

A FÁTYOL-KÖD

A SZUPERNOVA* ÉS EMLÉKE

Valamikor réges-régen egy új csillag jelent meg az égen, ragyogóbb, mint eddig bármelyik. A telihold-fényességű jövevény még a nappali égen is látszódott, éjszaka pedig árnyékot vetett. A 3000-4000 évvel ezelőtt élők nemzedékeken át emlegethették a feltűnő égitestet, a nyári Tejút sávjában az óriáscsillag végső robbanását. Akár feljegyezte az akkori ember, akár nem, az esemény nem múlt el nyomtalanul. A robbanás hat telihold-kiterjedésű kozmikus nyoma ma is felkereshető távcsövekkel a Cygnus, vagyis Hattyú csillagképben



A felvételt **ÉDER IVÁN** készítette
30 cm tükörátmérőjű
f/4-es Newton asztrógráfiával,
QSI 683 WSG-8 CCD
és átalakított Canon EOS 5DmkII
kamerájának közös munkájával



Az ősi szupernóva* robbanása és a ma is vészjóslóan tovaterjedő, kavargó lökéshulláma nem más, mint egy nagy tömegű csillag végső pusztulása. Ez a velőtrázó folyamat is része a kozmosz mindennapi életének, sőt, az egyik legfontosabb eleme a világ-egyetem teremtő mechanizmusainak. Ha tetszik, ha nem, mi is így születtünk. Természetesen nem maga az ember, hanem azok a kémiai elemek, melyeknek köszönhetően bonyolult létformák alakulhattak ki itt, ezen a csendes helyen, a Földön.

Az első pillanatok

Járjuk végig azt a folyamatot, ahogy az ősrobbánáskor keletkezett anyag a csillagok belsejében átalakul, új kémiai elemek születnek, miközben a csillagok energiát termelnek, azaz szépséges ragyogásuk közben fényel és meleggel töltik be az Univerzum terét!

Az ősrobbánás után a forró anyagocéán hülésekor az első töredékmásodpercekben neutronok keletkeztek, melyek igen hamar protonokká és elektronokká bomlottak. A proton- és elektronplazma a következő pillanatokban hidrogén- és héliumatommagokká, pontosabban 74 százalékban hidrogén-, 26 százalékban héliummagokká állt össze. A többi, számunkra létfontosságú kémiai elem nyomokban is alig fordult elő. A következő évmilliárdban a hidrogénből, héliumból csillagok és azokból galaxisok születtek. Ettől a pillanattól kezdve a csillagoké a főszerep, hogy megváltoztassák az Univerzum anyagának összetételét és a benne lévő rendszerek fejlődésének kimenetelét.

* A nóva, pontosabban „nova stella”, azaz „új csillag” egy hevesen felfénylő égitest, ami amúgy nyugalmi állapotában nem más, mint egy közönséges fényerejű, speciális változócsillag. Kitérése közben a nóva kitűnik a Tejút többi csillaga közül, és könnyen észrevehetővé válik, majd visszatér nyugalmi állapotába, és elhalványodik. Ám a kozmoszban van egy még hevesebb jelenség is, melynek során egy egész csillag pusztul el, s végső robbanásának fényereje nemcsak más novákét, hanem egy egész galaxisét túlszárnyalja. A neve „nóva feletti”, vagyis szupernóva.

Út a szupernóváig

A csillagok közül a legtöbben parányi vörös törpék lesznek, melyek a magfúzió során hidrogént héliummá alakítva halványan, de nagyon sokáig világítanak, majd akár 100 milliárd év múlva csendesen kihűlnek, miután „felélték” kevéske hidrogénkészletüket. A naptípusú csillagok, a sárga törpék hidrogén-üzemanyaguk elfogyasztása után kicsit tovább haladnak a magfúzió létráján, életük végén a héliumból többek között berilliumot, szén, oxigént és még néhány könnyebb elemet hoznak létre, majd vörös óriássá fúvódva tömegük egy részét planetáris ködként a kozmoszba sugározzák. Ők így járulnak hozzá a kozmosz új elemekkel való lassú gazdagításához.

Ám vannak óriáscsillagok, melyek élete nem csendes átalakulással, hanem egy katasztrofális jelenséggel, szupernóva-robbanással ér véget. A Napunknál 15-ször nagyobb tömegű csillagokra ez a sors vár! Fejlődésük alatt a kémiai elemek sorát létrehozó magfúzió nem áll meg a szén és oxigén megtermelésénél. Az óriáscsillag magja az élete végén egyre forróbbá válik, és képes lesz még nehezebb kémiai elemek – mint a szilícium, a nikkel és a vas – előállítására is. A szupernóva-jelölt az idő előrehaladtával sebesen aknázza ki a különböző atomok fúziójából nyerhető egyre kevesebb energiát. Amikor belsejében a nikkel fúziójához érkezik, már csupán egyetlen órája van hátra, hogy a nikkeltől vas képződjön.

Ha kialakult a vasmag, megpecsételődött az égitest sorsa, és a csillag eddigi létformája véget ér. A vas további fúziója már nem szolgáltat többlet-energiát, hanem éppen ellenkezőleg, elvesz. Akkor az óriáscsillag saját, önmagát összehúzó akaró, hatalmas gravitációjával vívott évmilliós harcát elvesztette. Nem tud már elég energiát termelni ahhoz, hogy melegével termikus egyensúlyt tartson fenn saját nehézségi erejével szemben. Elérkezett a vég pillanata. A hatalmas csillagtömeg a másodperc töredéke alatt összeroppanja a benne lévő magatehetetlen vasmagot. Az őrobbanás egyik első másodperce játszódik le visszafelé: a roppant összeomlás következtében a vas protonjaiba belepréselődnek az elektronok, és együtt újra neutronokká válnak.

A neutron-csillagmag kialakulása azonban óriási energia felszabadulásával jár. A folyamat következtében neutrínók áradata, elektromágneses sugárzás és egy mechanikai lökeshullám – amit a csillagászok magvisszalökődésnek neveznek – egyszerre indul kifelé a neutron-csillagmag felszínéről. Együttes energiájuk és a lökeshullám másodpercenkénti 10 000 km-es sebessége elég ahhoz, hogy

néhány óra alatt áthatoljanak az óriáscsillag külsőbb rétegein, és azokat kifelé taszítsák. Sőt arra is marad energia, hogy a kataklizma során a vasnál még nehezebb elemekké préselődjenek az atommagok. Ritkafémek, mint az arany, platina és az urán is ekkor keletkeznek.

Egy nap alatt a legkülsőbb csillagburok is átforrósodik és áttetszővé válik a tágulás során, szabad utat engedve az intenzív elektromágneses sugárzásnak. Ekkor a csillag felragyog, és megszületik a szupernóva, aminek irdatlan fénye lassan eléri őseink Földjét – és az ember megpillantja azt a hatalmas ragyogást, ami a Tejút, vagyis saját galaxisunk együttes fényével vetekszik.

Amikor már csak emlék...

A fénylés napról napra erősebb, majd egy maximum elérése után hónapokig, akár egy évig is halványodik, amíg teljesen el nem tűnik. Hátramara azonban a neutroncsillag és a körülötte hatalmas sebességgel, lökeshullámként táguló, ledobott csillagmaradék. Néhány ezer éves tágulás után a száguldó lökeshullám eléri, és ráront a környező csillagközi felhőkre.

Ekkor a szupernóva anyagfoszlányai – főként a benne lévő vörös fényű hidrogén és a kékes oxigén – felforrósodik és felfénylik, így az amatőrtávcsővel is észlelhető jelenséget, látványos szupernóva-maradványt hoz létre: a Fátyol-ködöt. Mindeközben összehúzó és nehézelemekkel telíti a csillagközi felhőket, így azokban újabb csillagok születhetnek, immáron – a nehezebb elemeknek köszönhetően – gazdagabb bolygórendszerekkel.

A Tejútrendszerben 1604-ben, 4 évvel a távcső feltalálása előtt robbant utoljára szupernóva. Azóta csend honol az óriáscsillagok birodalmában. A csillagok születésére és ebből következően a pusztulásukra is vonatkozó modellek szerint galaxisunkban átlagosan 100 évente várhatunk szupernóva robbanására. Az utolsó óta eltelt több mint 400 év bizakodásra ad okot, hogy a modern kori ember is meghajolhasson a kozmosz e dühöngő jelensége előtt. Amíg várakozunk a néhány kiszemelt, lassan lassan robbanni szándékozó csillagjelöltre, gyönyörködünk az emberi történelem egyik legfényesebb szupernóvájának fénylő emlékében, a Fátyol-ködben!

SZÖVEG: FRANCISCS LÁSZLÓ: WWW.PTES.HU,
SANTA GÁBOR: WWW.MCSE.HU