

Calciumoxalat-Monohydrat und -Trihydrat in der Pflanze

Eine physiologische Studie auf Grund der Phasenlehre

Von der

Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich

zur Erlangung der

Würde eines Doktors der Naturwissenschaften

genehmigte

Promotionsarbeit

vorgelegt von

ALBERT FREY

aus Olten.

Referent: Herr Prof. Dr. P. Jaccard

Korreferent: Herr Prof. Dr. P. Niggli

Nr. 385

Zürich 1925
Buchdruckerei Gebr. Fretz A. G.

Für das Reaktionsprodukt zweier Ionen ist die Gegenwart beider Ionen gleich wichtig, es lässt sich nicht entscheiden, ob dieses oder jenes Ion die Kristallisation provoziert. Folglich ist es auch müßig zu fragen, ob die Calcium- oder die Oxalationen Schuld an der Oxalalexkretion seien.

Wenn trotzdem die Frage nach der physiologischen Bedeutung des Calciumoxalates in den Vordergrund gestellt werden sollte, eine Frage, die vom rein physikalisch-chemischen Standpunkt eigentlich unterbleiben müsste, so könnte man sagen:

Das Calciumoxalat dient in seiner Gesamtheit sowohl der Entfernung von Calciumionen, als auch der Bindung der Oxalationen. Im ersten Falle wird in gewissem Sinne das Trihydrat, im zweiten das Monohydrat bevorzugt. Exkretbehälter, die gewöhnlich Monohydrat führen, vereinigen die beiden Aufgaben in sich. Drittens mag das schwerlösliche Salz in vielen Fällen bei der Regulierung der osmotischen Verhältnisse eine Rolle spielen (S. 57).

Schon diese dreifache physiologische Bedeutung des Calciumoxalates in der Pflanze zeigt uns deutlich, dass es nicht zu einem bestimmten Zwecke entsteht, sondern, als Reaktionsprodukt zweier Ionen einmal vorhanden, erst sekundär in den Dienst der Exkretion und Osmoregulation gestellt wird.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Die beiden Hydratstufen des Calciumoxalates müssen künftig schärfer auseinandergehalten werden, die morphologische Einteilung der Calciumoxalat-Exkrete ist der chemisch-kristallographischen in Monohydrat und Trihydrat unterzuordnen; die beiden Salze können leicht auf kristallographischem und optischem Wege unterschieden werden.

2. Auf Grund der Phasenlehre können in der Pflanze nicht beide Hydrate stabil auftreten. Das Trihydrat ist metastabil; es besitzt, wie durch das Experiment und die Entdeckung von Umwandlungserscheinungen in der Pflanze gezeigt wurde, die Tendenz, in Monohydrat überzugehen. Es bildet sich metastabil in an CaC_2O_4 übersättigten, osmotisch aber verdünnten Lösungen; seine Haltbarkeit wird durch die Gegenwart von Ca-Ionen und in Pseudolösungen erhöht.

3. Jedes der beiden Hydrate ist für bestimmte anatomisch-physiologische Einheiten charakteristisch; auch kann jedes von ihnen in gewissem Sinne einer der beiden herrschenden Exkretionstheorien über die Calciumoxalatausscheidungen zugewiesen werden.

4. Die Calciumoxalatbildung in der Pflanze kann physikalisch-chemisch weitgehend gefasst und erklärt werden (Löslichkeitsprodukt, Konzentrationsgefälle). Erst sekundär erlangen diese Kristalle eine exkretorische Bedeutung.

Institute für Pflanzenphysiologie und für Mineralogie
der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Problemstellung	1
I. Untersuchung des Systems Calciumoxalat-Wasser	
A Beschreibung des Systems	2
1. Phasen und Komponenten	2
2. Eigenschaften der vier Phasen unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Pflanze	3
a) Monohydrat	4
b) Trihydrat	9
Vergleich Monohydrat-Trihydrat	14
c) Lösung	14
d) Gasphase	16
3. Anwendung der Phasenlehre	16
B. Aufsuchen der Bildungs- und Existenzbedingungen der beiden Hydrate	18
1. Theoretische Grundlagen der Untersuchung	18
2. Stabilitätsfelder der beiden Hydrate	19
3. Bildungsbereich des Trihydrates	25
Stufenregel von OSTWALD	28
4. Haltbarkeit des Trihydrates	31
5. Zusammenstellung der Resultate	35
II. Physiologie der beiden Calciumoxalate	
C. Monohydrat und Trihydrat in der Pflanze	36
1. Osmotische Messungen und Nachweis überschüssiger Ionen	37
2. Anatomische Befunde	42
a) Histologische Verteilung der beiden Hydrate	42
b) Lokalisation des Calciumoxalates	43
3. Einteilung der Calciumoxalat-Ablagerungen	45
D. Bedeutung der Calciumoxalat-Exkrete	49
1. Herkunft der Calcium- und Oxalationen	49
Eiweisshypothese	50
Beziehungen zur Lignifikation	51
Atmungshypothese	52
2. Theorien über die Bedeutung des Calciumoxalates	54
a) Entkalkungstheorie	54
b) Entgiftungstheorie	54
c) Calciumoxalat als Osmoregulator	57
3. Physikalisch-chemische Beleuchtung der Calciumoxalat-Ausscheidung	57
Schlussbetrachtung	63
Zusammenfassung der Resultate	64