

Padrikasis žvaigždžių spiečius NGC 6939: cheminės sudėties tyrimas

Open stellar cluster NGC 6939: chemical composition study

Renata Minkevičiūtė¹, Gražina Tautvaišienė¹, Ilya Ilyin²

¹Teorinės fizikos ir astronomijos institutas, Vilniaus universitetas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

²Potsdamo Astrofizikos institutas, An der Sternwarte 16, 14482 Potsdamas, Vokietija
renata.minkeviciute@tfai.vu.lt

Žvaigždžių padrikuosiuose spiečiuose tyrimai turi nemažai pranašumų, lyginant su atskirų objektų analize. Jų savybes galima nustatyti didesniu tikslumu nei lauko žvaigždėms, kadangi spiečių žvaigždės yra vienalytė grupė, nutolusi tuo pačiu atstumu ir susidariusi iš to paties tarpžvaigždinio debesies, taigi yra panašios cheminės sudėties. Padrikieji spiečiai yra labai įvairaus amžiaus ir įvairiai išsidėstę Galaktikos diske. Be to savo sudėtyje jie turi skirtingų evoliucijos stadijų žvaigždžių, o tai dar vienas privalumas norint tirti ir suprasti, kaip vykstant žvaigždžių evoliucijai, kinta jų atmosferų cheminė sudėtis. Dėl visų šių paminėtų ypatybių padrikieji spiečiai yra labai svarbūs ir Galaktikos disko cheminės evoliucijos tyrimuose.

Norint studijuoti Galaktikos formavimąsi ir jos cheminę evoliuciją reikia suprasti, kaip vyksta žvaigždžių nukleosintezė. Alfa elementai, *s*- ir *r*-procesų elementai yra sintetiniami skirtingose aplinkose ir per skirtingą laiko tarpą. CNO elementai yra labai svarbūs tiriant energijos pemešimo ir medžiagos maišymosi procesus žvaigždžių viduje.

Savo darbe mes ištyrėme 8 evoliucionavusias padrikojo spiečiaus NGC 6939 žvaigždes, nustatėme jų atmosferų pagrindinius fizikinius parametrus bei daugiau nei 20 cheminių elementų gausas ir ¹²C/¹³C santykį.

NGC 6939 yra gana tankus, vidutinio amžiaus padrikasis spiečius, matomas Cefėjo žvaigždyne. Jo koordinatės: RA(2000) = 20^h31^m32^s, Dec.(2000) = +60°39.0. Spiečius yra arti Galaktikos plokštumos (*l* = 95.88°, *b* = 12.30°). Šis spiečius jau buvo ne kartą tirtas tiek fotometriškai, tiek spektroskopiškai, tačiau išsami cheminė analizė jam atlikta pirmą kartą šiame darbe. 1 pav. matome spiečiaus spalvos–ryškio diagramą su pažymėtomis tiriamomis žvaigždėmis.

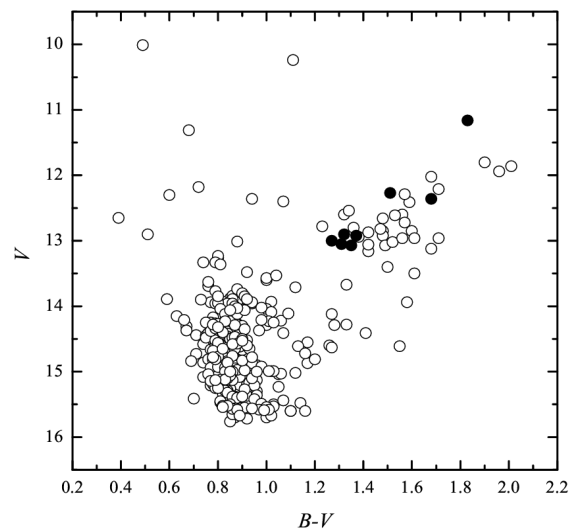
Vidutinės skiriamosios gebos (*R* ≈ 30 000) spektrai buvo gauti Šiaurės šalių optiniu teleskopu ir ešelineu spektrografu SOFIN. Spektrai apima bangų ruožą nuo 450 iki 875 nm. Signalu-triukšmo santykis kinta nuo 31 iki 118. CCD vaizdų redukcija buvo atlikta programiniu paketu 4A [1].

Žvaigždžių spektrai buvo analizuojami naudojant klasikinį diferencialinės analizės metodą. Cheminių elementų gausos buvo skaičiuojamos naudojant programinius paketus EQWIDTH ir BSYN. Efektinė temperatūra, gravitacijos pagreitis, mikroturbulencijos greitis ir metalingumas – pagrindiniai fizikiniai atmosferų parametrai – buvo nustatyti naudojant spektroskopinius metodus, paremtus sužadavimo–

jonizacijos pusiausvyros principais. Darbe naudojome vienadimensinius hidrostatinus MARCS modelius [2]. Ekvivalentinių spektro linijų pločių metodu nustatėme Mg, Al, Si, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Co, Ni gausas. O, C, N, Y, Zr, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm ir Eu gausos buvo nustatytos naudojantis sintetinių spektrų metodu [3].

Šiame darbe nustatytas vidutinis spiečiaus metalingumas [Fe/H] = −0.19, žvaigždžių efektinė temperatūra *T*_{eff} siekia nuo 4200 iki 5000 K, gravitacijos pagreičio logaritmas log *g* – nuo 1,5 iki 3,2. Deguonies, alfa, *s*- ir *r*-procesų elementų gausos yra šiek tiek padidėjusios, lyginant su šių elementų gausomis Saulėje. Šiuo metu atliekama gilesnė rezultatų analizė ir rengiama mokslinė publikacija.

Darbas iš dalies yra finansuojamas Lietuvos Mokslo tarybos (projekto Nr.: MIP-082/2015).



1 pav. Padrikojo spiečiaus NGC 6939 spalvos–ryškio diagrama. Darbe tirtos žvaigždės yra pažymėtos juodais skrituliukais.

Reikšminiai žodžiai: Galaktikos padrikasis spiečius, žvaigždžių cheminė sudėtis.

Literatūra

- [1] I.V. Ilyin, *High resolution SOFIN CCD échelle spectroscopy*, (Ph.D. dissertation, Univ. Oulu, Finland, 2000)
- [2] B. Gustafsson, B. Edvardsson, K. Eriksson, et al., *Astronomy & Astrophysics*, **486**, 951 (2008).
- [3] A. Drazdauskas, G. Tautvaišienė, R. Smiljanic, et al., *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **462**, 1 (2016).