

**Opinia o rozprawie doktorskiej pani mgr Malgorzaty Siudek, zatytułowanej
„Formation and evolution of stellar populations based on the red passive galaxies observed up
to the redshift $z \sim 1$ ”**

Rozprawa doktorska mgr Malgorzata Siudek dotyczy badania ewolucji czerwonych, pasywnych galaktyk, na podstawie danych z niedawno zakończonego Wielkiego Programu ESO – VIMOS Public Extragalactic Redshift Survey (VIPERS). Mgr. Siudek zajmowała się analizą historii procesu formowania się populacji gwiazdowych w tych galaktykach w zakresie przesunięcia ku czerwieni $0.5 < z < 1.2$, czyli w okresie, kiedy Wszechświat był mniej więcej dwa razy młodszy niż obecnie. Badanie ewolucji czerwonych galaktyk pasywnych w zakresie $z \sim 1$ nie zostało jak dotąd przeprowadzone na tak szeroką skalę. Dotychczasowe badania skupiają się na względnie dobrze poznanym lokalnym Wszechświecie, natomiast brak głębszych, dalszych obserwacji przeprowadzonych w podobnej skali uniemożliwiało zbadanie procesu formowania się populacji gwiazdowych na wyższych przesunięciach ku czerwieni.

Mgr. Siudek w pierwszym kroku wyselekcjonowała grupę czerwonych pasywnych galaktyk w oparciu o jedną ze standardowych metod selekcji opartej na różnicy kolorów (U-V) w funkcji przesunięcia ku czerwieni. Dodatkowo opracowała system pomocniczych kryteriów, które pozwalają ograniczyć „zanieczyszczenie” próbki przez galaktyki późnego typu, jak i odrzucić dane o niskiej jakości. Badanie ewolucji czerwonych galaktyk pasywnych opiera się głównie na analizie szerokości linii absorpcyjnych, czasem zbyt słabych, by były widoczne na pojedynczych widmach obserwowanych w ramach przeglądu VIPERS. W celu wzmocnienia sygnału słabych linii mgr. Siudek opracowała metodę dodawania widm galaktyk w dwuwymiarowej przestrzeni parametrów: masy gwiazdowej i przesunięcia ku czerwieni. W tym kroku mgr Siudek wykonała odpowiednie testy w celu optymalizacji procedury (m.in. rodzaj normalizacji, minimalna liczba widm, symulacje Monte Carlo umożliwiające określenie błędów pomiarowych szerokości linii absorpcyjnych mierzonych na dodawanych widmach itp). Dzięki zastosowaniu metody dodawania widm spektroskopowych czerwonych, pasywnych galaktyk pochodzących z przeglądu VIPERS, mgr. Siudek wyznaczyła wartości wskaźników spektroskopowych D(4000) i H δ A, umożliwiających zbadanie własności procesu formowania się populacji gwiazdowych, tj. określenia ostatniej epoki gwiazdotwórczej.

Na podstawie wyznaczonych właściwości fizycznych czerwonych galaktyk pasywnych w funkcji masy gwiazdowej i przesunięcia ku czerwieni mgr. Siudek wykazała, że czerwone galaktyki



pasywne o mniejszej masie zawierają młodsze populacje gwiazdowe, zaś starsze populacje gwiazdowe znajdują się w cięższych galaktykach wczesnego typu. Na podstawie analizy wskaźników spektroskopowych zmierzonych dla galaktyk obserwowanych w przeglądzie VIPERS i porównania ich z syntetycznymi modelami teoretycznymi wyznaczyła również średni wiek populacji gwiazdowych, jak i przesunięcie ku czerwieni, na którym się uformowały.

Otrzymane wyniki wspierają scenariusz "downsizingu", gdyż obliczony wiek populacji gwiazdowych rośnie wraz z masą gwiazdową. Określenie epoki powstawania populacji gwiazdowych w tych galaktykach jest dużym osiągnięciem, gdyż jest to pierwsza tego typu analiza dotycząca galaktyk wczesnego typu w zakresie przesunięcia ku czerwieni ~ 1 , wykonana na statystycznie znaczącej próbce.

Pani mgr. Siudek opracowała także w dane pochodzące z lokalnego przeglądu SDSS i używając tego samego kryterium, jak w przypadku przeglądu VIPERS, stworzyła katalog galaktyk pasywnych w lokalnym Wszechświecie, w celu zbadania globalnej pasywnej ewolucji galaktyk pasywnych w zakresie przesunięcia ku czerwieni 0.1-1.0.

Oryginalną częścią rozprawy doktorskiej mgr. Siudek jest wykorzystanie algorytmów samouczących się do klasyfikacji galaktyk oraz analizy spektroskopowej otrzymanych klas w funkcji przesunięcia ku czerwieni. Dzięki temu możliwe było wzbogacenie ścieżki ewolucyjnej czerwonych galaktyk pasywnych poprzez dodanie kolejnych kroków ewolucyjnych pomiędzy niebieskimi galaktykami aktywnymi, etapem przejściowym, czyli zieloną doliną, a finalnymi czerwonymi galaktykami pasywnymi. Dodatkowo w tej pracy oprócz analizy indeksów spektralnych mgr. Siudek wykorzystwała technikę modelowania widm galaktyk na podstawie pomiarów fotometrycznych, pozwalającej na łączenie modeli teoretycznych odpowiadających zarówno za część gwiazdową jak i pyłową galaktyk.

Praca wykonana przez mgr. Siudek została bardzo dobrze przyjęta zarówno przez zespół ekspertów wchodzących w skład zespołu VIPERS jak i wewnętrznych recenzentów. Jej wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie Astronomy and Astrophysics, w pracy której pani mgr Siudek jest pierwszym współautorem.

Podsumowując, nie ulega dla mnie wątpliwości, że rozprawa doktorska pani mgr Siudek spełnia wszystkie ustawowe i zwyczajowe wymagania i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

