

Arabidopsis MSI1 is essential for embryonic development and flowering-time control

Doctoral Thesis

Author(s):

Bouveret, Romaric

Publication date:

2005

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005062710>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Doctoral Thesis ETH No. 16184

**Arabidopsis MSI1 is essential for embryonic
development and flowering-time control**

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH
for the degree of
DOCTOR OF NATURAL SCIENCES

presented by
Romaric BOUVERET

Diplôme d'Etudes Avancées, University Louis Pasteur of Strasbourg (France)

Born May 15th. 1976
Citizen of France

Accepted on the recommendation of:

Prof. Wilhelm GRUISSEM, examiner

Prof. Nikolaus AMRHEIN, co-examiner

Dr. Lars HENNIG, co-examiner

Zürich 2005

ABSTRACT

The dynamic nature of chromatin and the machinery that modifies its components play a central role in gene expression and development. Proteins from the MSI1-like (multicopy suppressor of *ira1*-like) family are ubiquitous members of numerous complexes that are involved in chromatin metabolism, such as the Chromatin Assembly Factor CAF-1. MSI1-like proteins (MSIL) have been found in all eukaryotes, with three major groups in plants. In *Arabidopsis*, these groups are represented by MSI1, MSI2/3 and MSI4/5. This study contributed to show that MSI1 is part of a repressive complex together with the Polycomb group (PcG) proteins MEDEA (MEA), FERTILIZATION-INDEPENDENT ENDOSPERM (FIE) and FERTILIZATION-INDEPENDENT SEED2 (FIS2) and that the maternal *MSI1* allele is required for seed and endosperm development after fertilization. The loss of MSI1 causes seed abortion and autonomous diploid endosperm development.

I also demonstrated that MSI1 is required for the switch from vegetative to reproductive development independently of its function in CAF-1 or in a PcG-like complex. The transition to flowering is tightly controlled by endogenous programs and environmental signals. I found that *MSI1* is a novel flowering time gene in plants, as the reduction of fully functional MSI1 protein leads to a delay in flowering time. This is physiologically comparable to mutants from the autonomous pathway of flowering time control, as MSI1 is not required for the acceleration of flowering by vernalization, treatment with gibberellic acid, or exposure to long day photoperiods. Furthermore, apart from the pathway integrator *SUPPRESSOR OF OVEREXPRESSION OF CONSTANS* (*SOC1*) and of its downstream target *APETALA1*, which are both down regulated, expression of no other tested flowering gene, including the floral repressor *FLOWERING LOCUS C* (*FLC*), depends on MSI1. MSI1 may thus function in a yet unknown pathway that autonomously activates flowering independently of *FLC*. Because *FLC* is found only in Brassicaceae, an *FLC*-independent pathway for autonomous promotion of flowering has previously been suggested. Moreover, reduced MSI1 function and loss of MSI4, which is encoded by the autonomous activator of flowering *FVE*, had strong

synergistic effects on flowering time, establishing a distinct function of these closely related proteins in the control of flowering time.

In addition, I found that *msi1* can largely rescue the PcG *curly leaf (clf)* mutant, both phenotypically and on the molecular level. This suggests that beside a possible interaction with CLF in a PcG Repressive complex2 (PRC2)-like complex that negatively regulates flowering, MSI1 may also have an opposite function, which could be associated with a Trithorax-like complex.

Together, these results show that MSI1 is an ubiquitous protein that participates in several chromatin assembly or modifying complexes. MSI1 is essential throughout plant development from the embryo and endosperm stage right up until the floral switch and reproductive organ formation.

RESUME

La nature dynamique de la chromatine et la machinerie qui la modifie jouent un rôle central dans le contrôle de l'expression des gènes et du développement. Les protéines de la famille des protéines MSI1-like (multicopy suppressor of *ira1*-like) participent à de nombreux complexes qui sont impliqués dans le métabolisme de la chromatine, tel que le facteur d'assemblage de la chromatine CAF-1. Les protéines MSI1-like (MSIL) ont été identifiées chez tous les eucaryotes, avec trois groupes principaux chez les plantes. Chez *Arabidopsis thaliana*, ces trois groupes sont représentés par MSI1, MSI2/3 et MSI4/5. Cette étude a contribué à prouver que comme les protéines MEDEA (MEA), FERTILIZATION-INDEPENDENT ENDOSPERM (FIE) et FERTILIZATION-INDEPENDENT SEED2 (FIS2), MSI1 fait partie d'un complexe du groupe Polycomb (PcG) et que l'allèle maternel de *MSI1* est nécessaire pour le développement de la graine et de l'endosperme après fertilisation. La perte de MSI1 cause l'arrêt du développement de la graine et le développement d'un endosperme diploïde et autonome.

De plus, j'ai démontré que MSI1 est nécessaire pour la transition de l'état végétatif à l'état reproductif indépendamment de sa fonction dans CAF-1 ou dans un

complexe PcG. La fleuraison est contrôlée par des programmes endogènes et des signaux environnementaux. J'ai mis en évidence le fait que MSI1 est un nouveau gène contrôlant la fleuraison car la perte partielle de protéine fonctionnelle MSI1 mène à un retard dans la fleuraison. Ce retard est physiologiquement comparable à celui de mutants de la voie autonome, puisque MSI1 n'est exigé pour l'accélération de la fleuraison ni dans la voie de vernalization, ni par le traitement avec de l'acide gibbérellique, ni par l'exposition à de longues périodes de lumière. En outre, hormis le facteur d'intégration des voies, *SUPPRESSOR OF OVEREXPRESSION OF CONSTANS (SOC1)*, et sa cible en aval *APETALA1*, qui sont tous deux réprimés, aucun autre gène connu comme impliqué dans le contrôle de la fleuraison et testé, y compris le répresseur floral *FLOWERING LOCUS C (FLC)*, ne sont affectés. Ainsi, mes résultats suggèrent que MSI1 fonctionne dans une nouvelle voie qui active de façon autonome la fleuraison indépendamment de FLC. Même si une telle voie a été précédemment évoquée, essentiellement parce que FLC n'est trouvé que chez les Brassicaceae, cette étude est la première à identifier un de ses membres. De plus, la perte de fonctions de MSI1 et de MSI4 (*FVE*), qui est également un activateur autonome de la fleuraison, ont des effets synergistiques sur la répression de la fleuraison, démontrant une fonction biochimique distincte de ces protéines.

En outre, *msi1* peut en grande partie compléter le mutant PcG *curly leaf (clf)*, phénotypiquement et au niveau moléculaire. Ceci suggère qu'à côté d'une interaction possible avec CLF, MSI1 peut également avoir une fonction antagoniste et qui pourrait être associée à un complexe du groupe Trithorax.

En conclusion, ces résultats ont montré que MSI1 est une protéine omniprésente chez les eucaryotes. MSI1 participe à plusieurs complexes d'assemblage ou de modification de la chromatine et est essentiel depuis le développement de l'embryon et de l'endosperme jusqu'au contrôle de la fleuraison et à la formation d'organes reproducteurs.