

improvements were confirmed, e.g. **Milsana** against *Podosphaera leucotricha* (Powdery mildew of apple), **Neudo-Vital** against *Monilinia laxa* (Brown rot disease) in cherry trees and *Sphaerotheca mors-uvae* (American mildew of gooseberry), **Neudosan** against *Dysaphis plantaginea*, **NAB** against *Venturia inaequalis* (Apple scab) and *Podosphaera leucotricha* (Powdery mildew of apple) and **Siapton** against plum pox-damaged fruits.

Literatur:

Schüler, P. (1995): Pflanzenpflege- und Pflanzenstärkungsmittel für den Einsatz in Obst- und Weinbau. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Obstbau der TU München-Weihenstephan. 178 S.

Zweijährige Untersuchungen zur Optimierung und Reduzierung des Kupfereinsatzes im Ökologischen Obstbau

Field trials for the reduction of the copper concentration in organic fruit growing

Kienzle, J. ⁽¹⁾, Zeyer, A. ⁽¹⁾, Schmidt, K. ⁽²⁾

Abstract

The efficacy against apple scab (*Venturia inaequalis*) of different copper formulations and admixtures to commercial copper products was tested. The products were sprayed six times before the flowering. No difference could be found between the various formulations. The admixture of Telmion, a rape seed oil product, or BioBlattMehltaumittel (based on soyalecithin) together with Vulkamin (rock powder) showed a slightly better effect. In 1994, the efficacy of the treatment was improved, using 250 l water/ha instead of 500 l/ha. In 1995, this effect could not be observed. The high incidence of early scab infections on fruit fall and yield could be demonstrated.

During and after the flowering copper might be used against fire blight (*Erwinia amylovora*). In this period there is a high risk of fruit russetting. Thus, different copper formulations were compared. In 1994, COPAC E showed less russetting than the other formulations, sprayed one time during the flowering. In 1995, copper oxychloride during the flowering and after the flowering gave better results than COPAC E and CUITROL.

1 Einleitung

Kupfer wird im ökologischen Obstbau vor allem zur Schorrfregulierung vor der Blüte bei niedrigen Temperaturen eingesetzt. Da der Kupfereinsatz im ökologischen Landbau teilweise recht kontrovers diskutiert wird, wurde bis 1993 vermehrt auf Alternativpräparate aus aufbereiteten Tonerden zurückgegriffen, obwohl diese bei starkem Schorfdruck eine etwas schlechtere Wirkung zeigten (KARRER, 1991). Seit flächendeckend Feuerbrand auftritt, wird jedoch wieder stark Kupfer eingesetzt. In der Praxis stellt sich nun die Frage, ob und bis zu welchem Schwellenwert die Kupferaufwandmenge/ha durch geeignete Applikationstechnik (Wasseraufwandmenge), Formulierung bzw. Zusätze reduziert werden kann. Deshalb wurden einige Handelspräparate auf der Basis verschiedener Kupferverbindungen und -formulierungen sowie der Zusatz von Telmion bzw. eine in Winzereisen verbreitete Mischung aus Kupfersulfat, BioBlattMehltaumittel (Soyalecithin) und Vulkamin (Gesteinsmehl) auf ihre Wirkung gegen Schorf bei Anwendung vor der Blüte untersucht.

Die Anwendung von Kupfer zur Feuerbrandbekämpfung während und kurz nach der Blüte beinhaltet ein hohes Berostungsrisiko. Deshalb wurde die Berostung beim Einsatz verschiedener Kupferpräparate zur Blüte/Nachblüte geprüft.

Grundsätzlich standen bei der Versuchsanstellung fachliche Gesichtspunkte im Vordergrund, die Zulassungssituation der einzelnen Präparate wurde dabei nicht berücksichtigt.

1) Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Traubenplatz 5, D-74189 Weinsberg

2) Landesanstalt für Pflanzenschutz, Reinsburgstr. 107, D-70197 Stuttgart

3 Material und Methoden

Die Versuche wurden mit vier Wiederholungen in einer bis 1993 konventionell behandelten Anlage an der Sorte 'Golden Delicious' auf M 9 durchgeführt. Jede Wiederholung bestand aus 11 Bäumen, von denen die mittleren fünf ausgewertet wurden. **Versuch 1** wurde 1994 am 15.3., 24.3., 30.3., 5.4., 15.4. und 22.4. gespritzt. Am 22.4 lag der Beginn des Ballonstadiums, danach folgte sehr rasch innerhalb einer Woche die Blüte. 1995 wurde am 20.3., 28.3., 6.4., 13.4., 19.4. und 28.4. behandelt. Am 28.4. waren schon erste Blüten offen. In der Blüte und nach der Blüte wurde in beiden Jahren mit Netzschwefel (3 kg/ha) behandelt. Die Spritzungen wurden von A. Zeyer mit einem Recyclinggerät mit folgenden Varianten durchgeführt:

1994	Mittel	Konz.(Reinkupfer/ha)	Wasseraufwandmenge
1	Kupferoxychlorid (Cupravit)	500 g/ha	500 l/ha
2	Kupfersulfat (Cuproxat flüssig)	500 g/ha	500 l/ha
3	Kupferhydroxid (Cuprozin WP)	500 g/ha	500 l/ha
4	Kupferhydroxid (Cuprozin WP)	500 g/ha	500 l/ha
5	Kupferhydroxid (Cuprozin WP)	225 g/ha	250 l/ha
6	Kupferhydroxid (Cuprozin WP)	100 g/ha	250 l/ha
7	Kupferhydroxid (Cuprozin WP) + TELMION	225 g/5l/ha	250 l/ha
8	Copac E (ammoniakalisches Kupfer)	225 g/ha	250 l/ha
9	Kontrolle	225 g/ha	250 l/ha

1995	Mittel	Konz.(Reinkupfer/ha)	Wasseraufwandmenge
1	Kupferhydroxid (Cuprozin WP)	250g/ha	250 l/ha
2	Kupferhydroxid (Cuprozin WP)	250g/ha	500 l/ha
3	Versuchspräp. Fa. Neudorff	250g/ha	500 l/ha
4	Kupfersulfat (Cuproxal) + BioBlatt + Vulkamin	250g /11/2kg/ha	500 l/ha
5	CUIVROL	250g/ha	500 l/ha
6	Kontrolle	250 l	500 l

Da davon ausgegangen wurde, daß (vor allem 1995) ein gewisses Potential an Winterkonidien vorhanden war, wurde der Verlauf des Askosporenflugs bei der Einstufung der Infektionen nicht berücksichtigt, und die Berechnung der **Schorfinfektionen** erfolgte nach MILLS.

In **Versuch 2** wurde immer mit 225 g/ha Kupfer und 500 l Wasser behandelt. 1994 wurden Kupferoxychlorid, Kupferhydroxid, Kupfersulfat und COPAC E während der Königsblüte (2.5.94) einmal gespritzt. 1995 wurden in einem Versuch (Blüte) COPAC E und Kupferoxychlorid zweimal in die Blüte appliziert (2.5. und 8.5.95). In einem zweiten Versuch (Nachblüte) wurde in der berostungskritischen Zeit am 22.5. und am 3.6.95 mit COPAC E, Kupferoxychlorid und Cuivrol behandelt. Bonitiert wurde in Versuch 1 Blattschorf an 50 Kurztrieben und zu einem späteren Termin an 50 Langtrieben (je 10 Triebe an den mittleren 5 Bäumen) pro Wiederholung. Dies entspricht 200 Trieben pro Variante. Das Versuchsquartier war in beiden Jahren stark durch Apfelblütenstecher befallen, so daß der Behang sehr gering war. Um eine ausreichende Menge an Früchten für die Erntebonitur zur Verfügung zu haben, wurden jeweils an den mittleren 7 Bäumen alle Früchte abgeerntet. Beim Fruchtschorf wurde der Befall in drei Klassen eingeteilt: Klasse 1: < 1 cm², Klasse 2: > 1 cm², aber noch verkaufsfähig für Direktvermarkter, Klasse 3: Mostobst. Nach dieser Einteilung wurde die Befallsstärke mit der Formel $(1 \times K1.1 + 2 \times K1.2 + 3 \times K1.3) / \text{Gesamtzahl}$ der Äpfel errechnet. Pro Wiederholung wurden 125 Äpfel bonitiert, teilweise war durch den Befall mit Apfelblütenstecher die Anzahl Äpfel pro Parzelle jedoch etwas geringer. Der Schorfbefall auf Blatt und Frucht wurde mittels einer Varianzanalyse und anschließendem TUKEY-Test verrechnet.

Bei der Berostung wurde zwischen einer Berostung unter 30 % (HK I), zwischen 30 und 50 % (HK II Bio) und über 50 % (Industrieobst) unterschieden. Die Berostungsstärke wurde errechnet aus $(HKI + 2 \times HKII + 3 \times IO) / \text{Anzahl Früchte}$. Ausgewertet wurden auch hier 125 Früchte pro Wiederholung.

3 Ergebnisse

Versuch 1: Im Jahr 1994 zeigten alle Varianten außer der Kupferkonzentration mit 100 g/ha (Variante 6) beim Blattschorfbefall an den Kurztrieben einen signifikanten Unterschied zur Kontrolle, der sich an den Langtrieben tendenziell, an den Früchten wiederum signifikant wiederholte.

Die drei verschiedenen Formulierungen (Hydroxid/Sulfat/Oxychlorid) zeigten keine wesentlichen Befallsunterschiede. Kupferoxychlorid lag jedoch eher am besten. Kupferhydroxid mit 500 g/ha zeigte jedoch bei halber Wasseraufwandmenge eine deutlich bessere Wirkung.

COPAC E hatte im Vergleich zu Kupferhydroxid mit der gleichen Aufwandmenge (Variante 5) eher eine etwas schlechtere Wirkung. Durch den Telmionzusatz wurde die Wirkung leicht verbessert.

Variante 6 (100g/ha) konnte statistisch nur von Variante 4 (500g/250 l) unterschieden werden, die einen tendenziell niedrigeren Befall als die anderen Varianten aufwies. Variante 4 war auch tendenziell weniger befallen als die Vergleichsvariante 3 (500g/500l).

Tab. 1. Schorfbefall 1994 (Blattschorf Befall in %; Fruchtschorf Befallsstärke/ ¹ TUKEY-Test)

Variante	1	2	3	4	5	6	7	8	9
KT 1.6.94	8,2 bc	9,0 c	9,8 bc	5,9 c	11,7 bc	21,3 ab	8,6 bc	14,1 bc	33,7 a ¹
LT 21.7.94	33,8 a	36,8 a	34,4 a	26,6 a	37,5 a	45,8 a	34,9 a	40,6 a	65,8 a
Frucht	0,53 b	0,86 b	0,69 b	0,46 b	0,89 b	1,48 ab	0,71 b	1,10 b	2,25 a

Dagegen konnte 1995 kein Unterschied zwischen den verschiedenen Wasseraufwandmengen festgestellt werden. Beim Blattschorfbefall (Kurztriebe) unterschieden sich alle Varianten signifikant von der Kontrolle. Variante 4 ließ sich als einzige von Cuivrol trennen, lag also tendenziell besser als die anderen Varianten. Das Kupferpräparat der Fa. Neudorff zeigte eine ähnliche Wirkung wie Kupferhydroxid. Die Bonitur der Langtriebe zeigte zwar ebenfalls einen signifikanten Unterschied zur Kontrolle aber kaum noch Unterschiede zwischen den Varianten, ebenso die Erntebonitur. Bei der Ernte konnte die Kontrolle allerdings nicht ausgewertet werden, da in diesen Parzellen keine Äpfel mehr vorhanden waren.

Tab. 2. Schorfbefall 1995 (Blattschorf Befall in %, Fruchtschorf Befallsstärke/ ¹ TUKEY-Test)

Variante	1	2	3	4	5	6
KT 19.6.95	27,3 bc	26,4 bc	30,1 bc	21,9 c	33,4 b	66,7 a ¹
LT 29.6.95	44,3 b	46,0 b	51,8 b	47,9 b	50,8 b	75,6 a
Frucht	2,24 a	2,44 a	2,30 a	2,39 a	2,35 a	--

Bei den **Erträgen** zeigte sich 1994 bereits ein deutlicher Minderertrag (etwa 50 % weniger) in der Kontrolle, 1995 wurden in den anderen Varianten im Schnitt 23 kg pro Parzelle geerntet, in der Kontrolle konnten insgesamt drei Äpfel gefunden werden.

Die **Berostung** war 1994 nur bei Kupferoxychlorid etwas höher als in der Kontrolle, auch 1995 waren kaum Unterschiede festzustellen.

Versuch 2: 1994 waren bei einer einmaligen Behandlung in die Vollblüte deutliche Unterschiede bei der Berostung zu sehen. COPAC E berostete eher weniger als die Kontrolle, die anderen drei Formulierungen, besonders Kupferoxychlorid und Kupferhydroxid, deutlich mehr.

Tab. 3: Berostung in Versuch 2 1995 (Angaben in %)

Versuch	Blütespritzungen			Nachblütespritzungen			
	COPAC	Oxychlorid	Kontrolle	COPAC	Oxychlorid	CUIVROL	Kontrolle
bis 30 %	72,0	75,6	70,9	48,4	54,8	54,0	67,2
bis 50 %	26,4	21,0	27,3	46,0	43,8	42,2	28,6
über 50 %	1,6	3,2	1,9	5,6	1,4	3,8	4,2
Ber.stärke	1,3	1,27	1,31	1,57	1,47	1,5	1,37

1995 zeigt sich dagegen bei zweimaliger Behandlung in der Blüte (letzte Spritzung gegen Blühende) kaum ein Unterschied. Kupferoxychlorid war eher weniger berostet als COPAC E und die Kontrolle. Bei der zweimaligen Nachblütespritzung war die Kontrolle deutlich weniger berostet als die behandelten Varianten, bei der starken Berostung (über 50 %) gibt es jedoch kaum Unterschiede. COPAC E liegt jedoch auch hier eher schlechter als die anderen beiden Formulierungen.

4 Schlußfolgerungen

Versuch 1: Die in der Praxis oft diskutierte bessere Wirksamkeit des Kupferhydroxid-Präparates im Vergleich zu Kupferoxychlorid konnte 1994 nicht bestätigt werden. PALM (1995) kam zu den gleichen Ergebnissen, daher wurde diese Frage im Folgejahr nicht mehr bearbeitet. Auch Kupfersulfat oder das Versuchspräparat der Fa. Neudorff (auf der Basis von Kupfer und Fettsäuren) sind zwar Alternativen zu Kupferoxychlorid, bringen jedoch keine Verbesserung der Wirksamkeit. CUIVROL, ein in Frankreich verbreitet eingesetztes Präparat auf der Basis von Kupfer und Spurenelementen, wirkt eher schlechter. Der Einsatz von COPAC E ist in diesem Zusammenhang offensichtlich nicht zu diskutieren. Betrachtet man jedoch die zumindest tendenziell bessere Wirkung von Kupfer mit dem Zusatz von Telmion (1994) und der Mischung aus BioBlatt, Vulkamin (Steinmehl) und Kupfersulfat (1995), so besteht hier noch ein gewisser Spielraum zur Optimierung der Wirksamkeit.

Bezüglich der optimalen Wasseraufwandmenge ergibt sich kein einheitliches Bild. Hierbei müssen jedoch die Vegetationsentwicklung und die Termine der Schorfinfektionen in den beiden Jahren berücksichtigt werden.

1994 erfolgte die Entwicklung vom Ballonstadium (BBCH Stadium 59) zur Vollblüte innerhalb einer Woche nach der letzten Spritzung. In diesem Zeitraum gab es keine Schorfinfektion. 1995 war der Schorfdruck vor der Blüte insgesamt höher, nach der letzten Spritzung bei schon recht entwickelter Blattmasse (erste Blüten offen, BBCH-Stadium 60)) erfolgte noch eine schwere Infektion.

Dies erklärt auch, warum 1995 im Gegensatz zu 1994 beim Befall der später austreibenden Langtriebe noch ein signifikanter Unterschied zur Kontrolle besteht.

Während 1994 die tendenziell bessere Schorfwirkung der Variante mit der niedrigeren Wasseraufwandmenge darauf zurückgeführt wurde, daß bei der sehr geringen Blattmasse beim Austrieb die Wirkstoffmenge bei höherer Konzentration der Spritzbrühe eher etwas höher ist, spielte dieser Effekt 1995 bei höherem Infektionsdruck und größerer Blattmasse zum Zeitpunkt der letzten Infektion wahrscheinlich kaum eine Rolle.

In beiden Jahren zeigt sich deutlich die große Bedeutung von Frühschorfinfektionen im ökologischen Obstbau. Der vor allem 1994 sehr deutliche Einfluß der Vorblütebehandlungen auf den Fruchtschorfbefall wurde auch von KARRER (1991) beobachtet. KENNEL und MOOSHERR (1983) stellten bei Infektionen der Kelchblätter, die vorwiegend in einem sehr frühen Stadium stattfinden, starken Fruchtfall fest. In diesem Versuch konnte 1994 und besonders 1995 ein starker Ertragseinbruch in der Kontrolle beobachtet werden. Berücksichtigt man, daß die Schorfempfindlichkeit der Kelchblätter auch bei weniger schorfempfindlichen Sorten vergleichsweise höher als die der Laubblätter sein kann (KENNEL und MOOSHERR, 1983), so könnten starke Frühschorfinfektionen nicht nur den Fruchtschorfbefall sondern auch den Ertrag nachhaltig beeinflussen. Da PALM (1995) ebenfalls eine sehr gute Wirkung von Kupferpräparate bei früher Applikation feststellte, sind Kupferbehandlungen vor der Blüte, besonders zum Austrieb, zur Bekämpfung von überwinterndem Feuerbrand und Frühschorf aus der Sicht des Pflanzenschutzes sinnvoll. Um den Kupfereintrag jedoch möglichst gering zu halten, kann die Kupferaufwandmenge/ha, was die Wirkung gegen Schorf betrifft, bis ungefähr 250 g/ha reduziert werden. Bei 100g/ha scheint die Wirkung nicht ausreichend. Bei den Vorblütebehandlungen kann die Berostung im ökologischen Obstbau vernachlässigt werden.

Versuch 2: Kritischer Zeitpunkt für die Berostung scheint nach den Ergebnissen von 1995 nicht so sehr die eigentliche Blütezeit als die Periode der ersten Fruchtwachstums zu sein. In dieser Zeit war es 1995 allerdings auch naßkalt, so daß eine extreme Kupferempfindlichkeit gegeben war. Während COPAC 1994 bei der Blütespritzung zu deutlich geringerer Berostung führte als Kupferoxychlorid, konnte dies 1995 weder für die Blüte- noch für die Nachblütespritzung bestätigt werden. Diese etwas widersprüchlichen Ergebnisse müssen weiter überprüft werden. Cuivrol brachte auch hier keine Verbesserung gegenüber Kupferoxychlorid.

5 Literatur

- KARRER, E. (1992): Versuch zur Regulierung des Apfelschorfs mit alternativen Pflanzenbehandlungsmitteln in der Vorblüte; in: 5. Int. Erfahrungsaustausch zum Ökologischen Obstbau, Weinsberg
 KENNEL und MOOSHERR (1983): Kelchblatt-Schorf, eine gefährliche aber wenig bekannte Erscheinungsform des Apfelschorfs. In: Obstbau, 4/83 470-472.
 PALM, G. (1995): Versuche zur Bekämpfung des Schorfpilzes mit Kupferpräparaten. In: Rhein. Monatszeitsch. 3/95