

STRESZCZENIE

Funkcjonowanie komórek inicjalnych w merystemach niższych roślin waskularnych

Mateusz Bartz

Wzrost i rozwój roślin jest możliwy dzięki aktywności puli komórek nie zróżnicowanych i stale dzielących się, nazywanych merystemami. W obrębie każdego merystemu wyróżnia się jedną lub kilka komórek inicjalnych, stanowiących odpowiednik zwierzęcych komórek macierzystych (ang. *stem cells*), które nie ulegają różnicowaniu, utrzymując pulę komórek niezdeterminowanych.

Struktura i funkcjonowanie merystemów, a także mechanizmy regulujące aktywność komórek inicjalnych, są dobrze poznane u przedstawicieli roślin okrytozalążkowych, natomiast znacznie mniej jest wiadomo o mechanizmach regulujących aktywność komórek inicjalnych u niższych roślin waskularnych, czyli u starych filogenetycznie grup roślin lądowych – lycopodiofitów (widłaków, poryblinów i widliczek) oraz paproci. Ponadto, u paproci, także w wolno żyjącym pokoleniu haploidalnym – gametoficie, merystem odgrywa znaczącą rolę w rozwoju, decydując o wzroście i formie przedrośla oraz o tworzeniu gametangiów. Obecność merystemu w pokoleniu gametofitowym paproci dodatkowo stwarza możliwość porównania jego funkcjonowania na poziomie różnych pokoleń – sporofitu i gametofitu, umożliwiając tym samym poznanie uniwersalnych mechanizmów decydujących o aktywności komórek inicjalnych.

Celem badań przedstawionych w pracy doktorskiej było poznanie uwarunkowań strukturalnych umożliwiających specyfikację komórek inicjalnych, a następnie utrzymanie ich aktywności w merystemach modelowych gatunków widliczek i paproci.

Badania merystemów u niższych roślin waskularnych prowadzono na sporofitach widliczek *Selaginella kraussiana* i *S. moellendorffii* oraz gametofitach i młodych sporofitach paproci *Ceratopteris richardii*. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono obecność pojedynczej komórki inicjalnej w pędzie obu gatunków *Selaginella*. Zaproponowano także sposób funkcjonowania tej komórki w trakcie tworzenia się specyficznego dla widliczek rozgałęzienia dichotomicznego. Wykonano również rekonstrukcję architektury systemu waskularnego w rozgałęziającym się pędzie *S. moellendorffii* i powiązano zmiany w jego rozwoju z tempem kolejnych dichotomii wierzchołka. Ponadto scharakteryzowano morfologię

i rozwój *S. moellendorffii*, u której aspekty te nie były dotąd szczegółowo analizowane. Detekcja kalozy pozwoliła powiązać sposób jej rozmieszczenia z zachodzącymi procesami morfogenetycznymi u badanych obiektów, a w gametofitach *C. richardii* dodatkowo umożliwiła identyfikację obszaru merystematycznego, wykazując jego odrębność od pozostałych komórek. Dodatkowo, doświadczenia z suplementacją pożywek inhibitorem kalozy potwierdziły jej udział w utrzymaniu strefy merystematycznej. Natomiast suplementacja pożywek hormonami wzrostu wykazała, że inicjacja merystemu w gametofitach *C. richardii* oraz jego funkcjonowanie związane są z utrzymaniem właściwego balansu auksyny.

Wyniki przedstawione w pracy doktorskiej uzupełniają i pogłębiają obecną wiedzę dotyczącą struktury i funkcjonowania merystemów u niższych roślin naczyniowych. Zaproponowano także czynniki, które mogą być zaangażowane w specyfikację komórek inicjalnych i utrzymanie ich aktywności podziałowej.

Słowa kluczowe: *Selaginella*, *Ceratopteris richardii*, komórki inicjalne, merystem, dichotomia, sporofit, gametofit, kaloza, system naczyniowy, auksyna

ABSTRACT

Functioning of the initial cells in the meristems of lower vascular plants

Mateusz Bartz

Plant growth and development rely on the activity of a pool of undifferentiated and constantly dividing cells, called meristems. Within each meristem, one or several initial cells are present, corresponding to the animal stem cells, which do not differentiate maintaining a pool of indeterminate cells.

The structure and functioning of meristems, as well as mechanisms regulating the activity of initial cells, are well known in representatives of angiosperms, while regulation of initial cell activity in lower vascular plants, which are phylogenetically old groups of land plants and include lycophytes and ferns, is poorly recognized. Furthermore, in ferns, the meristem also plays a significant role in a free-living haploid generation, a gametophyte, determining its growth, development, and formation of gametangia. Additionally, the meristem presence in the fern gametophyte makes it possible to compare its functioning at the level of both generations, sporophyte and gametophyte; this in turn allows to conclude the universality of the mechanisms that determine the initial cell activity.

The aim of the research presented in the doctoral dissertation was to decipher the structural conditions enabling the specification of initial cells and, then, maintaining their activity in the meristems of model species of *Selaginella* and ferns.

The analyses were performed on sporophytes of clubmosses *Selaginella kraussiana* and *S. moellendorffii*, and gametophytes and young sporophytes of the fern *Ceratopteris richardii*. In the course of the studies, the presence of a single initial cell in the shoot of both *Selaginella* species was shown and its behavior during the formation of dichotomous branching, typical of *Selaginella*, was analyzed in detail. In addition, the architecture of the vascular system in branching shoots of *S. moellendorffii* was reconstructed and its developmental changes were related to the subsequent dichotomies of the apex. Moreover, morphology and development of *S. moellendorffii* were characterized in detail, as these aspects have not been fully analyzed so far. Callose detection allowed to link its distribution with the morphogenetic processes taking place in the examined species; in *C. richardii* gametophytes it additionally enabled the identification of the meristematic area, showing its distinctiveness from other cells. Moreover,

experiments with supplementation of media with a callose inhibitor proved the role of callose in the maintenance of the meristematic zone. Supplementation of media with growth hormones showed that the proper auxin balance is necessary for the initiation and functioning of the meristem in *C. richardii* gametophytes.

The results presented in the doctoral dissertation broaden and enhance the current knowledge regarding the structure and functioning of meristems in lower vascular plants. In addition, potential factors that may be involved in the specification of initial cells and the maintenance of their divisional activity have also been suggested.

Key words: *Selaginella*, *Ceratopteris richardii*, initial cells, meristem, dichotomy, sporophyte, gametophyte, callose, vascular system, auxin