

Limestone and Calcium in Plants

Jean-Georges Barth

Zusammenfassung

Diese Arbeit gibt einen Überblick über die physiologische, ökologische und klimatische Bedeutung von Kalk und Kalzium in Pflanzen. Kalk ist ein biogenes Gestein, eine mineralische Form von Kohlenstoff, die sich auf der Oberfläche der Erdkruste ablagert. Durch Erosion kann gelöster Kalk biologisch aktiv werden. Pflanzen sind an den polaren Prozessen zwischen aktivem und inertem Kalzium beteiligt (Bio-Mineralisation *in vivo* und Karbonisation *post mortem*). Die Einflüsse von bodenbedingten, biologischen und klimatischen Gegebenheiten auf die vielfältigen Lebensräume von generalistischen, kalkliebenden und kalkmeidenden Pflanzen werden kurz beschrieben, ebenso die Rolle von Kalk- oder Kieseldüngung. In der Pflanze hält das Oszillieren von Calcium zwischen aktiv löslicher und inaktiv gebundener Form die zelluläre Konzentration in den engen Grenzen zwischen Mangel und Toxizität. Kalziumoxalat-Kristalle ermöglichen es der Pflanze, biotischen und abiotischen Herausforderungen zu widerstehen und die Nutzung des einfallenden Lichts zu optimieren. Aktives Kalzium ist an Konsolidierungsphänomenen beteiligt, indem es bei der Versteifung der Zellwand als Vernetzungsmittel des Pektins und bei Signal-Transduktionsmechanismen während des Wachstums der Wurzelhärchen oder des Pollenschlauchs wirkt. Es ist für die Bewegungen von Spaltöffnungen unverzichtbar. Zuviel Kalzium im Kulturmedium verhindert die Keimung des Samens. Die Rolle der Kalziumsignale ist in den biochemischen Dialogen zwischen Pflanze und Rhizobium für die Bildung von Wurzelknöllchen zur biologischen Stickstofffixierung von grosser Bedeutung. Diese Daten werden mit den von Steiner beschriebenen phänomenologischen und anthroposophischen Befunden verglichen, vor allem bezüglich der Herkunft des Kalkes, seiner Rolle bei der Entstehung der Urtiere und der Bildung von Exoskeletten (Mollusken) oder ähnlichen Strukturen (Verfestigung der pflanzlichen Zellwand) oder Endoskeletten (Wirbeltiere). Kalkstein ist lebensfeindlich, aber paradoxerweise schützen seine festen Strukturen das Leben. Kalk, ein inertes Mineral, liegt zwischen einer vergangenen und einer zukünftigen Lebensform. Seine Bedeutung bei den Prozessen der sexuellen Fortpflanzung und der Samenbildung wird in Verbindung mit den Kräften der untersonnigen Planeten betrachtet.

Summary

This paper gives an overview of the physiological, ecological and climatic importance of lime and calcium in plants. Lime is a biogenic rock – a mineral form of carbon – deposited on the surface of the earth's crust. Dissolved lime can become biologically active through erosion. Plants are involved in the polar processes between active and inert calcium (bio-mineralisation *in vivo* and carbonisation *post mortem*). The influence of soil, biological and climatic conditions on the diversity of habitats of generalist, calcicole and calcifuge plants is briefly described, as is the role of lime or

silica fertilization. In the plant, the oscillation of calcium between actively soluble and inactively bonded forms keeps the cellular concentration within the narrow limits between deficiency and toxicity. Calcium oxalate crystals enable the plant to resist biotic and abiotic challenges and optimize the use of incident light. Active calcium is involved in signal transduction mechanisms e.g. during the growth of root hairs or pollen tube. Calcium is involved in consolidation phenomena by acting as a cross-linking agent (strengthening) of the pectin in the cell wall. It is indispensable for stomatal movements. Too much calcium in the culture medium prevents seed germination. The role of calcium signals is of great importance in the biochemical dialogues between plant and rhizobium for the formation of root nodules for biological nitrogen fixation. These data are compared with the phenomenological and anthroposophical findings described by Steiner, especially with regard to the origin of calcium, its role in the development of primitive animals and the formation of exoskeletons (shellfish) or similar structures (strengthening of plant cell walls) or endoskeletons (vertebrates). Limestone is hostile to life, but paradoxically, its solid structures protect life. Limestone, an inert mineral, lies between a past and a future life form. Its importance in the processes of sexual reproduction and seed formation is considered in connection with the forces of the sub-sunny planets.

Glossary: All marked* terms are explained in a Glossary at the end of the text.

Introduction

The term 'limestone' refers to sedimentary rocks comprising mostly calcium carbonate (at least 50 % CaCO_3), a mineral compound of carbon. Apart from in rocks, limestone is ubiquitous: it is found in low concentrations in water¹ and in the air in the form of aerosols (*Perakis et al.* 2006, *Perakis et al.* 2013) where it is in trace amounts (*Benesch & Wilde* 1983, *Steiner* 1924a, lecture on 10 Jun). Calcium also comes to the Earth in the form of meteoric dust. Amounts from this source are negligible. It occurs in the form of achondrites whose calcium content is variable, low or zero, but can exceed 5 % (*Gounelle* 2017).

Calcium rocks include calcium carbonate, double calcium magnesium carbonate (dolomite) and magnesium carbonate (magnesite) (Fig. 1) (*Benesch & Wilde* 1983, *Bouillard* 2016). In his conception of chalk substance, Steiner included the alkaline sodium and potassium substances (*Steiner* 1924a, lecture on 7 Jun), as well as phosphates (apatites) (*Steiner & Wegman* 1925) and sulphates (gypsum) (*Steiner* 1924b, lecture on 5 Jul). In the agriculture course (*Steiner* 1924a, lecture on 13 Jun), Steiner implicitly broadens his conception of limestone to organic derivatives such as calcium oxalate

1 Potable water may contain up to 900 mg calcium per litre.