

Mikrosvět a jeho zobrazení

Doc. RNDr. František Weyda, CSc.

Biologické centrum AV ČR Entomologický ústav, Laboratoř digitálního zobrazování
v entomologii a Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Č. Budějovicích
E-mail: weyda@entu.cas.cz

ÚVOD

V současné době probíhá v Zemědělském výzkumném ústavu Kroměříž, s.r.o. fotografická výstava mých fotografií nazvaná „**Tajemství makro- a mikrosvěta**“. Představuji zde struktury mikrosvěta, který nás sice obklopuje, ale jenž je pro nás neviditelný. Neviditelný proto, že je tak malý, že k jeho objevování pouhé lidské oko nestačí. Musíme lidský zrak opatřit technickými prostředky, které oku dají sílu hvězdářského dalekohledu. Nebudeme ale pozorovat vesmír nad námi, nýbrž mikrosvěty ukryté okolo nás, pod námi, v nás... A jako technický prostředek použijeme elektronový mikroskop. Tedy mikroskop, který dokáže předměty resp. jejich maličké části zvětšit na velikost až několik set tisíckrát. Protože je technika studia a prezentace mikrosvěta pomocí elektronového mikroskopu běžnému zájemci o přírodu málo známa, pokusím se ji trochu představit v tomto článku.

Svět malých až mikroskopických předmětů, který nás obklopuje, má ale také struktury, na které nemusíme mít mikroskop. Stačí nám fotografický aparát opatřený příslušenstvím, který nám pak umožní takové součásti rostlin, hmyz a různé drobné organizmy zachytit. Tento typ fotografie se nazývá makrofotografie a s jejími základy (včetně informací o současné fotografii, především digitální) vás seznámím ve druhé části článku.

Zobrazování světa kolem je záležitost vizuální. Je to obor, který úzce souvisí s problematikou lidského vnímání a vidění. V užším slova smyslu jde o schopnost lidského oka zpracovat vizuální informace. V širším slova smyslu jde o schopnost dokázat vidět dobře ve smyslu všimnout si, rozpoznat, dokázat vizuální informaci správně vyhodnotit. A když o této problematice přemýšlíme v ještě obecnější rovině, uvědomíme si, že v naší historii (a platí to stejně i o naší současnosti) existují osobnosti, které viděly „dál“ než ostatní. Dokázaly například vizuální informaci zpracovat nejen originálními technickými prostředky, ale i pomocí svého intelektu. Uměly rozpoznat třeba i to, čeho si generace před nimi nevšimly. Jde tedy o „umění vidět“. Schopnosti člověka v tomto směru se dobře uplatní ve vědeckých disciplínách, kde jde o obrazové informace. A zde jsou velkou výhodou technické prostředky vzniklé vynalézáním nových přístupů k zobrazení přírody. A jedním z takových technických prostředků je i lupa a později vynalezený mikroskop. První mikroskop byl velmi jednoduchý a dnešní moderní mikroskopy ještě zdaleka nepřipomínal. Přesto nastartoval doslova revoluci v biologickém poznávání. Historie vývoje mikroskopu je velmi poučná a doporučuji zájemcům například navštívit při cestě do Vídně přírodovědecké muzeum, kde je tato historie dobře zachycena a prezentována.

Moderní optické mikroskopy jako například mikroskop konfokální posunuly hranice poznání mikrosvěta o velký kus dopředu. A vývoj se v této oblasti zdaleka nezastavil a jistě se tu dočkáme ještě mnoha objevů (například v oblasti digitální mikroskopie). Optické mikroskopy nám umožňují pozorovat celou řadu detailů organizmů a jejich částí (především buněk). Obrázky z optických mikroskopů jsou také využitelné nejen ve vědě, ale i při prezentaci jejich výsledků široké veřejnosti (nemohu zde nezmínit třeba překrásné obrázky známého popu-

larizátora mikroskopie doc. J. Reischiga z plzeňské lékařské fakulty). Věda má ale mikroskopy, které nám umožňují vidět detaily ještě mnohem menší a lze se tak dostat až na úroveň molekulární. Tyto mikroskopy pracují namísto svazku světla (jako mikroskopy optické) se svazkem elektronů. Tento svazek je také usměrněn čočkami, ale nikoliv skleněnými, nýbrž elektromagnetickými. V elektronovém mikroskopu je vysoké vakuum a díky těmto parametrům musíme biologické objekty určené k pozorování v elektronovém mikroskopu připravit pomocí speciálních technik. Organizmy a jejich tkáně a buňky studujeme v elektronových mikroskopech dvojnásobným způsobem. Povrchy biologických objektů zobrazíme v elektronovém mikroskopu rastrovacím (tzv. skenovacím), zatímco detaily buněk nám umožňuje zobrazit elektronový mikroskop prozařovací (tzv. transmisní). O těchto technikách bych se zmínil trochu podrobněji.

MIKROSVĚT V ELEKTRONOVÉM MIKROSKOPU

Elektronový mikroskop rastrovací (mezinárodní zkratka SEM) vyžaduje vzorky zbavené vody. Nejčastěji tak biologické objekty fixujeme (chemické zastavení a „konzervace“ procesů probíhajících ve tkáních), odvodníme a sušíme například tzv. metodou „kritického bodu“ (CPD). Je k tomu nutný speciální přístroj, kde pracujeme s přísně definovanou teplotou a tlakem. Vysušené objekty pak ještě musíme nalepit na hliníkový terčík a pokovit tenoučkou vrstvičkou (kolem 20 nanometrů) nejčastěji zlata (ale také paladium nebo platinou či jejich směsí). Také na tuto techniku je nutný zvláštní přístroj a pokovení provedeme tzv. metodou iontového naprašování (sputtering). Vrstvička kovu na povrchu preparátů interaguje s řízeným pohybem svazku elektronů a ve speciálním detektoru pak vzniká dostatečný signál, který je dále zesílen a zpracován do konečného obrazu pozorovatelného na pozorova-



Obr. 1: Rastrovací elektronový mikroskop Jeol 6300

vací obrazovce. S moderními rastrovacími elektronovými mikroskopy je spojen počítač, který obraz dále zpracovává podle našich požadavků a můžeme jej pak zachycovat jako digitální obraz na zapisovatelné médium. Rastrovací elektronová mikroskopie má také moderní specializované techniky (včetně speciálních modifikací mikroskopu) jako je například zmrazovací elektronový mikroskop LT-FESEM (low temperature field emission SEM), kde nemusíme biologický objekt fixovat a odvodnit, ale rychle a hluboce jej zmrazíme a můžeme jej rovnou pozorovat a fotografovat. Vyhne se tak artefaktům (nepřirozeným defektům) způsobeným běžným zpracováním vzorků.

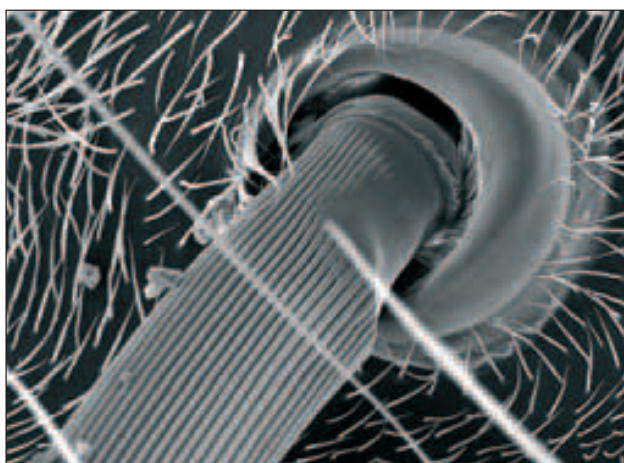


Obr. 2: Transmisní elektronový mikroskop Jeol 1010

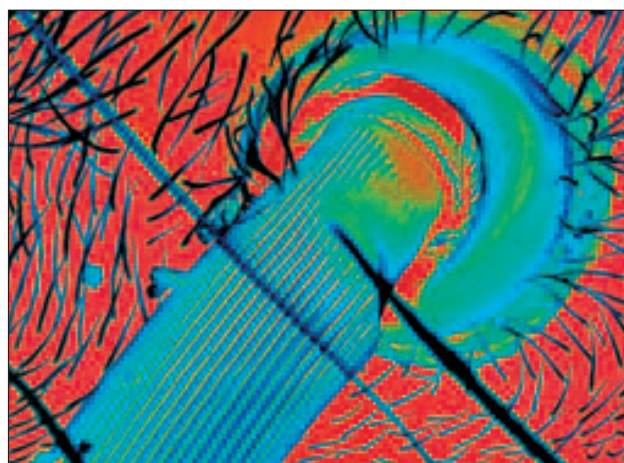
Dalším speciálním mikroskopem je například environmentální rastrovací elektronový mikroskop (ESEM), kde můžeme za speciálních podmínek pozorovat omezené i objekty živé. V elektronových mikroskopech rastrovacích pracujeme obvykle se zvětšením v řádu desítek až desítek tisíc.

Elektronový mikroskop prozařovací (mezinárodní zkratka TEM) nám umožňuje studovat vnitřní struktury buněk, ale také třeba bakterie, viry a makromolekuly. Také zde ale musíme biologické objekty k pozorování v mikroskopu speciálně připravit. Fixujeme je pomocí chemických fixací, pak je odvodníme a zalijeme do speciálních pryskyřic. V nich zalité malé kousky tkání krájíme pomocí diamantového nože na tzv. ultratenké řezy (tloušťka kolem 60 nanometrů; tak tenké řezy nejsou běžně vidět a proto je pozorujeme mikroskopem a vidíme je díky tomu, že na vodní hladině vaničky diamantového nože vykazují interferenční barvy) a ty sbíráme na sítky o průměru 3 milimetry. Řezy na sítkách ještě musíme tzv. kontrastovat – pomocí solí těžkých kovů (nejčastěji uran a olovo) vizualizujeme jemné buněčné struktury. Pak už můžeme usednout k elektronovému mikroskopu, vložit sítku do tubusu a pozorovat např. obraz buněk a jejich částí na fluorescenčním stínítku nebo na obrazovce počítače, pokud máme připojení CCD kameru, která snímá a převádí obraz do počítače. Také prozařovací elektronová mikroskopie má vedle konvenčních mikroskopů mikroskopy specializované. Jedním z nich je tzv. vysokovoltážní elektronový mikroskop (HVEM). Ten namísto běžných stovek voltů urychlovacího napětí používá napětí v řádu milionů voltů. Mikroskop HVEM je ve srovnání s konvenčním mikroskopem daleko větší (především díky velké nádobě s tekutým dusíkem nutným k chlazení katody) a vyžaduje velký prostor (třeba speciální budovu). Pomocí tohoto mikroskopu můžeme studovat silnější řezy a pochopit tak 3D uspořádání buněčných komponent. V moderní elektronové mikroskopii je běžnou cestou zpracování obrazu pomocí výpočetní techniky (analýza obrazu). Elektronová mikroskopie nemusí být jen statickou metodou, která popisuje struktury. Její významnou součástí pomáhající porozumět dynamickým aspektům buněčné biologie jsou například imunometody nebo metody zmrazovací. Moderní cestou je také elektronová tomografie a 3D rekonstrukce EM obrazů.

Na tomto místě bych ještě doplnil, že studium biologických objektů v elektronových mikroskopech je proces dosti zdoluhavý. Dost času zabere vlastní příprava objektů, další významný čas strávíme pozorováním a dokumentací objektů v mikroskopech. Tím ale naše práce zdaleka nekončí. Musíme ještě obraz objektů získaný v mikro-

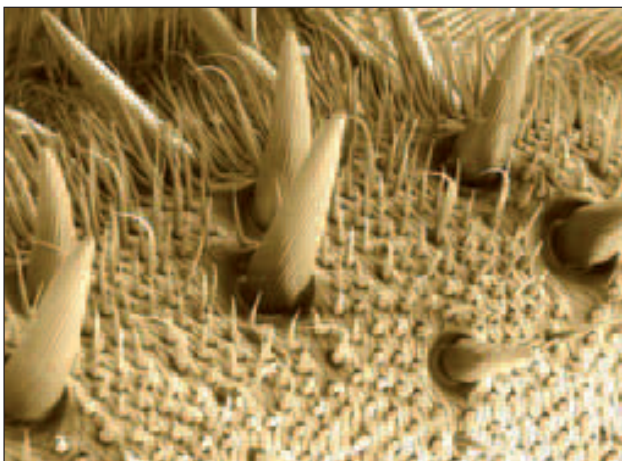


Obr. 3: Báze smyslové štětinky na hrudi mouchy masařky. Takto vypadá původní snímek (v šedé škále) nafotografovaný v rastrovacím elektronovém mikroskopu. Dokumentární fotografie.



Obr. 4: Báze smyslové štětinky na hrudi mouchy masařky. Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu softwarově vybarvená „falešnými barvami“. Vědecko-populární fotografie.

skopu vyhodnotit a identifikovat tzv. artefakty (falešné struktury vzniklé různým způsobem, které ale do přirozeného obrazu biologických objektů nepatří). Pak nás ještě čeká dlouhá cesta k pochopení stavby studované struktury a srovnávání vlastních výsledků s tím, co studovali odborníci před námi. Také se snažíme srovnat výsledky z mikroskopických studií s výsledky studia objektů pomocí dalších technik, aby byl náš pohled co nejkomplexnější. Především pochopení vztahu mezi určitou strukturou a její specifickou funkcí je velkou snahou výzkumníka. Na závěr, když sestavíme výsledky našich bádání, sepíšeme vědeckou publikaci pro některý z dobrých vědeckých časopisů.

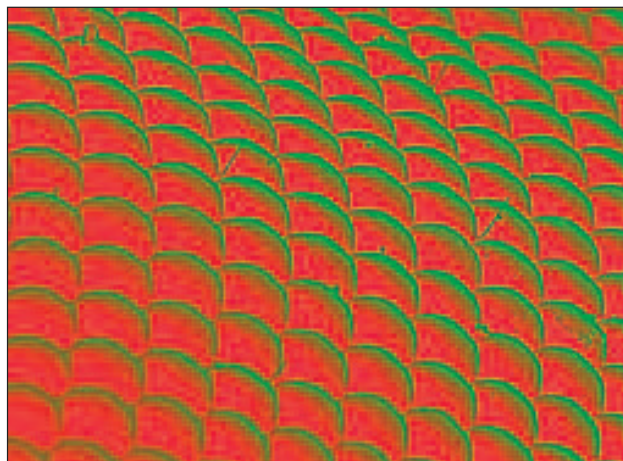


Obr. 5: Smyslové štětky na noze vosy. Rastrovací elektronový mikroskop, počítačově vybarveno.

Z výše uvedeného vyplývá, že elektronová mikroskopie je moderní vědecká metoda sloužící k velmi závažným výzkumům. Je to ale rovněž vhodná metoda prezentační, neboť její výsledky jsou vizuálně působivé a mohou oslovit nejen vědeckou, ale i laickou veřejnost. A to už je jedním ze základních úkolů popularizace vědy, tedy zpřístupnit významné výsledky výzkumu široké veřejnosti srozumitelnou formou. Výstupem vhodným k prezentaci mikroskopických bádání je fotografie. Platí zde jedno důležité pravidlo: Rozlišujeme vždy dokumentární, vědecko-populární a vědecko-výtvarnou fotografii. Vědecké (dokumentární) obrázky vykazují pouze minimální zásahy. Pokud jsou zásahy hlubší (např. pomocí speciálního software), pak je nutné takový obrázek doplnit podrobným popisem změn. Příklad vědecké fotografie z rastrovacího elektronového mikroskopu (původní obrázek je vždy v šedé škále) je na Obr.03. Vědecko-popularizační obrázky pak mohou obsahovat odůvodněné hlubší zásahy do obrazu (např. náhrada původní šedé škály elektronově mikroskopických obrazů falešnými barvami, tzv. pseudokolorizace; barva je totiž důležitým prvkem vizuálního zobrazování). Takto vybarvená fotografie (původně v šedé škále) je na Obr. 04. Poslední kategorií jsou zde výtvarné obrázky založené na vědě. Zde už je možná libovolná manipulace a výstupem nemusí být jen fotografie, ale třeba ručně zhotovený obraz. Vždy je ale třeba jasně deklarovat, o který ze jmenovaných typů zobrazení se jedná.

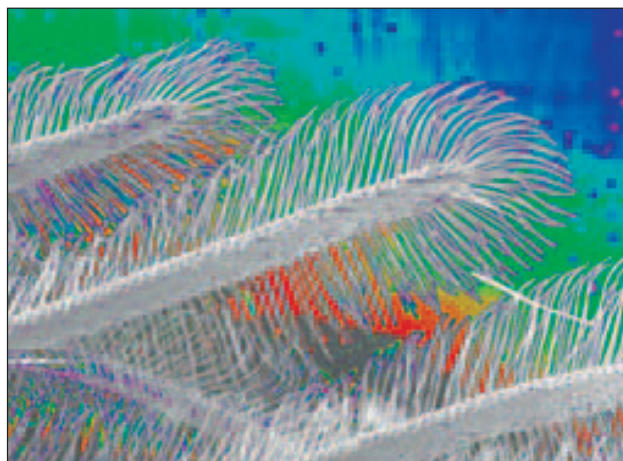
Věda používá přesné dokumentační metody na jejichž konci jsou obvykle vědecké fotografie. Jak už jsem ale naznačil, i fotografie vycházející z vědy a používané k popularizaci vědy nebo k výtvarným účelům mají svoje opodstatnění a velký význam. Dnes si to uvědomují mnozí výzkumní pracovníci v mnoha institucích v celém světě a vědecko popularizační a výtvarná fotografie je podporovaná. Set-

káváme se s ní nejen v denním tisku, knihách, různých informačních materiálech, kulturních výstavách atd., ale také třeba na čistě vědeckých konferencích, kde bývá součástí specifických prezentací. Kromě vlastní vědecké hodnoty poskytují takové fotografie často i nepřehlédnutelný umělecký zážitek. Vyjadřují například zvláštní krásu mikrosvěta. A tady už nejsme daleko od spojení vědy s uměním. To je fenomén, který je už hodně starého data. I samotní vědci zde udělali kus práce – vzpomněl bych třeba Ernsta Haeckela a jeho studia „uměleckých forem přírody“. On nám také odhalil krásu biologických objektů v optickém mikroskopu. Takových příkladů najdeme třeba jen v biologii celou řadu jak v historii, tak v současné vědě.



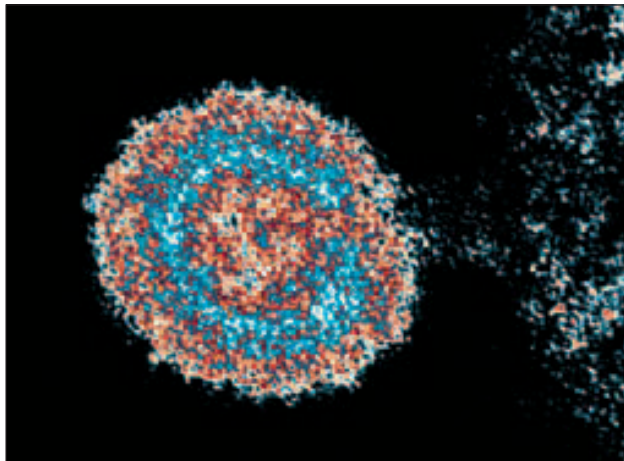
Obr. 6: Složené oči jsou u hmyzu výraznou strukturou, kterou nelze přehlédnout. Rastrovací elektronový mikroskop, počítačově vybarveno.

Během své dlouholeté práce v oboru ultrastruktura hmyzu (potažmo ale v řadě dalších ultrastrukturních studií i jiných objektů než je hmyz) doma i v zahraničí jsem měl možnost vidět v elektronových mikroskopech celou řadu zajímavých struktur, které byly nejen vědecky zajímavé, ale také esteticky velmi působivé a to tak, že bych se nebál říci, že byly krásné.



Obr. 7: Tykadla samců motýlů jsou často rozvětvená tak, aby se zvětšila plocha se smyslovými orgány, které registrují feromony samic. Rastrovací elektronový mikroskop, počítačově vybarveno.

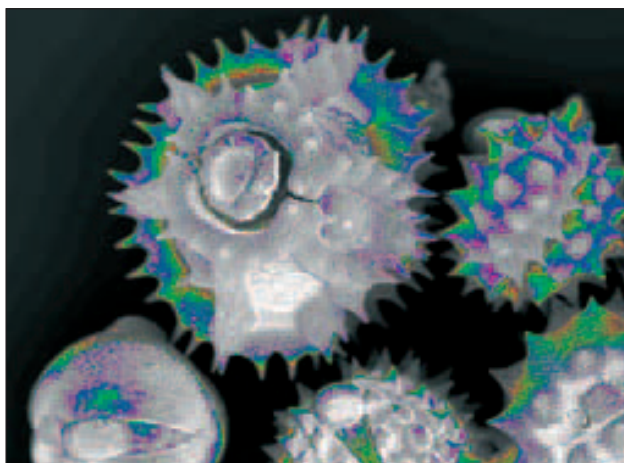
Nejčastěji to byly různé kutikulární útvary – viz Obr. 03–07. Občas jsem viděl při obrovských zvětšeních (v řádu několik set tisíc) viry – Obr. 08. Časté jsou dnes alergie, které představují typický moderní zdravotní problém. Často je způsobovány pyly, plísněmi, roztoči. Tak malými a přesto tak krásnými... Na obr. 09 a 10 jsou ukázky takových rostlinných pylů.



Obr. 8: Virus vyfotografovaný na horní hranici možného zvětšení elektronových mikroskopů. Transmisní elektronový mikroskop.

MAKROSVĚT V DIGITÁLNÍM FOTOAPARÁTU

Mikroskopické objekty, tvořící tzv. mikrosvět, vizualizujeme pomocí elektronových mikroskopů. Pak nám tu ale zbývá celá řada drobných organismů o velikosti v řádu milimetrů až centimetrů, které tvoří tzv. makrosvět. Ty můžeme dokumentovat pomocí fotografických technik. Základem těchto technik je fotoaparát – a tady se situace v posledních letech hodně změnila v souvislosti s nástu-

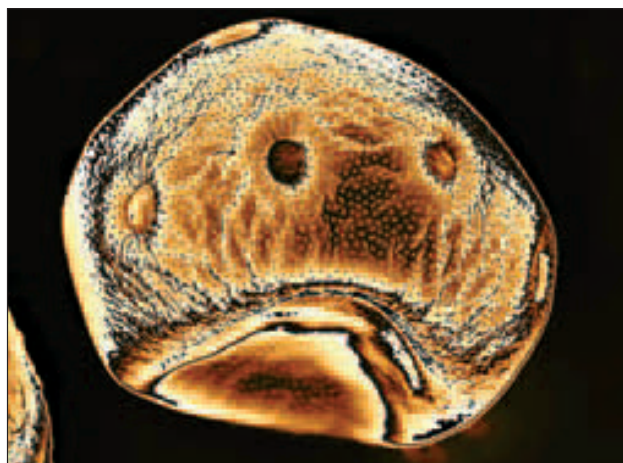


Obr. 9: Rostlinné pyly patří k tvarově zajímavým a krásným objektům. Rastrovací elektronový mikroskop, počítačově vybarveno.

pem digitální fotografie. Digitálních fotoaparátů je celá řada a velká část z nich je více či méně použitelná pro naše účely dokumentace malých organismů. Nejjednodušší jsou digitální kompak-

ty (těch je celá řada od ryze amatérských až po velmi vyspělé s řadou pokročilých funkcí). Nastavení tzv. „makra“ přímo ve fotoaparátu většinou nedává uspokojivé výsledky u fotografování hodně malých objektů a proto doporučuji pracovat s takovými kompakty, které mají možnost našroubování tubusu (dodává se k řadě kompaktních s filtrovým závitem. Na tento závít můžeme upevnit předsádkovou čočku, se kterou už dosáhneme slušného zvětšení (Obr. 11). Na předsádkové čočce nešetříme a pokud si koupíme drahou vícečočkovou předsádku, pak nám odměnou budou skvělé makrofotografie bez chromatické vady a tvarového zkreslení. Ještě bych doporučil vybírat kompaktní s možností manuálního nastavení základních funkcí včetně ostření. To nás opět posune k lepším výsledkům. Zvláštní kategorií jsou digitální zrcadlovky elektronické (EVF). Ty už se, na rozdíl od kompaktních, podobají fotoaparátům klasických tvarů. Mají řadu vyspělých možností a jsou pro naše účely velmi vhodné. Například mají na LCD panelu „živý“ obraz a některé i kroužek pro manuální ostření. Objektiv sice nemají výměnný, ale jejich pevný zoom (nejlépe stabilizovaný) je obvykle velmi kvalitní a nepráší se na čip. K nevýhodám těchto elektronických zrcadlovek patří šum při vyšších citlivostech daný malým čipem. Nejvhodnější kategorií „digitálů“ pro naše účely jsou pak digitální zrcadlovky pravé (DSLR). Mají výměnné objektivy, minimální šum díky velkému čipu, automatické i manuální ovládání řady funkcí atd. Je jich teď k dispozici celá řada od ryze amatérských až po vysoce profesionální. Pro dobrou makrofotografii lze použít jak kvalitní předsádkovou čočku, tak makroobjektiv. A využijeme celou řadu příslušenství jako jsou filtry, stativy, blesky, pouzdra atd. Zde bych zvláště upozornil na polarizační filtr v makrofotografii velmi žádoucí. Odstraňuje velmi časté odlesky jak na rostlinném podkladu, tak na organismech samotných a dodává obrazu celkový „šmrnc“. V poslední době už se objevily dokonce zrcadlovky, které dobře využijeme ve vědecké digitální fotografii. Mají čip s vyšší citlivostí k infračervenému (a některé i k ultrafialovému) světlu (Obr. 12).

Jsmo svědky neustálého objevování se nových modelů digitálních zrcadlovek, které často prolamují bariéry předchozích typů. Skokově se zvyšuje rozlišení čipu (nyní 10 MP) a tady nás jistě čeká další



Obr. 10: Rostlinné pyly patří k tvarově zajímavým a krásným objektům. Rastrovací elektronový mikroskop, počítačově vybarveno.

překvapení). Zvyšuje se i celková kvalita a vybavenost, zatímco ceny se téměř nezvyšují. Zde se ještě dočkáme řady překvapení – možnosti elektroniky jsou obrovské. Ve fotografii poslední dobou změni-

lo opravdu hodně. Ale co se rozhodně nezměnilo, je fakt, že kvalitní fotografie zůstává kvalitní fotografií. A talent pro fotografický pohled na svět je důležitý i pro kvalitní digitální fotografování.

Pro dokumentování přírody kolem nás se skoro nejvíce uplatní tzv. fotografie zblízka a makrofotografie. O nutnosti kvalitní předsádkové čočky (jako jedné možnosti příslušenství pro dobrou makrofotografii) jsem se už zmínil. Ještě bych rád upozornil na jeden mýtus – „všemocnou automatiku“. Ta je v optimální souhře faktorů výhodná, ale nezapomínejme na možnost manuálního nastavení parametrů (clona, čas, nastavení bílé atd.) a také ostření. Další mýtus je výhoda tzv. „supermakra“: fotografování „od 1 cm“. Může být, ale musí být zajištěno dobré osvětlení objektu, který je takto blízko čelní čočce – a to bývá velký problém (nemluvě o problémech s fotografováním živých a obvykle plachých objektů).



Obr. 11: Makrofotografie roupce s kořistí. Takový snímek pořídíme i jednodušším digitálním fotoaparátem s dobrou předsádkovou čočkou, jen se musíme chovat opatrně.

Ještě k předsádkovým čočkám. Představují nejjednodušší a nelevnější zařízení pro makrofotografii. Předsádková čočka umožní objektivu zaostření při menší vzdálenosti od objektu. Co je velmi důležité: Nesnižují světelnost objektivu. U silnějších čoček hrozí nebezpečí zhoršení ostrosti (hlavně v krajích) a chromatická vada. Relativně horší jsou čočky jednočočkové, lepší jsou dvou- a vícečočkové achromáty. S kvalitní předsádkou zacházíme jemně – předcházíme hrubším otřesům a pádům, jejich povrch udržujeme čistý a suchý.

Další možností jsou mezikroužky nebo prodlužovací měch (tubus). Jde o středně drahé řešení.

Při jejich použití se zvětší vzdálenost mezi rovinou filmu a optickou soustavou objektivu. Lze tedy zaostřit i na kratší vzdálenost. Mezikroužky snižují efektivní světelnost objektivu. Lze je kombinovat s předsádkovou čočkou. Lze kombinovat několik (3) mezikroužků o různé výšce.

Programové funkce zrcadlovek se někdy omezí nebo zruší.

Každý, kdo to s makrofotografií myslí vážně skončí nakonec u makroobjektivu. Je to už dražší řešení. Makroobjektivy umožňují plynulé přeostrění od nekonečna až ke vzdálenosti několika cm (kolem měřítka 1:1). Nejlepší makroobjektivy mají vysokou ostrost a kontrast.

Zůstávají zachovány programové funkce zrcadlovek včetně TTL expozice blesků a autofokusu.

Lze dosáhnout relativně velké hloubky ostrosti při použití clonového čísla např. 32 i více (na normálních objektivěch není). Nejlepší jsou objektivy s fixním ohniskem (50 mm, 105 mm, 180 mm); je zde vyso-

ká kvalita zobrazení. Pak jsou tu zoom objektivy s tzv. „makro“. Obvykle je tu mírně horší kvalita; zvětšení kolem 1:3 až 1:4.

Převrácený objektiv je další možností v makrofotografii. Vhodný objektiv připevníme pomocí speciálního adaptéru na původní objektiv fotoaparátu obráceně. Můžeme snímat ve velkém měřítku, ale nemůžeme toto měřítko měnit. Zaostřujeme změnou vzdálenosti objektivu od objektu. Clony a programové funkce aparátu jsou vyraženy. Jako převrácený objektiv jsou vhodné některé objektivy jako 50 mm, 50–100 mm, širokoúhlé objektivy, starší kinematografické objektivy a zvětšovací objektivy.

Ještě jedno, už sofistikované řešení představují kombinované objektivy (stacked lenses). Propojíme základní objektiv (třeba 200 mm) adaptačním kroužkem s obráceným objektivem (třeba 50 mm). Vhodné jsou i jednodušší objektivy. Nutné experimentování s touto netradiční kombinací ale může přinést značný profit. Možnost velkého zvětšení (více než 5:1).

Pro kvalitní makrofotografii je nutné dobré osvětlení. Příkladem použití makroblesku nebo kruhového světla.



Obr. 12: Příklad vědecké digitální fotografie – zelená fluorescenční štíra nafotografovaná v ultrafialovém světle (380 nm).

V oblasti obrazové dokumentace přírodnin existuje jedna technika, s jejíž pomocí získáme krásné fotografie a přitom k ní fotografický aparát vůbec nepotřebujeme. Máme-li doma počítač a k němu připojený stolní skener, pak máme přesně to, co k této technice potřebujeme. Většinu lidí by stěžejně napadlo, že stolní skener, který je určen pro skenování papírových dokumentů, může také zachytit obraz předmětů, které položíme na jeho skleněnou vnitřní plochu. Na tomto místě ale musím sdělit, že technika skenování přírodnin má oproti fotografii dost omezení. Se skenerem připojeným k počítači nemůžeme běhat po krajině (i když existuje přenosný skener s baterií a pamětovou kartou, který je nezávislý na počítači a se kterým do přírody můžeme). Zobrazování s pomocí skeneru je omezeno na předměty, které na něj umístíme. Dalším omezujícím faktorem je malá hloubka ostrosti. Na sklo skeneru také nemůžeme klást předměty špinavé, mokré a těžké. Přesto skener dokáže naskenovat krásné obrázky především plochých předmětů s často překvapujícím výsledkem. Příklad hmyzu skenovaného obyčejným stolním skenerem je na Obr. 13.

Výstupem z digitálního fotografování je digitální obrázek. Nutno podotknout, že jeho nafotografováním obvykle vše ještě nekončí. Je tu ještě velký prostor pro úpravu neboli počítačové zpracování obrazu. Abychom názvoslovně trochu udrželi kontinuitu s klasickou fotografií, nazýváme tento proces „digitální fotokomora“. Pře-

desílám, že i zde platí, zda chceme prezentovat výslednou fotografii jako obrázek čistě dokumentační – v tomto případě provádíme jen nejnútnejší úpravy jasu, kontrastu a podobných parametrů nebo zda jde o fotografii, kde určité výtvarné zpracování je možné – pak mohou být úpravy obrazu hlubší.

Poznámka k formátu pořizovaných obrázků určených pro počítačové zpracování. Jde-li jen o běžné práce, pak stačí JPEG (s co nejnižším stupněm komprese) nebo TIFF. Pro vážnější práce a speciálně pro obrazovou analýzu je pak doporučeným formátem RAW. Pro tyto účely není doporučený JPEG jako formát se ztrátovou kompresí. V „digitální fotokomoře“ můžeme v RAW dodatečně upravit jas a kontrast (normální, ve stínech a světlech...), barevnou teplotu, kompenzaci expozice, saturaci, ostrost obrazu, extrakci detailů, šum atd.

Software pro zpracování obrazu – to je kapitola sama pro sebe. Jsou tu programy grafické komerční jako Adobe Photoshop nebo Corel Draw, grafické shareware, grafické freeware jako GIMP atd. Pro obrazovou analýzu máme rovněž programy komerční jako Image Pro, MetaMorph, ACC Structure and Object Analyzer, Lucia, ale i freeware jako NIH, Osiris, Iris atd.

Důležitou je archivace obrazu. Dodržujeme základní postupy: a) uchovávej primární obrázky bez jakýchkoliv změn na kvalitních médiích a na bezpečném místě („obrazový trezor“); b) pracuj pouze s pracovními kopiemi pořízenými ze zálohovaných originálních obrázků; c) ukládej rozpracované obrázky v bezztrátovém formátu pro další zpracování.

V poslední době se velmi rozvíjí domácí tisk fotografických výstupů. Skládá se z vlastní přípravy obrazu, na který navazuje tisk obrázků na počítačových tiskárnách. Prudký rozvoj domácích tiskáren se zvyšující se kvalitou tisku a snižující se cenou můžeme dobře sledovat. Je zde pak jedno dilema: Vytisknout si obrázek doma nebo svěřit zpracování odborným firmám a minilabům? Udělal jsem zkušenost, že kvalita domácího tisku záleží skoro více na kvalitě papíru než na ceně tiskárny. Někdy nás mohou velmi příjemně překvapit výsledky tisku na kvalitním papíru, ale jednodušší a levnější tiskárny. Nutno vždy předem dobře vyzkoušet. Připomínám také nutnost určitého rozlišení pro tisk obrázků určité velikosti. Doporučuji zkontrolovat s jednou z řady knih vydaných u nás v poslední době. Jinak služby v této oblasti budou v budoucnosti ještě větším segmentem pro budoucí využití digitální fotografie.

Na závěr bych chtěl zmínit dostupnost informací o digitální fotografii. Je tolik už knih, našich i zahraničních, kde by se člověk mohl inspirovat. Kromě toho také existují CD-ROM disky a sborníky z domácích konferencí a další materiály. Silným informačním zdrojem je ale web (vyzkoušejte například <http://digineff.cz>, <http://www.grafika.cz>, <http://www.dpreview.com> a podobně).

Dovolte několik citací prací o digitální fotografii, které jsem publikoval v posledních letech a kde najdete další informace k výše zmíněnému:

Weyda F., 2000: Digitální fotografie v biologické laboratoři. Sborník přednášek semináře Mikroskopie 2000, Česká společnost pro vědeckou kinematografii, Praha 2000: 46–57

Weyda F., 2002: Scientific digital photography and its application to modern zoological research.

In: Tajovský K., Balík V., Piží V. (eds), Studies on Soil Fauna in Central Europe, ISB AS ČR, České Budějovice: 261–271

Weyda F., 2002: Vědecká digitální fotografie. Supplement ke sborníku Digitální zobrazování v biologii a medicíně 2001, CD-ROM disk z 31. 12. 2002

Weyda F., 2003: Vědecká digitální fotografie pro biology. Živa, 6 (Zvláštní příloha): P1–P16

Weyda F., 2004a: Freeware and shareware computer programs used in scientific digital photography. Prague Medical Report, Vol. 105 (2): 204–205

Weyda F., 2004b: Digitální makrofotografie – objevování miniaturních světů. Magazín ze Šumavy, 8 (6): 4–5

Weyda F., 2006: Fotografie hmyzu a drobných členovců. Moderní včelař, 3: 15–18

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Dr. Ing. Ludvíku Tvarůžkovi za svědomitě připravenou výstavu a velmi přátelskou komunikaci i skvěle zorganizovanou vernisáž v prostorách Zemědělského ústavu Kroměříž, s.r.o. Kolektiv pracovníků Laboratoře elektronové mikroskopie Parazitologického ústavu BC AV ČR v Č. Budějovicích děkuji za spolupráci v oboru elektronová mikroskopie.



Obr. 13: Příklad hmyzu (mandelinka bramborová) naskenovaného v běžném stolním skeneru. Obrázek vlevo – posun při umístění brouka na kraji skenovací plochy. Obrázek vpravo – brouk umístěný uprostřed skenovací plochy. (Všechny foto: autor článku)

OBILNÁŘSKÉ LISTY – vydává:

Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o.,
Společnost zapsána v obchodním rejstříku
vedeném Krajským soudem v Brně, oddíl C, vložka 6094,
Vedoucí redaktor: Dr. Ing. Ludvík Tvarůžek
Adresa: Havlíčkova ulice 2787, PSČ 767 01 Kroměříž,
tel. 573 317 141,-138, fax 573 339 725,
e-mail: vukrom@vukrom.cz
ročně (4 čísla), náklad 6 000 výtisků,
tisk: tiskárna AlfaVita, Marcela Formanová,
Postoupky 168, 767 01 Kroměříž
MK ČR E 12099, ISSN 1212-138X.