

Na čem pracujeme: Aktivní galaktické jádro potvrzeno uvnitř hvězdotvorné hráškové galaxie

23.6.2025 - | Astronomický ústav AV ČR

Vesmír byl krátce po Velkém třesku temný, plný neutrálního vodíku. Nic nebylo zdrojem světla. V období zvaném „kosmická reionizace“, zhruba 500 milionů let po vzniku Vesmíru, došlo k postupné ionizaci tohoto vodíku když vznikly první hvězdy a galaxie, které opět prozářily kosmický prostor. Jaké zdroje ale poskytly dostatek energetického záření, aby tuto epochu způsobily? Ve hře jsou dvě odborné hypotézy: buď šlo o mladé hvězdy, nebo o aktivní galaktická jádra - supermasivní černé díry akretující hmotu a vyzařující energii včetně rentgenového záření.

Vysoké červené posuvy objektů pozorovaných teleskopem Dalekohledem Jamese Webba (např. tzv. „Malé červené tečky“) naznačují, že i slabě zářící aktivní galaxie mohly být častější, než jsme si dosud mysleli. Mnohé z těchto vzdálených galaxií však chybí v rentgenových katalozích, což ztěžuje potvrzení přítomnosti aktivních jader. Jako výhodné se ukazuje zaměřit na výzkum blízkých analogií těchto galaxií, tzv. „zelených hrášků“. Jde o malé kompaktní a extrémně hvězdotvorné galaxie objevené v datech Sloanovy digitální přehlídky. Pokud bychom v nich dokázali prokázat přítomnost aktivních jader, mohli bychom lépe chápat i vzdálené objekty zachycené Webbovým dalekohledem. A právě tomu se věnuje nová studie.

Autorský tým zahrnující celou řadu vědců z Oddělení galaxií ASU se zaměřil na konkrétní galaxii s označením J0822+2241, která patří mezi zelené hrášky. Již dřívější pozorování ukázala, že má nezvykle vysoký rentgenovou jasnost, která přesahovala odhady vyvozené pouze z probíhající tvorby hvězd a přítomnosti rentgenových dvojhvězd. To vzbudilo podezření, že by ve středu galaxie mohl sídlit aktivní černoděrný motor – tedy aktivní galaktické jádro. Ale chyběly přesvědčivé důkazy.

Autoři proto naplánovali nejhlubší dosud provedenou rentgenovou kampaň na zelený hrášek – sérii pozorování pomocí evropské observatoře XMM-Newton, doplněnou archivními daty a dalšími pozorováními ve viditelné i infračervené oblasti spektra. Metodologicky šlo o velmi důkladnou práci. Rentgenová data byla analyzována dvěma způsoby: jednak s použitím jednoduchého modelu – spektrálního rozložení záření jako mocninné zákonitosti, typické pro AGN, jednak pomocí sofistikovaného modelu zahrnujícího mimo jiné více složek popisujících jednotlivé části aktivního jádra včetně absorpce záření prachoplynovým prostředím. Data byla navíc rozčleněna do dvou epoch s odstupem více než šesti let, což umožnilo sledovat vývoj spektrálního chování v čase.

Klíčovým výsledkem bylo, že ve tvrdé části rentgenového spektra (2–10 keV) zůstává svítivost galaxie stabilní, což je pro AGN typické. Zato měkké rentgenové záření (0,5–2 keV) pokleslo o zhruba 60 %. Tato spektrální změna je statisticky významná a odpovídá přechodné absorpci – tedy jevu, kdy se dočasně před AGN dostane mrak plynoprachového materiálu. Takové chování nelze vysvětlit rentgenovými dvojhvězdami nebo jinými hvězdnými procesy – jediným konzistentním vysvětlením je přítomnost slabého, ale aktivního galaktického jádra.

Tento výsledek posilují i optická data ze Sloanovy přehlídky, kde autoři při velmi podrobném spektrálním rozboru identifikovali slabou, ale přítomnou širokou komponentu vodíkové emisní čáry H α . Takové čáry jsou typické pro rychle se pohybující plyn v blízkosti černé díry, tedy tzv. oblasti „širokých čar“ aktivního galaktického jádra. Ačkoli tyto čáry mohou vznikat i jinými mechanismy

(např. výbuchy supernov), jejich šířka, stabilita v čase a síla naznačují AGN původ.

Důležitou součástí práce bylo také sestavení tzv. spektrálního rozložení energie, které ukazuje, jak galaxie září napříč celým elektromagnetickým spektrem. Pomocí specializovaného softwaru vědci zkombinovali rentgenová, optická, UV i infračervená data a modelovali, jaký podíl záření pochází z hvězd a jaký z AGN. Výsledky ukazují, že AGN je klíčovým zdrojem záření v oblasti střední infračervené a rentgenové, což opět podporuje jeho přítomnost.

Zajímavým vedlejším výsledkem bylo odhadnutí hmotnosti černé díry (asi 1,2 milionu hmotností Slunce) a hmotnosti hvězdné složky galaxie. Výsledky ukazují, že J0822+2241 má tzv. „předimenzovanou“ černou díru vzhledem ke své velikosti – podobně jako některé galaxie pozorované Webbovým dalekohledem. To by mohlo naznačovat, že v raném vesmíru rostly černé díry dříve a rychleji než jejich hostitelské galaxie.

Tato studie je tak prvním důkazem, že alespoň některé hráškové galaxie skutečně hostí aktivní galaktické – a že pozorování v rentgenovém oboru jsou vhodná pro jejich identifikaci. Tím pádem tyto lokální galaxie opravdu slouží jako užitečné „okno do minulosti“ a mohou pomoci vyjasnit, jakou roli hrály slabě zářící černé díry v reionizaci vesmíru.

P. Boorman, J. Svoboda a kol., *XMM-Newton Conclusively Identifies an Active Galactic Nucleus in a Green Pea Galaxy*, *Astrophysical Journal* v tisku, preprint arXiv:2505.08885

<https://www.asu.cas.cz/articles/2431/19/na-cem-pracujeme-aktivni-galakticke-jadro-potvrzeno-uvnitř-hvezdotvorne-hraskove-galaxie>