

Successful control of apple scab with hydrated lime

Erfolgreiche Bekämpfung des Apfelschorfs mit Kalziumhydroxid

Peter Grimm-Wetzel und Jörg Schönherr

Abstract

In an attempt to control scab, a 12-year-old apple orchard was treated with suspensions of 5 g/l hydrated lime ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) using overhead irrigation for 15 min. No other fungicides were used. In treatment A, irrigation was started when infection according to Mills had taken place. In treatments B and C, treatment was delayed by 6 h and 20 h, respectively. Irrigation was initiated when the scab warning system signaled even very low infection risk, and a total of 62 treatments were applied. At harvest, the fruits of 'Golden Delicious' and 'Jonagold' varieties of untreated controls were scabbed, while those of 'Elstar', 'Fiesta', and 'Kent' had no visible scab symptoms. During both conventional and ULO storage for 7.5 months, all control fruits developed scab symptoms. All fruits from A, B, and C treatments were free of scab at harvest and after storage. All control trees had scabbed leaves at harvest time; treated trees were free of scab on their upper leaf surfaces, while up to 15% of the leaves had at least one scab lesion on their lower surfaces. This was attributed to poor wetting of these surfaces by sprinkler irrigation, while the fruits and upper leaf surfaces were fully covered with hydrated lime suspensions. At harvest, leaves and fruits were covered with whitish calcium carbonate residues which could be removed by a brief dip in 20 g/l aqueous citric acid. There were no signs of phytotoxicity on either leaves or fruits.

Keywords: Schorf, Fungizide, Kalziumhydroxid

Einleitung

In-vitro-Versuche ergaben, dass Kalziumhydroxid [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] Schorfsporen, Keimhyphen und Appressorien, aber auch das Stroma unter der Kutikula abtöten kann (SCHULZE U. SCHÖNHERR 2003; MONTAG ET AL. 2005). Die Wirkung beruht auf dem sehr hohen pH-Wert von 12.4 (MONTAG ET AL. 2005), der allerdings nur kurz vorhält, weil Kalziumhydroxid mit dem Kohlendioxid der Luft reagiert und dabei schwer lösliches Kalziumkarbonat entsteht. Vorversuche ergaben keinerlei Toxizität bei Blättern oder Früchten und bestätigten das Potential von Kalziumhydroxid. Diese Versuche wurden mit der Handspritze und der Vorgabe Tropfnass durchgeführt. Durch die Anwendung von Kalziumhydroxid mit einem Querströmer, was einer praxisüblichen Methode entspricht, mit einer Wassermenge von 300l/ha/mKh, konnte eine Schorfinfektion nicht verhindert werden. Zum Ende des Versuches gab es keine Infektionsunterschiede zur Kontrolle. Für die erfolgreich Anwendung von Kalziumhydroxid muss ein Verfahren installiert werden, welches in der Lage ist eine flächige Benetzung des Blattes und der Früchte über mehrere Minuten sicherzustellen. Erst damit ergibt sich die Möglichkeit, Schorf mit Kalziumhydroxid zu bekämpfen. Kalziumhydroxid gehört nicht zu den Fungiziden und kann deshalb mit einer Beregnungsanlage ausgebracht werden. Das Verfahren kann automatisiert werden, ein Befahren nasser Böden entfällt und Schorfbekämpfung ist auch bei leichtem Regen möglich. In einem Feldversuch haben wir überprüft, ob die Ergebnisse aus dem Labor und den Vorversuchen auf die Praxis übertragen werden können und wie kritisch der Zeitpunkt der Behandlung ist.

Material und Methoden

Der Versuch wurde im Jahr 2004 an 12-jährigen Bäumen auf der Unterlage M9 im Versuchsbetrieb Ruthe der Universität Hannover durchgeführt. Der Pflanzabstand betrug 4,00 x 1,25 m. Die Apfelsorten im Versuch waren:

- ‘Golden Delicious‘ (hoch schorfanfällig),
- ‘Jonagold‘ (anfällig),
- ‘Elstar‘ (mittel bis stark anfällig),
- ‘Fiesta‘ (gering bis mittelanfällig) und
- ‘Kent‘ (gering anfällig).

Die Ausbringung des Kalziumhydroxids über die installierte Frostschutzanlage hätte die Verwendung einer großen Wassermenge pro Applikation und die unnötige Mitbehandlung des Grünstreifens bedeutet. Um insbesondere die Wasseraufwandsmenge so gering wie möglich zu halten, wurden die einzelnen Baumreihen mit einer separaten Überkronenberegnungsanlage ausgerüstet. Als Regner wurde der Dan Flipper (Dan Sprinkler Irrigation Equipment) verwendet. Die Wasserverteilung des Regners entspricht einer langgestreckten Ellipse, mit einer Breite von ca. 3 m und einer Länge von ca. 7 m. Ein Aufbau der Düsen im Abstand von 5 m in der Reihe stellte sicher, dass sich die Beregnungsflächen ausreichend überschneiden. Um ein Nachtropfen der Regner zu verhindern, was die Bildung von CaCO_3 - Rückständen an der Düse begünstigt hätte, wurde ein Tropfenstopper eingebaut. Der optimale Arbeitsdruck sollte an der Dan-Düse ≈ 2 atü betragen. Um den Druckverlust in der Leitung gering zu halten wurde für die Zuleitung PVC-Rohre mit einem Querschnitt von 3/4 Zoll gewählt. Über den Baumreihen betrug der Durchschnitt der Leitungen nur 1/2 Zoll. Neben dem Druckverlust wurde das Totvolumen der Leitungen minimiert und in tolerierbaren Grenzen gehalten. Bei einem Druck von 1,7 - 2 bar erzeugen die Düsen (Violet Nozzle) ein Beregnungsfeld mit 6 mm/h. Die große Tropfengröße minimiert die Abdrift. Die Beregnungszeitpunkte und Intervalle wurden manuell geregelt. Die Beregnungsdauer mit Kalziumhydroxid betrug 15 min. Nach einer Einwirkungszeit von weiteren 15 min ohne Beregnung wurden die Leitungen und Regner 10 min mit Wasser gespült. Bei dem Wasser handelt es sich um Uferfiltrat des Flusses „Leine“ mit 23° Deutscher Härte. Da die Regner zum Verstopfen durch Kalziumkarbonat neigten wurden diese bei jeder Applikation auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft. Verstopfte Regner wurden sofort gewechselt und anschließend mit Zitronensäure (10 g/l) gereinigt. Die konzentrierten Kalziumhydroxid-Stammlösungen (1 kg/l) wurden mit einem Dosatron D116 (Dosatron International) in das Beregnungswasser eingespeist.

Zur Berechnung einer möglichen Schorfinfektion wurden die aktuellen Messdaten von Temperatur und Blattnässedauer nach Mills verwendet. Die Berechnung beruht auf der Summierung der Schorfinfektionsstundenquotienten.

Eine Anwendung bei der Variante A fand zum Zeitpunkt 100% Sporenreife, d. h. wenn alle Sporen ausgekeimt waren, mit 5 g/l $\text{Ca}(\text{OH})_2$ statt. Im Zeitraum vom 7. April bis 30. September wurden insgesamt 62 Behandlungen in der Variante A durchgeführt. Bei der Variante B erfolgte die Beregnung erst 6 h nach Erreichen der 100% Sporenreife, was eine Häufigkeit von 49 Anwendungen im Versuchszeitraum bedeutete. Bei der Variante C wurden vom 7. April bis 10. Juni wie bei Behandlung A 5 g/l K_2CO_3 mit einer Beregnungszeit von 30 min ausgebracht (14 Anwendungen). Die Variante konnte über den 10. Juni nicht aufrechterhalten werden, weil die Düsen permanent verstopften. Daher wurde nach dem 10. Juni 20 h nach 100% Sporenreife mit $\text{Ca}(\text{OH})_2$ beregnet (31 Anwendungen). Nach einer Applikation wurde die Sporenreife auf 0% gesetzt und neu aufaddiert.

Ergebnisse

Schwere Schorfinfektionen traten 2004 nur Anfang Mai und Anfang Juni auf. Danach kam es nur noch zu leichten Infektionen. Kalziumhydroxid reagiert mit dem CO₂ der Luft unter Bildung von Kalziumkarbonat. Deshalb entstanden auf Blättern, Zweigen und Früchten mit der Zeit weißliche Beläge. Die zahlreichen Behandlungen mit Kalziumhydroxid verursachten keinerlei Schäden an Blättern oder Blüten.

Mit allen Behandlungen wurde der Befall der Früchte mit Schorf vollständig verhindert, während in den unbehandelten Kontrollen der anfälligen Sorten 'Jonagold' und 'Golden Delicious' 23 bzw. 30% der Früchte Schorf hatten. Die Früchte der Kontrollen der mittel bis stark anfälligen Sorte 'Elstar' wie auch die der gering anfälligen Sorten 'Kent' und 'Fiesta' waren bei der Ernte frei von Schorf. Die Anzahl der Früchte pro Baum variierte stark, aber ein Einfluss der Behandlungen auf die Verteilung der Fruchtgrößen war nicht erkennbar.

Die ersten Schorfläsionen an Blättern wurden bei den Kontrollbäumen ab Anfang August beobachtet. Bei der Ernte im September/Okttober wurden in den Kontrollen aller Sorten auf den Blattoberseiten Schorfflecken gefunden. Entsprechend der hohen Anfälligkeit waren bei 'Jonagold' im Mittel 35% der Blätter befallen. Die Extreme reichten von 20 bis fast 60% befallene Blätter. In den Behandlungen waren bei 'Fiesta', 'Kent' und 'Golden Delicious' die Blätter der Langtriebe schorffrei. Bei 'Elstar' und 'Jonagold' hatten nur 1–3% der Blätter Schorfläsionen. Ein etwas anderes Bild ergab sich bei den Blattunterseiten. In den Kontrollen trat dort bei allen Sorten Schorf auf, meist stärker als auf den Blattoberseiten. Aber auch in den Behandlungen hatten im Mittel bis zu 15% der Blätter Schorfläsionen an den Blattunterseiten. Zwischen den Behandlungen waren dabei keine Unterschiede feststellbar.

Nach einer 7,5-monatigen Lagerung erfolgte die Bonitur der Früchte am 11. und 12. Mai 2005. In den Kontrollen hatte sich an den Früchten aller Sorten Lagerschorf gebildet. Die Früchte aus den Behandlungen waren unabhängig vom Lagerverfahren (Kühlager und ULO) frei von Lagerschorf. Ein 1%iger Befall bei 'Jonagold' der Behandlung B konnte als zufällig angesehen werden.

Diskussion

Durch das Beregnen der Bäume mit Kalziumhydroxid konnten Fruchtschorf zum Erntezeitpunkt, aber auch Lagerschorf vollständig verhindert werden. Die Ergebnisse der Kontrollen zeigen, dass Infektionsdruck vorhanden war und Infektionen stattgefunden haben.

Die Verzögerung der Beregnung um 6 (B) bzw. 20 h (C) beeinträchtigte die Wirkung von Kalziumhydroxid nicht. Kaliumkarbonat hatte ebenfalls eine fungizide Wirkung gegen Schorf, denn auch in der Variante C, die bis zum 10. Juni mit Kaliumkarbonat behandelt worden war, trat kein Fruchtschorf auf. In diesem Zeitintervall kam es zu mehreren mittleren und schweren Infektionen.

Blattschorf konnte auf den Blattoberseiten zuverlässig und ausreichend reduziert werden, da in den Behandlungen nur bei 'Jonagold' und 'Elstar' zum Zeitpunkt der Ernte einige wenige Läsionen zu finden waren. Bei 'Kent', 'Golden Delicious' und 'Fiesta' hatten die Blattoberseiten der Behandlungen keinen Schorf. Die Blätter der unbehandelten Kontrollen waren alle, wenn auch in unterschiedlichem Maße, von Schorf befallen und wiesen Läsionen ausgebildet. Die Bekämpfung des Blattschorfes mit Kalziumhydroxid war also auch mit zeitlicher Verzögerung von 6 und 20 h zuverlässig möglich. Auch Kaliumkarbonat (Variante C) verhinderte eine Infektion. Bei den Behandlungen hatten die Blattunterseiten allerdings zum Zeitpunkt der Ernte Schorfläsionen entwickelt. Das waren im Extremfall z. T. 15% der Blätter der Langtriebe. Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungen waren nicht vorhanden. Die Unterschiede zwischen den Kontrollen und den Behandlungen waren dagegen sehr groß und signifikant. Wir vermuten, dass der Schorfbefall der Blattunterseiten bei den Varianten A, B und C zustande kam, weil die

Blattunterseiten bei der Überkronenberegnung nicht immer vollständig benetzt worden sind. Das ist besonders bei voll ausgewachsenen Blättern, die vom Trieb abstehen, zu erwarten und fiel auch bei der Bonitur auf. Solche Blätter unterliegen zwar der ontogenen Resistenz, was aber nicht heißt, dass sie nicht befallen werden können. Lediglich die Ausprägung der Läsionen ist stark verzögert (KOLLAR 1996; LI U. XU 2002). Da die Bonitur erst zum Zeitpunkt der Ernte stattfand, lässt sich nicht sagen, wann die Läsionen bei den Behandlungen zuerst aufgetreten sind.

Literatur

- Montag J, Schreiber L, Schönherr J (2005) An in vitro study on the postinfection activities of hydrated lime and lime sulphur against apple scab (*Venturia inaequalis*). J. Phytopathology 153:485–491
- Schulze K, Schönherr J (2003) Calcium hydroxide, potassium carbonate and alkyl polyglycosides prevent spore germination and kill germ tubes of apple scab (*Venturia inaequalis*). J Plant Dis Prot 110:36–45
- Kollar A (1996) Evidence for loss of ontogenetic resistance of apple leaves against *Venturia inaequalis*. Eur J Plant Pathol 102:773–778
- Li B, Xu X (2002) Infection and development of apple scab (*Venturia inaequalis*) on old leaves. J Phytopathol 150:687–691