

Pomocí přímé transfekce miRNA byly vytvořeny iPSC z lidských a myších mezenchymových buněk tukové tkáně (ACS, Adipose Stromal Cell) a fibroblastů bez vektorů a genomové integrace.

Malé molekuly

Transkripční faktory (jeden i více) mohou být nahrazeny malými molekulami, jak se obecně označuje skupina nízkomolekulárních látek inhibujících nebo aktivujících specifické signální dráhy. Část z nich hraje důležitou úlohu v udržení sebeobnovy a pluripotence, jiné mohou navodit diferenciaci (obr. 5C). Malé molekuly jsou cíleně zaměřené na dráhy, které regulují epigenetické reprogramační změny a buněčné procesy, mohou zesílit účinnost reprogramování nebo i plně nahradit některý z transkripčních faktorů. Při testování 16 malých molekul samostatně nebo v kombinaci na myších krevních progenitorech a myších embryonálních fibroblastech (MEF buňkách) během reprogramování pomocí čtyř TF (OSKM) bylo dosaženo nejlepších vý-

sledků za kombinace vitamínu C s inhibítorem kinázy GSK3-beta (Ascorbic acid + GSK3-beta inhibitor – AGI). Docházelo k rychlému, zvýšenému a synchronnímu formování iPSC. Myší iPSC byly také úspěšně vytvořeny za přítomnosti pouze jednoho faktoru Oct4 a směsi čtyř malých molekul (blíže Li a kol. 2011).

Závěrem

Kmenové buňky přinášejí velkou naději pro regenerativní medicínu a buněčnou terapii. Indukované pluripotentní buňky lze vytvořit na míru každému pacientovi a vyhnout se tak transplantaci cizorodých buněk – jejich široký diferenciální potenciál umožňuje nahrazení mnoha buněčných typů. Pro úspěšné využití buněk k terapeutickým účelům ale musíme překonat ještě mnoho problémů. V tomto dílu jsme si pouze stručně popsali historii výzkumu indukované pluripotence a metody přípravy iPSC. K zaručení bezpečnosti buněk pro pacienta je nezbytné zajistit jejich plné reprogramování, zároveň se však vyhnout

trvalé genetické modifikaci, která by mohla vést k tvorbě nádoru. Jak bylo popsáno výše, účinnost reprogramování lze zařídit kombinací ektopických genů, využitím malých molekul nebo miRNA. Nové metody doručení reprogramačních faktorů dávají možnost vyhnout se trvalé modifikaci genomu a rizikům jejich dlouhodobé ektopické exprese.

Pro potvrzení, zda proběhlo reprogramování z unipotentního do pluripotentního stavu správně, je třeba buňky dále charakterizovat. Na charakterizaci iPSC a jejich praktické uplatnění nejen v základním výzkumu, ale i v oblasti aplikované farmakologie, a na možné využití v regenerativní medicíně se zaměříme v příštím dílu.

Výzkum financuje Národní program udržitelnosti (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, č. LO1609) a Program inter-ní podpory projektů mezinárodní spolupráce Akademie věd ČR (č. M200450971).

Použitá literatura uvedena na webu Živy.

Pavel Pecháček

Ultrafialový svět rostlin III. Neviditelná pestrost květů – evoluce a význam UV znaků

V druhé části seriálu (Živa 2016, 3: 107–110) jsme se zaměřili na různorodost v ultrafialové podobě některých našich nejnámějších druhů rostlin. Tím jsme však možnosti UV vzorů zdaleka nevyčerpali, jak ukazují zástupci dalších čeledí, vyobrazení v tomto článku. Třetím dílem seriál končí, pokusím se tedy na závěr zhodnotit, co nám UV fotografie rostlin ukazují a jak bychom mohli získané informace využít v budoucím výzkumu. Ultrafialové vzory na květech rostlin totiž nemusejí být důležité pouze ve vztahu k opylovačům, ale i z hlediska ochrany před škodlivými účinky UV záření.

Následující čeledi navazují na minulý díl, který jsme ukončili mákovitými (*Papaveraceae*). Fotografované rostliny byly sbírány od dubna do června 2015, a to v blízkém okolí Prahy, protože bylo nutné využít co nejčerstvější květy. V článku se pak zaměřuji na představení zcela běžných druhů krytosemenných rostlin, které byly na daných lokalitách k dispozici.

● Brukvovité (*Brassicaceae*)

Jediným zástupcem v tomto přehledu je barborka obecná (*Barbarea vulgaris*, viz obr. 1 a 2). Ačkoli jsou její květy na fotografii poměrně malé, na první pohled vidíme, že korunní lístky intenzivně odrážejí ultrafialové světlo. Zdá se navíc, že podobně jako některé květy popsané v minulém dílu má prostřední část koruny UV-ab-

sorpční, což dává vzniknout typickému kontrastu, který jinak ve viditelné oblasti spektra chybí. Na základě jediného druhu nelze dělat obecné závěry, přesto snímek barborky napovídá, že čeleď brukvovitých si do budoucna zaslouží pozornost.

● Třezalkovité (*Hypericaceae*)

Podobný vzor jako v předchozích čeledích najdeme také u třezalky tečkové (*Hypericum perforatum*) – nápadně UV-reflektantní korunní lístky a oblast generativních orgánů, která světlo těchto vlnových délek naopak pohlcuje. Květy třezalky jsou zajímavé tím, že obsahují dva typy pigmentů zodpovědných za absorpci ultrafialového světla, přičemž jeden z nich by mohl mít zároveň ochrannou funkci. K tomuto fenoménu se později ještě vrátíme.

● Slézovité (*Malvaceae*)

Koruna obou fotografovaných zástupců čeledi vykazuje určitou míru UV reflektance. Co bychom u slézu přehlíženého (*Malva neglecta*) viděli pouze v náznaku, je mnohem nápadnější na květu slézu lesního (*M. sylvestris*, obr. 3 a 4), který odráží UV paprsky poměrně intenzivně. Žilnatina patrná i ve viditelném světle tyto paprsky naopak pohlcuje. Kresba květu v UV světle se tím sice neodlišuje od té viditelné, je ale bezpochyby kontrastnější a pro opylující hmyz tak zřejmě i nápadnější.

● Kakostovité (*Geraniaceae*)

Květ kakostu smrdutého (*Geranium robertianum*) zajímavý vzor neukázal a UV světlo spíše pohlcoval, než odrážel.

● Miříkovité (*Apiaceae*)

Jediný zástupce v mém výběru – kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*, obr. 5 a 6) – rovněž nepřinesl velké překvapení, jeho bílé květy byly výrazně UV-absorpční.

● Toješťovité (*Apocynaceae*)

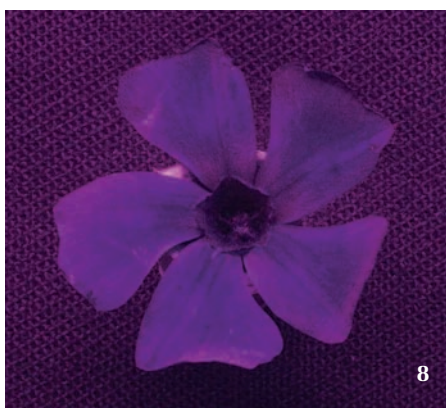
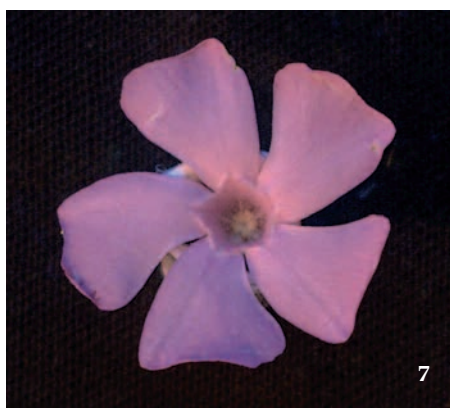
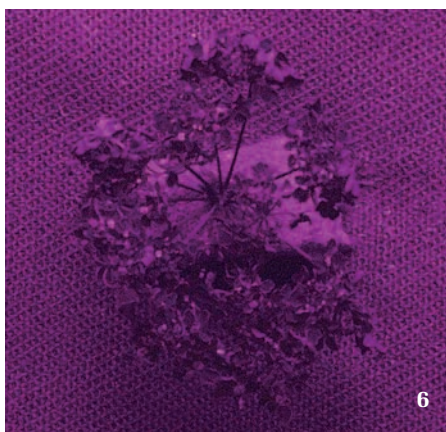
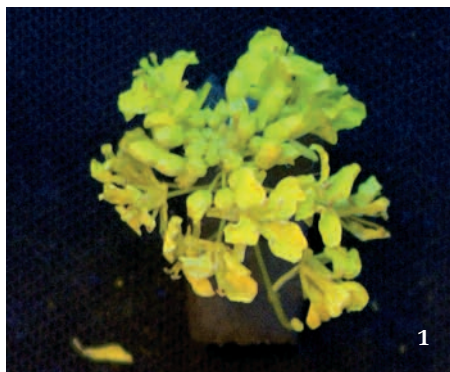
Brčál menší (*Vinca minor*, obr. 7–9), běžně pěstovaný pod názvem barvínek menší, nenesl žádný charakteristický UV vzor a jeho koruna, podobně jako např. u kakostu, odráží jen menší část ultrafialového světla. Zajímavé však je, že spodní strana brčálu se na UV fotografii jeví zřetelně světlejší, odráží více světla než vrchní část květu, podobně jako růže šípková (*Rosa canina*) představená v minulém dílu.

● Svlačcovité (*Convolvulaceae*)

Čeď zastupoval jen opletník plotní (*Calyptegia sepium*), jehož bílé květy byly v ultrafialovém světle výrazně UV-absorpční, a to z vnější i vnitřní strany.

● Hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Tato čeď se ukázala jako velmi zajímavá. Na obr. 13 a 14 nahoře uprostřed vidíme (zleva doprava) květ hluchavky bílé (*Lamium album*), pitulníku žlutého (*Galeobdolon luteum*) a h. nachové (*L. purpureum*).



1 a 2 Dvojice snímků (i na následujících obr.) srovnávají vzhled květů nebo květenství vybraných druhů ve viditelné (vždy vlevo) a ultrafialové části spektra (vpravo). Vzory jsou blíže charakterizovány v textu. Zde barborka obecná (*Barbarea vulgaris*) **3 a 4** Kresba na korunních lístcích slézu lesního (*Malva sylvestris*) se stává v UV světle ještě výraznější. **5 a 6** Kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*) – jeho bílé květy naopak UV paprsky do značné míry pohlcují. **7 až 9** Brčál menší (*Vinca minor*). Horní strana květu (obr. 8) odráží mnohem méně UV záření než ta spodní (9).

Jde o snímky sušených exemplářů, proto není kontrast tak jasný jako u čerstvých. Na první pohled zaujme, že pitulník má výrazně UV-reflektantní vzhled, kdežto obě hluchavky nelze v ultrafialovém světle téměř rozeznat. V tomto případě je tedy druh s fialovým květem ještě více UV-absorpční než ten bílý.

Pozorovaná variabilita/absence variability opět svádí k úvahám o významu tohoto zbarvení. Všechny tři druhy se navíc často vyskytují pohromadě na jedné lokalitě, což nám dává příležitost experimentálně ověřit, jakou roli hraje zbarvení pro opylující hmyz. Běžně se uvádí, že žlutá barva je statisticky nejatraktivnější, což by se zde dalo snadno sledovat. Díky UV fotografii však už víme, že případná preference by mohla být způsobena ultrafialovým zbarvením pitulníku. S touto informací bychom vhodnou manipulací (aplikací UV-absorpčního roztoku na květ) dokázali zaručit, aby se v UV světle jevil stejně jako oba druhy hluchavek, a pozorovat, zda případný trend přetrvává. Bylo by jistě nutné zohlednit i jiné faktory, např. morfologickou odlišnost květů pitulníku, zda opylující hmyz vůbec případnou tvarovou odlišnost zaznamenává a jestli se získané informace promítnou do jeho chování.

● Hvězdicovité (*Asteraceae*)

Jako poslední si v ultrafialovém světle představíme čeled hvězdicovitých. Opět jsem se zaměřil na některé z nejběžnějších druhů. Začneme sedmikráskou chudobkou (*Bellis perennis*, obr. 10 a 11). Její květenství (úbor) sice postrádá plochy výrazně odrážející UV paprsky, přesto však okamžitě upoutá zajímavý vzor, který vzniká mezi značně UV-absorpčními trubkovitými květy uprostřed a částečně UV-reflektantními jazykovitými květy po obvodu. A ze spodní strany jazykovité květy (bílé!) dokonce jasně odrážejí mnohem více UV záření. K možným příčinám tohoto fenoménu, patrného i u některých dalších rostlin, se opět ještě vrátíme v úplném závěru.

Podobně bychom mohli charakterizovat i rmen rolní (*Anthemis arvensis*), jehož spodní strana úborů odráží UV paprsky ještě o něco silněji než u sedmikrásky. Zcela UV-absorpční jsou trubkovité květy heřmánku terčovitého (*Matricaria discoidea*). Jeho zakrnělé jazykovité květy však opět zesponu UV záření nápadně odrážejí.

Zajímavý pohled skýtá ultrafialová podoba čekanky obecné (*Cichorium intybus*). Jak tomu bylo již u mnoha představených druhů, čekanka v UV spektru ukazuje intenzivně UV-absorbující střed úboru, který postupně přechází do nápadně reflektujících jazykovitých květů na okraji.

Za nejpoutavější v UV části spektra považuji zástupce rodu pampeliška (*Taraxacum* sekce *Taraxacum*, obr. 12). Ve viditelném světle se nám jeví jednoduše žlutá, až při bližším pohledu si všimneme, že uprostřed úboru z jazykovitých květů je odstín žluté mírně tmavší. Rozhodně bychom ale u této všudypřítomné rostliny nečekali vysoce kontrastní vzory, tedy až do zviditelnění její podoby v UV světle. Prostřední část květenství výrazně pohlcuje světlo ultrafialových vlnových délek, zatímco s postupným vzdalováním od středu vzrůstá schopnost UV světlo odrážet.

Herbářové exempláře a jejich uplatnění

Převážně obrazovou část uzavřeme zastavením u potenciálního využití herbářového materiálu ke studiu UV vzorů. O této možnosti psal již v 70. letech 20. stol. průkopník tohoto výzkumu rostlin Thomas Eisner (Eisner a kol. 1973), a proto jsem se rozhodl ji otestovat současnou technikou. Kromě mochny jarní (*Potentilla verna*), zmíněné v předchozím dílu, jsem se podíval i na několik dalších druhů. Fotografie (obr. 13 a 14) dokládají, že základní charakter květu nebo květenství zůstává shodný – typický kontrast mezi středem a okrajem květu. Nicméně intenzita, s jakou povrch UV světlo odráží či pohlcuje, se značně snižuje. Dobře je to vidět u hluchavek a pitulníku – v čerstvém stavu se výrazně liší, zatímco herbářové exempláře vykazují mnohem menší mezidruhový rozdíl v odstínu (UV absorpci/reflektanci).

V případech vzácnějších a z jiného důvodu hůře dostupných rostlin tedy lze využít také herbářový materiál. Výhodou je i možnost otestovat poměrně snadno větší množství květů, díky čemuž lze vybrat modelové druhy pro následný výzkum. Snímky lisovaných a sušených květů tak mohou sloužit spíše jako orientační a k podrobnějšímu studiu UV znaků se lépe hodí čerstvé rostliny. Pro svůj experiment jsem použil čerstvě usušené a vylisované exempláře, nejvýše dva měsíce staré, přesto nelze vyloučit, že v průběhu času dochází k degeneraci pigmentů reagujících na ultrafialové světlo, popřípadě tlakem i k destrukci struktur odpovědných za odraz UV paprsků. Možná právě z toho důvodu pozorujeme na obr. 13 a 14 relativně malé rozdíly v míře UV reflektance.

Závěry a východiska pro interpretaci UV vzorů

Na snímcích zhruba 15 druhů (některé další najdete na webové stránce Živy) jsme si ukázali, že se ultrafialová podoba květu nemusí vždy shodovat s tím, jak se rostlina jeví našemu zraku. Fotografie zobrazují značnou rozmanitost, ať už jde o intenzitu, s níž je UV světlo absorbováno/reflektováno, nebo o vzory patrné pouze v této části spektra. Květy určitých barev navíc bývají častěji UV-reflektantní (obzvláště žluté), kdežto jiné téměř výhradně UV-absorpční (bílé). Tento trend ale rozhodně není pravidlem. Výsledky se však shodují s pracemi dalších badatelů, jako byl výše zmíněný F. E. Lutz (1924) a později L. D. Guldberg a P. R. Atsatt (1975), kteří prozkoumali na 300 rostlinných druhů z 61 čeledí.

Ještě zřetelněji než souvislost barvy květu s mírou pohlceného UV záření se projevoval v podstatě pravidelný vzorec v míře UV reflektance mezi různými částmi květu. Nezřídka jsme si mohli všimnout, že kontrast mezi středem a okrajem bývá charakterizován výrazně UV-absorpční oblastí v prostoru, kde se nacházejí generativní orgány, a více či méně UV-reflektujícím zbytkem květu nebo květenství.

Co stojí za zjištěnou rozmanitostí?

Nyní si řekneme, proč by takový vzor mohl být přitažlivý pro opylovače a jestli vysvětlení pozorovaných charakteristik nezbytně souvisí s opylujícími živočichy.



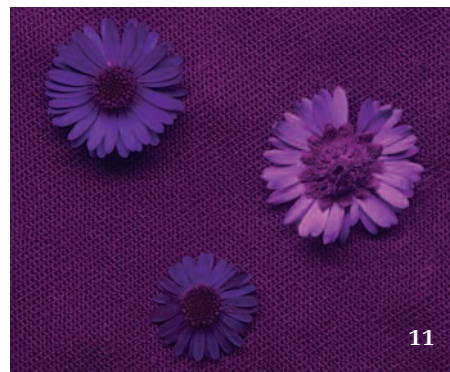
• Signalizace

Ultrafialové znaky na květech rostlin bývají tradičně vnímány především jako signály pro opylující hmyz a rozmanitost barevného vzezření květů jako výsledek evolučního boje mezi rostlinami o co nejlákavější vzhled, resp. snahy využít takový typ zbarvení, na který je zrak preferovaného opylovače citlivý (Straka 2003). Není tedy překvapivé, že u rostlin běžně nacházíme také UV vzory. Ultrafialová sice představuje pouze další z řady barev, ale pro některé živočichy je zajímavější než barvy z jiné oblasti spektra. Zmírně např. lapače k hubení hmyzu využívající UV světlo nebo použití UV lampy při lovu nočních motýlů. Někteří motýli, ale i další živočichové mají fotoreceptory pro vnímání UV paprsků dokonce výrazně citlivější než barvy z jiné oblasti spektra. Zmírně např. lapače k hubení hmyzu využívající UV světlo nebo použití UV lampy při lovu nočních motýlů. Někteří motýli, ale i další živočichové mají fotoreceptory pro vnímání UV paprsků dokonce výrazně citlivější než barvy z jiné oblasti spektra. Zmírně např. lapače k hubení hmyzu využívající UV světlo nebo použití UV lampy při lovu nočních motýlů.

Obzvláště u žlutě kvetoucích rostlin (or-sej jarní – *Ficaria verna*, pryskyřníky – *Ranunculus* spp., blatouch bahenní – *Caltha palustris*, zástupci rodu pampeliška nebo různé druhy mochen) je nápadný již zmíněný vzor UV-absorpčního pole lemovaného UV-reflektantní plochou. Tento jev se v angličtině označuje termínem bull's eye, který značí střed terče nebo zásah do černého. Předpokládá se, že tyto kontrastní vzory (tzv. nectar guides) hrají významnou úlohu při lákání opylovače a jeho snadné navedení na střed květu s generativními orgány. Zajímavé je, že tyto vzory se v případě žlutých květů nacházejí především u druhů opylovaných hlavně hmyzem, kdežto rostliny opylované ptáky mají květy celkově spíše UV-absorpční (Papiorek a kol. 2016).

Z toho můžeme usuzovat, že pro včely, případně další blanokřídlé (Hymenoptera) opylovače, bude kontrastní vzor z hlediska vyhledávání potravy důležitý, na rozdíl od ptáků. Pro vysvětlení může být podstatné, že pyl je díky obsaženým flavonoidům značně UV-absorpční. Jelikož pyl tvořil původně jedinou odměnu/potravu poskytovanou opylovači, evoluce mohla dát vzniknout chování vedoucímu k upřednostňování kontrastnějších květů, které zaručovaly více potravy ve formě pylu. Některé evolučně odvozenější rostliny tak mohou pouze využívat vrozené chování opylovače imitováním takového kontrastu pomocí UV-absorpčních a UV-reflektantních ploch na svých květech.

V souvislosti s popisovanými znaky si připomeňme obecně přijímanou hypotézu o přitažlivosti žlutých květů pro opylovače.



10 a 11 Úbory sedmikrásky chudobky (*Bellis perennis*) z horní i spodní strany
12 Úbor pampelišky (*Taraxacum*) v UV světle

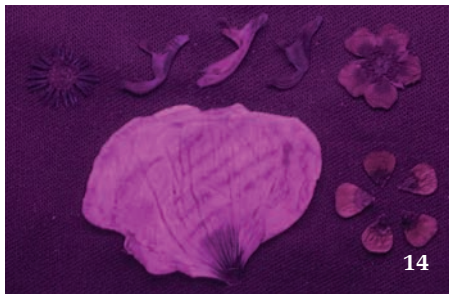
13 a 14 Podoba sušených květů/květenství vybraných druhů ve viditelné (obr. 13) a UV části spektra (14). V horní řadě zleva sedmikráska chudobka, hluchavka bílá (*Lamium album*), pitulník žlutý (*Galeobdolon luteum*), hluchavka nachová (*L. purpureum*) a mochna plazivá (*Potentilla reptans*); ve spodní řadě mák vlčí (*Papaver rhoeas*) a pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*). Snímky P. Pecháčka

Žluté květy rovněž patří mezi nejčastější nositele dobře patrných ultrafialových vzorů. Stojí tedy za zmíněnou přitažlivostí opravdu žluté zbarvení, nebo spíše UV vzory, případně kombinace obojího?

Naopak na bílých květech nacházíme UV-reflektantní prvky pouze výjimečně. Jak jsme uvedli v první části seriálu (Živa 2016, 2: 64–65), bílá barva vzniká, když povrch rovnoměrně odráží světlo celého barevného spektra. Přesto u bílých květů běžně pozorujeme silné pohlcování UV paprsků. K objasnění by nás mohl přiblížit podobný případ u motýlů, konkrétně u několika bělásků rodu *Pieris*. Uvádí se, že bělost jejich křídel vzrůstá úměrně s množstvím obsažených UV-absorpčních pigmentů, které jsou pro svou nákladnost považovány za znak nositelovy kvality. Pro samici běláška představuje bělost/UV absorpce křídla znak, který zohledňuje při výběru partnera. Nelze tedy vyloučit, že bílé kvetoucí rostliny zase pouze využívají existující preference některých druhů hmyzu. Opět si ale můžeme připomenout, že silně UV-absorpční mohou být i květy jiných barev, z bobovitých (*Fabaceae*) např. žluté květy štirovníku růžkatého (*Lotus corniculatus*, viz Živa 2016, 3). Přítomnost UV-absorpčních pigmentů totiž nezvyšuje pouze bělost bílých květů, ale obecně se podílí na spektrální čistotě barvy daného povrchu.



13



14

● Ochrana

U výrazně UV-absorpčních druhů rostlin se zdůrazňuje, že pigmenty pohlcující ultrafialové světlo chrání květ a jeho části před UV zářením, které může mít degenerativní účinky. To by vysvětlovalo, proč největší koncentraci UV-absorpčních pigmentů obvykle nalézáme v oblasti generativních orgánů květu, tedy i v pylových zrnech. Zmiňme, že u některých rostlin se ukázal značný rozdíl v UV reflektanci mezi vrchní a spodní částí (sedmikráska chudobka, jahodník trávniče – *Fragaria viridis* ad.). Může jít o doklad ochrany květu pomocí pigmentů pohlcujících ultrafialové záření. Tyto pigmenty jsou logicky soustředěny ve vrchní části květu, přímo vystavené působení slunečního záření. Ale nabízí se také hypotéza, že ochranný význam má i UV-reflektantní spodní část, která je slunečním paprskům vystavena v době vývoje květu.

Vše ale může být docela jinak. Pigmenty pohlcující UV paprsky by mohly mít u některých rostlin dvojí úlohu. U třezalky kalíškaté (*H. calycinum*) existují dvě kategorie pigmentů zodpovědných za její vzhled a zdá se, že na housenky, které ji požírají, působí jedna z nich jako toxin. To by vysvětlovalo, proč se pigmenty koncentrují v generativních orgánech a jejich okolí (Gronquist 2001). Otázkou zůstává, zda daný typ pigmentu obsahují i další rostliny s podobným vzorem, nebo pouze třezalka.

● Náhoda nebo nutnost

Za zmíněnými trendy mohou v některých případech stát i přirozené faktory či omezení spojená s daným typem pigmentu. Teoreticky může být UV reflektance žlutých květů důsledkem skutečnosti, že pigmenty způsobující žluté vzezření mají ve srovnání s jinými zvýšenou schopnost odrážet UV paprsky, případně se pojit se strukturami odrážejícími UV záření. Taková schopnost by mohla být podmíněna např. prostorovým uspořádáním pigmentů. Častý výskyt UV reflektance u žluté kvetoucích rostlin by tak byl pouze vedlejším produktem „žlutých“ pigmentů.

● Kombinace více faktorů

Jak to tak bývá, pravda se nejspíš skrývá někde uprostřed. Dobrý smysl dává např.

představa, že rostliny původně využívaly flavonoidy a podobné UV-absorpční látky pro ochranu pylu nebo dalších částí květu, a jejich opylovači citliví na UV světlo se naučili podle takového znaku rozpoznávat rostliny s největším množstvím pylu. Výsledný kontrast může být dán postupnou evolucí hnanou soupeřením rostlin o neúspěšnější lákání opylovače, přičemž dnes už tento kontrast s množstvím pylu souviset ani nemusí, jak bylo naznačeno výše.

UV fotografie ve studiu rostlin

Při využití tohoto typu snímků si musíme uvědomit, že nezohledňujeme zbarvení zkoumaných povrchů v celém barevném spektru a zvolený postup nám proto umožňuje zkoumat jen určitý výsek skutečnosti.

● Vliv prostředí na expresi UV vzorů

Na tomto místě připomeňme náš předchozí článek pojednávající o tom, jak životní prostředí jedince (žlutáaska řešetlákového – *Gonepteryx rhamni*) ovlivňuje míru exprese jeho UV vzorů (viz Živa 2013, 2: 79–81). Ačkoli nyní hovoříme o rostlinách, testovatelné hypotézy lze formulovat podobně. U motýlů jsme předpokládali, že vzory patrně v UV světle jsou pro nositele nějakým způsobem nákladné, např. z hlediska nutnosti vystavět mikrostrukturu odrážející UV světlo, nebo syntetizovat pigmenty zajišťující jeho pohlcování. S využitím UV fotografie by šla sledovat míra exprese UV vzorů u rostlin vybraného druhu v závislosti na podmínkách prostředí. Tak by se dalo zjistit, zda UV znaky reagují na prostředí, zda mohou dokonce sloužit jako indikátory kvality prostředí. Ale je i možné, že tvorba UV vzoru není pro rostlinu o nic nákladnější než jakékoli jiné zbarvení.

Ultrafialové vzory nicméně nemusejí fungovat pouze jako měřítko dostupnosti zdrojů či prostředek signalizace opylovači. Jak již bylo zmíněno, některé výzkumy ukázaly na značný ochranný význam rostlinných flavonoidů, intenzivně pohlcujících UV paprsky. Hypotéza jejich ochranné funkce by se dala otestovat porovnáním míry UV absorpce u rostlin, které pocházejí ze stanovišť lišících se v množství dopadajícího ultrafialového světla. Připomeňme, že množství UV paprsků dopadajících na zemský povrch se obecně zvyšuje od pólů k rovníku a s rostoucí nadmořskou výškou (existují lokální výkyvy způsobené např. narušením ozonové vrstvy). Proto by rostliny vybraného druhu rostoucí blíže rovníku nebo ve větší nadmořské výšce měly obsahovat více UV-absorpčních pigmentů.

Z hlediska signalizace opylovači by bylo dobré sledovat, zda vzory na rostlinách stejného druhu odrážejí při menším množství dopadajícího UV světla intenzivněji (s vyšší účinností), aby bylo dosaženo dostatečné atraktivnosti pro opylovače, aby se zachovala funkce UV znaků coby vodítek ke generativním orgánům květu.

Fotografování v UV světle poskytuje především informaci o celkovém charakteru ultrafialových vzorů, v testování naznačených hypotéz by však tento přístup mohl být hlavně rychlým prostředkem k získání předběžných výsledků nebo vytipování vhodných modelových druhů. Pro důklad-

nější průzkum jsou vhodnější jiné přístupy (spektrální analýza, měření obsahu UV-absorpčních pigmentů apod.).

● Další možnosti

Čtenáře pravděpodobně napadají i další možnosti, jak uplatnit UV fotografii při zkoumání rostlin. Výše je zmíněno potenciální využití ultrafialových vzorů v taxonomii, o němž v 70. letech referovali A. Horovitz a Y. Cohen (1972) či T. Eisner a kol. (1973). Nepochybně by bylo zajímavé podívat se např. na masožravé rostliny a ověřit, zda také u nich hraje UV světlo nějakou roli při lákání hmyzu. A nabízejí se i další otázky. Jak je to třeba s UV-reflektantními vlastnostmi vyvíjejících se květů? Mění se během vývoje jejich UV vzory, a tím atraktivita pro hmyz? Pro srovnání, někteří pěvci rozeznávají na základě míry UV reflektance zralost plodů brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*, Siitari a kol. 1999).

Cílem tohoto textu bylo upozornit na dosud nedostatečně prozkoumanou oblast poznání, a snad inspirovat k jinému pohledu na komunikaci mezi rostlinami a opylovači, nebo dokonce k využití metody ve vlastním výzkumu.

Místo závěru zpátky k motýlům

V tomto seriálu jsme se zabývali mimo jiné otázkou, jak rostliny uplatňují ultrafialové vzory při komunikaci s opylovačem, kterého za odměnu v podobě pylu či nektaru využívají pro vlastní rozmnožování. Možná si ale vzpomenete na případ modráska jehlicového (*Polyommatus icarus*) zmíněný v jednom z předchozích článků (Živa 2013, 2: 79–81). Samice tohoto motýla jsou pro samce tím atraktivnější, čím méně UV světla odrážejí světlé plochy na jejich křídlech. Intenzita UV reflektance těchto polí závisí primárně na množství rostlinných flavonoidů, které motýl ve stadiu housenky získá z živné rostliny. Víme už, že flavonoidy patří mezi běžné rostlinné pigmenty a vyznačují se vysokou UV-absorpční schopností. Housenka motýla si tyto látky přijaté z potravy ukládá a následně využívá během metamorfózy ke stavbě křídla. Čím kvalitnější má motýl potravu, potažmo čím více flavonoidů z živné rostliny získá, tím více UV světla dané plochy na křídle dospělého motýla absorbují. Tento signál se tedy může uplatnit při výběru vhodného partnera. Nemohla by však i v případě uvedeného modráska míra UV absorpce značit kromě úspěšnosti v získávání potravy také celkově větší množství flavonoidů v těle samice? V důsledku by to zaručovalo lepší ochranu vajíček (díky flavonoidům uloženým v pokožce), která se samec chystá oplodnit. Ale to už je pouze malé nastínění, jak mohou určité fenomény propojovat svět rostlin a živočichů, nemluvě o tom, že pigmenty ve fotoreceptorech různých druhů živočichů mají prekurzory v látkách a pigmentech pocházejících právě z rostlin.

Článek vznikl v rámci projektu č. 764313 podpořeného Grantovou agenturou Univerzity Karlovy.

Použitá literatura a snímky některých dalších druhů jsou uvedeny na webové stránce Živa.