

Abstract

One of the key questions in developmental biology is to understand how cell level growth contributes to tissue patterning. The *Arabidopsis* root offers good opportunities to tackle this problem as along its proximal-distal axis cells sequentially occupy different states: from meristematic cells that harbor stem cells, to differentiating cells in the elongation zone (EZ) to cells that stop growing in the differentiation zone (DZ). The phytohormone cytokinin (CK) contributes to this zonation by positioning the boundary between the meristem and the EZ. However, the cellular growth profile accompanying root zonation is not understood and mechanisms that influence the transition from the EZ to the DZ remain unclear. In my doctoral study, I developed a pipeline for measuring root growth and cell wall stiffness at cellular resolution and use it to analyze the effect of CK on root zonation and cellular growth. I found that CK promotes growth cessation in the distal EZ, thus setting the EZ/DZ boundary. This process requires the auxin influx carrier AUX1 and is accompanied by AUX1-dependent cell wall stiffening in the distal EZ. My results show how measuring growth and cell wall stiffness at cellular resolution can help understand the mechanisms underlying root zonation patterning. Specifically, I show how the action of the upstream developmental signal cytokinin can affect cell-level processes (in this case, cell wall stiffening) to mediate its effects on growth and form.

Zusammenfassung

Eine der zentralen Fragen in der Entwicklungsbiologie ist, wie das Wachstum von einzelnen Zellen zur Entstehung von Mustern in deren Gewebe beiträgt. Die Wurzel der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* ist gut geeignet, dieses Problem zu studieren, da entlang ihrer proximal-distalen Achse Zellen verschiedene Spezialisierungen ausbilden: von meristematischen Zellen an der Wurzelspitze, wo sich Stammzellen befinden, über differenzierende und schnell wachsende Zellen in der Elongationszone (EZ), bis hin zu Zellen, die in der Differenzierungszone (DZ) ihr Wachstum einstellen. Das Phytohormon Cytokinin (CK) trägt zur Bildung dieser Zonen bei, indem es die Grenze zwischen dem Meristem und der EZ bildet. Das Wachstum auf zellulärer Ebene, welches die Entstehung der Zonen begleitet, ist jedoch noch nicht erforscht und die Mechanismen, die den Übergang von der EZ zur DZ beeinflussen, bleiben unklar. In meiner Doktorarbeit entwickelte ich eine Methodik zur Messung des Wurzelwachstums und der Messung der Zellwandsteifigkeit in zellulärer Auflösung. Diese verwendete ich, um die Wirkung von CK auf die Zonenbildung und das Wachstum der Zellen innerhalb der Wurzel zu analysieren. Ich fand heraus, dass CK den Stillstand des Wachstums in der distalen EZ fördert und dadurch die EZ/DZ-Grenze festlegt. Dieser Prozess erfordert den Auxin-Influx-Carrier AUX1 und wird von AUX1-abhängiger Zellwandversteifung in der distalen EZ begleitet. Meine Ergebnisse zeigen, wie die Messung von Wachstum und Zellwandsteifigkeit in zellulärer Auflösung helfen kann, die Mechanismen der Zonenbildung in der Wurzel zu verstehen. Insbesondere zeige ich, wie die Wirkung des Phytohormons und Upstream-Signals Cytokinin Prozesse auf Zellebene beeinflussen kann, in diesem Fall durch die Zellwandversteifung mit seinen Auswirkungen auf Wachstum und Form.