

Absorption of foliar-applied phosphorus – significance of leaf surface and foliar solute formulation properties

Jon Niklas Henningsen

Phosphor (P) ist ein zentrales Element für das Wachstum von Pflanzen. Jedoch ist P in vielen Agrarsystemen der Welt im Boden gebunden und nur geringfügig pflanzenverfügbar, was zu P-Mangel und somit zu Ernteverlusten bei Kulturpflanzen führen kann. Das gebundene P kann außerdem durch Erosion in Oberflächengewässer gelangen und dort zur Eutrophierung führen. Es bedarf folglich einer Steigerung der Nutzungseffizienz bisheriger P-Düngestrategien. Die Applikation von P über das Blatt könnte durch die Umgehung des Verlustpfades Boden eine hilfreiche Ergänzung zur Bodendüngung sein und somit Pflanzen in Phasen von hohem P-Bedarf und geringer Verfügbarkeit gezielt versorgen und P-Mangel beheben.

Jedoch besteht viel Ungewissheit über Wirksamkeit und Wirkmechanismen von P-Blattapplikationen. Aus diesem Grund wurden mit Mais (*Zea mays* L.) als Modellpflanze, einer Kulturart die insbesondere in der frühen Entwicklung anfällig für P-Mangel ist, Untersuchungen zur Wirksamkeit und Aufnahmemechanismen von blattappliziertem P durchgeführt.

In der ersten Studie wurde die Dauer der Wirksamkeit einer P-Blattapplikation bei Maispflanzen unter P-Mangel untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass in Folge der Blattapplikation sowohl die P-Konzentration, als auch die davon beeinflusste Biomassebildung und Photosyntheseleistung von P-Mangelpflanzen nur temporär erhöht werden konnte. Da die applizierte Menge für das frühe Wachstumsstadium grundsätzlich ausreichend war, stellte sich die Frage, warum die P-Blattapplikation die Funktionalität der Pflanzen nicht widerherstellen konnte.

Damit eine P-Blattapplikation wirksam für die Pflanze werden kann, muss das applizierte P nach der Deposition auf dem Blatt die Blattoberfläche durchdringen um ins Blattinnere zu gelangen. Im nächsten Schritt wurden daher die Eigenschaften der Blattoberfläche eingehend anhand von vier Maissorten analysiert um mögliche Unterschiede in der Oberfläche mit der P-Aufnahme in Verbindung bringen zu können. Die Oberflächenstrukturen Stomata und Trichome waren nur geringfügig oder gar nicht von der P-Versorgung und Sorte beeinflusst, sodass diese in Mais keinen wesentlichen Einfluss auf Unterschiede in der P-Blattaufnahme hatten. Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Cuticula, der obersten Schicht der Zellwand haben ebenfalls keinen Einfluss auf die P-Aufnahme gezeigt. Es konnte jedoch herausgefunden werden, dass sich die Sorten in der Bildung von epicuticulären Wachsen unterscheiden haben. Sorte P7948 hat ab dem 4. Blatt keine epicuticulären Wachse mehr ausgebildet, die übrigen drei Sorten waren hingegen erst ab dem 6. Blatt frei von den dreidimensionalen Wachsstrukturen. Das Verschwinden der epicuticulären Wachse hat zu einer deutlich verbesserten Benetzbarkeit der Blattoberfläche als auch der P-Aufnahme. Sind die Blätter nicht benetzbar, ist die Formulierung der Blattdüngerlösung entscheidend. Dabei war die Aufnahme immer am stärksten und am längsten durch die Zugabe eines Netzmittels erhöht. Die höchste P-Aufnahme konnte durch eine Lösung aus einem P-Salz mit geringer Deliqueszenz und Effloreszenz Relative Humidity und einem Netzmittel erreicht werden.

Die Benetzbarkeit unterschied sich nicht nur zwischen den Blattstufen und Sorten von Mais, sondern auch auf einzelnen Blättern. So waren etwa die Blattadern besser benetzbar als der Rest der Pflanze. Dies zeigte sich ebenfalls bei Paprika und Tomatenpflanzen. Hier war die Benetzbarkeit jedoch weniger von epicuticulären Wachsen, sondern vielmehr von Trichomen abhängig. Während Paprikablätter nur wenig Trichome aufwiesen und benetzbar waren, hatten Tomaten aufgrund einer Vielzahl von Trichomen nur eine geringe Benetzbarkeit. Insbesondere die Blattadern von Tomaten waren dicht besetzt mit Trichomen. Dadurch konnten sich jedoch Blattdüngerdepositionen dort verankern und somit wurde über die Blattadern bei Tomate am meisten P aufgenommen. Bei Paprikablättern wurde aufgrund der höheren Anzahl an Stomata über die abaxiale Blattspreite am meisten P aufgenommen.

Insgesamt liefert diese Dissertation detaillierte Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Eigenschaften der Blattoberfläche und der daraus resultierenden P-Blattaufnahme. Insbesondere für die weltweit bedeutende Kulturart Mais konnten wichtige Mechanismen der P-Aufnahme ermittelt werden.