog rizika za zdravlje ljudi i vodenih organizama, kao i očuvanja urbanih vodenih biotopa.

Ključne riječi: fitoplankton, monitoring, cvjetanje cijanobakterija

MASS DEVELOPMENT OF CYANOBACTERIA AT THE PUBLIC BATHING SITE BAJER JUG II IN OSIJEK

Cyanobacteria are an integral component of aquatic ecosystems, and their excessive growth is associated with eutrophication and increased health risks for humans and animals. The aim of the study was to observe the seasonal dynamics of phytoplankton at the Bajer Jug II bathing site in Osijek, focusing on the occurrence of cyanobacteria in the summer of 2025. Phytoplankton and physico-chemical water parameters were sampled every fortnight from July to September 2025. In July and August, lower levels of phytoplankton biomass (2.24–3.91 mg/L) and chlorophyll-a concentration (14.54–19.88 µg/L) were recorded, with green algae and cryptomonads dominating the typical phytoplankton community structure. The occurrence of cyanobacteria began at the end of August and developed massively at the beginning of September. At this time, a significant increase in phytoplankton biomass (12.98 mg/L) and chlorophyll-a (52.83 µg/L) was observed, with the cyanobacteria species *Aphanizomenon gracile* and *Microcystis aeruginosa* dominating with a share of 47.15% of the total biomass. At the end of August, a sudden increase in total phosphorus (from <2 µg/L to 270 µg/L) enabled the mass development of cyanobacteria, which was also confirmed by redundancy analysis. Cyanobacterial blooms can be harmful and pose a risk to both aquatic organisms and human health. Their mass occurrence emphasizes the importance of continuous monitoring of physico- chemical parameters and biological quality elements at public bathing sites to ensure early detection of potential risks to human and ecosystem health and the conservation of urban aquatic habitats.

Keywords: phytoplankton, monitoring, cyanobacterial bloom

P - 43

ZAJEDNICE BENTOSKIH MAKROBESKRALJEŠNJAKA U POVREMENIM VODOTOCIMA DINARIDSKE ZAPADNOBALKANSKE EKOREGIJE (HRVATSKA)

Đanić Vjeran[1], Kladarić Lidija[1], Ćuk Renata[1]

[1]Institut za vode "Josip Juraj Strossmayer", Zagreb, Ulica Grada Vukovara 220, Hrvatska

vjeran.djanic@institutjjs.hr

Povremene vodotoke karakterizira periodična isprekidanost protoka. Tijekom sušnih razdoblja njihov se protok postupno zaustavlja, pri čemu rijeka prelazi iz lotičke faze (s kontinuiranim protokom vode), preko lentičke faze (kada protok prestaje i formiraju se lokvice), sve do potpuno suhog korita. Zbog visoke varijabilnosti okolišnih uvjeta, povremeni vodotoci predstavljaju izazovna staništa za bentoske makrobeskralješnjake (makrozoobentos). Posljedično, zajednice u tim vodotocima obično su manje raznolike u odnosu na one u trajnim lotičkim staništima. Ovaj rad donosi analizu zajednica makrozoobentosa i njihov odnos s okolišnim varijablama u lotičkoj fazi petnaest (15) povremenih vodotoka u Dinaridskoj zapadnobalkanskoj ekoregiji Hrvatske (ER5). Makrozoobentos je uzorkovan jednom tijekom 2025. godine prema AQEM protokolu uzorkovanja. Voda za fizikalno-kemijske analize, uključujući temperaturu vode, koncentraciju otopljenog kisika, pH, električnu vodljivost i ukupni organski ugljik (TOC), uzorkovana je mjesečno od početka 2024. do datuma uzorkovanja makrozoobentosa, osim u razdobljima kada je korito bilo suho. Ukupno je zabilježeno 137.401 jedinki, koje pripadaju u 164 svojte. Najbogatija skupina prema broju svojti bili su Trichoptera (28 svojti), a zatim Diptera (25 svojti). Više od 76 % svih jedinki pripadalo je razredu Insecta. Red Diptera bio je najzastupljeniji s udjelom od 49 % svih prikupljenih organizama, dominirao na sedam lokaliteta te je bio druga najzastupljenija skupina na dodatna četiri lokaliteta. Svojte koje su se javljale u najvećim brojnostima uglavnom su bile povezane s povišenom temperaturom vode, kao i s povećanim vrijednostima TOC-a i električne vodljivosti. Daljnje povećanje udjela povremenih vodotoka, potaknuto klimatskim promjenama, vjerojatno će dovesti do promjena u sastavu zajednica bentoskih makrobeskralješnjaka što će se nepovoljno odraziti na svojte prilagođene hladnijim dijelovima toka i višim koncentracijama kisika.

Ključne riječi: makrozoobentos, sastav zajednica, okolišne varijable, klimatske promjene

BENTHIC MACROINVERTEBRATE ASSEMBLAGES IN INTERMITTENT RIVERS IN DINARIC WESTERN BALKAN ECOREGION (CROATIA)

Intermittent rivers are characterized by periodic flow intermittence. During dry seasons, these rivers progressively cease to flow, transitioning from a lotic phase (characterized by continuous water flow) through a lentic phase (where flow ceases and pools form), and finally ending in a dry riverbed. Intermittent rivers present harsh habitats for benthic macroinvertebrates due to the high variability in environmental conditions. Consequently, the assemblages in these rivers are generally less diverse than those in perennial lotic habitats. This work presents analysis of benthic macroinvertebrate assemblages and their relationship with environmental variables in the lotic phase of fifteen (15) intermittent rivers in Dinaric Western Balkan Ecoregion of Croatia (ER5). Benthic macroinvertebrates were sampled once in 2025 according to the AQEM sampling protocol. Water for physical-chemical analysis, including water temperature, oxygen concentration, pH, el. conductivity and total organic carbon (TOC) has been sampled monthly from the beginning of 2024 up to the date of macroinvertebrate sampling, except when the riverbed was dry. In total, 137,401 specimens were recorded, representing 164 taxa. The richest group in terms of taxa was caddisflies (Trichoptera; 28 taxa), followed by true flies (Diptera; 25 taxa). More than 76% of all individuals belonged to the class Insecta, with Diptera being the most abundant order, accounting for 49% of all specimens. Diptera dominated at seven sites and was the second most abundant group at four additional sites. The taxa that occurred in highest abundances were mostly associated with elevated temperature, as well as increased TOC and electrical conductivity. A further increase in the proportion of intermittent watercourses, driven by climate change, is likely to alter the composition of benthic macroinvertebrate communities, disadvantaging taxa adapted to cooler stream sections with higher oxygen availability.

Keywords: macrozoobenthos, community structure, environmental variables, climate change

P - 44

BIORAZNOLIKOST TULARA (TRICHOPTERA) GRADA ZAGREBA

Šarolić Jana[1], Čorak Grdović Tomas[1], Habuš Gabriela[1], Stanojević Filipa[1], Vrsaljko Petra[1], Kučinić Mladen[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

jsarolic.biol@pmf.hr

Tulari (Trichoptera) su sedmi najraznovrsniji red unutar potkoljena Insecta i vrstama najbogatiji akvatički red kukaca. Važni su bioindikatori, ali zbog urbanizacije i industrijalizacije staništa brojnost i bioraznolikost im ubrzano opadaju. S ciljem utvrđivanja sastava i strukture faune Trichoptera na području grada Zagreba, koji sadrži raznolika staništa pod različitim antropogenim utjecajem, napravljen je popis vrsta i zabilježena je njihova rasprostranjenost. Odrasle jedinke tulara prikupljene su koristeći zamke s UV svjetlom na 15 lokacija unutar Zagreba i čuvaju se u 70%-tnom etanolu. Svi primjerci determinirani su do spola i vrste ili roda koristeći determinacijski ključ "Atlas of European Trichoptera" (Malicky, 2004). Od svake vrste uzete su po dvije noge od jedne jedinke za DNA barkodiranje, a rezultati će biti upisani u bazu podataka BOLD. Trenutačno je determinirano 23 vrste unutar 14 rodova i 8 porodica. Preliminarni rezultati pokazuju da su porodice Leptoceridae (7) i Hydropsychidae (6) zastupljene s najvećim brojem vrsta. Iznenađujuće, najviše vrsta zabilježeno je na lokacijama Jarun (11) i Bliznec 1 (9) koje su pod jakim antropogenim utjecajem. Najraširenije vrste su *Ecnomus tenellus*, *Psychomyia pusilla* i vrste roda *Hydropsyche*. Navedeni rezultati ukazuju da na području grada Zagreba ne dolazi naročito velik broj vrsta Trichoptera što je odraz hidroloških značajki, raznolikosti vodenih staništa, ali i antropogenog utjecaja na njih. Mnoge vrste žive samo na jednoj lokaciji, dok se rijetke mogu pronaći na više lokacija. Ovo je istraživanje pokazalo da su urbane zajednice Trichoptera zanimljive i daje osnovu za buduća biomonitoring i komparativna istraživanja Trichoptera na prostoru grada Zagreba.

Ključne riječi: Trichoptera, tulari, gradska ekologija, bioraznolikost

BIODIVERSITY OF CADDISFLIES (TRICHOPTERA) IN THE CITY OF ZAGREB

Caddisflies (Trichoptera) are the seventh most diverse order in the subphylum Insecta and the most species- rich aquatic order of insects. They are important bioindicators, but due to urbanization and industrialization of habitats their numbers are rapidly decreasing. A list of species was made and their distribution recorded in order to determine the composition and structure of the Trichoptera fauna in the city of Zagreb, which contains diverse habitats under various anthropogenic influences. Adult caddisflies were collected using UV- light traps at 15 locations within Zagreb and preserved in 70% ethanol. All specimens had their sex and species or genus determined according to the determination key Atlas of European Trichoptera (Malicky, 2004). Two legs from a single individual of each species were collected for DNA barcoding and the results will be entered into the BOLD database. Currently, 23 species within 14 genera and 8 families have been determined. Preliminary results show that the families Leptoceridae (7) and Hydropsychidae (6) are represented with the highest number of species. Surprisingly, the most species were recorded at the locations Jarun (11) and Bliznec 1 (9) which are under strong anthropogenic influence. The most widespread species are *Ecnomus tenellus*, *Psychomyia pusilla*, and species of genus *Hydropsyche*. Results indicate that Zagreb does not host a particularly large number of Trichoptera species which reflects the hydrological characteristics, the diversity of aquatic habitats and anthropogenic impacts on them. Most species are present at only one location, while few were found at multiple locations. This research has shown that urban Trichoptera communities are interesting and provides a foundation for future biomonitoring and comparative studies of Trichoptera in Zagreb.

Keywords: Trichoptera, caddisflies, urban areas, biodiversity

P - 45

SKRIVENI PREDATORI PLITVIČKIH JEZERA: PAUCI I TRČCI POD PRITISKOM TURIZMA

Pischiutta Nikola[1], Matković Julijana[2], Gojak Tomislav[3], Gajski Domagoj[4], Šerić Jelaska Lucija [2]

[1]Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, Zagreb, Hrvatska
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, Zagreb, Hrvatska
[3]Udruga Hyla, Lipovac I 7, Zagreb, Hrvatska
[4]Department of Forest Ecology, Landscape Research Institute, Lidicka 25, Brno, Češka

nikolapischiutta@gmail.com

Nacionalni park Plitvička jezera ekološko je blago, poznato po jedinstvenom krškom krajoliku, slapovima koji stvaraju sedru i bogatoj bioraznolikosti s mnogim rijetkim i endemskim vrstama. Kao jedno od najposjećenijih prirodnih mjesta u Hrvatskoj, koje godišnje privlači više od milijun turista, očuvanje osjetljivih ekosustava parka ključno je za održavanje dugoročne ekološke ravnoteže. Travnjaci parka, koji se protežu unutar i oko područja slapova, sastavni su dio ovog ekosustava, no dvije najraznolikije skupine člankonožaca predatora - pauci i trčci, nikada nisu tamo proučavane. Iz tog razloga, istražili smo njihovu bioraznolikost na 17 travnjaka unutar područja parka od svibnja do listopada 2024. koristeći neselektivne klopke (postavljene pet puta tijekom 2-3 tjedna) i mrežu za sakupljanje (kečer) tijekom svakog sakupljanja. Ukupno smo identificirali oko 100 vrsta pauka i 50 vrsta trčaka, koje, prema rarefakcijskim krivuljama, vjerojatno predstavljaju puni skup vrsta ovih skupina na travnjacima parka. Otkriveno je da su zajednice pauka u blizini glavnih turističkih zona potpuno različite od onih na udaljenijim travnjacima, dok su vrste trčaka pokazale jedinstven sastav na gotovo svakoj lokaciji, s malim razlikama između lokacija u proporciji šumskim vrsta i vrsta otvorenih staništa. Ovi rezultati upućuju na to da bi masovni turizam mogao mijenjati zajednice pauka, moguće kroz poremećajima-uzrokovane promjene u sastavu vrsta.

Ključne riječi: bioraznolikost, travnjaci, sastav vrsta, predatori

HIDDEN PREDATORS OF PLITVICE LAKES: SPIDERS AND CARABIDS UNDER TOURISM PRESSURE

Plitvice Lakes National Park is an ecological treasure, renowned for its unique karst landscape, tufa-forming waterfalls, and rich biodiversity with many rare and endemic species. As one of the most visited natural sites in Croatia, attracting over a million tourists annually, preserving its delicate ecosystems is vital for maintaining long-term ecological balance. The park's grasslands, which extend within and around the iconic waterfalls, are an integral part of this ecosystem, but have never been studied for two of the most diverse arthropod predator groups - spiders and carabids. To address this, we surveyed their biodiversity across 17 grassland sites within the park from May to October of 2024 using non-selective pitfall traps (deployed five times for 2-3 weeks) and net sweeping during each collection. In total, we identified around 100 spider species and 50 carabid species, which, according to rarefaction curves, likely represent the full species pool of these groups in the park's grasslands. Notably, spider assemblages near major tourist zones were completely distinct from those in more remote grasslands, while carabid species showed unique compositions in nearly every location, with slight differences between sites in the proportions of forest and open-habitat species. These results suggest that mass tourism may be altering spider communities, possibly through disturbance-driven shifts in species composition.

Keywords: biodiversity, grasslands, species composition, predators

P - 46

ANALIZA IZOFORMI METALOTIONEINA IZ JETRE ŠTUKE METODAMA SPEKTROMETRIJE MASA NAKON DVODIMENZIONALNOG HPLC-RAZDVAJANJA

Dragun Zrinka[1], **Kiralj Zoran**[1], Ivanković Dušica[1], Bilić Branka[1], Kazazić Snježana[1], Kazazić Saša[1]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička 54, Hrvatska

zrinka.dragun@gmail.com; zkiralj@irb.hr

Metalotioneini (MT) su toplinski stabilni proteini niske molekulske mase, bogati cisteinima, uključeni u održavanje homeostaze esencijalnih metala (Zn, Cu) i uklanjanje potencijalno toksičnih metala (Cd, Ag), stvaranjem metalnih klastera koji sadrže sumpor. MT se pojavljuju u više izoformi koje se razlikuju prema aminokiselinskom sastavu i slijedu, a vjerojatno služe za različite biološke svrhe. Naš je cilj bio identificirati MT-izoforme u jetri štuke (*Esox lucius*) iz rijeke Mrežnice (Hrvatska). Za izolaciju glavnih MT-izoformi primijenili smo dvodimenzionalno HPLC-razdvajanje toplinski stabilnih citosolskih proteina (po veličini, SEC, te potom po naboju primjenom anionske izmjene, AEX), čiji smo položaj u proteinskom profilu utvrdili mjerenjem njihovih poznatih inducera (Ag, Cd, Cu, Zn) pomoću ICP-MS-a povezanog s HPLC-om. Oštar SEC-HPLC pik dobiven je za sva četiri metala kod mase 17–18 kDa, što je usporedivo s prividnom masom standarda MT utvrđenom pomoću HPLC-a. AEX-HPLC frakcioniranje navedenog SEC-HPLC-pika rezultiralo je s nekoliko manjih pikova te dva velika pika koja su sadržavala sva četiri metala (vrijeme eluiranja: ~14,3 i 15,8 min). Proteine izolirane iz dvaju glavnih AEX-HPLC-pikova analizirali smo spektrometrijom masa. MALDI-TOF-MS pokazao je da je molekulska masa prvoga (vjerojatno MT1) 4,83 kDa, a drugoga (vjerojatno MT2), 6,02 kDa. MALDI-pikovi, čije su m/z vrijednosti iznosile 6,02 kDa, detektirani su za još nekoliko manjih AEX-HPLC-pikova, eluiranih od 12,2–13,5 min. Analiza LC-MS/MS-om uz korištenje MASCOT programa za pretraživanje baza potvrdila je da su proteini izolirani iz dvaju glavnih AEX-pikova doista izoforme MT, na temelju sličnosti s MT salmonidnih i esocidnih riba, i to *Oncorhynchus mykiss*, *Salvelinus alpinus*, *Salmo salar*, i/ili *E. lucius*. Ovime je potvrđeno sudjelovanje barem dviju izoformi MT u metabolizmu metala u jetri štuke, dok su daljnja istraživanja potrebna da se razjasne njihove specifične uloge.

Ključne riječi: kadmij, bakar, ICP-MS, srebro, cink

MASS SPECTROMETRY ANALYSES OF METALLOTHIONEIN ISOFORMS IN THE NORTHERN PIKE LIVER AFTER TWO DIMENSIONAL HPLC- SEPARATION

Metallothioneins (MTs) are heat-stable low molecular mass cysteine-rich proteins involved in the homeostasis of essential metals (Zn, Cu) and sequestration of potentially toxic ones (Cd, Ag), through formation of sulphur-based metal clusters. MTs occur in several isoforms that differ in the amino acid composition and sequence, and probably serve for different biological purposes. Our aim was to identify MT isoforms in the liver of the northern pike (*Esox lucius*) from the Mrežnica River (Croatia). The two-dimensional HPLC separation (size-exclusion, SEC, followed by anion-exchange, AEX) of heat-stable cytosolic proteins was applied to isolate main MT isoforms, which were positioned within the protein profile by determination of their known inducers (Ag, Cd, Cu, Zn) using ICP-MS coupled to HPLC. A sharp SEC-HPLC peak of all four metals was obtained at 17–18 kDa, which was comparable to HPLC-apparent molecular mass of MT standard. AEX- HPLC fractionation of the said SEC-HPLC-peak resulted with several minor peaks, and two major ones that contained all four metals (elution times: ~14.3 and 15.8 min). The isolated proteins from two major AEX- HPLC-peaks were analysed by mass spectrometry. MALDI-TOF-MS revealed the molecular mass of the first one, presumably MT1, as 4.83 kDa, and the second one, presumably MT2, as 6.02 kDa. The MALDI-peaks with m/z equal to 6.02 kDa were also detected for few additional minor AEX-HPLC-peaks observed at earlier elution times (12.2–13.5 min). LC-MS/MS analysis with subsequent MASCOT database search has confirmed that proteins isolated from two major AEX-HPLC-peaks were indeed MT-isoforms, based on the similarities with MTs from salmonid and esocid fishes, specifically with *Oncorhynchus mykiss*, *Salvelinus alpinus*, *Salmo salar*, and/or *E. lucius*. Participation of at least two MT-isoforms in metal-handling in the northern pike liver was thus confirmed, whereas further studies should elucidate their specific roles.

Keywords: cadmium, copper, silver, size-exclusion, zinc

P - 47

TOKSIČNOST I DINAMIKA RASTA VRSTA RODA *PSEUDO-NITZSCHIA* S PODRUČJA UZGOJA ŠKOLJKAŠA U SREDNJEM JADRANSKOM MORU

Tomašević Tina[1,2], Arapov Jasna[1], Bonačić Tina[1,2], Ujević Ivana[1], Skejić Sanda[1], Bužančić Mia[1], Bulić Antonija[1], Roje-Busatto Romana[1], Ninčević Gladan Živana[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište Ivana Meštrovića 63, Hrvatska;
[2]Prirodoslovno-matematički fakultet, Split, Ruđera Boškovića 33, Hrvatska

pavelin@izor.hr

Dijatomeje roda *Pseudo-nitzschia* su globalno rasprostranjeni primarni proizvođači, a određene vrste mogu sintetizirati domoičnu kiselinu (DK), neurotoksin odgovoran za amnezijsko trovanje školjkaškima (ASP). Ovo istraživanje analizira toksičnost i dinamiku rasta vrsta *Pseudo-nitzschia* izoliranih sa područja uzgoja školjkaša u srednjem Jadranskom moru. Analizirano je ukupno 54 soja, koja pripadaju osam vrsta, prikupljenih s četiri različite lokacije. Stope rasta i sinteza toksina ispitivane su tijekom različitih faza rasta među vrstama i sojevima. Većina vrsta, uključujući *P. allochrona*, *P. calliantha*, *P. delicatissima*, *P. fraudulenta*, *P. galaxiae*, *P. mannii* i *P. multistriata*, nije pokazala proizvodnju DK ni u jednoj fazi rasta. Jedina vrsta kod koje je zabilježena proizvodnja DK bila je *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, pri temperaturi od 18 °C, s koncentracijama u rasponu od 0,0007 do 0,0250 pg stanica^{-1}. Većina sojeva ove vrste pokazala je toksičnost u završnoj, raspadajućoj fazi, dok su pojedini sojevi kontinuirano proizvodili toksin kroz sve faze rasta. Ovo je ujedno prva zabilježena toksična vrsta *P. pseudodelicatissima* u srednjem Jadranu. Najveće stope rasta i brojnosti stanica (do 8,19 × 10^5 stanica mL^{-1}) zabilježene su kod sojeva vrste *P. delicatissima*, ali i kod vrsta *P. allochrona*, *P. mannii* i *P. pseudodelicatissima*. Dobiveni rezultati značajno doprinose razumijevanju ekologije vrsta roda *Pseudo-nitzschia* u Jadranskom moru te naglašavaju potrebu za kontinuiranim praćenjem toksičnosti u svrhu procjene potencijalnih rizika povezanih s akumulacijom DK na područjima uzgoja školjkaša.

Ključne riječi: dijatomeje, srednji Jadran, domoična kiselina, neurotoksin

TOXICITY AND GROWTH DYNAMICS OF *PSEUDO-NITZSCHIA* SPP. ISOLATED FROM SHELLFISH AQUACULTURE AREAS IN THE CENTRAL ADRIATIC SEA

The marine diatoms *Pseudo-nitzschia* spp. are globally distributed primary producers, with certain species capable of producing domoic acid (DA), a neurotoxin responsible for amnesic shellfish poisoning (ASP). This study investigates the toxicity and growth dynamics of *Pseudo-nitzschia* species isolated from shellfish aquaculture areas in the Central Adriatic Sea. A total of 54 strains from eight species were analysed, with strains originating from four different study sites. Growth rates and toxin production were examined across different growth phases in different species and strains. Most species, including *P. allochrona*, *P. calliantha*, *P. delicatissima*, *P. fraudulenta*, *P. galaxiae*, *P. mannii*, and *P. multistriata*, did not produce detectable levels of DA at any growth phase. The only species exhibiting DA production was *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, with toxin levels ranging from 0.0007 to 0.0250 pg cell^{-1} at 18 °C. Notably, the majority of *P. pseudodelicatissima* strains were toxic in the decay phase, while certain strains maintained continuous DA production throughout all growth phases. This represents the first documented detection of toxic P*. pseudodelicatissima* strains in the Central Adriatic Sea. The highest growth rates for the analysed species were recorded in strains of the species *P. delicatissima*, which also exhibited the highest cell abundance (8.19 × 105 cell mL-1). High growth rates were also observed for the species *P. allochrona*, *P. mannii* and *P. pseudodelicatissima*. These findings significantly enhance our understanding of *Pseudo-nitzschia* species in the Adriatic Sea and highlight the necessity of ongoing toxicity research to assess potential risks associated with DA accumulation in shellfish aquaculture areas.

Keywords: diatoms, Central Adriatic, domoic acid, neurotoxin

P - 48

PRVA ANALIZA BIOMARKERA U KRVI KORMORANA (*PHALACROCORAX CARBO*) S PODRUČJA PARKA PRIRODE KOPAČKI RIT

Alić Sabina[1], Mikuška Alma[1], Velki Mirna[1], Nekić Rocco[1], Bjedov Dora[1]

[1]Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek, Cara Hadrijana 8/A, Hrvatska

sabina.alic2007@gmail.com

Ptice vršni predatori u hranidbenom lancu, poput velikog vranca (*Phalacrocorax carbo* Linnaeus, 1758), ubrajaju se među neciljne organizme izložene djelovanju zagađivala u okolišu poput močvara, bara i drugih vlažnih staništa. U ovom istraživanju predstavljamo prvo mjerenje enzimskih i neenzimskih biomarkera u krvi ptića kormorana u Hrvatskoj. Uzorci krvi (4 mL) prikupljeni su iz brahijalne vene ptića kormorana (n = 10) starih 4 tjedna tijekom redovitog programa označavanja ptića 2025. godine u Parku prirode Kopački rit. Plazma je odvojena centrifugiranjem i analizirani su sljedeći biokemijski biomarkeri: aktivnosti acetilkolinesteraze (AChE), karboksilesteraze (CES) i glutation-S-transferaze (GST), kao i razine reduciranog glutationa (GSH) i reaktivnih kisikovih vrsta (ROS). Srednje vrijednosti (± SD) izmjerenih biomarkera su: aktivnost AChE 47,36 ± 10,80 nmol min^{-1} $mgPROT^{-1}$, aktivnost CES 3,19 ± 0,69 nmol min^{-1} $mgPROT^{-1}$, aktivnost GST 3,5 ± 0,84 nmol min^{-1} $mgPROT^{-1}$, razina ROS-a 109,85 ± 35,75 RFU i razina GSH 4984,72 ± 445,81 RFU. Dobiveni rezultati pružaju osnovnu referentnu vrijednost biomarkera kod ptića kormorana i potvrđuju njihovu potencijalnu primjenu u biomonitoringu. Iako zbog vremenskog i prostornog ograničenja istraživanja nije moguće donositi zaključke o prisutnosti okolišnih zagađivala, ovo istraživanje predstavlja temelj za buduća, sveobuhvatnija istraživanja.

Ključne riječi: ptići, biokemijski biomarkeri, izloženost zagađivalima, biomonitoring

FIRST ASSESSMENT OF BLOOD BIOMARKERS IN GREAT CORMORANTS (*PHALACROCORAX CARBO*) FROM THE KOPAČKI RIT NATURE PARK

Apex bird species such as the great cormorant (*Phalacrocorax carbo* Linnaeus, 1758) are potentially exposed to environmental pollutants due to their diet and habitat in wetlands, marshes, and swamps. In this study, we present the first measurement of enzymatic and non-enzymatic biomarkers in the blood plasma of cormorant nestlings in Croatia. Blood samples (4 mL) were collected from the brachial vein of 4-week-old nestling cormorants (n = 10) during the regular ringing program in 2025 at the Kopački Rit Nature Park. Plasma was separated by centrifugation and analysed for biochemical biomarkers including the activities of acetylcholinesterase (AChE), carboxylesterase (CES), and glutathione S-transferase (GST), as well as levels of reduced glutathione (GSH) and reactive oxygen species (ROS). Mean values (± SD) were: AChE activity 47.36 ± 10.80 nmol min^{-1} $mgPROT^{-1}$, CES activity 3.19 ± 0.69 nmol min^{-1} $mgPROT^{-1}$, GST 3.5 ± 0.84 nmol min^{-1} $mgPROT^{-1}$, ROS 109.85 ± 35.75 RFU, and GSH 4984.72 ± 445.81 RFU. These results provide a baseline for biomarker levels in cormorant nestlings and demonstrate the feasibility of applying plasma biomarkers in ecotoxicological monitoring of wetland bird species. While no conclusions can yet be drawn regarding environmental pollution due to the limited temporal and spatial scope, this study lays the groundwork for future, more comprehensive biomonitoring research.

Keywords: nestlings, biochemical biomarkers, pollutant exposure, biomonitoring

P - 49

INTEGRATIVNA MULTIDIMENZIONALNA ANALIZA OKOLIŠNIH ZAGAĐIVALA I BIOMARKERA U PTIĆIMA BIJELE RODE

Bjedov Dora[1], Mikuška Alma[1], Kovačić Lucija Sara[1], Turić Nataša[1,2], Velki Mirna[1]

[1]Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek, Cara Hadrijana 8/A, Hrvatska;
[2]Nastavni zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Osijek, Franje Krežme 1, Hrvatska

dora.bjedov@biologija.unios.hr

Zagađenje okoliša teškim metalima predstavlja značajan rizik za divlje životinje, osobito za vršne predatore poput bijele rode (*Ciconia ciconia*, Linnaeus, 1758), koja može akumulirati zagađivala putem hranidbenog lanca. U kontinentalnoj Hrvatskoj, ova brojna gnijezdeća vrsta najčešće nastanjuje poljoprivredne površine, močvare i livade. Kao dugovječna ptica s raznolikom prehranom, ptići bijele rode predstavljaju učinkovite bioindikatore lokalnog okoliša. Cilj ovog istraživanja bio je kvantificirati koncentracije odabranih polumetala i teških metala (arsen, selen, kadmij, živa i olovo) te procijeniti intenzitet odgovora biomarkera: aktivnost acetilkolinesteraze (AChE), aktivnost karboksilesteraze (CES) i razine reaktivnih kisikovih spojeva (ROS), u krvi ptića roda prikupljenih u istočnoj Hrvatskoj tijekom 2024. godine. Prosječne koncentracije (srednja vrijednost ± SD) bile su: arsen 53,0 ± 28,3 µg/L, selen 876,1 ± 214,1 µg/L, kadmij ispod granice detekcije, živa 11,4 ± 9,5 µg/L i olovo 92,97 ± 11,6 µg/L. Enzimske aktivnosti (srednja vrijednost ± SD) iznosile su 30,1 ± 8,4 nmol/min/mg protein za AChE, 7,0 ± 1,3 nmol/min/mg protein za CES, te 86,4 ± 3,8 RFU za ROS. Ovi podaci predstavljaju osnovu za razumijevanje izloženosti i fizioloških reakcija ptića roda na onečišćenja okoliša u Hrvatskoj te mogu pridonijeti budućem biomonitoringu i zaštiti ove vrste.

Ključne riječi: teški metali, bijele rode, biomonitoring, enzimski biomarkeri, zagađenje okoliša

INTEGRATIVE MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS AND BIOMARKERS IN WHITE STORK NESTLINGS

Environmental pollution by heavy metals poses significant risks to wildlife, particularly top predators such as the white stork (*Ciconia ciconia*, Linnaeus, 1758), which can accumulate pollutants through the food web. In continental Croatia, this abundant breeding species commonly inhabits agricultural fields, wetlands, and meadows. As a long-lived bird with site fidelity and a varied diet, white stork nestlings serve as effective bioindicators of local environmental quality. This study aimed to quantify concentrations of selected heavy metals (arsenic, selenium, cadmium, mercury and lead) and assess a battery of biomarkers, including acetylcholinesterase (AChE) activity, carboxylesterase (CES) activity, and reactive oxygen species (ROS) levels in blood samples from white stork nestlings collected from eastern Croatia during 2024. The mean concentrations (mean ± SD) were: arsenic 53.0 ± 28.3 µg/L, selenium 876.1 ± 214.1 µg/L, cadmium below detection limit, mercury 11.4 ± 9.5 µg/L, and lead 92.97 ± 11.6 µg/L. Enzymatic activities (mean ± SD) were 30.1 ± 8.4 nmol/min/mg protein for AChE, 7.0 ± 1.3 nmol/min/mg protein for CES, and 86.4 ± 3.8 RFU for ROS. These data provide baseline information on the exposure and physiological responses of white stork nestlings to environmental contaminants in Croatia and can support future biomonitoring and conservation strategies.

Keywords: heavy metals, white stork, biomonitoring, enzymatic biomarkers, environmental pollution

P - 50

BIOAKUMULACIJA TEŠKIH METALA I FIZIOLOŠKI ODGOVORI URBANIH I RURALNIH MRAVA

Smolić Antonia[1], **Gippet Jérôme Marcel Walter**[2,3], Bedell Jean-Philippe[2], Nottellet Sébastien[2], Dumet Adeline[2], Hammada Myriam[2], Bujan Jelena[1], Kaufmann Bernard[2], Mondy Nathalie[2]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[2]University of Lyon, Lyon, 92 Rue Pasteur, France;
[3]University of Fribourg, Fribourg, Av. de l'Europe 20, Switzerland

asmolic@irb.hr; jgippet@gmail.com

Teški metali jedni su od glavnih onečišćivala urbanih ekosustava, gdje se nakupljaju tijekom godina intenzivne industrijske proizvodnje i prometnih aktivnosti. Iako mnoge vrste uspijevaju preživjeti u urbanim sredinama, naše razumijevanje njihovih odgovora na prisutnost teških metala je i dalje ograničeno. Posebno je nejasno razlikuju li se fiziološki odgovori jedinki iste vrste koje nastanjuju urbana u odnosu na ruralna staništa. Kako bismo bolje razumjeli taj odnos, izmjerili smo koncentracije i bioakumulaciju šest teških metala (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) u 22 kolonije mrava *Lasius niger*, vrste poznate po svojoj otpornosti na gradske uvjete. Uzorke smo prikupili s dvije urbane i dvije ruralne lokacije u Francuskoj te testirali akumuliraju li urbani mravi veće količine teških metala i pokazuju li snažnije antioksidativne odgovore. Rezultati su pokazali da je većina testiranih metala bila prisutna u znatno višim koncentracijama u tlu i mravima urbanih lokacija u odnosu na ruralne. Iako su urbani mravi bili izloženi višim koncentracijama većine teških metala od ruralnih, cink (Zn) su bioakumulirali 1,6 puta manje nego ruralni mravi. Ukupni antioksidativni kapacitet bio je u pozitivnoj korelaciji s koncentracijom metala u tlu i mravima. Povećana obrambena reakcija protiv oksidativnog stresa na jako zagađenim lokacijama upućuje na to da onečišćenje metalima ima fiziološku cijenu te može predstavljati selekcijski pritisak na urbane populacije. Dobiveni rezultati ističu važnost povezivanja ekotoksikologije i fizioloških odgovora kukaca radi potpunog razumijevanja posljedica onečišćenja teškim metalima.

Ključne riječi: urbana ekologija, teški metali, mravi, bioakumulacija, oksidacijski stres

HEAVY METAL BIOACCUMULATION AND PHYSIOLOGICAL DEFENSES AMONG URBAN AND RURAL ANTS

Heavy metals are major pollutants of urban ecosystems, where they have accumulated over years of intense industrial and transportation activities. Although many species thrive in cities, our understanding of their response to heavy metal exposure is still limited. It is also unclear whether conspecifics inhabiting urban and rural habitats exhibit divergent physiological responses to heavy metal pollution. To address this gap, we measured the concentrations and bioaccumulation of six heavy metals (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) in 22 colonies of the urban-tolerant ant *Lasius niger*, sampled from two urban and two rural populations in France. We tested whether ants from urban habitats exhibit higher metal bioaccumulation and stronger antioxidant responses. We found that most metals were indeed more concentrated in urban soil and urban ants compared to their rural counterparts. Despite the overall trend of urban ants being exposed to higher heavy metal concentrations than rural, Zn showed the opposite pattern, bioaccumulating 1.6 times less in urban ants. Total antioxidant capacity showed a positive correlation with heavy metal concentrations in the soil, and to a lesser degree, in the ants. Finally, increased oxidative stress defences in highly polluted sites suggest that metal pollution has a physiological cost and might therefore induce selective pressure on urban ants. We show the importance of combining ecotoxicology with physiological responses to fully understand the consequences of heavy metal pollution on insects.

Keywords: urban ecology, heavy metals, ants, bioaccumulation, oxidative stress

P - 51

UČINAK SMJESE MIKROPLASTIKE I GUME ONEČIŠĆENE TEŠKIM METALIMA NA BARSKU LEĆU *SPIRODELA POLYRHIZA*

Babić Marija[1], Radić Brkanac Sandra[1], Kokić Emilie[1], Roje Vibor[2], Rožman Marko[3]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102A, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb, Svetošimunska 23, Hrvatska;
[3]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička 54, Hrvatska

marija.babic@biol.pmf.hr

Mikroplastika (MP) predstavlja veliku prijetnju za vodeni okoliš, bilo izravnim ispuštanjem onečišćujućih tvari s površine čestica, bilo neizravno - adsorpcijom različitih onečišćivača iz okoliša poput teških metala. U ovom radu istražen je utjecaj čiste mikroplastike (mješavine mikročestica polietilena, polistirena, polipropilena i gume) i mikroplastike kontaminirane teškim metalima (Cu, Pb, Zn) na stopu rasta višekorjenske barske leće *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. Također su analizirani neki fiziološki (sadržaj fotosintetskih pigmenata) i biokemijski pokazatelji stresa (sadržaj malondialdehida i karbonila, aktivnost superoksid dismutaze, askorbat peroksidaze, katalaze i glutation-S-transferaze). Oba tretmana pripremljena su u koncentracijskom rasponu od 20 do 10.000 čestica mikroplastike po litri (MPs/L), što odgovara 0,15 do 74 mg/L, a biljke su im bile izložene sedam dana. Bez obzira na tretman, mikročestice polipropilena pokazale su najveću adsorpciju na barsku leću u usporedbi s ostalim analiziranim vrstama mikroplastike. Uočen je prijenos Cu i Pb s čistih i kontaminiranih mikročestica u hranjivi medij. Oslobađanje metala s čiste mikroplastike upućuje na prisutnost metalnih aditiva unesenih tijekom proizvodnog procesa. Međutim, značajna akumulacija u barsku leću zabilježena je samo za bakar (Cu), i to pri najvišim koncentracijama čistih i kontaminiranih tretmana. Ni čista ni kontaminirana mikroplastika nije imala značajan utjecaj na stopu rasta, niti je izazvala promjene u oksidacijskom statusu lipida i proteina. Ipak, uočeni su drugi odgovori na stres, uključujući povećani sadržaj fotosintetskih pigmenata pri najvišoj koncentraciji čistih mikročestica te promijenjena aktivnost antioksidacijskih enzima. Iako nije primijećen učinak na rast barske leće, rezultati sugeriraju da bi ova biljka mogla služiti kao vektor za prijenos metala iz kontaminirane mikroplastike u hranidbeni lanac.

Ključne riječi: mikroplastika, teški metali, *S. polyrhiza*, otpuštanje, oksidacijski stres

EFFECT OF MICROPLASTICS AND TYRE WEAR PARTICLES MIXTURE CONTAMINATED WITH HEAVY METALS ON *SPIRODELA POLYRHIZA*

Microplastics (MPs) pose a major environmental threat to aquatic life, either directly, through the leaching of contaminants from their surfaces, or indirectly, by adsorbing various environmental copollutants such as heavy metals. In this study, the influence of pristine MPs (a mixture of microparticles of polyethylene, polystyrene, polypropylene, and rubber) and MPs contaminated with heavy metals (Cu, Pb, Zn) on the *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid. growth rate was assessed. Also, some physiological (content of photosynthetic pigments) and biochemical stress indicators (content of malondialdehyde and carbonyls, activity of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, catalase and glutathione-S-transferase) were examined. Both treatments were applied in the concentration range of 20 to 10,000 pcs MPs/L, equivalent to 0.15 to 74 mg/L, and the plants were exposed to them for seven days. Regardless of the treatment, polypropylene microparticles exhibited the highest adsorption onto Spirodela plants compared to the other types of MPs analyzed. The release of Cu and Pb from both pristine and contaminated microplastics into the nutrient medium was detected. Leaching from pristine microplastics indicates the incorporation of metal additives during the manufacturing process. However, significant accumulation in Spirodela was detected only for Cu, and only at the highest concentrations of both pristine and contaminated MPs. Neither pristine nor contaminated microplastics had a significant impact on the growth rate, nor did they alter the oxidative status of lipids and proteins. However, other stress responses were observed, including increased photosynthetic pigment content at the highest pristine MPs concentration and altered antioxidative enzyme activity. Although Spirodela growth was unaffected, the findings suggest it could serve as a vector for transferring metals from contaminated microplastics into the food chain.

Keywords: microplastics, heavy metals, *S. polyrhiza*, leaching, oxidative stress

P - 52

CHESTNUT FORESTS (*CASTANEA SATIVA* MILL.) AS PROVIDERS OF NATURE'S CONTRIBUTIONS TO PEOPLE (NCP): HABITAT CONSERVATION AND EROSION CONTROL DURING THE 2024 FLOODS

Macanović Armin[1], Mašić Ermin[1], Smajić Ismir[2]

[1]University of Sarajevo, Faculty of Science, Department of Biology, Sarajevo, Zmaja od Bosne 33-35, Bosnia and Herzegovina;
[2]Cantonal Public Institution for Protected Natural Areas, Sarajevo, Branilaca Sarajeva 28/1, Bosnia and Herzegovina

armin.macanovic@pmf.unsa.ba

Sweet chestnut (*Castanea sativa*) forests in Bosnia and Herzegovina represent a discontinuous vegetation area, having successfully adapted to local environmental conditions despite being an allochthonous species. They form stable forest communities in three regions of the country, with a particularly notable role in northern Herzegovina, where chestnut acts as a co-edifier with *Quercus frainetto* in submesophilic forest formations. During the 2024 floods that affected northern Herzegovina and Central Bosnia, chestnut forests played a vital ecological role in stabilizing habitat conditions and mitigating erosion. An assessment of 34 localities was conducted, focusing on soil displacement, community structure degradation, and species composition. Results indicate that chestnut plays a key regulatory role in preserving habitats, maintaining soil stability, and supporting overall ecosystem integrity through high species diversity. Due to their well-developed root systems and intact tree cover, these forests showed strong resistance to erosion and terrain degradation. The species composition includes various biological life forms: hemicryptophytes (48%), phanerophytes (23%), geophytes (18%), and chamaephytes (7%). Communities are primarily located on north-facing slopes, none of which showed signs of soil erosion. The upper tree layer, alongside chestnut, includes *Quercus frainetto*, *Quercus cerris*, *Carpinus orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, and *Sorbus torminalis*, while the ground layer is dominated by *Vaccinium myrtillus* and *Calluna vulgaris*. Despite pressures from human activity and climate change, these forests maintain structural stability and high biodiversity. They provide important regulating Nature's Contributions to People (NCPs), including microclimate regulation, erosion control, carbon storage, as well as cultural, aesthetic, and economic benefits through non-timber forest products and nature-based tourism in northern Herzegovina.

Keywords: *Castanea sativa*, regulating Nature's Contributions to People (NCP), 2024 floods, habitat conservation, erosion control, ecosystem stability

P - 53

PRIRODNE POPULACIJE VRSTE *OSTREA EDULIS* U SJEVERNOM JADRANU: RASPROSTRANJENOST, BIOMASA I IZAZOVI U OČUVANJU

Cvitanić Ratko[1], Ezgeta-Balić Daria[1], Vrgoč Nedo[1], Medvešek Damir[1], Zorica Barbara[1], Nejašmić Jelena[1], Stagličić Nika[1], Peharda Uljević Melita[1], Bujas Niko[1]

[1]Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, Šetalište Ivana Meštrovića 63, Hrvatska

cvitanic@izor.hr

Diljem Europe prirodne populacije europske plosnate kamenice (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758) su u opadanju, a u nekim regijama ova vrsta smatra se funkcionalno izumrlom. U hrvatskom dijelu Jadranskog mora istraživanja vrste *O. edulis* primarno su bila usmjerena na akvakulturu te nema puno podataka o prirodnim populacijama. Posljednjih godina nekoliko projekta sustavno istražuju prirodne populacije ove vrste. Naše istraživanje sažima podatke prikupljene u razdoblju od 2008. do 2024. godine, uključujući komercijalne ulove ramponom (2008., 2013.), ciljana znanstvena istraživanja ramponom (2017., 2018., 2022. - 2024.) te ROV istraživanje (2024.). Zanimljivo je da podaci iz komercijalnog ulova pokazuju manju biomasu kamenica 2008. u usporedbi s 2013. godinom, no zbog neujednačene prostorne raspodjele vrste potrebno je oprezno tumačenje ovih podataka. Znanstvena istraživanja ramponom iz 2017. te 2022. - 2024. godine pokazali su slične prosječne vrijednosti biomase (64,4 ± 79,0 kg/km² i 60,1 ± 113,2 kg/km²), iako su maksimalne vrijednosti biomase posljednjih godina dvostruko veće nego 2017. (583,6 kg/km² u 2023. te 294,7 kg/km² u 2017). Istraživanja ROV-om u područjima koja su sada zatvorena za ribolov ramponom, otkrila su gotovo potpuni izostanak kamenica, vjerojatno zbog nedostatka odgovarajućeg supstrata za prihvat ličinaka. Ovo upućuje na to da same zabrane ribolova nisu dovoljne za učinkovitu zaštitu te da su potrebne dodatne mjere obnove staništa. Zaključno, iako se ne mogu donijeti čvrsti zaključci o povijesnim trendovima, vrsta je i dalje prisutna na istraživanom području, a znakovi mogućeg lokalnog oporavka mogli bi biti povezani sa smanjenim ribolovnim pritiskom, budući da *O. edulis* trenutno nije ciljana vrsta ulova i uglavnom se vraća u more.

Ključne riječi: autohtona vrsta kamenice, Jadransko more, indeks biomase, dredža rampon

NATURAL POPULATIONS OF *OSTREA EDULIS* IN THE NORTHERN ADRIATIC: PATTERNS OF DISTRIBUTION, BIOMASS, AND CONSERVATION CHALLENGES

Natural populations of the European flat oyster (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758) are in decline across Europe and considered functionally extinct in some regions. In the Croatian Adriatic Sea, most research has focused on aquaculture, with limited data on wild populations. However, recent projects have shifted focus to natural populations. This study compiles data from 2008 to 2024, including dredge "rampon" catches (2008, 2013), dredge "rampon" surveys (2017, 2018, 2022–2024), and an ROV survey (2024). Commercial catch data indicate higher biomass in 2013 than in 2008, but due to the patchy distribution of oysters, these trends should be interpreted with caution. Datasets suggest a decline in biomass since 2013. Scientific surveys in 2017 and 2022–2024 showed similar average biomasses (64.4 ± 79.0 kg/km² and 60.1 ± 113.2 kg/km²), while maximum values nearly doubled (294.7 kg/km² in 2017 vs. 583.6 kg/km² in 2023). ROV data, obtained from areas now closed to commercial dredging, revealed an almost complete absence of oysters, likely due to limited hard substrate for larval settlement. This suggests that fishing bans alone are not sufficient and that habitat restoration is necessary. In conclusion, although no firm conclusions can be drawn about historical trends, the species still persists in the area, and signs of localized recovery may be related to reduced fishing pressure, as *O. edulis* is not currently a targeted catch and is mostly returned to the sea.

Keywords: Native oyster species, Adriatic Sea, Biomass Index, Beam trawl fisheries, dredge „rampon"

P - 54

FAUNA VRETENACA PARKA PRIRODE MEDVEDNICA

Vilenica Marina[1], Koren Toni[2], Štih Koren Ana[3]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Petrinja, Trg Matice hrvatske 12, Hrvatska;
[2]Alexanor, obrt za prirodoslovna istraživanja i savjetovanja, Zagreb, Šipkovica 20a, Hrvatska;
[3]Udruga Hyla, Zagreb, Lipovac I 7, Hrvatska

marina.vilenica@ufzg.hr

Vretenca (Odonata) su merolimnički kukci čije ličinke naseljavaju vodena staništa dok odrasle jedinke ostatak života provode u kopnenom okolišu u blizini vodenih tijela. Zbog toga predstavljaju vrlo važnu poveznicu između vodenih i kopnenih ekosustava. S obzirom na visoku osjetljivost brojnih vrsta na hidromorfološke promjene njihovih staništa te na onečišćenje vode, diljem svijeta se koriste kao bioindikatori kvalitete vodenih ekosustava. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi faunu vretenaca na području Parka Prirode Medvednica (Hrvatska). Istraživanje faune vretenaca provedeno je tijekom proljeća i ljeta 2014. i 2023. godine na 15 tekućica (potoci) i 15 stajaćica (lokve, ribnjaci, šljunčare) na širem području Parka prirode Medvednica. Ukupno je zabilježeno 30 vrsta vretenaca. Neke od zabilježenih vrsta nalaze se na crvenom popisu vretenaca Hrvatske kao gotovo ugrožene vrste (*Lestes barbarus*, *Coenagrion ornatum*, *Aeshna isoceles*, *Sympetrum vulgatum*, *Sympetrum meridionale*). Dvije vrste (*Coenagrion ornatum* i *Cordulegaster heros*) navedene su na Europskoj Direktivi o staništima. Nalaz vrsta od konzervacijskog značaja potvrđuje veliku važnost očuvanja vodenih staništa na području Parka prirode Medvednica. Rezultati ovog istraživanja doprinose poznavanju faune vretenaca na području Republike Hrvatske.

Ključne riječi: slatkovodna staništa, zaštićeno područje, ugrožene vrste, Odonata

DRAGONFLY FAUNA OF THE MEDVEDNICA NATURE PARK

Dragonflies (Odonata) are merolimnic insects whose nymphs inhabit freshwater habitats while adults spend the rest of their lives in the terrestrial environment near water. Therefore, they represent a very important link between aquatic and terrestrial ecosystems. Given the high sensitivity of numerous species to hydro- morphological alterations of their habitats and to water pollution, they are globally used as bioindicators of the quality of freshwater ecosystems. The aim of this study was to investigate the dragonfly fauna in the Medvednica Nature Park in Croatia. The dragonfly survey was conducted during the spring and summer of 2014 and 2023 in 15 lotic (streams) and 15 lentic habitats (ponds, fishponds, gravel pits) in the wider area of the Medvednica Nature Park. A total of 30 species were recorded. Some of the recorded species are on the Croatian Red List as near threatened species (*Lestes barbarus*, *Coenagrion ornatum*, *Aeshna isoceles*, *Sympetrum vulgatum, Sympetrum meridionale*). Two species (*Coenagrion ornatum* and *Cordulegaster heros*) are listed in the European Habitats Directive. The findings of species of conservation concern confirms the great importance of preserving freshwater habitats in the Medvednica Nature Park. The results of this study contribute to the knowledge of the dragonfly fauna in Croatia.

Keywords: freshwater habitats, protected area, threatened species, Odonata

P - 55

VIŠENAMJENSKI CVJETNI STRANIČNIK – KAĆUN

Misir-Čujko Amalija[1], Klokočki Lorena[1]

[1]Osnovna škola Barilović, Barilović, Barilović 96, Hrvatska

amalija.misir-cujko@skole.hr

U sklopu rada Učeničke zadruge „Barilko" Osnovne škole Barilović, proveden je školski projekt naziva Višenamjenski cvjetni straničnik – kaćun s ciljem promicanja znanja o biološkoj raznolikosti i razvijanja ekološke svijesti učenika kroz povezivanje nastavnih sadržaja s praktičnim i kreativnim radom. Projekt je usklađen s odgojno-obrazovnim ishodima nastavnog predmeta Priroda za šesti razred. Naglasak je stavljen na staništa i zaštitu ugroženih biljnih vrsta, te su integrirane međupredmetne teme Održivi razvoj, Građanski odgoj, Poduzetništvo i IKT. Temeljni motiv bio je strogo zaštićena i gotovo ugrožena vrsta *Orchis morio* L. (mali kaćun) koji obitava u okolici škole. Cilj projekta je educirati učenike o zaštićenim biljnim vrstama te razvijati praktične vještine, poduzetništvo i povezati temu s ciljevima održivog razvoja (SDG 3, SDG 4, SDG 15). Metodologija rada uključivala je istraživanje biljke i njenog staništa kroz terenski rad, izradu straničnika i ručno oslikavanje biljke, printanje 3D modela cvijeta ivančice i umetanje sjemena livadnog cvijeća u printani model te izradu edukativnog materijala i videa. Aktivnosti su provodili učenici Učeničke zadruge. Rezultati pokazuju da su učenici usvojili znanja o ugroženim vrstama i staništima, razvijali ekološku i digitalnu pismenost, kreativnost te sposobnost primjene naučenog prenošenjem stečenog znanja na mlađe učenike i lokalnu zajednicu. Distribucijom i prodajom finalnog proizvoda, straničnika, učenici su uspješno educirali širu zajednicu o malom kaćunu. Projekt prikazuje kako učenička zadruga može biti primjer razvoja novih znanja, praktičnih vještina i stavova potrebnih za očuvanje biološke raznolikosti, održivog razvoja na lokalnoj razini i šire.

Ključne riječi: učenička zadruga, *Orchis morio*, iskustveno učenje, projektno učenje, inovativne metode, održivi razvoj

MULTIPURPOSE FLORAL BOOKMARK - GREEN-WINGED ORCHID

The school project Multipurpose floral bookmark - Green-winged Orchid was carried out through activities of "Barilko" Students' Cooperative with the goal of promoting knowledge of biological diversity and development of ecological awareness in pupils. Activities were conducted through connecting curricular content with practical and creative activities. The project is consistent with Grade 6 Science educational outcomes with emphasis on habitats and the protection of endangered plant species. It also integrated cross-curricular topic outcomes such as Sustainable Development, Citizenship Education, Entrepreneurship and ICT. The main motif was a strictly protected and nearly extinct species *Orchis morio* L. (Green-winged Orchid) which inhabits the area around the school. The goal of the project was to educate pupils on protected plant species and to develop practical skills, entrepreneurship, as well as to connect the theme with Sustainable Development Goals (SDG 3, SDG 4, SDG 15). The methodology includes researching the selected plant and its habitat through field work, crafting bookmarks and hand painting the plant, printing 3D daisy flower models and inserting meadow flower seeds into the printed model, as well as creating educational materials and videos. The activities were conducted by the Students' Cooperative members. The results show that the pupils acquired knowledge on endangered species and habitats, developed ecological and digital literacy, creativity, and the ability to apply the acquired knowledge by conveying it to younger pupils and the local community. Through distribution and sales of the final product, the bookmark, pupils have successfully educated the wider community on the Green-winged Orchid. The project shows that a Students' Cooperative can be an example of new knowledge development, practical skills and views necessary for the preservation of biological diversity, sustainable development on a local level and beyond.

Keywords: Students' Cooperative, *Orchis morio*, experiential learning, project-based learning, innovative methods, sustainable development

P - 56

RASPROSTRANJENOST OBRVANA *APHANIUS FASCIATUS* (VALENCIENNES, 1821) NA OTOKU PAGU

Krznar Anja[1,2], **Pavin Luce**[1,2], Katić Lucija[1,2], Mađar Ema[1,2], Maurović Katarina[1,2], Stanković David [1,2], Tonković Borna[1,2], Horvatić Sven[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Udruga studenata biologije - BIUS, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

anja.2810@gmail.com; lucepavin565@gmail.com

Obrvan *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) je Mediteranska endemska vrsta, a u Hrvatskoj je zabilježen na manje od 10 izoliranih staništa na otocima Rabu i Pagu te duž Jadranske obale. Naseljava raznolika plitka priobalna staništa poput laguna, obalnih močvara i estuarija, slane i bočate vode te može podnijeti širok raspon temperature i saliniteta. Otok Pag, peti po veličini u Hrvatskoj, zbog specifične hidrologije i geologije obiluje staništima potencijalno pogodnim za ovu vrstu. Ovim istraživanjem proučavana su plitka priobalna staništa u sklopu dva terenska izlaska, obavljena krajem travnja i listopada 2025. Cilj istraživanja bio je ustanoviti rasprostranjenost obrvana na otoku Pagu, potvrditi prisutnost na prije zabilježenim lokacijama te utvrditi njegovu prisutnost na specifičnim staništima povoljnim za tu vrstu. Uzorkovanje je provedeno ručnim mrežicama te povlačnom mrežom na više lokacija na području općina Kolan i Povljana. Istraživanjem su zabilježene nove lokacije rasprostranjenosti, dok na nekim ranije poznatim lokacijama nije zabilježena prisutnost obrvana. Ovi nalazi pružaju temelj za daljnja istraživanja rasprostranjenosti ove vrste te pokazuju važnost i potrebu očuvanja priobalnih staništa koja su jedina utočišta ove zaštićene endemske vrste.

Ključne riječi: ribe, prijelazne vode, obalna staništa, endemska vrsta

DISTRIBUTION OF MEDITERRANEAN BANDED KILLIFISH *APHANIUS FASCIATUS* (VALENCIENNES, 1821) ON PAG ISLAND, CROATIA

The Mediterranean killifish *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) is an endemic species from the Mediterranean basin, and in Croatia it has been recorded at fewer than 10 isolated sites on the islands of Rab and Pag, as well as along the Adriatic coast. It inhabits various shallow coastal habitats such as lagoons, coastal wetlands, and estuaries, saline and brackish water bodies, and can tolerate a wide range of temperatures and salinities. The island of Pag, the fifth largest in Croatia, due to its specific hydrology and geology, abounds with habitats potentially suitable for this species. This research examined shallow coastal habitats during two field surveys, carried out in late April and October 2025. The aim of the study was to determine the distribution of the Mediterranean killifish on the island of Pag, confirm its presence at previously recorded locations, and establish its habitat preference on investigated sites. Sampling was carried out using hand nets and a seine net at several locations in the municipalities of Kolan and Povljana. The research recorded new locations of occurrence, while at some previously known sites the presence of the species was not detected. These findings provide a basis for further research into the distribution of this species and highlight the importance of transitional waters and need for the preservation of coastal habitats, which are the only refuges for this protected endemic species.

Keywords: fish, transitional waters, coastal habitats, endemic species

P - 57

MIKROBIOM PROBAVILA KAO ALAT U OČUVANJU VRSTE: ISTRAŽIVANJE ENDEMSKOG MALOG SISAVCA, DINARSKOG VOLUHARA (*DINAROMYS BOGDANOVI*)

Beneta Dijana[1], Bosak Sunčica[2], Ivančan Dražen[1], Kanjer Lucija[2], Lisičić Duje[2]

[1]Ustanova Zoološki vrt Grada Zagreba, Zagreb, Ulica Fakultetsko dobro 1, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

dijana.beneta@zoo.hr

Životinje koje se nalaze pod ljudskom skrbi suočavaju se s posebnim izazovima, uključujući promijenjenu prehranu i životne uvjete, što ima značajan utjecaj na na njihov mikrobiom u odnosu na jedinke koje žive u divljini. U ovom istraživanju, analiziran je crijevni mikrobiom dinarskog voluhara *(Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922), paleoendemske vrste glodavca koja obitava na Dinaridima. Ova vrsta, jedini preživjeli član drevne linije glodavaca tercijarnog podrijetla, klasificirana je kao ranjiva (VU) na IUCN listi, a u Hrvatskoj se je strogo zaštićena, endemska te se vodi u statusu nedovoljno poznata (DD). Zoološki vrt grada Zagreba od 2011. godine održava ex situ populaciju koja potječe od devet jedinki ulovljenih na Dinari i Mosoru. Uz istraživanja prehrane i ponašanja, analizirali smo uzorke izmeta 18 jedinki u zatočeništvu te ih usporedili s uzorcima 29 jedinki divljih voluhara prikupljenih na Pelješcu 2023. godine. Sekvenciranjem 16S rRNA gena utvrđena je znatno veća bakterijska raznolikost u divljih jedinki. Zajednički taksoni u obje skupine uglavnom su pripadali porodicama Lachnospiraceae i Muribaculaceae, ključnim članovima crijevne mikrobiote sisavaca. Međutim, voluhari u zatočeništvu imali su veći udio Lactobacillaceae i Ruminococcaceae, dok su divlje jedinke pokazale značajno veću zastupljenost Oscillospiraceae, Eggerthellaceae, Christensenellaceae i skupine Clostridiales vadinBB60. Ovo istraživanje predstavlja prvi mikrobiomski skup podataka za vrstu *Dinaromys bogdanovi*. Razumijevanje razlika između divljih i zatočenih populacija ključno je za očuvanje vrste. Strategije temeljene na mikrobiomu, poput primjene prebiotika, probiotika ili transplantata, mogle bi ublažiti učinke zatočeništva i poboljšati zdravstveno stanje. Povećanjem znanja o ovoj jedinstvenoj vrsti želimo pridonijeti njezinu dugoročnom očuvanju.

Ključne riječi: mikrobna ekologija, glodavci, paleoendem

GUT MICROBIOME AS A CONSERVATION TOOL: A STUDY ON THE ENDEMIC SMALL MAMMAL, BALKAN SNOW VOLE (*DINAROMYS BOGDANOVI*)

Animals under human care face unique challenges, including altered diet and husbandry, which can affect their microbiomes differently from those in the wild may help mitigate the effects of captivity and improve health outcomes. We investigated the gut microbiome of the Balkan snow vole, or Martino's vole (*Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922), a paleoendemic rodent inhabiting the Balkan mountains. This species, the sole surviving member of an ancient lineage of Tertiary origin, has evolved independently since the late Miocene. It is classified as Vulnerable (IUCN) and is strictly protected in Croatia, where it is considered Data Deficient. Since 2011, Zagreb Zoo has maintained an ex situ population originating from nine wild-caught animals. In addition to ongoing studies on diet and behaviour, we analysed faecal samples from 18 captive individuals and compared them to 29 wild conspecifics sampled in Pelješac in 2023. 16S rRNA gene sequencing revealed markedly higher bacterial diversity in wild individuals. Shared taxa in both groups largely belonged to Lachnospiraceae and Muribaculaceae, key members of mammalian gut microbiota. However, captive voles showed higher proportions of Lactobacillaceae and Ruminococcaceae, while wild voles harboured significantly more Oscillospiraceae, Eggerthellaceae, Christensenellaceae, and the Clostridiales vadinBB60 group. This study provides the first microbiome dataset for *Dinaromys bogdanovi*. Understanding gut microbiome differences between wild and captive populations is essential for conservation. Microbiome based strategies, such as prebiotics, probiotics, or microbial transplants, may help mitigate captivity effects and improve health outcomes. By advancing knowledge of this unique species, we aim to support its long- term conservation.

Keywords: microbial ecology, rodents, paleoendemic

P - 58

NA TRAGU DIVLJE MAČKE – RASPROSTRANJENOST *FELIS SILVESTRIS* U HRVATSKOJ NA TEMELJU PODATAKA S AUTOMATSKIH KAMERA

Tomljenović Sandra[1], Čmelar Karla[1]

[1]Geonatura d.o.o., Zagreb, Fallerovo šetalište 22, Hrvatska

stomljenovic@geonatura.hr

Europska divlja mačka (*Felis silvestris*) je strogo zaštićena vrsta u Hrvatskoj (Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama, NN 144/13, 73/16), a obuhvaćena je i Prilogom IV Direktive o staništima Europske unije. Unatoč svom statusu, podaci o njezinoj rasprostranjenosti i sezonskoj aktivnosti na nacionalnoj razini nedostaju. Cilj ovog istraživanja je prikazati prostorne i sezonske obrasce divlje mačke na temelju podataka prikupljenih automatskim kamerama tijekom 13 projekata monitoringa provedenih od 2019. do 2025. godine u kojima divlja mačka nije bila primarni predmet istraživanja. Kamere su bile postavljene pretežno u šumskim staništima alpinske i kontinentalne regije, te u degradiranim šumskim staništima mediteranske regije. Fotografije su ručno analizirane kako bi se razlikovala divlja od domaće mačke. S ukupno više od 800 događaja s divljom mačkom analizirana je prostorna i sezonska aktivnost s obzirom na biogeografsku regiju. Nalazi ističu važnost usputno prikupljenih podataka tijekom istraživanja usmjerenih na druge vrste. Takve informacije mogu značajno doprinijeti boljem razumijevanju vrsta koje nisu u fokusu financiranja očuvanja ili programa praćenja. Rezultati dodatno naglašavaju potrebu za uspostavom sustavnog monitoringa kako bi se osiguralo detaljnije praćenje statusa i trendova populacije divlje mačke u Hrvatskoj.

Ključne riječi: monitoring automatskim kamerama, europska divlja mačka, rasprostranjenost, sezonska aktivnost

ON THE TRAIL OF THE WILD CAT – DISTRIBUTION OF *FELIS SILVESTRIS* IN CROATIA BASED ON CAMERA TRAP DATA

The European wildcat (*Felis silvestris*) is a strictly protected species in Croatia (Ordinance on Strictly Protected Species, OG 144/13, 73/16) and is also listed in Annex IV of the EU Habitats Directive. Despite this legal status, data on its distribution and seasonal activity at the national level are lacking. The aim of this study was to present spatial and seasonal patterns of the European wildcat based on camera trap records collected within 13 wildlife monitoring projects carried out between 2019 and 2025, in which the wildcat was not the target species of research. Camera traps were deployed predominantly in forest habitats of the Alpine and Continental regions, as well as in degraded forest habitats of the Mediterranean region. Photographs were manually examined to distinguish wildcats from domestic cats. More than 800 wildcat events were analysed to assess spatial and seasonal activity across biogeographical regions. The findings highlight the importance of opportunistic data collected during studies targeting other species. Such information can make a significant contribution to the understanding of species that are not the focus of conservation funding or monitoring programmes. The results further emphasize the need to establish a systematic monitoring to ensure more detailed tracking of the status and population trends of the European wildcat in Croatia.

Keywords: camera trapping, European wildcat, distribution, seasonal activity

P - 59

INTEGRACIJA PODATAKA IZ VIŠE IZVORA PUTEM BAYESOVIH MREŽA ZA FUNKCIONALNU EKOLOŠKU KARAKTERIZACIJU TLA

Hackenberger Kutuzović Branimir[1], Hackenberger Kutuzović Davorka[1], Peršić Vesna[1], Antunović Dunić Jasenka[1], Palijan Goran[1], Jovanović Glavaš Olga[1], Pečar Ilić Jadranka[2], Zelić Luca[1], Đerđ Tamara[1]

[1]Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek, Cara Hadrijana 8/A, Hrvatska;
[2]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska

hackenberger@biologija.unios.hr

Procjena zdravlja tla zahtijeva integraciju podataka iz prostornih, ekoloških i ekotoksikoloških domena. U projektu FUNECOSoil terenska mjerenja, laboratorijski pokusi i istraživanja povezuju se s prostornim podatcima poput satelitskih indeksa pokrova zemljišta, vlažnosti tla i vegetacije radi određivanja ekoloških „otisaka" tla. Time se omogućuje cjelovit uvid u biotički potencijal, stabilnost i otpornost tla u različitim okolišnim uvjetima. Podaci obuhvaćaju bioraznolikost tla, mikrobnu aktivnost, fiziološke odgovore biljaka, fizikalno-kemijske parametre, dugoročne klimatske varijable i korištenje zemljišta. Integracija je ostvarena Bayesovim mrežama koje strukturiraju uzročne odnose i omogućuju probabilističke zaključke o rizicima degradacije i funkcionalnoj stabilnosti tla. Bayesove mreže pružaju okvir za uključivanje nesigurnosti i ažuriranje predikcija s novim podatcima. Ovim se pristupom kvantificira trenutačno funkcionalno stanje tla i modeliraju scenariji promjena klime i korištenja zemljišta. Početni rezultati pokazuju da modeli razlikuju tla prema biotičkom potencijalu s 82% unakrsno provjerene točnosti te predviđaju promjene ekoloških funkcija pod stresom s nesigurnošću od ±15%. Projekt razvija metode funkcionalne karakterizacije tla i podržava ekotoksikološku procjenu rizika, prostorno planiranje i politike zdravlja tla u skladu s EU Strategijom za tlo do 2030. U tijeku je razvoj otvorene web platforme za upravitelje zemljišta, konzultante i donositelje politika koja će nuditi interaktivne karte, alate za modeliranje scenarija i automatsko generiranje izvještaja, dopunjujući postojeće EU sustave praćenja (LUCAS, INSPIRE) funkcionalnim pokazateljima usklađenima s Europskim podatkovnim centrom za tla.

Ključne riječi: zdravlje tla, Bayesove mreže, funkcionalna karakterizacija tla, ekotoksikološka procjena rizika

INTEGRATING DATA FROM MULTIPLE SOURCES WITH BAYESIAN NETWORKS FOR FUNCTIONAL ECOLOGICAL SOIL CHARACTERISATION

The assessment of soil health requires integration of information across spatial, ecological and ecotoxicological domains. Within the FUNECOSoil project, field measurements, laboratory experiments and research are combined with spatial data such as satellite-based indices of land cover, soil moisture and vegetation to characterise soils through their ecological "fingerprints." It enables a comprehensive understanding of soil biotic potential, stability and resilience under varying environmental conditions.

Data include soil biodiversity, microbial activity, plant physiological responses, physico-chemical parameters, as well as long-term climate and land use data. Integration was achieved by structuring causal relationships in Bayesian networks, allowing probabilistic conclusions on soil degradation risks and functional stability. Bayesian networks offer a robust framework to incorporate uncertainties and update predictions as new data become available. This approach quantifies current soil functional state and models scenarios considering climate and land use changes. Initial results indicate that models can differentiate soils according to their biotic potential with 82% cross-validated accuracy and predict shifts in ecological functions under stress with uncertainty ranges of ±15%. The project advances methods for functional characterisation of soils and supports ecotoxicological risk assessment, spatial planning and soil health policy in line with the EU Soil Strategy for 2030. An open web platform is being developed for land managers, consultants, and policy makers, providing interactive maps, scenario modelling tools, and automated report generation, complementing existing EU monitoring systems (LUCAS, INSPIRE) with functional indicators aligned with the European Soil Data Centre standards.

Keywords: soil health, Bayesian networks, functional soil characterization, ecotoxicological risk assessment

P - 60

TERMALNA PLASTIČNOST MRAVA NAKON DUGOTRAJNOG BORAVKA IZVAN PRIRODNOG STANIŠTA

Ivanković Tatalović Lara[1], Bertelsmeier Cleo[2], **Bujan Jelena**[1]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[2]Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, Lausanne, Quartier UNIL-Sorge, Bâtiment Biophore, Switzerland

Jelena.Bujan@irb.hr

Ektotermi su osjetljivi na klimatske promjene jer njihova tjelesna temperatura, a posljedično metabolizam i fitnes, izravno ovise o temperaturi okoliša. Termalna plastičnost – sposobnost promjene termalnih limita ovisno o okolišnoj temperaturi – mogla bi pomoći organizmu preživjeti globalno zatopljenje. Testirali smo sposobnost termalne plastičnosti kod dvije vrste mrava iz različitih bioma sa sličnom ekološkom nišom: mediteranskom mravu žeteocu *Messor barbarus* i pustinjskom mravu žeteocu *Pogonomyrmex rugosus*. Premda obje vrste skupljaju sjemenke te su izložene vrućem i suhom okolišu, *P. rugosus* je izložen višim temperaturama. Kako bi ustanovili sposobnost termalne plastičnosti izložili smo kolonije istim laboratorijskim uvjetima (30 °C, 60% RH) na prosječno vrijeme od 8 godina. Zatim smo izmjerili kritični termalni maximum (CTmax) i minimum (CTmin) – temperature pri kojima životinje gube voljnu kontrolu mišića – na početku eksperimenta i nakon deset dana izlaganja temperaturama 18, 25, i 35 °C. Na početku eksperimenta *M. barbarus* je imao prosječni CTmax od 45 °C, što je bilo 3 °C niže u odnosu na *P. rugosus*, i prosječni CTmin od 9 °C, što je bilo 3 °C niže od *P. rugosus*. Nakon deset dana aklimatizacije CTmax se značajno povisio na 35 °C kod *M. barbarus*, ali ne kod *P. rugosus*. CTmin obje vrste značajno se snizio nakon aklimatizacije na 18 °C. Naše istraživanje je pokazalo da termalna tolerancija dviju ekološki sličnih vrsta nakon godina provedenih u identičnim laboratorijskim uvjetima i dalje reflektira njihove lokalne prilagodbe, jer tolerancija na toplinu je bila viša, a tolerancija na hladnoću niža kod pustinjske vrste. Obje vrste pokazale su termalnu plastičnost nakon kratkotrajnog izlaganja novim temperaturama, što sugerira potencijal da se nose s naglim promjenama temperatura. Međutim, CTmax vrste *P. rugosus* se nije promijenio nakon aklimatizacije na 35 °C, što može značiti da je blizu svog gornjeg termalnog limita te ne može tolerirati daljnje zagrijavanje.

Ključne riječi: CTmax; kukci; termalni limiti; termalna plastičnost

THERMAL PLASTICITY OF ANTS AFTER LONG-TERM REMOVAL FROM NATURAL HABITATS

Ectotherms are vulnerable to climate change because their body temperature directly depends on environmental temperature, consequently influencing metabolism and fitness. Thermal plasticity – an ability to change thermal limits based on environmental temperature – might help organisms to survive global warming. We test this ability in two ant species inhabiting different biomes with a similar ecological niche: Mediterranean harvester ant *Messor barbarus* and desert harvester ant *Pogonomyrmex rugosus*. Although both species are granivorous and exposed to hot and arid environments, *P. rugosus* experiences higher habitat temperatures. We exposed the colonies to identical laboratory conditions (30 °C, 60% RH) for an average of 8 years. We measured critical thermal maximum (CTmax) and minimum (CTmin) – temperatures at which animals lose voluntary muscle control – at the begining of the experiment, and after a 10-day acclimation at 18, 25, and 35 °C. At the start of the experiment *M. barbarus* had a mean CTmax of 45 °C, which was 3 °C lower than *P. rugosus*, and mean CTmin of 9 °C, which was 3 °C lower than *P. rugosus*. After ten days of acclimation at 35 °C CTmax significantly increased in *M. barbarus*, but not in *P. rugosus*. Both species had a significant decrease in their CTmin at 18 °C. We showed that in two ecologically similar species exposed to years of identical laboratory conditions, thermal tolerance still reflected species local adaptations, as heat tolerance was higher and cold tolerance lower in the desert species. Both species exhibited thermal plasticity after short-term exposure to new temperatures, showing potential to withstand temperature changes. However, *P. rugosus* showed no acclimation of CTmax at 35 °C, meaning it may be near its upper thermal limit and unable to tolerate further warming.

Keywords: CTmax; insects; thermal limits; thermal plasticity

P - 61

PRELIMINARNI REZULTATI TRENUTNE RASPROSTRANJENOSTI ZAVIČAJNIH VRSTA SLATKOVODNIH RAKOVA U HRVATSKOJ I IZGLEDI ZA NJIHOVU BUDUĆNOST

Maguire Ivana[1], **Jurić Miha**[1], Katušić Luka[2], Stanković Igor[3], Faller Matej[1,4]

[1]Sveučilište u Zagrebu, rirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Zagreb, Radnička cesta 80, Hrvatska;
[3]Institut za vode Josip Juraj Strossmayer, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220, Hrvatska;
[4]Iktus d.o.o., Požega, Franje Cirakija 10, Hrvatska

ivana.maguire@biol.pmf.hr, mjuric@stud.biol.pmf.hr

Zavičajne rakove smatramo inženjerima ekosustava i ključnim vrstama slatkovodnih staništa zbog važne uloge koju imaju u mnogim ekološkim procesima u okolišu. Nažalost, broj njihovih populacija u brojnim slatkovodnim vodama dramatično opada zbog antropogenih pritisaka na njihova staništa, invazija stranih vrsta rakova i njihovih patogena (npr. A*phanomyces astaci*, uzročnik bolesti račje kuge) i klimatskih promjena (npr. dugotrajne suše). Hrvatske populacije zavičajnih vrsta rakova nisu pošteđene te svjedočimo značajnom smanjenju njihovog broja i nestanku iz mnogih slatkovodnih staništa diljem cijele Hrvatske. Cilj ovog rada je prikazati preliminarne rezultate trenutne rasprostranjenosti autohtonih vrsta rakova u Hrvatskoj i povezati podatke o rasprostranjenosti s ekološkim stanjem i ekološkim potencijalom slatkovodnih voda, kao i predstaviti izglede za njihov dugoročni opstanak. Analize su uključivale pozitivne nalaze za tri zavičajne vrste rakova (*Astacus astacus*, *Austropotamobius pallipes* i *Austropotamobius torrentium*) za razdoblje nakon 2019. godine te ekološko stanje i potencijal slatkih voda preuzete iz Plana upravljanja slivnim područjem do 2027. godine. Ukupno je analizirano više od 800 nalaza od 2019. godine. Preklapanjem vodnih tijela (koja sadrže informacije o njihovom ekološkom stanju i potencijalu) s pozitivnim nalazima rakova pokazalo je da je oko 60 % vodnih tijela u kojima su prisutni rakovi u vrlo dobrom ili dobrom ekološkom stanju, odnosno u dobrom ekološkom potencijalu, dok je oko 25 % u vrlo lošem ili lošem ekološkom stanju ili potencijalu. Dobiveni rezultati naglašavaju važnost ekološkog stanja slatkih voda za prisutnost rakova i ukazuju na to da su brojne populacije rakova, koje još uvijek postoje u nepovoljnim uvjetima, ugrožene te je vjerojatan njihov nestanak u budućnosti.

Ključne riječi: plemeniti rak, potočni rak, bjelonogi rak, ekološko stanje, ekološki potencijal

PRELIMINARY RESULTS OF CURRENT NATIVE CRAYFISH DISTRIBUTION AND THE PERSPECTIVE FOR THEIR FUTURE IN CROATIA

Native crayfish are considered ecosystem engineers and keystone species of freshwater habitats, playing an important role in many ecological processes in the environment. Unfortunately, due to anthropogenic pressure on their habitats, the invasion of alien crayfish species and their pathogens (e.g., *Aphanomyces astaci*, the causative agent of disease crayfish plague) and climate change (e.g., prolonged droughts), the number of their populations in many inland waters has declined dramatically. Croatian populations of native crayfish species are not spared and we are witnessing a significant decline in their numbers and their disappearance from many freshwater habitats throughout Croatia. The aim of this work is to present preliminary results on the current distribution of native crayfish in Croatia and to relate the distribution data to the ecological status and ecological potential of freshwaters, as well as to suggest a future perspective for their long-term survival. The analyses included positive occurrence records for three native crayfish species (*Astacus astacus*, *Austropotamobius pallipes* and *Austropotamobius torrentium*) for the period after 2019, as well as the ecological status and ecological potential of freshwaters taken from the River Basin Management Plan until 2027. In total, more than 800 occurrence records from the period after 2019 were analysed. The overlap of water bodies (with information on their ecological status and ecological potential) with positive crayfish records showed that around 60% of the water bodies where crayfish occur have very good or good ecological status or good and above ecological potential, while around 25% have poor or bad ecological status or potential. The results underline the importance of the ecological status of water bodies for the occurrence of crayfish and indicate that numerous crayfish populations that still exist under unfavourable conditions are under threat and are likely to disappear in the future.

Keywords: noble crayfish, stone crayfish, white-clawed crayfish, ecological status, ecological potential

P - 62

DOPRINOS POZNAVANJU PRELETNIČKE POPULACIJE ŠKANJCA OSAŠA (*PERNIS APIVORUS*) U HRVATSKOJ

Kovačić Ivana[1], Maslać Mikulec Maja[1]

[1]Geonatura d.o.o., Zagreb, Fallerovo šetalište 22, Hrvatska

ikovacic@geonatura.hr

Hrvatska je prepoznata kao zemlja s bogatom ornitofaunom, čemu doprinosi njezin položaj na Jadranskom seobenom putu ptica, koji je posebno slabo istražen za grabljivice. Škanjac osaš strogo je zaštićena vrsta u Republici Hrvatskoj, čija se gnijezdeća populacija smatra gotovo ugroženom (NT; procjena 150 - 250 parova). Za gnijezdeću populaciju ne postoje sustavna istraživanja, dok za preletničku kroz Hrvatsku postoji još manje podataka, a obje se navode kao ciljevi očuvanja brojnih NATURA 2000 područja u Hrvatskoj. Kako bismo doprinijeli poznavanju seobe ove vrste kroz Hrvatsku, analizirani su standardizirani podaci iz interne baze Geonature prikupljeni u okviru 23 projekta istraživanja ornitofaune za potrebe razvoja vjetroelektrana (2016.- 2025.). Motrenje grabljivica i lešinara se provodilo sa stalnih točaka (*eng*. vantage points), najmanje 72 sata godišnje po točki. Točke su raspoređene u šest županija unutar mediteranske i alpinske biogeografske regije. Iz baze je izdvojeno preko 660 preleta, od kojih je preko 300 sa sigurnošću u selidbi. Za svaki unos analizirani su lokacija, sezona, doba dana, visina leta i grupiranost jedinki; provedena je usporedba proljetne i jesenske seobe. Podaci pokazuju kako je period proljetne seobe nad Hrvatskom gotovo uvijek tek od svibnja, dok jesenska migracija završava već u rujnu. Po prvi puta su analizirani periodi dana i visine preleta. Dobiveni rezultati predstavljaju prvi standardizirani skup podataka o preletničkim populacijama škanjca osaša u Hrvatskoj i imaju neposrednu primjenu razvijanju njihove zaštite, posebno u procjeni utjecaja i planiranju energetskih projekata. Preporučuje se nastavak i širenje standardiziranog monitoringa ove vrste te stvaranje baze podataka preleta grabljivica, koji se preko 15 godina prikupljaju za potrebe istraživanja energetskih projekata; te uključivanje sezonskih i dnevnih obrazaca u procese procjene utjecaja na okoliš i pri određivanju potencijalnih lokacija vjetroelektrana.

Ključne riječi: migracija, ornitofauna Hrvatske, jadranski seobeni put, NATURA 2000, vjetroelektrane

CONTRIBUTION TO KNOWLEDGE ABOUT MIGRATORY POPULATIONS OF EUROPEAN HONEY-BUZZARD (*PERNIS APIVORUS*) IN CROATIA

Croatia is recognized as a country with a rich ornithofauna, contributed by its position on the Adriatic Flyway, which is poorly researched for raptors. European Honey-buzzard is strictly protected in Croatia. Its breeding population is considered Near Threatened (NT; estimated 150 - 250 pairs). No systematic surveys exist for the breeding population, and even less is known about the migratory population in Croatia, though both are target species for many NATURA 2000 protection areas in Croatia. To contribute to the knowledge of the migration of this species through Croatia, standardized data from Geonatura's internal database, collected during ornithofauna studies for 23 wind farms projects (2016-2025) were analysed. Observations of raptors and vultures were conducted from vantage points, for at least 72 hours a year on each vantage point. Vantage points were distributed in six counties within the Mediterranean and Alpine biogeographical regions. Over 660 overflights of European Honey-buzzards have been selected from the database, of which over 300 are certainly migratory overflights. For each entry, location, season, time of day, flight height and grouping of individuals were analysed, with spring and autumn migration compared. Data shows that the migration period through Croatia usually begins in May, while autumn migration ends in September. Time of day and flight height were analysed. The results represent the first standardized data set on migratory populations of European Honey-buzzard in Croatia, which can be applied in the development of conservation measures, especially in the impact assessment and planning of energy projects. It is recommended to continue and expand standardized monitoring of this species and to create a database of raptors' overflights, which have been collected for over 15 years from energy project studies; as well as to include seasonal and daily patterns in environmental impact assessment and in deciding potential wind farm locations.

Keywords: bird migration, Croatian ornithofauna, Adriatic flyway, NATURA 2000, wind farms

P - 63

INVENTARIZACIJA DIVLJIH PČELA (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) OPĆINE RADOBOJ U HRVATSKOM ZAGORJU

Kanjuh Lea[1,2], **Merkaš Davor**[1,2], Ješovnik Ana[2]

[1]Udruga studenata biologije - BIUS, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska;
[2]Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Hrvatska

lea.kanjuh@gmail.com; davormerkas.4537@gmail.com

Tijekom 25. redovnog Velikog terena Udruge studenata biologije - BIUS, sekcija za opnokrilce provela je istraživanje faune opnokrilaca (Hymenoptera) Hrvatskog zagorja, s naglaskom na divlje pčele (Anthophila) na području Općine Radoboj. Uzorkovanje je provedeno na sedam lokaliteta u podnožju brda Strahinjščice, na livadama i pašnjacima u blizini planinarskog doma Radoboj te na dva dodatna lokaliteta na brdima Kunagora i Vinagora. Terenska istraživanja provedena su u proljeće (30.4.-7.5.2023.) i na jesen (24.9.-1.10.2023.). Metodologija je uključivala ručno uzorkovanje na cvjetnim resursima pomoću entomoloških mrežica i postavljanje plavih, žutih i bijelih lovnih zdjela (*eng.* pan-traps). Svi uzorci pohranjeni su u etanolu te su naknadno preparirani i determinirani pomoću lupe i taksonomskih ključeva. S obzirom na to da se radi o taksonomski zahtjevnoj skupini, determinacije su potvrđene uz pomoć mentorice sekcije i kroz usporedbu s referentnom zbirkom oprašivača na Zoologijskom zavodu PMF-a u Zagrebu. Ukupno smo sakupili 306 jedinki pčela, od čega je pronađeno 54 vrsta unutar 14 rodova. Rod *Lasioglossum* bio je dominantan po broju jedinki i vrsta, s najviše uzoraka prikupljenih lovnim zdjelama. Međutim, ručnim sakupljanjm pomoću entomoloških mrežica sakupili smo veći ukupan broj vrsta. Ovo naglašava važnost korištenja obje metode za potpuniju inventarizaciju. Naše istraživanje predstavlja prve recentne podatke o raznolikosti divljih pčela u Hrvatskom zagorju, te pruža osnovu za daljnja istraživanja i zaštitu ove važne skupine oprašivača.

Ključne riječi: BIUS, oprašivači, metode uzorkovanja, raznolikost

WILD BEE (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) INVENTORY OF RADOBOJ MUNICIPALITY, HRVATSKO ZAGORJE

During the 25th annual field trip of the Biology Students Association - BIUS, the Hymenoptera section conducted a study of Hymenoptera fauna of Hrvatsko zagorje, with a focus on wild bees (Anthophila) in the area of Radoboj Municipality. The research included seven sites at the base of Strahinjščica Hill, meadows and pastures near the Radoboj mountain lodge, and two additional sites on Kunagora and Vinagora Hills. Fieldwork was carried out in spring (April 30–May 7, 2023) and autumn (September 24–October 1, 2023). Methodology included hand-collecting with entomological nets at the floral resources and trapping with yellow, blue and white pan-traps. All specimens were preserved in ethanol and later pinned and identified using a stereomicroscope and taxonomical keys. Due to taxonomic complexity of the group, identifications were validated by the mentor of the Hymenoptera section and through comparison with the referent collection of pollinators at the Zoology Department of the Faculty of Science in Zagreb. In total, we collected 306 bee specimens, representing 54 species within 14 genera. Genus *Lasioglossum* had the highest richness and abundance, with more specimens collected in pan-traps than by hand collecting. However, hand collecting provided a higher total number of bee species. This highlights the importance of using both methods to achieve a comprehensive survey. Our research provides the first recent data about the bee diversity for Hrvatsko zagorje, an important baseline for future research and conservation efforts on this important group of pollinators.

Keywords: BIUS, pollinators, sampling methods, diversity

P - 64

SEZONSKE PROMJENE SENTINEL-2 SPEKTRALNIH POTPISA NEŠUMSKE VEGETACIJE NA JUGOISTOČNOJ MEDVEDNICI (SZ HRVATSKA)

Levačić Damjana[1], Jelaska Sven[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Marulićev trg 20, Hrvatska

damjana.levacic@biol.pmf.hr

Podaci o stanju travnjaka i oranica u Hrvatskoj dostupni su samo djelomično i često nisu pouzdani. Sezonske varijacije biljne biomase vegetacije mogu pomoći u identifikaciji i praćenju nešumskog biljnog pokrova metodama daljinskih istraživanja na većoj prostornoj skali. Sentinel-2 snimke omogućuju praćenje vremenskih nizova promjena u spektralnim kanalima i vegetacijskim indeksima. Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti mogućnost primjene Sentinel-2 podataka za razlikovanje kategorija nešumskog biljnog pokrova korištenjem refleksijskih obrazaca. Istraživanje je provedeno na području šireg značajnog krajobraza Goranec na jugoistočnim padinama Medvednice. Na temelju terenskih obilazaka tijekom 2024. i 2025. godine te javno dostupnih podataka, poligoni od interesa su razvrstani u tri kategorije: 26 travnjaka, 14 travnjaka u sukcesiji i 18 oranica. Centroidi 10 metarske mreže korišteni su za uzorkovanje četiri spektralna kanala (B02- plavi, B03-zeleni, B04-crveni, B08-blisko infracrveni) i četiri vegetacijska indeksa (Ratio, NDVI, EVI, CTVI) iz multispektralnih snimki snimljenih između ožujka i listopada 2024. Rezultati su pokazali jasne sezonske trendove povezane s fenološkim fazama i upravljačkim praksama. Plavi, zeleni i crveni kanali pokazali su se korisnima za razlikovanje oranica s višim srednjim vrijednostima od travnjaka i sukcesijskih travnjaka u svibnju i listopadu. Plavi i zeleni kanali razlikovali su sukcesijske travnjake s nižim srednjim vrijednostima od travnjaka i oranica u srpnju. Indeksi Ratio, CTVI i NDVI s nižim srednjim vrijednostima potvrdili su razlike između oranica i travnjaka/sukcesijskih travnjaka u svibnju te između travnjaka i sukcesijskih travnjaka/oranica u srpnju. Naši rezultati potvrđuju potencijal korištenja Sentinel-2 vremenskih nizova za klasifikaciju nešumske vegetacije u heterogenim krajobrazima, nudeći pritom troškovno učinkovit alat za upravljanje staništima i očuvanje prirode u Hrvatskoj.

Ključne riječi: daljinsko promatranje, vegetacijski indeksi, travnjaci, sukcesija

SEASONAL VARIATIONS IN SENTINEL-2 SPECTRAL SIGNATURES OF NON-FOREST PLANT COVER ON SOUTH-EAST MEDVEDNICA MT. (NW CROATIA)

Information on grassland and arable land status in Croatia is only partially available and often unreliable. Seasonal variations in plants' biomass may support remote sensing–based identification and monitoring of non-forest plant cover on a larger scale. Sentinel-2 imagery enables access to time-series changes in spectral bands and vegetation indices. The aim of this study was to assess the ability of Sentinel-2 data to differentiate non-forest plant cover categories using reflectance patterns. Research was conducted in the wider Goranec protected landscape on the south-east slope of Medvednica Mt. Based on 2024–2025 field visits and publicly available data, polygons of interest were classified as 26 grasslands, 14 grassland successions, and 18 annual crops. Centroids of a 10 m grid were used for sampling four spectral bands (B02-blue, B03-green, B04-red, B08-NIR) and four vegetation indices (Ratio, NDVI, EVI, CTVI) from multispectral imagery taken between March and October 2024. Results revealed clear seasonal trends linked to phenological phases and management. Blue, green, and red bands proved to be useful for differentiating annual crops with higher mean values from grasslands/grassland successions in May and October. Blue and green bands separated grassland successions with lover mean values from grasslands/annual crops in July. Ratio, CTVI and NDVI with lower mean values confirmed distinctions between annual crops and grasslands/grassland successions in May and between grasslands and grassland successions/annual crops vegetation in heterogeneous landscapes, providing a cost-efficient tool for land management and conservation in Croatia.

Keywords: remote sensing, vegetation indices, grasslands, succession

P - 65

ZNAČAJKE NOVOUTVRĐENE POPULACIJE POTOČNOG RAKA U POTOKU GORANEC (ZAGREB, CROATIA)

Janeković Eva[1], Vucić Matej[1], Jelić Lana[2], Hudina Sandra[1], Janev Hutinec Biljana[2], Zupan Irina[2], **Maguire Ivana**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]Priroda grada Zagreba, Zagreb, Maksimirski perivoj 1, Hrvatska

ejanekovic@stud.biol.pmf.hr; imaguire@biol.pmf.hr

Potočni rak je jedna od četiri autohtone europske vrste rakova koje naseljavaju slatkovodne ekosustave u Hrvatskoj, gdje je zabilježena i najviša genetska raznolikost ove vrste, koja obuhvaća sedam duboko divergentnih evolucijski značajnih jedinica (ESU). Nažalost, populacije su u opadanju zbog degradacije staništa i širenja stranih invazivnih vrsta rakova te njihovih patogena (npr. *Aphanomyces astaci*, uzročnik račje kuge). Ovo istraživanje imalo je za cilj utvrditi ekološke i biološke značajke novootkrivene populacije u potoku Goranec, a ujedno je korištena i analiza okolišne DNA (eDNA) kako bi se utvrdila prisutnost invazivne vrste signalnog raka. Istraživanje je obuhvatilo procjenu relativne brojnosti, utvrđivanje omjera spolova, uzrasne strukture i fiziološkog statusa te filogenetsku analizu putem COI mtDNA gena. Analiza eDNA potvrdila je odsutnost signalnog raka u potoku Goranec i njegovu slivu. Filogenetska analiza pokazala je da jedinke pripadaju ESU CSE (Srednja i jugoistočna Europa), a otkriveni su i dosad nepoznati haplotipovi. Iako je relativna brojnost bila niža od očekivane (0,7 rakova/vrši/noć), a mužjaci su dominirali u ulovu (M:Ž = 14:2), uzrasna struktura obuhvaćala je sve razrede, što ukazuje na "zdravu" populaciju, što dodatno potvrđuju indeksi kondicije jedinki, jednaki ili viši od onih u obližnjim populacijama. Ozljede i znakovi bolesti bili su rijetki. Preporučuje se budući monitoring populacije kako bi se pratile promjene u veličini populacije, strukturi, te fiziološkim i genetskim značajkama ključnima za planiranje mjera očuvanja. Treba naglasiti da populacija u Gorancu posjeduje jedinstvenu zalihu gena važnu za dugotrajni opstanak ove osjetljive vrste te ju je bitno zaštiti.

Ključne riječi: *Austropotamobius torrentium*, eDNA, evolucijski signifikanta jedinica, filogenija, konzervacija, *Pacifastacus leniusculus*

CHARACTERISTICS OF A NEWLY DISCOVERED STONE CRAYFISH POPULATION IN THE GORANEC STREAM (ZAGREB, CROATIA)

Stone crayfish is one of four native European crayfish species inhabiting freshwater ecosystems in Croatia, where the highest genetic diversity of this species has been recorded, comprising seven deeply divergent evolutionary significant units (ESUs). Unfortunately, populations are declining due to habitat degradation and the spread of invasive crayfish and their pathogens (e.g., *Aphanomyces astaci*, the crayfish plague agent). This study focused on the ecology and biology of a newly discovered population in the Goranec Stream (Medvednica Mt., Zagreb, Croatia) and also used environmental DNA (eDNA) method to test for the presence of the invasive signal crayfish. Research included estimating relative abundance, assessing sex ratio, size structure, physiological condition, and analysing phylogenetic position through COI mtDNA gene. eDNA analysis confirmed the absence of signal crayfish in the Goranec Stream and the catchment area. Phylogenetic analysis revealed that individuals belong to the CSE (Central-Southeast Europe sensu Klobučar et al.) ESU and identified previously unknown haplotypes. Although relative abundance was lower than expected (0.7 crayfish/trap/night), with males dominated the catch (M:F = 14:2), size structure covered all classes, indicating a "healthy" population, supported by condition indices equal to or above those of populations nearby. Signs of injury and disease were rare. Regular monitoring is recommended to track changes in population size, structure, physiological and genetic traits relevant to conservation planning. The Goranec population harbours a unique gene pool crucial for preserving this sensitive species.

Keywords: *Austropotamobius torrentium*, conservation, eDNA, ESU, *Pacifastacus leniusculus*, phylogeny

P - 66

BRZA PALINOLOGIJA: PILOT-TEST NOVE METODE ISTRAŽIVANJA MREŽE OPRAŠIVANJA

Merkaš Davor[1], Jandrašek Hanna[1], Jurković Hana[1], Kanjuh Lea[1], Ćato Sebastian[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

davormerkas.4537@gmail.com

Tradicionalne metode proučavanja oprašivanja insektima oslanjaju se na prikupljanje pojedinačnih insekata i analizu peludi mikroskopijom i velikim referentnim bazama podataka slika peludi, što je precizno, ali sporo i neprikladno za velike uzorke. Naš je cilj bio testirati jednostavniju metodu koja omogućuje bržu procjenu interakcije oprašivača i cvijeta. U sklopu projekta Viridi Valle 2024, fotografirali smo cvjetajuće biljke, snimili opnokrilce u posjetu i ekstrahirali pelud sa biljaka i insekata jednostavnom tehnikom na bazi vode. Pelud pronađena na insektima uspoređena je s peludom cvijeća na kojima su prikupljeni, kao i s peludom drugih cvjetnica prisutnih na lokaciji. Koristeći mikroskopske fotografije, determinirali smo pelud na insektu uspoređujući ga s peludom biljaka prisutnih na lokaciji. Unatoč smanjenoj aktivnosti cvjetanja i oprašivanja uzrokovanoj visokim ljetnim temperaturama, prikupili smo 115 uzoraka insekata. Preliminarni rezultati pokazuju da pčele rodova *Halictus* i *Lasioglossum* pokazuju preferenciju za pelud porodice Asteraceae, što je u skladu s prethodnim ekološkim studijama. Predložena metoda je jednostavna, lako prenosiva i učinkovita za istraživanja velikih razmjera. Iako postoji određena granica pogreške, nudi obećavajući pristup za šira ekološka istraživanja interakcija biljaka i oprašivača.

Ključne riječi: interkacije biljaka i oprašivača, analiza peludi, Hymenoptera, ekologija oprašivanja, ekološke metode

FAST PALYNOLOGY: PILOT TEST OF NEW METHOD FOR RESEARCHING POLLINATION NETWORKS

Traditional methods for studying insect pollination rely on collecting individual insects and analyzing pollen with microscopy and large reference databases of pollen images, which is accurate but slow and unsuitable for large sample sizes. Our aim was to test a simpler method that allows faster assessment of insect–flower interactions. As part of the Viridi Valle 2024 project, we photographed flowering plants, captured visiting Hymenoptera, and extracted pollen using a simple water-based technique from both plants and insects. Pollen found on insects was compared with that of the flowers on which they were collected, as well as with pollen from other flowering species present at the site. Using microscopic photographs, we determined the pollen on the insect by comparing it to the pollen of plants present at the location. Despite reduced flowering and pollinator activity caused by high summer temperatures, we collected 115 insect samples. Preliminary results indicate that genera *Halictus* and *Lasioglossum* bees show preference for Asteraceae pollen, which is consistent with previous ecological studies. The proposed method is simple, easily transferable, and efficient for large-scale surveys. While some margin of error remains, it offers a promising approach for broader ecological research on plant–pollinator networks.

Keywords: plant-pollinator interactions, pollen analysis, Hymenoptera, pollination ecology, ecological methods

P - 67

TESTIRANJE KARTE OSJETLJIVOSTI PROSTORA ZA VELIKE ZVIJERI NA OSNOVI PODATAKA ZA SIVOG VUKA (*CANIS LUPUS*) DOBIVENIH METODAMA FOTOZAMKI I GPS TELEMETRIJE

Gužvica Goran[1], Reljić Slaven[1,2], Popović Ratko[3], Iskrić Gordana[1], **Šver Lidija**[3]

[1]Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, Trg senjskih uskoka 1-2, Hrvatska;
[2]Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Heinzelova 55, Hrvatska;
[3]Udruga za istraživanje, snimanje i zaštitu prirodne baštine Hrvatske – Bioterra, Zagreb, Grižanska 15, Hrvatska

gguzvica@oikon.hr; lidija.sver@gmail.com

U posljednjih petnaestak godina staništa sivog vuka u Hrvatskoj doživjela su značajne promjene pod utjecajem antropogenih aktivnosti, posebice izgradnje vjetroelektrana (VE). Planiranju VE prethodila su istraživanja provedena metodom fotozamki (FZ) te ponekad GPS telemetrije. Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije 2024. godine objavilo je Karte osjetljivosti prostora RH na razvoj solarnih i vjetroelektrana za velike zvijeri, gdje je prostor podijeljen u šest kategorija osjetljivosti. U ovom istraživanju testirana je Karta osjetljivosti područja za razvoj VE tako da su unijeti položaji FZ koje su zabilježile vuka (153 FZ) te podaci prikupljeni GPS telemetrijom šest jedinki. Istraživanja su provedena u Alpinskoj i Mediteranskoj biogeografskoj regiji. Za obje metode izračunat je postotak događaja vuka u svakoj kategoriji staništa. Rezultati su analizirani zasebno za svaku metodu i objedinjeno. Metodom FZ najmanje je događaja vuka zabilježeno na područjima umjerene osjetljivosti (kategorija 3), a zatim na područjima iznimno visoke (6), umjereno visoke (4), najniže (1) i niske osjetljivosti (2), dok je najviše događaja bilo na području visoke osjetljivosti (5). Podaci GPS telemetrije pokazuju najmanje događaja u kategoriji 1, zatim u 3, 6, 2 i 4, dok je najviše zabilježeno u 5. Kombinacijom rezultata najmanji postotak događaja vuka utvrđen je u kategorijama 3 i 6, a potom u 1, 2, 4 i 5. Unatoč razlikama među metodama, zajedničko im je mali broj događaja vuka u kategorijama 3 i 6 te najveći u 5. Rezultati ovog istraživanja bitno se razlikuju od podataka prikazanih na kartama osjetljivosti, koje su izrađene modeliranjem za sve tri velike zvijeri. Budući da vuk, ris i medvjed pripadaju različitim rodovima-porodicama te imaju bitno različite etološke i ekološke značajke, bilo bi potrebno izraditi karte osjetljivosti zasebno za svaku vrstu. Također bi trebalo razmotriti promjenu korištenih modela ili uključivanje dodatnih parametara u proces modeliranja.

Ključne riječi: Sivi vuk (*Canis lupus*), vjetroelektrane, Karte osjetljivosti prostora RH, fotozamke, GPS telemetrija

TESTING THE SENSITIVITY MAP FOR LARGE CARNIVORES BASED ON GREY WOLF (*CANIS LUPUS*) DATA OBTAINED BY CAMERA TRAPS AND GPS TELEMETRY

In the past fifteen years, the habitats of the grey wolf in Croatia have undergone significant changes due to anthropogenic activities, particularly the construction of wind farms (WF). The planning of WF was preceded by research conducted using camera traps (CT) and occasionally GPS telemetry. In 2024, the Ministry of Environmental Protection and Green Transition published Sensitivity Maps of Croatia for the development of solar and wind farms for large carnivores, divided into six categories. In this study, the sensitivity map was tested by entering the positions of CT that recorded wolves (153 CT) and GPS telemetry data from six individuals. Research was conducted in the Alpine and Mediterranean biogeographic regions. For both methods, the percentage of wolf events was calculated for each habitat category. Results were analyzed separately and combined. Using CT, the fewest wolf events were recorded in areas of moderate sensitivity (category 3), followed by extremely high (6), moderately high (4), lowest (1), and low (2), while the highest number was found in high sensitivity (5). GPS telemetry data showed the fewest events in category 1, followed by 3, 6, 2, and 4, with the highest also in category 5. Combining the results, the lowest percentage of wolf events was found in categories 3 and 6, followed by 1, 2, 4, and 5. Despite differences between methods, both showed few wolf events in categories 3 and 6 and the most in 5. Results of this research differ from the data presented on the sensitivity maps, which were produced by modelling for all three large carnivores. Since the wolf, lynx, and bear belong to different genera-families and have markedly different ethological and ecological traits, sensitivity maps should be prepared separately for each species. It would also be necessary to reconsider the models used or include additional parameters in the modelling process.

Keywords: Grey wolf (*Canis lupus*), wind farms, sensitivity maps of Croatia, camera traps, GPS telemetry

P - 68

UVIJEK BUDITE SPREMNI ZA SURADNJU - REHABILITACIJA I VRAĆANJE MLADUNCA EURAZIJSKOG RISA U PRIRODU

Beneta Dijana[1], Boras Jadranko[1]

[1]Ustanova Zoološki vrt grada ZAgreba, Zagreb, Fakultetsko dobro 1, Croatia

dijana.beneta@zoo.hr

Studija slučaja rehabilitacije i ponovnog uvođenja u prirodu subadultne jedinke euroazijskog risa (*Lynx lynx*) u Hrvatskoj primjer je kako suradnja među institucijama može biti ključna za uspješan odgovor na neočekivane situacije u zaštiti prirode. Euroazijski ris je autohtona, srednje velika mačka, zaštićena nacionalnim zakonom i kritično ugrožena. Populacija risa u Hrvatskoj je mala, izolirana i ima izuzetno malu genetsku raznolikost. Ugrožena je gubitkom i fragmentacijom staništa, krivolovom i nedostatkom plijena, zbog čega je svaka jedinka izuzetno važna za opstanak vrste. U 2017. godini, Interventni tim za vuka i risa u Hrvatskoj pronašao je napušteno dvomjesečno mladunče mužjaka risa. Mladunče je rehabilitirano u Zoološkom vrtu Grada Zagreba tijekom 3 mjeseca, a zatim je provelo još 4 mjeseca u nastambi za prilagodbu u Nacionalnom parku Risnjak, uz financijsku podršku Ministarstva zaštite okoliša i energetike. Nakon toga, ris je pušten u prirodu (soft release) i praćen GPS ogrlicom nekoliko mjeseci. Razvijanje suradnje među institucijama i organizacijama sa specifičnim znanjima i iskustvom često donosi produktivne rezultate u projektima očuvanja prirode. Glavni cilj ove prezentacije je potaknuti institucije i organizacije da se aktivno uključe u suradnju s terenskim stručnjacima, čime će se omogućiti provedba učinkovitih integriranih *in-situ* i *ex-situ* projekata, bez obzira na njihov opseg ili dostupna financijska sredstva.

Ključne riječi: euroazijski ris, rehabilitacija, suradnja institucija, ponovno uvođenje u prirodu

ALWAYS BE READY FOR NETWORKING - CASE OF REHABILITATION AND REINTRODUCTION OF LYNX CUB

This case study of the rehabilitation and reintroduction of a subadult Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Croatia illustrates how collaboration among institutions is crucial for successful responses to unexpected conservation situations. The Eurasian lynx is a native, medium-sized cat species that is protected by national law and critically endangered. The lynx population in Croatia is small, isolated, and has extremely low genetic diversity. It is threatened by habitat loss and fragmentation, poaching, and prey depletion, making each individual lynx vitally important for the survival of the species. In 2017, the Croatian Wolf and Lynx Intervention Team discovered an abandoned two-month-old male lynx cub. The cub was rehabilitated at the Zagreb Zoo for 3 months and then spent an additional 4 months in a pre-release enclosure in Risnjak National Park, with financial support from the Ministry of Environmental Protection and Energy. Afterward, the lynx was soft-released into the wild and monitored with a GPS collar for several months. Developing collaboration among institutions and organizations with specific knowledge and experience often results in productive outcomes in nature conservation projects. The main goal of this presentation is to encourage institutions and organizations to actively engage in collaboration with field experts, thus enabling the implementation of effective, integrated *in-situ* and *ex-situ* projects, regardless of their scale or available financial resources.

Keywords: Eurasian lynx, rehabilitation, inter-institutional collaboration, reintroduction

P - 69

SLUČAJ VRSTE *LINDENIA TETRAPHYLLA* (VANDER LINDEN, 1825) NA OTOKU MLJETU – RAZRIJEŠENA ZAGONETKA MJESTA RAZMNOŽAVANJA

Štih Koren Ana[1], Lauš Boris[1], Petrokov Luka[1]

[1]Udruga Hyla, Zagreb, Lipovac I kbr. 7, Hrvatska

ana.stih@hhdhyla.hr

Vretence jezerski regoč (*Lindenia tetraphylla*) prisutno je u mediteranskoj biogeografskoj regiji Hrvatske. Vrsta ima visoki disperzijski potencijal, odnosno odrasle jedinke mogu letjeti na velike udaljenosti, stoga lokacije opažanja odraslih ne upućuju nužno na mjesta razmnožavanja ili blizinu pogodnih vodnih tijela. Razmnožavanje se potvrđuje isključivo ličinkama, svlakovima ili teneralnim jedinkama. Za razmnožavanje su im potrebna velika, stalna vodna tijela s razvijenom obalnom i vodenom vegetacijom te djelomično ili potpuno otvorene, blago položene obale kamenitog dna prekrivenog tankim slojem pijeska i mulja. *L. tetraphylla* je vrsta s Dodatka II Direktive o staništima i u Hrvatskoj postoji nacionalni monitoring protokol kojim se populacija prati na lokacijama s potvrđenim razmnožavanjem. Do ovog istraživanja takve su lokacije bile: jezera Ponikve i Njivice (Krk), Velo blato (Pag), Vransko jezero (Biograd), akumulacija Vlačine, Baćinska jezera i delta Neretve. Na Mljetu je prvi put zabilježena 2009., kada je pronađena samo jedna odrasla jedinka, bez potvrde razmnožavanja. Opažanja odraslih tada su tumačena kao zalutale jedinke radi nedostatka otvorenih hranilišta zbog pošumljenosti. Naša sustavna istraživanja tijekom lipnja i srpnja 2024. na četiri lokacije (Kozarica, Blato, Sobra, Prožura) po prvi put su potvrdila razmnožavanje pronalaskom 31 svlaka na blatini Blato. Tijekom obilazaka 2025. svlakovi su ponovno pronađeni, potvrđujući razmnožavanje na otoku. Iako Blato, Sobra i Kozarica nisu idealna staništa za emergenciju (malo blago položenih obala, obale prekrivene tršćacima), nalaz svlakova potvrđuje da se ličinke mogu prilagoditi i manje optimalnim staništima. Predlaže se uspostava nove monitoring lokacije na blatini Blato, sa standardiziranim prebrojavanjem svlakova na stalnom transektu i višegodišnjim ponavljanjem te da se planirane akcije čišćenja provode mozaično i izvan vršnog perioda emergencije, uz očuvanje postojećih mikrostaništa za emergenciju.

Ključne riječi: Odonata, svlakovi, emergencija, Natura 2000, monitoring, restauracija

THE CASE OF *LINDENIA TETRAPHYLLA* (VANDER LINDEN, 1825) ON MLJET ISLAND – BREEDING SITE MYSTERY SOLVED

The dragonfly *Lindenia tetraphylla* occurs in the Mediterranean biogeographical region of Croatia. The species has high dispersal potential, with adults capable of flying long distances, so adult records do not necessarily indicate breeding sites. Reproduction is confirmed only by larvae, exuviae, or teneral individuals, and requires large, permanent water bodies with developed aquatic and shoreline vegetation and gently sloping, partly or fully open stony shores with sand and silt. *L. tetraphylla* is listed in Annex II of the Habitats Directive, and in Croatia national monitoring tracks populations at sites with confirmed reproduction, including Ponikve and Njivice Lakes (Krk), Velo Blato (Pag), Vransko Lake (Biograd), Vlačine Reservoir, Baćinska Lakes, and the Neretva Delta. On Mljet, the species was first recorded in 2009, when only one adult was found, without evidence of reproduction. Adults were then considered stray due to the lack of open feeding habitats in the forested surroundings. Our systematic surveys in June–July 2024 at four sites (Kozarica, Blato, Sobra, Prožura) confirmed reproduction for the first time, with 31 exuviae found at Blato. During 2025 surveys, exuviae were again recorded, confirming ongoing reproduction on the island. Although Blato, Sobra, and Kozarica are not ideal emergence habitats (few gently sloping shorelines, margins covered by reedbeds), the exuviae at Blato show that larvae can complete development even in less-than-optimal habitats. We propose establishing a new national-level monitoring site at Blato, with standardized exuviae counts along a fixed transect repeated over multiple years, and implementing any cleaning as mosaic interventions outside the peak emergence period, and preserving existing emergence microhabitats.

Keywords: Odonata, exuviae, emergence, Natura 2000, monitoring, habitat restoration

P - 70

MALA POVRŠINA, VELIKA BIORAZNOLIKOST: HERPETOLOŠKA I ENTOMOLOŠKA ISTRAŽIVANJA KUNAGORE I VINAGORE

Petrokov Luka[1], Lauš Boris[1], Kranželić Daria[1]

[1]Udruga Hyla, Zagreb, Lipovac I. 7, Hrvatska

luka.petrokov@hhdhyla.hr

Tijekom 2024. godine provedena su istraživanja herpetofaune, vretenaca i kornjaša na budućem zaštićenom području Kunagore i Vinagore u Hrvatskom Zagorju s ciljem izrade preliminarnih popisa vrsta te isticanja važnosti ovoga područja u kontekstu zaštite prirode Republike Hrvatske. Od vodozemaca je zabilježeno četiri vrste žaba, jedna vrsta vodenjaka te jedna daždevnjaka, među kojima se ističe žuti mukač (*Bombina variegata*), vrsta s Dodatka II Direktive o staništima, a od gmazova su zabilježene četiri vrste zmija te tri vrste guštera. Vodena staništa na istraživanom području nisu dovoljno raznolika, stoga se zabilježio manji broj vretenaca koji tamo mogu obitavati. Zabilježeno je sedam vrsta, od čega su najznačajniji nalazi gorskog potočara (*Cordulegaster heros*), također vrste s Dodatka II. Najveći naglasak istraživanja bio je na kornjašima, pri čemu je ukupno potvrđeno 122 vrste, uključujući šest vrsta s Dodatka II: *Morimus asper funereus*, *Cerambyx cerdo*, *Rosalia alpina*, *Lucanus cervus*, *Osmoderma barnabita* i *Carabus (variolosus) nodulosus*. Od 97 zabilježenih saproksilnih vrsta kornjaša na istraživanom području je, prema Crvenom popisu saproksilnih kornjaša Europe, za 47 vrsta procijenjena kategorija ugroženosti, dok za njih 50 još nisu izrađene procjene. Jedna se vrsta smatra ugroženom na području Europske unije (EN), sedam vrsta gotovo ugroženima (NT), za tri nedostaje podataka za procjenu (DD), a 36 ih je najmanje zabrinjavajuće (LC). Raznolikost staništa na području budućeg zaštićenog područja Kunagora i Vinagora temelj je bogate bioraznolikosti, usprkos relativno maloj površini istraživanog područja. S obzirom da je ovo bila prva godina istraživanja, u budućnosti možemo očekivati još više zabilježenih vrsta, a sve zbog dobro očuvanih staništa koja imaju potencijal za podržavanje većeg broja vrsta različitih ekoloških zahtjeva.

Ključne riječi: Kunagora, Vinagora, herpetofauna, entomofauna, Direktiva o staništima

HIGH BIODIVERSITY ON A SMALL SCALE: HERPETOLOGICAL AND ENTOMOLOGICAL FINDINGS FROM KUNAGORA AND VINAGORA

In 2024, the diversity of herpetofauna, dragonflies, and beetles was surveyed in the future protected area of Kunagora and Vinagora in Hrvatsko Zagorje. The goal was to compile preliminary species lists and highlight why this small corner of Croatia deserves big attention in conservation. Among amphibians, four frog species, one newt, and one salamander were recorded, with the yellow-bellied toad (*Bombina variegata*), on the Annex II of the Habitats Directive, standing out. Reptiles added four snake and three lizard species. Aquatic habitats proved less diverse, with only seven dragonfly species recorded - though the Balkan goldenring (*Cordulegaster heros*, Annex II) stood out as a highlight. Beetles, however, were especially well represented: 122 species in total, including six species on the Annex II (*Morimus asper funereus*, *Cerambyx cerdo*, *Rosalia alpina*, *Lucanus cervus*, *Osmoderma barnabita*, and *Carabus nodulosus*). Among the 97 saproxylic beetles, 47 already have European Red List assessments: one Endangered, seven Near Threatened, three Data Deficient, and 36 of Least Concern, while 50 species remain unevaluated. Remarkably, such richness was found in a relatively small area, where diverse habitats form the foundation of high biodiversity. As this was only the first year of surveys, many more species are expected to be revealed - showing that even small places can hold big surprises.

Keywords: Kunagora, Vinagora, herpetofauna, entomofauna, Habitats Directive

P - 71

PRELIMINARY RESEARCH WITHIN THE PROJECT: MULTIFACETED APPROACH TO UNDERSTAND FRESHWATER MUSSEL DECLINE AND RESILIENCE IN THE FACE OF GLOBAL WARMING

Piria Marina[1], Weber Alexandra[2], Zając Tadeusz[3], Špelić Ivan[1], Novosel Stjepan[4], Kovačević Marija[5], Doboš Marko[6], Mioduchowska Monika[7], Zając Katarzyna[3], Lajtner Jasna[8]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska;
[2]Department of Aquatic Ecology, Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Dübendorf, Ueberlandstrasse 133, Switzerland;
[3]Institute of Nature Conservation, Polish Academy of Sciences, Krakow, Al. A. Mickiewicza 33, Poland;
[4]Vitaprojekt, Zagreb, Ilica 191C, Croatia;
[5]Javna ustanova za upravljanje zaštićenim područjem Požeško-slavonske županije, Požega, Županijska 7, Hrvatska;
[6]Park prirode Papuk, Voćin, Trg Gospe Voćinske 11, Croatia;
[7]Department of Evolutionary Genetics and Biosystematics, Faculty of Biology, University of Gdańsk, Gdańsk, ul. Wita Stwosza 59, Poland;
[8]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Croatia

mpiria@agr.hr

The Anthropocene is marked by a global decline in biodiversity, with freshwater mussels (Unionidae) among the most threatened groups. The *Unio crassus* species complex, recently shown to include several cryptic species such as *U. crassus* (s. str.) and *U. nanus*, faces rapid population declines, yet the drivers of mortality remain unclear. Evidence suggests that climate change, particularly heatwaves, indirectly promotes pathogen and parasite outbreaks, contributing to mussel losses. The aim of this paper is (i) to present the MAPS HRZZ project, which aims to conduct comprehensive research on the *U. crassus* complex, and (ii) to provide a preliminary survey of the status of *U. crassus* in Croatian rivers. The project integrates conservation genomics, microbiome analyses, epigenomics, and transcriptomics across populations in Croatia and Poland. By combining ecological, molecular, and fitness data, it will establish a novel framework for disentangling abiotic and biotic stressors shaping freshwater mussel decline and resilience. The preliminary survey to collect data on *U. crassus* populations for this project included, to date, 20 rivers with 31 localities in Croatia where the species was historically abundant. The 2025 survey revealed that *U. crassus* became extinct at 11 sites, six populations were in poor condition, and only 14 sites still supported healthy populations. Extinctions are likely linked to anthropogenic river modifications and severe pollution, while poor conditions appear to be associated with agricultural runoff, wastewater discharge, and climate change. Healthy populations were confined to upper river courses with limited anthropogenic impact. Extinction sites of the species occur both within protected areas, including Natura 2000 sites, and in unprotected regions. These findings highlight that species-level protection alone is insufficient for the preservation of *U. crassus* and that effective habitat protection is essential for its long-term survival.

Keywords: *Unio crassus* complex, anthropogenic impact, extinction, decline, climate change

P - 72

PILOT ISTRAŽIVANJE POVEZANOSTI RAZINE TJELESNE AKTIVNOSTI, SNAGE STISKA ŠAKE I UHRANJENOSTI KOD ADOLESCENATA

Šetinc Maja[1], Rajić Šikanjić Petra[1], Škarić-Jurić Tatjana[1]

[1]Institut za antropologiju, Zagreb, Gajeva 32, Hrvatska

maja.setinc@inantro.hr

Adolescencija je ključna razvojna faza u kojoj se usvajaju obrasci ponašanja s dugoročnim zdravstvenim posljedicama. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati povezanost tjelesne aktivnosti i mišićne snage sa stanjem uhranjenosti među adolescentima kako bi se razjasnili mogući uzroci visoke prevalencije prekomjerne tjelesne težine i pretilosti u ovoj populaciji. Ispitivanje je provedeno na uzorku od 120 srednjoškolaca oba spola iz Zagreba. Metodom anketiranja utvrđena je njihova tjedna razina tjelesne aktivnosti, uključujući organizirane (sportske i rekreativne) te slobodne aktivnosti. Uz to, mišićna snaga im je procijenjena mjerenjem snage stiska obje šake korištenjem hidrauličnog dinamometra Jamar. Na temelju izmjerenih antropometrijskih podataka izračunat im je indeks tjelesne mase (ITM = težina (kg) / visina² (m²)), a adolescenti su klasificirani u četiri kategorije uhranjenosti: pothranjeni, normalne tjelesne težine, prekomjerne težine i pretili. Pri tome su korištene dobno i spolno specifične percentilne granične vrijednosti prema standardima International Obesity Task Force (IOTF). Podaci su analizirani korištenjem univarijatnih i bivarijatnih statističkih metoda, dok je za procjenu međudjelovanja ispitivanih varijabli (uključujući dob i spol) primijenjen multivarijatni logistički regresijski model. Rezultati su pokazali očekivanu negativnu povezanost između razine tjelesne aktivnosti i mišićne snage s prisutnošću prekomjerne tjelesne težine i pretilosti. Ipak, kako bi se potvrdila pouzdanost identificiranih odnosa, potrebno je provesti dodatna istraživanja na većim uzorcima adolescenata. Utvrđivanje razine tjelesne aktivnosti i njezina utjecaja na stanje uhranjenosti kod mladih od posebne je važnosti za osmišljavanje učinkovitih strategija prevencije pretilosti i njenih negativnih zdravstvenih posljedica.

Ključne riječi: prekomjerna težina, pretilost, indeks tjelesne mase, tjelesna aktivnost, adolescencija

RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY LEVEL, HAND GRIP STRENGTH, AND NUTRITIONAL STATUS IN ADOLESCENTS – A PILOT STUDY

Adolescence is a critical developmental stage during which behavioral patterns with long-term health consequences are established. The aim of this study was to investigate the relationship between physical activity, muscle strength and nutritional status among adolescents in order to clarify the potential causes of the high prevalence of overweight and obesity in this population. The study was conducted on a sample of 120 high school students of both sex from Zagreb. Their weekly level of physical activity, including organized (sports and recreational) and free-form activities, was determined through a survey. Additionally, their muscle strength was assessed by measuring the grip strength of both hands using a Jamar hydraulic dynamometer. Based on the measured anthropometric data, their body mass index (BMI = weight (kg) / height² (m²)) was calculated, and the adolescents were classified into four nutritional categories: underweight, normal weight, overweight, and obese. Age- and sex-specific percentile cutoff values according to the International Obesity Task Force (IOTF) standards were used for classification. The data were analyzed using univariate and bivariate statistical methods, while multivariate logistic regression modeling was applied to assess the interaction between the examined variables (including age and gender). The results showed the expected negative association between physical activity level and muscle strength with the presence of overweight and obesity. However, to confirm the validity of the obtained interaction pattern, further studies with larger adolescent samples are needed. Determining the level of physical activity and its impact on nutritional status in youth is of particular importance for designing effective strategies for preventing obesity and its negative health consequences.

Keywords: overweight, obesity, body mass index (BMI), physical activity, adolescence

P - 73

BAZALNE RAZINE KORTIKOSTERONA UTJEČU NA ANTIPREDATORSKO PONAŠANJE GUŠTERA VRSTE *PODARCIS SICULUS* I *PODARCIS MELISELLENSIS* U SINTOPIJSKIM POPULACIJAMA

Hranilović Dubravka[1], Nikolić Barbara[1], Starešinčić Ana[1], Gojak Tomislav[1,2], Glogoški Marko[1], Lisičić Duje[1], Blažević Sofia Ana[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Rooseveltov trg 6, Croatia;
[2]Udruga Hyla, Zagreb, Lipovac I, br. 7, Hrvatska

dubravka@biol.pmf.unizg.hr

U istočnom Jadranu obitavaju dvije vrste guštera iz roda *Podarcis*: krška gušterica, *Podarcis melisellensis* (PM) i primorska gušterica, *Podarcis siculus* (PS). Iako dijele brojne ekološke i morfološke osobine, PM je endemska, dok PS ima invazivni potencijal, prilagođava se urbanim područjima i kompetitivno je superiornija nad PM kad se nađu u sintopiji. Kortikosteron (CORT) je glavni glukokortikoidni hormon u gmazova, a ima ključnu ulogu u regulaciji energetskog metabolizma i ponašanja povezanog sa stresom. Susret jedinke s predatorom predstavlja snažan stresni podražaj, a njezin odgovor ovisi o ravnoteži između energetskog troška bijega i procjene rizika od predacije. Ovim smo istraživanjem obuhvatili 60 životinja (15 mužjaka i 15 ženki obiju vrsta) iz sintopičnih populacija PM i PS te ispitali: 1) stupanj opreznosti, promatranjem antipredatorskog ponašanja guštera u prirodnim uvjetima, i 2) konstitucijski tonus osi hipotalamus-hipofiza- nadbubrežna žlijezda (HPA), mjerenjem bazalne razine kortikosterona u serumu. Predatorski napad simuliran je testom udaljenosti početka bijega (Flight Initiation Distance, FID), uz bilježenje udaljenosti na kojoj gušter počinje bježati kad mu se eksperimentator približi. Ulovljene jedinke držane su u laboratorijskim uvjetima tri mjeseca prije žrtvovanja. Nakon brze dekapitacije, uzorci krvi uzeti su pipetom iz vrata te je iz njih, nakon zgrušavanja, određena razina CORT testom ELISA. Dvosmjerna analiza varijanci pokazala je značajan utjecaj vrste na FID ($p<0,0001$) i razinu CORT u serumu ($p=0,0138$), uz značajno više srednje vrijednosti u PS u usporedbi s PM. Vrijednosti izmjerenih parametara značajno su pozitivno korelirale ($p=0,0013$). Paralelizam između bazalne koncentracije CORT i FID-a ukazuje na mogućnost da bazalni tonus HPA-osi utječe na stupanj percepcije rizika od predacije te sugerira da konstitucijski povećana opreznost vrste *P. siculus* doprinosi njezinoj boljoj prilagodljivosti i ekološkoj dominaciji nad *P. melisellensis*.

Ključne riječi: HPA-os, opreznost, FID

BASAL CORTICOSTERONE LEVELS UNDERLIE ANTIPREDATOR RESPONSE IN SYNTOPIC POPULATIONS OF *PODARCIS SICULUS* AND *PODARCIS MELISELLENSIS*

Eastern Adriatic is inhabited by two Podarcis lizard species: Dalmatian wall lizard, *Podarcis melisellensis* (PM) and Italian wall lizard, *Podarcis siculus* (PS). Although they share striking ecological and morphological traits, PM is endemic, while PS is potentially invasive, easily adaptable to urban areas, and competitively superior to PM when found in syntopy. Corticosterone (CORT) is considered the main glucocorticoid hormone in reptiles, regulating energy metabolism and stress behavior. Encounter of a predator represents a highly stressful event, and antipredator response depends on the balance between the cost of fleeing and the perception of a predation risk. In this study we focused on 60 animals (15 males, 15 females of both species) from syntopic PM and PS populations and explored: 1) degree of cautiousness, by studying antipredator behavior of free- ranging lizards in the field, and 2) constitutional hypothalamus-pituitary-adrenal (HPA) tone, by measuring the basal serum corticosterone levels. Predatory attack was simulated by the flight initiation distance (FID) test, recording the distance at which a lizard would start fleeing when approached by the experimenter. Collected animals were kept in laboratory conditions for three months. Blood samples were drawn from the severed neck following quick decapitation. After clotting, CORT levels were determined by ELISA. Two-way ANOVA significantly higher mean values in PS compared to PM. Values of the measured parameters displayed significant positive correlation ($p=0.0013$). Parallelism between the basal CORT concentration and FID indicates that the basal tone of the HPA axis may affect perception of the predation risk, and suggests that constitutionally increased cautiousness of *P. siculus* may contribute to its better adaptability and ecological dominance over *P. melisellensis*.

Keywords: HPA axis, cautiousness, FID

P - 74

HISTOLOŠKA GRAĐA OKA ZIDNOG MACAKLINA (*TARENTOLA MAURITANICA*)

Franko Romana[1], Miljković Josip[1], Gojak Tomislav[2], Šikić Dunja[3], Glogoški Marko[3], **Lisičić Duje**[3], Devčić Lucija[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zagreb, Heinzelova 55, Hrvatska;
[2]Udruga Hyla, Zagreb, Lipovac I 7, Hrvatska;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

duje.lisicic@biol.pmf.hr

Zidni macaklin (*Tarentola mauritanica*) noćna je vrsta guštera porijeklom iz zapadnog Mediterana. U Hrvatskoj obitava na otoku Hvaru i u gradu Zadru. Cilj ovog istraživanja je ispitati mikroskopsku građu oka zidnog macaklina te povezati njegove histološke značajke s biologijom ove vrste. Oči pet odraslih jedinki fiksirane su u otopini 10 %-tnog neutralnog puferiranog formalina. Nakon dehidracije i bistrenja, uklopljene su u parafin i izrezane na 6 µm mikrotomom (Leica, HistoCore BIOCUT, Njemačka). Rezovi su obojeni hematoksilin- eozinskom metodom. Preparati su analizirani svjetlosnim mikroskopom Digicyte DX50 (Digicyte, Zagreb, Hrvatska), fotografirani Digicyte BigEye kamerom, a slike obrađene u programu Digicyte Capture. Očna jabučica zidnog macaklina sastoji se od vanjske, srednje i unutarnje ovojnice. U očnoj jabučici nalazi se leća koja zauzima većinu prostora. Vanjska ovojnica građena je od rožnice i bjeloočnice. Rožnica se sastoji od vanjskog epitela, prednje granične membrane, strome, stražnje granične membrane i stražnjeg (unutarnjeg) epitela. U bjeloočnici je uočen sloj građen od hijaline hrskavice. Od elemenata srednje očne ovojnice opisani su šarenica, cilijarno tijelo i dijelovi žilnice. Između tih elemenata uočena su vlakna poprečno-prugastog mišićnog tkiva. Unutarnju ovojnicu čini čunjićasta mrežnica. Mrežnica se sastoji od pigmentnog i neuralnog sloja. U neuralnom sloju razlikuje se devet slojeva. Conus papillaris je vidljiv kao pigmentirana, vaskularizirana, kupolasta izbočina koja polazi s površine mrežnice i prominira u staklovinu. Dobiveni rezultati doprinose boljem razumijevanju prilagodbi oka na noćni način života te mogu poslužiti kao referenca za buduća komparativna istraživanja očiju gmazova. Osim toga, rezultati proširuju spoznaje iz područja veterinarske oftalmologije, a u vezi s egzotičnim i divljim životinjskim vrstama.

Ključne riječi: histologija, zidni macaklin, oko

HISTOLOGICAL STRUCTURE OF THE EYE IN THE COMMON WALL GECKO (T*ARENTOLA MAURITANICA*)

The common wall gecko (*Tarentola mauritanica*) is a nocturnal lizard species native to the western Mediterranean. In Croatia, it is found on the island of Hvar and in the city of Zadar. The aim of this study was to investigate the microscopic structure of the eye of the common wall gecko and to relate its histological features with the biology of this species. The eyes of five geckos were fixed 10% neutral buffered formalin. The samples were embedded in paraffin and cut into 6 µm sections using a microtome (Leica, HistoCore BIOCUT, Germany). These sections were stained with hematoxylin and eosin. The slides were studied using a Digicyte DX50 microscope (Digicyte, Zagreb, Croatia), photographed with a Digicyte BigEye camera and images were processed with Digicyte Capture software. The eyeball of the common wall gecko consisted of a fibrous (outer), vascular (middle) and nervous (internal) tunic. The lens is located within the eyeball and occupies most of its space. The fibrous tunic of the eyeball was composed of the cornea and sclera. In the cornea all 5 layers were identified. A layer of hyaline cartilage was observed within the sclera. Of the vascular tunic, the iris, the ciliary body, and parts of the choroid were described. The fibers of striated muscle were also identified. The internal tunic consisted of the cone retina. The components of the inner ocular layer were distinguished, including the pigmented and the neural layer of the retina. The identifiable parts of the neural retina included 9 layers. The conus papillaris appeared as a pigmented, vascularized, dome-shaped protrusion that originated from the retinal surface and extended into the vitreous body. These results contribute to a better understanding of visual adaptations to nocturnal activity and may serve as a reference for future comparative studies of reptilian eyes. Additionally, the results expand the knowledge base of veterinary ophthalmology regarding exotic and wild species.

Keywords: histology, common wall gecko, eye

P - 75

ERITROCITNE NEPRAVILNOSTI U MUŽJAKA PRIMORSKE GUŠTERICE (*PODARCIS SICULA*) S OTOČIĆA POD MRČARU

Lisičić Duje[1], Tot Mario[2], Gojak Tomislav[3], Glogoški Marko[1], Štambuk Anamaria[1], Belić Maja[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zagreb, Heinzelova 55, Hrvatska;
[3]Udruga Hyla, Zagreb, Lipovac I br. 7, Hrvatska

duje.lisicic@biol.pmf.hr

Primorska gušterica (*Podarcis siculus*) jedna je od najistraživanijih vrsta gmazova na Jadranu, a otočne populacije predstavljaju vrijedan model za proučavanje fizioloških, morfoloških i ekoloških prilagodbi u izoliranim uvjetima. Posebno je zanimljiva populacija s malog otočića Pod Mrčaru u blizini Lastova, gdje je ljudski utjecaj minimalan te se pretpostavlja da okolišni stresori ne igraju značajnu ulogu u promjenama krvne slike ovih životinja. Cilj ovog istraživanja bio je analizirati krvne razmaze mužjaka primorske gušterice s otočića Pod Mrčaru i opisati pojavnost jezgrinih i citoplazmatskih nepravilnosti u eritrocitima. Krvni razmazi obrađeni su standardnim hematološkim tehnikama i pregledani svjetlosnim mikroskopom na dijelu monosloja razmaza. Za svaku životinju analiziran je reprezentativan broj stanica. Jezgrine nepravilnosti obuhvaćale su: urezanu jezgru, jezgru sličnu urezanoj, izbočenu, režnjevitu, duplu, ekscentričnu i piknotičnu jezgru, dok su u citoplazmatske nepravilnosti ubrojane mega stanice, mikrociti i eritrociti sa citoplazmatskim vakuolama. U okviru obrade podataka, analizirana je i prevalencija te kompozicija različitih tipova staničnih nepravilnosti. Rezultati su pokazali da su nepravilnosti eritrocita prisutne u značajnom dijelu uzoraka pri čemu je veća pojavnost jezgrinih u odnosu na citoplazmatske nepravilnosti. Najučestalija nepravilnost bila je jezgra slična urezanoj. Međutim, općenito gledano, uočena je niska učestalost morfoloških promjena u eritrocitima, što je u skladu s pretpostavkom da životinje iz netaknutih staništa nisu izložene izraženim genotoksičnim ili citotoksičnim stresorima. Dobiveni nalazi predstavljaju vrijedan doprinos u razumijevanju bazalnih vrijednosti krvne morfologije primorske gušterice te pružaju podlogu za buduća istraživanja hematoloških parametara u ovoj i srodnim vrstama gmazova.

Ključne riječi: bazalne hematološke vrijednosti, hematologija gmazova, jezgre eritrocita

ERYTHROCYTE ABNORMALITIES IN MALE ITALIAN WALL LIZARD (*PODARCIS SICULA*) FROM THE ISLAND POD MRČARU

The Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) is one of the most studied reptile species in the Adriatic, and its island populations represent a valuable model for the study of physiological, morphological and ecological adaptations under isolated conditions. Of particular note is the population on the small island of Pod Mrčaru near Lastovo, where human impact is minimal and environmental stressors are not thought to play a significant role in the changes in the blood profile of these animals. The aim of this study was to analyse blood smears from male Italian wall lizards from Pod Mrčaru and to describe the occurrence of nuclear and cytoplasmic abnormalities in the erythrocytes. The blood smears were processed using standard hematological procedures and examined under a light microscope in the monolayer region. A representative number of cells were analysed for each animal. Nuclear abnormalities included: notched nucleus, notched related nucleus, blebbed, lobed, double, eccentric and pyknotic nucleus, while cytoplasmic abnormalities included megalocytes, microcytes and erythrocytes with cytoplasmic vacuoles. The data analysis also included the prevalence and composition of the different types of cellular abnormalities. The results showed that erythrocyte abnormalities were present in a significant proportion of samples, with nuclear abnormalities being more common than cytoplasmic abnormalities. The most common abnormality was the notched related nucleus. Overall, however, the observed frequency of morphological changes in erythrocytes was low, which is consistent with the assumption that animals from pristine habitats are not exposed to pronounced genotoxic or cytotoxic stressors. The results provide a valuable contribution to the understanding of blood morphological baseline values in the Italian wall lizard and provide a basis for future research on hematological parameters in this and related reptile species.

Keywords: basal hematological values, erythrocyte nuclei, reptile hematology

P - 76

PRELIMINARNI REZULTATI ISTRAŽIVANJA STRESA KAO ODREDNICE STUPNJA UHRANJENOSTI ADOLESCENATA GRADA ZAGREBA

Fuchs Nives[1], Žebec Mislav Stjepan[1], Pribačić Vanda[1], Barać Lauc Lovorka[1]

[1]Institut za antropologiju, Zagreb, Ljudevita Gaja 32, Hrvatska

nives.fuchs@inantro.hr

Adolescencija je ključno razvojno razdoblje tijekom kojeg stres može značajno utjecati na tjelesno zdravlje, posebno kroz prehrambene navike i regulaciju tjelesne mase. Kroničan stres aktivira hipotalamusno-hipofizno-adrenalnu (HHA) os, što dovodi do povišene razine kortizola, povezanog s pojačanim apetitom i sklonošću energetski bogatoj hrani, čime se povećava rizik od pretilosti. Kod nekih pojedinaca stres može imati suprotan učinak – potiskivanje apetita i smanjen unos hrane, što može rezultirati pothranjenošću. Hormonalne promjene i socio-okolišni pritisci dodatno povećavaju osjetljivost adolescenata na nezdrave obrasce ponašanja. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati percipiranu razinu stresa kod 140 adolescenata (oba spola) iz srednjih škola u Zagrebu pomoću Cohenove ljestvice percipiranog stresa (PSS-10), te istražiti povezanost stresa sa stupnjem uhranjenosti, uz uvažavanje moderirajućih varijabli (strategije suočavanja sa stresom, tjelesna aktivnost, prehrambene navike). Nutritivni status procijenjen je standardnim antropometrijskim mjerama (BMI i opseg struka) te analizom sastava tijela metodom bioelektrične impedancije putem Visbody 3D skenera, koji daje podatke o postotku i ukupnoj masi masti. Rezultati su pokazali da većina ispitanika ima umjerenu razinu stresa, uz izražene inter-individualne razlike. Odnos stresa i nutritivnog statusa pokazao se složenim zbog zasebnih i interakcijskih utjecaja moderirajućih čimbenika. Hrana se često doživljava kao nagrada i sredstvo suočavanja sa stresom, što upućuje na potrebu za ranim intervencijama usmjerenim na razvoj zdravih strategija suočavanja sa stresom.

Ključne riječi: adolescencija, percipirani stres, stupanj uhranjenosti

PRELIMINARY FINDINGS ON STRESS AS A DETERMINANT OF NUTRITIONAL STATUS AMONG ADOLESCENTS IN THE CITY OF ZAGREB

Adolescence is a key developmental stage during which stress can significantly impact physical health, particularly through its effects on eating behaviors and body weight regulation. Chronic stress activates the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis, increasing cortisol levels, which is associated with heightened appetite and a preference for energy-dense foods, thereby raising the risk of obesity. In contrast, some individuals may experience appetite suppression and reduced food intake under stress, potentially leading to undernutrition. Hormonal changes and socio-environmental pressures further increase adolescent vulnerability to unhealthy behavior patterns. This study aimed to assess perceived stress levels in a sample of 140 adolescents (male and female) attending secondary schools in Zagreb, using Cohen's Perceived Stress Scale (PSS-10), and to explore the relationship between stress and nutritional status. Moderating variables included stress coping strategies, physical activity and dietary habits. Nutritional status was assessed through standard anthropometric measures (BMI and waist circumference) and body composition analysis using bioelectrical impedance via the Visbody 3D body scanner, providing data on fat mass percentage and total fat mass. Findings showed that most participants reported moderate stress levels, with considerable inter-individual variability. The relation between stress and nutritional status has proven to be complex due to the separate and interacting effects of moderating factors. Preliminary results indicate that adolescents often use food as a reward and a stress coping mechanism. These insights highlight the importance of early detection and targeted interventions to foster healthy coping strategies that do not involve negative dietary behaviors.

Keywords: adolescents, perceived stress, nutritional status

P - 77

POVEZANOST RAZINA VITAMINA D I SISTEMSKE UPALE U BOLESNIKA S HASHIMOTOVIM TIREOIDITISOM

Kaličanin Dean[1], Žnidar Vanna[1], Cvek Maja[2], Barić Ana[2], Vuletić Marko[2], Sladić Sanda[2], Lovrić Torlak Vesela[2], Punda Ante[2], Boraska Perica Vesna[1]

[1]Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Katedra za medicinsku biologiju, Kaštel Kambelovac, Šoltanska 2A, Hrvatska;
[2]KBC Split, Klinički zavod za nuklearnu medicinu, Split, Spinčićeva ulica 1, Hrvatska

dkalican@mefst.hr

Vitamin D je poznat po protuupalnom djelovanju, no njegova uloga u imunopatologiji Hashimotovog tireoiditisa (HT) još uvijek nije sasvim jasna. Stoga je cilj naše studije istražiti povezanost statusa vitamina D i sistemske upale u velikoj skupini bolesnika s HT-om, koristeći proteomsko profiliranje. U studiju je uključeno 257 ispitanika s HT-om i 173 kontrolna ispitanika iz Hrvatske biobanke pacijenata s HT- om (CRO-HT). Ispitanici s HT-om su razvrstani u tri skupine (eutiroidni, liječeni levotiroksinom (LT4) i hipotireoidni), te dodatno prema statusu vitamina D na deficijentne (< 20 ng/mL) ili suficijentne (≥ 20 ng/mL). Razine vitamina D su mjerene pomoću LIAISON 25 (OH) Vitamin D Total kemiluminiscentnog imunoeseja. Proteomsko profiliranje na 92 upalna proteina provedeno je pomoću Olink Target 96 Inflammation panela. Povezanost između razina vitamina D i ekspresije određenog biomarkera testirana je modelom linearne regresije, uz korekciju za dob, spol, indeks tjelesne mase, pušenje i sezonalnost uzorkovanja vitamina D. U kontrolnoj skupini nismo pronašli značajnu povezanost između inflamatornih proteina i vitamina D. Međutim u ispitanika s HT-om pronašli smo nekoliko značajnih rezultata: IFN-GAMMA ($\beta = 0{,}174$, $P = 0{,}018$) u vitamin D suficijentnih eutiroidnih pacijenata; CCL23 ($\beta = 0{,}094$, $P = 0{,}033$) i FGF-5 ($\beta = 0{,}064$, $P = 0{,}037$) u vitamin D deficijentnih eutiroidnih pacijenata; IL-2RB ($\beta = 0{,}073$, $P = 0{,}032$) u vitamin D suficijentnih LT4- liječenih pacijenata; GDNF ($\beta = -0{,}030$, $P = 0{,}049$) u vitamin D deficijentnih hipotireoidnih pacijenata. U ovoj smo studiji pokazali da je povezanost između vitamina D i specifičnih inflamatornih proteina posebno vidljiva u slučajevima kada je imunološki sustav već narušen, kao što je kod bolesti HT, te da se ta povezanost može razlikovati ovisno o funkciji štitnjače i statusu LT4-terapije. Naši rezultati pružaju nove uvide u potencijalnu ulogu vitamina D u ovoj učestaloj autoimunoj bolesti.

Ključne riječi: Hashimotov tireoiditis; vitamin D; biomarkeri; proteomika; sistemska upala

ASSOCIATION OF VITAMIN D LEVELS AND SYSTEMIC INFLAMMATION IN PATIENTS WITH HASHIMOTO'S THYROIDITIS

Vitamin D is known for its anti-inflammatory effects, yet its role in immunopathology of Hashimoto's thyroiditis (HT) is still not clear. Therefore, we aimed to investigate the association between vitamin D and systemic inflammation in a large cohort using high-throughput proteomic profiling. We enrolled 257 HT patients and 173 controls from the Croatian biobank of patients with HT (CRO-HT). Patients were classified into three groups (euthyroid, levothyroxine (LT4)-treated, and hypothyroid) and further by vitamin D status into deficient (< 20 ng/mL) or sufficient (≥ 20 ng/mL). Vitamin D levels were measured using the LIAISON 25 (OH) Vitamin D Total chemiluminescence immunoassay, while 92 inflammatory proteins were measured using the Olink Target 96 Inflammation panel. Associations between vitamin D levels and biomarker expression were evaluated by linear regression, adjusting for age, gender, BMI, smoking, and seasonality. In the control group, we found no significant association between vitamin D levels and inflammatory proteins. However, in patients with HT, we found several significant associations with: IFN-GAMMA ($\beta = 0.174$, $P = 0.018$) in vitamin D-sufficient euthyroid patients; CCL23 ($\beta = 0.094$, $P = 0.033$) and FGF-5 ($\beta = 0.064$, $P = 0.037$) in vitamin D deficient euthyroid patients; IL-2RB ($\beta = 0.073$, $P = 0.032$) in vitamin D sufficient LT4-treated patients; GDNF ($\beta = -0.030$, $P = 0.049$) in vitamin D deficient hypothyroid patients. In this study, we demonstrated that the association between vitamin D and specific inflammatory proteins is particularly evident in cases where the immune system is already compromised, such as in HT. We also show that these associations vary depending on thyroid function and LT4-treatment status. Our findings provide novel insights into the potential role of vitamin D in this common autoimmune disease and contribute to a better understanding of its immunomodulatory effects.

Keywords: Hashimoto's thyroiditis; Vitamin D; biomarkers; proteomics; systemic inflammation

P – 78

DJELOVANJE POSTBIOTIKA NA MODELU UPALNE BOLESTI CRIJEVA *IN VITRO*

Marta Protrka[1], Karla Ostojić[1], Petra Korać[1], Inga Urlić[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

marta.protrka@biol.pmf.hr

Fermentirani čaj kombucha se konzumira tisućama godina i prepisuju mu se mnoga ljekovita svojstva. Dosad je dokazano kako ima značajan antioksidacijski učinak i potencijalno pozitivno djelovanje na mnoge bolesti od kojih su neke i upalne bolesti crijeva. S obzirom da za upalne bolesti crijeva ne postoji terapija koja dovodi do izlječenja, istražuju se novi faktori uključeni u patologiju bolesti kao što je oksidacijski stres i očuvanje epitelne barijere probavnog sustava. Ovaj rad istražuje učinak postbiotika kombuche na ljudskom staničnom modelu ko-kulture staničnih linija Caco-2 i THP-1. Uspostavljeni su modeli zdrave epitelne membrane i epitelne membrane u stanju upale te su tretirani postbiotikom kombuche. Ispitano je je preventivno i terapijsko djelovanje kombuche. Mjerenjem transepitelnog otpora pokazano je da kombucha jača integritet epitelne membrane crijeva. Mjerenjem razine reaktivnih vrsta kisika nije pokazan statistički značajan učinak oksidacijskih stres. Međutim, analiza ekspresije gena za enzime oksidacijskog stresa pokazala je da ih stanje upale blago pojačava i da tretman kombuchom značajno povećava ekspresiju katalaze (CAT) i superoksidne dismutaze 1 (SOD1). Rezultati istraživanja upućuju na potencijalno bolji integritet crijevne barijere i veću spremnost obrane od oksidacijskog stresa pri konzumaciji fermentiranog čaja kombuche.

Ključne riječi: kombucha, IBD, oksidacijski stres

THE EFFECT OF POSTBIOTICS ON *IN VITRO* MODEL OF INFLAMMATORY BOWEL DISEASE

Fermented kombucha tea has been consumed for thousands of years and is thought to have healing properties. It has been confirmed to have a significant antioxidative effect and potentially positive effect on many diseases, among which is Inflammatory bowel disease (IBD). Current IBD therapies do not offer a complete cure for the disease, so new targets such as oxidative stress and gut-barrier disruption are being investigated. This study focuses on the effect of kombucha postbiotics on a human cell co-culture model using Caco-2 and THP-1 cell lines. I established a healthy co-culture and an inflamed one and I treated them both with the postbiotic in different test groups which investigate kombucha's preventative and therapeutic potential. By measuring the transepithelial electrical resistance (TEER), I showed that the postbiotic has an influence on improving barrier integrity. Measurements of reactive oxygen species did not show statistically significant decrease nor increase in oxidative stress. But gene expression analysis of antioxidant enzymes showed that inflammation causes a slight increase in their expression and that treatment with kombucha alone, causes a drastic increase in expression of catalase (CAT) and superoxide dismutase 1 (SOD1). Overall, the findings suggest that consuming fermented kombucha tea may improve the gut barrier integrity and enhance the body's defense against oxidative stress.

Keywords: kombucha, IBD, oxidative stress

P - 79

MOŽE LI MIKROPLASTIKA SMANJITI UNOS NANOČESTICA SREBRA U KORJENČIĆE LUKA?

Loknar Dorian[1], Cvjetko Petra[1], Komazec Bruno[1], Pavoković Dubravko[1], Šikić Sandra[2], Hadraba Daniel[3], **Balen Biljana**[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar", Zagreb, Mirogojska cesta 16, Hrvatska;
[3]IPHYS BioImaging Facility, The Czech Academy of Sciences, Prague, Vídeňská 1083, Czechia

bbalen@biol.pmf.hr

Nanočestice srebra (AgNPs) i mikroplastika (MPs), oboje prisutni u proizvodima široke potrošnje, značajni su zagađivači okoliša, a mogu se akumulirati u biljkama i izazvati fitotoksične učinke. Međutim, MPs mogu vezati AgNPs i utjecati na njihov transport, bioraspoloživost i toksičnost. U ovom istraživanju, korjenčići luka (*Allium cepa*) izloženi su 72 sata samim AgNPs s omotačima od polivinilpirolidona (PVP) ili cetil trimetil amonijevog bromida (CTAB), u koncentraciji od 10,79 mg/L, ili u kombinaciji s MPs od polistirena (PS-MPs) ili polimetil metakrilata (PMMA-MPs) u koncentracijama od 40 i 400 mg/L. Cilj je bio utvrditi imaju li MPs učinak na unos AgNPs i razlikuju li se učinci ovisno o omotaču AgNPs ili vrsti polimera MPs. Spektrometrija masa uz induktivno spregnutu plazmu (ICP-MS) pokazala su unos oba tipa AgNPs u korjenčiće, koji je za AgNP-CTAB bio značajno veći od AgNP-PVP. U kombiniranim tretmanima, oba tipa MPs smanjila su unos AgNP-PVP-a; i dok su obje konc. PS-MPs dosljedno reducirale akumulaciju Ag, PMMA-MPs pri 40 mg/L smanjio je unos Ag, ali ga je konc. od 400 mg/L povećala u usporedbi sa samim AgNP-PVP. Za AgNP-CTAB, sve kombinacije s MPs rezultirale su smanjenim unosom, osobito s PMMA-MPs. Mikroskopija koja mjeri vrijeme života fluorescencije (FLIM) otkrila je veliki broj čestica AgNP-PVP u vršku korijena, zoni elongacije i rubnim stanicama. AgNP-CTAB je također otkriven u većim količinama u sličnim regijama. U kombiniranim tretmanima, pojava AgNP značajno se smanjila, s česticama otkrivenim u vrhu korijena i zoni produljenja, uglavnom na vanjskoj strani korijena. Ova studija pokazuje da omotač AgNP i vrsta i koncentracija MPs značajno utječu na unos AgNP u korjenčiće luka te da MPs mogu smanjiti akumulaciju AgNPs u biljnim tkivima, potencijalno mijenjajući njihove fitotoksične učinke. Interakcije između AgNPs i MPs naglašavaju potrebu istraživanja kombinirane izloženosti kontaminantima pri procjeni ekoloških rizika za biljke.

Ključne riječi: mikroplastika, nanočestice srebra, *Allium cepa*, ICP-MS, FLIM

CAN MICROPLASTICS REDUCE THE UPTAKE OF SILVER NANOPARTICLES IN ONION ROOTS?

Silver nanoparticles (AgNPs) and microplastics (MPs), both of which are found in a variety of consumer products, are persistent environmental pollutants. Both can accumulate in plants and cause phytotoxic effects. However, MPs can adsorb AgNPs and thus alter their transport, bioavailability and toxicity. In this study, *Allium cepa* roots were exposed for 72 hours to 10.79 mg/L AgNPs coated with polyvinylpyrrolidone (PVP) or cetyltrimethylammonium bromide (CTAB), alone or with polystyrene (PS-MPs) and polymethylmethacrylate microplastics (PMMA-MPs) at concentrations of 40 and 400 mg/L. The aim was to determine whether MPs affect AgNP uptake and how the effects vary depending on the AgNP coating or MP polymer type. Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) showed that both AgNPs penetrated the roots, with AgNP-CTAB showing significantly higher uptake than AgNP-PVP. In combined treatments, both MPs reduced AgNP-PVP uptake, with PS-MPs consistently reducing Ag content. PMMA-MPs at 40 mg/L decreased silver uptake, but 400 mg/L increased it compared to AgNP-PVP alone. For AgNP-CTAB, all combinations with MPs resulted in decreased uptake, especially with PMMA-MPs. Fluorescence lifetime imaging microscopy (FLIM) showed a large number of AgNP-PVP in the root tip, elongation zone and marginal cells. AgNP-CTAB was also detected in large amounts in similar regions. In combined treatments, AgNP occurrence decreased significantly, with particles detected in the root tip and elongation zone, mainly on the outside of the root. This study demonstrates that both the AgNP surface coating and the type and concentration of MPs significantly affect AgNP uptake in *A. cepa* roots and that MPs can attenuate AgNP accumulation in plant tissues, potentially altering their phytotoxic effects. The interactions between AgNPs and MPs highlight the need to consider combined exposure to contaminants when assessing environmental risks to plants.

Keywords: microplastics, silver nanoparticles, *Allium cepa*, ICP-MS, FLIM

P - 80

SOMATSKA EMBRIOGENEZA: EVOLUCIJSKI ODJEK PRIMORDIJALNOG REPRODUKTIVNOG PROGRAMA BILJAKA

Leljak-Levanić Dunja[1], Koska Sara[2], Malenica Nenad[1], Bigović Villi Kian[2], Futo Momir[2], Jagić Mateja[1], Čorak Nina[2], Tušar Anja[2], Kasalo Niko[2], Domazet-Lošo Mirjana[3], Vlahoviček Kristian[1], Domazet-Lošo Tomislav[2]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička 54, Hrvatska;
[3]Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, Unska 3, Hrvatska

dunja@zg.biol.pmf.hr

Somatska embriogeneza (SE) je razvojni proces u kojem dolazi do diferencijacije somatske stanice u stanje iz kojeg može aktivirati svoj embriogeni potencijal. Ovaj proces odvija se neovisno o mejozi i oplodnji, te predstavlja snažan primjer totipotentnosti biljnih stanica. U uvjetima *in vitro*, taj se proces obično potiče primjenom specifičnih biljnih regulatora rasta ili izlaganjem stanica ili tkiva stresnim uvjetima. Budući da SE u prirodi nije česta, njena biološka važnost dugo je bila zanemarivana. U ovom istraživanju uspostavili smo robustan sustav somatske embriogeneze vinove loze (*Vitis vinifera L.*) koji nam je omogućio analizu transkriptoma 12 uzastopnih razvojnih stadija. Pokazalo se da su tijekom SE eksprimirani gotovo svi anotirani geni vinove loze (99,56 %), a kako bi pokazali postoji li povezanost između mehanizma SE i evolucijskog razvoja biljaka, ekspresijske podatke 12 razvojnih stadija povezali smo s evolucijskom starošću eksprimiranih gena. Analiza je ukazala na jasno izražen razvojni obrazac poznat kao model "pješčanog sata", pri čemu je srcoliki stadij identificiran kao filotipska faza, odnosno razvojni stadij s najvećim stupnjem evolucijske konzerviranosti. Zaključno, naši rezultati ukazuju na to da somatska embriogeneza nije pojednostavljena varijanta zigotske embriogeneze, već punopravni razvojni proces koji uključuje gotovo cjelokupnu dostupnu genetičku informaciju. Nadalje, filotipska faza u središnjem, srcolikom stadiju SE ukazuje na snažniju evolucijsku analogiju između razvoja životinja i somatske embriogeneze, nego između zigotne embriogeneze biljaka i životinja. Dobiveni rezultati potvrđuju pretpostavku da somatska embriogeneza predstavlja primordijalni embriogeni put očuvan u biljkama tijekom njihove evolucije.

Ključne riječi: somatska embriogeneza, filotranskriptomika, *Vitis vinifera*

SOMATIC EMBRYOGENESIS: EVOLUTIONARY ECHO OF THE PRIMORDIAL REPRODUCTIVE PROGRAM OF PLANTS

Somatic embryogenesis (SE) is a developmental process in which a somatic plant cell dedifferentiates into an embryo-competent state and activates its embryogenic program. This occurs independently of meiosis and fertilization, serving as a powerful example of plant cell totipotency. In vitro, this process is usually triggered by specific plant growth regulators or by the application of stress conditions to cultured somatic cells or tissues. As it does not occur frequently in nature, the biological significance of SE has long been underestimated. In our study, we established a robust system of somatic embryogenesis in grapevine (*Vitis vinifera L.*) that allowed us to analyze transcriptomes across 12 consecutive developmental stages. Remarkably, almost all annotated *V. vinifera* genes (99.56%) were expressed during SE. To determine whether the SE of *V. vinifera* correlates with the evolutionary trajectory of the plant lineage, we linked the transcriptome expression values of 12 SE developmental stages with the evolutionary age of *V. vinifera* genes. The analysis revealed a well-supported hourglass-shaped concept of development with the heart stage as the phylotypic stage (most evolutionarily conserved) in the SE of grapevine. In summary, our results show that somatic embryogenesis is not a simplified derivative of zygotic embryogenesis, but rather a full- fledged developmental process that utilizes essentially all available protein-coding information. Furthermore, due to phylotypic stage determined in the mid-stage of SE, we have shown a better evolutionary system-level analogy between animal development and plant somatic embryogenesis than between animal and plant zygotic embryogenesis. These results support the hypothesis that somatic embryogenesis may represent a primordial pathway of embryogenesis that plants have retained throughout evolution.

Keywords: somatic embryogenesis, phylotranscriptomics, *Vitis vinifera*

P - 81

STABILNOST POLIFENOLA LUKOVICE LUKA I BIOAKTIVNOSTI TIJEKOM PROBAVE *IN VITRO*

Vujčić Bok Valerija[1], Gagić Sanja[1], Šola Ivana[2], Kašnjar Perković Petra[1], Rubinić Lucija[1], Celinić Nika[1], Rusak Gordana[2], Maleš Željan[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zagreb , A. Kovačića 1, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno- matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

vvujcicbok@pharma.hr

Cilj ovog istraživanja je ispitati stabilnost ukupnih fenola (TP), ukupnih hidroksicimetnih kiselina (THA) i ukupnih flavonola (TFL) lukovica luka tijekom probave *in vitro*. Ispitivana je i antioksidacijska i antiglikacijska aktivnost. Prije pokusa probave *in vitro*, lukovice luka s korijenčićima izložene su u staklenim epruvetama 24- satnom tretmanu vodenim ekstraktom kamilice (testni tretman) ili vodom (kontrola) u klimatskoj komori na 23 °C/16 h dnevno/8 h noć. Sadržaj polifenola u ekstraktu kamilice iznosio je 13,04 mg EGA/g DW za TP, 8,83 mg ECA/g DW za THA i 8,11 EQ/g DW za TFL. Ekstrakt kamilice imao je visoke vrijednosti antioksidacijske (FRAP: 92,57 %) i antiglikacije (BSA metoda: 80,18 %) aktivnosti. Nakon inkubacije lukovice luka očišćene su od zaštitnih suhih ovojnih listova i korijena. Lukovice su isprane vodom, narezane i sušene u laboratorijskoj pećnici na 90°C. Ekstrakti su pripremljeni u 70 %-tnom etanolu od usitnjenih lukovica luka u koncentraciji od 50 g/L. Navedeni ekstrakti korišteni su za in vitro eksperiment modela probave. Antioksidacijska i antiglikacijska aktivnost kao i ukupni fenoli, ukupne hidroksicimetne kiseline, ukupni flavonoli, mjereni su u ekstraktu lukovice luka (7,5 g/L) prije (početna faza) i nakon in vitro digestije (salivarna, želučana i crijevna faza). Poboljšanje antioksidacijske i antiglikacijske aktivnosti te sadržaja TP, THA i TFL zabilježeno je u gotovo svim fazama probave *in vitro* u luku prethodno tretiranim ekstraktom kamilice. Ovi rezultati pokazali su pozitivan utjecaj pred tretmana kamilice na stabilnost polifenola lukovica luka, te na antioksidacijsko i antiglikacijsko djelovanje tijekom in vitro probave.

Ključne riječi: *Allium cepa L.*, *Matricaria recutita L.*, polifenoli, antioksidacijska aktivnost, antiglikacijska aktivnost

STABILITY OF ONION BULBS POLYPHENOLS AND BIOACTIVITY DURING IN VITRO DIGESTION

The goal of this research is to test the stability of total phenols (TP), total hydroxycinnamic acids (THA), and total flavonols (TFL) of onion bulbs during in vitro digestion. Antioxidant and antiglycation activity were also tested. Before the in vitro digestion experiment, onion bulbs with roots were exposed in glass tubes to a 24 h treatment of chamomile water extract (test treatment) or water (control) in a climate chamber at 23 °C/16 h day/8 h dark. Polyphenol content of chamomile extract was 13.04 mg EGA/g DW for TP, 8.83 mg ECA/g DW for THA, and 8.11 EQ/g DW for TFL. Chamomile extract had high values of antioxidant (FRAP method: 92.57 %) and antiglycation (BSA method: 80.18%) activity. After incubation, onion bulbs were cleaned of protective dry, papery scales and roots. Bulbs were rinsed with water, sliced, and dried in the laboratory oven at 90°C. Extracts were prepared in 70 % ethanol from ground onion bulb material at a concentration of 50 g/L. These extracts were used for an in vitro digestion model experiment. Antioxidant (FRAP method) and antiglycation (BSA method) activity, and total phenols, total hydroxycinnamic acids, total flavonols, were measured in onion bulb extracts (7.5 g/L) before (initial phase) and after in vitro digestion (salivary, gastric, and intestinal phases). Improvement of antioxidant and antiglycation activity and content of TP, THA, and TFL were recorded in almost all phases of in vitro digestion in onions pretreated with chamomile extract. These results presented a positive influence of chamomile pretreatment on the stability of onion bulbs' polyphenols, antioxidant, and antiglycation activity during in vitro digestion.

Keywords: *Allium cepa L.*, *Matricaria recutita L.*, phenolics, antioxidant activity, antiglycation activity

P - 82

POJAČANA EKSPRESIJA ST-MIR482B MIJENJA EKSPRESIJU IMUNIH GENA I FENOTIP RASTA U KRUMPIRA

Jarić Bernard[1], Marković Iva[1], Mihaljević Snježana[1]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska

bjaric@irb.hr

Viroid vretenastog gomolja krumpira (PSTVd) je mali, nekodirajući RNA patogen koji uzrokuje opasne bolesti u krumpiru (*Solanum tuberosum*), dovodeći do smanjenog prinosa i poremećaja u razvoju. Molekularna osnova infekcije PSTVd-om uključuje složene interakcije između viroida i regulatornih sustava biljke domaćina. Viroid PSTVd izaziva simptome bolesti potičući proizvodnju malih RNA molekula (sRNA), koje u biljkama ometaju signalne puteve obrane i biosinteze hormona, pri čemu mikroRNA (miRNA) imaju važnu ulogu u tim procesima. Biljne miRNA djeluju usmjeravanjem kompleks za utišavanje RNA (RISC) na specifične glasničke RNA, što rezultira njihovim cijepanjem ili inhibicijom translacije, te na taj način fino reguliraju fiziološke, razvojne i obrambene procese u biljkama. U našem prethodnom istraživanju, nekoliko različito eksprimiranih miRNA identificirano je u listovima krumpira inficiranog viroidom PSTVd. Među njima, miR482b je važan regulator koji cilja gene za proteine NBS-LRR, koji su ključne komponente biljnog imunološkog sustava. U ovom istraživanju analizirali smo učinke pojačane ekspresije St-miR482b u transgenim biljkama krumpira. Biljke krumpira koje pojačano eksprimiraju miR482b pokazale su zakržljali rast, što upućuje na šire učinke na razvojne ili hormonske puteve, vjerojatno zbog poremećaja u prijenosu signala. Analiza lančanom reakcijom polimerazom u stvarnom vremenu (qPCR) potvrdila je povećanu ekspresiju miR482b u tim linijama, uz značajnu sniženu ekspresiju predviđenih ciljnih gena. Ovdje je raspravljena uloga miR482b u modulaciji obrambenih i razvojnih odgovora kod krumpira.

Ključne riječi: biljna mikroRNA, imunološki odgovor, miR482b, PSTVd, viroid

OVEREXPRESSION OF ST-MIR482B ALTERS THE EXPRESSION OF IMMUNE GENES AND GROWTH PHENOTYPE IN POTATO

Potato spindle tuber viroid (PSTVd) is a small, non-coding RNA pathogen that causes serious diseases in potato (*Solanum tuberosum*), leading to yield reduction and developmental disorders. The molecular basis of PSTVd infection involves complex interactions between the viroid and the regulatory systems of the host plant. PSTVd induces disease symptoms through the production of viroid-derived small RNAs (sRNAs) that interfere with plant defense signaling and hormone biosynthesis, with microRNAs (miRNAs) playing a role in these processes. Plant miRNAs function by directing the RNA-induced silencing complex (RISC) to target specific messenger RNAs for cleavage or translational repression, thereby fine-tuning plant physiological, developmental and defense-related processes. In our previous study, several differentially expressed miRNAs were identified in PSTVd-infected potato leaves. Among them, miR482b is an important regulator targeting genes for NBS-LRR proteins, which are crucial components of the plant immune system. In this study, we investigated the effects of overexpression of St-miR482b in transgenic potato plants. The miR482b-overexpressing potato plants showed stunted growth, suggesting broader effects on developmental or hormonal pathways, possibly due to impaired signaling. Quantitative PCR analysis (qPCR) confirmed the increased expression of miR482b in these lines, accompanied by a significant down-regulation of its predicted target genes. Here, the role of miR482b in the modulation of defense and growth responses in potato is discussed.

Keywords: immune response, plant microRNA, miR482b, PSTVd, viroid

P - 83

ANTIGLIKACIJSKA AKTIVNOST FITOKEMIKALIJA CVJETOVA PRIJE I POSLIJE LJUDSKE PROBAVE *IN VITRO*

Vujčić Bok Valerija[1], Bosiljevac Domagoj[1], Šola Ivana[2], Vujkres Ana[2], Rusak Gordana[2], Maleš Željan[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zagreb, A. Kovačića 1, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Horvatovac 102a, Hrvatska

vvujcicbok@pharma.hr

Cilj našeg istraživanja bio je ispitati stabilnost ukupnih i pojedinačnih identificiranih spojeva (polifenola i vitamina C) te antiglikacijsko djelovanje etanolnih ekstrakata tepala Heuffelova šafrana (*Crocus heuffelianus Herb.*), latica duhana i crnog sljeza (*Nicotiana tabacum L.* i *Malva sylvestris L.*) te sterilnih jezičastih cvjetova nevena i suncokreta (*Calendula officinalis L.* i *Helianthus annuus L.*) prije i tijekom ljudske probave *in vitro*. Antiglikacijska aktivnost ispitana je metodom inhibicije glikacije goveđeg serumskog albumina (BSA). Za određivanje ukupnih i pojedinačnih spojeva korištena je RP-HPLC analiza. U gotovo svim uzorcima latica duhana utvrđene su najviše vrijednosti ukupnih identificiranih flavonoida, ferulinske kiseline, siringinske kiseline, p-hidroksibenzojeve kiseline, kvercetina i vitamina C. Najveće vrijednosti kempferola i sinapinske kiseline utvrđene su u svim uzorcima šafranovih tepala. Od ispitivanih cvjetnih dijelova pet biljnih vrsta, neven se ističe kao najbolji izvor vanilinske kiseline, a crni sljez kao najbolji izvor izoramnetina. Najveći ukupni identificirani spojevi, ukupni identificirani fenoli, ukupne identificirane fenolne kiseline te najveći udjeli protokatehinske kiseline, kavene kiseline, p-kumarinske kiseline i galne kiseline izmjereni su u gotovo svim ekstraktima sterilnih jezičastih cvjetova suncokreta prije i tijekom in vitro probave. Uzorci duhana, crnog sljeza, nevena i suncokreta imali su snažno antiglikacijsko djelovanje (> 70 %) prije i tijekom in vitro probave. Naši rezultati pokazuju da cvjetovi i dijelovi cvijeta (tepala i latice) mogu poslužiti kao održivi i vrijedni izvori bioaktivnih fitokemijskih spojeva s potencijalnom primjenom u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji.

Ključne riječi: antiglikacijska aktivnost, bioaktivne fitokemikalije, *Calendula officinalis L.*, *Crocus heuffelianus Herb.*, *Helianthus annuus L.*, *Malva sylvestris L.*, N*icotiana tabacum L.*

ANTIGLYCATION ACTIVITY OF PHYTOCHEMICALS FROM FLOWERS BEFORE AND AFTER IN VITRO HUMAN DIGESTION

The goal of our study was to test stability of total and individual identified compounds (polyphenols and vitamin C), and antiglycation activity of ethanolic extracts from Heuffel's saffron tepals (*Crocus heuffelianus Herb.*), tobacco and black mallow petals (*Nicotiana tabacum L.* and *Malva sylvestris L.*) and sterile ligulate flowers of marigold and sunflower (*Calendula officinalis L.* and H*elianthus annuus L.*) before and during in vitro human digestion. Antiglycation activity was assessed through the inhibition of bovine serum albumin (BSA) glycation. RP-HPLC analysis was used for determination of total and individual compounds. In almost all tobacco petals samples, the highest values of total identified flavonoid, ferulic acid, syringic acid, p-hydroxybenzoic acid, quercetin and vitamin C were detected. The highest values of kaempferol and sinapic acid were detected in all saffron tepal samples. Among the examined flowering parts of the five plant species, marigold stood out as the best source of vanillic acid, while black mallow was the best source of isorhamnetin. The highest contents of total identified compounds, total identified phenols, total identified phenolic acids, as well as the highest levels of protocatechuic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, and gallic acid were measured in almost all sunflower sterile ligulate flowers extracts before and during in vitro digestion. Tobacco, black mallow, marigold and sunflower samples had strong antiglycation activity (> 70%) before and during in vitro digestion. Our results suggest that flowers or flower parts (tepals and petals) can serve as sustainable and valuable resources of bioactive phytochemicals with potential uses in pharmaceutical and food industries.

Keywords: antiglycation activity, bioactive phytochemicals, *Calendula officinalis L.*, *Crocus heuffelianus Herb.*, *Helianthus annuus L.*, *Malva sylvestris L.*, *Nicotiana tabacum L.*

P - 84

OPSEŽNO ALTERNATIVNO PREKRAJANJE UROČNJAKOVA GENA *BPM2* REGULIRA SUBCELULARNU LOKALIZACIJU PROTEINA

Keresteš Gaj[1], Jagić Mateja[1], Miškec Karlo[1], Jarić Bernard[2], Medić Krševan[1], Leljak-Levanić Dunja[1], Bauer Nataša[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[2]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska

gaj.kerestes@biol.pmf.hr

Porodica proteina MATH-BTB je uključena u regulaciju biljnog razvitka i odgovora na abiotički stres. Proteini MATH-BTB su najpoznatiji kao specifični adapteri supstrata ubikvitin-ligaza E3 ovisnih o kulinu 3, ali opisane su i neke funkcije neovisne o kulinu 3. Genom uročnjaka *Arabidopsis thaliana* sadrži šest gena *MATH BTB* (BPM1-6), od kojih svi sadrže introne. Bioinformatička analiza najnovijeg transkriptoma *A. thaliana*, AtRTD3, za koji je korišteno sekvenciranje cijelih mRNA, otkrila je da geni *BPM* prolaze opsežno alternativno prekrajanje i kodiraju ukupno 56 izoformi transkripata koje kodiraju 38 različitih predviđenih proteina. Prema AtRTD3, BPM2 kodira 16 izoformi transkripata (najveći broj među genima *BPM*) koje kodiraju 9 predviđenih proteina. Svi predviđeni proteini BPM2 imaju konzerviranu N-terminalnu MATH-domenu i pokazuju varijabilnost u C-terminalnim BTB i BACK domenama te signalima jezgrene lokalizacije. Prisutnost različitih varijanti prekrajanja *BPM2* analizirana je RT-PCR-om u različitim razvojnim fazama, od klijanja sjemena do cvjetanja biljaka, pri četiri različite temperature (4 °C, 24 °C, 37 °C i 45 °C). Najčešća i najzastupljenija varijanta bila je *BPM2.12* (TAIR BPM2.1), koja kodira najduži BPM2 protein s najpotpunijim sadržajem domena. Dvije dodatne varijante prekrajanja koje kodiraju predviđene proteine koji nisu uključeni ni u jednu bazu podataka otkrivene su u cvjetovima i somatskim embrijima pomoću Sanger sekvenciranja cijelog CDS-a. Subcelularna lokalizacija izoformi BPM2 analizirana je fluorescentnom mikroskopijom na 24 °C i 37 °C nakon agroinfiltracije GFP-BPM2 u listove duhana *Nicotiana benthamiana*. Razlika u lokalizaciji uočena je ne samo među različitim varijantama, već i pri različitim temperaturnim uvjetima. Ovi rezultati pokazuju da alternativno prekrajanje *BPM2* regulira subcelularnu lokalizaciju i utječe na funkciju BPM2 pod toplinskim stresom.

Ključne riječi: alternativno prekrajanje, MATH-BTB, subcelularna lokalizacija proteina

EXTENSIVE ALTERNATIVE SPLICING OF ARABIDOPSIS THALIANA *BPM2* GENE REGULATES PROTEIN SUBCELLULAR LOCALIZATION

The MATH-BTB protein family is involved in the regulation of plant development and abiotic stress response. The most well-known role of MATH-BTB proteins is as specific substrate adaptors of cullin 3 based E3 ubiquitin ligases, but some cullin-3-independent functions have also been described. The *Arabidopsis thaliana* genome contains six *MATH BTB* genes (*BPM1-6*), all of which contain introns. A bioinformatic analysis of the latest *A. thaliana* transcriptome, AtRTD3, that employed whole-mRNA sequencing, revealed that BPM genes undergo extensive alternative splicing and encode a total of 56 transcript isoforms that code for 38 different putative proteins. According to AtRTD3, *BPM2* encodes 16 transcript isoforms (the largest number among *BPM* genes) that encode 9 putative proteins. All putative BPM2 proteins have a conserved N- terminal MATH domain, and show variability in the C-terminal BTB and BACK domains and nuclear localization signals. The presence of various *BPM2* splicing variants was analyzed by RT-PCR in different developmental stages, from seed germination to flowering plants, exposed to four different temperatures (4 °C, 24 °C, 37 °C and 45 °C). The most common and abundant variant was *BPM2.12* (TAIR BPM2.1), which encodes the longest BPM2 protein with the most complete domain content. Additionally, two splice variants encoding putative proteins that aren't included in any database were detected in flowers and somatic embryos by whole-CDS Sanger sequencing. Subcellular localization of BPM2 isoforms was analyzed by fluorescent microscopy at 24 °C and 37 °C following agroinfiltration of GFP-BPM2s into *Nicotiana benthamiana* leaves. A difference in localization was observed not only between the different variants, but also at different temperature conditions. These results show that alternative splicing of BPM2 affects subcellular localization and influence BPM2 function under heat stress.

Keywords: alternative splicing, MATH-BTB, protein subcellular localization

P - 85

PROFILIRANJE BIFLAVONOIDA U LISTOVIMA 90 STABALA GINKGA (*GINKGO BILOBA* L.) PRIKUPLJENIH U HRVATSKOJ

Šamec Dunja[1], **Medvedec Barbara**[1], Jurčević Šangut Iva[1]

[1]Sveučilište Sjever, Koprivnica, Trg Dr. Zarka Dolinara 1, Hrvatska

dsamec@unin.hr; bmedvedec@unin.hr

Biflavonoidi su dimerni flavonoidi čija je pojavnost, uloga i obrasci akumulacije u biljkama još uvijek slabo istražena. Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.), ljekovita, ukrasna i prehrambena biljka, jedna je od poznatih vrsta koje akumuliraju biflavonoide, točnije 3',8''-biflavone. Iako je ginkgetin, prvi opisani biflavonoid, izoliran iz listova ginka prije gotovo jednog stoljeća, čimbenici koji utječu na akumulaciju biflavonoida i dalje nisu razjašnjeni. U sklopu projekta HRZZ GinkoBiFlav (UIP-2019-04-1018), kroz inicijativu građanske znanosti u jesen 2024. godine, prikupljeni su listovi s više od 100 stabala ginka diljem Hrvatske. Nakon odabira i isključivanja neodgovarajućih uzoraka, 90 listova analizirano je HPLC-DAD metodom s ciljem kvantifikacije pet biflavonoida: amentoflavona, bilobetina, ginkgetina, izoginkgetina i sciadopitisina. Bilobetin, ginkgetin, izoginkgetin i sciadopitisin detektirani su u svim uzorcima, dok je amentoflavon zabilježen u 61 od 90 uzoraka. Sciadopitisin je u većini uzoraka bio najzastupljeniji biflavonoid (572,42–3325,53 μg/g suhe mase), dok je amentoflavon bio najmanje zastupljen (96,41–1925,41 μg/g suhe mase). Općenito, profili biflavonoida pokazali su relativno konzervativan obrazac među stablima, pri čemu je redoslijed zastupljenosti bio: sciadopitisin > isoginkgetin > gikgetin > bilobetin > amentoflavone. Analiza dobnih skupina stabala pokazala je da mlađa stabla (<10 godina) akumuliraju veće količine biflavonoida u usporedbi sa starijima, što upućuje na dobno uvjetovanu regulaciju biosinteze. Spol stabla, međutim, nije imao značajan utjecaj na sadržaj biflavonoida. Ova istraživanja predstavljaju do sada najopsežniji skup podataka o prirodnoj varijabilnosti akumulacije biflavonoida u ginku te stvaraju temelj za buduća istraživanja njihove biosinteze, ekološke uloge i farmakološkog potencijala.

Ključne riječi: ginko, biflavonoidi, sciadopitisin

BIFLAVONOID PROFILING IN LEAVES OF 90 GINKGO (*GINKGO BILOBA* L.) TREES COLLECTED ACROSS CROATIA

Biflavonoids are dimeric flavonoids whose occurrence, roles, and accumulation patterns in plants remain poorly understood. Ginkgo (*Ginkgo biloba* L.), a medicinal, ornamental, and food plant, is one of the species known to accumulate 3',8''-biflavones. Although ginkgetin, the first biflavone, was isolated from ginkgo leaves nearly a century ago, the factors influencing biflavonoid accumulation are still unclear. As part of the HRZZ GinkoBiFlav project (UIP-2019-04-1018), and through a Citizen Science initiative in autumn 2024, we collected leaves from more than 100 ginkgo trees across Croatia. After discarding inadequate samples, 90 were analyzed by HPLC-DAD to quantify five biflavonoids: amentoflavone, bilobetin, ginkgetin, isoginkgetin, and sciadopitysin. Bilobetin, ginkgetin, isoginkgetin, and sciadopitysin were detected in all samples, whereas amentoflavone was present in 61 of 90 samples. Sciadopitysin was in most of the samples the most abundant biflavonoid (572.42–3325.53 µg/g dw), while amentoflavone was the least abundant (96.41–1925.41 µg/g dw). Overall, biflavonoid profiles appeared relatively conservative among trees, with the general order of abundance being sciadopitysin > isoginkgetin > ginkgetin > bilobetin > amentoflavone. Analysis of age-related differences showed that younger trees (<10 years) accumulated higher levels of biflavonoids compared to older trees, suggesting age-dependent regulation of biosynthesis. Tree sex, however, had no significant effect on biflavonoid content. These findings provide the most comprehensive dataset to date on natural variation in biflavonoid accumulation in ginkgo and establish a foundation for future studies on their biosynthesis, ecological role, and pharmacological potential.

Keywords: ginkgo, biflavonoids, sciadopitysin

P - 86

ODGOVOR ODABRANIH VRSTA KUPUSNJAČA NA ABIOTSKI STRES

Salopek Sondi Branka[1], Orehovec Iva[1], Majsec Kristina[1], Karačić Zrinka[1], Bauer Nataša[2], Drmić Josipa[2], Tkalec Mirta[2], Jasprica Nenad[3], Major Nikola[4], Kovačević Tvrtko Karlo[4], Goreta Ban Smiljana[4]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[3]Institut za more i priobalje Dubrovnik, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, Kneza Damjana Jude 12, Hrvatska;
[4]Institut za poljoprivredu i turizam Poreč, Poreč, Karla Huguesa 8, Hrvatska

salopek@irb.hr

Klimatske promjene negativno utječu na rast i razvoj biljaka te dovode do gubitka prinosa i kvalitete. Suša, visoke temperature i povećana slanost tla postali su važni abiotički stresni čimbenici za mnoge kulture, uključujući kupusnjače, posebno u mediteranskoj regiji. Zbog svoje visoke nutritivne vrijednosti i bogatstva vrijednim spojevima koji potiču zdravlje (polifenoli, glukozinolati, karotenoidi), kupusnjače su među najčešće konzumiranim povrćem. Divlje vrste kupusnjača, koje rastu u prirodi u ekstremnim uvjetima okoliša, mogu poslužiti kao model za istraživanje mehanizama tolerancije. U ovom projektu prikupljeno je sjeme različitih populacija divljih kupusa (*B. incana*) pronađenih na jadranskim otocima i korišteno za eksperimente odgovora na stres. Također smo koristili sjeme prethodno odabranih populacija raštike (*B. oleracea* var. *acephala*) pohranjenih u banci sjemena Instituta za poljoprivredu i turizam Poreč. Klijanci su u laboratorijskim uvjetima bili izloženi suši, visokim temperaturama, povišenoj slanosti i kombiniranim stresnim čimbenicima. Markeri oksidativnog stresa poput prolina i lipidne peroksidacije (MDA) određeni su spektrofotometrijski, specijalizirani metaboliti analizirani su pomoću UPLC-ESI-QqQ, a odabrani geni koji reagiraju na stres (NAC, DREB, HSF) analizirani su RT-qPCR-om. Odgovor na specifični abiotički stres specifičan je za populaciju. U osjetljivim ekopopulacijama, primijenjeni faktori stresa doveli su do jačeg odgovora i značajno veće promjene izmjerenih markera stresa poput prolina, MDA i hormona stresa nego u tolerantnijim ekopopulacijama. Salinitet i osmotski stres uzrokovali su drastičnije promjene u usporedbi s temperaturnim stresom. U kombiniranim uvjetima stresa, visoka temperatura može ublažiti štetne učinke saliniteta i suše. Tolerantnije populacije akumulirale su više polifenola i glukozinolata u uvjetima stresa, što je u skladu s njihovom antioksidativnom aktivnošću.

Ključne riječi: abiotski stres, kupusnjače, metaboliti, geni, tolerancija

RESPONSE OF SELECTED BRASSICA SPECIES TO ABIOTIC STRESS

Climate change has a negative impact on the plant growth and development and leads to losses in yield and quality. Drought, high temperatures and increased soil salinity have become important abiotic stress factors for many crops, including brassicas, especially in the Mediterranean region. Due to their high nutritional value and richness in valuable health-promoting compounds (polyphenols, glucosinolates, carotenoids), brassicas are among the most frequently consumed vegetables. Wild-growing species of brassicas, which grow in nature under extreme environmental conditions, can serve as a model for deciphering tolerance mechanisms. In this project, seeds from different populations of wild brassicas (*B. incana*) found on the Adriatic islands were collected and used for stress response experiments. We also used seeds from previously selected kale populations (*B. oleracea* var. *acephala*) stored in the seed bank of the Institute of Agriculture and Tourism Poreč. Brassica seedlings were exposed to drought, high temperatures, elevated salinity and combined stress factors in laboratory conditions. Oxidative stress markers such as proline and lipid peroxidation were determined spectrophotometrically, specialized metabolites were analysed using a UPLC-ESI-QqQ, and selected stress-responsive genes (NAC, DREB, HSF) were analysed by RT-qPCR. The response to a specific abiotic stress is population-specific. In sensitive ecopopulations, the applied stress factors led to a stronger response and a significantly greater change in the measured stress markers such as proline, MDA and stress hormones than in more tolerant ecopopulations. Salinity and osmotic stress caused more drastic changes compared to temperature stress. Under combined stress conditions, high temperature can mitigate the detrimental effects of salinity and drought. The more tolerant populations accumulated more polyphenols and glucosinolates under stress conditions, which is consistent with their antioxidant activity.

Keywords: abiotic stress, Brassica, metabolites, stress responsive genes, tolerance

P- 87

VIŠE OD BISFENOLA A: KOMBINIRANI UČINCI SMJESE BISFENOLA NA RAST I FIZIOLOGIJU STRESA BARSKE LEĆE *SPIRODELA POLYRHIZA*

Mirković Gabrijel[1], Varga Martina[1], Horvat Tomislav[1], Melnjak Anja[1], Mlinarić Selma[1], Kalinić Lidija[1], Katinić Zorana[1], Krstin Ljiljana[1], Miloloža Tihana[1]

[1]Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek, Ulica cara Hadrijana 8/A, Hrvatska

gabrijel.mirkovic@biologija.unios.hr

Zbog svoje široke industrijske primjene u plastici, termalnom papiru i epoksidnim smolama, bisfenoli sve češće završavaju u okolišu gdje mogu pokazivati hormonski aktivne i toksične učinke na žive organizme. Novi analozi bisfenola sve se više u industriji koriste kao zamjene za bisfenol A, koji je dokazano toksičan za okoliš i žive organizme. Međutim, znanje o kombiniranim učincima smjese bisfenola još je ograničeno. Cilj ove studije bio je procijeniti utjecaj smjese bisfenola (BPA, BPS, BPF, BPAF) na rast, fotosintetsku učinkovitost i biokemijske stresne odgovore barske leće pri okolišno relevantnoj koncentraciji (eng. *environmentally relevant concentration*, ERC, 0,3125 mg/L) i koncentraciji scenarija najgoreg slučaja (eng. *worst case scenario*, WCS, 6,25 mg/L). Pri ERC-u smjesa je stimulirala rast biljaka te povećala sadržaj klorofila b i ukupnog klorofila, dok fotosintetska učinkovitost (Fv/Fm), proteini i markeri oksidativnog stresa nisu pokazali značajne promjene. Blago povišene aktivnosti antioksidativnih enzima (CAT, APX i POD) te razina lipidne peroksidacije ukazivali su na blagi stanični stres, koji je učinkovito ublažen antioksidativnim sustavom. Nasuprot tome, izloženost pri WCS-u uzrokovala je izražene stresne odgovore, uključujući gubitak pigmenata, smanjenu Fv/Fm, pojačanu lipidnu peroksidaciju i indukciju antioksidativnih enzima, što je u konačnici dovelo do inhibicije rasta. Ovi rezultati pokazuju da čak i okolišno relevantna koncentracija smjese bisfenola može izazvati suptilne stresne odgovore u vodenim biljkama, dok više razine izloženosti jasno ugrožavaju njihov rast i fotosintetsku učinkovitost. Naša studija pruža nove spoznaje o ekotoksikološkom riziku smjese bisfenola za vodene makrofite i naglašava potrebu za proširenjem trenutnih procjena rizika izvan istraživanja pojedinačnih spojeva, kako bi se obuhvatila složenost kemijskih smjesa u vodenim ekosustavima.

Ključne riječi: *Spirodela polyrhiza*, bisfenoli (BPA, BPS, BPF, BPAF), fotosintetska učinkovitost, oksidativni stres, procjena rizika smjese bisfenola

BEYOND BISPHENOL A: COMBINED EFFECTS OF BISPHENOL MIXTURES ON GROWTH AND STRESS PHYSIOLOGY OF *SPIRODELA POLYRHIZA*

Owing to their extensive industrial use in plastics, thermal paper, and epoxy resins, bisphenols are increasingly detected in the environment where they may exhibit endocrine-disrupting and toxic effects on living organisms. New bisphenol analogues are increasingly used in industrial applications as substitutes for bisphenol A, which has been proven toxic to the environment and living organisms. However, knowledge about the combined effects of bisphenol mixtures remains limited. This study aimed to evaluate the impact of a bisphenol mixture (BPA, BPS, BPF, BPAF) on the growth, photosynthetic performance, and biochemical stress responses of common duckmeat at environmentally relevant (ERC, 0.3125 mg/L) and worst-case scenario (WCS, 6.25 mg/L) concentrations. At ERC, the mixture stimulated plant growth and increased chlorophyll b and total chlorophyll content, while photosynthetic efficiency (Fv/Fm), proteins, and oxidative stress markers remained unchanged. Slightly elevated antioxidative enzyme activities (CAT, APX and POD) and lipid peroxidation level indicated mild cellular stress, which was effectively counteracted by the antioxidant system. In contrast, WCS exposure caused pronounced stress responses, including pigment loss, reduced Fv/Fm, enhanced lipid peroxidation, and induction of antioxidant enzymes, ultimately resulting in growth inhibition. These findings show that even environmentally relevant levels of bisphenol mixtures can trigger subtle stress responses in aquatic plants, whereas higher exposures clearly threaten their growth and photosynthetic performance. Our study provides new insights into the ecotoxicological risks of bisphenol mixtures for aquatic macrophytes and emphasizes the need to expand current risk assessments beyond single-compound studies to capture the complexity of chemical mixtures in aquatic environments.

Keywords: *Spirodela polyrhiza*, bisphenols (BPA, BPS, BPF, BPAF), photosynthetic efficiency, oxidative stress, bisphenol mixture risk assessment

P - 88

HLAPLJIVI ORGANSKI SPOJEVI GRMASTE GLAVULJE (*GLOBULARIA ALYPUM* L.) IZ HRVATSKE I ITALIJE

Friščić Maja[1], Maleš Ivannka[2], Radman Sanja[3], Colonna Ginevra[4], Innangi Michele[5], Maleš Željan[1], Jerković Igor[6,7]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Zagreb, Ante Kovačića 1, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet, Split, Šoltanska 2A, Hrvatska;
[3]Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, Odsjek za Inženjerstvo i tehnologije, Split, Ruđera Boškovića 35, Hrvatska;
[4]Department of Earth and Environmental Science, University of Pavia, Pavia, Via Adolfo Ferrata 7, Italy;
[5]Department of Biosciences and Territory, University of Molise, Pesche, Contrada Fonte Lappone snc, Italy;
[6]Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, Odsjek za Kemiju, Split, Ruđera Boškovića 35, Hrvatska;
[7]Sveučilište u Splitu, Mediteranski institut za istraživanje života, Split, Meštrovićevo šetalište 45, Hrvatska

maja.friscic@pharma.unizg.hr

Hlapljivi organski spojevi (HOS-evi) osušenih nadzemnih dijelova grmaste glavulje (*Globularia alypum* L., Plantaginaceae) prikupljenih u Hrvatskoj (dva uzorka) i Italiji (jedan uzorak) izolirani su metodom mikroekstrakcije vršnih para na krutoj fazi (HS–SPME) te analizirani plinskom kromatografijom spregnutom sa spektrometrijom masa (GC–MS). Glavni hlapljivi spojevi uzoraka iz Hrvatske pripadali su skupinama seskviterpenskih ugljikovodika (14,30 – 27,02 %), alifatskih i aromatskih aldehida (20,94 – 24,38 %) ili alkohola (18,86 – 19,27 %) te oksigeniranim monoterpenima (7,39 – 11,23 %). Vrsta *G. alypum* prikupljena u Italiji sadržavala je relativno više alkohola (45,65 %) i relativno manje seskviterpenskih ugljikovodika (4,25 %), dok je udio oksigeniranih monoterpena bio usporediv s hrvatskim uzorcima (8,45 %). Nadalje, u talijanskom biljnom materijalu bili su relativno zastupljeniji oksigenirani seskviterpeni (7,25 %) i alifatski ugljikovodici (6,23 %). Glavni hlapljivi spojevi identificirani u svim analiziranim uzorcima bili su oktan-1-ol (3,97 – 25,10 %), heksan-1-ol (3,61 – 13,06 %), eugenol (1,27 – 6,00 %), nonanal (2,75 – 4,88 %), oktanal (1,24 – 4,54 %), α-terpineol (2,89 – 4,46 %), heksanal (1,20 – 4,37 %), benzaldehid (1,89 – 3,66 %) i linalol (1,61 – 2,84 %). Ovo istraživanje po prvi put daje uvid u profile hlapljivih organskih spojeva vrste *G. alypum* iz Hrvatske i Italije identificiranih primjenom HS–SPME metode u kombinaciji s GC–MS metodom. Analiza HOS- eva vrste *G. alypum* pomoću HS–SPME/GC–MS metode mogla bi se pokazati korisnom za kontrolu kvalitete sirovih biljnih materijala i ekstrakata koji se koriste u formulacijama biljnih kozmetičkih proizvoda.

Ključne riječi: *Globularia alypum*, hlapljivi spojevi, HOS profil, HS-SPME, GC-MS

VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS OF THE ALYPO GLOBE DAISY (*GLOBULARIA ALYPUM* L.) FROM CROATIA AND ITALY

The profiles of volatile organic compounds (VOCs) of the Alypo globe daisy (*Globularia alypum* L., Plantaginaceae) dried aerial parts collected from Croatia (two samples) and Italy (one sample) were isolated using headspace solid-phase microextraction (HS–SPME) and analysed by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). The major volatile compounds from Croatian samples belonged to the classes of sesquiterpene hydrocarbons (14.30–27.02%), aliphatic and aromatic aldehydes (20.94–24.38 %) or alcohols (18.86–19.27 %), and oxygenated monoterpenes (7.39–11.23 %). The Italian *G. alypum* contained relatively more alcohols (45.65 %) and relatively less sesquiterpene hydrocarbons (4.25 %) compared to the Croatian samples, while oxygenated monoterpenes were of comparable relative abundance (8.45 %). Furthermore, the Italian plant material contained relatively more oxygenated sesquiterpenes (7.25 %) and aliphatic hydrocarbons (6.23 %). The major volatile compounds that were identified in all analysed samples were octan-1-ol (3.97–25.10 %), hexan-1-ol (3.61–13.06 %), eugenol (1.27–6.00 %), nonanal (2.75–4.88 %), octanal (1.24–4.54 %), α-terpineol (2.89–4.46 %), hexanal (1.20–4.37 %), benzaldehyde (1.89–3.66 %), and linalool (1.61–2.84 %). The present study, for the first time, gives insight into the profiles of volatile organic compounds of *G. alypum* from Croatia and Italy identified by using HS–SPME coupled to GC–MS. HS–SPME/GC–MS analysis of *G. alypum* VOCs could prove to be useful for quality control of raw plant materials and extracts incorporated into plant-based cosmetics.

Keywords: *Globularia alypum*, volatile compounds, VOC profile, HS-SPME, GC-MS

P - 89

EVALUACIJA OTPORNOSTI KUPUSA (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *CAPITATA*) I DIVLJIH SRODNIKA (*B. INCANA*) NA *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CAMPESTRIS*

Karačić Zrinka[1], Majsec Kristina[1], Goreta Ban Smiljana[2], Salopek Sondi Branka[1]

[1]Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Bijenička cesta 54, Hrvatska;
[2]Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč, Karla Huguesa 8, Hrvatska

zkaracic@irb.hr

Kupusnjače (Brassicaceae) su ekonomski važne kulture diljem svijeta i bogate su "zdravim fitokemikalijama", poput glukozinolata. Poznato je da poljoprivredne kulture kupusnjača, posebno kupus, pate od crne truleži uzrokovane bakterijskim patogenom *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc). Utjecaj patogena je značajan i procjenjuje se da uzrokuje ekonomske gubitke veće od 50 % u proizvodnji kupusa zbog svoje destruktivne prirode, uzrokujući venuće, nekrozu i oštećenje krvnih žila u zaraženim biljkama. Iako crna trulež uzrokuje ozbiljne probleme uzgajivačima diljem zemlje, u Hrvatskoj još uvijek nema sustavnih istraživanja Xcc-a. Cilj nam je utvrditi patovar i distribuciju patogena Xcc u Hrvatskoj te procijeniti otpornost lokalnih sorti kupusa (*Brassica oleracea* var. *capitata* cvs. Ogulinski, Varaždinski, Burgujski itd.) i populacija divljeg kupusa (*B. incana*) koje prirodno rastu na jadranskim otocima (Palagruža, Vis, Obljak, itd.). Prikazani nalazi rezultat su preliminarnih istraživanja. U laboratoriju su bakterije izolirane iz zaraženih kupusa uzetih iz Istre. Za daljnji rad odabrane su kolonije koje su zadovoljavale morfološke karakteristike specifične za bakterije roda *Xanthomonas*. Izolati koji pripadaju patogenu *X. campestris*, patogenoj varijanti campestris, potvrđeni su PCR markerima. Zatim smo, korištenjem in vitro testom na odvojenim listovima na čvrstoj podlozi, provjerili razinu otpornosti lokalnih sorti kupusa i divljih primki kupusa na infekciju suspenzijom bakterija Xcc. Utvrđeno je da je otpornost na Xcc specifična za određenu sortu. Divlji srodnici pokazali su višu razinu otpornosti na Xcc u usporedbi sa sortama poljoprivrednih kultura. Detaljan mehanizam otpornosti na Xcc će biti istražen.

Ključne riječi: *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, Brassicaceae, divlji kupus

EVALUATION OF RESISTANCE OF CABBAGE (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *CAPITATA*) AND WILD RELATIVES (*B. INCANA*) TO *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CAMPESTRIS*

Brassicaceae are economically important crops worldwide, and are rich in "healthy phytochemicals", such as glucosinolates. Brassica crops, especially cabbage, are known to suffer from black rot caused by the bacterial pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc). The impact of the pathogen is profound and is estimated to cause economic losses of more than 50% in cabbage production due to its destructive nature, causing wilting, necrosis and vascular damage in infected plants. Although black rot is causing serious problems for growers across the country, there is no systematic research on Xcc in Croatia, so far. We aim to determine the pathovar and distribution of the Xcc pathogen in Croatia, and evaluate resistance of local cabbage varieties (*Brassica oleracea* var. *capitata* cvs. Ogulinski, Varaždinski, Burgujski etc.) and wild cabbage (*B. incana)* populations naturally growing on Adriatic islands (Palagruža, Vis, Obljak etc.). The presented findings are the result of preliminary research. In the laboratory, bacteria were isolated from infected cabbages sampled at Istria. Colonies that met the morphological characteristics specific to bacteria of the genus *Xanthomonas* were selected for further work. The isolates belonging to the pathogen *X. campestris*, the pathogenic variant campestris, were confirmed using PCR markers. Then, using the detached leaf assay on a solid medium, we preliminary screened the resistance level of local cabbage varieties and wild cabbage accessions to infection with a suspension of Xcc bacteria. Resistance to Xcc was found to be varieties specific. Wild relatives showed higher level of resistance to Xcc in comparison to crop varieties. Detailed mechanism of resistance to Xcc is under investigation.

Keywords: *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, Brassicaceae, wild cabbage

P - 90

UTJECAJ RAZLIČITIH METODA TERMIČKE OBRADE BROKULE (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *ITALICA*) NA ANTIOKSIDACIJSKI POTENCIJAL I SPOSOBNOST NJENOG EKSTRAKTA DA ŠTITI DNA

Miškec Karlo[1], Frlin Marta[1], Šola Ivana[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

karlo.miskec@biol.pmf.hr

Termička obrada povrća uobičajena je praksa kojom se poboljšavaju njegova organoleptička svojstva, osobito okus i tekstura. Međutim, glavni problem obrade je gubitak nutritivne vrijednosti. U ovom istraživanju analiziran je utjecaj kuhanja, blanširanja, kuhanja na pari, prženja na tavi i prženja vrućim zrakom na antioksidacijski kapacitet i genoprotektivna svojstva brokule (*Brassica oleracea* var. *italica*). Analizirano je biljno tkivo i, kada je bilo primjenjivo, voda preostala nakon termičke obrade, kako bi se procijenilo očuvanost bioaktivnih spojeva. Antioksidacijski kapacitet vodenih i etanolnih (70 %) ekstrakata kuhane brokule određen je pomoću metoda ABTS, DPPH i FRAP. Prema ABTS i FRAP, voda nakon kuhanja pokazala je najviši antioksidacijski potencijal (57,57 ± 18,22 % i 79,34 ± 3,28 %), dok je prema DPPH najveći antioksidacijski potencijal imala brokula pržena vrućim zrakom (36,12 ± 15,71 %). Općenito, ABTS i FRAP pokazali su da brokula kuhana na pari i pržena vrućim zrakom ima viši antioksidacijski kapacitet nego brokula pripremljena drugim metodama kuhanja. Blanširana brokula imala je isti (ABTS 20,04 ± 7,34 % i FRAP 48,33 ± 10,49 %) ili niži (DPPH 15,51 ± 9,68 %) antioksidacijski potencijal u odnosu na kuhanu brokulu, što upućuje na to da su kuhanje na pari i prženje vrućim zrakom bolje metode za očuvanje antioksidacijskog potencijala u usporedbi s ostalim metodama. Slični rezultati dobiveni su analizom sposobnosti ekstrakta brokule da očuva strukturu plazmidne DNA. Voda preostala nakon kuhanja i blanširanja brokule bila je najuspješnija u očuvanju superzavijene DNA (99,51 % i 94,81 %), dok su ekstrakti kuhane, blanširane, kuhane na pari i pržene brokule pokazali slične rezultate. Etanolni ekstrakt brokule pržene vrućim zrakom pokazao je nižu razinu očuvanja superzavijene DNA (70,61 %) od ostalih etanolnih ekstrakata, što bi moglo biti posljedica visoke koncentracije vodikovog peroksida (6,79± 0,33 mM H_2O_2/g svježe mase) u tom uzorku.

Ključne riječi: antioksidacijski potencijal, brokula, zaštita DNA od cijepanja, H_2O_2

EFFECTS OF DIFFERENT THERMAL PROCESSING TECHNIQUES ON THE DNA-PROTECTIVE AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF BROCCOLI (*BRASSICA OLERACEA* VAR. *ITALICA*)

Thermal processing of vegetables is a common practice that improves their organoleptic properties, especially taste and texture. However, a big concern associated with such processing methods is the loss of nutritional value. The effects of boiling, blanching, steaming, pan-frying, and air-frying on the antioxidant capacity and DNA-protective properties of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) were investigated. Plant tissue and, when applicable, the cooking water remaining after thermal processing were analyzed to assess the distribution and retention of bioactive compounds. Antioxidant capacity of water and 70% ethanol extracts from cooked broccoli was determined using ABTS, DPPH and FRAP methods. ABTS and FRAP showed that water after boiling had the highest antioxidant potential (57.57 ± 18.22% and 79.34 ± 3.28%, respectively) while DPPH showed the highest antioxidant potential of air-fried broccoli (36.12 ± 15.71%). Generally, ABTS and FRAP showed that steamed and air-fried broccoli had higher antioxidant capacity than broccoli prepared by other cooking methods. Blanched broccoli had the same (ABTS 20.04 ± 7.34 % and FRAP 48.33 ± 10.49%) or lower (DPPH 15.51 ± 9.68%) antioxidant potential than boiled broccoli, suggesting that steaming and air-frying is more optimal for conserving antioxidant potential compared to other cooking methods. Similar results were found on the ability of broccoli to preserve the plasmid DNA structure. The water remaining after boiling and blanching of broccoli was the most successful in preserving supercoiled DNA structure (99.51% and 94.81%, respectively) while cooked, blanched, steamed and pan-fried broccoli extracts showed similar results. The ethanol extract of air-fried broccoli showed a lower level of supercoiled DNA preservation (70.61%) than the other ethanol extracts, which could be due to the high concentration of hydrogen peroxide (6.79± 0.33 mM H_2O_2/g fw) in that sample.

Keywords: antioxidant capacity, broccoli, DNA nicking protection assay, H_2O_2

P - 91

UTJECAJ RAZLIČITIH TERMIČKIH TRETMANA NA FITOKEMIJSKI SASTAV BROKULE

Frlin Marta[1], Miškec Karlo[1], Šola Ivana[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

marta.frlin@biol.pmf.hr

Povrće se često termički obrađuje prije konzumacije kako bi mu se poboljšao okus i postigla sigurnost. Budući da je velik broj bioaktivnih spojeva osjetljiv na toplinu, termički tretman može značajno utjecati na nutritivnu vrijednost povrća. Istražen je utjecaj pet termičkih tretmana – kuhanje (KU), blanširanje (BL), kuhanje na pari (PA), pečenje u fritezi na vrući zrak (FR) i blanširanje nakon kojeg je slijedilo pečenje na tavi (TA) – na fitokemijski sastav brokule. Kada je bilo primjenjivo, uz biljno tkivo analizirana je i voda preostala nakon kuhanja kako bi se procijenio stupanj ekstrakcije spojeva u vodu. Spektrofotometrijski je određena količina različitih skupina fenolnih spojeva i glukozinolata u etanolnim (70 %) i vodenim ekstraktima. Najveći udio ukupnih fenola zabilježen je u uzorcima PA (0,72±0,12 mg GAE/g svježe mase) i FR (0,65±0,15 mg GAE/g svježe mase). S druge strane, voda preostala nakon kuhanja sadržavala je značajno više flavonoida (2,72±0,59 mg QE/g svježe mase) i proantocijanidina (0,96±0,89 mg CatE/g svježe mase) od ostalih uzoraka. Najviše hidroksicimetnih kiselina sadržavale su voda preostala nakon kuhanja na pari (1,50±0,64 mg CAE/g svježe mase) i uzorak FR (1,58±0,71 mg CAE/g svježe mase), dok je uzorak PA sadržavao najviše tanina (0,46±0,19 mg GAE/g svježe mase). Znatna količina fenolnih spojeva ekstrahirana je u vodu tijekom kuhanja, ovisno o vrsti spojeva i tretmana. Ukupni fenoli uglavnom su očuvani u tkivu, dok je veći udio hidroksicimetnih kiselina detektiran u vodi. Općenito, kuhanje na pari i pečenje u fritezi na vrući zrak sačuvali su više polifenola u usporedbi s drugim termičkim tretmanima. Udio ukupnih glukozinolata u uzorku FR bio je značajno viši u odnosu na ostale uzorke (3,76±2,09 mg SinE/g svježe mase). Dobiveni rezultati upućuju na to da kuhanje na pari i pečenje u fritezi na vrući zrak omogućuju očuvanje najveće količine bioaktivnih spojeva te da se znatna količina ovih spojeva ekstrahira u vodu tijekom kuhanja.

Ključne riječi: flavonoidi, glukozinolati, hidroksicimetne kiseline, proantocijanidini, tanini

INFLUENCE OF DIFFERENT THERMAL PROCESSING TECHNIQUES ON THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF BROCCOLI

Vegetables are commonly thermally processed before consumption to enhance flavor and ensure safety. However, heat treatment can significantly affect their nutritional value, as many bioactive compounds are sensitive to heat. This study investigated the effects of five thermal processing techniques – boiling (BO), blanching (BL), steaming (ST), air-frying (AF) and steaming followed by pan-frying (PF) – on the phytochemical composition of broccoli. Where applicable, both the plant tissue and the residual cooking water were analyzed to assess the leaching of bioactive compounds. The contents of various polyphenolic groups and glucosinolates were quantified spectrophotometrically in ethanol (70%) and water extracts. Total phenolic content was highest in ST (0.72±0.12 mg GAE/g fw) and AF broccoli (0.65±0.15 mg GAE/g fw). On the other hand, the water remaining after boiling had significantly higher content of total flavonoids (2.72±0.59 mg QE/g fw) and proanthocyanidins (0.96±0.89 mg CatE/g fw) than all other samples. The total hydroxycinnamic acid content was highest in the water remaining after steaming (1.50±0.64 mg CAE/g fw) and in AF broccoli (1.58±0.71 mg CAE/g fw), while ST broccoli tissue had the highest total tannin content (0.46±0.19 mg GAE/g fw). Substantial leaching of polyphenolic compounds into cooking water was observed, depending on the compound type and processing method. Total phenols remained predominantly in the plant tissues, whereas hydroxycinnamic acids were more prone to leaching. Overall, steaming and air-frying preserved high levels of polyphenolics compared to other thermal treatments. The amount of total glucosinolates was significantly higher in AF broccoli (3.76±2.09 mg SinE/g fw) than in all other samples. These results demonstrate that steaming and air-frying generally preserve the most bioactive compounds and that cooking water can retain high levels of these health-promoting compounds.

Keywords: flavonoids, glucosinolates, hydroxycinnamic acids, proanthocyanidins, tannins

P - 92

TEMPERATURNO- I RAZVOJNO-UVJETOVANE PROMJENE FENOLNIH SPOJEVA BROKULE

Gmižić Daria[1], Šola Ivana[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

daria.gmizic@biol.pmf.hr

Fenolni spojevi imaju važnu ulogu u razvoju biljaka i njihovoj prilagodbi na stres. Cilj istraživanja bio je analizirati koncentraciju skupina i pojedinačnih fenolnih spojeva u brokuli (*Brassica oleracea* var. *cymosa*) tijekom razvoja i pod utjecajem visoke temperature (VT). Brokula je uzgajana pri VT (38 °C dan/33 °C noć) i sobnoj temperaturi (23 °C/18 °C) te sakupljena u tri razvojna stadija – mikrozelenje (13 dana nakon sijanja), mlade biljke (27 dana) i zreli stadij (zasebno glavice i listovi). Koncentracija je analizirana spektrofotometrijskim metodama i metodom RP-HPLC. Izlaganje mikrozelenja VT potaknulo je porast većine analiziranih spojeva, osim ukupnih flavonoida, koji su se smanjili, te kempferola, kvercetina i sinapinske kiseline, kod kojih nije bilo značajnih promjena. U mladim biljkama je većina fenolnih spojeva smanjena pod utjecajem VT, osim ukupnih tanina koji su porasli, te ukupnih fenola, ukupnih fenolnih kiselina i sinapinske kiseline, kod kojih nije bilo značajnih razlika. Listovi su pokazali najmanju osjetljivost na VT – smanjenje ukupnih tanina i kempferola te porast kvercetina i sinapinske kiseline. Glavice su bile najosjetljivije na VT – svi analizirani spojevi i skupine su smanjeni, osim ukupnih tanina i proantocijanidina koji su porasli. Kod biljaka uzgajanih na sobnoj temperaturi, većina fenolnih spojeva i skupina imala je najveću koncentraciju u stadiju mlade biljke, osim ukupnih tanina i kempferola koji su imali najveću koncentraciju u listovima zrelih brokula. S druge strane, glavice su sadržavale najmanju koncentraciju svih pojedinačnih i većine skupina fenolnih spojeva, osim ukupnih fenola i ukupnih fenolnih kiselina, koji su u njima bili među najzastupljenijima u odnosu na ostale razvojne stadije. Rezultati ukazuju na razvojno- i tkivno-specifičan odgovor brokule na VT, što je važno u kontekstu klimatskih promjena te za odabir razvojnog stadija/tkiva s optimalnom koncentracijom bioaktivnih spojeva od interesa.

Ključne riječi: antocijani, *Brassica*, ferulična kiselina, RP-HPLC, sinapinska kiselina

TEMPERATURE AND DEVELOPMENTAL-DRIVEN VARIATIONS IN PHENOLIC COMPOUNDS OF BROCCOLI

Phenolic compounds have a key role in the development of plants and adaptation to stress. The aim of this study was to examine the concentration of different groups and individual phenolics in broccoli (*Brassica oleracea* var. *cymosa*) during development and in response to high temperature (HT). Broccoli was cultivated at HT (38 °C day/33 °C night) and room temperature (23 °C/18 °C) and collected at three developmental stages – microgreens (13 days after sowing), seedlings (27 days) and mature stage (separately leaves and heads). The concentration was determined using spectrophotometric methods and RP-HPLC method. Exposing microgreens to HT induced an increase in most of the analyzed phenolics, except total flavonoids, which decreased, and kaempferol, quercetin and sinapic acid, which showed no significant change. In seedlings, most phenolic compounds were decreased by HT, except total tannins which increased, and total phenolics, total phenolic acids and sinapic acid, which were not affected by HT. Leaves were the least sensitive to HT – there was a decrease in total tannins and kaempferol and an increase in quercetin and sinapic acid. The heads were the most sensitive to HT – all analyzed groups and individual phenolics were decreased, except total tannins and total proanthocyanidins, which increased. In plants grown at room temperature, most groups and individual phenolics were the highest at the seedlings stage, except total tannins and kaempferol, which were the highest in the leaves of mature broccoli. On the other hand, heads had the lowest concentration of all individual and most groups of phenolics, except total phenolics and total phenolic acids, which were among the highest in the heads compared to the other stages. These findings indicate a developmental and tissue-specific response of broccoli to HT, which is important in the context of climate change, and to select the developmental stage/tissue with optimal concentration of compounds of interest.

Keywords: anthocyanins, Brassica, ferulic acid, RP-HPLC, sinapic acid

P - 93

DOKUMENTIRANJE PRIRODNE BAŠTINE ZADRA KROZ OBJEKTIV UČENIKA

Perić Martina[1], **Barbarić - Gaćina Jelena**[1]

[1]Prirodoslovno - grafička škola Zadar, Zadar, Perivoj Vladimira Nazora 3, Hrvatska

martina.peric7@skole.hr; jelena.barbaricgacina@gmail.com

U travnju 2016. godine u Prirodoslovno – grafičkoj školi Zadar pokrenut je projekt Zelene ulice našeg grada (https://tochka.hr/fotoherbarij/) s ciljem razvoja svijesti učenika o važnosti prirode i očuvanja biljnog svijeta u urbanim sredinama. Projekt je osmišljen tako da učenici kroz aktivnosti svakodnevnog života samostalno fotografiraju biljne vrste koje susreću na području grada Zadra. Fotografije se prikupljaju i nakon determinacije objavljuju se na web stranici škole uz pripadajuće podatke te lokaciju biljke označenu na posebno izrađenoj digitalnoj karti grada Zadra. Pored individualnih aktivnosti, svake se godine u sklopu projekta organizira i terenska nastava u Perivoju Vladimira Nazora i Perivoju kraljice Jelene, tijekom koje učenici uz pomoć radnih listića upoznaju karakteristične biljne vrste svoga kraja. Na ovaj način projekt kod učenika razvija istraživačke kompetencije te vještine promatranja i dokumentiranja. Dodatnu interdisciplinarnu vrijednost projektu daje povezivanje biologije i strukovnih predmeta, budući da sudjeluju učenici usmjerenja iz sektora grafičke i audiovizualnih tehnologija, čime se potiče primjena prirodoslovnih znanja u kontekstu vizualne prezentacije i digitalne dokumentacije. Tijekom gotovo deset godina provođenja projekta, nastala je opsežna zbirka – fotoherbarij s oko 190 fotografija koje obuhvaćaju 175 biljnih vrsta. Ova baza podataka danas predstavlja vrijedan izvor informacija o biljnom svijetu grada Zadra, dostupan široj javnosti putem interneta. U vremenu sve izraženije urbanizacije, projekt Zelene ulice našeg grada ima višestruku vrijednost: osim što doprinosi ekološkoj osviještenosti mladih, on istovremeno djeluje kao oblik zaštite lokalne prirodne baštine kroz dokumentiranje biljnog bogatstva urbanog prostora koji se neprestano mijenja.

Ključne riječi: fotoherbarij, ekološka osviještenost mladih

DOCUMENTING ZADAR'S NATURAL HERITAGE THROUGH THE LENS OF STUDENTS

In April 2016, Prirodoslovno – grafička škola Zadar launched the project Green Streets of Our City (https://tochka.hr/fotoherbarij/) with the aim of raising students' awareness of the importance of nature and the preservation of plant life in urban environments. The project is designed so that students independently photograph plant species encountered during their daily activities around the city. The photographs are collected and, after identification, published on the school's website along with corresponding information and the plant's location marked on a specially created digital map of Zadar. In addition to individual activities, field lessons are organized annually within the project in Vladimir Nazor Park and Queen Jelena Park, where students, guided by worksheets, learn to recognize characteristic plant species of their region. In this way, the project fosters students' research competencies as well as their skills in observation and documentation. The project gains further interdisciplinary value through the integration of biology with vocational subjects, as students from the fields of graphic and audiovisual technology take part. This encourages the application of scientific knowledge in the context of visual presentation and digital documentation. Over nearly a decade of implementation, the project has resulted in an extensive collection – a photo herbarium comprising about 190 photographs representing 175 different plant species. Today, this database stands as a valuable source of information about Zadar's plant life, freely accessible to the broader public via the internet. In an era of increasing urbanization, Green Streets of Our City holds multiple layers of significance: beyond contributing to the ecological awareness of young people, it also acts as a form of protection of local natural heritage by documenting the plant diversity of a constantly changing urban landscape.

Keywords: photo herbarium, youth environmental awareness

P - 94

SREĐIVANJE ZBIRKE MEKUŠACA U KATOLIČKOJ GIMNAZIJI IVANA PAVLA II.

Barbarić - Gaćina Jelena[1], **Perić Martina**[2]

[1]Katolička gimnazija Ivana Pavla II, Zadar, Jerolima Vidulića 2, Hrvatska;
[2]Prirodoslovno - grafička škola Zadar, Zadar, Perivoj Vladimira Nazora 3, Hrvatska

jelena.barbaricgacina@gmail.com; martina.peric7@skole.hr

Povijesne zbirke bioloških primjeraka važan su edukativni resurs, no moraju biti dostupne i prikladno izložene. U katoličkoj gimnaziji Ivana Pavla II nalazi se zbirka ljuštura školjkaša i puževa, koja datira iz 1959. godine. Zbirka, za koju se pretpostavlja da su je sakupili sjemeništarci iz zadarskog sjemeništa, već je niz godina pohranjena u podrumu škole, čime je bila nedostupna i gubila na svojoj potencijalno važnoj edukativnoj vrijednosti. Cilj ovog rada bio je obnoviti, stručno obraditi i prikladno predstaviti zaboravljenu zbirku koja će svoju primjenu naći u nastavi biologije za proučavanje građe i prilagodbi mekušaca, a također će omogućiti interdisciplinarno povezivanje s klasičnim jezicima pri proučavanju etimologije. Dugoročni cilj je i kontinuirano proširivanje zbirke novim primjercima. Godine 2023. započeo je proces revitalizacije koji je uključivao sljedeće korake: čišćenje i premještanje primjeraka iz dotrajalih papirnatih lađica u prikladne kutijice, redeterminacija svih primjeraka nakon čega je uslijedilo povezivanje jedinki s originalnom etiketom, jer je pri redeterminaciji utvrđeno da su brojni primjerci bili pogrešno razvrstani, pa je provedeno novo određivanje vrsta. Zbirka sada sadrži 66 različitih vrsta mekušaca, preko 120 jedinki. Revitalizacijom zbirke očuvana je vrijedna prirodoslovna građa, potaknut je interes učenika za biologiju, taksonomiju i prirodoslovno istraživanje, te je uspostavljen temelj za daljnje interdisciplinarno učenje. Digitalizacija zbirke, koja je u tijeku, putem fotografija s pripadajućim nazivima i etiketama omogućit će široj zajednici uvid u zbirku, dok će stalna nadopuna doprinositi njezinu razvoju kao trajnog edukativnog resursa.

Ključne riječi: biološka zbirka, mekušci, digitalizacija

RESTORATION OF THE MOLLUSC COLLECTION AT KATOLIČKA GIMNAZIJA IVANA PAVLA II

Historical collections of biological specimens are an important educational resource, but they must be accessible and properly displayed. At Katolička gimnazija Ivana Pavla II, there is a collection of mollusk shells that dates back to 1959. The collection, believed to have been assembled by seminarians from the Zadar seminary, has been stored in the school's basement for years, making it inaccessible and diminishing its potentially significant educational value. The aim of this project was to restore, professionally process, and suitably present this forgotten collection so it can be used in biology classes for studying the structure and adaptations of mollusks. It will also enable interdisciplinary connections with classical languages through the study of etymology. A long-term goal is the continuous expansion of the collection with new specimens. In 2023, the revitalization process began, which included the following steps: cleaning and transferring the specimens from worn-out paper trays to appropriate boxes, re-identification of all specimens, followed by matching the specimens with their original labels. During the re-identification process, it was found that many specimens had been misclassified, leading to a new species determination. The collection now contains 66 different mollusk species and over 120 individual specimens. Through the revitalization of the collection, valuable natural science material has been preserved, students' interest in biology, taxonomy, and natural science research has been stimulated, and a foundation for further interdisciplinary learning has been established. The ongoing digitization of the collection, through photographs with corresponding names and labels, will allow the broader community access to the collection, while its continuous expansion will contribute to its development as a permanent educational resource.

Keywords: biological collection, molluscs, digitization

P - 95

PROJEKT HISTOFAKTURA – IZRADA TRAJNIH HISTOLOŠKIH PREPARATA U SVRHU POBOLJŠANJA NASTAVE

Kovačić Ema[1], Beljan Silvestar[1], Halužan Teo[1], **Kokot Ana**[1], Kraljić Karolina[1], Mandić Mia[1], Kopač Everi[1]

[1]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb, Horvatovac 102a, Hrvatska

ekovacic.biol@pmf.hr; akokot.biol@pmf.hr

U fakultetskoj se nastavi koriste trajni histološki preparati pri proučavanju anatomije pojedinih tkiva. Tijekom godina upotrebe u nastavi Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, takvi su preparati zastarjeli, a oni koji su komercijalno dostupni ne prikazuju strukture i obilježja tkiva koja su neophodna za nastavu. Primijećena je potreba za obnovom zbirke trajnih preparata Zoologijskog zavoda Biološkog odsjeka PMF-a te je tako osmišljen projekt Histofaktura. Cilj je projekta studentima pružiti mogućnost sudjelovanja u izradi nastavnog materijala kojima će se oni kao i buduće generacije studenata koristiti i poboljšati kvalitetu nastave zoologije, histologije i embriologije. Projekt je proveden u tri faze koje uključuju sakupljanje uzoraka životinjskog tkiva, izradu preparata te edukaciju učenika srednjih škola. Sama izrada preparata uključuje fiksaciju tkiva, dehidraciju, uklop u paraplast te konačno izradu histoloških rezova. Tako pripremljeni preparati se bojaju hematoksilin-eozinom i uklapaju u kanadski balzam. Izrađenim preparatima dopunjena je zbirka trajnih preparata PMF-a i započeta zbirka istih u Udruzi studenata Biologije – BIUS. Preparati su donirani i srednjim školama u kojima su provedene prezentacije o projektu, radionice o osnovama histologije te aktivnosti usmjerene na interpretaciju preparata. Ovim su projektom stvoreni temelji potrebni za buduće unaprjeđenje fakultetske i srednjoškolske edukacije te suradnju studenata s fakultetskim i nastavnim osobljem.

Ključne riječi: histologija, edukacija, studentski projekt, fakultetska nastava

HISTOFAKTURA PROJECT – THE MANUFACTURE OF PERMANENT HISTOLOGICAL SLIDES FOR EDUCATIONAL USE

In university courses, permanent histological slides are used for studying the structure and anatomy of various tissues. Over the years of use in the teaching process at the Faculty of Science, these slides have become damaged and outdated. Those that were commercially purchased to replace them do not display the structures and characteristics of tissues necessary for teaching. The need to renew the collection of permanent slides at the Division of Zoology, Department of Biology, Faculty of Science was recognized, and thus the project Histofaktura was conceived. The goal of the project is to engage students in the creation of educational materials that will be used both by them and by future generations, while also enhancing the quality of teaching in zoology, histology, and embryology. The project was carried out in three phases: collection of animal tissue samples, preparation of specimens, and education of high school students. The preparation of specimens involves tissue fixation, dehydration, embedding in paraplast, and the final creation of tissue sections. The prepared samples are stained with hematoxylin-eosin and embedded in Canada balsam. The finished slides were added to the collection of permanent specimens at the Faculty of Science and a new collection was started in the Biology Students Association – BIUS. The specimens were also donated to high schools where presentations about the project were held, along with workshops on the basics of histology and activities focused on interpreting the specimens. This project laid the foundation for the future improvement of both university and high school education and fostered collaboration between students and faculty staff.

Keywords: histology, education, student project, college classes

P - 96

INICIJALNE PROVJERE KAO POKAZATELJ KONTINUITETA PRIRODOSLOVNIH KONCEPATA IZMEĐU 5. I 7. RAZREDA OSNOVNE ŠKOLE

Belančić Anita[1], **Jaćimović Tatjana**[2], Kletečki Nataša[3]

[1]OŠ Ivane Brlić Mažuranić, Ogulin, Josipa bana Jelačića 1, Hrvatska;
[2]Gimnazija Pula, Pula, Trierska ul. 8, Hrvatska;
[3]OŠ Bogumila Tonija, Samobor, Ivana Perkovca 90, Hrvatska

tatjana.jacimovic@gmail.com

Važnost inicijalnih provjera, odnosno dijagnostičkog vrednovanja, ogleda se u pružanju povratne informacije učitelju/nastavniku o trenutnom znanju i vještinama učenika. Na temelju tih informacija učitelj/nastavnik može planirati nastavni proces u skladu s mogućnostima učenika. Nastavni sadržaji nižih razreda, prema važećim kurikulima, u određenoj se mjeri ponavljaju, proširuju i nadograđuju. Stoga inicijalne provjere omogućuju vrijedan uvid u temeljna znanja s kojima učenici započinju novi ciklus učenja. Cilj istraživanja bio je utvrditi u kojoj su mjeri učenici zadržali znanja iz predmeta Priroda u 5. razredu te u kojoj ih mjeri mogu koristiti kao osnovu za praćenje nastave Biologije i Kemije u 7. razredu. Dodatno, ispitivali smo postoje li razlike u postignućima učenika s obzirom na školu, spol i ocjenjivača, kao i u kontekstu različitih nastavnih materijala i metoda. Pretpostavka je bila da će se osnovna znanja u značajnoj mjeri zadržati te da neće biti statistički značajnih razlika među školama. U inicijalni ispit na početku 7. razreda uključeni su sadržaji tema iz predmeta Priroda u 5. razredu (Tvari, Energija, Voda i Zrak). Zadaci su preuzeti iz pisanih provjera provedenih u 5. razredu kod iste skupine učenika u trima školama. Analizirali smo ukupne rezultate inicijalnih provjera te ih usporedili prema spolu, ocjenjivaču i školi. Deskriptivna statistika pokazala je usporedive prosječne vrijednosti, uz prihvatljivu normalnost distribucije potvrđenu Shapiro–Wilkovim testom ($p > 0,05$). Rezultati One-Way ANOVA testa pokazali su da nema statistički značajnih razlika među školama ($F(2, 91,2) = 2,14$, $p = 0,123$). Na temelju dobivenih podataka zaključujemo da se, neovisno o korištenim materijalima i metodama nastavnika, primjenom važećeg kurikuluma sadržaji predmeta Priroda u većoj mjeri (oko 60 %) dobro usvajaju i zadržavaju te čine pouzdanu osnovu za daljnje usvajanje prirodoslovnih koncepata u 7. razredu.

Ključne riječi: inicijalna provjera, dijagnostičko vrednovanje, usvajanje prirodoslovnih koncepata

TRACKING STUDENTS' RETENTION OF SCIENCE CONCEPTS THROUGH INITIAL TESTING

The importance of initial knowledge tests, or diagnostic evaluation, lies in providing teachers with feedback on students' current knowledge and skills. This feedback enables teachers to plan the teaching process in line with students' abilities. Since, according to the national curriculum, learning content from lower grades is repeated, expanded, and further developed. Hence, initial tests offer valuable insight into the basic knowledge with which students enter a new learning cycle. The aim of the research was to determine the extent to which students retained their knowledge of the subject of Nature in the 5th grade and can use it as a basis to follow up the lessons of Biology and Chemistry in the 7th grade. Additionally, we examined whether there are differences in student achievement with regard to school, gender and evaluator, as well as in the context of diverse teaching materials and methods. The assumption was that basic knowledge will be retained notably without statistically significant differences between schools. Initial test was administered at the beginning of the 7th grade, covering the topics from the subject Nature (Matter, Energy, Water, Air). The test had various task types taken from written assessments previously conducted in the 5th grade with the same group of students across three schools. The overall results were analyzed by gender, assessor and school. Descriptive statistics indicated comparable mean values across groups, with acceptable normality confirmed by the Shapiro–Wilk test ($p > 0.05$). A One-Way ANOVA revealed no statistically significant differences in performance between schools ($F(2, 91.2) = 2.14$, $p = 0.123$). These findings suggest that, regardless of the teaching materials and methods used by different teachers, the implementation of the current curriculum ensures that key content from Science is mostly (60%) well acquired and retained, providing a solid foundation for further learning of scientific concepts in the 7th grade.

Keywords: initial knowledge tests, diagnostic evaluation, acquiring science concepts

P - 97

ŠTO UČITELJI U HRVATSKOJ MISLE O BOTANICI – IZAZOVI I MOGUĆNOSTI ZA NAPREDAK

Kletečki Nataša[1], Hruševar Dario[2], Šorgo Andrej[3], Mitić Božena[2]

[1]OŠ Bogumila Tonija Samobor, Samobor, Ivana Perkovca 90, Hrvatska;
[2]Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet Biološki odsjek, Horvatovac 102a, Hrvatska;
[3]Faculty of Natural Sciences and Mathematics University of Maribor, Maribor, Koroška cesta 160, Slovenia

natasa.kletecki@gmail.com

Na kvalitetu botaničkog obrazovanja utječe nekoliko ključnih čimbenika, među kojima je manjak osnovnog botaničkog znanja i interesa kod učitelja (Stagg i Dillon, 2022), niska uključenost učenika u istraživačke aktivnosti vezane uz biljke (Borsos i sur., 2021) te nedovoljna zastupljenost botanika u školskom kurikulumu od osnovne škole do sveučilišta (Schussler i sur., 2010). Cilj ovog anketnog istraživanja, provedenog 2024. godine na uzorku od 379 učitelja (211 biologije, 168 drugih predmeta). Uzorak je bio nacionalan i odabran prigodnim uzorkovanjem. Anketa je prilagođena prema Šorga i sur. (2018). Korištena je ljestvica u rasponu od 0 do 6, bez neutralnog dijela, pri čemu je vrijednost 6 označavala najpozitivniji stav, a 0 najnegativniji. Podaci su analizirani pomoću statističkog softvera Jamovi verzije 2.3. Na temelju rezultata Shapiro-Wilk testa i deskriptivne analize za daljnju analizu korištena je Exploratory factorial analysis, te analiza pouzdanosti skala (Cronbachova alfa). Rezultati statističke analize pokazali su kako u svim slučajevima učitelji više i pozitivnije ocjene daju tvrdnjama o općem znanju i važnosti biljaka u usporedbi sa školskom botanikom (Cronbachov alfa = 0,903; Cronbachov alfa = 0,912). Učitelji drugih predmeta botaniku smatraju privlačnijom (1,64) od učitelja biologije (1,21). Na pitanje koji predmet ukloniti iz kurikuluma biologije, učitelji biologije, iznenađujuće, dali su prioritet evoluciji (čovjeka 1,73; živog svijeta 1,64), dok su ostali učitelji preferirali uklanjanje mikrobiologije (2,57). Botanika i zoologija bile su na sredini ljestvice. Obje bi skupine ispitanika kao posljednju uklonile biologiju čovjeka (bio=0,54, ostali=1,214). Unutar botanike, učitelji biologije najveći su interes pokazali za ekologiju bilja i hortikulturu, dok im je sistematika biljaka najmanje zanimljiva. Učitelji su sugerirali da bi *botaniku zanimljivijom učinilo povezivanje botaničkog sadržaja sa svakodnevnim životom i više terenskog rada.*

Ključne riječi: stavovi nastavnika biologije i drugih predmeta o botanici, školska botanika, važnost botanike, terenski rad

WHAT DO TEACHERS IN CROATIA THINK ABOUT BOTANY - CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR IMPROVEMENT

The quality of botanical education is influenced by several key factors, including the lack of basic botanical knowledge and interest among teachers (Stagg and Dillon, 2022), low student involvement in plant-related research activities (Borsos et al., 2021), and the underrepresentation of botany in school curricula from primary school to university (Schussler et al., 2010). The aim of this survey, conducted in 2024 on a sample of 379 teachers (211 biology, 168 other subjects). The sample was national and selected by convenience sampling. The survey was adapted from Šorga et al. (2018). A scale ranging from 0 to 6 was used, without a neutral part, with the value 6 indicating the most positive attitude and 0 the most negative. The data were analyzed using the statistical software Jamovi version 2.3. Based on the results of the Shapiro-Wilk test and descriptive analysis, exploratory factorial analysis and scale reliability analysis (Cronbach's alpha) were used for further analysis. The results of the statistical analysis showed that in all cases, teachers gave higher and more positive ratings to statements about general knowledge and the importance of plants compared to school botany (Cronbach's alpha = 0.903; Cronbach's alpha = 0.912). Teachers of other subjects found botany more attractive (1.64) than biology teachers (1.21). When asked which subject to remove from the biology curriculum, biology teachers, surprisingly, gave priority to evolution (human 1.73; living world 1.64), while other teachers preferred the removal of microbiology (2.57). Botany and zoology were in the middle of the scale. Both groups of respondents would remove human biology last (bio=0.54, others=1.214). Within botany, biology teachers showed the greatest interest in plant ecology and horticulture, while plant systematics was the least interesting. Teachers suggested that botany would be made more interesting by connecting botanical content to everyday life and by doing more fieldwork.

Keywords: views of biology and other subject teachers on botany, school botany, importance of botany, fieldwork

P - 98

STAVOVI UČENIKA 7. RAZREDA OŠ I 3. RAZREDA SŠ O BIOLOGIJI ČOVJEKA I LJUDSKOM ZDRAVLJU

Stepinac Klementina[1], Kletečki Nataša[1]

[1]Srednja škola Jastrebarsko, Jastrebarsko, Većeslava Holjevca 11, Hrvatska

klementinastepinac@gmail.com

Cilj istraživanja bio je prepoznati i usporediti stavove učenika 7. razreda osnovne škole i 3. razreda srednje škole iz Zagrebačke županije prema interesu za različite teme iz biologije čovjeka i zdravlja. Analizirane su teme kao što su građa i funkcije ljudskog organizma, virusne i bakterijske bolesti, crijevni paraziti, zaštita od smrtonosnih virusa, zdrava prehrana, poremećaji prehrane, prehrambene namirnice, ovisnosti, promjene u pubertetu i spolne bolesti. Cilj je bio utvrditi razlike u stajalištima mlađih i starijih učenika, uz pretpostavku da dob i način izvođenja nastave utječu na njihov interes, što može pomoći u oblikovanju učinkovitog kurikuluma. Uzorak je uključio 140 učenika raspoređenih u dvije skupine: 70 učenika 7. razreda osnovne škole i 70 učenika 3. razreda srednje škole. Manji interes zabilježen je za teme koje su učenici doživjeli apstraktnima ili slabije povezanim s njihovim svakodnevnim životom i školom, poput genetskih mutacija. Stavovi su prikupljeni anketom s Likertovom četverostupanjskom skalom i analizirani u programu Jamovi 2.3 pomoću deskriptivne statistike, Shapiro–Wilkovog testa normalnosti te usporedbe skupine Mann–Whitney U i t-testom. Rezultati su pokazali da srednjoškolci pokazuju veći interes i pozitivne stavove prema temama vanjskih bolesti, ovisnosti i prehrane, dok su osnovnoškolci više zainteresirani za građevnu i funkcionalnu anatomiju ljudskog tijela. Tema zdravlja i zaštite od bolesti podjednako su zanimljiva objema skupinama. Također je potvrđena značajna povezanost stavova s dobi, spolom i načinom izvođenja nastave. Ovi rezultati naglašavaju važnost prilagodbe nastavnih metoda i sadržaja kako bi se učinkovito odgovorilo na interese i potrebe učenika različite dobi i spola.

Ključne riječi: nastava biologije u OŠ i SŠ, održivi razvoj, zdravstveni odgoj i obrazovanje

ATTITUDES OF 7TH GRADE ELEMENTARY SCHOOL AND 3RD GRADE SECONDARY SCHOOL STUDENTS ON HUMAN BIOLOGY AND HUMAN HEALTH

The aim of the research was to identify and compare the attitudes of 7th grade elementary school students and 3rd grade high school students from Zagreb County towards their interest in various topics in human biology and health. Topics analyzed included the structure and functions of the human body, viral and bacterial diseases, intestinal parasites, protection against deadly viruses, healthy eating, eating disorders, food products, addictions, changes in puberty and sexually transmitted diseases. The aim was to determine the differences in the attitudes of younger and older students, assuming that age and the method of teaching influence their interest, which can help in designing an effective curriculum. The sample included 140 students divided into two groups: 70 7th grade elementary school students and 70 3rd grade high school students. Lower interest was recorded for topics that students perceived as abstract or less related to their everyday lives and school, such as genetic mutations. Attitudes were collected using a four-point Likert scale survey and analyzed in Jamovi 2.3 using descriptive statistics, Shapiro–Wilk normality test, and Mann–Whitney U and t-test group comparisons. The results showed that high school students showed greater interest and positive attitudes towards the topics of external diseases, addictions, and nutrition, while elementary school students were more interested in the structural and functional anatomy of the human body. The topics of health and protection from disease were equally interesting to both groups. A significant correlation between attitudes and age, gender, and teaching methods was also confirmed. These results emphasize the importance of adapting teaching methods and content to effectively respond to the interests and needs of students of different ages and genders.

Keywords: biology teaching in elementary and secondary schools, sustainable development