Na čem pracujeme: Hráškové a borůvkové galaxie obývají nepříliš osídlený vesmír

9.6.2026 - Michal Švanda | Astronomický ústav AV ČR

Zelené hrášky a borůvkové galaxie patří k nejextrémnějším galaxiím v dnešním vesmíru. Jsou malé, kompaktní a překotně vytvářejí nové hvězdy. Nová studie vedená astronomy z ASU ukazuje, že tyto objekty žijí převážně v osamělých oblastech kosmu, daleko od hustých galaktických seskupení. Výsledek naznačuje, že jejich mimořádná hvězdotvorba není obvykle spouštěna srážkami galaxií, ale spíše přísunem dosud nezpracovaného plynu.

Galaxie ve vesmíru nejsou rozmístěny náhodně. Vytvářejí rozsáhlou kosmickou síť tvořenou vlákny, kupami a prázdnými oblastmi. Již desítky let astronomové vědí, že prostředí, v němž se galaxie nachází, významně ovlivňuje její vývoj. Galaxie v hustých kupách bývají zpravidla starší, obsahují méně plynu a vytvářejí jen málo nových hvězd. Naproti tomu galaxie v řidších oblastech mají často dostatek plynu a mohou si udržovat aktivní hvězdotvorbu po dlouhou dobu. Studium vztahu mezi vlastnostmi galaxií a jejich okolím proto představuje jeden z klíčových nástrojů pro pochopení galaktické evoluce.

Mezi zvláště zajímavé objekty patří takzvané Green Pea („zelené hrášky“) a Blueberry („borůvkové“) galaxie. Jde o malé, kompaktní galaxie s mimořádně intenzivní tvorbou hvězd. Obě galaxie mají své označení proto, že v přehlídkových projektech se jevily jako velmi kompaktní galaxie s barvou, která je charakteristická k jejich jménu. Obecně se jedná o galaxie v nevelkých vzdálenostech, zelené hrášky jsou systematicky dále než borůvkové galaxie. Obě skupiny mají velmi nízký obsah těžších prvků a vykazují extrémně vysokou rychlost tvorby hvězd vzhledem ke své hmotnosti.

Tyto galaxie přitahují mimořádnou pozornost proto, že mohou představovat místní obdoby galaxií z raného vesmíru. Právě podobné objekty možná sehrály důležitou roli během epochy reionizace, kdy první generace hvězd a galaxií změnila stav mezigalaktického prostředí několik set milionů let po Velkém třesku. S nástupem kosmického teleskopu Jamese Webba navíc astronomové objevili nové třídy vzdálených kompaktních galaxií, které mohou být se zelenými hrášky i borůvkovými galaxiemi úzce příbuzné.

Nová studie vedená autory z Oddělení galaxií ASU si kladla za cíl zjistit, v jakém kosmickém prostředí se hráškové a borůvkové galaxie nacházejí. Přestože byly tyto objekty v minulosti intenzivně studovány z hlediska chemického složení, hvězdotvorby nebo možného úniku ionizujícího záření, o jejich vazbě na velkorozměrovou strukturu vesmíru se dosud vědělo poměrně málo. Autoři proto zkoumali, zda se tyto galaxie vyskytují převážně v hustých oblastech, kde by mohly být jejich hvězdné exploze vyvolány srážkami galaxií, nebo zda obývají izolovaná prostředí.

Základem práce byla rozsáhlá databáze galaxií z projektu Sloan Digital Sky Survey. Autoři sestavili také kontrolní vzorek obsahující více než milion galaxií, pro něž byly k dispozici údaje o hvězdné hmotnosti a intenzitě tvorby hvězd. Tento soubor rozdělili podle dvou základních parametrů. Prvním byla hmotnost galaxie – od trpasličích až po velmi hmotné systémy. Druhým parametrem byla specifická rychlost tvorby hvězd, tedy míra, s jakou galaxie vytváří nové hvězdy vzhledem ke své celkové hmotnosti. Na základě těchto charakteristik vzniklo devět různých kategorií galaxií sloužících jako referenční vzorek. Samostatně pak autoři sestavili katalog 339 hráškových galaxií a 56 borůvkových galaxií.

Klíčovou otázkou bylo, jak ohodnotit hustotu okolního prostředí. Autoři zvolili jednoduchou, ale

robustní metodu. Pro každou galaxii spočítali počet sousedních galaxií nacházejících se v okruhu pěti megaparseků ($1{,}5\times10^{20}$ km). Tento počet sloužil jako ukazatel hustoty prostředí a míry shlukování. Čím více sousedů galaxie měla, tím hustší prostředí obývala. Naopak malý počet sousedů naznačoval izolovanou polohu v kosmické síti. Autoři zdůrazňují, že pro relativně malé soubory hráškových a borůvkových galaxií je tato metoda statisticky spolehlivější než běžně používané korelační funkce. Velkou pozornost také věnovali eliminaci výběrových efektů.

Výsledky ukázaly velmi výrazný a systematický trend. Ve všech hmotnostních kategoriích klesal počet sousedů s rostoucí intenzitou tvorby hvězd. Pasivní galaxie se nacházely v nejhustších prostředích, běžné hvězdotvorné galaxie zaujímaly střední pozici a nejaktivnější hvězdotvorné galaxie žily v nejřidších oblastech. Tento trend odpovídá dlouhodobému obrazu galaktické evoluce, podle něhož husté prostředí podporuje procesy vedoucí k utlumení tvorby hvězd.

Hráškové a borůvkové galaxie však představovaly extrémní případ. Ze všech zkoumaných skupin měly vůbec nejnižší počet sousedů. Borůvkové galaxie vykazovaly medián přibližně 14 sousedů v okruhu pěti megaparseků, zatímco srovnatelné trpasličí galaxie jich měly obvykle více než 20 a pasivní galaxie až kolem 40. Zelené hrášky rovněž obsazovaly samotný konec této závislosti a vykazovaly nejnižší míru shlukování ve svém rozsahu rudého posuvu. Rozdíly byly statisticky vysoce významné.

Dalším zajímavým výsledkem bylo zkoumání nejbližších sousedů. Autoři zjistili, že borůvkové galaxie mají nejen méně sousedů, ale jejich nejbližší sousedé bývají navíc méně hmotní než u ostatních typů galaxií. To znamená, že se tyto objekty zpravidla nevyskytují v blízkosti velkých galaxií, jejichž gravitační působení by mohlo výrazně ovlivňovat jejich vývoj.

Hlavním závěrem práce je, že hráškové a borůvkové galaxie představují extrémní, ale velmi důležitou populaci objektů žijících převážně v řídce osídlených oblastech vesmíru. Jejich mimořádná hvězdotvorba zřejmě není běžně spouštěna interakcemi s okolními galaxiemi, ale spíše souvisí s nedávným přísunem chladného a chemicky málo obohaceného plynu. Tento výsledek posiluje jejich význam jako blízkých analogů mladých galaxií z raného vesmíru a poskytuje další vodítka k pochopení podmínek, za nichž vznikaly první generace galaxií v kosmické historii. Autoři také dodávají, že tato populace galaxií není věrně reprodukována v moderních kosmologických simulacích, jako je třeba známá simulace Illustris. To může ukazovat na dosud neúplné pochopení fyzikálních procesů v malých galaxiích.

M. Gupta, J. Svoboda, K.Kouroumpatzakis a kol., *Blueberry and Green Pea galaxies live in low density environments*, Astronomy & Astrophysics v tisku, preprint arXiv:2604.26066.

https://www.asu.cas.cz/articles/2574/19/na-cem-pracujeme-hraskove-a-boruvkove-galaxie-obyvaji-neprilis-osidleny-vesmir