

Einfluss der Phosphorernährung auf die Chloroseneigung sowie Verfügbarkeit von Eisen und Mangan in Zitrusgewächsen

Heinz-Dieter Molitor, Dörte Strecke-Ehlers

DGG-Proceedings, Vol. 7, 2017, No. 16, p. 1-5
DOI: 10.5288/dgg-pr-hm-2017

Corresponding Author:

Heinz-Dieter Molitor
Institut für Urbanen Gartenbau und Zierpflanzenforschung
Hochschule Geisenheim University
Von-Lade-Straße 1
65366 Geisenheim
Germany

Email: Heinz-Dieter.Molitor@web.de

Einfluss der Phosphorernährung auf die Chloroseneigung sowie Verfügbarkeit von Eisen und Mangan in Zitrusgewächsen

Heinz-Dieter Molitor, Dörte Strecke-Ehlers²

Institut für Urbanen Gartenbau und Zierpflanzenforschung,
Hochschule Geisenheim University, Germany

1. Einleitung, Stand des Wissens, Zielsetzung

Bei der Kultur von Zitrusgewächsen in Kübeln treten häufig Chlorosen auf, die das Erscheinungsbild der Pflanzen erheblich beeinträchtigen können. Es handelt sich dabei zumeist um mehr oder weniger stark ausgeprägte Aufhellungen der Interkostalfelder insbesondere der jüngeren Blätter. Bekannt ist diese Erscheinung als sogenannte Eisenchlorose, die sich auf einen zu hohen pH-Wert des Substrates und eine hohe Hydrogencarbonat-Konzentration der Bodenlösung zurückführen lässt (BROWNING et al. 1995). In vielen Fällen dürfte es sich dabei um eine Kombination aus Eisen-, Mangan- und Zinkmangel handeln, da diese Schwermetallionen gleichermaßen unter diesen Bedingungen festgelegt werden. Ähnliche Symptome können bei Zitruspflanzen in Containern auch durch ein hohes Phosphorangebot ausgelöst werden. Aus der Tierfütterung und der Humanmedizin ist die Problematik einer starken Bindung und damit schlechten Verfügbarkeit von Eisen und anderen Schwermetallen an Phytinsäure bekannt. Offen ist, ob diese phosphorreiche Verbindung bei Zitrusgewächsen in ähnlicher Weise die Verfügbarkeit der betreffenden Mikronährstoffe beeinflussen kann. Ziel der vorliegenden Untersuchung sollte deshalb sein einen möglichen Zusammenhang zwischen einem variierten Phosphorangebot und dem Phytinsäuregehalt in den Wurzeln sowie dem Auftreten von Chlorosen zu untersuchen.

2. Material und Methoden

Citrus limon wurzelecht, als auch veredelt auf *Poncirus trifoliata* oder *Citrus aurantium*, wurden in zwei Versuchsreihen mit steigendem Phosphorangebot versehen. Zusätzlich wurden auch die beiden Unterlagen mit in die Untersuchungen einbezogen. Die Kultur erfolgte in 3 Liter Containern mit einem Substrat auf Basis von grobem Weißtorf. Das Substrat wurde mit 6 g/l CaCO_3 und 6 g/l Magnesiummischkalk auf einen pH-Wert von 5,5-6,0 eingestellt und mit einer Grunddüngung von 1 g/l des P-freien Mehrnährstoffdüngers „Ferty[®] 8 Mega (N+P₂O₅+K₂O+MgO; 18+0+22+3,3 +Spurenelemente) versehen. Eisen lag in einer Kombination von EDTA- und EDDHA-Chelat vor, Mangan, Zink und Kupfer als EDTA. Die Phosphorvariation von 50-100-200 mg P₂O₅/l (2014) bzw. 25-50-100 mg P₂O₅/l Substrat (2016) erfolgte mit Calciumdihydrogenphosphat. Die flüssige Nachdüngung erfolgte während der Sommermonate zwei Mal wöchentlich mit 400 ml/Pflanze einer Nährlösung mit 1 g/l „Ferty[®] 8 Mega“ plus zusätzlicher Phosphorvariation. Die Staffelung

der Phosphorkonzentration erfolgte analog zur Grunddüngung zwischen 50 und 200 mg P_2O_5/l Düngelösung (2014) bzw. 25 und 100 mg/l (2016). Als Gießwasser wurde Leitungswasser eingesetzt. Die Aufstellung der Container erfolgte von April bis zum Auswertungstermin im September in einem Folienhaus (2014) und 2016 auf einer Stellfläche im Freiland unter einer Folienüberdachung. Zum Ende der Kultur wurden die Pflanzen ausgewertet und in Blattproben der zuletzt voll entwickelten Blättern die Phosphor- und Spurennährstoffgehalte in der Trockensubstanz ermittelt. Die Wurzeln wurden ausgewaschen und die Gehalte an Phosphor, Eisen, Mangan und Zink in der Trockensubstanz bestimmt. Zusätzlich wurde der Gehalt an Gesamtphosphor und Phythinsäure nach der bei McKIE et al. (2016) beschriebenen Methode kolorimetrisch in der Trockensubstanz bestimmt. Die Intensität der Grünfärbung der zuletzt voll entwickelten Blätter wurde mittels Yara Schnelltest mit einem Chlorophyll-Meter SPAD-502Plus von Konica Minolta gemessen. Die Verrechnung der Werte erfolgte durch zweifaktorielle Varianzanalyse (Sigma Plot) für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

3. Ergebnisse

Zunehmendes Phosphorangebot führte bei *Citrus limon* und *Poncirus trifoliata*, sowie bei Veredelungen von *Citrus limon* auf *Citrus aurantium* oder *Poncirus trifoliata*, zu einer deutlichen Anreicherung von Phosphor in den Wurzeln, während die Gehalte in den Blättern nur vergleichsweise wenig zunahmen (Abb. 1).

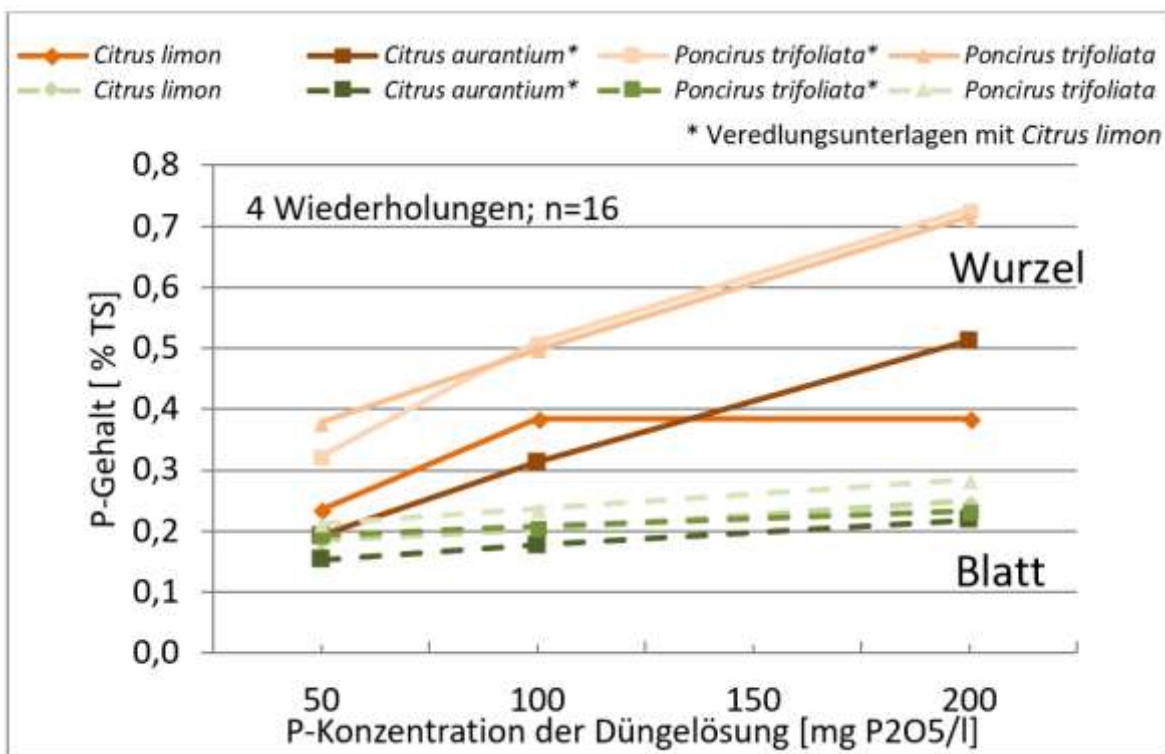


Abbildung 1. Einfluss des P-Angebotes auf den P-Gehalt in der Trockensubstanz von Blättern und Wurzeln verschiedener Zitrusarten und -veredelungen

Mit zunehmendem P-Angebot über 50 mg P₂O₅/l hinaus, kam es zudem zu einer Anreicherung von CAT-löslichem Phosphor im Substrat (Ergebnisse nicht dargestellt).

In den Wurzeln waren deutlich höhere Gehalte an Eisen und Mangan nachweisbar, als in den zuletzt voll ausgebildeten Blättern. Wie in Abbildung 2 am Beispiel von *Citrus limon* veredelt auf *Poncirus trifoliata* zu ersehen, nahmen die Mangangehalte in den Wurzeln mit zunehmendem P-Angebot sogar signifikant zu. Ähnlich verhielt es sich mit den hier nicht dargestellten Zinkgehalten.

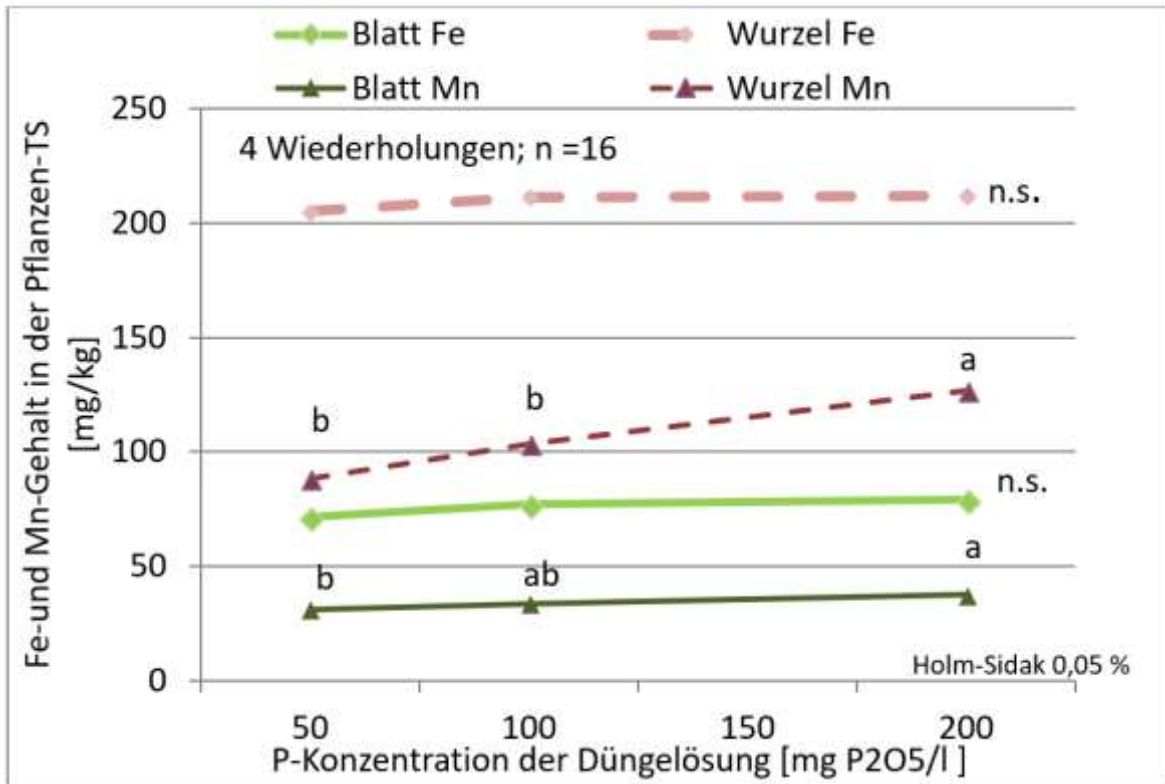


Abbildung 2. Einfluss des P-Angebotes auf den Gehalt an Eisen und Mangan in der Trockensubstanz von Blättern und Wurzeln einer Veredelung von *Citrus limon* auf *Poncirus trifoliata*

Die Speicherung von Phosphor erfolgte in Zitruswurzeln zu einem nennenswerten Anteil auch in Form von Phytin. Wie aus den am Beispiel von *Citrus limon* dargestellten Ergebnissen zu ersehen (Abb. 3), nahmen die Gehalte an Phytin in der Wurzel-TS mit zunehmendem Phosphorangebot signifikant zu. In dieser Versuchsreihe wurde das Phosphorangebot in einem niedrigeren Bereich unterhalb von 100 mg P₂O₅/l Düngelösung variiert. Demnach ließ sich eine deutliche Differenzierung in der Grünfärbung der zuletzt voll ausgebildeten Blätter bereits bei Überschreiten eines P-Angebotes von 25 mg P₂O₅/l nachweisen (Abb. 4). Stark zu Chlorose neigende Selektionen von *Citrus limon* zeigten unabhängig vom P-Angebot eine schlechtere Ausfärbung der Blätter. Dies erklärt die in den Versuchen aufgetretene vergleichsweise hohe Variabilität zwischen einzelnen Pflanzen gleicher Behandlung.

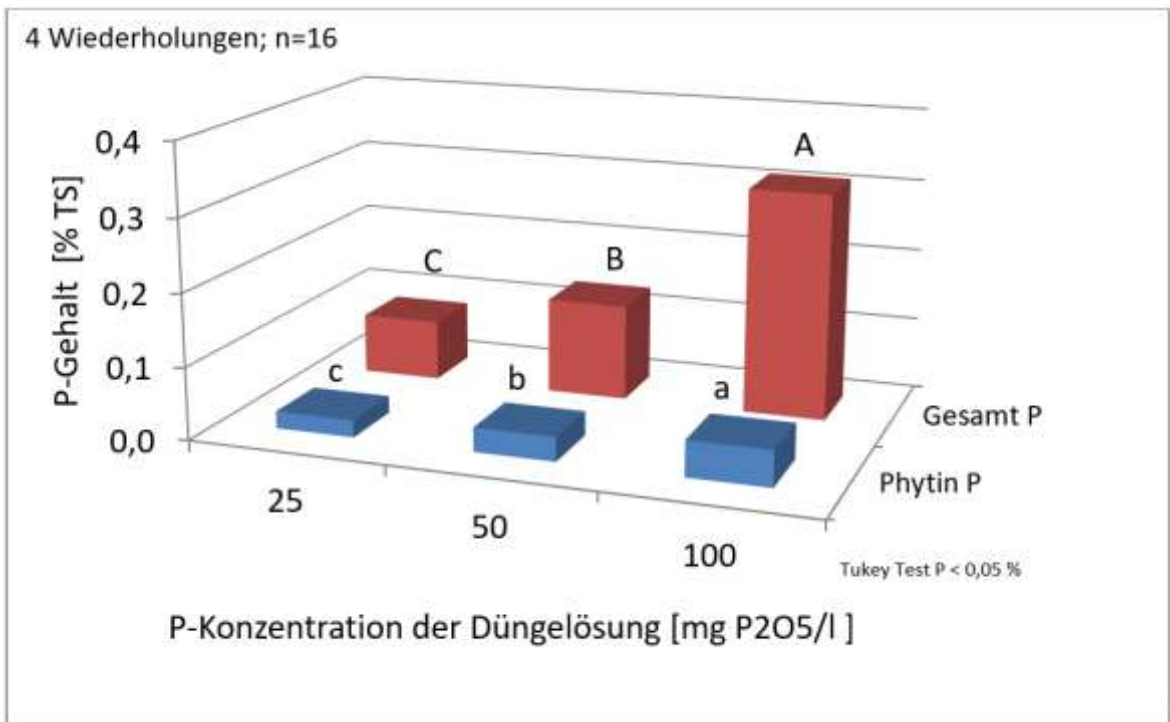


Abbildung 3. Einfluss des P-Angebotes auf die Gehalte an Phytin- und Gesamt-P in Wurzeln von *Citrus limon*

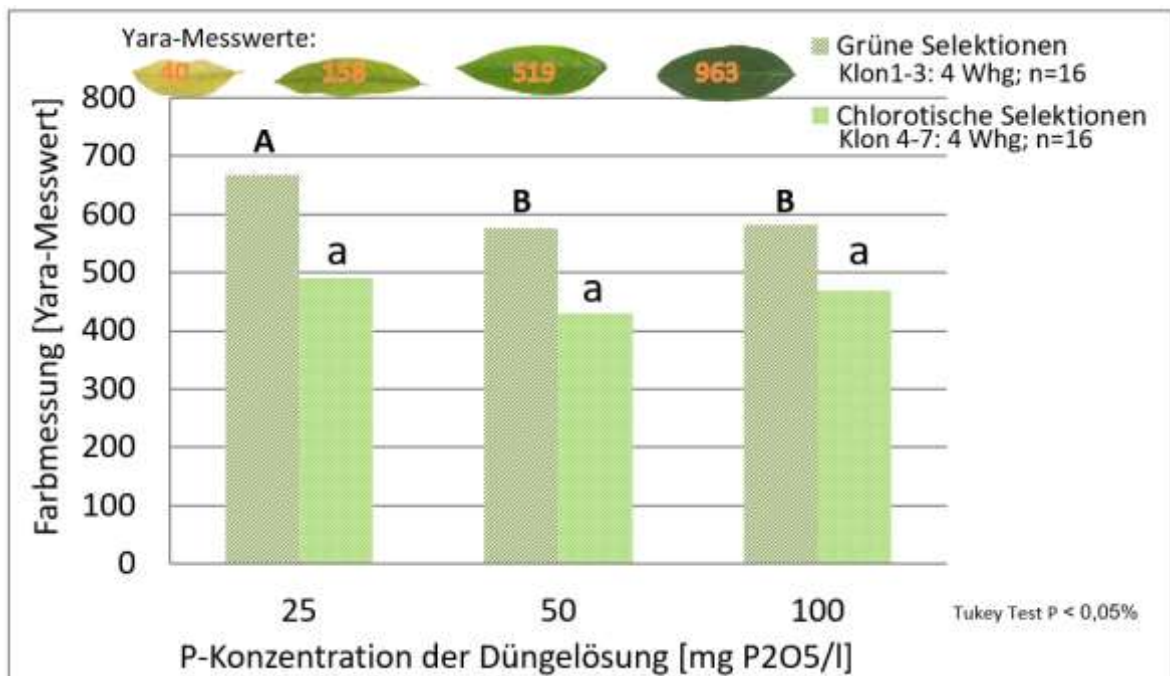


Abbildung 4. Einfluss des P-Angebotes auf die Blattfärbung von *Citrus limon* - Selektionen.

4. Diskussion

Zitrusgewächse haben einen niedrigen Phosphorbedarf und vermögen niedrige P-Gehalte im Boden effizient zu nutzen (OBREZA et al. 2008). Diese Erfahrung lässt sich auch auf die Containerkultur mit torfhaltigen Substraten übertragen. Bei einem Überangebot wird Phosphor in den Wurzeln angereichert (SPIEGEL-ROY und GOLDSCHMIDT 1996). Zumindest teilweise erfolgt dies in Form von Phytinsäure. Phytinsäure vermag sehr stark Eisen, Mangan und Zink zu binden und führt zu einer vermutlich irreversiblen Festlegung in den Wurzeln. Als Folge treten Chlorosen an den jüngsten Blattorganen auf, ähnlich denen, die als sogenannte „Kalkchlorose“ als Folge eines zu hohen pH-Wertes oder einer hohen HCO_3^- -Konzentrationen in der Bodenlösung bekannt sind. Vermutlich handelt es sich um eine Kombination aus Eisen-, Mangan- und Zinkmangel. Eine Re-Mobilisierung festgelegter Schwermetall-Ionen setzt das Vorhandensein einer Phytase voraus, wie dies von keimenden Samen bekannt ist. Diese Möglichkeit scheint zumindest in den Wurzeln von Zitrusgewächsen nicht zu bestehen, könnte aber möglicherweise ein interessanter Ansatzpunkt für eine Klärung auf molekularbiologischer Ebene sein. Die Untersuchungen zeigen zudem eine hohe Variabilität in der Ausprägung von Chlorosen einzelner Pflanzen bei gleichem Phosphorangebot. Durch Klonselktion lässt sich diese Variabilität bei wurzelechten *Citrus limon* vermutlich deutlich einschränken. Zusätzlich wird die Empfindlichkeit von Zitruspflanzen gegenüber Eisenmangel bei Veredelungen wesentlich durch die Unterlagensorte beeinflusst (PESTANA et al. 2011).

5. Schlussfolgerung

Ein hohes Phosphorangebot kann bei Zitrusgewächsen Chlorosen an den jüngsten Blattorganen auslösen die auf einen Mangel an Eisen, Mangan und Zink zurückzuführen sind. Ausgelöst wird dieser Mangel durch Festlegung der betreffenden Mikronährstoffe an Phytinsäure in den Wurzeln. Zur Vermeidung von Chlorosen bei Zitrusgewächsen sollte ein N:P₂O₅-Verhältnis bei der Düngung von 1:0,1 angestrebt und ein P-Angebot von 50 mg/l P₂O₅ der Düngelösung sowie ein CAT-löslicher Phosphorgehalt von 50 mg P₂O₅ pro Liter Substrat nicht überschritten werden.

6. Literatur

- Browning, H.W., McGovern, R.J., Jackson, L.K., Calvert, D.V., Wardowski, W.F. (1995). Florida citrus Diagnostic guide. Florida Science Source, Inc. Lake Alfred, Florida
- McKie, V.A., McCleary, B.V. (2016). A novel and rapid colorimetric method for measuring total phosphorus and phytic acid in foods and animal feeds. J. AOAC Int., 99, 738-743
- Obreza, T.A., Rouse, R.E., Morgan, K.T. (2008). Managing phosphorus for citrus yield and fruit quality in developing orchards. HortScience, 43, 2162-2166
- Pestana, M., Correla, P.J., David, M., Abadia, A., Abadia, J., de Varennes, A. (2011). Response of five citrus rootstocks to iron deficiency. J. Plant Nutr. Sci., 174, 837-846
- Spiegel-Roy, P., Goldschmidt, E.E. (1996). Biology of Citrus. Cambridge University Press. New York, USA