

ABS ACTA BIOLOGICA SLOVENICA



VOL. 51 ŠT. 2 LJUBLJANA 2008

prej/formerly BIOLOŠKI VESTNIK

ISSN 1408-3671
UDK 57(497.4)

izdajatelj/publisher
Društvo biologov Slovenije



ACTA BIOLOGICA SLOVENICA
LJUBLJANA 2008 Vol. 51, Št. 2: 1–67

Acta Biologica Slovenica

Glasiló Društva biologov Slovenije – Journal of Biological Society of Slovenia

Izdaja – Published by

Društvo biologov Slovenije – Biological Society of Slovenia

Glavni in odgovorni urednik – Editor in Chief

Alenka Gaberščik, e-mail: alenka.gaberscik@bf.uni-lj.si

Tehnični urednik – Managing Editor

Gregor Zupančič, e-mail: gregor.zupancic@bf.uni-lj.si

Uredniški odbor – Editorial Board

Matija Gogala (SLO), Nada Gogala (SLO), Alenka Malej (SLO), Gerhard Thiel (D),
Livio Poldini (I), Mark Tester (AUS), Thomas F.J. Martin (USA), Nejc Jogan (SLO),
Mihael J. Toman (SLO), Branko Vreš (SLO), Franc Janžekovič (SLO), Boris Sket (SLO),
Franc Batič (SLO), Alexis Zrimec (SLO)

Naslov uredništva – Address of Editorial Office

Acta Biologica Slovenica, Večna pot 111, SI-1001 Ljubljana, Slovenija

<http://bijh.zrc-sazu.si/abs/>

Oblikovanje – Design

Žare Vrezec

ISSN 1408-3671

UDK 57(497.4)

Natisnjeno – Printed on: 2008

Tisk – Print: Tiskarna Pleško d.o.o., Ljubljana

Naklada: 500 izvodov

Cena letnika (dve številki): 15 € za posameznike, 42 € za ustanove

Številka poslovnega računa pri Ljubljanski banki: 02083-142508/30

Publikacijo je sofinancirala Agencija za Raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

Acta Biologica Slovenica je indeksirana v – is indexed in: Biological Abstracts, Zoological records.

Drage bralke in bralci!

Slovenska biološka znanstvena revija Acta Biologica Slovenica izhaja že več kot pol stoletja. Pred vami je jubilejna številka 51. zvezka, v kateri smo se ozrli v preteklost, v razvoj biološke znanosti in izobraževanja v Sloveniji. Prva številka je zagledala luč sveta leta 1952 in se je imenovala Biološki vestnik. Prvi urednik je bil Viktor Petkovšek. Biološki vestnik je nato izhajal do leta 1995. Leta 1997 je dobila revija novo podobo in novo ime Acta Biologica Slovenica. V taki obliki in s tem imenom redno izhaja še danes. Za letošnjo drugo številko smo k sodelovanju povabili strokovnjake z različnih področij. V svojih preglednih člankih so izpostavili mejnike v razvoju biologije v Sloveniji in ljudi, ki so na področju biologije orali ledino in udejanjali sveže ideje v raziskovalnem in pedagoškem delu.

Dear Readers,

The scientific journal Acta Biologica Slovenica has been published for more than half of the century. This is a jubilee issue of 51st volume in which we looked back in history of biological science and education in Slovenia. The first volume had been printed in the year 1952 under the name Biološki vestnik, the first editor being Viktor Petkovšek. Since then Biološki vestnik had been coming out until the year 1995. In the year 1997 the journal was renamed into Acta Biologica Slovenica also getting a new appearance. In this form it has been published regularly twice a year. For the second issue of this year volume we invited experts from different fields of biology. In their review articles they pointed out the milestones in biology development in Slovenia and researchers who were breaking new ground and accomplishing fresh ideas in research and pedagogical work.

Alenka Gaberščik
Mihael J. Toman

V Ljubljani, 22. december 2008

Zgodovina raziskav biotske pestrosti v Sloveniji – kar zadeva nižje nevretenčarje

History of the biodiversity research in Slovenia – lower invertebrates mainly.

Boris SKET

Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenija
Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenia; E-mail address: boris.sket@bf.uni-lj-si

Ključne besede: biodiverzitet, Slovenija, raziskave, zgodovina
Keywords: biodiversity, Slovenia, research, history

Uvod

Ko so se v svetu začele raziskave biotske pestrosti, je bilo slovensko ozemlje na obrobju 'Evrope', administrativno in politično razdeljeno, raziskovalci so prihajali od zunaj. Postopoma se jim je pridružila domača inteligenca, v 20. stoletju je bila ustanovljena tudi univerza, ozemlje pa je ostalo razdeljeno vse do konca druge svetovne vojne. Šele v povojni Jugoslaviji se je združilo skoraj vse narodnostno slovensko ozemlje, pretežni del raziskav pa so prevzeli domači raziskovalci. Takšna ostaja Slovenija tudi po osamosvojitvi.

Raziskave biotske pestrosti na ozemlju današnje Slovenije so začeli tuji znanstveniki in amaterji, ki so jih tukaj zaposlili v različne namene, navadno pa kot zdravnike ali uradnike. V tem sestavku izpisujem imena rojenih ali podomáčenih Slovencev ali Jugoslovanov polno, drugih pa okrajšano. Do ustanovitve slovenske univerze obravnavam vse raziskovalce biotske pestrosti, po tej pa le tiste, ki so se ukvarjali z nižjimi nevretenčarji (nevretenčarji brez žuželk).

Introduction

In times when the research of the biotic diversity started, the Slovenian territory was on the margins of 'Europe', divided in the political and administrative sense. Researchers were coming from abroad. Step by step the native intellectuals joined them, in the 20th Century also a national university was established. However, the bulk of the ethnic Slovene territory could amalgamate only after the Second World War, when native Slovene and Yugoslav researchers also took the lead in the research. The same remains Slovenia after the disintegration of Yugoslavia.

The research of biodiversity in the territory of the actual Slovenia started by foreign scientists and amateurs, employed here for other purposes, mainly as physicians or as officials. In this account, the names of born or naturalized Slovenes or Yugoslavs will be written in full, while the others will be shortened. Prior the foundation of the Slovene University, researchers are considered, after that only those dealing with lower invertebrates (insects excluded).

Prvi začetki

Floristično in favnistično so začeli ozemlje raziskovati sredi 16. stoletja (GOSAR & PETKOVŠEK 1982; STAUT-TURK 1974). Italijanski zdravnik in naravoslovec **P. A. Mattioli**, ki so ga povabili, da bi iztrebil kugo, je ostal v Gorici/Gorizia 12 let ter raziskoval na zahodu današnje Slovenije. V svojih Komentarjih (MATTIOLI 1570) omenja nekatere rastline in živali, mestoma z imeni krajev. Njegove zbirke imajo večinoma uporaben, medicinski namen, kot velja npr. za *castoreum* – proizvod bobrov, pa čebelji med, vosek in propolis. Omenja tudi v deželi tradicionalen poljški lov. Na rastlinstvo na severovzhodu dežele se je omejil nizozemski botanik **C. Clusius**, ki je bival na Dunaju. Raziskoval je tudi glive.

Tudi v kapitalnem delu Janeza Bojkarta Valvasorja (VALVASOR 1689) o Vojvodini Kranjski iz sredine 17. stoletja je vključenih nekaj podatkov o rastlinah in živalih. Razvpita je omemba bodočega proteja, ki pa ga ta avtor ni prav ocenil in je s tem zgrešil pomembno znanstveno ugotovitev. Njegovi dvomi so še posebej kontroverzni, ker je po drugi strani prav zlahka sprejel čarovnice in 'črne race' kot prebivalke bližnjih jam. Sicer pa je bila njegova obravnava favnističnih posebnosti predvsem etnografska. V podrobnosti je opisal poljški lov in legende o teh živalih. Od nevretenčarjev je omembe vreden opis vedenja pijavk v Cerkniskem jezeru; ker medicinske pijavke vsaj danes ni v teh vodah in ker Valvasor nič ne omenja krvi pri 'žrtvah', moramo domnevati, da so to bile to konjske pijavke (*Haemopsis sanguisuga*).

Prvi korak posodabljanja

Vsaj dva resna terenska raziskovalca sta bila v deželi dejavna v 18. stoletju. Italijan **I. A. Scopoli** je bil prvi zdravnik v rudniku živega srebra v Idriji (1754–1769). Njegove natančne in včasih tvegane terenske in kabinetne raziskave v zahodnih delih Slovenije so obrodile z imenitnima Flora Carniolica (VIENNAE, 1760) in Entomologia Carniolica (VINDOBONAE, 1763). Uporabil je Linnejevo taksonomsko poimenovanje, ob tem ko je zbiral tudi ljudska imena. Scopoli je napisal tudi razpravo o glivah v rudniških rovih, pa o proteju, torej se je dotaknil tudi speleobiološke snovi.

First beginnings

Floristic and faunistic research of the country started in the middle of the 16th Century (GOSAR & PETKOVŠEK 1982; STAUT-TURK 1974). The Italian physician and natural scientist **P. A. Mattioli**, invited to beat the plague, stayed in Gorizia/Gorica for twelve years and investigated the West of the actual Slovenia. In his *Commentarii* (MATTIOLI 1570) he mentions some plants and animals, sometimes with toponyms of localities. His collections are mainly utilitarian, medicinal, as is the case with the *castoreum*, the beaver product, and the bees' honey, wax, propolis. He also mentions the traditional dormice hunt in the country. Limited to plants were investigations of the Dutch botanist residing in Wien, **C. Clusius**, in the NE of the country. In fact, he described also fungi.

In the middle of the 17th Century, the Janez Bajkort (Johann Weichert) Valvasor's capital work (VALVASOR 1689) on the Herzogtum Krain (Kranjska, Carniola) included some accounts on plants and animals. Famous is the mention of the future *Proteus*, not really recognized by the author who missed here an important scientific statement. His doubts are particularly controversial since he willingly accepted witches and 'black ducks' as inhabitants of the surrounding caves. Otherwise, his treatment of faunistic peculiarities was mainly ethnologic. He described in detail the dormice hunt and legends around that animal. Of invertebrates is worth mentioning his description of the leech behavior in Cerknisko jezero; since the medicinal leech is actually absent from these waters, and since he does not mention bleeding of the victims, we are forced to suppose that also his leeches were *Haemopsis sanguisuga*.

First step of modernization

At least two serious field researchers were active in country in the 18th Century. The Italian **I. A. Scopoli** was the first physician in the mercury mine in Idrija (1754–1769). His detailed and sometimes hazardous field and cabinet investigations in western parts of Slovenia resulted mainly in the great *Flora Carniolica* (VIENNAE, 1760) and *Entomologia Carniolica* (VINDOBONAE, 1763). He

Predstavimo Scopolijevo delo (SCOPOLI 1763, 1772) s primeri. Opisal je 613 vrst nevretenčarjev kot novih, od tega 45 vrst pajkov. Žal brez podatkov o najdiščih. V katalogu Fauna Europaea najdemo 5 vrst, ki jim je Scopoli 1763 avtor; šesta je osasti pajek, *Argiope bruennichi*, zelo razširjena, opazna vrsta, ki jo je opisal pozneje (kot *Aranea Brunnichii* SCOPOLI 1772). Ena od njegovih vrst je *Metellina merianae* (SCOPOLI 1763), ki je pogosta v vhodnih rovih kraških jam. Za obe omenjeni vrsti je 'Carniolia' *terra classica*. Opisal je tudi stonogo drobnonožko (Symphyla) *Hanseniella nivea* (SCOPOLI 1763).

Malo pred Scopolijem je objavil nekaj podatkov o kranjskih nevretenčarjih **N. Poda** (1761). Dobil pa jih je od Scopolija, ko je raziskoval žuželke Štajerske v graškem muzeju.

Proti koncu 18. stoletja imamo torej že nekaj pomembnih zbirnih del o flori in favni velikega dela današnje Slovenije: Flora Carniolica, Flora Norica Phanerogama (F. X. WULFEN 1858), Plantae Alpinae Carniolicae (B. HACQUET 1782), Entomologia Carniolica, Insecta Musei Graecensis.

Prve združbe, ustanove, revije

Pomembni osebnosti na prehodu stoletij sta bili Zois in Schmidt. **Žiga Zois** (1747–1819) je bil podjetnik, pa naravoslovec, tehnik in izumitelj, mecen in pisec. Denarno in duhovno je podpiral krog izobražencev, bil zato zelo pomemben za razvoj slovenske kulture, a njegovo edino tiskano delo je menda članek o proteju in še tega ni podpisal (ANONYMUS 1807; ALJANČIČ 1997). **Ferdinand Schmidt** (1791–1878), tuj trgovec, ki pa se je končno ustalil v Ljubljani, je bil tudi ljubiteljski zoolog, zelo dejaven pri aktiviranju slovenskih naravoslovcev in v stikih s številnimi tujimi naravoslovci. Njegov krožek je postal jedro bodočega (1839) Muzejskega društva za Kranjsko, kjer so se porodile tudi prve misli o potrebi po varovanju narave. Bil je najboljši poznavalec krajevnih favne žuželk, z bogato zbirko. Napisal je prvi seznam kranjskih mehkužcev (SCHMIDT 1847). Najdba prvega troglobiotkega hrošča (*Leptodirus hochenwartii* SCHMIDT 1832) ga je napeljala, da je začel iskati(!) jamske živali, kar imamo lahko za začetek speleobiologije (glej spodaj).

applied the Linne's taxonomical nomenclature while collecting also vernacular names. Scopoli wrote an account on fungi in the mine corridors as well on *Proteus*, touching so the field of speleobiology.

To present the Scopoli's work (SCOPOLI 1763, 1772) with an example, he described 613 species of invertebrates as new, 45 of them were spiders. Unfortunately, no locality data were given. In Fauna Europaea, one can still find 5 species of spiders with Scopoli 1763 as the author; the sixth is the beautiful *Argiope bruennichi*, a widely distributed conspicuous species, described later (as *Aranea Brunnichii* SCOPOLI 1772). One of his species is *Metellina merianae* (SCOPOLI 1763), so common in entrance corridors of karst caves. Both important spider species have 'Carniolia' as *terra classica*. He described also the tiny scutigerellid myriopod (Symphyla) *Hanseniella nivea* (SCOPOLI 1763).

Slightly earlier were published some data on Carniolian invertebrates **N. Poda** (1761). He obtained them from Scopoli when studying insects from Styria (including NE of Slovenia) in the Graz museum.

Thus, towards the end of the 18th Century, important synthetic works on the flora and fauna of large parts of the actual Slovenia exist: Flora Carniolica, Flora Norica Phanerogama (**F. X. WULFEN** 1858), Plantae Alpinae Carniolicae (**B. HACQUET** 1782), Entomologia Carniolica, Insecta Musei Graecensis.

First associations, institutions, journals

Important personalities at the transition of the centuries were Zois and Schmidt. **Žiga Zois** (1747 – 1819) was an entrepreneur, natural scientist, technician and inventor, Maecena, and literary man. Activating and supporting (financially and spiritually) a circle of intellectuals, he was very important for the development of the Slovenian culture, but his only printed work should be an article about *Proteus*, even this one not signed (ANONYMUS 1807; ALJANČIČ 1997). **Ferdinand Schmidt** (1791–1878), a foreign merchant who eventually settled in Ljubljana, was also an amateur zoologist, very active in moving the Slovenian naturalists and communicating with a number of renowned foreign naturalists. His

V začetku 19. stoletja, natančneje leta 1810, je **Fran de Paula Hladnik** v Ljubljani ustanovil **botanični vrt**; ta se je obdržal do danes (kot Botanični vrt Univerze v Ljubljani) kot najstarejša znanstvena ustanova v Sloveniji. **Deželni muzej za Kranjsko** so ustanovili 1821 kranjski deželni stanovi. Vključeval je tudi naravoslovni del, ki je danes samostojni Prirodoslovni muzej Slovenije. Muzej je pozneje dobil v hrambo tudi pomemben del Schmidtove zbirke žuželk.

Od leta 1891 je Muzejsko društvo za Kranjsko izdajalo Izvestja Muzejskega društva za Kranjsko, ki so leta 1910 dobila dodatek k naslovu, 'Carniola', leta 1931 pa so se iz njih izluščile **Prirodoslovne razprave**, ki jih je izdajala Prirodoslovna sekcija Muzejskega društva za Slovenijo. Ta znanstvena revija je objavljala tudi taksonomske članke.

Proti sredini in koncu stoletja so Schmidtove-mu seznamu mehkužcev je **Fran Erjavec** (1877 in rokopisi) pridružil podatke iz zahodnih delov Slovenije. Erjavec se je pozneje razvil v učitelja in pisca zgodb o naravi. **Simon Robič**, tudi amater, duhovnik po poklicu, je strastno zbiral iz vsega spektra živega sveta: glive, mahove, žuželke, mehkužce. Medtem ko so žuželke iz njegovih zbirk znanstveno opisovali drugi znanstveniki, je Robič napisal prvi preprost zoološki članek v slovenščini (ROBIČ 1869). Ko so njegovo malakološko zbirko v muzeju popisali, je vsebovala 2759 vrst (SAJOVIC 1908).

Pomembno je, da smo imeli proti koncu stoletja že nekaj določevalnih ključev, ki so – v določenih skupinah – obsegali tudi dele ali celoto slovenske flore in favne. Takšna dela so objavili **J. Pospichal** (1897–1899) in **K. Fritsch** (1897) za floro, **F. Werner** (1897) za dvoživke in plazilce, **S. Clessin** (1887) za mehkužce.

Semkaj bomo priključili začetke 20. stoletja, s pomembnimi projekti, kot je bila priprava določevalnih ključev v slovenščini za rastline (**Julij Glowacki**), pa Flora exiccata Carniolica (**Alfonz Paulin**), navodila za zbiralce metuljev (**Julij Bučar** 1919). Razcvet ljubiteljske entomologije je obrodil bogate in primerno urejene zbirke. **Gvidon Sajovic** je prispeval nov seznam mehkužcev (SAJOVIC 1908), poleg ornitoloških in herpetoloških prispevkov. **Ivan Hafner** (1909, 1910, 1912) je podal seznam 'makrolepidopterov'. Posebej pomembne za usodo naše biotske pestro-

circle appeared to be the core of the future (1839) **Muzejsko društvo za Kranjsko** (Museum Society for Carniola), from which also the first nature protection ideas arose. He was the best connoisseur of the local insect fauna, with a rich collection of insects. He wrote the first list of Carniolian mollusks (SCHMIDT 1847). The finding of the first troglobiotic beetle (*Leptodirus hochenwartii* SCHMIDT 1832) moved him to start to search for cave animals, which we may consider the beginning of speleobiology (see below).

At the beginning of the 19th Century, exactly in 1810, **Fran de Paula Hladnik** grounded in Ljubljana the **botanical garden**; this botanical garden still exists (Botanični vrt Univerze v Ljubljani) as the oldest scientific institution in Slovenia. Carniolian States (kranjski deželni stanovi) grounded **Deželni muzej za Kranjsko** (Carniolian Country Museum) in 1821. It included also natural sciences, a part, which is now the independent Prirodoslovni muzej Slovenije (Slovenian Museum of Natural History). The Museum obtained later also an important part of Schmidt's insect collection.

Since 1891 the Museum Society for Carniola issued the journal Izvestja Muzejskega društva za Kranjsko, which in 1910 obtained a preposition 'Carniola', while in 1931 from it evolved **Prirodoslovne razprave** (Natural Science Papers), issued by the Natural History Section of the Museum Society of Slovenia. It kept publishing also taxonomical papers.

Towards the middle and the end of the century, Schmidt's list of continental mollusks joined data for the West of Slovenia by **Fran Erjavec** (1877 and manuscripts); he developed later into a teacher and writer of stories about nature. **Simon Robič**, again an amateur, a priest by profession, eagerly collected the entire spectrum of biota: fungi, mosses, insects, and mollusks. While scientific descriptions of his insects were published by other scientists, he wrote the first simple zoological treatise in Slovenian language (ROBIČ 1869). When his malacological collection was catalogued in the Museum, it contained 2759 species (SAJOVIC 1908).

A very important fact is the existence, towards the end of the century, of identification keys including also parts or entirety of the Slovenian flora and fauna: **J. Pospichal** (1897–1899) and

sti pa je bila pobuda nekaterih članov Muzejskega društva, leta 1920 (SKOBERNE 1995), s katero je začelo v Sloveniji naravovarstvo.

Ustanovitev nacionalne univerze

(Od tod dalje bomo upoštevali le raziskovalce nižjih nevretenčarjev.)

Leta 1919 je bila ustanovljena Univerza v Ljubljani. Moramo sicer ugotoviti, da to ni imelo izrecnega neposrednega vpliva na raziskovanje biotske pestrosti. Imelo pa je ugoden daljnosežen vpliv; znanost je dvignilo na višjo raven in povečalo je delež slovenskih raziskovalcev. Univerza v Ljubljani je omogočila zainteresirani mladeži študij doma in 'produkcija' biologov za pouk in raziskovanje je stalno naraščala. Pred nekaj desetletji je še naraščalo zanimanje študentov za 'moderne' panoge (za fiziologijo, molekulsko biologijo), a proti koncu 20. stoletja sta spet postali privlačnejši ekologija in biotska pestrost. To je posebej izraženo prav zdaj, ko lahko kandidati izberejo tudi povsem samostojen študij (zunaj biologije) biotehnologije in mikrobiologije. Že vsaj 20 let sprejemamo na študij biologije po približno 70 kandidatov letno; v drugem letniku lahko izbirajo med tremi usmeritvami in v zadnjih letih jih je v povprečju skoraj polovica (48 %) izbrala 'ekološkosistematski blok'. V zadnjih desetih letih je diplomiralo v povprečju 68 študentov letno.

Mladega zoologa **Jovana Hadžija** (npr. HADŽI 1909) so povabili na novoustanovljeno Univerzo, da bi oblikoval inštitut za zoologijo. Postal je prvi profesor zoologije, znan zlasti po svojih zelo originalnih pogledih na filogenijo mnogoceličarjev. Vendar pa je ponudil tudi zoogeografsko shemo Jugoslavije (HADŽI 1930) in prispeval k poznavanju njene favne. Taksonomsko je v svojih delih obravnaval Ciliata, Cnidaria, Scorpiones, Pseudoscorpiones, Opiliones. Bil je tudi pomemben za razvoj speleobiologije.

Kot pomembno publikacijo obdobja med vojnami moramo omeniti 'vodnik' po zooloških zbirkah tedaj že samostojnega Prirodoslovnega muzeja; napisali so ga direktor **Fran Kos** in sodelavci (Kos et al. 1932). Ta vodnik je bil lepa predstavitev slovenske favne, kjer so bile omenjane tudi 'redke' vrste, pa endemi in podobne posebnosti; postal je brevir za zainteresirano mladež

K. Fritsch (1897) for flora, **F. Werner** (1897) for herpeta, **S. Clessin** (1887) for Mollusca.

We will join here the beginning of the 20th Century with important projects, like preparation of an identification key for plants in Slovenian language (**Julij Glowacki**), the Flora exiccata Carniolica (**Alfonz Paulin**), instructions for butterfly collectors by **Julij Bučar** (1919). The burst of the amateur entomology gave rich and well kept collections. **Gvidon Sajovic** contributed a new list of Mollusca (Sajovic 1908), beside ornithological and herpetological papers. **Ivan Hafner** (1909,1910,1912) gave a list of 'macro-Lepidoptera'. Particularly important for the future of the biodiversity is finally the initiative of some people in the Muzejsko društvo in 1920 (Skoberne 1995), which started the nature protection in Slovenia.

Foundation of the national University

(From here on, only researchers of lower invertebrates will be considered.)

In 1919 was founded the University of Ljubljana. One has to note that this fact had no explicit immediate influence to the biodiversity research. Its beneficial influences were however long-term and far-reaching ones; it raised the science to a higher level and raised the share of Slovenian researchers. Ljubljana University enabled the interested youth to study at home and the 'production' of biologists for teaching and research was steadily increasing. Some decades ago the interest of students on 'modern' branches (physiology, molecular biology) was increasing, while towards the end of the 20th Century, the ecology and biodiversity became more attractive. This is particularly expressed very recently, when candidates can take independent studies (outside biology) in biotechnology and microbiology. Since 20 years ago or more, to the biology curriculum are accepted ca 70 candidates per year; they may choose between three directions in the second year and in last years nearly half (48%) of them in average select the emphasis on the ecology and systematics topics. In the last decade have been graduating 68 students in average per year.

The young zoologist **Jovan Hadži** (e.g. HADŽI 1909) was invited to the newly estab-

in za dolgo obdobje edina predstavitev celotnega spektra domače biodiverzitete. **Roman Kenk** je objavil pomembna dela o sladkovodnih trikladnih vrtničarjih, preden se je leta 1938 izselil. **Ljudevit Kuščer** je opisal številne polžke iz jamskih voda. Nekatera dela so bila objavljena med drugo svetovno vojno. Raziskovalci iz drugih delov Jugoslavije in iz tujine so se zanimali zlasti (vendar ne izključno) za jamsko živalstvo, obdelovali so bogato gradivo, ki so ga zbrali sami ali pa dobili od slovenskih jamarjev in speleobiologov. Tu naj bo omenjen **Stanko Karaman**, tedaj delujoč v Skopju, ki je obdeloval zlasti postranice. **H.-J. Stammer** je bil dejaven raziskovalec jam in taksonom širokega znanja, ki je opisoval vse od protozojev do rakov. **E. Racovița (Racovitza)** je opisoval sladkovodne izopode, **H. Strouhal** kopenske in vodne izopode. **K. W. Verhoeff** je raziskoval mokrice in dvojnonoge, **K. Strasser** in **Carl Attems** pa le dvojnonoge. Drugi pomembni raziskovalci so bili **W. Schneider** z nematodi, **M. Beier** s paščipalci, **C. Willmann** s pršicami, **F. Kiefer** s ceponožci in **W. Klie** z dvoklopniki. **Franc Mihelčič** je raziskoval tardigrade in nekatere skupine pršic. **C. Zelinka** je opisal več vrst kinorinhov prav iz slovenskega morja.

Po Drugi svetovni vojni

Kmalu po vojni se je raziskovalna dejavnost popestrila. Poleg nekaterih tujcev so raziskovali zlasti sodelavci Zoološkega inštituta na ljubljanski Univerzi ter Biološkega inštituta Akademije znanosti in umetnosti (danes Biološki inštitut Jovana Hadžija, ZRC SAZU). J. Hadži, S. Karaman, J. Kratochvil, M. Beier, C. Attems, K. Strasser so nadaljevali z objavljanjem podatkov o slovenski favni.

Od leta 1952 izhaja biološka znanstvena revija **Biološki vestnik**; po krajši krizi se ta revija od 1997 nadaljuje kot **Acta biologica slovenica** (ali **ABS**). Slovenska akademija znanosti in umetnosti izdaja svoje **Razprave-Dissertationes** z naravoslovnim delom. Obe reviji objavljata tudi zoološke taksonomske članke.

Jože Bole je raziskoval mehkužce, pomembne so njegove taksonomske in favnistične monografije o manjših skupinah kopenskih (*Zospeum*; **BOLE** 1974) in vodnih troglobiontov (endemne vrste *Belgrandiella*; **BOLE** 1967). Njegov prispevek je

published University to create an institute of zoology. He became the first professor of zoology, known mainly for his very original ideas about phylogeny of metazoans. But, he offered also a zoogeographical scheme of Yugoslavia (**HADŽI** 1930) and contributed also to the knowledge of its fauna. Taxonomically, he published about Ciliata, Cnidaria, Scorpiones, Pseudoscorpiones, and Opiliones. He was also important for the development of the speleobiology.

As an important publication of the time between the Wars has to be mentioned the 'guide' to the zoological collections of the now independent Natural History Museum by its director **Fran Kos** (**Kos et al.** 1932). This 'guide' was a nice presentation of the Slovenian fauna, mentioning also 'rare' species, endemics etc; it became a breviary for the interested youth and for long time the only presentation of the whole spectrum of the indigenous biodiversity. **Roman Kenk** published some important papers on freshwater Turbellaria Tricladida, before emigrating (in 1938). **Ljudevit Kuščer** described numerous Gastropoda from cave waters. Some of their accounts were published already in the war times.

Researchers from the rest of Yugoslavia and from abroad were particularly (but not only) interested on the cave fauna, they studied rich materials collected either by themselves or obtained from the Slovenian cavers and speleobiologists. Such was e.g. **Stanko Karaman**, then in Skopje, studying mainly amphipods. **H.-J. Stammer** was an active cave researcher and taxonomist of a wide knowledge describing protozoans to crustaceans. **E. Racovița (Racovitza)** described aquatic isopods, **H. Strouhal** terrestrial and aquatic Isopoda. **K.W. Verhoeff** studied oncsids and myriapods, while **K. Strasser** and **Carl Attems** only the myriapods. Other important researchers were **W. Schneider** with Nematoda, **M. Beier** with Pseudoscorpiones, **C.-F. Roewer** with Opiliones, **J. Kratochvil** with Aranea, **C. Willmann** with Acarina, **F. Kiefer** with Copepoda and **W. Klie** with Ostracoda. **Franc Mihelčič** studied Tardigrada and some Acarina.

C. Zelinka described some Kinorhyncha from the Slovenian sea.

bistveno dopolnil **Pavle Radoman** (1983, 1985). Posebej zanimivo je odkritje cele kopice vrst epizoičnih vrtinčarjev Temnocephalida na jamskih kozicah, ki jih je obdelal **Janez Matjašič** (1990).

S. Hrabě je napisal nekaj prispevkov k poznavanju vodnih maloščetincev, podobno tudi **Spasenija Karaman** in končno **N. Martinez-Ansemil, B. Sambugar & E. Giani**.

C. Deeleman-Reinhold je raziskovala jamske pajke. **Anton Polenec** je gozdne pajke raziskoval bolj ekološko, manj taksonomsko in to pretežno kot soavtor; bil pa je izjemno dejaven kot pisec poljudnoznanstvenih zooloških del. **Božidar Čurčič** je prispeval k poznavanju paščipalcev, **B. Condé** k poznavanju palpigradov. **Kazimir Tarman**, sicer posvečen ekologiji tal, je raziskoval pršice oribatide. **Marjan Rejic** je raziskoval vodne bolhe in ceponožce, **Trajan Petkovski** rake ceponožce in dvoklopnike, **D. Danielopol** pa le dvoklopnike. **Z. Matic** je taksonomsko obdelal nekaj vzorcev strig.

Nekaj pomembnih seznamov, ki zadevajo biotsko pestrost, je bilo objavljenih v obdobju 1964–1980. Odbor pri SAZU, v okviru zvezne akcije in po pooblastilu zveznega Consilium Academiarum Scientiarum RPSFJ, je izdajal *Catalogus faunae Jugoslaviae*. To so seznam vrst s sinonimi in grobimi podatki o razširjenosti (o tipski lokaliteti in prisotnosti po republikah nekdanje Jugoslavije, vključno s Slovenijo). Za nižje nevretenčarje je do l. 1980 izšlo osem zvezkov (Oligochaeta, Araneae, Pseudoscorpiones, Opiliones, Oribatei, Amphipoda, Isopoda aquat., Diplopoda). **Janez Matjašič** in **Jože Štirn** (1975) sta objavila seznam vrst iz slovenskega dela Jadrana, a bogat vir tozadevnih podatkov je tudi skupinsko delo Avčič s sod. (1973). Okoli 1990 so izšli **Rdeči seznam** (ur. **Jana Vidic** 1992) ogroženih rastlinskih in živalskih vrst, kjer pa so za nekatere skupine vključeni kar popolni seznam slovenske favne. Biološko društvo Slovenije in Biološki inštitut Univerze sta izdajala **Ključke za določevanje živali** (za Jugoslavijo; ur. **B. Sket**), a od nevretenčarjev sta izšla le ključa za mehužce in za višje takson nevretenčarjev (**Bole** 1969; **Sket** 1968). Posebej dragocen je priročnik za določitev običajnejših morskih vrst, **Fauna und Flora der Adria** (ur. **R. Riedl** 1963), ki je seveda uporaben tudi ob slovenskem delu Jadrana.

After the World War II

Soon after the War, the research activity diversified and **we will continue with limiting our review to lower invertebrates**, i.e. we will exclude from the account the vertebrates and insects. Beside by some foreigners, the research was mainly performed by the Zoological Institute at the University and the Biology institute at the Slovenian Academy of Sciences and Arts (now Biološki inštitut Jovana Hadžija, ZRC SAZU). **J. Hadži, S. Karaman, J. Kratochvil, M. Beier, C. Attems, K. Strasser** continued their activity, at least publishing about Slovenian fauna.

The scientific journal **Biološki vestnik** had been published from 1952 to 1995; after a short crisis it continued as **Acta biologica slovenica** (or **ABS**) since 1997. The Academy of Sciences and Arts is issuing its **Razprave-Dissertationes** with a natural history part. Both journals are publishing also articles regarding zoological taxonomy.

Jože Bole studied Mollusca; important are his taxonomic and faunistic monographs on some small groups of terrestrial (*Zospeum*; **Bole** 1974) and aquatic troglobionts (endemic *Belgrandiella*; **Bole** 1967). His contribution was remarkably completed by **Pavle Radoman** (1983, 1985). Particularly interesting is the discovery of a series of Turbellaria Temnocephalida on cave shrimps by **Janez Matjašič** (1990).

S. Hrabě wrote some contributions about aquatic Oligochaeta, so did also **Spasenija Karaman** and finally **N. Martinez-Ansemil, B. Sambugar & E. Giani**.

C. Deeleman-Reinhold investigated cave spiders. **Anton Polenec** investigated forest spiders ecologically, less taxonomically and mainly as a co-author; but he was extremely active as a popular zoology writer. **Božidar Čurčič** contributed to the knowledge of Pseudoscorpiones, **B. Condé** of the Palpigradi. **Kazimir Tarman**, mainly a soil ecologist, studied oribatid mites. **Marjan Rejic** studied Cladocera and Copepoda, **Trajan Petkovski** Copepoda and Ostracoda, **D. Danielopol** only Ostracoda. **Z. Matic** described new species from some samples of Chilopoda.

Some important lists regarding the biodiversity were published in 1964–1980. A Committee at SAZU, in charge of a federal action (under Consilium Academiarum Scientiarum RPSFJ) was issuing the series *Catalogus faunae Jugo-*

V mlajši generaciji zoologov je bil posebej dejaven prezgodaj preminuli **Narcis Mršić**. V katalogu Fauna Europaea lahko najdemo kar 46 sprejetih vrstnih imen za Lumbricidae in 17 za Diplopoda, ki jim je Mršić avtor. Posebej pomembna je monografija o deževnikih Balkana (MRŠIĆ 1991). **Franc Potočnik** se je nekaj časa ukvarjal z mokricami. Svoje čase zelo dejaven je bil **Andrej Avčin** kot specialist za Polychaeta, a njegova disertacija ni bila dokončana in objavljena. Zgodaj preminuli **Milan Velikonja** je obdeloval sladkovodne spužve in mahovnjake. **France Velkovrh** je opisal nekaj novih vrst in rodov mehkužcev, pomembna pa je tudi njegova izjemno bogata zbirka, ki je zdaj v Prirodoslovnem muzeju Slovenije. **Marjanca Markič** in **Mihael J. Toman** sta raziskovala kotačnike, **Natalija Budihna**, pa razširjenost potočnih rakov (Astacidae). **Janez Brglez** je objavil nekaj obsežnih del z opisi ploskavcev, ki zajedajo v kontinentalnih vretenčarjih, medtem ko je delo **Vesne Paradižnik** o zajedalskih helmintih morskih rib ostalo v rokopisu.

Za 2. kongres jugoslovanskih sistematikov smo pripravili **pregled stanja v poznavanju jugoslovanske favne** (SKET et al. 1991). Ta pregled je nepričakovano pokazal, da favna v Sloveniji ni bila le najboljše raziskana (znotraj Jugoslavije), temveč da je tudi sorazmerno zelo pestra. To bogastvo smo pozneje nekoliko bolj obdelali, primerjali, Mršić (1997) pa je na ta račun dvignil Slovenijo v 'vročo točko Evrope'. Pomemben dosežek je bila izdaja poljudne, a znanstveno korektne, monografije *Živalstvo Slovenije* (ur. B. SKET, M. GOGALA, V. KUŠTOR 2003); poleg poglavij o vseh skupinah mnogoceličarjev so tudi poglavja o biotski pestrosti in njenem ohranjanju, o zgodovini biodiverzitete (paleontologija), o biogeografiji. Okoli 40 avtorjev je prispevalo specialna poglavja, 14 od njih o nižjih nevretenčarjih; vendar pa nekateri avtorji niso specialisti za obravnavane skupine.

Sedanje stanje

Danes poteka raziskovanje nižjih nevretenčarjev v nekaj bioloških ustanovah. Noben predlog usklajenega raziskovanja biodiverzitete ni naletel na primerno administrativno in finančno podporo državnih agencij. Zbrani podatki o biot-

slaviae, a list of species with synonyma and rough distribution data (type locality, presence in federal republics of Yugoslavia, including Slovenia). For lower invertebrates, eight issues (Oligochaeta, Araneae, Pseudoscorpiones, Opiliones, Oribatei, Amphipoda, Isopoda aquat., Diplopoda) have been published till 1980. Janez Matjašič and **Jože Štirn** (1975) published a list of species from the Slovene part of the Adriatic Sea, but rich in faunistic data is also the contribution of a group of researchers AVČIN et al. (1973). Around 1990 were issued **Red lists** (ed. **Jana Vidic** 1992) of endangered plant and animal species, which present for some groups complete lists of Slovenian fauna. The Biological society of Slovenia and the University Biological Institute issued **Identification keys** for Yugoslav fauna (edit B. SKET), but only mollusks and a key for higher taxa represented the lower invertebrates (BOLE 1969; SKET 1968). Particularly precious was a manual for identification of most common marine species, **Fauna und Flora der Adria** (edited by **R. RIEDL** 1963), applicable also in the Slovene part of that sea.

In the younger generation of zoologists, the early deceased **Narcis Mršić** was particularly active. In Fauna Europaea one can find 46 accepted species names of lumbricids and 17 of diplopods with Mršić as the author. Particularly important is his great monograph on Lumbricidae of the Balkans (MRŠIĆ 1991). **Franc Potočnik** was for a shorter period working on Isopoda Oniscida of Slovenia. For a time very active was **Andrej Avčin** as a specialist on Polychaeta; unfortunately, his thesis remained unfinished and unpublished. The early deceased **Milan Velikonja** studied freshwater sponges Spongillidae and Bryozoa. **France Velkovrh** described new species and genera and established an extraordinarily rich collection of Mollusca; the collection is now in the Natural History Museum. **Marjanca Markič** and **Mihael J. Toman** studied Rotatoria, **Natalija Budihna** the distribution of Astacidae.

Janez Brglez published a number of extensive papers with descriptions of plathelminths, parasitic in vertebrates of continental Slovenia, while a contribution of **Vesna Paradižnik** about parasites (Plathelmintha, Nematoda) of marine fishes remained in manuscript.

For the 2nd Congress of Yugoslav systematians, a review of the **state of the knowledge**

ski pestrosti so večidel le stranski proizvod širše zastavljenih raziskav. Te pa financira ARRS skozi 'projekte' in 'programe'.

Na Biološkem inštitutu Jovana Hadžija ZRC SAZU **Rajko Slapnik** nadaljuje malakološke raziskave, ki jih je začel J. Bole; objavlja predvsem o polžih iz jam. **Matjaž Kuntner** je specialist za pajke.

Na Nacionalnem inštitutu za biologijo je **Anton Brancelj** specialist za Copepoda in Cladocera. Opisal je številne podzemeljske nove vrste, presenetljivo tudi dve troglobiotiski vodni bolhi. Posebej se zanima za favno preniklih voda v jamah. Na inštitutski Morski biološki postaji v Piranu raziskuje **Alenka Malej** plankton, **Borut Vrišer** pa intersticijske ceponožce.

Na Kmetijskem inštitutu Slovenije, Ljubljana, **Gregor Urek** in **Saša Širca** raziskujeta na rastline vezane nematode. Te raziskave je vzpodbudil **Aleksander Hržič**, ki je leta 1963 začel z zdravstveno kontrolo tal na navzočnost krompirjevih nematodov.

Center za kartografijo favne in flore, ki ga vodi **Mladen Kotarac**, je zasebni zavod, ustanovljen leta 1996, in zdaj zaposluje 15 biologov. Glavni namen zavoda je zbiranje, organiziranje in posredovanje podatkov o razširjenosti rastlinskih in živalskih vrst v Sloveniji. Predvsem pripravlja gradivo za namen naravovarstva.

V prirodoslovnem muzeju raziskuje **Tom Trilar** klope. Ta ustanova tudi hrani zbirke raziskovalcev, ki niso več aktivni.

Na Oddelku za biologijo Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru **Tone Novak** taksonomsko, favnistično in ekološko raziskuje suhe južine.

Na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani se ukvarja s taksonomskimi, favnističnimi in biogeografskimi študijami predvsem Raziskovalna skupina za speleobiologijo in zoologijo. Posveča se zlasti podzemeljskim živalim in dinarskem območju, a se niti na eno niti na drugo ne omejuje. Raziskujejo predvsem Hirudinea (**Peter Trontelj** in **Boris Sket**), sladkovodne Isopoda (**Simona Prevorčnik**, **Rudi Verovnik** in **B. Sket**), Amphipoda (**Cene Fišer**, **P. Trontelj** in **B. Sket**), Decapoda (Astacidae in Atyidae; **Yoichi Machino** kot gost, **P. Trontelj**, **B. Sket**, **Valerija Zakšek** kot mlada raziskovalka). Posebej pomembna je dejavnost molekulske

of Yugoslav fauna (lower invertebrates) was performed (SKET et al. 1991). This review has unexpectedly shown that the Slovenian fauna was not only the most studied within Yugoslavia, but probably also comparatively very rich. This richness was later further elaborated, compared, and raised as a 'hot spot of Europe' in a popular booklet (MRŠIČ 1997). An important achievement is the publication of a popular, but nevertheless scientifically correct monograph *Živalstvo Slovenije* (Fauna of Slovenia; B. SKET, M. GOGALA, V. KUŠTOR edit. 2003); beside chapters on all metazoan groups, there are also chapters about the biodiversity and protection of it, history of biodiversity (paleontology), biogeography. Approximately 40 authors contributed special chapters, 14 of them on lower invertebrates only (but many groups could only be authored by non-specialists).

The actual situation

Nowadays, all research work on biodiversity of lower invertebrates is carried out on in a number of biological institutions. None of the proposed programs on correlated faunistic investigations obtained an adequate administrative and/or financial support from the state authorities. The gathered biodiversity data are mainly just a byproduct of more widely conceived investigations. They are financially supported through 'programs' and 'projects' at the ARRS (Agency for Research of RS).

At the Biološki inštitut Jovana Hadžija, ZRC SAZU, **Rajko Slapnik** is continuing malacological investigations initiated by J. Bole; he published mainly on gastropods from caves. **Matjaž Kuntner** is a specialist for spiders.

In the Inštitut za biologijo, Ljubljana (National Institute for Biology), **Anton Brancelj** is a specialist for Copepoda and Cladocera. He described many new subterranean species, surprisingly also two troglobiotic cladocerans. He is particularly interested in the fauna of percolating waters in caves. At the institute's Marine Biology Station in Piran, **Alenka Malej** is studying plankton, and **Borut Vrišer** interstitial copepods.

At Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana (Agricultural institute of Slovenia), **Gregor Urek** and **Saša Širca** study plant related Nematoda.

filogenetskega laboratorija, ki ga vodi P. Trontelj in je začel delovati 1998. Pobuda za ta laboratorij izhaja iz težav s taksonomijo pijavk, vendar pa je omogočil filogenetiko nevretenčarjev, razmejitev nekaterih taksonov in odkrivanje 'kriptičnih' vrst. Več diplomskih del je bilo izpeljanih v tem laboratoriju. Drug pomemben projekt skupine je katalog podzemelske favne 'širšega dinarskega območja' ali 'zahodnega Balkana s soseščino' (dejansko vsega območja nekdanje Jugoslavije) in večstranska analiza biodiverzitete v tem območju (**Maja Zagmajster** in B. Sket, z **D. Culverjem** kot gostom). Predvsem favnistično in ekološko obravnavajo strige (**Ivan Kos**), pajke (**Rok Kostanjšek**, Cene Fišer), kotačnike (**Mihael J. Toman**) in gole polže (**Marjan Vaupotič** kot gost).

Leta 1999 je začela izhajati **Natura Sloveniae – Revija za terensko biologijo** (editor R. Kostanjšek), namenjena tudi hitremu publiciranju favnističnih podatkov; je tudi prosto dostopna na spletu (<http://web.bf.uni-lj.si/bi/NATURA-SLOVENIAE/index.php>).

Vloga speleobiologov in amaterjev

Speleobiologija

Ena od posebnosti slovenske zoologije je pomembnost vloge, ki jo v njej igra speleobiologija. Prvič, speleobiologija se je rodila na tem območju; drugič, raziskovanje slovenske favne je v veliki meri stimulirala zanimiva in zelo bogata podzemeljska favna; tretjič, slovenski speleobiologi so bili dokaj zaslužni za tukajšnjo zoologijo, kot tudi za jamarsko dejavnost.

(1) **Janez Bajkort** (Johann Weichert) **Valvasor** (1689) je bil prvi evropski pisec, ki je omenil (čeprav ne tudi prepoznal) kako jamsko žival. Proteja so kmalu nato tudi taksonomsko poimenovali (LAURENTI 1768), pozneje pa so ga opisovali tudi nekateri avtorji iz Slovenije. V Sloveniji je bil najden tudi prvi troglobiotski nevretenčar, hrošč *Leptodirus hochenwartii*, zaradi katerega je njegov avtor, F. Schmidt, začel z iskanjem dodatnih osebkov in tudi drugih vrst v jamah. To imamo lahko za začetek novega raziskovalnega področja – speleobiologije (ali biospeleologije). Danski entomolog **J. M. C. Schiödt** je napisal prvo kratko monografijo (1849, 1851) o svojem

These studies were initiated by **Aleksander Hržič** for the Potato Cyst nematode.

Center za kartografijo favne in flore (Center for Cartography of Fauna and Flora) headed by **Mladen Kotarac** is a private non-profit institute founded in 1996 and employing now 15 biologists. The main aim of the Center is to collect, classify, process and disseminate the data and information about the occurrence of plant and animal species in Slovenia. This institute mainly prepares data for the purpose of nature conservation.

At the Prirodoslovni muzej Slovenije, **Tomi Trilar** is investigating Ixodidea. This institution also keeps collections of researchers that are not any more active.

At the Oddelek za biologijo, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru (Department of Biology, Faculty of Natural Sciences and Mathematics), **Tone Novak** studies taxonomy and fauna (and biology) of Opiliones.

At the Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani (Biology Department, Biotechnical Faculty), mainly in the Research Group for Zoology and Speleobiology is studying taxonomy, faunistics, and biogeography, with emphasis on subterranean and Dinaric biota, but not limited to either of them. Their main groups are Hirudinea (**Peter Trontelj** and **Boris Sket**), aquatic Isopoda (**Simona Prevorčnik**, **Rudi Verovnik** and B. Sket), Amphipoda (**Cene Fišer**, P. Trontelj and B. Sket), Decapoda (Astacidae and Atyidae; **Yoichi Machino** as guest, P. Trontelj, B. Sket, **Valerija Zakšek** as Ph.D. candidate). Particularly important is the activity of the molecular phylogenetic laboratory, headed by P. Trontelj and founded in 1998. The foundation of this laboratory was triggered by difficulties in the taxonomy of Hirudinea, but it allowed also studies in invertebrate phylogeny, delimitations of some taxa and discovery of a number of cryptic species. A number of graduation theses have been performed in this laboratory. Another important project of this group is the subterranean fauna catalogue for the entire 'broader Dinaric area' or 'Western Balkans with neighborhood' (in fact, all states of the former Yugoslavia) and many-sided analysis of the subterranean biodiversity in this region (**Maja Zagmajster** and B. Sket, with **D. Culver** as guest). Mainly faunistically (and

raziskovanju okoli Postojne. Tudi ena od prvih obsežnih monografij o jamskem živalstvu, avtor je bil **O. Hamann** (1896), je bila napisana s posebnim ozirom na kranjsko jamsko favno. Končno, prvi poskusi ekološko-evolucijske klasifikacije jamskih živali po Schiödteju in po Schinerju (SCHINER 1854; SKET 2008), slonijo na izkušnjah iz jam okoli Postojne. Sorazmerno zgodaj, v petdesetih letih prejšnjega stoletja, se je speleobiološko raziskovanje v Sloveniji razširilo tudi na intersticialne vode.

(2) Največ raziskovalcev nevretenčarske favne med obema vojnama je bodisi prišlo zbirat jamsko favno ali pa obdelovat gradivo, ki so ga zbrali slovenski jamarji in biologi v jamah. K sreči je to gradivo vsebovalo tudi vzorce s površja, bodisi okoli jam ali pa iz izvirov. Nekatere slovenske raziskovalce sedanje generacije je najprej zamikala jamska favna in so šele pozneje razširili svoje zanimanje na površinske pripadnike zadevnih skupin. In končno, raziskovalna skupina, ki je pri raziskovanju živalske pestrosti danes najbolj dejavna, ima podzemeljsko favno za glavni objekt, a raziskuje tudi površinske vrste, da bi lahko razumeli filogenezo in biogeografijo.

(3) Prvo slovensko jamarsko društvo, Antron, je bilo ustanovljeno 1889 v Postojni, drugo Društvo za raziskovanje podzemeljskih jam, z resnimi raziskovalnimi ambicijami, pa 1910 v Ljubljani. Da so Društvo po prvi svetovni vojni ponovno vzbudili, je zaslužnih nekaj dejavnih biologov. J. Hadži, R. Kenk, L. Kuščer, A. Seliškar so bili polovica 'marljivih članov' (kot jih omenja P. KUNAVER 1957). Biologi so organizirali morda najpomembnejšo akcijo Društva za raziskovanje jam – odpravo na Popovo polje, ki je bilo tedaj še dokaj eksotično območje. Raziskovanje jamske favne je ostalo ena od pomembnejših dejavnosti tega društva. Kot poročajo, je bil prof. Hadži tisti, ki je uspel skriti in rešiti jamski arhiv pred okupatorjem v času druge svetovne vojne. Po vojni so bili spet tudi biologi vseskozi dejavni člani Društva in eden izmed njih je bil pozneje tudi predsednik Jamarske zveze Slovenije, ki se je ob društvu razvila. Tudi danes so nekateri biologi jamarji, dejavni tudi organizacijsko. In isti kolegi spodbujajo delo v zoologiji. Končno, molekulska filogenetske raziskave, čeprav so začele zaradi pijavk, večidel napredujejo zaradi zanimanja speleobiologov.

ecologically) studied are also Chilopoda (**Ivan Kos**), spiders (**Rok Kostanjšek**, Cene Fišer), Rotatoria (**Mihael J. Toman**) and slugs (**Marjan Vaupotič** as guest).

In 1999 started the new *Natura Sloveniae – Journal of field biology* (editor R. Kostanjšek), dedicated also to a quick publication of faunistic data; it is freely accessible on the net (<http://web.bf.uni-lj.si/bi/NATURA-SLOVENIAE/index.php>).

The role of speleobiologists and amateurs

Speleobiology

One of the striking peculiarities of the Slovenian zoology is the important role speleobiology (biospeleology) plays in it. First, speleobiology was born in this country; second, the research of Slovenian fauna was in great part stimulated by the interesting and particularly rich subterranean fauna; third, Slovenian speleobiologists were quite meritorious for the local zoology, as well as for the local caving activity.

(1) **Janez Bajkort** (Johann Weichert) **Valvasor** (1689) was the first European author mentioning (although not recognizing!) a cave animal. *Proteus* was soon thereafter taxonomically named (LAURENTI 1768) and later described also by some authors from Slovenia. In Slovenia was found also the first trogllobiotic invertebrate, *Leptodirus hochenwartii*, which motivated its author, F. Schmidt to start a campaign for finding additional specimens of this and new species in caves. This can be regarded the beginning of the new research field – speleobiology (or biospeleology). The Danish entomologist **J.M.C. Schiödte** (1849, 1851) wrote his first short speleobiological monograph on his research around Postojna. One of the first extensive monographs on the cave fauna, by **O. Hamann** (1896) was issued 'with particular respect to the Carniolian cave fauna'. Finally, first attempts of ecological-evolutionary classification of cave inhabitants, by Schiödte and by Schiner (SKET 2008), based on experiences from the caves around Postojna. Comparatively early, in 1950s, the speleobiology research in Slovenia was expanded also to interstitial waters.

Pomen ljubiteljstva

Vse od začetka so bili neprofesionalni raziskovalci pomembni za poznavanje slovenske biotske pestrosti. Pravzaprav je sploh težko razlikovati profesijo od amaterske dejavnosti v času, ko so naravoslovje (zlasti pa botaniko) poučevali v sklopu medicine in biologije kot znanstvene panoge sploh ni bilo. Vendar pa so bile v začetku 19. stoletja pomembne osebnosti iz zgornjega pregleda čisti amaterji: Ž. Zois je imel klasično izobrazbo, F. Schmidt je bil trgovec, S. Robič duhovnik in H. Freyer je študiral farmacijo. Podobno tudi drugi: malakolog Heinrich Hauffen je bil trgovski pomočnik, Josip Stussiner poštni uslužbenec. To se je nadaljevalo do današnjih dni, vendar pa so ravno raziskave nižjih nevretenčarjev (vključno s sodobno malakologijo) izrazito neprimerne za ljubiteljsko dejavnost, zato se ljubitelji ukvarjajo predvsem z entomologijo. Vendar je **Egon Pretner**, spet trgovec po poklicu, svoja zrela leta posvetil raziskovanju jam. Postal je svetovno znan specialist za nekatere skupine hroščev in daleč najboljši poznavalec jam v bivši Jugoslaviji. Kar je nadvse pomembno, poleg hroščev je zbiral še vse druge živali, celo vodne. Mnoge jamske nevretenčarje so opisali po Pretnerjevih vzorcih. Zelo zaslužna za poznavanje slovenske favne so in bodo tudi v prihodnosti društva, v katerih so tudi amaterji. Vendar se ta društva menda brez izjeme posvečajo žuželkam in vretenčarjem.

(2) Most researchers of invertebrate fauna between the wars were either coming to collect subterranean fauna or studying materials collected by Slovenian cavers and biologists in caves. Fortunately these materials contained also samples from the surface, either around caves or in springs. Some Slovenian researchers of the recent generation were first intrigued by the cave fauna and only secondarily they widened their research to surface members of the groups of interest. Finally, the research group which is the most active in the animal biodiversity research nowadays, has subterranean fauna as its central topic, but again, it includes the surface relatives to understand the cavernicoles' phylogeny and biogeography.

(3) The first Slovene caving club, Antron, was founded 1889 in Postojna, the second, Društvo za raziskovanje podzemeljskih jam, with serious research ambitions, in 1910 in Ljubljana. To reactivate this society after the World War I, some active biologists were necessary. J. Hadži, R. Kenk, L. Kuščer, A. Seliškar are 50% of 'diligent members' (mentioned by P. KUNAVER 1957). Biologists also organized probably the most important action of the Društvo za raziskovanje jam (Society for cave research) – an expedition to Popovo polje, the then still an exotic area. Cave fauna research remained one of important activities of this society. During the World War II, it was reportedly prof. Hadži, who succeeded to hide and rescue the rich society's cave archive from the occupier's forces. After the War, biologists have throughout been active members of the Society and one of them was also the president of the later developed Speleological Union of Slovenia. Recently again, some biologists are cavers, active also in organization. And the same colleagues are intriguing the research work in zoology. Finally, the molecular phylogenetic research, although started for leeches, has been mainly promoted by interests of speleobiologists.

Importance of amateurs

Since the very beginnings, non-professional researchers were important for the knowledge of the Slovenian biodiversity. It is difficult to distinguish profession from amateur activity

in times when natural sciences (and botany in particular) were taught within medicine and biology, as a science did not exist at all. But note that at the beginning of the 19th Century, important personalities from the above review were pure amateurs: Ž. Zois enjoyed classical education, F. Schmidt was a merchant, S. Robič was a priest, and Freyer studied mainly the pharmacy. The malacologist Heinrich Hauffen was a shop assistant, Josip Stussiner a postal official. This continued into recent times, but the up-to-day research of lower invertebrates (even modern malacology) is explicitly unsuitable for an amateur activity, therefore it was mostly entomology carried on by amateurs. However, **Egon Pretner**, again a merchant by profession, devoted his ripe years to the cave research. He became a world known specialist for some groups of Coleoptera and by far the best connoisseur of Yugoslav caves. What is particularly important, beside beetles, he collected all other animals, including the aquatic ones. Many cave invertebrates have been described from Pretner's samples. Very meritorious for the knowledge of the Slovenian fauna are and will be in future some societies which include also amateurs, but they are exclusively devoted to vertebrates and insects.

Viri / References

- ALJANČIČ M. 1997: Žiga Zois in človeška ribica. *Proteus* **60**(4): 156–159.
- ANONYMUS (ZOIS Ž.) 1807: Nachrichten von der im Dorfe Vir bey Sittich vorkommenden Fischart. *Laibacher Wochenblatt* **29**, 18. July.
- AVČIN A., KERŽAN I., KUBIK L., MEITH-AVČIN N., ŠTIRN J., TUŠNIK P., VALENTINČIČ T., VRIŠER B., VUKOVIČ A. 1973: Akvatični ekosistemi v Strunjanskem zalivu I., preliminarno poročilo. V: Akvatični sistemi v Strunjanskem zalivu I, (Prispevki k znanosti o morju, 1973 – No.5). Ljubljana, Piran: Inštitut za biologijo univerze v Ljubljani, Morska biološka postaja Portorož, str. 168–216
- BOLE J. 1967: Taksonomska, ekološka in zoogeografska problematika družine Hydrobiidae (Gastropoda) iz porečja Ljubljane. *Razprave (Dissertationes), classis IV, SAZU* **10**(2): 75–108.
- BOLE J. 1974: Rod *Zospeum* Bourguignat 1956 (Gastropoda, Ellobiidae) v Jugoslaviji. *Razprave IV. Raz. SAZU* **17** (5): 249–291.
- BOLE J. 1969: Mehkužci (Mollusca). V: B. Sket edit., Ključi za določevanje živali. IV, Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani & Društvo biologov Slovenije, Ljubljana.
- BUČAR J. 1919. Slovenski metuljar: navodilo kako je loviti, rediti, razpenjati metulje in kako urejevati zbirko: z morfološkim opisom metulja v vseh preobrazbah. Učiteljska tiskarna, Ljubljana.
- CLESSIN S. 1887: Molluskenfauna Oesterreich-Ungarns und der Schweiz, Nürnberg.
- ERJAVEC F. 1877: Die malakologischen Verhältnisse der gefürsteten Grafschaft Görz im österreichischen Küstenlande. Mailing, Görz.

- Fauna Europaea Web Service (2004) Fauna Europaea version 1.1, Available online at <http://www.faunaeur.org>
- FRITSCH K. 1897: Excursionsflora für Oesterreich (mit Ausschluss von Galizien, Bukowina und Dalmatien). C. Gerold's Sohn, Wien.
- GLOWACKI J. 1912–1913: Flora slovenskih dežel. Ključ za določevanje cvetnic in praprotnic, ki po slovenskih deželah divje rasto ali pa se splošno goje. Uredil dr. L. Poljanec. Izdaja Slovenska Šolska Matica v Ljubljani, 1. snopič (1912: 1–128), 2. snopič (1913: 129–288). Poljudno-znanstv. knjižnica, III. zvezek.
- GOSAR M. & PETKOVŠEK V. 1982: Naravoslovci na Slovenskem (Natural scientists in Slovenia). *Sco-polia* **5**: 1–38.
- HACQUET, B. 1782: *Plantae alpineae Carniolicae*. Sumptibus Bibliopolae Joannis Pauli Kraus, Viennae.
- HADŽI J. 1909. Über das Nervensystem von *Hydra*. Arbeiten aus den Zoologischen Institut (Wien und Triest), **18** (3): 225–268.
- HADŽI J. 1930. Zoogeografski pregled. Kraljevina Jugoslavija. Geografski i etnografski pregled. Pripremni odbor za III. kongres slovenskih geografa i etnografa, Beograd, pp. 83–94.
- HAFNER J. 1909. Verzeichnis der bisher in Krain beobachteten Grossschmetterlinge. Carniola, Nova vrsta, Muzejsko društvo za Kranjsko, Ljubljana, L. **1** (3–4): 77–108.
- HAFNER J. 1910. Verzeichnis der bisher in Krain beobachteten Grossschmetterlinge. Carniola, Nova vrsta, Muzejsko društvo za Kranjsko, Ljubljana, L. **2** (1): 52–71.
- HAFNER J. 1912. Verzeichnis der bisher in Krain beobachteten Grossschmetterlinge. Carniola, Nova vrsta, Muzejsko društvo za Kranjsko, Ljubljana, L. **4** (1): 43–75.
- HAMANN O. 1896: Europäische Höhlenfauna. Eine Darstellung der in den Höhlen Europas lebenden Tierwelt mit besonderer Berücksichtigung der Höhlenfauna Krains. Costenoble, Jena.
- KOS F., DOLŠAK F., ŽURGA P. J. & RAKOVEC I. 1932: Vodnik po zbirkah Narodnega Muzeja v Ljubljani. Ljubljana.
- KUNAVER P. 1957: Kraški svet in njegovi pojavi. Mladinska knjiga, Ljubljana.
- LAURENTI J. L. 1768: Specimen medicum exhibens synopsis reptilium emendatam. Viennae.
- MATJAŠIČ J. 1990: Monography of the family Scutariellidae (Turbellaria, Temnocephalidea) (Monografija družine Scutariellidae (Turbellaria, Temnocephalidea)). Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana.
- MATJAŠIČ J. & ŠTIRN J. 1975: Flora in favna Severnega Jadrana. Prispevek 1 (The flora and fauna of North Adriatic. Contribution 1). Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana.
- MATTIOLI P. A. 1570: Petri Andreae Matthioli Senensis medici, Commentarii in sex libros Pedacii Dioscoridis Anazarbei de medica materia, iam denuo ab ipso autore recogniti, et locis plus mille aucti: adiectis plantarum, & animalium iconibus, supra priores editiones longè pluribus, ad uium delineatis ... cum locupletissimis indicibus ... Venetiis, ex officina Valgrisiana.
- MRŠIČ N. 1991: Monograph on earthworms (Lumbricidae) of the Balkans = Monografija o deževnikih (Lumbricidae) Balkana. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana.
- MRŠIČ N. 1997: Biotska raznovrstnost v Sloveniji: Slovenija – »vroča točka« Evrope (Biotic diversity in Slovenia: Slovenia – the »hot spot« of Europe). Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za varstvo narave, Ljubljana.
- PODA N. 1761: Insecta Musei Graecensis, quae inordines, genera et species juxta systema naturae Caroli Linnaei digessit Nic. Poda. Widmanstad, Graecii.
- POSPICHAL J. 1897–1899: Flora des österreichischen Küstenlandes. Wien.
- RADOMAN P. 1983: Hydrobioidea, a superfamily of Prosobranchia (Gastropoda). I Systematics. Monographs. Serbian Academy of Sciences and Arts (DXLVII(57)), Beograd.
- RADOMAN P. 1985: Hydrobioidea, a superfamily of Prosobranchia (Gastropoda). II Origin, zoogeography, evolution in the Balkans and Asia Minor. Monographs. Faculty of Science – Department of Biology (1(1)), Beograd.

- RIEDL R. (edit.) 1963: Fauna und Flora der Adria: ein systematischer Meeresführer für Biologen und Naturfreunde. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- ROBIČ S. 1869: Krajepis borovniške okolice v prirodoslovnem obziru. Letopis Matice slovenske, Ljubljana, 67:
- SAJOVIC G. 1908: Kranjski mehkužci (Mollusca Carniolica). Izvestja muzejskega društva za Kranjsko, Ljubljana, **18** (1): 11–30.
- SCHINER J.R. 1854. Fauna der Adelsberger-, Luegger-, and Magdalenen Grotte. In: A.Schmidt, Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas. Wien, PA: Braunmüller. pp 231–272.
- SCHIÖDTE J.C. 1849: Specimen faunae subterraneae. Bidrag til den underjördiske Fauna. Copenhagen, Luno, Extr. de K. Dausje Vidensk. Selsk. Skr., 5 Raekke, Nat. Math. Afd. 2 Bind.
- SCHIÖDTE J.C. 1851: Specimen faunae subterraneae. Transactions Entomological society London, New Ser. I: 134–157.
- SCHMIDT F., 1832a: Beitrag zu Krain's Fauna. *Leptodirus Hochenwartii*, n. g., n. sp. Illyrisches Blatt., Nr. 3 vom 21. JäWULFEN F.X. 1858: Flora norica phanerogama, im Auftrage des zoolog.-botan. Vereins in Wien herausg. von Ed. Fenzl und P. Rainer Graf. Gerold, Wien.
- ZELINKA C. 1928: Monographie der Echinodera, Wilhelm Engelmann, Leipzig.

Razvoj raziskav fizične antropologije v Sloveniji

Review of research work of Physical anthropology in Slovenia

Marija ŠTEFANČIČ

Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenija
Department of Biology, Biotechnical faculty, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenia;
E-mail address: marija.stefancic@bf.uni-lj.si

Ključne besede: fizična antropologija, Slovenija, raziskave
Keywords: physical anthropology, Slovenia, research

Fizična antropologija preučuje človeka z biološkega vidika. Raziskave temeljijo na meritvah, opazovanju ali anketnih vprašanjih zdravih posameznikov, ki jih obravnavamo kot sestavni del populacije. Predmet preučevanja so telesne značilnosti, ki jih lahko izmerimo z antropometričnimi metodami, ali pa opisujemo z antroposkopskimi metodami. Predmet preučevanja fizične antropologije so tudi fosilne najdbe človekovih prednikov s pomočjo katerih se izoblikujejo teorije človekove evolucije, skeletni ostanki prazgodovinskih in zgodovinskih obdobj ter genetske populacijske raziskave in raziskave interakcij med človekom in njegovim okoljem.

Prva raziskovanja s področja fizične antropologije so se v Sloveniji začela že v času Avstro-ogrske monarhije. Tedaj je deloval na slovenskih tleh avstrijski anatom Carl Toldt, ki je preučil staroslovanske lobanje, izkopane na Bledu, v Bohinju in Štajerskem. (TOLDT 1902). S kranimetričnimi analizami se je ukvarjal tudi Niko Županič, sicer etnolog, ki je na osnovi lobanjskih meritev izdelal morfološko sliko populacij na Balkanu in z upoštevanjem migracij ocenjeval etnogenetske procese (ZUPANIČ 1920). Omembe vreden je tudi prispevek Weisbacha, ki je svoje meritve telesnih višin slovenskih rekrutov statistično obdelal in razporedil po pokrajinah. Ta objava je za raziskave sekularnih akceleratorijskih pojavov v Sloveniji neprecenljive vrednosti (WEISBACH

Physical anthropology studies man from a biological point of view. Research is based on measurements, observation or questionnaires of healthy individuals, who are treated as a composite part of the population. Physical characteristics that can be measured or described by anthropological methods are the subject of study. Physical anthropology also includes the study of fossil finds of human forebears and the skeletal remains of prehistoric and historic periods, genetic population research and study of the interaction between man and his environment, by means of all of which theories of human evolution are formed.

The first research in the sphere of physical anthropology already began in Slovenia during the period of the Austro-Hungarian monarchy. The Austrian anatomist, Carl Toldt, worked at that time on Slovene territory, and studied Old Slavic skulls excavated in Bled, Bohinj and Styria. (TOLDT 1902). Niko Županič, an ethnologist, also conducted craniometrical analyses. On the basis of skull measurements, he produced a morphological picture of populations in the Balkans and by taking account of migrations, evaluated ethnogenetic processes (ZUPANIČ 1920). It is also worth mentioning the contribution of Weisbach, who statistically processed and distributed by regions his measurements of the physical heights of Slovene recruits. This publication is of inesti-

1903). Fizična antropologija kot znanstvena disciplina je v Sloveniji dosegla pomemben napredek v času delovanja Boža Škerlja, ki je z ustanovitvijo Inštituta za antropologijo, leta 1946, uveljavil znanstveno in strokovno delovanje na tem področju. S svojimi raziskavami je postavil temelje nadaljnjim antropološkim raziskavam na Slovenskem. Njegova dela se nanašajo na antropometrične in antroposkopske raziskave Slovencev (ŠKERLJ 1930), na preučevanje menarhe (ŠKERLJ 1942), oceno telesnega razvoja otrok in mladine (ŠKERLJ 1950), preučevanje vpliva telesne vadbe na fizično razvitost (ŠKERLJ 1934) in na analizo človeških skeletnih ostankov, izkopanih na slovenskih tleh (ŠKERLJ 1953). Njegova najpomembnejša dela se nanašajo na oceno ženske konstitucije, ki temelji na količini in razporeditvi mišičnega in maščobnega tkiva (ŠKERLJ 1959), in antropometrična metoda ocene sestave telesa (ŠKERLJ 1963, ŠKERLJ & BROŽEK 1953).

Po Škerljevi smrti 1961. leta je vodenje inštituta prevzela Z. Dolinar-Osole. Svoje raziskovalno delo je usmerila na področje populacijske genetike. V okviru projekta JAZU, Biološke osobine otoka Suska, je obdelala genealogijo otoka (DOLINAR 1957, 1960) in gorskih izolatov (DOLINAR 1965a, b).

Katedra za antropologijo Oddelka za biologijo, Biotehniške fakultete kot naslednica Inštituta za antropologijo, je matična ustanova za fizično antropologijo in z raziskavami nadaljuje Škerljevo tradicijo. Danes sega raziskovalna dejavnost katedre za antropologijo na tri področja:

1. analize populacij prazgodovinskih in zgodovinskih obdobj
2. raziskave telesne rasti in razvoja
3. analize telesne sestave in biotipologija

Naj na tem mestu opišem nekaj pomembnejših raziskav, ki so se ali se izvajajo na katedri za antropologijo.

Antropološke analize populacij zgodovinskih in predzgodovinskih obdobj

Osnovno gradivo teh raziskav predstavlja skeletni material iz arheoloških lokacij. Izkopani človeški kostni ostanki so osnovno gradivo za

mable value for the study of secular acceleration phenomena (WEISBACH 1903).

Physical anthropology as a scientific discipline made significant progress in Slovenia at the time of activity of Božo Škerlj, who, with the founding of the Institute of Anthropology in 1946, established scientific and professional activity in this field. His research provided the basis for further anthropological research in Slovenia. His work was referred to the anthropometrical studies of Slovenes (ŠKERLJ 1930), to the study of menarche (ŠKERLJ 1942), to the evaluation of the physical development of children and young people (ŠKERLJ 1950), to the study of the impact of physical exercise on physical development (ŠKERLJ 1934) and to the analysis of human skeletal remains excavated on Slovene territory (ŠKERLJ 1953). His most important works relate to evaluation of the female constitution based on the quantity and disposition of muscular and fatty tissue (ŠKERLJ 1959), and anthropological methods of assessing the body composition (ŠKERLJ 1963, ŠKERLJ & BROŽEK 1953).

After the death of B. Škerlj Z. Dolinar became head of the institute. She turned her scientific interests to population genetics. In the frame of a project organized by JAZU she worked on the genealogy of Susak island (DOLINAR 1957, 1960). She also performed genetic investigations in the mountainous isolated populations (DOLINAR 1965a,b).

The Chair of Anthropology, Department of Biology, of the Biotechnical Faculty, as the heir of the Institute of Anthropology, is the central institution for physical anthropology and continues the tradition of Škerlj's research. Today, the Chair of Anthropology covers research activities in three fields:

1. analysis of populations of prehistoric and historical periods,
2. research into physical growth and development,
3. analysis of physical composition and biotypology.

I describe below some important research that has been or is being carried out at the Chair of Anthropology.

paleodemografske in antropološko-tipološke analize, analize epigenetskih variant, ki omogočajo določiti morebitne sorodstvene povezave med posameznimi osebami, analize zob in zobnih bolezni ter analizo patoloških sprememb na kosteh. Z določitvijo starosti ob času smrti, stanja zobovja in kostne patologije se ocenjuje zdravstveno stanje obravnavane populacije. Antropološke analize v povezavi z arheološkimi izsledki osvetljujejo probleme naselitve, probleme asimilacije staroselcev z doseljenimi ljudstvi, deleže avtohtonega prebivalstva in priseljenih elementov. Primerjalne statistične analize pa odkrivajo biološko sorodnost med populacijami na širšem področju in omogočajo zaključke v zvezi s poselitvijo in etnogenezo določenega geografskega področja (ŠTEFANČIČ, 1988a, LEBEN-SELJAK 2000, LEBEN-SELJAK & ŠTEFANČIČ 2001).

Kot že rečeno, so prve analize skeletnega gradiva nastale že v času Avstroogrske monarhije (TOLDT 1912). Podrobnejšo obdelavo pa so omogočila obsežna arheološka izkopavanja grobišč po drugi svetovni vojni na Bledu in Ptuj s širšo okolico (ŠKERLJ 1953, ŠKERLJ & DOLINAR 1950, IVANIČEK 1950). Tradicijo sodelovanja z arheologi uspešno nadaljujemo tudi danes. Obdelani so skeletni ostanki koliščarjev z Ljubljanskega barja (ŠTEFANČIČ 1985a, 1992, HINCAK & ŠTEFANČIČ 2006), žgani kostni ostanki kasne bronaste dobe iz Dobove (PIONTEK & al. 1975), poznoantični skeletni ostanki (LEBEN-SELJAK 2003, 2006), grobišče iz časov preseljevanja ljudstev v Dravljah (POGAČNIK & TOMAZO-RAVNİK 1975), staroslovanska okostja z Bleda (ŠTEFANČIČ & LEBEN-SELJAK 1995, LEBEN-SELJAK 1996a) in z Malega gradu v Kamniku (LEBEN-SELJAK 2001), zgodnje srednjeveški skeleti z Ohrida (ŠTEFANČIČ 1988b) in Dalmacije (ŠTEFANČIČ 1987, 1995), srednjeveški skeleti iz Kranja (LEBEN-SELJAK 1991).

V primeru v celoti izkopanega grobišča izvedemo paleodemografsko analizo, ki omogoča podrobnejši vpogled v življenjske razmere raziskovane populacije. Na osnovi mortalitetne strukture ocenimo pričakovano življenjsko dobo posameznikov in analiziramo biološko stanje populacije in njegovo dinamiko. Analiza biološkega stanja odkriva adaptacijsko sposobnost populacije in stopnjo prilagoditve na naravno in socio-kulturno okolje. Čim učinkovitejši so adaptacijski

Anthropological analyses of populations of prehistoric and historical periods

The basic material for this research is provided by skeletal remains from archaeological locations. Excavated human bone remains are the basic material for palaeodemographic and anthropological typological analyses, analyses of epigenetic variants that enable decisions on possible relationships between individual persons, analyses of teeth and dental illnesses and analyses of pathological changes in bones. By determining the age at the time of death, the state of the teeth and bone pathology, an assessment can be made of the state of health of the population under consideration. Anthropological analyses in connection with archaeological results shed light on questions of settlement, the question of assimilation of early settlers with immigrated peoples. The comparative statistical analyses determine the biological relationship among populations in a wider area, and enable conclusions in connection with settlement and the ethnogenesis of specific geographic areas (ŠTEFANČIČ 1988a, LEBEN-SELJAK 2000, LEBEN-SELJAK & ŠTEFANČIČ 2001).

As has already been said, the first analyses of skeletal material were already made at the time of the Austro-Hungarian Monarchy (TOLDT 1912). More detailed treatment was made possible by extensive archaeological excavations of graves after the Second World War in Bled and in the wider vicinity of Ptuj (ŠKERLJ 1953, ŠKERLJ & DOLINAR 1950, IVANIČEK 1950). The tradition of cooperation with archaeologists also successfully continues today. Skeletal remains of pile dwellers from the Ljubljana Barje have been analysed (ŠTEFANČIČ 1985a, 1992, HINCAK & ŠTEFANČIČ 2006), cremated bone remains from the Late Bronze Age from Dobova (PIONTEK & al. 1975), bone remains from the late Roman period (LEBEN-SELJAK 1995, 2003, 2006), graves from the period of the migration of peoples in Dravljje (POGAČNIK & TOMAZO-RAVNİK 1975), Old Slavic skeletons from Bled (ŠTEFANČIČ & LEBEN-SELJAK 1995, LEBEN-SELJAK 1996a) and from Mali grad in Kamnik (LEBEN-SELJAK 2001), early medieval skeletons from Ohrid (ŠTEFANČIČ 1988b) and Dalmatia (ŠTEFANČIČ 1987, 1995) and medieval skeletons from Kranj (LEBEN-SELJAK 1991).

mehanizmi, manjši je selekcijski pritisk, ki ga merimo s stopnjo umrljivosti v posameznih starostnih obdobjih (ŠTEFANČIČ 1985b, LEBEN-SELJAK 1996b, LEBEN-SELJAK & ŠTEFANČIČ 1999).

Antropološke raziskave telesne rasti razvoja

Velikost telesa in njegovo obliko določajo geni, prav tako pa je dedno določen tudi sam potek razvoja in trajanje posameznih razvojnih faz. Dedno določene procese modificirajo ekološki in socio-kulturni faktorji okolja. Zato je potrebno pri preučevanjih rasti in razvoja poznati specifične značilnosti raziskovane populacije. Med etničnimi skupinami so dedno določene razlike v konstituciji in telesnih razmerjih. Znotraj skupine se oblikujejo razlike med socio-ekonomskimi razredi. Medsebojni vpliv različnih zunanjih dejavnikov se odraža tudi v medgeneracijskih razlikah. Te razlike lahko preučujemo skozi daljše časovno obdobje kot sekularni trend. Zahvaljujoč raziskavam, ki jih je že pred drugo svetovno vojno izvajal B. Škerlj, razpolagamo s številnimi potrebnimi primerjalnimi podatki, ki so nam omogočili raziskati fenomen sekularne akceleracije tudi pri Slovencih. S tovrstnimi raziskavami smo bili vključeni v skupen evropski projekt raziskav.

Fenomen, ki ga imenujemo sekularni trend pomeni, da se skozi daljše, v tem primeru skozi stoletno časovno obdobje postopno pospešuje telesni in spolni razvoj otrok, dogajajo somatotipske spremembe odraslega habitusa, predvsem očitno je povečanje telesne višine, širitev ramen in ožanje bokov, predvsem pri ženskah. Zaradi spremenjenih endogenih dejavnikov, ki so jih povzročile množične migracije in izboljšane življenjske razmere, ki so posledica industrializacije in razvoja medicinske znanosti, je v razvitih državah opazen trend pospeševanja rasti in prehitenejši spolnega razvoja. V družbenih sistemih z urejenim socialnim skrbstvom, zdravstvenim varstvom, preventivno zdravstveno službo in kvalitetnim permanentnim izobraževanjem je sekularni trend izrazit in ob enem zrcalo družbenih razmer. Nobenega dvoma ni, da živimo danes bolje od predhodnih generacij. Imamo urejene higienske in sanitarne razmere,

In the case of an entire excavated burial ground, we carry out palaeographic analysis, which enables a more detailed insight into the living conditions of the studied population. On the basis of the mortality structure, we are able to estimate the life expectancy of individuals and analyse the biological condition of the population and its dynamics. Analysis of the biological condition reveals the adaptive capacity of the population and the level of adaptation to the natural and socio-cultural environment. The more effective the adaptive mechanisms are, the less is the selection pressure which we measure by the degree of mortality in individual age periods (ŠTEFANČIČ 1985b, LEBEN-SELJAK 1996b, LEBEN-SELJAK & ŠTEFANČIČ 1999).

Anthropological research of the development of physical growth

Body size and shape are genetically determined, and inheritance similarly also determines the course of development itself and the duration of individual development phases. Processes determined by inheritance are modified by ecological and socio-cultural environmental factors. It is therefore necessary in studying growth and development to recognise the specific characteristics of the studied population. There are specific inherited differences in constitution and physical ratios among ethnic groups. Within groups, differences are created among socio-economic classes. The mutual influence of various external factors is also reflected in intergenerational differences. We can study these differences over an extended time period as a secular trend. Thanks to research carried out before the Second World War by B. Škerlj, we have available a great deal of the required primary data, which enable us to study the phenomenon of secular acceleration also among Slovenes. We have been involved in such research in a joint European research project.

The phenomenon which we call a secular trend means that over an extended, in this case a hundred year time period, the physical and sexual development of children gradually accelerates, somatotypical changes of the adult habitus occur, mainly apparent in increased physical height, breadth of shoulder and a narrowing of

uživamo kvalitetnejšo hrano, zaradi preventivnega cepljenja imamo bolj zdrave otroke, vsaj kar se tiče hudih nalezljivih bolezni in bolezni zaradi neustreznih higienskih razmer. V deželah z najstarejšo antropološko tradicijo, ki razpolaga z ustreznimi podatki, zasledujejo ta pojav že od srede 19. stoletja. Za Slovensko populacijo imamo, zahvaljujoč že omenjenim raziskavam iz prve polovice 20. stoletja, potrebne podatke, da lahko prikažemo trend povečevanja telesne višine od samega začetka 20. stoletja dalje, tendence pospešenega razvoja otrok pa za obdobje zadnjih 70 let. Rezultati so aplikativnega pomena v preventivni zdravstveni službi, pa tudi oblačilni, obutveni in pohištveni industriji.

Od Škerljeve temeljne študije rasti in razvoja ljubljanskih srednješolcev, ki jo je izvedel v letu 1939, so namreč potekale meritve šolskih otrok v Sloveniji kontinuirano po desetletjih vse do leta 1992. V letih 1949 in 1959 so se izvajale meritve pod okriljem Centralnega higienskega zavoda., omejene so bile le na izmero telesne višine in telesne teže (LUNAČEK 1951, LUNAČEK, SKERGET 1959). Obsežnejše raziskave, ki so vključevale izmere večine telesnih parametrov pa so potekale v Ljubljani v letih 1969/71, 1981/82 in 1990/91. Bile so plod skupnega raziskovalnega dela Zavoda SRS za zdravstveno varstvo, kasneje preimenovanega v Inštitut za varovanje zdravja in Katedre za antropologijo.

Najintenzivnejše pospeške rasti smo zabeležili med generacijama, merjenima v letih 1939/40 in 1969/70. V prvih dveh desetletjih po 2. svetovni vojni, smo ugotovili izrazito akceleracijo telesne rasti, premike rastnih zagonov v zgodnejšo fazo ontogeneze in zgodnejše spolno dozorevanje kot posledico dviga življenjske ravni. Zaradi zgodnejšega nastopa adolescentnega rastnega sunka, smo zabeležili največje generacijske razlike v času pubertetnega razvoja in sicer pri dečkih v 14. pri deklicah pa v 12. letu. Otroci te starosti so bili v letu 1969/70 v povprečju za 10 cm višji od svojih enako starih vrstnikov predvojne generacije. Pomembno se je povečala tudi telesna teža, vendar ne sorazmerno s povečevanjem telesne višine. Opazen je tudi trend zmanjševanja podkožnega mastnega tkiva. Predvsem dekleta so postala višja in vitkejša od predvojnih vrstnic. Primerjava z zadnjima meritvenima obdobjema, ki so potekala med leti 1981/82 in 1991/92 je po-

the hip, mainly in women. Because of changed endogenic factors caused by mass migration and improved living conditions, which are a result of industrialisation and the development of medical science, a trend of accelerated growth and sexual development is observable in developed countries. In social systems with organised social care, healthcare, preventive medical services and high quality permanent education, the secular trend is pronounced and one of the reflections of social conditions. There is no doubt that we live today better than previous generations. We have organised hygiene and sanitary conditions, we enjoy high quality food, because of preventive inoculation, we have healthier children, at least as far as serious infectious diseases and diseases due to unsuitable hygienic conditions are concerned. In countries with the oldest anthropological tradition, which have relevant data available, this phenomenon can already be traced from the middle of the 19th century. For the Slovene population, thanks to the aforementioned research we have the necessary data from the start of the 20th century, so that we can show the trend of increased physical height from the very start of the 20th century onwards, and a trend of accelerated development of children for the period of the last 70 years. The results are of applicative importance in preventive health services, as well as for the clothing, footwear and furniture industries.

Since Škerlj's basic studies of the growth and development of Ljubljana secondary school children, which he carried out in 1939, measurements of schoolchildren in Slovenia were carried out continuously by decades right up to 1992. In 1949 and 1959, when measurements were performed under the auspices of the Central Institute of Hygiene, they were limited only to the measurement of height and body weight (LUNAČEK 1951, LUNAČEK & SKERGET 1959). More extensive research which included the majority of physical parameters, was carried out in Ljubljana in 1969/71, 1981/82 and 1990/91. They were the fruit of a joint research project of the Institute SRS for Healthcare, later renamed the Institute of Health Protection, and the Chair of Anthropology.

The most extensive accelerated growth was recorded between the generations measured in 1939/40 and 1969/70. In the first two decades af-

kazala umirjanje akceleracijskih trendov. Izrazitih pospeškov, razen v času pubertetnega sunka pri dečkih ni več opaziti, nadaljuje pa se je neskladje med rastjo v višino in skromnim pridobivanjem na teži pri dekletih. Rezultat naših raziskav so objavljeni v 40 znanstvenih člankih od katerih so najpomembnejši citirani na tem mestu. (DOVEČAR & ARKO 1975, 1978, 1980, JURIČIČ 1994, TOMAZO-RAVNIK 1981, 1988, TOMAZO-RAVNIK & ZERBO 1996/97, ŠTEFANČIČ 1988c, ŠTEFANČIČ & al. 1996, ŠTEFANČIČ & TOMAZO-RAVNIK 1998a, b).

Z vidika sekularne akceleracije smo preučili tudi telesne višine odrasle populacije. Izhodiščne podatke za moške smo črpali iz zapisov Weisbacha o višini slovenskih rekrutov, objavljenih 1903. Primerjali smo jih s podatkom, ki jih je zbral Škerlj v svojih študijah na študentih in telovadcih Sokola (ŠKERLJ 1934) ter meritvami študentov, ki so potekala med leti 1954 in 1964 in šol. letu 1981/82. Povprečna višina slovenskega rekruta v Avstroogrski monarhiji je znašala 176,3 cm, današnji študenti pa merijo v povprečju 178,9 cm, torej so za več kot 11 cm višji. Čeprav je jasno, da intenziteta trenda skozi 20. stoletje ni bila enakomerna, ampak, so se intenzivnejši pospeški pojavili šele po drugi svetovni vojni, lahko posplošimo, da se je telesna višina v vsakem desetletju povečala za približno 1 cm. Iz generacije v generacijo se je povečevala tudi povprečna telesna teža in indeks telesne mase. Beležimo tudi pozitiven trend v povečevanju povprečne širine ramen in negativen trend v zmanjševanju podkožnega mastnega tkiva (BRODAR 1960, 1961, 1965/66, 1981, 1991, ŠTEFANČIČ 2000).

Za raziskavo ženske populacije so nam prav tako služili Škerljevi podatki telovadk Sokola (ŠKERLJ 1934), meritve, ki jih je izvedla Brodarjeva med leti 1954 in 1964 ter podatki projektnih nalog v letih 1981/82 in 1998/2000. Povprečna telesna višina se je pri Slovenkah v 70 letih povečala od 159,3 cm (telovadke Sokola) na 167,7 cm (študentke ob zadnji meritvi). Razlika znaša 8,3 cm, kar se ujema z akceleracijskimi tendencami, pri moški populaciji. Z razliko od moških, se pri ženskah kažejo tendence k zmanjševanju telesne teže, zmanjševanju vrednosti indeksa telesne mase in debeline podkožnega maščevja. Opazna je tudi tendenca ožanja medeničnih parametrov. Danes so študentke vitkejše in imajo ožje boke. Pomemben dejavnik

ter the Second World War, we found pronounced acceleration of physical growth, a shift of growth momentum in the earlier phase of ontogenesis and earlier sexual maturity as a result of the increase in living standards. Because of the earlier onset of the adolescent growth spurt, we recorded the greatest generational differences at the time of puberty, in the case of boys at 14 years and with girls at the age of 12. Children of this age were on average 10 cm higher in 1969/70 than those of the same age of the pre-war generation. There was also a significant increase in body weight, although not proportionate to the increase in physical height. A trend is also noticeable of a reduction of subcutaneous fatty tissue. Girls above all became higher and slimmer than pre-war girls of the same age. Comparison in the last measurement periods, which took place between 1981/82 and 1991/92 showed a slowing of acceleration trends. Pronounced acceleration can no longer be observed, except at the time of the puberty spurt with boys, but the discordance between growth in height and modest gain in weight continued with girls. The results of our research have been published in 40 scientific articles, of which the most important are cited here (DOVEČAR & ARKO 1975, 1978, 1980, JURIČIČ 1994, TOMAZO-RAVNIK 1981, 1988, TOMAZO-RAVNIK & ZERBO 1996/97, ŠTEFANČIČ 1988c, ŠTEFANČIČ et al. 1996, ŠTEFANČIČ & TOMAZO-RAVNIK 1998a,b, TOMAZO-RAVNIK & ŠTEFANČIČ 2005).

We have also studied the physical height of the adult population from the point of view of secular acceleration. We drew the starting data for men from Weisbach's notes on the height of Slovene recruits published in 1903. We compared them with data collected by Škerlj in his studies of students and Sokol gymnasts (ŠKERLJ 1934) and measurements of students which were made between 1954 and 1964 and in the 1981/82 school year. The average height of Slovene recruits in the Austro-Hungarian monarchy was 176.3 cm, and today's students measure on average 178.9 cm, so more than 11 cm higher. Although it is clear that the intensity of the trend was not even throughout the 20th century, that more intensive acceleration only appeared after the Second World War, we can generalise that physical height increased each decade by about 1 cm. The average body weight and body mass index (BMI) also increased

oblikovanja telesa je športno udejstvovanje, saj so športno aktivni študenti in študentke težji, imajo širša ramena, manj podkožnega maščevja in več mišičja (BRODAR 1961, KALIŠNIK & al. 1964, ŠTEFANČIČ & TOMAZO-RAVNİK 1992, ZERBO-ŠPORIN & al. 2002, ZERBO-ŠPORIN & ŠTEFANČIČ 2004).

Antropometrične raziskave se že vrsto let izvajajo tudi na Fakulteti za šport. Le te so tesno povezane s športno aktivnostjo tako otrok in mladine kot tudi vrhunskih športnikov. Omenim naj le izredno pomemben projekt, ki se izvaja že 20 let in v katerem spremljajo telesni in gibalni razvoj šolskih otrok s sistemom športnega kartona. Na podlagi podatkov 200 000 otrok in mladine od 7. do 19. leta, zbranih vsako leto, ugotavljajo spremembe v telesni višini, teži, količini podkožnega maščevja in splošni gibalni zmogljivosti. Populacijski podatki so zaskrbljujoči, saj kažejo, da se telesna teža in količina podkožnega maščevja pri osnovnošolski mladini bistveno povečujeta ob sočasnem upadanju gibalnih zmožnosti. Optimistične pa so pozitivne spremembe pri srednješolcih, pri katerih se kaže tendenca zmanjševanja količine podkožnega maščevja (STREL & al. 2001, LESKOŠEK & al. 2006, LESKOŠEK & al. 2007a, b).

Intenzivno raziskujemo tudi akcelerijske tendence spolnega dozorevanja deklet, ki ga ocenjujemo s pojavom menarhe. Pojav prve menstruacije (menarha), je najpogosteje uporabljeno merilo za presojo spolne zrelosti deklic. Prve raziskave je tudi na tem področju izvedel Škerlj. Preučil je nastop menarhe pri Slovenkah iz različnih socialnih okolij. Ugotovil je razmeroma pozno povprečno starost ob menarhi ($M=14,4$) in hitrejšo spolno dozorevanje v mestnem okolju v primerjavi s podeželjem. Statistično značilno razliko šestih mesecev je zabeležil tudi pri primerjavi nastopa menarhe žensk rojenih pred letom 1900 in tistimi, rojenimi po letu 1900. Na osnovi dobljenih generacijskih razlik je ugotovil, da segajo akcelerijske razvojne tendence tudi na slovenskem ozemlju na sam začetek 20. stoletja (ŠKERLJ 1930). Poročal je tudi o vplivu prehrane na spolno dozorevanje, pri čemer je ugotovil da uživanje mesne hrane v zgodnjem otroštvu vpliva na zgodnejši nastop menarhe (ŠKERLJ 1947). V raziskavi, ki jo je izvedel v letih 1939/40 med ljubljanskimi srednješolkami je ugotovil razliko v starosti ob menarhi med gimnazijkami ($M=13,3$),

from generation to generation. We also recorded a positive trend in increased average breadth of shoulder and a negative trend in a reduction of subcutaneous fatty tissue (BRODAR 1960, 1961, 1965/66, 1981, 1991, ŠTEFANČIČ 2000).

For the study of the female population, we used Škerlj's data of Sokol gymnasts (ŠKERLJ 1934), measurements that Brodar carried out between 1954 and 1964, and project data from 1981/82 and 1998/2000. The average physical height of female Slovenes increased in 70 years from 159.3 cm (Sokol gymnasts) to 167.7 cm (students during the last measurements). The difference amounts to 8.3 cm which corresponds to the acceleration trend with the male population. In contrast to men, trends of reduced body weight, lower BMI and thickness of subcutaneous fat appear. A trend of narrowing pelvic parameters also occurs. Today, students are slimmer and have narrower hips. An important factor in shaping the body is sports activity, since students of both sexes who are active in sports are heavier, have broader shoulders, less subcutaneous fat and more muscle (BRODAR 1961, KALIŠNIK & al. 1964, ŠTEFANČIČ & TOMAZO-RAVNİK 1992, ZERBO-ŠPORIN & al. 2002, ŠTEFANČIČ 2004).

The extensive anthropometric research which is closely connected with sports activity of children, youth and athletes is carried out in Faculty of sport in Ljubljana. The physical and motor development of the population of Slovene children and youth has been monitored for 20 years by means of the special system-the sport educational card. On the basis of the collected data from more than 200 000 schoolchildren between the age of 7 and 19, the changes in body height, weight and the amount of subcutaneous fat as well as changes in general motor ability were ascertained. The data on the increased amount of subcutaneous fat and simultaneous negative trends in motor abilities of children of the upper grades of primary schools are worrying. More optimistic are positive changes in secondary school population. In boys and girls the amount of subcutaneous fat has decreased in comparison to the generations in the beginning of research (STREL & al. 2001, LESKOŠEK & al. 2006, LESKOŠEK & al. 2007 a, b).

We also intensively study acceleration trends of the sexual maturity of girls, which we assess

dekleti poklicnih šol ($M=13,8$). To razliko je pojasnil z dejstvom, da se vpisujejo na gimnazije dekleta premožnejših družin, torej višjih socialnih slojev. Ugotovil je, da dobijo menstruacijo dekleta iz mestnega okolja en mesec prej kot vrstnice, ki žive na podeželju (ŠKERLJ 1930, 1950).

V povezavi z našimi že omenjenimi periodičnimi raziskavami rasti in razvoja v Ljubljanski regiji, smo skladno z pomikom pubertetnega ravnega sunka, zabeležili tudi zgodnejši nastop menarhe. Menarha je pri generaciji deklet, anketiranih v letih 1969/71 nastopila pri povprečni starosti 12,9 let. Torej se je za pol leta pomaknila v zgodnejšo starost v primerjavi s predvojno generacijo in se je tudi ustalila pri tej starosti, kot je to pokazala vrsta naših raziskav, ki so sledile. (ŠTEFANČIČ & al. 1996, DOVEČAR 1993, JURIČIČ 1994).

Razlike v nastopu prve menstruacije med podeželskimi in mestnimi dekleti, ki so bile očitne še v prvih dveh desetletjih po drugi svetovni vojni, danes niso več prisotne. Življenje na podeželju se izenaka z življenjem v večjih mestnih središčih (SKERGET 1956, ŠČUKA 1976, ŠTEFANČIČ & FERENČAK 2000). Potrjeno je tudi, da so hčere višje izobraženih staršev, prvorojenke in dekleta, ki odraščajo v boljše situiranih družinah, ob nastopu menarhe statistično značilno mlajše. Še posebej pomembna je izobrazba matere, optimalne bivalne razmere ter intenzivno preživljanje prostega časa. Ti dejavniki odražajo kvaliteto življenja in s tem boljše izhodišče za optimalen razvoj deklet. (PAVČIČ 1983, ŠTEFANČIČ & FERENČAK 2000, BOGEL-DODIČ 1996).

Vpliv dednosti na pojav menarhe so pokazale raziskave, ki so poleg menarhe anketiranih deklet vključevale tudi podatke o nastopu prve menstruacije pri njihovih materah in babicah. Ugotovljena je pozitivna korelacija med nastopom menarhe anketirank in njihovih mater in s tem potrjen vpliv dednega dejavnika na nastop menarhe. Na osnovi dobljenih razlik v starosti menarhe med dekleti, njihovimi materami in babicami se kaže tudi jasno izražen biološki pospešek v spolnem razvoju pri treh zaporednih generacijah, najzgodnejšega sorodstva (PAVČIČ 1983, ŠTEFANČIČ & DRAGIČEVIČ 2001, 2002).

by the onset of menarche. The appearance of first menstruation (menarche) is the most often used measurement for assessing the sexual maturity of girls. Škerlj also carried out the first research in this field. He studied the onset of menarche in Slovene girls from various social environments. He found a relatively late average age of the onset of menses ($M=14.4$ years), and faster sexual maturity in an urban environment in comparison with rural. He also recorded a statistically significant difference of six month in a comparison of the occurrence of menarche among girls born before 1900 and those born after 1900. On the basis of the difference between generations he found that the acceleration development changes on Slovene territory also go back to the very start of the 20th century (ŠKERLJ 1930). He also reported on the impact of nutrition on sexual maturity, whereby he found that a meat diet in early childhood causes an earlier onset of menarche (ŠKERLJ 1947). In research that he carried out in 1939/1940 among Ljubljana secondary school children, he found a difference in age at the time of menses between girls attending gymnasiums ($M=13.3$ years), and vocational schools ($M=13.8$ years). He explained this difference by the fact that girls from wealthy families, thus higher social strata, enrolled in gymnasiums. He found that girls from an urban environment first menstruated one month before those who lived in the countryside (ŠKERLJ 1930, 1950).

In connection with our periodic research into growth and development in the Ljubljana region, which has already been mentioned, in line with the shift of the puberty growth spurt we also recorded an earlier onset of menarche. Menses with the generation of girls polled in 1969/71 occurred at an average age of 12.9 years, which means that it had already shifted to an earlier age by half a year compared with the pre-war generation and also halted at this age, as a series of our studies that followed showed (DOVEČAR 1993, JURIČIČ 1994, ŠTEFANČIČ & al.1996). Differences in the occurrence of first menstruation between rural and urban girls, which were still present in the first two decades after the Second World War, are no longer present today. Life in rural areas levels with life in large urban centres (SKERGET 1956, ŠČUKA 1976, ŠTEFANČIČ & FERENČAK 2000). Daughters of parents with higher education, first

Analiza sestave telesa

V to pomembno tematiko fizične antropologije, so se raziskave na katedri usmerile v zadnjih letih. Analize temeljijo na dvokomponentnem modelu sestave telesa, ki opredeljuje v telesu brezmaščobno in maščobno komponento. Komponente lahko izračunamo s pomočjo vzorca prilagojenih regresijskih enačb, ki temeljijo na izmeri določenih telesnih parametrov; širinske mere, obsegi in kožne gube. Določamo pa jo tudi z metodo analize bioelektrične impedance. Ta metoda je neposredna, saj na osnovi specifične prevodnosti merimo količino maščevja, količino brezmaščobne komponente to je mišičja, kosti in notranjih organov in količino vode v telesu (TOMAZO-RAVNIK 1998, ZERBO-ŠPORIN 2002, ZERBO-ŠPORIN & ŠTEFANČIČ 2004, TOMAZO-RAVNIK & JAKOPIČ 2006).

Določanje telesne sestave ima pomen v zdravstvu in športu. Tovrstne raziskave prispevajo k reševanju aktualnih problemov današnjega časa, med katerimi izstopa problem nepravilnega prehranjevanja, ki vodi v debelost na eni kot tudi v anoreksijo na drugi strani. Pri oceni debelosti pa se žal večinoma uporablja le izračun indeksa telesne mase (razmerje med telesno težo in kvadratom telesne višine), ki je sicer dober pokazatelj telesne razvitosti, ni pa primeren za določitev debelosti. Osebe z razvitim mišičjem imajo namreč visok ITM, vendar niso debele. Na drugi strani pa so osebe z drobnim okostjem in normalnimi ITM lahko že prekomerno zamaščene. Posamezniku je zato potrebno določiti dejansko količino maščevja in puste telesne mase (mišičja in kosti). Vrednosti ITM pa so lahko le orientacijske. Preučujemo tudi povezave med dejansko telesno razvitostjo, opredeljeno z antropometričnimi merami, indeksom telesne mase (ITM) in določitvijo telesne sestave in dejavniki okolja, ki vplivajo na telesno samopodobo mladostnikov (TOMAZO-RAVNIK 1996, 2001, ŠTEFANČIČ & TOMAZO-RAVNIK 1998, ZERBO-ŠPORIN & al. 1998, VIDMAR-NAIR 2004, STELE 2006).

born girls and those who grow up in better situated families are statistically significantly younger at the onset of menarche. The education of the mother, optimal living conditions and intensive enjoyment of free time are particularly important. These factors reflect the quality of life and thus better starting point for the optimal development of girls (PAVČIČ 1983, ŠTEFANČIČ & FERENČAK 2000, BOGEL-DODIČ 1996).

The impact of inheritance on the onset of menarche has been shown by studies which, in addition to questioning girls about menses, also included data on the onset of menarche with their mothers and grandmothers. A positive correlation between the onset of menarche of those polled and their mothers was found and thus the influence of the hereditary factor on the occurrence of menses confirmed. On the basis of the obtained differences in the age of menses between girls, their mothers and grandmothers, there is a clearly expressed biological acceleration in sexual development with three successive closely related generations (PAVČIČ 1983, ŠTEFANČIČ & DRAGIČEVIČ 2001, 2002).

Analysis of body composition

Research at the Chair has been directed into this important theme of physical anthropology in recent years. Analyses are based on a two-component model of body composition, which distinguishes lean body mass (the fat-free mass plus essential lipids) and fat mass (all extractable lipids from adipose and other tissues in the body). The components can be calculated by means of a sample adapted regression equations based on measurements of specific body parameters: width measurements, circumferences, and skin folds. We also determine them by the method of analysis of bioelectric impedance. This method is direct since, on the basis of specific conductivity, we measure the amount of fat, and amount of non-fat components, i.e., muscle, bones and internal organs, and the amount of water in the body (TOMAZO-RAVNIK 1998, ZERBO-ŠPORIN 2002, ZERBO-ŠPORIN & ŠTEFANČIČ 2004, TOMAZO-RAVNIK & JAKOPIČ 2006).

Determining the body composition has importance in healthcare and sport. Such studies

Zahvala

Na tem mestu se zahvaljujem vsem sodelavcem, ki so sodelovali pri omenjenih raziskavah. Posebna zahvala gre našim študentom, ki so s svojimi kvalitetnimi diplomskimi in magistrskimi nalogami prispevali pri posameznih raziskavah mnogokrat večinski delež.

contribute to resolving today's topical problems, among which the problem of improper diet stands out, which leads to obesity, on the one hand, and anorexia on the other. In the assessment of obesity, unfortunately, for the most part only a calculation of the BMI is used (ratio between body weight and the square of body height), which is a good indicator of physical development but not suitable for determining obesity. Persons with developed muscles, namely, have a high BMI, but they are not fat. On the other hand, persons with small bones and normal BMI can already be excessively fatty. It is therefore necessary to determine for an individual the actual amount of fat and lean body mass (muscle and bone). The BMI value can only be an orientation. We also study the connection between actual physical development defined by anthropological measurements, the BMI and determination of the body composition, and environmental factors that influence the physical self-image of teenagers. (TOMAZO-RAVNIK 1996, TOMAZO-RAVNIK 2001, ŠTEFANČIČ & TOMAZO-RAVNIK 1998, ZERBO-ŠPORIN & al.1998, VIDMAR-NAIR 2004, STELE 2006).

Acknowledgements

I would like to thank all colleagues who have cooperated in the aforementioned studies. Special thanks are due to the students who, with their high quality graduation and master's theses, have often contributed the major share to individual studies.

Viri/References

- BÖGEL-DODIČ, M. 1996: Menarha pri Slovenkah. *Antropol. zv.* **4**: 41–49.
- BRODAR, V. 1960: Observations on skin thickness and subcutaneous tissue in man. *Zetschrift fur Morphol.und Anthropol.* **50** (3): 386–395.
- BRODAR, V. 1961: Fizični razvoj študentov ljubljanske univerze v času štiriletnega študija. *Biol.vestn.* **8**: 79–91.
- BRODAR, V. 1965–66: Proučevanje somatičnega razvoja in fizičnih sprememb pri študentih za časa visokošolskega študija. *Glasnik ADJ*, **2–3**: 61–72.
- BRODAR, V. 1981: Morfologija in telesni razvoj študentov po antropometričnih preiskavah v letih 1954–1964. *Biol.vestn.* **29**: 1–28.
- BRODAR, V. 1991: Preučevanje sekularnih procesov pri študentih. *Biol.vestn.* **39** (4): 1–8.
- DOLINAR, Z. 1957: Prilog poznavanju genealogije. V: Otok Susak: Biološke osobine. JAZU, Zagreb: 459–466.

- DOLINAR, Z. 1960: Micro-evolution among the Susak islanders. Inbreeding, sterility, blood groups and red hair. *Ann. Hum. Genet.* **24**: 15–21.
- DOLINAR, Z. 1965a: Human population in geographical isolation. *Biol. vest.* **13**: 103–113.
- DOLINAR, Z. 1965b: A study of a geographically isolated population. *Ann. Hum. Genet.* **28**: 251–260.
- DOVEČAR, F. 1993: Spremembe značilnosti v rasti mladine v 42-letnem obdobju. Doktorska disertacija, Ljubljana: 291 pp. .
- DOVEČAR, F. & U. ARKO 1975: Akceleracija kod ljubljanske šolske omladine prema merjenima iz godina 1939/40 i 1969/70. *Glasnik ADJ* **12**: 147–156.
- DOVEČAR, F. & U. ARKO 1978: Dinamika razvoja nekaterih telesnih parametrov glede na leto 1939/40. *Glasnik ADJ* **15**: 61–68.
- HINCAK, Z. & M. ŠTEFANČIČ 2006: Antropološka analiza lobanje. V: GASPARI, A. (ed.) *Zalog pri Verdu: Tabor kamenodobnih lovcev na zahodnem robu Ljubljanskega barja*. Opera Instituti archeologici Sloveniae 11, Ljubljana, ZRC SAZU: 155–163.
- IVANIČEK, F. 1951: Staroslovenska nekropola u Ptuj. *Dela SAZU* **1**, razreda **5**: 232 pp.
- JURIČIČ, M. 1994: Sekularne spremembe somatske rasti in razvoja šolarjev v Ljubljani. *Mag. delo*, Zagreb: 104 pp.
- KALIŠNIK, M., POGAČNIK, T. & J. ŠTURM 1964: Vpliv telesne kulture na nekatere morfološke, fiziološke in funkcionalne lastnosti ljubljanskega visokošolca. *Zbor. vis. šole za tel. kulturo* **1**: 41–62.
- LEBEN-SELJAK, P. 1991: Antropološka analiza srednjeveških skeletov iz Kranja. *Mag. delo*, Ljubljana: 143 pp.
- LEBEN-SELJAK, P. 1995: Antropološka analiza poznoantičnih skeletov z Ajdne nad Potoki. *Jeseniški zbor.* **7**: 237–250.
- LEBEN-SELJAK, P. 1996a: Antropološka analiza poznoantičnih in srednjeveških grobišč Bleda in okolice. Doktorska dis., Ljubljana, 362 pp.
- LEBEN-SELJAK, P. 1996b: Paleodemografska analiza nekropole pri farni cerkvi v Kranju. *Antropol. zv.* **4**: 95–107.
- LEBEN-SELJAK, P. 2000: Etnogeneza Slovencev: rezultati antropoloških raziskav. V: BRATOŽ, R. (ed.), *Slovenija in sosednje dežele med antiko in karolinško dobo: začetki slovenske etnogeneze*. *Situla* **39**, razprave **18**: 549–558.
- LEBEN-SELJAK, P. 2001: Antropološka analiza staroslovanskih skeletov z Malega gradu v Kamniku. *Arheol. vestn.* **52**: 379–384.
- LEBEN-SELJAK, P. 2003: Antropološka analiza poznoantične nekropole na Vrajku v Gorenjem Mokronogu. *Arheol. vestn.* **54**: 397–420.
- LEBEN-SELJAK, P. 2006: Antropološka analiza poznoantične skeletne serije z Rifnika. *Arheol. vestn.* **57**: 427–455.
- LEBEN-SELJAK, P. & M. ŠTEFANČIČ 1999: Adult mortality and biodynamic characteristics in the early middle ages population at Bled, Slovenia. *Variability and Evolution* **7**: 65–77.
- LEBEN-SELJAK, P. & M. ŠTEFANČIČ 2001: Dental caries in skeletal samples from northeastern Slovenia. *Anthropol. noteb.* **8** (1): 84–99.
- LESKOŠEK, B., KOVAČ, M., & J. STREL 2006: A comparison of the physical characteristics and motor abilities of boys and girls attending different school programmes. *Acta. Univ. Carol., Kinanthropol.* **42** (2): 85–101.
- LESKOŠEK, B., STREL, J. & M. KOVAČ: 2007: Differences in physical fitness between normal-weight, overweight and obese children and adolescents. *Kinesiol. Slov.* **13** (1): 21–30.
- LESKOŠEK, B., KOVAČ, M., & J. STREL 2007: Morphological characteristics and motor abilities of boys following different secondary school programmes. *Kinesiology*, **39**, 1: 62–73.
- LUNAČEK, S. 1951: Telesni razvoj šolske mladine v primerjavi s predvojnimi. Ministrstvo za ljudsko zdravje, Ljubljana: 30–40.
- LUNAČEK, S. & M. SKERGET 1959: Telesni razvoj šolske mladine v Sloveniji. Centralni higienski zavod, Ljubljana.

- PAVČIČ, M. 1983: Vpliv genetskih faktorjev na pojav menarhe pri ljubljanskih srednješolkah. *Glasnik ADJ* **20**: 21–26.
- PIONTEK, J., TOMAZO-RAVNIK, T. & M. ŠTEFANČIČ 1975: Antropološka obdelava grobov kasne bronaste dobe iz Dobove pri Brežicah. V: *France Stare: Dobova, Posavski muzej Brežice* **2**: 19–26.
- POGAČNIK, T. & T. TOMAZO-RAVNIK 1975: Antropološka obdelava osteološkega gradiva. V: SLABE, M. (ed.): *Dravlje-grobišče iz časov preseljevanja ljudstev. Situla* **16**: 143–146.
- SKERGET, M. 1974: Raziskava o nastopu menarhe pri slovenskih deklicah. *Glasnik ADJ* **11**: 87–90.
- STELE, P. 2006: Fizična razvitost šestnajstletnih dijakov ŠCRM Kamnik in njihova telesna samopodoba. Dipl. delo, Ljubljana.
- STREL, J., KOVAČ, M., JURAK, G., BEDNARIK, J. & B. LESKOŠEK 2001: Comparison of physical development of school children between 1990 and 2000 on the basis of the data obtained from the sports educational cart. *Anthropol. Noteb.* **7** (1): 11–32.
- ŠČUKA, V. 1976: Opazovanje nastopa menarhe pri deklicah goriških osnovnih šol in gimnazije. *Glasnik ADJ* **13**: 117–127.
- ŠKERLJ, B. 1930: Beiträge zur Anthropologie der Slowenen. *Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol.* **28**, **3**: 213–243.
- ŠKERLJ, B. 1930: Menarha pri Slovenkah. *Zdravniški vestn.* **2** (3): 84–90.
- ŠKERLJ, B. 1934: Antropološka preiskava tekmovalcev. *SOKO* **7–8**: 211–217.
- ŠKERLJ, B. 1942: Die Menarche von Gymnasiastinnen aus Ljubljana. *Zetschr. F. Rassenkunde* **13**: 17–23.
- ŠKERLJ, B. 1950: Fizično-pubertetni razvoj ljubljanskih srednješolcev. *Univerza v Ljubljani*, 110 pp.
- ŠKERLJ, B. 1953: Srednjeveška okostja z Bleda, izkopana leta 1949. Ljubljana, *Razprave SAZU* **3**: 313–335.
- ŠKERLJ, B. 1959: Towards a systematic morphology of the human body. *Acta Anatomica* **39**: 220–243.
- ŠKERLJ, B. 1963: Somatometrična ocenitev telesnega sestava. Ljubljana, *Razprave SAZU* **7**: 321–360.
- ŠKERLJ, B. & Z. DOLINAR 1950: Staroslovanska okostja z Bleda. Ljubljana, *Dela SAZU* **1**, razreda **2**: 67–103.
- ŠKERLJ, B. & E. E. BROŽEK 1953: Subcutaneous fat and age changes in body build and body form in women. *AJPA* **11**, **4**: 577–600.
- ŠTEFANČIČ, M. 1985a: Antropološka analiza lobanje z Ljubljanskega barja. *Por. o razisk. paleolita, neolita in eneolita v Slov.* **12**: 75–79.
- ŠTEFANČIČ, M. 1985b: Starohrvaška nekropola Nin-Ždrijac – možnosti paleodemografske analize populacij v zgodovinskih obdobjih. *Arheol. vest.* **36**: 359–368.
- ŠTEFANČIČ, M. 1987: Anthropological Analysis of the old Croat Necropolis Nin-Ždrijac in Reference to the Slav Settlement in the Balkans. *Sbornik nar. muz. v Praze, Rada B*, **43** (2–4): 131–139.
- ŠTEFANČIČ, M. 1988a: Primerjalna statistična analiza staroslovanskih populacij v luči naselitve Slovanov na Balkan. *Biol. vestn.* **36**, **4**: 59–76.
- ŠTEFANČIČ, M. 1988b: Ranosrednjevekovni skeleti nekropole Sv. Erazmo kod Ohrida. *Etnoantropološki problemi-monografije* **5**: 163pp.
- ŠTEFANČIČ, M. 1988c: Debelina podkožnega mastnega tkiva pri otrocih in mladini iz Ljubljane. *Glasnik ADJ* **25**: 65–75.
- ŠTEFANČIČ, M. 1992: Skeletni ostanki koliščarjev z Ljubljanskega barja. *Por. o razisk. paleolita, neolita in eneolita v Slov.* **20**: 127–129.
- ŠTEFANČIČ, M. 1995: Antropološka obdelava zgodnesrednjeveških okostij iz grobišča Nin-Ždrijac (Severna Dalmacija). *Arheol. vest.* **46**: 291–325.
- ŠTEFANČIČ, M. 2000: Some aspects of secular growth changes in Slovene University students. *Acta biol. slov.* **43**, **3**: 103–107.

- ŠTEFANČIČ, M. & T. TOMAZO-RAVNIK 1992: Vpliv športne aktivnosti na nekatere morfološke karakteristike ljubljanskih študentov in sekularne razvojne tendence pri športnikih. *Biol. vestn.* **40** (1): 27–34.
- ŠTEFANČIČ, M. & T. TOMAZO-RAVNIK 1998: Fifty-two years of secular trend in Ljubljana school children. V.: BODZAR, B.E., and SUSANNE, C. (Ed). *Secular Growth Changes in Europe*. Budapest: 281–295.
- ŠTEFANČIČ, M. & T. TOMAZO-RAVNIK 1998: A longitudinal observation of growth and body composition in a sample of 10 to 14 year old children from Ljubljana, Slovenia. *Acta Med. Auxol.* **30** (3): 161–167.
- ŠTEFANČIČ, M. & P. LEBEN-SELJAK 1992: Antropološka analiza staroslovenskega grobišča Dlesc pri Bodeščah. *Arheol. vest.* **43**: 191–203.
- ŠTEFANČIČ, M. & M. FERENČAK 2000: Studies of menarche in Slovenia. V.: BODZAR, E.B., SUSANNE, C., PROKOPEC, M. (Ed.): *Puberty: Variability of Changes and Complexity of Factors*, Budapest: 139–146.
- ŠTEFANČIČ, M. & K. DRAGIČEVIČ 2001: Preučevanje nastopa menarhe pri Slovenkah. *Zdravstveno varstvo* 40, Suplement: Mladostnik in zdravje: 59–67.
- ŠTEFANČIČ, M. & K. DRAGIČEVIČ 2002: Menarche in secondary schoolgirls from Velenje (Slovenia). *Humanbiol.* Budapest. **27**: 77–82.
- ŠTEFANČIČ, M., ARKO, U., BRODAR, V., DOVEČAR, F., JURIČIČ, M., MACAROL-HITI, M., LEBEN-SELJAK, P. & T. TOMAZO-RAVNIK 1996: Ocena telesne rasti in razvoja otrok in mladine v Ljubljani. *Zdravstveno varstvo* 35, Suplement 1: 169 pp.
- TOLDT, C. 1912: Die Schädelformen in dem Österreichischen Wohngebieten der Altslawen eins und jetzt. *MAGW* **42**: 247–280.
- TOMAZO-RAVNIK, T. 1988: Secular trend in growth of schoolchildren in Jugoslavia. *Coll. Antropol.* **12**: 121–133.
- TOMAZO-RAVNIK, T. 1996: Spreminjanje somatotipa v času adolescence. *Antropol. zvezki* 4: 87–93.
- TOMAZO-RAVNIK, T. 1998: Studies of body composition in Slovenia. *Coll. antropol.* **22**, 2: 403–409.
- TOMAZO-RAVNIK, T. & D. ZERBO 1996/97: Secular growth changes of Ljubljana schoolchildren in the period from 1958 to 1994 (longitudinal series). *Anthropol. kozl.* **38**, 1–2: 61–68.
- TOMAZO-RAVNIK, T. & M. ŠTEFANČIČ 2005: Intensity of secular trend in six years old children from Slovenia. V: TOTH, G., A. (ed.). *Auxology: to the memory of professor Otto G. Eiben*, Szombathely: Savaria university press: 35–38.
- TOMAZO-RAVNIK, T. & V. JAKOPIČ 2006: Changes in total body water and body fat in young women in the course of menstrual cycle. *Int. j. antropol.* **21**: 55–60.
- VIDMAR, K. 2004: Telesna razvitost dijakinj gimnazije Lava v Celju in morebitne razlike med njihovo dejansko in želeno telesno podobo. *Mag. delo*, Ljubljana.
- WEISBACH, A. 1903: Die Slowenen. *MAGW* **33**: 234–251.
- ZERBO-ŠPORIN, D. 2002: Izpeljava antropometrijske metode razporeditve podkožnega maščevja in sestava telesa pri dekletih v zgodnji adultni dobi. *Doktorska dis.*, Ljubljana, 154 pp.
- ZERBO, D., FLEŽAR, M. & M. ŠTEFANČIČ 1998: BMI and Heath-Carter somatotypes of female students in Ljubljana. *Coll. antropol.* **22** (2): 451–463.
- ZERBO, D., FLEŽAR, M. & M. ŠTEFANČIČ 2002: Ventilatory and anthropometric variables in healthy female students from University of Ljubljana. *Acta biol. slov.* **45** (1): 31–38.
- ZERBO-ŠPORIN, D. & M. ŠTEFANČIČ 2004: Body Fatness and Fat Distribution in Female University Students. *Biennial Books of EAA* **3**: 121–130.
- ZUPANIČ, N. 1920: *Etnogeneza Jugoslovena*. Zagreb, Rad JAZU **222**: 137–193.

Biokemija na Oddelku za biologijo – dobrodošli v svetu toksinov

Biochemistry at the Department of biology – Welcome to the world of toxins

Tom TURK

Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Večna pot 111,
SI-1000 Ljubljana;
Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Večna pot 111,
SI-1000 Ljubljana; e-mail: tom.turk@bf.uni-lj.si

Ključne besede: biokemija, raziskave**Keywords:** biochemistry, research**Nekaj o začetkih in zgodnjem obdobju**

Ustanovitelj katedre za biokemijo je bil mednarodno priznani toksinolog in dolgoletni profesor biokemije na Oddelku za biologijo, prof. Dr. Drago Lebez. Na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani se je habilitiral kot profesor za biokemijo in postal tudi prvi predstojnik novo ustanovljene Katedre za biokemijo. S tem se je »tradicionalnim« biološkim disciplinam na oddelku za biologijo, pridružila nova razsežnost, preučevanje bioloških procesov na nivoju molekul. Začetki pa so bili zelo skromni, saj je imela katedra na razpolago le en prostor na hodniku 4. nadstropja Filozofske fakultete, kjer je dolga leta gostovala večina Oddelka za biologijo. Tudi opreme v tistem zasilnem lesenem boksu praktično ni bilo. Pa vendar je katedra rastla. Po nekaj letih je katedra dobila nove prostore v pritličju nekdanjega poslopja Biotehniške fakultete na Krekovem trgu 1, kjer je danes Teološka fakulteta. V teh prostorih je katedra doživela pravi razcvet, čeprav so bili prostori še vedno dokaj skromni. To so bili časi ko smo delali v zasilnih prostorih s skromno opremo, veliko improvizacije in z malo denarja. A vendar je bilo to lepo obdobje, bili smo mladi in polni načrtov. Ob koncu bivanja naše katedre na Krekovem trgu

Some words on the beginnings and the early period

The founder of the Chair of Biochemistry was the internationally renowned toxinologist and a long time professor of biochemistry at the Department of Biology, professor dr. Drago Lebez. He habilitated as a professor of biochemistry at the Biotechnical Faculty at the University of Ljubljana and became the first chairman of the newly established Chair of Biochemistry. The research of biological processes on the molecular level, conducted at the Chair, widened the scope of »traditional« biological disciplines at the Department of Biology. The beginnings were very modest, since the Chair only had one room available on the 4th floor of the Faculty of Arts, which was for many years the host to most of the Department of Biology. There was practically no equipment in that provisional wooden box we called an office, but still the Chair grew. After a couple of years it moved to a new location on the ground floor of the former building of the Biotechnical Faculty on Krekov Trg 1, which today hosts the Faculty of Theology. It was there, that the Chair flourished, even though the place was still pitiable. Those were the days of a provisional location, lacking equipment, a lot of improvisation and little funds.

smo se morali zaradi selitve Biotehniške fakultete pod Rožnik, na skupaj z genetiki preseliti nadstropje višje. To je bila za nekatere že druga selitev v razmeroma kratkem času. Spet je bilo treba vse razmontirati in ponovno sestaviti, kar smo, kot vedno, opravili večinoma sami. V teh razmerah se seveda ni dalo normalno delati, saj smo bili praktično v zapuščeni hiši in smo le čakali kdaj bo narejen vsaj en trakt v novem biološkem središču kamor smo se namenili preseliti. Vaje smo imeli v nezakurjenih prostorih. Lahko bi rekli, da če si takrat potreboval poskusno žival, si jo lahko počakal kar na hodniku, saj so se po njih veselo podile podgane.

V novo, a skoraj popolnoma nedograjeno stavbo Biološkega središča, smo se vselili leta 1993. Tako smo se spet znašli na gradbišču, v nove prostore smo tako hodili kar po zidarskih lestvah. Dobro leto kasneje je bil zahodni trakt v celoti končan in življenje se je počasi normaliziralo. Najbrž je razumljivo, da so v vseh teh letih na naši katedri diplomirali številni študentje biologije, mikrobiologije in pedagoških programov. Na katedri so se usposabljali mnogi mladi raziskovalci, ki so kasneje magistrirali ali doktorirali. Pri nas so gostovali tudi tuji študentje in sodelavci. Veseli smo, da so bili vse te kolegice in kolegi z nami in so pripomogli k razvoju in napredku naše katedre ter hkrati tudi vemo, da so se pri nas dobro počutili in jim je bilo kar malo žal, ko so nas morali zapustiti. Ponosni smo, da sta profesorja Maček in Anderluh nosilca Zoisovih priznanj za pomembne raziskovalne dosežke, prof. Sepčičeva je nosilka mednarodne nagrade Daniel Jouvance za mlajše raziskovalce na področju morske biokemije, prof. Turk pa bil pred kratkim za soavtorstvo gimnazijskega učbenika od »Molekule do celice« imenovan za Prometeja znanosti. Vsi člani katedre pa smo bili najbolj veseli nedavne pohvale s strani vas študentov, ki ste pohvalili naše pedagoško delo. Tega smo se res iskreno razveselili in lepšega plačila za naše delo si ne bi mogli želeli.

Raziskovalno delo

Raziskovalno delo katedre je že od vsega začetka usmerjeno v preučevanje toksinov in ostalih biološko aktivnih snovi, pri čemer so nas

But still it was a beautiful period; we were young and full of plans. At the end of the Chair's stay at Krekov Trg we had to move a floor higher sharing it with the Chair of Genetics. For some this was the second move in a relatively short period of time. All had to be dismantled and put back together, which as always we did mostly by ourselves. The student labs were conducted in unheated classrooms. We used to joke that if one needed a test subject, they could find plenty in the hallways that were beset with rats. In such conditions, being situated in a half-abandoned house, normal work was virtually impossible. This left us only with plans to move, but we had to wait for at least one wing of the new biological center to be built.

We moved into the new, virtually unfinished building of the Biological Center in 1993. Again we found ourselves on a construction site, using construction ladders to reach our new premises. A year later the west wing was finally finished and life slowly normalized. Needless to say, in all these years many students from different programs (i.e. biology, microbiology, biology-chemistry, to name just a few) graduated and many young researchers, who later obtained M.Sc. and Ph.D. degrees, were trained at our Chair. Furthermore we hosted many foreign students and fellow researchers. We are happy to have done so, as these colleagues helped us develop and advance our Chair. Not only that, they felt good staying with us and maybe even regretted leaving us.

We are proud of Professor Maček and Professor Anderluh who both hold the Zois award for achievements in science, Professor Sepčič who has received the international Daniel Jouvance award for young researchers in marine biochemistry and Professor Turk who holds the Prometheus award of the Slovenian Science Foundation for the excellence in science communication for his co-authorship of the high school textbook »From the molecule to the cell«. All members of the Chair are honored about the recent praise from their students, which commended our pedagogical work. We are sincerely delighted and we could not wish for a better reward.

večinoma najbolj zanimali toksini iz morskih organizmov, v zadnjih letih pa smo se začeli ozirati tudi po drugih virih. Laboratorij je specializiran in opremljen predvsem za izolacijo in karakterizacijo proteinov, ter za proučevanje njihove interakcije z naravnimi in umetnimi lipidnimi membranami. Biološko aktivne spojine večinoma izoliramo iz morskih nevretenčarjev. Sesični morski organizmi kot so alge, spužve, ožigalkarji, mahovnjaki in plaščarji nimajo lokomotorne aparata, ki bi jim omogočil beg pred plenilci in lovljenje plena. Razvili so drugo strategijo – proizvodnjo širokega spektra strukturno zanimivih kemičnih snovi z najrazličnejšimi biološkimi učinki (citotoksično in citolitično delovanje, inhibicija rasti bakterij, alg, gliv ali virusov, inhibicija različnih encimov). S temi učinkovinami dodatno preprečujejo naseljevanje drugih organizmov na svojo površino ter bolj ali manj uspešno tekmujejo za prostor. Omenjene snovi so potencialno uporabne tudi za ljudi, npr. v medicini in farmaciji (zdravila) ter v kmetijstvu (npr. protivegetativna sredstva in insekticidi). V našem laboratoriju redno pregledujemo vodne in organske ekstrakte jadranskih morskih nevretenčarjev na vsebnost biološko aktivnih snovi. Morska organizma, ki sta naša »paradna konja«, sta morska vetrnica *Actinia equina* in morska spužva *Reniera sarai*. Iz področja raziskav, ki jih opravljamo na katedri, smo člani in domači ter tuji sodelavci katedre do zdaj objavili okrog 130 znanstvenih člankov, ki so bili objavljeni v mednarodnih revijah z razponom dejavnika vplivnosti od 0.5 do 15. V nadaljevanju bomo navedli le nekatere bolj pomembne izmed njih.

Ekvinatoksin, kakor ga je poimenoval že prof. Drago Lebez, ki je skupaj z dr. Igorjem Ferlanom (1974) objavil prvi članek o tem citolitičnem proteinu, je še vedno zvezda stalnica raziskav citolitičnih proteinov na naši katedri. V bistvu se pod tem imenom skriva več sorodnih in strukturno zelo podobnih proteinov, ki jih lahko izoliramo bodisi iz nematocist bodisi iz celih teles rdeče morske vetrnice (*Actinia equina*) (MAČEK & LEBEZ 1988). V strupu morskih vetrnic najdemo več farmakološko aktivnih snovi. Skupino proteinov, ki tvorijo pore, imenujemo aktinoporini. So zelo močni toksini z vrsto farmakoloških učinkov. Najbolj proučena je tvorba pore v naravnih in modelnih lipidnih membranah. Aktinopore

Research work

The chair's research work has from the start been oriented into studying toxins and other biologically active substances with special interest put on toxins from marine organisms, even though we have in the past few years paid due regard to other sources as well. The lab is specialized and equipped especially for the isolation and characterization of proteins, and for the study of their interaction with natural and artificial lipid membranes. Biologically active compounds are mostly isolated from marine invertebrates. Sessile marine organisms like algae, sponges, cnidarians, bryozoans and tunicates do not have a locomotion apparatus, which would enable them to escape from their predators or catch their prey. They have developed a different strategy – the production of a wide spectrum of interesting chemical substances with very different biological effects (i.e. cytotoxic and cytolytic activity, the inhibition of bacterial growth, the inhibition of different enzymes etc.). These active substances additionally prevent the colonization of other organisms on their surface and allow them a more or less successful competition for their space.

The above mentioned substances are also potentially applicable as pharmaceuticals in medicine and pharmacy, as well as in agriculture (e.g. herbicides and insecticides). In our lab we regularly survey the content of biologically active substances in aqueous and organic extracts of the Adriatic marine invertebrates. We pride ourselves especially in the research of the *Actinia equina* sea anemone and the *Reniera sarai* marine sponge. Based on the research conducted at our Chair, together with our Slovenian and foreign colleagues, the Chair members have published around 130 scientific papers in international journals with the impact factor between 0, 5 and 15. Some of the most important publications are presented below and listed in the reference section.

Several students of biology, microbiology and pedagogical programs have not only graduated at our Chair, but have also successfully obtained a masters and doctoral degree. The collaboration in numerous Slovenian and international research projects, the assignment of many young researchers and last but not least much praise for our entire pedagogical work, which we have received from

druži skupen mehanizem delovanja, ki poteka v večih stopnjah: vezava topnega monomera na membrano, oligomerizacija, vgradnja v membrano in oligomerizacija v končno poro, ki je prepustna za majhne molekule. Ekvinatoksinu II, smo v sodelavah najprej določili primarno in sekundarno strukturo (BELMONTE & al. 1994), kasneje pa še prostorsko, terciarno zgradbo (ATHANASIADIS & al. 2001). Kaj kmalu smo ekvinatoksin II tudi klonirali in ga izrazili v heterolognem bakterijskem sistemu (ANDERLUH & al. 1996). V zadnjih letih poskušamo razumeti interakcijo ekvinatoksina z membranami na molekularnem nivoju. Predvsem nas zanima topologija membransko vezanega toksina, kateri deli toksina sodelujejo pri vezavi in oligomerizaciji in kateri tvorijo membransko poro. Rezultate smo objavili v prestižni reviji *Journal of Biological Chemistry*, ki je ena od najbolj pomembnih revij na področju biokemije in molekularne biologije (HONG & al. 2002; ANDERLUH & al. 2003; MALOVRH & al. 2003; KRISTAN & al. 2004; BAKRAČ & al. 2008). Ker se ekvinatoksin specifično veže na membranski lipid sfingomielin, je dobro molekularno orodje za označevanje regij celičnih membran, ki vsebujejo sfingomielin. Za to ga tudi komercialno tržimo v sodelovanju z ameriškim podjetjem Echelon Bioscience. Delo na ekvinatoksini in ostalih citolitičnih proteinih je skupino naredilo prepoznavno tudi v svetovnem merilu. Tako je v letošnjem letu prišlo do najpomembnejše objave skupine, ko je Gregor Anderluh, skupaj s sodelavcem iz Anglije, objavil pregledni članek o toksinih, ki tvorijo pore v lipidnih membranah, v eni od najbolj pomembnih biokemijskih revij *Trends in Biochemical Sciences* (ANDERLUH & LAKEY 2008).

Vodotopne **polimerne alkilpiridinijeve soli** (poli-APS), smo leta 1994 dokaj slučajno izolirali iz vodnega ekstrakta morske spužve *Reniera sarai*, ki je kazal vrsto zelo zanimivih bioloških aktivnosti (SEPČIČ & al. 1997). V začetku smo bili prepričani, da gre za protein. Kljub temu, da temu ni bilo tako, smo izolirali strukturno zelo zanimivo polimerno organsko spojino, proučevanje njene strukture in funkcije pa traja in se nadgrajuje še danes. Poli-APS imajo dve izraziti potencialno uporabni aktivnosti: tvorijo pore v lipidnih membranah in ireverzibilno inhibirajo encim acetilholinesterazo, ki je udeležena

our students in the past years, all further prove the success of the Chair's work.

The Equinatoxin, as named by Professor Drago Lebez, which together with Dr. Igor Ferlan published the first article on this cytolytic protein in 1974, has since then been under investigation in our laboratory. The name in essence holds many related and structurally very similar proteins, which can be isolated either from nematocysts or from the whole bodies of the *Actinia equina* sea anemone (MAČEK & LEBEZ 1988). Pharmacologically active substances can be found in the venom of sea anemones. The group of pore forming proteins is called actinoporins. These are very strong toxins with a range of pharmacological effects. The formation of the pore in natural and model lipidic membranes is the most studied. What unites the actinoporins is a multi-step common activity mechanism, which includes the binding of the soluble monomer to the membrane, oligomerization, the insertion into the membrane and the formation of the final pore, which is permeable to small molecules. In collaboration with our collaborators we first defined the primary and secondary structure of the Equinatoxin II (BELMONTE et. al. 1994), and finally the crystal structure was also determined (ATHANASIADIS et. al. 2001). Shortly after we cloned and the Equinatoxin II and expressed it in the heterologous system. For the past few years we have been trying to understand the interaction of the equinatoxin with the membranes on the molecular level. What we are most interested in is the topology of the membrane bound toxin and which of its parts are involved in the binding and the oligomerization (HONG et. al. 2002; ANDERLUH & al. 2003; MALOVRH & al. 2003; KRISTAN & al. 2004; BAKRAČ & al. 2008). Results of this studied have been recently published in the *Journal of Biological Chemistry*, one of the most important journals in biochemistry and molecular biology. Since the Equinatoxin II binds especially to the membrane lipid sphingomyelin, it is an appropriate molecular tool for marking the domains of cell membranes, which contain sphingomyelin. For this reason we commercially market it in cooperation with the American company Echelon Bioscience.

Our work on Equinatoxin II and other cytolytic proteins is acclaimed within the international

v prenosu živčnih impulzov v sinapsah (TURK & al., 2007). Inhibitorji acetilholinesteraze v višjih koncentracijah delujejo kot živčni strupi, v manjših odmerkih pa se lahko uporabijo za zdravljenje nekaterih nevro-muskularnih bolezni kot so glavkom, miastenija gravis ali Alzheimerjeva bolezen. Afiniteta poli-APS do acetilholinesteraze v kombinaciji z njihovo membransko aktivnostjo se odraža v njihovem selektivnem protitumorskem delovanju na celice pljučnega raka, ki imajo na membranah izražen holinerški sistem (PALEARI & al. 2006). V sodelovanju s skupino iz Aberdeena (Škotska) smo ugotovili, da poli-APS tvorijo prehodne pore v membranah sesalskih celic ter omogočajo njihovo stabilno transfekcijo s tujerodno DNA. Zato bi bili poli-APS lahko potencialno uporabni v genski terapiji (McLAGGAN & al. 2006). Na katedri trenutno podrobneje proučujemo interakcijo poli-APS z umetnimi in naravnimi lipidnimi membranami.

Še eden zanimiv aspekt uporabe poli-APS je njihova antivegetativna aktivnost. V sodelovanju s skupino iz Genove (Italija) smo ugotovili, da poli-APS učinkovito zavirajo nastanek bakterijskega biofilma ter pritrjevanje ličink raka vitičnjaka (*Balanus amphitrite*) na podvodne površine (FAIMALI & al. 2003). Pritrjevanje mikro- in makroorganizmov (predvsem školjk in rakov vitičnjakov) na podvodne površine predstavlja resen problem v industriji in pomorstvu, saj zmanjšuje hitrost plovil in povzroča škodo na potopljenih objektih. Zaščitni antivegetativni premazi, ki se uporabljajo za reševanje tega problema, vsebujejo večinoma aktivne snovi na osnovi kositra in bakra, ki so žal tudi toksične za različne vodne organizme. Evropska skupnost je že delno omejila uporabo premazov, ki vsebujejo kositer. Vse to je sprožilo raziskave na področju iskanja novih naravnih molekul z antivegetativnim učinkom. Raziskave so usmerjene predvsem v izolacijo takih naravnih snovi, ki imajo močne antivegetativne učinke, a le majhno toksičnost, in so dovolj enostavne, da se jih da pridobivati tudi s organsko sintezo. Rezultati inhibicije pritrjevanja in testi toksičnosti nakazujejo, da poli-APS spadajo med take spojine: njihov mehanizem inhibicije pritrjevanja je reverzibilen in netoksičen. Vse to opogumlja nadaljnje raziskave tudi v smeri preiskovanja sintetičnih analogov v laboratorijskih poskusih. V sodelovanju s skupino iz Trenta (Italija) in Aber-

science community. This leads to the recent success of our principal investigator Gregor Anderluh who, together with his colleague from England, published a review paper in the prestigious Trends in Biochemical Sciences (ANDERLUH & LAKEY 2008). The paper describes the toxins that form pores in lipid membranes.

In 1994, alkylpyridinium polymers (poly-APS) were isolated from aqueous extract of marine sponge *Reniera sarai* which possesses several interesting biological activities (SEPČIĆ & al., 1997). On the first glance it appeared that we were dealing with the protein compound, but later studies revealed a mixture of interesting polymeric organic compounds. The structural and functional studies of these compounds are still our ongoing project. Poly-APS show two particularly interesting activities, they form pores in lipid membranes and irreversibly acetylcholinesterase (AChE), which plays an important part in transmission of neuronal signals in cholinergic synapses (TURK & al., 2007). In higher concentrations AChE inhibitors act as neurotoxins, but in smaller doses they can be useful as therapeutic agents for treatment of several neuromuscular disorders (i.g. glaucoma, myasthenia gravis, Alzheimer's disease etc.)

Poly-APS affinity to AChE in combination with their membranolytic activity are promising for selectively destroying certain lung cancer cells that express cholinergic system on their membranes (PALEARI & al. 2006). In collaboration with a group of scientists from Aberdeen (Scotland) we found out that poly-APS form transient pores in mammalian cell membranes which enables a stable transfection with heterologous DNA. Therefore, poly-APS might be a useful tool in gene therapy (McLAGGAN & al. 2006). Currently, we are studying the interaction of poly-APS with artificial lipid membranes and with several cell lines.

Antifouling activity of poly-APS opens another potential use of poly-APS. In collaboration with our colleagues from Genova (Italy) we found out that poly-APS prevents the formation of bacterial biofilms and attachment of barnacles larvae (*Balanus amphitrite*) to the submerged structures (FAIMALI & al. 2003). Fouling of micro- and macro organisms on underwater surfaces creates a serious problem in maritime industry and

deena (Škotska) smo nedavno uspeli sintetizirati dimerne in tetramerne analoge poli-APS in jih testirati na protivegetativno aktivnost, razvijamo pa tudi tehnične rešitve vklapljanja poli-APS oziroma sintetičnih analogov v različne premaze za preverjanje učinkovitosti zaščite premazanih površin v morju (SEPČIČ & TURK 2006).

V zadnjih letih potekajo obsežne biokemijske in genetske raziskave usmerjene v preučevanje rasti in razvoja komercialno pomembnih užitnih gob. Iz bukovih ostrigarjev (*Pleurotus ostreatus*) in njivnic (*Agrocybe aegerita*) smo izolirali nova proteina **ostreolizin** in **egerolizin**. Oba imata molekulsko maso 15 kDa in sta predstavnika egerolizinske družine proteinov. Specifično se izražata v času tvorbe primordijev in plodnih teles, ter imata verjetno pomembno vlogo v razvojnem krogu gobe (BERNE & al., 2002).

Proteina sta v nanomolarnih koncentracijah litična za eritrocite in nekatere celične linije ter toksična za glodalce, če jih vbrizgamo intravenozno (brez skrbi, še naprej uživajte v obari ali rižoti iz ostrigarjev: ostreolizin se hitro inaktivira s kuhanjem in z nizko pH-vrednostjo v želodcu). Ugotovili smo, da se ostreolizin specifično veže na vezikle sestavljene ali iz holesterola in sfingomielina ali holesterola in nasičenih glicerofosfolipidov in jih lizira. V umetnih in naravnih lipidnih membranah takšna kombinacija lipidov obstaja sočasno v tekoči neurejeni in v tekoči urejeni fazi, ki je značilna za lipidne rafte. Rafti so membranske domene z vrsto pomembnih bioloških funkcij (signalizacija, transmembranski transport, vezava in vstop toksinov, patogenov in ostalih ligandov). Rezultati naših raziskav na celičnih linijah z okvarjeno sintezo holesterola ter na umetnih lipidnih mono- in dvoslojih kažejo na to, da ostreolizin specifično prepozna lipide v tekoči urejeni fazi in se veže na lipidne rafte. Zadnji poskusi s fluorescenčno označenim ostreolizinom nakazujejo na to, da bi protein v sublitični koncentraciji, ali njegova rekombinantna netoksična mutirana oblika, bili lahko uporabni kot molekularno orodje za študij lipidnih raftov, trenutno ene najbolj proučevanih tem na področju biologije membran (SEPČIČ & al. 2003; SEPČIČ & al. 2004; BERNE & al. 2005).

Poleg teh treh »paradnih konjev«, ki so skoraj stalnica naših raziskav, na katedri preučujemo tudi nekatere druge proteinske molekule, kot sta

transportation. Fouling of ship hulls creates drag, increases fuel consumption and decreases the average speed of the ship. In addition it also creates damage on submerged structures. Nowadays, the main active ingredients in antifouling coatings are based on Zn or Cu compounds that are highly toxic for the marine environment. In addition very effective, but also highly toxic antifouling coatings based on tributyltin (Sn) compounds were already banned from EU markets. It is therefore not surprising that this has spurred an intensive research in order to find natural compounds with antifouling activities. The ideal compound should have strong and broad antifouling activity but minimal toxicity. In addition, its structure should be simple enough to obtain large quantities by means of organic synthesis. The laboratory antifouling and toxicity tests of natural poly-APS revealed that they have a great potential and satisfy the majority of requests for an ideal antifouling agent. Result encouraged us to continue testing using synthetic analogues. Several such compounds were recently synthesised in collaboration with organic chemists from Aberdeen (Scotland) and Trento (Italy). We are also trying to find proper technical solutions to incorporate poly-APS in a coating suitable for field experiments (SEPČIČ & TURK 2006).

Part of our recent research is dedicated to the biochemical and genetic studies of growth and development of commercially important fungi. From two species of such edible fungi *Pleurotus ostreatus* and *Agrocybe aegerita* we have isolated ostreolysin and aegerolysin, two new proteins with mol. w. of 15 kDa that belongs to aegerolysin protein family. They are expressed during the development of primordia and are probably important for the fungal fruiting (BERNE & al. 2002).

In nanomolar concentrations both proteins are lytic for red blood cells and several other cell lines. They are toxic for rodents if they are applied intravenously (don't worry you can still enjoy this mushrooms in a stew, since cooking and low pH in the stomach destroy their toxic properties). We found out that ostreolysin binds specifically to the lipid vesicles which are composed of cholesterol and sphingomyelin or to the vesicles composed of cholesterol and saturated glycerophospholipids. These type of vesicles were also prone to lysis

bakterijski **listeriolizin** (BAVDEK & al. 2007) in človeški obrambni protein **perforin** (BESENIČAR & al. 2008), ki delujeta, seveda vsak na svoj način in z drugačno vlogo, citolitično.

Infrastrukturni center za površinsko plazmonsko resonanco

Leta 2004 smo v okviru katedre za biokemijo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani ustanovili tudi infrastrukturni center za površinsko plazmonsko resonanco (ang. Surface Plasmon Resonance, SPR), ki je namenjen osnovnim raziskavam interakcije bioloških makromolekul in razvoju analitskih metod za potrebe farmacije, živilske industrije, biotehnologije in varstva okolja. S pomočjo SPR merimo interakcije bioloških makromolekul, katerih relativna molekulska masa je večja od 180. Še zlasti je ta metoda uporabna za ugotavljanje interakcij med biološkimi makromolekulami ali celo med večjimi delci. Na katedri za biokemijo Center uporabljamo pri študiju delovanja citolitičnih proteinskih toksinov, odprto pa je za vse zunanje uporabnike. Tudi s tega področja smo objavili že kar nekaj člankov, prostor pa ne dopušča, da bi navedel vse (BESENIČAR & al. 2006; BESENIČAR & al. 2008). Do zdaj so v centru poskuse izvajali raziskovalci iz 15 slovenskih raziskovalnih skupin in tri skupine iz tujine.

Mednarodno sodelovanje

Dandanašnji brez uspešnega domačega in med-narodnega sodelovanja v modernih raziskavah seveda ne gre. Na katedri za biokemijo tako sodelujemo s številnimi domačimi in tujimi ustanovami. S kolegi z Inštituta Jožef Stefan sestavljamo programsko raziskovalno skupino »Toksini in biomembrane«, s številnimi kolegi po svetu pa sodelujemo v posameznih raziskavah, kjer se dopolnjujemo z opremo in ekspertizami na različnih področjih znanosti.

that follows the binding. In artificial and natural membranes such a combination of lipids coexists in liquid disordered and ordered phases. This is the main characteristics of lipid rafts, which are membrane domains responsible for many important biological functions (cell signalization, membrane transport, binding site and entry point for many toxins, pathogens and other ligands) Our experiments using artificial lipid mono- and bilayers or cell lines that lack cholesterol synthesis pathway revealed that osteolysin specifically recognizes lipids in liquid ordered phase and binds to lipid rafts. Latest experiments using fluorescent labelled osteolysin indicate that both osteolysin in sublytic concentration or its nontoxic recombinant mutant could be used as a tool for studying the lipid rafts. These are currently one of the »hot spots« in membrane biology research (SEPČIČ & al. 2003; SEPČIČ & al. 2004; BERNE & al. 2005).

In addition to the above mentioned »celebrities« of our research we have also started to study some other protein molecules that possess membranolytic activities, i.e. bacterial cytolytic protein lysteriolysin (BAVDEK & al. 2007) and perforin, a lytic protein which is involved in human immune response (BESENIČAR & al. 2008).

The Infrastructural Center for Surface Plasmon Resonance

Within the Chair of Biochemistry at the Department of Biology of the Biotechnical Faculty the Infrastructural Center for Surface Plasmon Resonance (SPR) was established in 2004. The Center's aim is basic research of the interaction of biological macromolecules in the development of analytical methods for the use in the pharmaceutical and food industry, biotechnology and environmental protection. With the help of SPR we measure the interaction of biological macromolecules, whose relative molecule mass is larger than 180. This method is especially useful for finding the interactions between biological macromolecules or even larger particles. The Chair of Biochemistry uses the Center to study the activity of cytolytic protein toxins, but the Center is also open to outside users. We have published a sizeable number of papers dealing with this

research area, but unfortunately limited space does not allow us to mention all (BESENIČAR & al. 2006; BESENIČAR & al. 2008). So far scientists from 15 Slovenian institutions and three groups from abroad have performed their experiments in the Center.

International cooperation

In the present day modern research is unimaginable without domestic and foreign cooperation. At the Chair of Biochemistry we consequently combine forces with various Slovenian and foreign institutions. We cooperate in the research program team »Toxins and biomembranes« with the colleagues from the Jožef Stefan Institute and with several colleagues around the world in individual research complementing each other with equipment and expertise in different scientific fields.

Viri / references

- ANDERLUH G., M. DALLA SERRA, G. VIERO, G. GUELLA, P. MAČEK & G. MENESTRINA 2003: Pore formation by equinatoxin II, an eukaryotic protein toxin, occurs by induction of non-lamellar lipid structures. *J. Biol. Chem.* **278**: 45216–45223.
- ANDERLUH G. & J. H. LAKEY 2008: Disparate proteins use similar architectures to damage membranes. *Trends Biochem Sci.* **33**: 482–490.
- ANDERLUH G., J. PUNGERČAR, B. ŠTRUKELJ, P. MAČEK, F. & GUBENŠEK 1996: Cloning, sequencing, and expression of equinatoxin II. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **220** (2): 437–442.
- ATHANASIADIS A., G. ANDERLUH, P. MAČEK, D. & TURK 2001: Crystal Structure of the Soluble Form of Equinatoxin II, a Pore-Forming Toxin from the Sea Anemone *Actinia equina*. *Structure* **9**: 341–346.
- BAKRAČ B., I. GUTIERREZ-AGUIRRE, Z. PODLESEK, A.F. SONNEN, R.J. GILBERT, P. MAČEK, J. H. LAKEY, & G. ANDERLUH 2008: Molecular determinants of sphingomyelin specificity of a eukaryotic pore forming toxin. *J. Biol. Chem.* **283**: 18665–18677.
- BAVDEK A., N.O. GEKARA, D. PRISELAC, I.G. AGUIRRE, A. DARJI, T. CHAKRABORTY, P. MAČEK, J.H. LAKEY, S. WEISS & G. ANDERLUH (2007): Sterol and pH Interdependence in the Binding, Oligomerization, and Pore Formation of Listeriolysin O. *Biochemistry.* **46** (14): 4425–4437.
- BELMONTE G., G. MENESTRINA, C. PEDERZOLLI, I. KRIŽAJ, F. GUBENŠEK, T. TURK & P. MAČEK 1994: Primary and secondary structure of a pore-forming toxin from the sea anemone, *Actinia equina* L., and its association with lipid vesicles. *Biochim. Biophys. Acta* **1192** (2): 197–204.
- BESENIČAR M.P., A. BAVDEK, A. Kladnik, P. MAČEK & G. ANDERLUH 2008: Kinetics of cholesterol extraction from lipid membranes by methyl-beta-cyclodextrin- a surface plasmon resonance approach. *BBA – Biomembranes* **1778**: 175–184
- BESENIČAR M., P. MAČEK, J.H. LAKEY & G. ANDERLUH 2006: Surface plasmon resonance in protein-membrane interactions. *Chem Phys Lipids* **141**(1–2): 169–178.
- BESENIČAR M.P., S. METKAR, B. WANG, C.J. FROELICH & G. ANDERLUH 2008: Granzyme B translocates across the lipid membrane only in the presence of lytic agents. *Biochem Biophys. Res. Commun.* doi: 10.1016/j.bbrc.2008.04.071

- BERNE S., I. KRIŽAJ, F. POHLEVEN, T. TURK, P. MAČEK & K. SEPČIĆ (2002) Pleurotus and Agrocybe hemolysins, new proteins hypothetically involved in fungal fruiting. *Biochim. Biophys. Acta* **1570** (3): 153–159.
- BERNE S., K. SEPČIĆ, G. ANDERLUH, T. TURK, P. MAČEK, N. POKLAR & N. ULRIH (2005): Effect of pH on the Pore Forming Activity and Conformational Stability of Ostreolysin, a Lipid Raft-Binding Protein from the Edible Mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Biochemistry* **44** (33): 11137–11147.
- FAIMALI M., SEPČIĆ K., TURK T. & GERACI S. (2003): Non-toxic antifouling activity of polymeric 3-alkylpyridinium salts from the Mediterranean sponge *Reniera sarai* (Pulitzer-Finali). *Biofouling* **19** (1): 47–56.
- HONG Q., I. GUTIERREZ-AGUIRRE, A. BARLIČ, P. MALOVRH, K. KRISTAN, Z. PODLESEK, P. MAČEK, D. TURK, J.M. GONZALEZ-MANAS, J. H. LAKEY & G. ANDERLUH 2002: Two-step membrane binding of equinatoxin II, a pore-forming toxin from the sea anemone, involves an exposed aromatic cluster and a flexible helix. *J. Biol. Chem.* **277** (44): 41916–41924.
- KRISTAN K., Z. PODLESEK, V. HOJNIK, I. GUTIERREZ-AGUIRRE, G. GUNČAR, D. TURK, J.M. GONZALEZ-MANAS, J.H. LAKEY, P. MAČEK & G. ANDERLUH 2004: Pore formation by equinatoxin, an eukaryotic pore-forming toxin, requires a flexible N-terminal region and a stable beta sandwich. *J. Biol. Chem.* **279** (45): 46509–46517.
- MAČEK P. & D. LEBEZ 1988: Isolation and characterization of three lethal and hemolytic toxins from the sea anemone *Actinia equina* L. *Toxicon* **26** (5): 441–451.
- MALOVRH P., G. VIERO, M. DALLA SERRA, Z. PODLESEK, J.H. LAKEY, P. MAČEK, G. MENESTRINA & G. ANDERLUH 2003: A novel mechanism of pore-formation: Membrane penetration by the N-terminal amphipathic region of Equinatoxin. *J. Biol. Chem.* **278** (25): 22678–22685.
- McLAGGAN D., N. ADJIMATERA, K. SEPČIĆ, M. JASPARS, D.J. MACÉWAN, I.S. BLAGBROUGH & R.H. SCOTT 2006: Pore forming polyalkylpyridinium salts from marine sponges versus synthetic lipofection systems: distinct tools for intracellular delivery of cDNA and siRNA. *BMC Biotechnol.* **6**: 6.
- PALEARI L., S. TROMBINO, C. FALUGI, L. GALLUS, S. CARLONE, C. ANGELINI, K. SEPČIĆ, T. TURK, M. FAIMALI, D.M. NOONAN & A. ALBINI 2006: Marine sponge-derived polymeric alkylpyridinium salts as a novel tumor chemotherapeutic targeting the cholinergic system in lung tumors. *Int J Oncol.* **29** (6): 1381–1388.
- SEPČIĆ K., S. BERNE, C. POTRICH, T. TURK, P. MAČEK & G. MENESTRINA 2003: Interaction of ostreolysin, a cytolytic protein from the edible mushroom *Pleurotus ostreatus*, with lipid membranes and modulation by lysophospholipids. *Eur J Biochem* **270** (6): 1199–1210.
- SEPČIĆ K., S. BERNE, K. REBOLJ, U. BATISTA, A. PLEMENITAŠ, M. ŠENTJURČ & P. MAČEK 2004: Ostreolysin, a pore-forming protein from the oyster mushroom, interacts specifically with membrane cholesterol-rich lipid domains. *FEBS Lett.* **575** (1–3): 81–85.
- SEPČIĆ K., G. GUELLA, I. MANCINI, F. PIETRA, M.D. SERRA, G. MENESTRINA, K. TUBBS, P. MAČEK & T. TURK 1997: Characterization of anticholinesterase-active 3-alkylpyridinium polymers from the marine sponge *Reniera sarai* in aqueous solutions. *J. Nat. Prod.* **60** (10): 991–996.
- SEPČIĆ K. & T. TURK 2006: 3-Alkylpyridinium Compounds as Potential Non-Toxic Antifouling Agents. In *Antifouling Compounds* (Fusetani N, Clare A.S., eds.). Springer-Verlag, Berlin, Germany. pp. 105–124.
- TURK T., R. FRANGEŽ & K. SEPČIĆ 2007: Mechanisms of toxicity of 3-alkylpyridinium polymers from marine sponge *Reniera sarai*. *Mar. Drugs.* **5**: 157–167

Začetniki raziskovalnega in pedagoškega dela na področju fiziologije rastlin v Sloveniji

Beginners of research and pedagogical work at the field of plant physiology in Slovenia

Nada GOGALA

Zaslužna profesorica Univerze v Ljubljani, Pot na Tičnico 6, 1351 Brezovica;
E-pošta: nada.gogala@siol.net

Abstract: First Slovenian researchers working in the field of plant physiology are from the beginning of the previous century. These were Dr. Alojzij Jenčič and Dr. Fran Jesenko. The latter was also the first university teacher of plant physiology at the newly founded University of Ljubljana in the year 1919. After the Second World War, Dr. Miran Vardjan followed by Dr. Nada Gogala had been teaching this field of botany since 1960 at the Biotechnical Faculty, University of Ljubljana at the Department of Biology, and Dr. Janez Furlan at the Department of Agriculture. Dr. Božidar Krajncič has been teaching plant physiology since 1970. He had begun at the Pedagogical Academy (later Pedagogical Faculty) in Maribor and in 1978 he continued at the former Higher School of Agriculture. He is still active at the Faculty of Agriculture and System Sciences, University of Maribor.

The researches of Slovenian plant physiologists have been mainly directed to the study of growth and development of green plants, mycorrhiza, regulation of flowering and mineral nutrition. During the last decades, in various institutes new research teams were founded working in plant physiology and ecophysiology. Due to intensive development of molecular biology former distinctions between various fields of research in experimental plant biology, symbiosis and pathogen organisms are disappearing. There are more and more researchers working in this field that is reflected in number of members of Slovenian Society of Plant Physiology which to this day includes 87 members.

Ključne besede: fiziologija, rastline, Slovenija, raziskave, izobraževanje

Keywords: physiology, plants, Slovenia, research, education

Rastline so na Slovenskem pred dvajsetim stoletjem raziskovali predvsem floristično ter sistematsko in je o tej dejavnosti pri nas že veliko znanega in napisanega. Sem pa našla v NUK učbenik jezuita Augustinusa Michelazzia (1732–1820), učitelja v Gorici, z naslovom *Compendium regni vegetabilis* (1776), v katerem opisuje poleg morfologije in sistematike rastlin tudi barvila in druge sekundarne snovi v rastlinah s podatki o delovanju na ljudi in živali. S fiziološkimi raziskavami pa so se pričeli ukvarjati slovenski raziskovalci šele okrog leta 1900, saj ustanov z

opremljenimi laboratoriji za tovrstno delo pri nas ni bilo. Prvi znani podatki o dveh Slovencih, ki sta raziskovala fiziologijo rastlin, so iz Univerze na Dunaju, kjer sta se šolala Alojzij Jenčič in Fran Jesenko pri znanem fiziologu Julijusu pl. Wiesnerju in sistematiku Richardu Wettsteinu.

Delo Alojzija Jenčiča je opisal v svojem članku T. Wraber (2007). Glavne podatke o njem povzeman po tem članku. Rodil se je v Ribnici na Dolenjskem leta 1874, čas njegove smrti pa ni znan. Po šolanju v domovini se je v študijskem letu 1895/1899 vpisal na dunajsko uni-

verzo, kjer je tudi opravil disertacijo z naslovom »Einwirkung niederer Temperaturen auf Samen« (Delovanje nizkih temperatur na semena) pod Wiesnerjevim mentorstvom. O teh raziskavah je objavil tudi članek (1899), v katerem opisuje rezultate kalitvenih poskusov semen arktičnih rastlin pri različni svetlobi in temperaturi. A. Jenčič je objavil tudi raziskave peloda raznih križancev, pisal o razširjanju plodov in semen ter o vlaknih ličja pri volčinovkah. Raziskoval je tudi anatomijo devetnajstih hieratičnih lesenih napisnih tablic iz Egipta, narejenih iz libanonske cedre, in še nekaj drugih iz različnih vrst lesa. Nekaj časa je bil Jenčič asistent na Institutu za rastlinsko fiziologijo Univerze na Dunaju, o njegovem kasnejšem delovanju pa T. Wraber ni našel podatkov.

Drugi Slovenec, ki je študiral na dunajski univerzi, pa je bil Fran Jesenko, rojen v Škofji Loki leta 1875 in tudi on je doktoriral s temo iz fiziologije rastlin pod mentorstvom J. Wiesnerja z naslovom »Beziehungen zwischen der Lichtintensität und dem anatomischen Baue assimilierender Pflanzenorgane« (Odnosi med jakostjo svetlobe in anatomsko zgradbo asimilirajočih rastlinskih organov). Na njegovo znanstveno usmeritev ni vplival samo J. Wiesner, ampak kasneje tudi njegov naslednik Hans Molisch in genetik Erich v. Tschermak. Po končanem študiju je bil nekaj časa vzgojitelj v zavodu Theresianum na Dunaju in v Belohradu na Češkem. V tem času je veliko potoval po Evropi. Leta 1908 je dunajska Visoka šola za poljedelstvo imenovala Frana Jesenka za asistenta-demonstratorja in za upravnika rastlino-gojске postaje pri Katedri za žlahtnenje rastlin. Tu se je pričel poglobljati v fiziologijo, genetiko in žlahtnenje rastlin. S področja fiziologije je objavil več razprav, kot so:

- Poskusi trajanja turgescence v odrezanih rastlinskih poganjkih (1910).
- Nekateri novi načini skrajšanja dobe počitka pri lesnatih rastlinah (1911).
- Rast in razvoj poleti defoliiranih dreves in grmov (1912).
- Siljenje z injekcijami, vbodi in alkoholom (1913).
- Zelo odmevne pa so tudi njegove razprave s področja genetike in žlahtnenja rastlin, ki pa jih tu ne bom navajala.

Med prvo svetovno vojno je bil Fran Jesenko mobiliziran in poslan na rusko fronto, kjer je bil ranjen v glavo. Kot rusofil je bil zaprt in nato še ujet. Po vojni se ni več vrnil na Dunaj. Leta 1919 je bil izvoljen za docenta na Agronomski fakulteti v Zagrebu, kjer je nadaljeval že na Dunaju začeta predavanja iz genetike, žlahtnenja in vrtnarstva. Naslednje leto je bil izvoljen v naziv rednega profesorja in postal predstojnik Zavoda za rastlinogojstvo in botaniko. Ob ustanovitvi Univerze v Ljubljani je bil ustanovljen tudi Botanični inštitut in že leta 1920 je Fran Jesenko prihajal urejat Botanični inštitut in predavat anatomijo in fiziologijo rastlin. Leta 1921 pa je postal prvi profesor botanike, fiziologije in genetike na ljubljanski univerzi. Vodil je tudi Botanični vrt. Strokovno je nadaljeval s poskusi križanja žitnih vrst. Zaradi slabo opremljenega inštituta Jesenko ni imel možnosti raziskovati fiziologije rastlin tako kot na Dunaju, kljub temu je s svojimi slušatelji obdelal in izvednotil številne križance z anatomskega, fiziološkega in dednega vidika. V tem času je objavil razpravo »Prezgodnji razvoj poganjkov, ki bi se razvili šele prihodnje leto, v medsebojnem odnosu z osvetljevanjem brstov« (1929). Strokovne članke je objavljaval v časopisih Kmetovalec, Sadjar in vrtnar in Življenje in svet. Jesenko je zaslužen tudi za ustanovitev Triglavskega narodnega parka. S svojimi študenti, planinci in gozdarji je začrtal meje ožjega rezervata v Dolini Triglavskega jezera. Tja je vodil slušatelje botanike na ekskurzije in botanično prakso in tam se je tudi smrtno ponesrečil julija 1932 (ADAMIČ, 1979). Fiziološke raziskave so na Inštitutu za botaniko zamrle kar za nekaj let, predavanja iz fiziologije rastlin pa so bila vključena v predmet Splošna botanika.

V letu 1919, ko je bila ustanovljena univerza v Ljubljani, se je na biologijo vpisal Leon Detela, ki je takrat končal ljubljansko realko. Tri leta je študiral v Ljubljani, eno leto v Zagrebu, diplomiral pa je v Ljubljani. Od začetka je bil demonstrator na Botaničnem inštitutu v Ljubljani, pa tudi v Zagrebu. Na biologiji je postal kontraktualni (pogodbeni), nato pa pomožni asistent pri prof. dr. Franu Jesenku. Po opravljeni vojaški obveznosti na žalost ni mogel dobiti mesta na univerzi. Naslednja leta je poučeval na različnih gimnazijah po Sloveniji, s prekinitvijo med vojno, ko je bil odpeljan v taborišče Dachau. Leta 1949 je postal pro-

fesor botanike na Višji pedagoški šoli v Ljubljani, kjer je ostal do upokojitve leta 1965. Umrli je leta 1982, star skoraj 80 let. Kot demonstratorica na Botaničnem inštitutu sem pomagala Leonu Deteli pri vajah iz botanike in imela priložnost kramljati s profesorjem predvsem o rastlinski fiziologiji, ki ga je posebej zanimala. Na področju fotosinteze je spremljal nova spoznanja, ki so si v tem času sledila z veliko naglico zaradi uvajanja novih raziskovalnih metod. Leta 1960 je izšla njegova poljudnoznanstvena knjiga »Usvajanje neživega sveta«, ki je bila zelo dobrodošlo čtivo mladim naravoslovcem, željnim znanja s področja rastlinske fiziologije. Z istim namenom je prevedel knjigo F. W. Wenta »Rastline« (1970), iz katere smo črpali spoznanja o življenju rastlin. Prevedel je tudi Semenovke v knjigi H.C.D. de Wita Rastlinski svet II. Posebej je poznan po pisanju učbenikov za srednje šole. Prvi učbenik Botanika za višje razrede gimnazij je prof. Detela napisal skupaj s prof. dr. Tomažičem leta 1947. Botaniko za nižje razrede srednjih in njim sorodnih šol je napisal skupaj s prof. dr. Petkovškom leta 1948. Sam je napisal Botaniko za prvi letnik gimnazij leta 1964, s prof. dr. Polencem pa Biologijo za srednje šole leta 1954. Učbeniki so doživeli več ponatisov. Pomen prof. Leona Detele je utrditev slovenske botanične terminologije in uvajanje novih fizioloških terminov v slovenski strokovni jezik (glej GOGALA, 1983).

Leta 1960 je bila na Oddelku za biologijo ustanovljena Katedra za fito- in zoofiziologijo, ki se je kasneje ločila v dve samostojni katedri. Z odobritvijo skromnih materialnih sredstev v prvih letih so bili postavljeni temelji za eksperimentalno raziskovalno delo. Prvi predstojnik Katedre za fitofiziologijo, ki se je kasneje preimenovala v Katedro za fiziologijo rastlin, je postal dr. Miran Vardjan. Rodil se je leta 1919 v Ložu na Notranjskem. Po maturi ga je zatekla II. svetovna vojna, ki jo je nekaj časa preživel v italijanski internaciji. Po osvoboditvi je postal učitelj, vendar ga ta zaposlitev ni zadovoljevala. Zato je leta 1949 ob delu končal Višjo pedagoško šolo v Ljubljani, skupino biologija – kemija, nato pa še študij biologije na tedanji Prirodoslovno-matematični fakulteti. Po diplomu je postal asistent pri prof. dr. Ernestu Mayerju, ki je bil tudi mentor njegove doktorske disertacije z naslovom Brst kot regulator korenskega razvoja, ki jo je zagovarjal leta 1959.

Naslednje leto je postal docent za fiziologijo in ekologijo rastlin. Kasneje, ob imenovanju za izrednega in rednega profesorja, pa le za fiziologijo rastlin. Poleg fiziologije je kasneje predaval še predmet Rast in razvoj rastlin. Ker doma ni imel možnosti za izpopolnjevanje v fiziologiji rastlin, je odšel najprej v Tübingen k dr. Erwinu Jean Pierre Büningu, priznanemu raziskovalcu endogenih ritmov v povezavi z regulacijo cvetenja, nato pa še za eno leto v fitotron Gif pri Parizu k prof. Nitschu. Pri njemu se je usmeril v raziskave hormonalne kontrole rasti in razvoja rastlin. Te raziskave so bile takrat zelo aktualne, saj so bili nekateri hormoni odkriti šele nekaj let pred tem. Ob preselitvi biologije v novo stavbo na Aškerčevi 12 so bili ustvarjeni boljši delovni pogoji, ki so omogočili dr. Vardjanu uvedbo takrat modernih metod dela za raziskovanje rastlinskih hormonov. Ob pedagoškem in raziskovalnem delu je vzgajal študente dodiplomskega in podiplomskega študija biologije, pa tudi agronomije in gozdarstva.

Članek, objavljen skupaj z dr. J. P. Nitschem v Bull. Soc. Bot. France leta 1961, je bil rezultat dr. Vardjanovega izpopolnjevanja v Franciji. Obravnava vlogo avksinov in citokininov pri regeneraciji endivije (*Cichorium endivia*). Zanimiv je njegov prispevek o regulaciji zasuka plodov v obratno smer, kot jo imajo cvetovi zidnega poponca (*Linaria cymbalaria*), prav tako članek o giberelinih in citokininih v spomladanskem ksilemskem soku breze (*Betula pendula*), ali pa o regulaciji nastajanja epifilnih brstov pod vplivom kinetina pri rastlini *Bryophyllum daigremontianum*, ki jih je objavil skupaj s sodelavci. Poleg naštetih tem pa je bila za dr. Vardjana najzanimivejša regulacija dormantnosti in kalitve semen. Iz te tematike je skupaj s sodelavci objavil največ razparav in o njih poročal na mnogih znanstvenih in strokovnih srečanjih. Glavni rastlinski vrsti, ki ju je izbral za raziskave, sta bili rumeni svišč (*Gentiana lutea* subsp. *symphyandra*) in jelka (*Abies alba*). Prva vrsta ima zelo globoko dormantna semena, druga plitvo dormanco, odvisno od leta in od rastišča. Zato so te študije o vlogi rastnih regulatorjev in encimov, o vlogi smol v semenski lupini, skarifikaciji, da jih naštejemo le nekaj, pomembne za osvetlitev pomena in poteka dormance in kalitve semen. V sedemdesetih letih je dobil ameriško-jugoslovanski projekt o regulaciji kalitve, ki

je omogočil dodatno financiranje raziskovalne opreme. Sodelavci na projektu so bili dr. Nada Gogala, dr. Maja Kovač in mladi raziskovalci, ki so kasneje odšli drugam in niso več raziskovali fiziologije rastlin. Vse raziskovalno delo so nosilci projektov na Oddelku za biologijo vodili preko Inštituta za biologijo, ki so ga ustanovili zaradi združevanja bioloških raziskav v eni instituciji. Raziskovalci, ki so dobili mesta v okviru teh raziskav, pa so se leta 1976 na Inštitutu osamosvojili in s tem so vodilni raziskovalci iz Oddelka za biologijo izgubili kar precej raziskovalnih ur in sodelavcev. Dr. Maja Kovač od takrat dela kot raziskovalka na Inštitutu za biologijo, v Oddelku za biotehnologijo in sistemsko biologijo, in na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete predava Rastlinsko biokemijo.

Dr. Miran Vardjan je skrbel tudi za izobraževanje gimnazijcev, saj je napisal učbenike Življenjski procesi – asimilacija, disimilacija in Izvor življenja in razvoj življenjskih procesov. Njegovo ime najdemo tudi med pisci poljudno znanstvene revije Proteus. Serija člankov o kalitvi semen je bila dolgo primerno branje za mlade naravoslovce, ki jih zanima fiziologija rastlin. Prav tako je seznanjal z zanimivostmi iz življenja rastlin tudi poslušalce radia in gledalce televizije (GOGALA, 1989, 2005).

Leta 1973 so rastlinski fiziologi v Jugoslaviji ustanovili Društvo za rastlinsko fiziologijo, med ustanovitelji so bili poleg prof. M. Vardjana tudi prof. Z. Devidé iz Zagreba, prof. M. Sarič iz Novega Sada in prof. M. Nešković iz Beograda. Leta 1982 so se ustanovila republiška društva. Če se je v letu 1973 prvega jugoslovanskega simpozija udeležilo le sedem rastlinskih fiziologov iz Slovenije, šteje sedaj Društvo za rastlinsko fiziologijo Slovenije že 87 članov. Slovenski rastlinski fiziologi so še v okviru Jugoslavije trikrat organizirali simpozije, ki so potekali vsaka tri leta, vedno v drugi republiki. Pri prvem je bil predsednik dr. Vardjan, pri ostalih dveh pa dr. Nada Gogala. Po osamosvojitvi so simpoziji z mednarodno udeležbo organizirani v Sloveniji, prav tako vsaka tri leta.

Leta 1981 se je prof. dr. Miran Vardjan upokojil in predstojnica katedre je postala prof. dr. Nada Gogala, ki je sodelovala z njim od leta 1961, najprej kot asistentka, kasneje pa tudi kot samostojna univerzitetna učiteljica in raziskovalka.

Pred tem je bila še kot študentka dve leti tehnična sodelavka pri prof. dr. Ernestu Mayerju, predstojniku tedanjega Inštituta za botaniko. Z izbiro teme za doktorsko disertacijo o hormonalni regulaciji mikorize se je začrtala vsa njena nadaljnja raziskovalna dejavnost in s tem tudi dejavnost njenih kasnejših diplomantov, doktorantov in sodelavcev na Katedri za fiziologijo rastlin Oddelka za biologijo BF. Članki v domači in tuji literaturi, ki izhajajo iz rezultatov doktorske disertacije z naslovom Vloga rastnih substanc pri mikorizi med glivo *Boletus pinicola* Witt. in borom *Pinus sylvestris* L. so naleteli na velik odmev. Objavljeni so bili v času, ko se je še zelo malo vedelo o regulaciji razvoja mikorize in njenem pomenu za rast simbiotskih rastlin. Leta 1990 je v preglednem članku z naslovom Regulation of mycorrhizal infection by hormonal factors produced by hosts and fungi (GOGAL, 1990), objavila svoje poglede na obravnavano problematiko v luči izsledkov tudi ostalih raziskovalcev tega področja. Povezala je mineralno, karbohidratno in hormonalno hipotezo o regulaciji mikorize. Dvakrat zapored je dobila mednarodni slovensko-ameriški projekt, ki je omogočil boljše povezovanje njej in njenim sodelavcem z drugimi raziskovalci mikorize. Sodelovali so tudi v projektu COST z raziskavami arbuskularne mikorize. Nekaj njenih doktorantov, ki so raziskovali mikorizo, je danes uglednih univerzitetnih profesorjev: na Oddelku za lesarstvo prof. dr. Franc Pohleven, na Oddelku za biologijo prof. dr. Marjana Regvar, na Oddelku za agronomijo prof. dr. Dominik Vodnik. Dr. Franc Pohleven je doktoriral leta 1988 z disertacijo z naslovom Vloga citokininov pri transportu ionov v miceliju ektomikorizne glive *Suillus variegatus* (Sow. ex Fr.) O. Kuntze. Leta 1997 je doktorirala dr. Marjana Regvar s temo Vloga jasmonske kisline v mikorizi in patogenezi smreke, dr. Dominik Vodnik pa leta 1998 s temo Vloga mikorize pri fitotoksičnem vplivu svinca. Pod mentorstvom dr. Gogalove je magistrirala dr. Hojka Kraigher, ki je nato doktorirala pod mentorstvom dr. Maje Kovač. Danes je raziskovalka na Gozdarskem inštitutu Slovenije in nadaljuje z delom na mikorizi. Znanje o mikoriznih odnosih med glivami in rastlinami je dr. Gogalova s svojimi sodelavci usmerila tudi v razvoj biotehnoških postopkov za vzgojo mikoriznih rastlin, primernih za remediacijo ekološko obremenjenih tal.

Pri raziskavah mikorize je dr. Gogalova uporabljala tudi metode glivnih in rastlinskih tkivnih kultur, ki so ji omogočale opazovanje določenih rastnih pojavov v standardnih pogojih. Tako je že pred letom 1970 gojila koreninsko kulturo rdečega bora ter kulture mikoriznih gliv, kalusno kulturo stržena tobaka in soje pa so takrat uporabljali za biotestiranje citokininov. To znanje je izkoristila za vpeljavo rastlinske biotehnologije na Oddelku za biologijo. Njeni tedanji doktorantki dr. Maja Ravnikar in dr. Jana Žel sta danes vodilni raziskovalki na Inštitutu za biologijo v Ljubljani na Oddelku za biotehnologijo in sistemsko biologijo z infrastrukturnim centrom Planta. Dr. Jana Žel je leta 1990 doktorirala z disertacijo Vpliv aluminija na mikorizne glive, dr. Maja Ravnikar pa leta 1991 z naslovom Fiziološka in anatomsko-morfološka študija vpliva jasmanske kisline na rast in razvoj rastlin v tkivni kulturi.

Na pedagoškem področju je dr. Gogalova predavala poleg predmeta Fiziologija rastlin še predmeta Rast in razvoj rastlin in Simbioze in parazitizem. Sodelovala je pri podiplomski šoli Oddelka za biologijo in pri Biotehnologiji Biotehniške fakultete. Zadnja leta pred upokojitvijo je predavala Fitofiziologijo tudi na Oddelku za agronomijo, po upokojitvi leta 1997 pa še šest let na Pedagoški fakulteti v Mariboru. Od leta 1998 je zaslužna profesorica Univerze v Ljubljani. Za srednješolske in osnovnošolske učbenike je pisala poglavja o fiziologiji rastlin. Njeno poljudnoznanstveno delo se je odražalo tudi v prispevkih v revijah Pionir in Proteus. Vodstvo Katedre za fiziologijo rastlin je po njeni upokojitvi prevzela dr. Marjana Regvar.

Na Agronomskem oddelku Biotehniške fakultete je pričel z raziskovalnim in pedagoškim delom dr. Janez Furlan. Leta 1955 je postal asistent na tedanji Fakulteti za agronomijo in gozdarstvo, leta 1957 je končal šolo za uporabo izotopov pri prof. dr. Antonu Peterlinu na Inštitutu Jožef Stefan v Ljubljani in prevzel vodstvo »Jugoslovenskega centra za primenu nuklearne energije u fiziologiji biljaka«, ki je deloval pri fakulteti do leta 1961. To leto je doktoriral s področja uporabe izotopov v fiziologiji rastlin z naslovom Sorpcija radioaktivnega stroncija v nekaterih tleh v Sloveniji in njegova akumulacija v rastlinah. Pridobljeno znanje tudi z izpopolnjevanjem v Nemčiji je usmeril v raziskave fiziologije in bio-

kemije mineralne prehrane rastlin. Leta 1964 je bil izvoljen za docenta za predmet Fiziologija prehrane in presnova rastlin. Kasneje je kot profesor predaval Ekofiziologijo rastlin in Fiziologijo prehrane in presnove rastlin. Rezultate svojih raziskav je objavljaval predvsem v domači znanstveni in strokovni literaturi. V Jugoslovansko društvo za rastlinsko fiziologijo pa se ni vključil in ni sodeloval na njegovih simpozijih. Upokojil se je leta 1990. Sedaj predava Fiziologijo rastlin na Katedri za Botaniko in fiziologijo rastlin prof. dr. Dominik Vodnik, ki tudi raziskovalno dela na tem področju.

V Mariboru se je razvijala fiziologija rastlin po zaslugi prof. dr. Božidarja Krajnčiča. Diplomiral je v Ljubljani na Oddelku za biologijo leta 1960 in nato 17 let poučeval na I. gimnaziji v Mariboru. V želji, da bi dijakom nudil čim več znanja, je leta 1972 končal magistrski študij morfološko-fiziološke smeri botanike na Prirodoslovno matematični fakulteti v Zagrebu. Na isti fakulteti je tudi doktoriral pod mentorstvom prof. dr. Zvonimirja Devidēja z naslovom disertacije Mehanizmi indukcije cvetenja lemnacej Slovenije. Od leta 1970 do leta 1998 je honorarno predaval biologijo – botanični del in rastlinsko fiziologijo na takratni Pedagoški akademiji, ki je kasneje postala Pedagoška fakulteta. Leta 1978 je postal profesor biologije in rastlinske fiziologije na takratni Višji agronomski šoli v Mariboru. Leta 1995 je bila promovirana v Fakulteto za kmetijstvo, v letošnjem letu pa v Fakulteto za kmetijstvo in sistemske vede, kjer je aktiven še sedaj.

Pretežen del raziskovalnega dela prof. dr. Božidarja Krajnčiča obsega raziskave regulacije cvetenja vodnih leč (*Lemnaceae*), hormonalno regulacijo cvetenja ter fotoperiodizem. Razvil je metodo gojenja vodnih leč v kontroliranih pogojih, ki so tako postale odlični testni organizmi za študijo regulacije cvetenja. S tega področja je objavil članke sam ali s sodelavci v tuji in domači literaturi, ki so doživeli velik odmev, kar se odraža v citiranosti njegovih rezultatov. Raziskoval je vpliv kinetina, citokininov, efekt abscizinske kisline in EDDHA na določene vrste vodnih leč, stimulativen efekt jasmanske kisline, giberelinske kisline (GA_3) in EDDHA na regulacijo cvetenja. Poleg raziskovalnega dela je pisal tudi visokošolske učbenike, kot sta Botanika: razvojna in funkcionalna morfolologija z

anatomijo in Fiziologija rastlin. Njegove zasluge so tudi pri izgradnji Botaničnega vrta v Mariboru, vinogradniško vinarskega centra na Meranovem in opremljenosti laboratorijev za raziskovalno delo na Kmetijski fakulteti. V letih 2006 in 2007 je izdal monografijo Rastline Botaničnega vrta Univerze v Mariboru. Za svoje organizacijsko, pedagoško in raziskovalno delo je prejel številna strokovna in državna priznanja.

Na Pedagoški fakulteti je fiziologijo rastlin po letu 1997, ko je prenehal pri njih predavati prof. dr. B. Krajnčič, honorarno do leta 2004 prevzela prof. dr. N. Gogala. Od takrat predava fiziologijo rastlin dr. Jana Ambrožič Dolinšek. Lansko leto se je Pedagoška fakulteta preoblikovala v tri fakultete. Oddelek za biologijo je sedaj del Fakultete za naravoslovje in matematiko. Dr. Jana Ambrožič Dolinšek se raziskovalno povezuje z Nacionalnim inštitutom za biologijo na področju raziskav tkivnih kultur.

Na koncu bi rada poudarila, da je področje fiziologije rastlin od skromnih začetkov v prejšnjem stoletju preraslo v pomembno pedagoško in raziskovalno vedo v Sloveniji. Zaradi razvoja molekularne biologije se še bolj intenzivno povezuje z mnogimi drugimi vedami, kot so biokemija, biofizika, mikrobiologija, patofiziologija, virologija, genetika, ekologija, ter še mnoge druge. Če se je udeležilo 1. simpozija Jugoslovanskega društva za rastlinsko fiziologijo leta 1972 le 7 raziskovalcev iz Slovenije, šteje sedaj Slovensko društvo za fiziologijo rastlin 87 članov.

Zahvala

Zahvaljujem se prof. dr. Božidarju Krajnčiču za posredovano biografijo in bibliografijo in Kandrovske službi BF za vpogled v personalno mapo prof. dr. Janeza Furlana.

Viri:

- ADAMIČ F. 1979: Stoletnica rojstva profesorja dr. Frana Jesenka. Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike, Slovenska matica, Ljubljana, **4**: 245–250.
- GOGALA N. 1983: Profesorju Leonu Deteli v slovo. *Proteus*, **45** (5): 169.
- GOGALA N. 1989: Prof. dr. Miran Vardjan – sedemdesetletnik. *Biol. Vestn.* **37** (3): 1–2.
- GOGALA N. 2005: Prof. dr. Miran Vardjan, 1919–2005. Delo, 24. november: 19.
- KOVAČ M. 1997: Šestdesetletnica prof. dr. Nade Gogala. *Acta biol. slov.*, **41** (4): 69–74.
- REGVAR M. 2007: Rastlinska fiziologinja in zaslužna profesorica dr. Nada Gogala. *Acta biol. slov.*, **50** (1): 65–67.
- I. simpozijum Jugoslovenskog društva za biljno fiziologiju. 1972, Jugoslovensko društvo za biljno fiziologiju, Novi Sad: 1–37.
- WRABER T. 2007: Alojzij Jenčič (1874–?), rastlinski fiziolog iz Ribnice na Dolenjskem. *Acta biol. slov.*, **50** (1): 59–63.

Razvoj rastlinske ekologije v Sloveniji: Rastline skrajnih rastišč

The development of plant ecology in Slovenia: Plants of extreme habitats

Alenka GABERŠČIK, Andrej MARTINČIČ

Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenija
Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenia; E-mail address: alenka.gaberscik@bf.uni-lj.si

Ključne besede: rastlinska ekologija, skrajna rastišča, Slovenija, raziskave, izobraževanje
Keywords: plant ecology, extreme habitats, Slovenia, research, education

Uvod

Rastline naseljujejo različne habitate, od rastišč, kjer so razmere za življenje optimalne, pa do takšnih, kjer na njih delujejo različni stresi in motnje. Območje Slovenije je zelo raznoliko, kar je posledica raznolike geomorfologije (apnenec pokriva več kot 40 % celotne površine), razgibane topografije in klime, od submediteranske, alpske do zmerne celinske, kar se odraža v gradientu padavin. Na območju Slovenije pa se srečujejo tudi štiri biogeografske regije: mediteranska alpska, panonska in dinarska. Posledica raznolikosti slovenske krajine je velika raznolikost habitatov, med katerimi so tudi območja s posebnimi razmerami za rastline. Posebne razmere lahko ustvarjajo skrajni okoljski dejavniki, kot so pomanjkanje ali prekomerna svetloba, visoke ali nizke temperature, poseben vodni režim, tepanje ter obremenjenost območja z določenimi snovmi. Takšni habitati so različna mokrišča, na primer visoka in nizka barja, presihajoči sistemi, prodišča, mrazišča, slane površine, s težkimi kovinami obremenjena območja ter skrajno senčna rastišča, kot so vhodi v jame. Rastline se na skrajne razmere prilagajajo na vseh nivojih, morfološko-anatomske, biokemijske in fiziološke, in prav pomen rastlin in njihove prilagoditve so glavni predmet raziskav rastlinskih

Introduction

Plants thrive in variety of habitats, from that with optimal life conditions to those with extreme conditions and disturbances. Slovenia is characterised by heterogeneous geomorphology with carbonate rocks presenting over 40% of its surface. The same holds true for climate ranging from submediterranean, alpine and temperate continental, resulting in a gradient of precipitation rate. The territory of Slovenia is divided into four biogeographic regions: mediterranean, alpine, panonic and dinaric. A consequence of that diversity is a number of different habitats including extreme environments for plants. Extreme environments might occur due to extreme environmental conditions such as lack or insufficient radiation, low or high temperatures, floods, low nutrient availability, high content of heavy metals as well as due to different disturbances like trampling, grassing and wind. Such habitats are different wetlands like peat bogs, intermittent aquatic systems, saline areas, soils loaded with heavy metals, riparian zones and extremely shaded habitats as cave entrances. Plants of extreme environments evolved numerous adaptations and mechanisms that enable their survival in these habitats. Due to their special character they became a frequent object of interest for research-

ekologov po svetu, pa tudi v Sloveniji. Raziskave rastlin skrajnih rastišč pa niso pomembne samo z vidika razvoja znanosti, ampak so ključnega pomena tudi z vidika vedno večjih in hitrejših sprememb v okolju zaradi globalnega ogrevanja in vpliva človeka. Ker so te rastline razvile vrsto mehanizmov in prilagoditev, ki jim omogočajo preživetje v skrajnih razmerah, so pomembne za naseljevanje izpraznjenih, kontaminiranih, zaslanjenih in motenih rastišč. Članek podaja razvoj rastlinske ekologije v Sloveniji s poudarkom na skrajnih rastiščih.

Razvoj rastlinske ekologije

Rastlinska ekologija združuje različna področja z različno tradicijo in razvojem. Korenine segajo v prazgodovino, ko je bilo človekovo preživetje neposredno odvisno od poznavanja rastlin in njihovega okolja. Kasneje se zametki ekologije rastlin pojavljajo v delih Aristotela in Teofrasta. V 18. stoletju najdemo opise rastlin in njihovega okolja v delih Buffona in Humbolta, v 19. pa Darwina, Cowlesa in Heckla, ki je prvi uporabil in opredelil besedo ekologija (GUREVITCH & al. 2002). Heckel je vključil v ekološko znanost različna področja poznavanja organizmov kot so fiziologija, morfologija in horologija, ki so nujno potrebna za razumevanje okoljskih razmer in prilagajanja (SCHULZE & al. 2002). To so tudi izhodišča za glavne smeri, ki so Zaradi skromne tehnologije, ki je bila na razpolago za raziskave, je bilo sprva težišče raziskovalnega dela na proučevanju okoljskih dejavnikov rastišča in njihovega vpliva na rastlinstvo. Nastali sta prvi dve panogi rastlinske ekologije: autekologija, ki je proučevala vpliv okolja na posamezne rastline/vrste, in sinekologija, ki se je usmerila v proučevanje rastlinskih združb. Ker pa problematika rastlinskih združb ni samo ekološka, se je v tridesetih letih 20. stoletja sinekologija preimenovala v fitosociologijo in kasneje v fitocenologijo. Autekologija se kasneje razvila v ekofiziologijo, katere razvoj je omogočil hiter razvoj merilnih tehnik, s katerimi lahko spremljamo odvijanje življenjskih procesov pri rastlinah v naravnem okolju. Ekofiziologija predstavlja pomembno vejo rastlinske ekologije, saj združuje raziskave okoljskih dejavnikov na rastišču rastline in

ers in Slovenia and worldwide. Studies of plants in extreme environments are essential from the point of view of global changes as these plants are potential candidates for revegetation of polluted, salt affected and disturbed areas.

This contribution presents an overview of plant ecology in Slovenia stressing the ecology of plants in extreme habitats.

Development of plant ecology

Plant ecology comprises different subdisciplines with different traditions and developments. It was of practical interest very early in human history, because the knowledge of environment was essential for survival of primitive society. The ecological science developed gradually throughout the history. The works of Aristotle and Teofrast in ancient Greece already contained some important ecological principles. In 18th century different aspects of plant ecology can be found in writings of Buffon and Humbolt, and in 19th century works of Darwin, Cowles and Heckel. The latter first proposed and defined the word ecology (GUREVITCH & al. 2002). Heckel included in the science of ecology the areas physiology, morphology in chorology to understand environmental conditions for existence and adaptations of organisms (SCHULZE & al. 2002). Those areas were the basis for further development of ecology. Early studies of plant ecology were limited by modest technology. The majority of researches concentrated on the effects of environmental factors on plants. Two subdisciplines developed: autecology which was directed to the single species and their response to environmental factors and synecology comprising the studies of plant communities. The study of plant communities is not only an ecological issue that is why the term phytosociology appeared in the 30-ies of the 20th century, which latter on became phytosociology. Autecological research was upgraded by ecophysiological studies, which were enabled by quick development of measuring techniques. Ecophysiology presents an important subdiscipline of plant ecology, comprising the measurement of environmental parameters and their effect on life processes and structure i.e. studying plant adaptations at functional, anatomical, morphological and biochemical levels. Plant

njihov vpliv na zgradbo in funkcijo oz. proučuje funkcionalne prilagoditve rastlin na okolje na morfološko-anatomske, biokemijske in fiziološke (ekofiziološke) nivoje. Rastlinska ekologija pa ima pomembno vlogo tudi v agromiji, gozdarstvu ter na področju varstva okolja in ohranjanja narave.

Pouk rastlinske ekologije na Univerzi v Ljubljani

Pouk rastlinske ekologije na Univerzi v Ljubljani se je pričel dokaj pozno. V študijskem letu 1965/66 je bil za 2. letnik študija Biologija uveden eno-semesterški predmet Ekologija rastlin, ki ga je predaval prof. Miran Vardjan. V polnem obsegu pa se je organizirano pedagoško delo – predavanja, vaje, terenske vaje – pričelo šele v študijskem letu 1968/69, ko je nastopil docent Andrej Martinčič. Rastlinska ekologija je bila sprva vključena v predmet Geobotanika, skupaj s Fitogeografijo in Fitocenologijo. Kasneje je bil predmet Geobotanika razdeljen na predmeta Ekologija rastlin ter Fitogeografija in fitocenologija. Tako je postala rastlinska ekologija eden izmed osnovnih predmetov v študiju biologije. Področje ekologije rastlin je postajalo v raziskovalnem pogledu vse bolj obsežno in kompleksno, kar se je odrazilo tudi na pedagoškem področju. Uvedeni so bili še nekateri novi predmeti, npr. Primarna produkcija, z določenim deležem pa je bila problematika ekologije rastlin vključena tudi v predmete Ekosistemi ter Onesnaževanje in varstvo okolja. Dolga leta se je izvajal študij rastlinske ekologije samo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Šele v devetdesetih se je začel izvajati tudi na nekaterih drugih oddelkih Biotehniške fakultete ter na Univerzi v Mariboru.

Razvoj raziskav v Sloveniji

V slovenskem prostoru so se s tovrstnimi raziskavami ukvarjali številni avtorji. Najprej, še pred uvedbo rastlinske ekologije v študijski proces na Oddelku za biologijo, so se tovrstne raziskave in ugotovitve pojavljale deloma v florističnih, nekoliko bolj pa v fitocenoloških raziskavah. Obsegale

ekologija ima tudi pomembno vlogo v agronomiji, gozdarstvu ter na področju varstva okolja in ohranjanja narave.

The study of plant ecology at University of Ljubljana

The study of plant ecology at University of Ljubljana started rather late. In the school year 1965/66 one semester Plant ecology course was organised in the 2nd year of the study of Biology. The lectures were given by profesor Miran Vardjan. Plant ecology gained more importance during the school year 1968/69, when assistant professor Andrej Marinčič started his work. At the beginning plant ecology was a part of the course of Geobotany together with phytogeography and phytocenology. Some years later two separate courses were organised; namely Plant ecology and Phytogeography and phytocenology. Plant ecology became one of the basic courses in biology study.

The plant ecological research became more and more complex what had reflected also on courses. New course Primary production was introduced at the Department of Biology, and some aspects of plant ecology became a part of the courses Ecosystems and Environment pollution and protection. For a long time the study of plant ecology in Slovenia took place at the Dept. of Biology, only. In nineties the courses of Plant ecology started also at the Department of Agronomy (Biotechnical Faculty) and at the University of Maribor.

The development of research in Slovenia

In Slovenia plant ecology became a subject of research for many scientists. Before the introduction of plant ecology in the pedagogical process, plant ecological research was part of floristic and phytocenologic research. They comprised the analyses of environmental parameters of habitats of some species and communities. Even though the analyses were mainly descriptive, they presented the basis for development of plant ecology studying environmental conditions and morphological, anatomical, biochemical and functional

so analizo nekaterih okoljskih dejavnikov na rastišču določenih vrst ali združb. Analize so bile sicer zgolj deskriptivne, vendar jih lahko štejeemo za predhodnico kasnejših raziskav na področju rastlinske ekologije, kjer je izhodišče merjenje okoljskih dejavnikov in morfološko-anatomske, biokemijske in funkcionalne prilagoditve rastlin. Prav tako kot pri izobraževanju je tudi pri raziskavah dal slovenski rastlinski ekologiji pomemben pečat A. Martinčič. Ukvarjal se je s florističnimi in ekološkimi raziskavami skrajnih rastišč: mrazišč, vhodov v jame in jam z umetno osvetlitvijo, visokih in nizkih barij ter presihajočega Cerkniškega jezera. Svoje delo je predstavil v prispevkih o ekologiji mrazišč (MARTINČIČ 1977), flori jam z umetno osvetlitvijo (MARTINČIČ & al. 1981) in o morfološko-anatomskih prilagoditvah rastlin v njih (MARTINČIČ & BATIČ 1979), skupaj z M. Piskernikom je napisal monografijo o visokih barjih v Sloveniji (MARTINČIČ & PISKERNIK 1985) in v Monografiji o Cerkniškem jezeru objavil dva ekološko obarvana prispevka o flori in vegetaciji tega posebnega ekosistema (MARTINČIČ & LESKOVAR 2002, MARTINČIČ 2002). Z razvojem rastlinske ekologije v svetu so se začele razvijati tudi tehnike in pripomočki, ki so omogočali meritve delovanja rastlin v naravnem okolju. Rastlinska ekologija je bila bogatejša za novo smer, ekofiziologijo. A. Martinčič je že v osemdesetih letih začel proučevati funkcionalne (fotosintezo, transpiracijo, učinkovitost izrabe sevanja) in morfološke prilagoditve rastlin različnih skrajnih rastišč. S tega področja je nastalo precej člankov, ki povzemajo ekofiziološke raziskave šotnih mahov (GABERŠČIK & MARTINČIČ 1987) in rastlin v presihajočih razmerah (GABERŠČIK & MARTINČIČ 1992). Ekofiziološka problematika je zastopana tudi v več diplomskih nalogah V raziskovalni skupini A. Martinčiča so se kalili in zaključili svoja učna leta številni rastlinski ekologi, ki so kasneje razvijali nove smeri. Franc Batič se je posvetil bioindikaciji s pomočjo lišajev in proučevanju učinkov onesnaženega zraka na rastline (npr.: JERAN & al. 1995, BATIČ & al. 1999, AL SAYEGH-PETKOVŠEK & al. 2008, POLIČNIK & al. 2008). Danijel Vrhovšek se ukvarja z algami in remediacijo okolja (npr.: MULEC & al. 2007, VOVK-KORŽE & VRHOVŠEK 2007). Alenka Gaberščik se je posvetila ekofiziološkim raziskavam rastlin skrajnih rastišč in rastlin, rastočih v razmerah

adaptations of plants. Like in the educational process, A. Martinčič had the most important role in plant ecology research development. He dealt with floristic and ecological research of extreme habitats: habitats subjected to low temperatures, cave entrances, caves with artificial light, raised bogs and fens as well as intermittent Lake Cerknica and on adaptations of plants growing there. His researches were published in scientific articles and monographs i.e. ecology of habitats subjected to low temperatures (MARTINČIČ 1977), contributions of flora in caves with artificial light (MARTINČIČ & al. 1981) and morphological and anatomical adaptations of plants in the entrances of caves (MARTINČIČ & BATIČ 1979), together with Milan Piskernik he wrote a monograph on raised bogs in Slovenia (MARTINČIČ & PISKERNIK 1985) in the Monograph on Lake Cerknica, he published articles on flora and vegetation stressing the ecological aspects of specific habitats (MARTINČIČ & LESKOVAR 2002, MARTINČIČ 2002). The development of plant ecology science resulted in different techniques and tools that enabled the measurements of plant activity in nature and the development of ecophysiology. In early eighties A. Martinčič started the researches of functional (photosynthesis, transpiration rate, light use efficiency,...) and structural adaptations of the plants of extreme habitats. These researches resulted in many articles summarizing the ecophysiological studies of peat mosses (GABERŠČIK & MARTINČIČ 1987) and plants in intermittent habitats (GABERŠČIK & MARTINČIČ 1992).

Numerous plant ecologists started their work in the research group of professor Martinčič, who completed their PhDs within the group and later on specialised for different applied and scientific directions of plant ecology. Franc Batič, dedicated his research work mainly to bioindication with lichens and effects of air pollution on plants (JERAN & al., 1995, BATIČ & al., 1999, AL SAYEGH-PETKOVŠEK & al., 2008, POLIČNIK & al., 2008). Danijel Vrhovšek deals with algae and ecoremediation (MULEC & al., 2007, VOVK-KORŽE & VRHOVŠEK, 2007). Alenka Gaberščik specialized for ecology of aquatic plants (GERM & al. 2000, KUHAJ & al. 2007, KRŽIČ & al. 2007, GERM & al. 2008), ecophysiological research of plants and plants exposed to different stresses (UV-B radiation and drought) (GERM & al. 2006; GERM

različnih stresov (UV-B sevanje in suša) (GERM & al. 2007, TROŠT SEDEJ & GABERŠČIK 2008) ter ekologiji vodnih rastlin (GERM & al. 2000, KUHAJ & al. 2007, KRŽIČ & al. 2007, GERM & al. 2008), nadaljevala pa je tudi Marinčičeve raziskave na presihajočem Cerkniškem jezeru (GABERŠČIK 1989, GABERŠČIK & URBANC-BERČIČ, 2002A; GABERŠČIK & URBANC-BERČIČ, 2002B). V okviru skupine pa so svoje doktorsko delo zaključili še Aleksander Vukovič, ki se je ukvarjal z ekologijo bentosa, Nada Praprotnik, ki je postala kustodinja v Prirodoslovnem muzeju Slovenije, in Andraž Čarni, ki se ukvarja tako s fitocenološkimi, kot tudi z ekološkimi raziskavami.

Raziskave danes

Danes postajajo meritve v naravi oziroma raziskave rastlin iz naravnega okolja vse bolj pogoste, za razumevanje procesov in sprememb v naravi pa tudi nujno potrebne. Na takšen način danes raziskujejo tudi številni rastlinski fiziologi, katerih težišče raziskav je bilo do nedavna vezano na laboratorije in rastne komore. Z meritvami okoljskih parametrov pa podpirajo svoje raziskave tudi fitocenologi. Zaradi človekovega delovanja in globalnih sprememb mnoge površine niso več optimalne za razvoj obstoječe rastlinske združbe. Spremembe vodijo v propad vegetacije in dezertifikacijo, obremenjenost tal s težkimi kovinami, zasljevanje, nepredvidljivost vodnega režima in presihanje. Zato postajajo študije rastlin, ki so sposobne uspevanja na takšnih območjih, vse bolj pomembne.

Slovenski raziskovalci so v presihajočih vodnih telesih ugotovili prevlado tako imenovanih amfibijskih rastlin (KRŽIČ & al. 2007), ki imajo številne prilagoditve, ki jim omogočajo preživetje v spreminjajočih se razmerah. Rastline na kopnem proizvedejo več snovi, ki absorbirajo UV-B sevanje, medtem ko se v vodi pred škodljivimi učinki sevanja zaščitijo s povečano količino karotenoidov in antocianov. Raziskave koreninskega sistema so pokazale razvitost aerenhima in prisotnost arbuskularne mikorize, ki ima pomembno vlogo pri privzemu hranil in vode iz mineralno revnih in občasno izsušenih tal. Pri nekaterih amfibijskih vrstah so prvič ugotovili kolonizacijo z mikoriznimi glivami. Tako kopne

& al. 2007, TROŠT SEDEJ & GABERŠČIK, 2008) and she continued the Martinčič's research of intermittent habitats (GABERŠČIK, 1989, GABERŠČIK & URBANC-BERČIČ, 2002A; GABERŠČIK & URBANC-BERČIČ, 2002a). Within the research group also completed their PhDs Aleksander Vukovič, who dealt with the ecology of bentos, Nada Praprotnik, who became a curator in Natural History Museum of Slovenia and Andraž Čarni, who deals with phytocenological and ecological research.

Research of extreme habitats today

Nowadays plant research and measurements in natural habitats are becoming frequent, because they are of primary importance for understanding the processes and changes in environment. Such an approach is also used by many plant physiologists who used to work in laboratories and growth chambers. Ecophysiological approach is also important aspect of some phytocenological studies.

Due to antropogenic impacts and global changes many habitats usually do not offer optimal conditions for plant development. Changes lead to decline of plant communities and desertification, soil pollution with heavy metals, salinisation, unpredictability of water regime and intermittence. Therefore the outcomes of the studies of plants in extreme habitats are becoming of vital importance.

The studies of intermittent habitats revealed the dominance of amphibious plant species, possessing numerous adaptations, which enable plants to cope with changeable environment (KRŽIČ & al., 2007). Terrestrial specimens produced more UV-B absorbing substances, while aquatic specimens cope with high light intensity by production of increased concentrations of anthocyanins and carotenoids. The research of root system gave an insight into aerenchyma development and mycorrhiza development, playing important role in nutrient and water uptake from mineral poor and occasionally dry soil. In some amphibious species the colonisation with mycorrhizal fungi was determined for the first time. The appearance of heterophylly and different growth forms enable the activity in water and on dry land (GERM, 2002, GERM & GABERŠČIK, 2003, KRŽIČ & al. 2005, KRŽIČ & al. 2007).

kot vodne oblike rastlin učinkovito izrabljajo svetlobo. Pojav heterofilnosti in različnih rastnih oblik omogoča nemoteno aktivnost v vodi in na kopnem (GERM 2002, GERM & GABERŠČIK 2003, KRŽIČ & al. 2005, KRŽIČ & al. 2007).

Halofilno vegetacijo slovenske obale raziskujeta KALIGARIČ in ŠKORNIKOVA (2006). Raziskave rastlin solin so prinesle novosti s področja kolonizacije korenin z mikoriznimi glivami (SONJAK & al. 2007). Stopnja mikorizacije rastlin in revegetacija pa so bili glavni predmet raziskav s težkimi kovinami obremenjenih območij (REGVAR & al. 2006).

Z vidika današnjih sprememb koncentracij CO₂ v ozračju so pomembne tudi raziskave rastlin v okolici vrelcev CO₂. S tovrstnimi raziskavami se ukvarjata raziskovalni skupini F. Batič in M. Kaligarič. Povečane koncentracije CO₂ so izzvale različne fiziološke in morfološke učinke pri travniških vrstah (MARCHI & al. 2004, KALIGARIČ & al. 2008). Raziskave pa so obsegale tudi fotosintezne odzive in meritve potencialne respiracije korenin pri različnih vrstah (VODNIK & al. 2002, MAČEK & al. 2005). Učinki na anatomijo vrste *Juncus effusus* so predstavljeni v članku TURKA in sodelavcev (2002).

Posebne razmere pa lahko nastanejo tudi na nekaterih drugih rastiščih. To so gozdni robovi, katerih zgradba, ekologija in vrstna sestava je bila predmet raziskav ČARNIJA in sodelavcev (2005). Posebne razmere za Slovenijo so tudi v vodnih habitatih s povišano temperaturo v rokavu reke Save, kjer se je množično pojavila tropska vrsta *Pistia stratiotes*. Razmere za njeno preživetje in razširjanje je raziskovala ŠAJNA s sodelavci (2007). Zaostrene razmere s pogostimi motnjami so teptana rastišča, ki jih je proučeval ČARNI (2005).

Halophile vegetation of the Slovenian sea-coast are researching KALIGARIČ and ŠKORNIK (2006). The researches on halophytes contributed new knowledge on mycorrhizal colonisation of roots (SONJAK & al. 2007). The level of mycorrhizal colonisation and efficiency of revegetation were the main topics of the researches of the habitats loaded with heavy metals (REGVAR & al. 2006).

From the aspect of greenhouse effect we should stress the importance of the researches of plants growing in the vicinity of CO₂ springs. Two research groups in Slovenia are involved in CO₂ research: the research group of F. Batič and M. Kaligarič. Increased concentrations of CO₂ exerted different effects at functional and structural level of meadow plants (MARCHI & al., 2004, KALIGARIČ & al., 2008). The study comprised the measurements of photosynthesis and potential respiration of plants in different species (VODNIK & al., 2002, MAČEK & al., 2005). The effects on the species *Juncus effusus* anatomy are presented in the article of TURK and co-workers (2002).

Outstanding conditions occur also in some other habitats. Among them we should mention forest edges. Their floristic structure and ecology is the interest of ČARNI and co-workers (2005). In Slovenia we found extreme habitats also in the oxbow of the river Sava, with enhanced temperature, which became the habitat of the tropic species *Pistia stratiotes*. The conditions for their survival and potential of spreading were examined by ŠAJNA and co-workers (2007). Extreme conditions with frequent disturbances occur also in trampled habitats, which were studied by ČARNI (2005).

Viri / References

- AL SAYEGH-PETKOVŠEK S., F. BATIČ & C. RIBARIČ-LASNIK 2008: Norway spruce needles as bioindicator of air pollution in the area of influence of the Šoštanj Thermal Power Plant, Slovenia. *Environ. pollut.* **151**: 287–291.
- BATIČ F., P. KALAN, H. KRAIGHER, H. ŠIRCELJ, P. SIMONČIČ, N. VIDERGAR-GORJUP & B. TURK 1999: Bioindication of different stresses in forest decline studies in Slovenia. *Water air soil pollut.* **116**: 377–382.
- ČARNI A. 2005: Vegetation of trampled habitats in the Prekmurje region (NE Slovenia). *Hacquetia* **2**: 151–159.

- ČARNI A., J. FRANJIČ, U. ŠILC & Ž. ŠKVRČ 2005: Floristical, ecological and structural diversity of vegetation of forest fringes of the Northern Croatia along a climatic gradient. *Phyton (Horn)* **45**: 287–303.
- GABERŠČIK A. & A. MARTINČIČ 1987: Seasonal dynamics of net photosynthesis and productivity of *Spagnum papillosum*. *Lindbergia (Cph.)* **13**: 105–110.
- GABERŠČIK A. 1989: Measurements of apparent CO₂ flux in amphibious plant *Polygonum amphibium* L. growing over environmental gradient. *Photosynthetica* **3**: 473–476.
- GABERŠČIK A. & A. MARTINČIČ 1992: Spreminjanje lastnosti listov vodne dresni (*Polygonum amphibium* L.) v gradientu kopno/voda. *Biol. vestn.* **40** (1): 1–11.
- GERM M., A. GABERŠČIK, O. URBANC-BERČIČ 2000: The wider environmental assessment of river ecosystems = Širša okoljska ocena rečnega ekosistema. *Acta biol. slov.* **43**, (4): 13–19.
- GABERŠČIK A. & O. URBANC-BERČIČ 2002a: Kakovost vode v jezeru in njegovih pritokih = Water quality in the lake and its tributaries. V: GABERŠČIK A. (ur.). *Jezero, ki izginja : monografija o Cerkniškem jezeru*. Ljubljana: Društvo ekologov Slovenije, str. 45–49.
- GABERŠČIK A. & O. URBANC-BERČIČ 2002b: Ekosistem, ki ga ustvarja igra vode = Water level fluctuations – driving force and limiting factor. V: GABERŠČIK A. (ur.). *Jezero, ki izginja : monografija o Cerkniškem jezeru*. Ljubljana: Društvo ekologov Slovenije, str. 51–57.
- GERM M., Z. MAZEJ, A. GABERŠČIK & T. TROŠT-SEDEJ 2006: The response of *Ceratophyllum demersum* L. and *Myriophyllum spicatum* L. to reduced, ambient, and enhanced ultraviolet-B radiation. *Hydrobiologia (Den Haag)* **570**: 47–51.
- GERM M. & A. GABERŠČIK 2003: Comparison of aerial and submerged leaves in two amphibious species, *Myosotis scorpioides* and *Ranunculus trichophyllus*. *Photosynthetica* **41** (1): 91–96.
- GERM M., O. URBANC-BERČIČ, G.A. JANAUER, P. FILZMOSE, N. EXLER & A. GABERŠČIK 2008: Macrophyte distribution pattern in the Krka River – the role of habitat quality. *Arch. Hydrobiol., Suppl. bd. Large rivers* **18** (1–2): 145–155.
- GUREVITCH J., S.M. SCHEINER & G.FOX 2002: *The Ecology of Plants*. 523 pages, Sinauer Associates.
- JERAN Z., A. R. BYRNE, & F. BATIČ 1995: Transplanted epiphytic lichens as biomonitors of air-contamination by natural radionuclides around the Žirovski vrh uranium mine, Slovenia. *Lichenologist (Lond.)* **27**: 375–385.
- KALIGARIČ, M. & S. ŠKORNIK 2006: Halophile vegetation of the Slovenian seacoast : Thero-Salicornietea and Spartinetia maritima. *Hacquetia* **5** (1): 25–36.
- KALIGARIČ M., R. TOGNETTI, F. JANŽEKOVIC & A. RASCHI 2008: Leaf fluctuating asymmetry of *Myrtus communis* L., affected by increases in atmospheric CO₂ spring. *Pol. J. Environ. Stud.* **17**, **4**: 55–60.
- KRŽIČ N. & A. GABERŠČIK 2005: Photochemical efficiency of amphibious plants in an intermittent lake. *Aquat. Bot.* **83**: 281–288.
- KRŽIČ N., P. PONGRAC, M. KLEMENC, A. Kladnik, M. REGVAR & A. GABERŠČIK 2006: Mycorrhizal colonisation in plants from intermittent aquatic habitats. *Aquat. Bot.* **85**: 331–336.
- KRŽIČ N., A. GABERŠČIK & M. GERM The phenotypic plasticity of *Glyceria fluitans* growing over the water/land gradient. *Acta biol. slov.* [Tiskana izd.], 2004, **47** (2) 65–73.
- KUHAR U., T. GREGORC, M. RENCĚLJ, N. KRŽIČ & A. GABERŠČIK 2007: Distribution of macrophytes and condition of the physical environment of streams flowing through agricultural landscape in north-eastern Slovenia. *Limnol.* **37**: 146–154.
- KUTNAR L. & A. MARTINČIČ 2001: Vegetacijske značilnosti izbranih poključskih barij in okoliškega smrekovega gozda = Vegetation characteristics of some mires and surrounding spruce forest on the Pokljuka. *Zb. gozd. lesar.* **64**: 57–104.
- KUTNAR L., P. SIMONČIČ, A. GABERŠČIK & A. MARTINČIČ 2001: Rastiščne značilnosti izbranih poključskih barij in okoliškega smrekovega gozda = Site characteristics of selected mires and surrounding spruce forests on the Pokljuka plateau. *Zb. gozd. lesar.* **65**: 83–125.

- MAČEK I., H. PFANZ, V. FRANCETIČ, F. BATIČ & D. VODNIK 2005: Root respiration response to high CO₂ concentrations in plants from natural CO₂ springs. *Environ. exp. bot.* **54**: 90–99.
- MAHER I. & A. MARTINČIČ 1995: Dynamics of stomatal closure in conditions of artificially caused water stress. *Acta pharm. (Zagreb)* **45** (2): 355–357.
- MARCHI S., R. TOGNETTI, F. P. VACCARI, M. LANINI, M. KALIGARIČ, F. MIGLIETTA & A. RASCHI 2004: Physiological and morphological responses of grassland species to elevated atmospheric [CO₂] concentrations in FACE-systems and natural [CO₂] springs. *Functional plant biology* **31**(2): 181–194.
- MARTINČIČ A. 1977: Prispevek k poznavanju ekologije mrazišč v Sloveniji. Botanično-ekološka skica. SAZU, razr. prir. med. vede, Razprave **20** (2): 227–317.
- MARTINČIČ A. & F. BATIČ 1979: Vpliv jamskega biotopa na neke morfološke-anatomske karakteristike cvetnic I. *Biol. vestn.* **27** (2): 135–146.
- MARTINČIČ A., D. VRHOVŠEK & F. BATIČ 1977: Influence of some sphagnum L. species on the acidification of high bogs. *Biol. vestn.* **25** (2): 183–183.
- MARTINČIČ A., P. VRHUNC, D. VRHOVŠEK & F. BATIČ 1979: Floristično-ekološka omejitev visokih barij v Sloveniji. *Biol. vestn.* **27** (1): 49–62.
- MARTINČIČ A., D. VRHOVŠEK & F. BATIČ 1981: Flora v jamah Slovenije z umetno osvetlitvijo. *Biol. vestn.* **29** (2): 27–56.
- MARTINČIČ A. & M. PISKERNIK 1985: Die Hochmoore Sloweniens. *Biol. vestn., vol. extraord.* **1**: 1–239.
- MARTINČIČ A. 2002: Praprotnice in semenke = Pteridophytes and spermatophytes. V: GABERŠČIK, A. (ur.). *Jezero, ki izginja : monografija o Cerkniškem jezeru*. Ljubljana: Društvo ekologov Slovenije, str. 73–80.
- MARTINČIČ A. & I. LESKOVAR 2002: Vegetacija = Plant communities. V: GABERŠČIK, A. *Jezero, ki izginja : monografija o Cerkniškem jezeru*. Ljubljana: Društvo ekologov Slovenije, str. 81–95.
- MULEC J., G. KOSI & D. VRHOVŠEK 2007: Algae promote growth of stalagmites and stalactites in karst caves (Škocjanske jame, Slovenia). *Carbonates and evaporites* **22** (1): 6–10.
- POLIČNIK H., P. SIMONČIČ & F. BATIČ 2008: Monitoring air quality with lichens: A comparison between mapping in forest sites in open areas. *Environ. pollut.* **151**: 395–400.
- REGVAR M., K. VOGEL-MIKUŠ, N. KUGONIČ, B. TURK & F. BATIČ 2006: Vegetational and mycorrhizal successions at a metal polluted site: indications for the direction of photostabilisation? *Environ. pollut.* **144**: 976–984.
- SONJAK S., T. GLAVINA, M. UDOVIČ & M. REGVAR 2007: Fungal colonization of the roots of selected halophytes from Sečovlje salterns = Glivna kolonizacija korenin izbranih halofitov iz Sečoveljskih solin. *Acta biol. slov.* **50** (1): 5–18.
- SHULZE, E. D., E. BECK, K. & MUELER-HOHENSTEIN 2005: *Plant Ecology*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 673–675.
- ŠAJNA N., M. HALER, S. ŠKORNIK & M. KALIGARIČ 2007: Survival and expansion of *Pistia stratiotes* L. in a thermal stream in Slovenia. *Aquat. Bot.* **87** (1): 75–79.
- TROŠT SEDEJ T. & A. GABERŠČIK 2008: The effects of enhanced UV-B radiation on physiological activity and growth of Norway spruce planted outdoors over 5 years. *Trees (Berl. West)* **22** (4): 423–435.
- TURK B., H. PFANZ, D. VODNIK, R. BERNIK, C. WITTMANN, T. SINKOVIČ & F. BATIČ 2002: The effects of elevated CO₂ on bog rush (*Juncus effusus* L.) growing near natural CO₂ springs : I. Effects on shoot anatomy. *Phyton (Horn)* **42** (1): 13–23.
- VODNIK D., H. PFANZ, C. WITTMANN, I. MAČEK, D. KASTELIC, B. TURK & F. BATIČ 2002: Photosynthetic acclimation in plants growing near a carbon dioxide spring. *Phyton (Horn)* **42** (3): 239–244.
- VOVK KORŽE A. & D. VRHOVŠEK, 2007: Ekoremediacije za doseganje okoljskih ciljev v Sloveniji. *Revija za geografijo* **3** (1–2): 39–53.

Zgodovina Oddelka za biologijo na Univerzi v Mariboru

The history of the Department of Biology at the University of Maribor

Dušan DEVETAK, Leon SENČIČ

Oddelek za biologijo, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Koroška cesta 160, SI-2000 Maribor, Slovenija; E-pošta: dusan.devetak@uni-mb.si; leon.sencic@uni-mb.si

Abstract: A brief review of history of the Department of Biology at the University of Maribor is presented. Biology programme started at the Pedagogical Academy in 1961. The Academy was transformed into the Pedagogical Faculty in 1985. In 2006, its Department of Biology was shifted to the Faculty of Natural Sciences and Mathematics. The recent research and educational programmes cover the following fields of biology: biochemistry, botany, plant ecology and plant physiology, zoology, animal ecology, animal physiology and didactics of biology.

Ključne besede: biologija, izobraževanje, zgodovina

Key words: biology, education, history

O zgodovini visokega šolstva v severovzhodni Sloveniji sta prva pisala ZGONIK (1970) in BRAČIČ (1984). Slovenski pedagogi so si v tem delu Slovenije že pred drugo svetovno vojno prizadevali za ustanovitev pedagoške akademije kot predhodnice fakultete. Med njimi sta bila najaktivnejša Henrik SCHREINER in Gustav ŠILIH. Najprej naj bi organizirali prvo stopnjo, ko pa bi se pokazala potreba, pa še drugo. Ideja se je uresničila šele po vojni. 26. junija 1961 je bila v Mariboru ustanovljena Pedagoška akademija kot visoka šola, ki organizira pouk (po tedanji opredelitvi) prve in druge stopnje visokošolskega študija (Ur. list SRS, št. 18/61). Z ustanovitvijo Pedagoške akademije je dobila severovzhodna Slovenija šolo, ki je vzgajala in izobraževala bodoče učitelje ter organizirala in razvijala znanstveno delo na področju vzgoje in izobraževanja. Diplomanti so pridobili višjo strokovno in pedagoško izobrazbo.

Prvega oktobra 1961 se je na akademiji začelo redno delo. Oddelek za biologijo in kemijo je prvi dve leti deloval le za izredni študij, v študijskem letu 1963/64 pa je bil že organiziran redni študij. Prva predstojnica oddelka je bila Josipina GNEZDA (od ustanovitve do 30. septembra 1963), profe-

sorica višje šole za splošno botaniko in splošno zoologijo z razvojnim naukom. Ob njej je prvo leto za izredne študente poučeval biologijo Viktor LESKOVIC. Prvotni oddelek za obe predmetni področji, biologijo in kemijo, se je v sedemdesetih letih preoblikoval v samostojna oddelka.

Od 1963. leta dalje, ko je bil organiziran redni študij, so bili profesorji biologije na Pedagoški akademiji Jurij LUČOVNIK (od leta 1961), dr. Rafael BAČAR (od leta 1963), in Marjanca MARKIČ (od 1964). Za honorarnega asistenta za predmet splošna in sistematska botanika je bil imenovan Branimir Fran BRAČKO. Jurij LUČOVNIK (1927–2003), pogodbeni profesor višje šole, ki je predaval predmeta splošna biologija in razvojni nauk, je bil predstojnik oddelka od 1. oktobra 1963 do 30. septembra 1967. Je avtor osnovnošolskih učbenikov razvojnega nauka. Ornitolog, botanik in prevajalec prof. dr. Rafael BAČAR (1902–1975), ki je pred tem uspešno deloval kot botanik na univerzi v Skopju, je na akademiji prva leta predaval botaniko.

S 1. oktobrom 1967 je prevzela predstojništvo Marjanca MARKIČ (1931), ki je prvotno Katedro za biologijo in kemijo oziroma kasnejši Oddelek za biologijo vodila z manjšimi prekinitvami do

leta 1994. Predavala je sistematsko zoologijo in didaktiko biologije. Zelo zavzeto je sodelovala pri preobrazbi dvoletnega študija biologije v štiriletni študij in na osnovi tujih zgledov postavila temelje današnje organizacije Oddelka za biologijo. Področji njenega raziskovanja sta bili biologija kotalčnikov (Rotatoria) Slovenije in izobraževanje učiteljev biologije v osnovni šoli.

Pogodbeno se je od 1969 do 1985 kot profesor za biokemijo na akademiji zaposlil biokemik dr. Niko JESENOVEC (1928–1993). Predavanja iz sistematske botanike in evolucije je prevzela prof. dr. Ljerka GODICL (1930–2006), ki je delovala na akademiji in kasneje na fakulteti od 1970 vse do upokojitve leta 1992. Ukvarjala se je s panonsko floro ter z redkimi in ogroženimi rastlinami bivše skupne države. V okviru dveh strokovnih združenj, Panonskega foruma (*Forum pannonicum*) in Clusijevega združenja, katerega podpredsednica je bila, je vzpostavila mednarodne stike, zlasti z avstrijskimi, madžarskimi in angleškimi botaniki. Predavala je tudi biologijo na razredni stopnji študija.

Rastlinsko fiziologijo in splošno biologijo na Pedagoški akademiji je v sedemdesetih in osemdesetih letih pogodbeno predaval prof. dr. Božidar KRAJNČIČ (1935). Od leta 1978 je kot rastlinski fiziolog in botanik zaposlen na Višji agronomski šoli – sedanji Fakulteti za kmetijstvo, kjer je bil dekan več mandатов. V obdobju 1983–1985 je bil prorektor za raziskovalno dejavnost Univerze v Mariboru. Področje njegovega raziskovanja so biologija in filogenija vodnih leč (Lemnaceae) ter fotoperiodična in hormonalna regulacija cvetenja. Bil je pobudnik uporabe vodne leče kot vodilne biotestne rastline za raziskovanje fiziologije rasti in razvoja rastlin. Sodeloval je pri preobrazbi višješolskega študija biologije v visokošolskega. V letu 2002 je ustanovil Botanični vrt, ki deluje v okviru Fakultete za kmetijstvo.

Kot predavatelj za anatomijo in fiziologijo človeka se je leta 1971 zaposlil prof. dr. Viljem BRUMEC (1925), zdravnik, ki je deloval na Oddelku do leta 1989. Bil je dekan akademije v dveh mandatih, sodeloval je pri prehodu akademije v fakulteto ter bil prodekan za raziskovalno in umetniško dejavnost fakultete. Bil je tudi predstojnik Raziskovalnega inštituta fakultete in glavni urednik Znanstvene revije (1989–1993), ki jo je izdajala Pedagoška fakulteta.

Zunanji sodelavec mag. Tomaž KRISTOFIČ (1950) je v letih 1987–1989 kot višji predavatelj predaval splošno zoologijo. Med leti 1985 in 2004 je geologijo s paleontologijo predaval prof. dr. Rajko PAVLOVEC (1932), ki je svoje prihode v Maribor izkoristil tudi za geološke in paleontološke raziskave. Po upokojitvi ga je nasledil doc. dr. Aleksander HORVAT (1961). Pri laboratorijskih vajah so v začetnem obdobju sodelovale laborantke Vida ČAGRAN, Cvetka HUTTER in Živana IBRAIMOV.

Mariborski biologi so začeli delovati v skromnih razmerah. Čeprav je bil sedež Pedagoške akademije v stavbi bivše klasične gimnazije v Mladinski ulici, so v začetku – v šestdesetih letih – del študijskega programa biologije izvajali celo v barakah v Jezdarski ulici. Za zagon študijskega programa na takratni Višji pedagoški šoli in kasnejši Pedagoški akademiji je bilo potrebno veliko volje in odrekanih. Šele leta 1978 se je Oddelek za biologijo skupaj z ostalimi oddelki preselil v novozgrajeno in sodobno opremljeno stavbo na Koroški cesti 160.

Študij na Pedagoški akademiji je trajal dve leti oziroma štiri semestre. Študent je med študijem opravljal obveznosti pri pedagoško-psiholoških predmetih, strokovnih bioloških predmetih in pri didaktiki biologije. Že v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja so mariborski biologi organizirali za svoje študente vsakoleten terenski delovni kurz iz morske biologije v Rovinju, v današnjem Centru za raziskovanje morja Inštituta Rudjer Bošković. Terensko delo je potekalo še na Lošnju, v Alpah, na Krasu in v slovenski Istri ter v subpanonskem svetu.

Novo obdobje študija biologije na mariborski univerzi se je začelo leta 1985, ko je akademija prerasla v Pedagoško fakulteto, študij pa je postal štiriletni. Pedagoški študijski program je bil dvopredmetni in je omogočal diplomantom zaposlitev v osnovnih in srednjih šolah. Od leta 2002 dalje izvaja Oddelek tudi magistrski in doktorski nepedagoški študij biologije.

V letu 2006 je nekdanja velika Pedagoška fakulteta prerasla v tri nove fakultete; Oddelek za biologijo se je vključil v novonastalo Fakulteto za naravoslovje in matematiko. Sprejeti ter v postopku za sprejetje so novi, bolonjski prvo-, drugo- in tretjestopenjski študijski programi s področja bioloških znanosti, ki jih bo oddelek izvajal.

Pri izvajanju predmetov, za katere novoustanovljena Pedagoška fakulteta še ni imela lastnih habilitiranih učiteljev, so v osemdesetih letih priskočili na pomoč biologi z ljubljanske univerze: prof. dr. Kazimir DRAŠLAR, dr. Bratko FILIPIČ, prof. dr. Nada GOGALA, prof. dr. Miklavž GRABNAR, doc. dr. Peter STUŠEK in prof. dr. Kazimir TARMAN, iz Prirodoslovnega muzeja Slovenije pa prof. dr. Boris KRYŠTUFEK. Postopoma se je Oddelek za biologijo kadrovsko okrepil z lastnimi nosilci.

Danes so na Oddelku za biologijo redno zaposleni dva redna profesorja, dva izredna profesorja, štirje docenti, dve asistentki, mlada raziskovalka, strokovna sodelavka-laborantka in laborantka. Delovna področja so biokemija, botanika z rastlinsko ekologijo in fiziologijo, zoologija z živalsko ekologijo in fiziologijo ter didaktika biologije.

Biokemijo izvaja doc. dr. Leon SENČIČ (1958), v letih 1985–1989 honorarno, nato pa redno. Nekaj let je bil urednik Znanstvene revije. Prvotno se je ukvarjal z izolacijo in karakterizacijo toksinov iz ožigalkarjev, kasneje pa je raziskoval tudi toksičnost nekaterih herbicidov. V zadnjem času raziskuje porabo energijskih založnih snovi v nekaterih vrstah nevretenčarjev med prezimovanjem.

Leta 1989 se je na oddelku zaposlil prof. dr. Mitja KALIGARIČ (1962), ki predava botaniko in rastlinsko ekologijo. Bil je predstojnik oddelka od 1995 do 1999. Raziskuje vegetacijsko ekologijo negozdnih habitatov, predvsem travišč in slanišč, in uvaja funkcionalni pristop v fitocenologijo. Ukvarja se tudi s taksonomijo in floristiko ter krajinsko ekologijo in naravovarstvom.

Botaničarka doc. dr. Sonja ŠKORNIK (1970), ki je na oddelku od 1995. leta, se ukvarja s proučevanjem vegetacije suhih travišč Slovenije, ki obsega statistično fitocenološko ovrednotenje zbranih podatkov. Vegetacijsko ekologijo raziskuje tudi botaničarka in ekologinja asist. Nina ŠAJNA (1974), ki je na oddelku od leta 2003. Od leta 2006 je na oddelku zaposlena kot mlada raziskovalka botaničarka Nataša PIPENBAHER (1980).

Fiziologijo rastlin predava doc. dr. Jana AMBROŽIČ DOLINŠEK (1964), ki je na Oddelku od 1990. leta. Raziskuje *in vitro* postopke za hitro razmnoževanje in shranjevanje zaščitene in ogrožene rastlinskih vrst v tkivnih kulturah ter

rast, razvoj in morfologijo praproti. Zanimajo jo tudi sekundarni metabolizem pri nekaterih nebinovkah (Asteraceae) ter interakcije mikroorganizmov z rastlinami. Pri izvajanju botaničnih predmetov sodeluje strokovna sodelavka-laborantka Terezija CIRINGER (1960), ki je na Oddelku od 1993. leta.

Od leta 1980 dalje je na oddelku prof. dr. Dušan DEVETAK (1953), ki predava sistematsko zoologijo in fiziologijo živali. Področja njegovega raziskovanja so zgradba in delovanje mehanoreceptorjev ter predatorsko vedenje žuželk. Raziskuje tudi mrežekrilce (Neuropterida), kljunavce (Mecoptera) in nekatere druge žuželke iz Slovenije in SZ Balkana. Bil je predstojnik oddelka več mandatov.

Zoolog prof. dr. Franc JANŽEKOVIČ (1962), ki je na oddelku od 1988. leta, se ukvarja z morfometrijo glodalcev in uporabo statističnih metod pri ovrednotenju morfoloških in ekoloških spremenljivk. Zanimajo ga tudi prehranjevalna ekologija sov, biodiverziteta ptičev in sesalcev ter ovrednotenje zooarheoloških najdb. Bil je predstojnik oddelka od 2003 do 2006 in je sedaj prodekan za izobraževalno dejavnost.

Zoolog in ekolog prof. dr. Tone NOVAK (1950) je bil na oddelku honorarno zaposlen od 1985 do 1986, redno pa je zaposlen od 1991. leta. Honorarno je predaval predmet splošna biologija – zoološki del, sedaj pa je nosilec predmetov ekologija in evolucija. Njegovo raziskovalno delo obsega dve področji: avtekologijo izbranih vrst nevretenčarjev (predvsem suhih južin) ter ekološko vrednotenje podzemeljskih habitatov, ki obsega študij ekologije nekaterih pogostih vrst, zlasti njihovih prilagoditev na podzemeljsko okolje.

Biologijo celice in splošno zoologijo predava doc. dr. Saška LIPOVŠEK DELAKORDA (1972). Biologijo celice predava tudi študentom Medicinske fakultete. Sprva je bila na Oddelku za biologijo mlada raziskovalka (od leta 1996), od leta 2002 pa je redno zaposlena. Od leta 2006 je predstojnica oddelka. Raziskuje zgradbo mehanoreceptorjev mrežekrilcev in mehanizme prezimovanja izbranih vrst nevretenčarjev. Pri delu uporablja metode svetlobne in elektronske mikroskopije. Raziskave izvaja v sodelovanju z Inštitutom za biologijo celice, histologijo in embriologijo Medicinske Univerze v Gradcu.

Pri izvedbi didaktike biologije so sodelovali mag. Brigita KRUDER (1967) od 1992 do 2000 in mag. Andreja ŠPERNJAK (1978) (od 2005 do 2007) ter zunanja sodelavca Anka ZUPAN (1952) (od 2000 do 2002) in Martin VERNIK (1975) (od 2000 do 2002). Sedaj ta predmet izvajata dr. Andrej ŠORGO (1957) ter asistentka mag. Bojana MENCINGER VRAČKO (1970) (od 2002 dalje). KRUDROVA in ŠPERNIAKOVA sta delovali tudi na področju zoologije. MENCINGER VRAČKOVA se ukvarja z vibracijsko komunikacijo pri žuželkah in s predstavitvami živih organizmov v vrtcih in šolah. Je skrbnica vivarija Oddelka za biologijo. ŠORGOVO raziskovalno delo, ki je honorarno zaposlen na oddelku od 2006. leta, je bilo prvotno usmerjeno v proučevanje ptic in malih sesalcev, v zadnjih letih pa v vključevanje informacijske in komunikacijske tehnologije v pouk biologije.

Pri izvedbi laboratorijskih vaj iz zoologije sta sodelovali laborantka Katja ZELENKO in MENCINGER VRAČKOVA, sedaj pa Tina KLENOVŠEK (1979) (zaposlena od 2005 dalje).

Na magistrskem študiju biologije so poleg redno zaposlenih učiteljev sodelovali ali še sodelujejo zunanji sodelavci – prof. ddr. Harald BOLHAR-NORDENKAMPF, prof. dr. Milan BRUMEN, prof. dr. Maja JURC, prof. dr. Božidar KRAJNČIČ,

prof. dr. Karl KRAL, prof. dr. Boris KRYŠTUFEK, prof. dr. Gorazd LEŠNIAK, doc. dr. Tom LEVANIČ, prof. dr. Lovrenc LIPEJ in prof. dr. Jasna ŠTRUS.

Mariborski biologi se vključujejo v raziskovanje kot nosilci temeljnih in aplikativnih projektov. Od 1981 do 1992 so na tedanji Pedagoški fakulteti potekala srečanja mariborske sekcije Slovenskega entomološkega društva Štefana Michielija. Redno se srečujejo botaniki na botaničnih večerih (od 1989) ter ornitologi iz severovzhodne Slovenije (od 1988) na mesečnih srečanjih Društva za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije. Občasno na kolokviju biologov (*Colloquium biologorum*) predavajo priznani biologi iz tujine.

Oddelek je organiziral nekaj znanstvenih srečanj, kot so bila Srečanje biologov iz Hamburga in Maribora (1987), srečanje raziskovalcev panonskega prostora *Forum pannonicum* (1988), mednarodno delavnico *SNACE, FACE and OTCs CO₂ enrichment at the leaf/air interface and/or at the root/soil interface* (1999), mednarodni simpozij (skupaj z Botaničnim društvom Slovenije) Flora in vegetacija v spreminjajočem se okolju (2002) in skupaj z Morsko biološko postajo v Piranu 10. mednarodni nevropteroški simpozij (2008).

Viri

- BRAČIČ, V. 1984: Prispevki za zgodovino visokega šolstva v Mariboru. Izdano ob 25-letnici visokega šolstva v Mariboru. Univerza v Mariboru.
 KERIN, D. (ed.) 1985: 10 let Univerze v Mariboru. Univerza v Mariboru.
 KRAMAR, M. (ed.) 1981: Zbornik Pedagoške akademije ob 20-letnici. Pedagoška akademija v Mariboru.
 ZGONIK, M. (ed.) 1970: Zbornik Pedagoške akademije v Mariboru 1960–1970. Založba Obzorja, Maribor.

Izbrana bibliografija

V izbrani bibliografiji sodelavcev Oddelka za biologijo so nekatera dela, ki so nastala na oddelku ali so neposredno povezana z njegovim delovanjem.

- AMBROŽIČ-DOLINŠEK, J. & M. CAMLOH 1997: Gametophytic and sporophytic regeneration from bud scales of the fern *Platyserium bifurcatum* (Cav.) C.Ch. in vitro. *Ann. Bot.* **80**: 23–28.
 AMBROŽIČ-DOLINŠEK, J., M. CAMLOH, B. BOHANEK & J. ŽEL 2002: Apospory in leaf culture of staghorn fern (*Platyserium bifurcatum*). *Plant Cell Rep.* **20**, (9): 791–796.
 AMBROŽIČ-DOLINŠEK, J., M. KOVAČ, J. ŽEL & M. CAMLOH 2007: Pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*) from the northern Adriatic as a potential source of natural insecticide. *Ann. Ser. hist. nat.* **17** (1): 39–46.

- BALDANI, N., V. BRUMEC, S. KRAJNC-SIMONETI & L. KRAMBERGER 1978: Dihalna motnja novorojenčka kot indikator za bodoči razvoj zdravstvenega varstva matere in otroka v SR Sloveniji. Zdrav. Vestn. **47** (supl. I): 67–71.
- BERGANT, M., J. AMBROŽIČ-DOLINŠEK, T. DEMŠAR, T. DREO, M. RAVNIKAR, J. ŽEL & M. CAMLOH 2005: Effects of antibiotics on contaminated callus cultures of pyrethrum. Phytom (Horn) **45** (2): 197–206.
- BRUMEC, V. 1979: Funkcionalna anatomija človeka. Ponatis. Maribor: Pedagoška akademija. 200 str.
- DEVETAK, D. 1984: *Chrysopa hungarica* Klapálek 1899 (Neuroptera, Planipennia, Chrysopidae), first record for Yugoslavia. Biol. Vestn. **32** (2): 65–66.
- DEVETAK, D. 1985: Detection of substrate vibrations in the antlion larva, *Myrmeleon formicarius* (Neuroptera: Myrmeleonidae). Biol. Vestn. **33** (2): 11–22.
- DEVETAK, D. 1988: The distribution of scorpionflies (Mecoptera, Insecta) in Slovenia. Biol. Vestn. **36** (2): 1–11.
- DEVETAK, D. 1998: Detection of substrate vibration in Neuropteroidea: a review. Acta Zool. Fennica **209**: 87–94.
- DEVETAK, D. 2002: Neuroptera in oak forests in the Submediterranean District of Slovenia. Acta Zool. Acad. Sci. Hung. **48** (Suppl. 2): 67–73.
- DEVETAK, D. 2005: Effects of larval antlions *Euroleon nostras* (Neuroptera, Myrmeleontidae) and their pits on the escape-time of ants. Physiol. Entomol. **30**: 82–86.
- DEVETAK, D. & T. AMON 1997: Substrate vibration sensitivity of the leg scolopidial organs in the green lacewing, *Chrysoperla carnea*. J. Insect Physiol. **43**: 433–437.
- DEVETAK D., M. GOGALA & A. ČOKL 1978: Prispevek k fiziologiji vibroreceptorjev stenic iz družine Cydnidae (Heteroptera). Biol. Vestn. **26** (2): 131–139.
- DEVETAK, D., B. MENCINGER-VRAČKO, M. DEVETAK, M. MARHL & A. ŠPERNJAK 2007: Sand as a medium for transmission of vibratory signals of prey in antlions *Euroleon nostras* (Neuroptera: Myrmeleontidae). Physiol. Entomol. **32** (3): 268–274.
- DEVETAK, D. & M.A. PABST 1994: Structure of the subgenual organ in the green lacewing, *Chrysoperla carnea*. Tissue Cell **26**: 249–257.
- DEVETAK, D., A. ŠPERNJAK & F. JANŽEKOVIČ 2005: Substrate particle size affects pit building decision and pit size in the antlion larvae *Euroleon nostras* (Neuroptera: Myrmeleontidae). Physiol. Entomol. **30** (2): 158–163.
- GODICL, L. 1976: Floristična oznaka območja vzhodnega Kozjaka in zahodnih Slovenskih gor. Biol. Vestn. **24** (1): 69–79.
- GODICL, L. 1980: Stepska flora v severozahodni Jugoslaviji. Razprave IV. razreda, SAZU, str. 281–367.
- GODICL, L. 1981: The protection of rare plants in nature reserves and national parks in Yugoslavia. V: Syngé H. (ed.): The Biological Aspects of Rare Plant Conservation. John Wiley & Sons, London, str. 491–502.
- GODICL, L. 1985: Seltene und gefährdete Pflanzen und ihr Schutz in Jugoslawien. Stapfia **14**: 77–84.
- GODICL, L. 1990: Nekaj o flori in vegetaciji Zgornje Savinjske doline. In: LENARČIČ, M.: Zgornja Savinjska dolina. EPSI, Trbovlje, str. 171–180.
- GODICL, L. 1990: Panonski in drugi vzhodni vplivi v flori Slovenije. Razprave, Razr. naravosl. vede, SAZU, str. 77–87.
- GODICL, L. 1992: Nekaj o flori in vegetaciji severovzhodne Slovenije. Znan. rev., Naravosl. mat., **4** (1): 13–22.
- GÖNCZ, A.M. & L. SENČIČ 1994: Metolachlor and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid sensitivity of *Salvinia natans*. Bull. environ. contam. toxicol. **53**: 852–855.
- GSPAN, M., M. VRTAČNIK, J. AMBROŽIČ-DOLINŠEK, M. CAMLOH & J. ŽEL 2004: Tissue culture of pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium* (Trevir.) Schultz Bip.). Acta biol. Slovenica **47** (1/2): 41–52.

- IRŠIČ, D., M. KALIGARIČ & B. KRUDER 2000: Stopnja poznavanja dreves in grmov v osnovni šoli. *Ann. Ser. hist. nat.* **10** (2): 309–316.
- JANŽEKOVIC, F. 1986: Sestava prehrane lesne sove *Strix aluco*. *Acrocephalus* **7** (29): 28–31.
- JANŽEKOVIC, F. 1992: Favnišični in sinekološki pregled ptičev v pognezditvenem obdobju na področju nacionalnega parka Durmitor (Črna gora). *Znan. rev., Naravosl. mat.* **4** (1): 115–124.
- JANŽEKOVIC, F. 1995: Winter distribution of the green sandpiper (*Tringa ochropus*) and its habitat choice in Slovenia. *Ornis Hung.* **5** (1/2): 65–66.
- JANŽEKOVIC, F. & B. KRYŠTUFK (ed.) 1999: Ključ za določanje vretenčarjev Slovenije. DZS, Ljubljana, 544 str.
- JANŽEKOVIC, F. & B. KRYŠTUFK 2004: Geometric morphometry of the upper molars in European wood mice *Apodemus*. *Folia Zool.* **53** (1): 47–55.
- JANŽEKOVIC, F. & V. MALEZ 2004: Ptiči (Aves) na eneolitnem kolišču Hočevarica. V: VELUŠČEK, A. (ed.): Hočevarica: eneolitno kolišče na Ljubljanskem barju. *Opera Instituti archaeologici Sloveniae*, **8**: 155–167.
- JANŽEKOVIC, F. & V. MALEZ 2006: Ptičji ostanki (Aves) s koliščarske naselbine Resnikov prekop pri Igu na Ljubljanskem barju. In: VELUŠČEK, A. (ed.): Resnikov prekop: najstarejša koliščarska naselbina na Ljubljanskem barju. *Opera Instituti archaeologici Sloveniae*, **11**: 133–138.
- JANŽEKOVIC, F. & V. MALEZ 2006: Ostanke ptič. In: GASPARI, A. (ed.), Zalog pri Verdu: tabor kame-nodobnih lovcev na zahodnem robu Ljubljanskega barja. *Opera Instituti archaeologici Sloveniae*, **11**: 189–193.
- KALIGARIČ, M. 1987: Floristične novosti iz Slovenske Istre. *Biol. Vestn.* **35** (2): 19–26.
- KALIGARIČ, M. 1997: Rastlinstvo Primorskega krasi in Slovenske Istre : travniki in pašniki, (Knjižnica Annales majora). Koper: Zgodovinsko društvo za južno Primorsko: Znanstveno-raziskovalno središče Republike Slovenije, 111 str.
- KALIGARIČ, M. 2001: Vegetation patterns and responses to elevated CO₂ from natural CO₂ springs at Strmec (Radenci, Slovenia) *Acta biol. slov.* **44** (1/2): 31–38.
- KALIGARIČ, M. 2001: Nova segetalna združba iz zveze *Caucalidion lappulae* Tx. 50 iz severozahodne Istre (Slovenija). *Ann., Ser. hist. nat.* **11** (2): 279–288.
- KALIGARIČ, M., M. CULIBERG & B. KRAMBERGER 2006: Recent vegetation history of the North Adriatic grasslands: expansion and decay of an anthropogenic habitat. *Folia geobot.* **41** (3): 241–258.
- KALIGARIČ, M. & N. PIPENBAHER (ur.) 2007: Živi svet porečja Dragonje. Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor.
- KALIGARIČ, M., N. ŠAJNA & S. ŠKORNIK 2005: Is variety of species-rich semi-natural Mesobromion grasslands detectable with functional approach? *Ann., Ser. hist. nat.* **15** (2): 239–248.
- KALIGARIČ, M., S. ŠKORNIK 2002: Variety of dry and semi-dry secondary grasslands (Festuco-Brometea) in Slovenia – contact area of different geoelements. *Slov. akad. znan. umet., Razr. naravosl. vede* **43** (3): 227–246.
- KALIGARIČ, M., S. ŠKORNIK 2006: Halophile vegetation of the Slovenian seacoast : Thero-Salicornietea and Spartinetea maritimae. *Hacquetia* **5** (1): 25–36.
- KALIGARIČ, M., S. ŠKORNIK, A. IVANČIČ, F. REBEUŠEK, M. STERNBERG, B. KRAMBERGER & L. SENČIČ 2006: Germination and survival of endangered *Pulsatilla grandis* (Ranunculaceae) after artificial seedings, as affected by various disturbances. *Ist. J. Plant Sci.* **54** (1): 9–17.
- KRAJNČIČ, B. 1974: Prispevek k poznavanju lemnacej severovzhodne Slovenije. *Biol. Vestn.* **22** (1): 21–28.
- KRAJNČIČ, B. 1976: Lemnaceje na področju Slovenije. *Biol. Vestn.* **24** (2): 133–143.
- KRAJNČIČ, B. 1982: Effects of kinetin on floral induction and floral development in the species *Lemna minor* and *Spirodela polyrrhiza*. *Biol. Vestn.* **30** (1): 85–104.
- KRAJNČIČ, B. 1985: Regulacija cvetne indukcije z ABA in EDDHA. *Biol. Vestn.* **33** (2): 39–51.
- KRAJNČIČ, B. 1986: Raziskave učinkov abscizinske kisline (ABA) na morfogenezo cvetov vrste *Lemna minor* L. *Biol. Vestn.* **34** (1): 61–68.

- KRAJNČIČ, B. 1989: Synergistic effects of GA₃ and EDDHA on the promotion of floral induction in the long-day plant *Lemna minor* (L.). J. Plant Physiol. **135**: 511–512.
- KRAJNČIČ, B. (ur.) 1996: Fakulteta za kmetijstvo: 35 let. Fakulteta za kmetijstvo, Maribor, 172 str.
- KRAJNČIČ, B. 2001: Botanika : razvojna in funkcionalna morfologija z anatomijo. 3., izpopolnjena izd. Maribor: Fakulteta za kmetijstvo, 452 str.
- KRAJNČIČ, B. & Z. DEVIDE 1982: Vpliv amino kislin na cvetno indukcijo vrst *Lemna minor* in *Spirodela polyrrhiza*. Biol. Vestn. **30** (1): 105–119.
- KRAJNČIČ, B., J. KRISTL & I. JANŽEKOVICH 2006: Possible role of jasmonic acid in the regulation of floral induction, evocation and floral differentiation in *Lemna minor* L. Plant Physiol. Biochem. **44** (11/12): 752–758.
- KRAJNČIČ, B. & J. NEMEC 1995: The effect of jasmonic acid on flowering in *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleiden. J. Plant Physiol. **146**: 754–756.
- KRAJNČIČ, B. & J. NEMEC 2003: Mechanisms of EDDHA effects on the promotion of floral induction in the long-day plant *Lemna minor* (L.). J. Plant Physiol. **160** (2): 143–151.
- KRAJNČIČ, B., J. NEMEC, S. TOJNKO & A. VOGRIN 1998: Promotion of flowering by Mn-EDDHA in the long-short-day plant *Wolfia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm. J. Plant Physiol. **153** (5/6): 777–780.
- KRAJNČIČ, B. & M. SLEKOVEC 1991: Synergistic effect of GA₃ and EDDHA on the promotion of flowering in the photoperiodically neutral plant *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleiden. J. Plant Physiol. **139** (2): 240–242.
- KRAJNČIČ, B., M. SLEKOVEC & J. NEMEC 1995: Promotion of flowering by Mn-EDDHA in the photoperiodically neutral plant *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleiden. J. Plant Physiol. **147**: 397–400.
- KRAL, K. & D. DEVETAK 1999: The visual orientation strategies of *Mantis religiosa* and *Empusa fasciata* reflect differences in the structure of their visual surroundings. J. Insect Behav. **12** (6): 737–752.
- KRAL, K., M. VERNIK & D. DEVETAK 2000: The visually controlled prey-capture behaviour of the European mantispid *Mantispa styriaca*. J. Exp. Biol. **203**: 2117–2123.
- KRAMBERGER, B., A. GSELMAN, A. BOREC & M. KALIGARIČ 2005: Periodische, sehr späte erste Mahd des seminatürlichen Dauergrünlandes als Massnahme zur Förderung der natürlichen Aussamung mit Betonung auf Wiesengräser. Ber. Landwirtsch. **83** (3): 431–446.
- KRAMBERGER, B., A. GSELMAN, S. KAPUN & M. KALIGARIČ 2007: Effect of sowing rate of Italian ryegrass drilled into pea stubble on removal of soil mineral nitrogen and autumn nitrogen accumulation by herbage yield. Pol. J. Environ. Stud. **16** (5): 717–725.
- KRAMBERGER, B. & M. KALIGARIČ 2008: Semi-natural grasslands: the effects of cutting frequency on long-term changes of floristic composition. Pol. J. Ecol. **1**, v tisku.
- KRISTL, J., B. KRAJNČIČ, D. BRODNJAK-VONČINA & M. VEBER 2007: Evaluation of measurement uncertainty in the determination of jasmonic acid in *Lemna minor* L. by liquid chromatography with fluorescence detection. Accred. qual. assur. **12** (6): 303–310.
- KRISTL, J., M. VEBER, B. KRAJNČIČ, K. OREŠNIK & M. SLEKOVEC 2005: Determination of jasmonic acid in *Lemna minor* (L.) by liquid chromatography with fluorescence detection. Annal. bioanal. chem. **383** (5): 886–893.
- KRISTOFIČ, T. 2000: Sladkovodni raki v luči zdravstvene problematike. Vet. nov. **26** (3): 74–76.
- KRYŠTUFEK, B. & F. JANŽEKOVICH 2005: Relative warp analysis of cranial and upper molar shape in rock mice *Apodemus mystacinus* sensu lato. Acta Theriol. **50** (4): 493–504.
- KRUDER, B. 1999: Didaktične značilnosti pouka biologije v 6. razredu osnovne šole. Sodob. pedagog. **50** (5): 42–56.
- LIPOVŠEK, S., D. DEVETAK, J. ŠTRUS & M.A. PABST 2003: A contribution to the functional morphology of the femoral chordotonal organ in the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera). Anat. Histol. Embryol. **32**: 291–296.
- LIPOVŠEK, S., I. LEFOTSKY-PAPST, F. HOFER & M.A. PABST 2002: Seasonal- and age-dependent changes of the structure and chemical composition of the spherites in the midgut gland of the harvestmen *Gyas annulatus* (Opiliones). Micron **33**: 647–654.

- LIPOVŠEK, S. & B. MENCINGER 2002: Remarks on Neuroptera of the North-eastern part of Slovenia (Goričko). *Acta zool. Acad. Sci. Hung.*, **48** (suppl. 2): 159–163.
- LIPOVŠEK, S., M.A. PABST & D. DEVETAK 1999: Femoral chorodontal organ in the legs of an insect, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera). *Tissue Cell* **31** (2): 154–162.
- LIPOVŠEK DELAKORDA, S., T. NOVAK, F. JANŽEKOVIČ, L. SENČIČ & M.A. PABST 2004: A contribution to the functional morphology of the midgut gland in phalangiid harvestmen *Gyas annulatus* and *Gyas titanus* during their life cycle. *Tissue Cell* **36**: 275–282.
- MARCHI, S., R. TOGNETTI, F.P. VACCARI, M. LANINI, M. KALIGARIČ, F. MIGLIETTA, A. RASCHI 2004: Physiological and morphological responses of grassland species to elevated atmospheric CO₂ concentrations in FACE-systems and natural CO₂ springs. *Funct. plant biol.* **31** (2): 181–194.
- MARKIČ, M. 1980: Protozoa, Parazoa in Ameria: skripta. Pedagoška akademija, Maribor, 2 zv., 212 str; 91 str.
- MARKIČ, M. 1983: The Rotatoria-Monogononta of the River Drava in Slovenia, Yugoslavia. *Hydrobiologia* **104**: 229–230.
- MARKIČ, M. 1986: Polymeria : Annelida, anelidsko-artropodska skupina, Arthropoda (Tribolita, Chelicerata): skripta. Pedagoška fakulteta, Maribor, 2 zv.
- MENCINGER, B. 1998: Prey recognition in larvae of the antlion *Euroleon nostras*. *Acta zool. Fenn.* **209**: 57–161.
- MENCINGER-VRAČKO, B., D. DEVETAK 2008: Orientation of the pit-building antlion larva *Euroleon* (Neuroptera, Myrmeleontidae) to the direction of substrate vibrations caused by prey. *Zoology* **111** (1): 2–8.
- NOVAK, T. 2004: An overview of harvestmen (Arachnida: Opiliones) in Croatia. *Natura Croatica* **13** (3): 231–296.
- NOVAK, T. 2005: Terrestrial fauna from cavities in Northern and Central Slovenia, and a review of systematically ecologically investigated cavities. *Acta Carsol.* **34** (1): 169–210.
- NOVAK, T. 2005: An overview of harvestmen (Arachnida: Opiliones) in Bosnia and Herzegovina. *Natura Croatica* **14** (4): 301–350.
- NOVAK, T., A. ALATIČ, J. POTERČ, B. BERTONCELJ & F. JANŽEKOVIČ 2006: Regenerational leg asymmetry in damaged *Trogulus nepaeformis* (Scopoli 1763) (Opiliones, Trogulidae). *J. Archnol.* **34** (3): 524–531.
- NOVAK, T. & G. GIRIBET 2006: A new species of Cyphophthalmi (Arachnida: Opiliones, Sironidae) from Eastern Slovenia. *Zootaxa* **1330**: 27–42.
- NOVAK, T. & J. GRUBER 2000: Remarks on published data on harvestmen (Arachnida: Opiliones) from Slovenia. *Ann., Ser. hist. nat.* **10** (2): 281–308.
- NOVAK, T., F. JANŽEKOVIČ, I. SIVEC & E. CHRISTIAN 2007: *Chionea austriaca* in caves and artificial galleries of Slovenia (Diptera, Limoniidae). *Revue Suisse Zool.* **114** (1): 49–57.
- NOVAK, T., S. LIPOVŠEK DELAKORDA, L. SENČIČ, M.A. PABST & F. JANŽEKOVIČ 2004: Adaptations in phalangiid harvestmen *Gyas annulatus* and *G. titanus* to their preferred water current adjacent habitats. *Acta Oecol.* **26**: 45–53.
- NOVAK, T., S. LIPOVŠEK DELAKORDA & L. SLANA 2006: A review of harvestmen (Arachnida: Opiliones) in Slovenia. *Zootaxa* **1325**: 267–276.
- NOVAK, T., J. SAMBOL & F. JANŽEKOVIČ 2004: Faunal dynamics in the Železna jama cave. *Acta Carsol.* **33** (2): 249–267.
- NOVAK, T. & L. SLANA 2003: *Nelima narcisi* n. sp., a dwarf member of the genus from the North-Eastern Adriatic coast (Opiliones, Phalangiidae s. l.). *Fragm. Entomol.* **35** (1): 1–11.
- PAVLOVEC, R. & V. MIKUŽ 1992: Fosili v miocenskem litotamnijskem apnencu v okolici Šentilja. *Znan. Rev., Naravosl. mat.* **7** (1): 3–9.
- SENČIČ, L. 1999: Intensity of wing pigmentation and identification of pigments in wings of owl-fly *Libelloides macaronius* (Scopoli, 1763) (Neuroptera: Ascalaphidae). *Acta Entomol. Slov.* **14** (1): 5–10.

- SENČIČ, L., A.-M. GÖNCZ & J. AMBROŽIČ-DOLINŠEK 1995: Preliminarna določitev občutljivosti vodne praproti vrste *Salvinia natans* na mešanico metolaklor in 2,4-diklorofenoksiacetne kisline. Znan. rev., Naravosl. mat. **7** (1): 35–39.
- STELZL, M. & D. DEVETAK 1999: Neuroptera in agricultural ecosystems. *Agricult. Ecosyst. & Environ.* **74**: 305–321.
- ŠAJNA, N., M. HALER, S. ŠKORNIK & M. KALIGARIČ 2007: Survival and expansion of *Pistia stratiotes* L. in a thermal stream in Slovenia. *Aquat. bot.* **87** (1): 75–79.
- ŠAJNA, N. & M. KALIGARIČ 2005: Vegetation of the Stjuža coastal lagoon in Strunjan landscape park (Slovenia): a draft history, mapping and nature-conservancy evaluation. *Ann., Ser. hist. nat.* **15** (1): 79–90.
- ŠKORNIK, S. 1995: Prispevek k poznavanju flore Žusma. Znan. rev., Naravosl. mat. **7** (1): 25–33.
- ŠKORNIK S. 2001: A contribution to the knowledge of dry grassland vegetation of the Brometalia erecti Koch 1926 order in Slovenia. *Acta Biol. Slov.* **44** (4): 29–43.
- ŠKORNIK, S. 2003: Suha travišča reda Brometalia erecti Koch 1926 na Goričkem (SV Slovenija). *Hacquetia* **2** (1): 71–90.
- ŠKORNIK, S. & M. KALIGARIČ 2002: Relation between environmental variables, species richness and species composition of Slovenian semi-dry meadows of Mesobromion erecti alliance. *Ann., Ser. hist. nat.* **12** (2): 141–152.
- ŠKORNIK, S., M. LONČAR & M. KALIGARIČ 2006: Vegetation of silicicolous grasslands of the highlands of North-Eastern Slovenia. *Hacquetia* **5** (2): 193–211.
- ŠORGO, A. & S. KOCIJANČIČ 2006: Demonstration of biological processes in lakes and fishponds through computerised laboratory practice. *Int. J. Eng. Educ.* **22** (6): 1224–1230.
- ŠUŠEK, A., A. IVANČIČ, M.-C. LEMOINE, J.-P. CANEILL, M. ŠIŠKO, F. JANŽEKVIČ & L. PRAPROTNİK 2005: Variability of christmas rose (*Helleborus niger* L.): populations and its potential use in genetic breeding. *Acta Biol. Crac., Ser. Bot.* **47** (2): 129–135.
- VELUŠČEK, A., K. ČUFAR, M. CULIBERG, B. TOŠKAN, J. DIRJEC, V. MALEZ, F. JANŽEKVIČ & M. GOVEDIČ 2004: Črešnja pri Bistri, novoodkrita kolišče na Ljubljanskem barju. *Arheol. Vestn.* **55**: 39–54.

