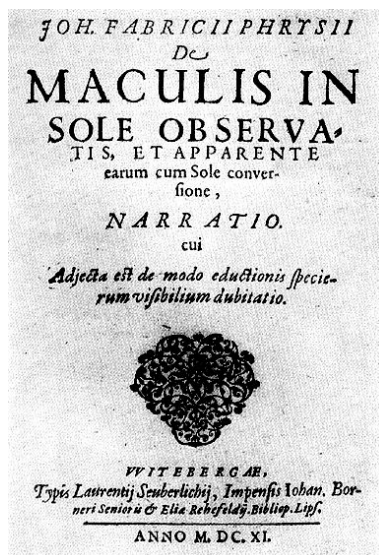


Johann Gregor Mendel a pozorování slunečních skvrn

VLADIMÍR ŠTEFL

Přírodovědecká fakulta MU, Brno

Sluneční skvrny, tmavá místa na disku Slunce pozorovala celá řada astronomů již od roku 1610. Jak dnes víme, jedná se o oblasti depresí ve fotosféře s nižší teplotou, než má jejich okolí. Jde o důsledek vyšší intenzity magnetického pole pod nimi, které brání přenosu energie z nitra k povrchu Slunce. První systematictější pozorování skvrn publikoval *Johannes Fabricius* (1587–1616) v spisu *Popis pozorovaných slunečních skvrn pohybujících se současně se Sluncem (De Maculis in Sole observatis, et apparente earum cum Sole conversione, Narratio, etc. 1611)* [1]. Mimo jiné se v něm zmínil o přesunu skvrn po disku Slunce. Titulní list spisu je na obr. 1.

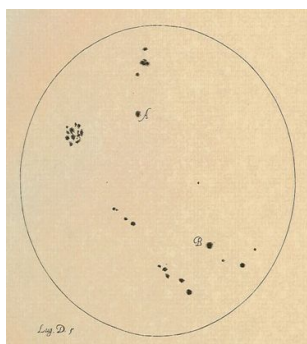


Obr. 1

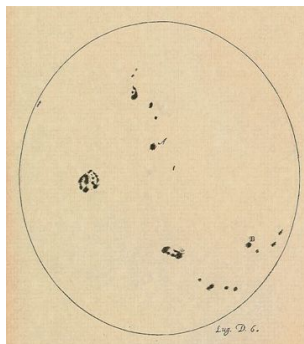
Přibližně od srpna roku 1610 pozoroval sluneční skvrny také *Galileo Galilei* (1564–1642). Zjistil jejich nepravidelný tvar, nestabilitu, změny vzhledu, pohyb ve skupinách a následný zánik. Během dalšího roku dospěl k závěru, že souvisejí s povrchem a postupují od východního okraje slunečního disku k západnímu. V roce 1612 o svém bádání napsal tři dopisy, které poslal do Augsburgu německému bankéři a mecenáši *Marku Welserovi* (1558–1614). Popsal v nich svá pozorování Slunce a úkazů na něm, včetně skvrn. Dopisy přeložené do anglického jazyka byly publikovány ve spisu [2]. Skvrny italský fyzik a astronom chápal jako tmavá oblaka v atmosféře Slunce. Jejich pohyb po disku interpretoval jako otáčení Slunce, skvrny samotné zůstávaly na svých místech povrchu. Domníval se, že všechny skvrny v jakékoliv heliografické šířce přecházejí přes sledovaný sluneční disk ve stejném čase. Ve skutečnosti Slunce nerotuje jako tuhé těleso, nýbrž doba rotace závisí na heliografické šířce, zvětšuje se od rovníku k pólům. Jedná se o tzv. *diferenciální rotaci*. Především však Galileo vyvrátil hypotézu, že skvrny představují objekty, které se nacházejí mezi Zemí a Sluncem, a potvrdil jejich souvislost s povrchem Slunce. Opíral se o skutečnost, že pohyb slunečních skvrn byl nerovnoměrný, v blízkosti okrajů Slunce pomalejší než uprostřed disku. Galileo své poznatky shrnul do spisku *Popis a důkazy slunečních skvrn (Historia e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti, 1613)* [3]. Polemizoval s názorem *Christophera Scheinera* (1573–1650), který se mylně domníval, že skvrny jsou planetami. Pečlivý pozorovatel Scheiner zjistil okrajové ztemnění disku Slunce či rozdílnou dobu průchodu skvrn v odlišných heliografických šířkách.

Problematiku podstaty slunečních skvrn diskutoval *Orazio Grassi* (1583–1654) ve spisu *Váha astronomická a filozofická (Libra astronomica et philosophica)* [4], v souvislosti s možnými vlastnostmi povrchu Slunce, jeho hladkostí respektive drsností. Grassi ve *Váze* polemizoval s názory Galileea, který v druhém dopisu Welserovi uvedl: „Slunce se otáčí kolem svého středu poháněno pohybem svého okolí; toto obklopující seskupení však musí být daleko lehčí než vzduch.“ Později Galileo v *Pruběři (Il Saggiatore)* [5], napsal: „Látka skvrn se nesbíhá ke Slunci, ale naopak z něj vychází.“ Popsal tamtéž metodu promítání obrazu Slunce na stínítko – papír, která se používá dodnes: „Velmi dobře to ukazuje zkušenost se zachytáváním obrazu Slunce na papír, jako když se zakreslují jeho skvrny; čím více se papír oddaluje od konce dalekohledu, tím větší kruh obtiskne kužel paprsků do papíru, a čím větší je kruh, tím méně zářivý je v porovnání se zbytkem papíru, na nějž volně dopadají paprsky Slunce.“

V *Prubíři* bylo široce diskutováno složení slunečních skvrn, italský astronom odlišil látku komet a slunečních skvrn: „Nikdy jsem netvrdil, že kometa a sluneční skvrny jsou ze stejné látky.“ K pochopení rotace Slunce vedlo sledování skvrn, o nichž Galileo uvedl: „Vidím, že skvrny se otočí zhruba za čtyři týdny.“ Odhadl tak přibližně dobu rotace, o níž dále zjistil, že probíhá ve stejném směru jako oběh planet kolem Slunce. Sklon rotační osy Slunce k ekliptice Galileo neobjevil. Na obr. 2 a 3 vedle sebe můžeme vidět Galileovy záznamy pozorování Slunce z 5. a 6. července 1612, která zachycují detaily struktury slunečních skvrn a změny jejich vzhledu v průběhu jednoho dne.



Obr. 2



Obr. 3

Při sledování Slunce od června do srpna 1612 Galileo pořídil celkem třicet osm záznamů, časy pozorování v průběhu dne neupřesnil. Byly součástí zmiňovaného druhého dopisu Welserovi, umožňovaly zkoumat úroveň sluneční aktivity. Galileova pozorování spadala do období postupného útlumu aktivity Slunce, k němuž došlo v letech 1612–1644, kdy relativní číslo slunečních skvrn postupně klesalo. Jednalo se o dobu před Maunderovým minimem v letech 1645–1715. Podrobnější analýzy Galileových záznamů pozorování slunečních skvrn s ohledem na jejich heliografickou šířku byly provedeny moderními metodami. Rozbor záznamů a odtud zjištěný pohyb skvrn po slunečním disku v roce 1612 umožnil dodatečně stanovit rychlost rotace Slunce, její velikost vyjádřenou pootočením za jeden den a ověřit shodnost údajů s jinými prameny ze 17. století.

Přejdeme k hlavní postavě našeho článku, kterou je *Johann Gregor Mendel* (1822–1884), jehož dvoustleté výročí narození si připomínáme. Vedle genetiky se zabýval především meteorologií. V posledním období

svého života od roku 1878 také astronomií. Studoval astronomické knihy, zakoupil si dalekohled a za použití projekčního stínítka v průběhu roku 1882 pozoroval sluneční skvrny. Dalekohled tehdy nové konstrukce mimoosého zrcadlového systému brachy¹⁾ mu opatřil *Gustav von Niessl* (1839–1919). Měl hlavní parabolické zrcadlo o průměru 112 mm, ohnisko 1 360 mm a vedlejší hyperbolické zrcátko o průměru 48 mm. Hlavní a vedlejší zrcadlo jsou vzájemně nakloněny (obr 4).

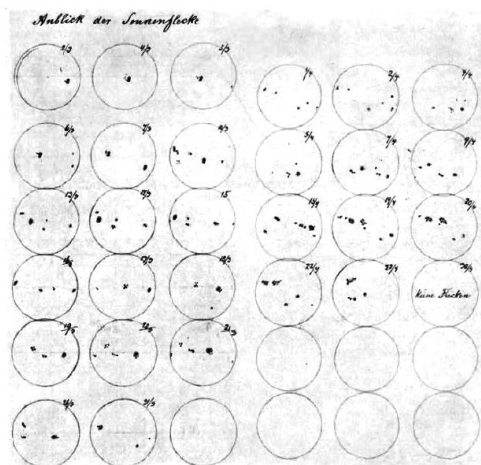


Obr. 4

Jeden z jeho zachovaných záznamů z první poloviny roku 1882, reprodukováný ve spisu [6], je na obr. 5. Při příznivých pozorovacích podmínkách v období března a dubna zachytil na obrázcích polohy slunečních skvrn a skupin. Například v březnu provedl sedmnáct pozorování, záznamy tak ukázaly téměř denní změny skvrn a vývoj skupin na slunečním disku, který měl v originále nakreslený průměr 30 mm. Jejich další zpracování, například výpočet sluneční aktivity zřejmě Mendel neprovedl. Rok 1882 byl obdobím, kdy sluneční aktivita narůstala k maximu, které nastalo v prosinci 1883. Tehdy již bylo známo Curyšské relativní číslo slunečních skvrn $R = k(10g + f)$, kde k označuje korekční člen, g počet skupin a f počet skvrn. Bylo zavedeno *Johannem Rudolfem Wolfem* (1816–1893) v polovině

¹⁾Tzv. brachyteleskop, z řec. brachys – krátký.

19. století. Wolf ze starých kronik našel korelaci výskytu polárních září s obdobím maxima slunečních skvrn. Desetiletou periodu ve výskytu slunečních skvrn objevil v roce 1843 *Samuel Heinrich Schwabe* (1789–1875).



Obr. 5

V Mendelově době, v druhé polovině 19. století existovaly dvě základní hypotézy původu slunečních skvrn. Především to byla teorie *Angela Secchiho* (1818–1878) o tom, že erupce procházejí neustále fotosférou a strhávají z nižších vrstev páry kovů, jenže se výrazně ochlazují a padají do fotosféry. Vytvářejí v ní prohlubně naplněné hmotou, která méně září a pohlcuje světlo. Prohlubně měly představovat sluneční skvrny. Podrobně vše Secchi rozvedl v roce 1877 ve spisu *Slunce (Le Soleil)* [7]. Druhou hypotézu formuloval v roce 1887 *Herve Faye* (1814–1902) ve spisu *Vznik světa (Sur l'origine du monde)* [8]. Vycházel z principu vzniku vírů uvnitř fotosféry, spojených s různými rychlostmi v důsledku diferenciální rotace Slunce.

V [8] Faye uvedl: „Protože v jeho rovnoběžných vrstvách existuje nerovnost rychlostí, proto zde musí také vznikat velké a malé víry. Ty malé jsou póry velké sluneční skvrny.“ Předpokládal analogii s víry cyklonů v zemské atmosféře. Vírová hypotéza neodpovídala pozorování tvaru skvrn a jejich době života. Pokud by skvrny představovaly víry, potom by paprsky tvořící polostín měly být zakřivené, což však nebylo pozorováno. Rovněž různost rychlostí dvou bodů v blízkosti povrchu fotosféry by měly být velmi malé, téměř nezatelné, aby existovaly podmínky pro vznik víru.

V poslední třetině 19. století začala být rovněž studována spektra slunečních skvrn, která byla odlišná od obvyklého běžného spektra Slunce. Některé čáry Fraunhoferova spektra Slunce zmizely, naopak se objevily nové, např. Fe, Ti, Ni, Co. Rovněž se změnila intenzita čar. Celková četnost absorpčních čar ve spektru ukazovala na zesílení absorpce.

Vraťme se k Mendelovi, který zkoumal možnou hypotézu souvislosti vlivu slunečních skvrn na místní počasí. Na podzim roku 1882 byly pozorovány rozsáhlé polární záře v Evropě a Severní Americe. Podobně jako i jiní v té době Mendel zkoušel spojovat četnost slunečních skvrn s polárními zářemi, zemským magnetismem a místním počasím. Lze ho tak považovat za jednoho z průkopníků oboru kosmické počasí. Později *Kristian Birke-land* (1867–1917) na vyšší odborné úrovni, s modernějšími metodami sledoval souvislost polárních září, geomagnetických bouří a slunečních skvrn. Mimo jiné předpověděl roku 1916 existenci slunečního větru. Výše uvedené první kroky charakterizovaly přechod k nové disciplíně – *kosmickému počasí*, které se definitivně konstitovalo koncem 20. století.

Astronomická Mendelova činnost byla oceněna Mezinárodní astronomickou unií (IAU) pojmenováním kráteru o průměru 138 km na odvrácené straně Měsíce, jakož i planety č. 3313 jeho jménem.

Literatura

- [1] *Fabricius, J.*: De Maculis in Sole observatis, et apparente earum cum Sole, conversione, Narratio, etc. Witebergae, 1611.
- [2] *Galilei, G., Scheiner, Ch.*: On Sunspots. Překlad do anglického jazyka a úvodní komentáře Reeves, E. van Helden, A. The University of Chicago Press, Chicago 2010.
- [3] *Galilei, G.*: Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti. Roma, 1613.
- [4] *Grassi, O.*: Libra astronomica et philosophica. Perusiae 1619. Překlad do českého jazyka a úvodní komentáře Ledvoňová, M., Malá, J., Štefl, V., Špelda, D. Togga, Praha, 2020.
- [5] *Galilei, G.*: Il Saggiatore. Roma 1623. Překlad do českého jazyka a úvodní komentáře Ledvoňová, M., Malá, J., Štefl, V., Špelda, D. Togga, Praha, 2020.
- [6] *Ittis, H.*: Gregor Johann Mendel. Leben, Werk und Wirkung. Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, 1924.
- [7] *Sacchi, A.*: Le Soleil. Paris, 1877.
- [8] *Faye, H.*: Sur l'origine du monde. Paris, 1884.