

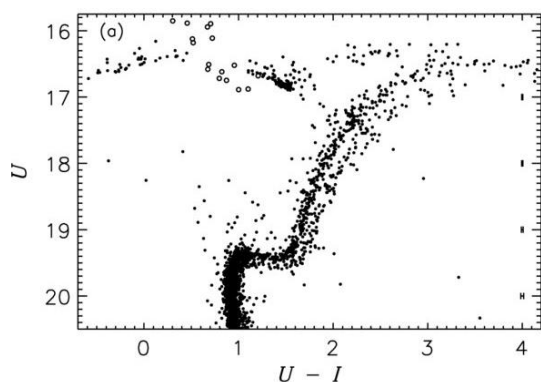
Kamuolinių žvaigždžių spiečių evoliucijos įvairovė

Diversity in the evolution of globular stellar clusters

Gražina Tautvaišienė¹, Arnas Drazdauskas¹, Markus Ambrosch¹

¹Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 3, LT- 10257, Vilnius
grazina.tautvaisiene@tfai.vu.lt

Tradicinė samprata, kad kamuoliniuose žvaigždžių spiečiuose (KŽS) visos žvaigždės yra maždaug to paties amžiaus ir cheminės sudėties, jau tampa praeitimi. Per pastarąjį dešimtmetį buvo nustatyta, kad kamuoliniuose spiečiuose gali gimti antra žvaigždžių karta su padidintomis azoto, natrio bei sunkiųjų, lėtajame neutronų pagavimo procese gaminamų, cheminių elementų gausomis [1]. Tokiuose KŽS matosi dvi žvaigždžių milžinių evoliucijos sekos. Vėliau buvo atrasta spiečių, kuriuose evoliucijos sekos pradeda skirtis jau submilžinių stadijoje, t.y. žvaigždei vos tik pradėjus deginti vandenilį sferoje apie helio branduolį. 1 pav. pavaizduota tokio spiečiaus evoliucijos diagrama.



1 pav. Kamuolinio žvaigždžių spiečiaus NGC 1851 diagrama U ir $U-I$ spalvų filtruose. Žvaigždžių evoliucijos sekos išsiskiria ties posūkiu iš pagrindinės sekos į submilžinių ir milžinių sekas (paimta iš [2]).

KŽS populiacijų formavimasis ir evoliucija galaktikose bei pačių spiečių kilmė yra tarp pagrindinių neišspręstų KŽS problemų.

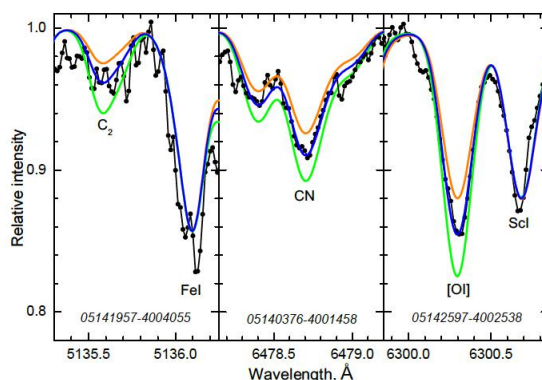
Šio pranešimo tikslas – apžvelgti dabartinę KŽS tyrimų būklę ir pateikti naujus rezultatus apie kamuolinį NGC 1851 žvaigždžių spiečių, kuriame buvo aiškiai identifikuotos kelios žvaigždžių populiacijos submilžinių sekoje ir aptiktas metalingumų skirtumas.

Svarbią informaciją apie konkretaus spiečiaus susidarymo istoriją gali suteikti anglies, azoto ir deguonies gausų suma skirtingų populiacijų žvaigždėse. Submilžinių evoliucinės sekos išsiskyrimą gali lemti amžius ir/arba (C+N+O) gausos skirtumai.

Pagal didelės skiriamosios gebos spektrus, stebėtus panaudojant FLAMES-UVES spektrografą ir 8,2 m Europos pietinės observatorijos VLT teleskopą, buvo ištirtos 29 cheminių elementų gausos 45-iose spiečiaus NGC1851 žvaigždėse. 2 pav. vaizduoja spektrų tyrimo pavyzdį. Pagal metalingumą, azoto ir neutronų

pagavimo reakcijose gaminamų elementų gausas tiriamos žvaigždės buvo suskirstytos į dvi populiacijas, o pagal vidutines (C+N+O) gausų reikšmes buvo nustatyta, kad metalingesnės žvaigždės yra maždaug 600 milijonų metų senesnės už mažiau metalingas pirmosios kartos žvaigždes. Tačiau būdamos senesnėmis, metalingesnės žvaigždės negali būti antrosios kartos žvaigždėmis ir NGC1851 matomai yra susiformavęs iš dviejų susilieusių spiečių.

Atsižvelgus į kinematinės NGC1851 charakteristikas ir palyginus detalią žvaigždžių cheminę sudėtį su Paukščių Tako ir su kaimyninių Magelano Debesų galaktikų cheminės sudėties modeliais [3, 4, 5] galima priimti išvadą, kad NGC 1851 galėjo susidaryti nykštukinėje sferinėje galaktikoje, kuri susiliejo su Paukščių Taku. Šis spiečius pagal kinematinis Gaia kosminio teleskopo duomenis gali būti neseniai identifikuotas [6] įkritusios Gaia-Enceladus galaktikos branduolys.



2 pav. Kamuolinio spiečiaus NGC 1851 žvaigždžių (juoda kreivė su taškais) ir sintetintų spektrų palyginimas ties C_2 ir CN molekuliniams juostoms ir draustine deguonies linija (mėlyna kreivė su $\pm 0,1$ gausos pokyčius žyminčioms žalia ir raudona linijomis).

Reikšminiai žodžiai: kamuoliniai žvaigždžių spiečiai, cheminė žvaigždžių sudėtis, Paukščių Tako galaktika.

Literatūra

- [1] N. Bastian, C. Lardo, *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, **56**, 83 (2018).
- [2] S-I. Han, *Astrophysical Journal*, **707**, L190 (2009).
- [3] B.E.J. Pagel, G. Tautvaišienė, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **276**, 505, (1995).
- [4] B.E.J. Pagel, G. Tautvaišienė, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **288**, 108, (1997).
- [5] B.E.J. Pagel, G. Tautvaišienė, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, **299**, 535, (1998).
- [6] A. Helmi et al., *Nature*, **563**, 85 (2018).