

Návrat Julia Sachse (1832–97)

Dne 6. května 2014 byl před budovou Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze ve Viničné ulici pod záštitou děkana fakulty prof. Bohuslava Gaše, odhalen pomník Juliu Sachsovi. Jako doprovodná akce se téhož dne odpoledne na Novoměstské radnici uskutečnilo kolokvium Julius Sachse, zakladatel moderní rostlinné fyziologie, jež zaštitil prorektor Univerzity Karlovy doc. Jan Konvalinka. Večer pak následovala v sídle Akademie věd ČR na Národní třídě vernisáž výstavy Julius Sachse a počátky rostlinné fyziologie, za přítomnosti a s egidou předsedy Akademie věd prof. Jiřího Drahoše.

Slavnostní pořad se stal vyvrcholením několikaleté aktivity České společnosti experimentální biologie rostlin (ČSEBR), jež byla i garantem realizace. Na té se dále podílela katedra experimentální biologie rostlin PrF UK v Praze, ústavy Akademie věd ČR (Botanický ústav, Masarykův ústav a Archiv, Ústav experimentální botaniky), Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., a katedra fyziologie rostlin České zemědělské univerzity v Praze. Mladistvou Sachsovu podobu připomínající jeho pražské působení vytvořil podle předlohy zřejmě od Josefa Mánesa sochař Jindřich Zeithamm z Akademie výtvarných umění v Praze.

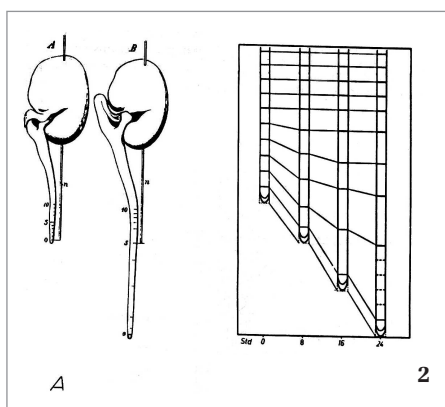
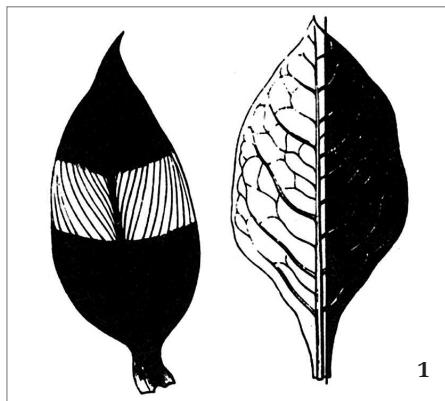
Čeští rostlinní biologové uctili památku nezpochybnitelné, byť v poválečném období u nás opomíjené významné osobnosti dějin přírodních věd. Připomněli Sachsův pražský pobyt v letech 1851–59, který byl spojen se založením rostlinné fyziologie jako vědního oboru a který posloužil jako start jeho světové proslulosti. Toto číslo *Živy* obsahující příspěvky z uvedeného kolokvia (str. 146–150 a LXXII–LXXVIII) se snaží zaplnit bílá místa, jež v domácím prostředí v životopise J. Sachse existují. Autoři článků se soustřeďují na jeho vztah k Janu E. Purkyňovi (v tomto kontextu uvedme i článek zveřejněný v *Živě* 2011, 5: LXXI–LXXII), který ho do Prahy přivedl, i na vnímání Sachsova dědictví Bohumilem Němcem, který byl domácím pokračovatelem jeho dědictví založením české rostlinné fyziologie. Ukazují také, co bylo předmětem Sachsovy pražské experimentální činnosti a promítají jeho odkaz do rámce rozvoje oboru v druhé polovině 19. století.

Jan Krekule

Julius Sachs – pražské experimentování soukromého docenta

V r. 1856 J. Sachs obhájí doktorské teze, opouští Purkyňův Fyziologický ústav v Praze a pronajímá si byt v Myslíkově ulici č. 3. Po habilitaci již jako soukromý docent se tam intenzivně věnuje svému dlouho očekávanému poslání – práci rostlinného fyziologa. Experimentování ovšem nepřinášelo obživu a Sachs si musel na živobytí, ale i financování badatelské činnosti vydělávat vyučováním chemie na soukromé střední škole i přednáškami na univerzitě.

Než se blíže seznámíme s pražským výzkumem J. Sachse v oboru rostlinné fyziologie, chtěl bych připomenout i jeho předcházející publikační činnost z let 1853–56. Není nesourodým souborem okamžitých nápadů mladého nadšence, ale představuje cíleně budované zázemí budoucího vědce a pedagoga. V tomto období publikoval více než 20 příspěvků v *Živě* (pod německým přepisem jména J. Sax) a pět v *Lotosu*, časopise německého přírodovědného spolku v Čechách. Svědectvím obecného záměru je tematická skladba. Zhruba polovina článků se zabývá jednotlivými částmi cévnatých rostlin – liliovitými, travami, palmami, nebo mechy a kapradorosty. Důraz je kladen na morfologii, kterou Sachs oceňoval i ovládal. Přesné popisy a dokonalé autorské ilustrace. Další část zahrnuje též s významnou položkou morfologie i funkční aspekty, řečneme protofyziologické. Čtyři práce se týkaly růstu bylin, dále příspěvek o růstu stromů, metamorfóze (morfogenezi) rostlin, exkreci látek z povrchu rostlin. V *Lotosu* se věnuje výlučně fyziologickým tématům: fototropismu (v současné terminologii, die Lichtwendung der Pflanze in originále), tvorbě chlorofylu a fytopatologii révy vinné (*Vitis vinifera*).



V podstatě schéma, které bylo zúročeno v r. 1868 vydáním *Lehrbuch der Botanik* (Učebnice botaniky), tehdy velmi rozšířeném evropském učebním textu, členěném na obecnou morfologii, speciální morfologii bezcévných rostlin a základy systematicky a morfologie. Vraťme se ale zpět do bytu – laboratoře a skleníku v letech 1856–59.

Omezený prostor, světlo dopadající okny na stoly s rostlinami. Vhodná strategie pokusů je zásadní. Nemohou být dlouhodobé a náročné na místo. Přesně formulované otázky musejí předjímat i možnost použitých přístupů a zachycovat alternativu výsledku. K dobru přijdou zkušenosti získané v blízkém Fyziologickém ústavu J. E. Purkyňe. Všichni Sachsovi životopisci (např. E. G. Pringsheim či H. Gimmeler) na tuto okolnost upozorňují, Sachs ji však v autobiografických písemnostech nezmiňuje. Soukromý asistent tam jistě nejen kreslil mikroskopické preparáty a maloval nástěnné tabule pro vyučování (to všechno se zčásti zachovalo), ale účastnil se vlastní experimentální práce, ať již jako pozorovatel nebo pomocník. Pro limitující podmínky času i prostoru je výhodné studium klíčení semen. Platí to ostatně dodnes. V pražském provedení se Sachsovy studie zaměřily na dva problémy: metabolické změny, obecněji využívání zásobních látek děloh v průběhu klíčení, a stanovení jeho kritických i optimálních teplot. V prvním případě zároveň pionýrské využití již v principu známých barevných reakcí se síranem a louhem pro identifikaci některých bílkovin (biuretová reakce). Dále použití vodného roztoku jodu pro zjištění škrobu (Jodprobe, obr. 1). Sachs nebyl analytickým chemikem, ale patří mu prvenství v uplatnění mikrochemických reakcí ve fyziologii. Řešené otázky a prvenství výsledků se týkaly např. toho, jak u semen s olejnými zásobními látkami, třeba u skočce obecného (*Ricinus communis*), vzniká finální škrob, v kterých částech buňky (chloroplasty) se objevuje. Výsledky srovnávacího studia kritických teplot tvořily po generace součást učebních textů.

V zásadě celoživotním zájmem J. Sachse se staly kořeny. Jejich růst, větvení a detailní studium geotropických reakcí (viz obr. 2 a obr. 6 na str. 150 této *Živy*). Počátek najdeme opět v Praze. Vstupní etudou bylo morfologické sledování větvení postranních kořenů prvního a druhého řádu, objektem pak tolikrát i později použitý model robustního bobu obecného (*Vicia*

faba) a fazolu šarlatového (*Phaseolus multiflorus* var. *coccineus*). Kofenům se většinou fyziologové vyhýbají, nejsou v půdě vidět. Sachs překonal tento handicap sestavením klíčidla se šikmými stěnami, na nichž se dal růst kořenů dobře sledovat, a objevem hydroponie – pěstování rostlin ve vodě či vodném roztoku solí (první publikace J. Sachse o hydroponii vyšla v r. 1857).

Hydroponie – emblém Sachsova pražského pobytu

Základní otázkou bylo (citujeme v překladu Sachsovu poznámku z původní práce): „... zda je vůbec přítomnost nějaké zeminy podmínkou vegetace a zda mohou růst rostliny bez této.“ A z těžké práce (*Botanische Zeitung* 1860, 18: 113) i výsledek: „Významný počet pokusů mě přesvědčil, že rostliny, kterým se jinak daří v zahradní půdě, mohou růst a dokonce kvést v pouhé vodě, lhostejno, zda jde o vodu ze studny či řeky.“ Připomeňme, že studna i řeka se nacházely v samé blízkosti Sachsova bydliště. Naštěstí pro rostliny voda tehdy byla znečištěna minerály i dusíkem snad ještě více než ta dnešní. A tak se v bytě v Myslíkově ulici objevily širokohrdlé skleněné Opodeldokovy nádoby s rostlinami a začala se psát nová kapitola výživy rostlin. Šťastnou okolností se o Sachsovy pokusech dozvěděl prof. Friedrich von Stein, kterého v r. 1855 povolali na pražskou Karlo-Ferdinandovu univerzitu, aby převzal katedru zoologie. Předtím byl zaměstnán na saské státní Lesnické a zemědělské akademii v Tharandtu u Drážďan. Steinova informace z Prahy byla určena dvornímu radovi Adolfu Stöckhardtovi, který v Tharandtu vedl chemickou laboratoř. Ten zareagoval okamžitě. Kontaktoval Sachse a začal v Tharandtu organizovat hydroponické pokusy systematicky testující vliv nízkých koncentrací vodných roztoků solí na výnosy hospodářských plodin, především obilí, luštěnin a kukuřice. Aktuální metodický podnět pro éru intenzifikace rostlinné výroby využitím dusíkatých průmyslových hnojiv. Pro Sachse byl zahraniční zájem uznáním i výzvou. Využil ji, publikoval část svých výsledků ve sborníku Tharandtu a propagoval fyziologii jako významný nástroj rychle se rozvíjející agrochemie. Ještě v době pražského pobytu vydalo saské ministerstvo jeho spisek *Über den Nutzen der Pflanzenphysiologie für agrikulturnchemische Anstalten* (O užitečnosti rostlinné fyziologie v agrikulturních ústavech), praktické uplatnění oboru na samém počátku jeho existence. Očekával bych i trochu závidosti dnešní generace fyziologů nad tak přívětivou poptávkou. Hydroponická epizoda s agrochemickým využitím skončila pro Sachse nabídkou asistentského místa v Tharandtu, přijal ji v r. 1859. Ale vraťme se ještě do Prahy.

Pro úplnost doplníme, že se pražské experimentování dotklo dalších fyziologických témat. Autonomního pohybu listů šťavele kyselého (*Oxalis acetosella*) a fazolu, s anatomickým popisem orgánu řapíku, který takový pohyb umožňuje, i vysvětlícím mechaniky vlastní funkce. Sachs se zabýval také vlivem světla a temnoty na projevy růstu a etiolizace (vyblednutí pleť a prodloužení stonku u rostlin ve tmě



1 Zobrazení „jodové zkoušky“ na přítomnost škrobu v chloroplastech. Světle části listu zůstaly během pokusu zakryty látkovou manžetou, temně byly ozářeny a temná barva indikuje přítomnost škrobu. Orig. J. Sachs. Upraveno podle: H. Gimmler (1984)

2 Růst kořenů bobu se znázorněním přírůstků pomocí tušových značek a grafickým vyhodnocením v hodinové škále. Upraveno podle: H. Gimmler (1984)

3 Sachsovo hydroponické zařízení s možností provzdušňování. Podle: *Arbeiten des Botanischen Instituts, Würzburg* (1874), upraveno

nebo při nedostatku světla) a osedlal svého celoživotního badatelského koníčka – sledování účinku spektrálních složek viditelného záření, nejen ve fotosyntéze, ale i v projevech růstu. Snad reminiscence Purkyňovy činnosti, který se proslavil studiem vnímání světla a jeho složek u živočichů včetně člověka. Zmínili jsme již pokusy se stanovením limitních nebo optimálních bodů teploty při klíčení semen. Zájem o teplotní vlivy, vysvětlení fyzikální podstaty jejich účinku, zahrnoval interpretaci krajních projevů jako vadnutí či poškození mrazem a pokus o vyjádření teplotní závislosti fází individuálního vývoje a celého vegetačního cyklu.

Předmět a výsledky experimentální práce říkají jen málo o tom, za jakých podmínek Sachs pracoval, jaké byly jeho obecné přístupy vzhledem k laboratorní praxi, která v té době panovala. Z metodického hlediska byl Robinsonem nejen na malém českém ostrově, ale bez nadsázky v globálním prostoru. Řešení zadaných otázek vyžadovalo, aby se vědec stal i objevitelem a vynálezcem. Uváděli jsme jeho zavedení mikrochemických barevných reakcí jako prioritní přínos rostlinné fyziologii. Platí to obecně i pro většinu zařízení a „přístrojů“. Příkladem je zmíněné klíčidlo a sestavení termostatu, bez něhož by nebylo možno studovat kritické teploty klíčení (viz obr. 4 na str. 147 této Živy). Jednoduché řešení s použitím běžně dostupných prostředků, při jejichž získávání bylo limitující finanční zajištění. Pokusy někdy, jak sám Sachs uvádí, nemohly pokračovat, neboť chyběly

peníze na nákup oleje do lampiček, zdrojů pro vytápění termostatu. Hmotný nedostatek způsobil, že se Sachsovi nedostávalo některých základních experimentálních nástrojů, které se na trhu vyskytovaly, jako mikroskop nebo váhy. Předpokládá se, že si je mohl vypůjčit ve Fyziologickém ústavu, jakkoli jednoznačný záznam o tom neexistuje. Připomeneme si, že v budoucích pracích se zapsal do dějin přírodních věd i jako konstruktér sofistikovaných zařízení, jakým je klinostat (rotačním pohybem redukuje vliv gravitace na růst rostlin) či auxanometr (kontinuálně registruje dlouhýv růst rostlin; viz také následující článek).

V podstatě vítězila u Sachse fyzika nad chemií. Patřil k prvním, kdo naučila rostlinné fyziology překračovat rámeček pozorování a pozorované kontinuálně a přesně zaznamenávat, matematicky vyhodnocovat. Až úsměvně dnes vnímáme ty čárky tuší na rostoucím kofeni bobu, umožňující zachycovat dynamiku růstu a vyhodnotit ho na časové škále (obr. 2). A znovu se nabízí otázka, kolik takových podnětů, třeba i nevědomých, přišlo z laboratoře Fyziologického ústavu Purkyňova.

Žijeme v době, která axiomaticky vyhodnocuje výsledky vědecké práce bibliometrickými parametry. Toho si byl vědom i Sachs. Je téměř neuvěřitelné, že během tří let své pražské výzkumné činnosti publikoval 9 prací v časopisech s mezinárodním ohlasem, jež by byly v současnosti nadány i solidním impakt faktorem. Nejpočetněji (čtyři články) jsou zastoupeny *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien*, dvakrát se objevil *Botanische Zeitung*. Jak se ale dostal izolovaný solitér z Čech na evropskou scénu? Pomůže (někdy) kolega. Nejbližším byl profesor rostlinné fyziologie na univerzitě ve Vídni Franz Unger. Sachs se s ním osobně seznámil před započítím své badatelské práce. Tajenka Sachsova vztahu k Ungerovi se dá přičíst z 12 dopisů adresovaných z Prahy do Vídně. S respektováním dobové stylistické obřadnosti se v nich detailně popisuje badatelský záměr i jeho pokračování (v jednom z dopisů nákras termostatu) a uvádějí se výsledky. Většinou obsahuje také otázku, zda by byly výsledky přijatelné k publikování. Unger odpovídá, případně doporučuje doplnění nebo opakování pokusů. Nakonec většinou zařizuje uveřejnění (odtud převaha vídeňských *Sitzungsberichte*). Zajistí Sachsovi i materiální pomoc (100 zlatých), již poskytl vídeňská akademie. Sachsovo poděkování a zpráva, že peníze použil pro nákup přístrojů a chemických reagentů. Tedy konzultant i mecenáš. Ten vztah byl pro Sachse jistě významný a osobně důvěrný. Obrátil se na Ungera i s prosbou (a to je již dopis z Tharandtu), zda by mu zajistil místo v Rakousku, a ujišťuje větou, která téměř dojmá: „Da Oesterreich in mehr als einer Hinsicht meine Heimat geworden ist.“ (Neboť Rakousko se stalo ve více ohledech mým domovem.)

Pražský pobyt vynesl Julia Sachse na orbit uznávaného vědce a posléze světové kapacity. Tou hnací silou, která vše umožnila, byly tři roky experimentování v Myslíkově ulici v Praze a přesvědčivá publikace výsledků.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.