Vergleichende Untersuchungen zur Wirksamkeit von Pflanzenstärkungsmitteln

M. Schmitz, U. Strobel und G. Noga¹

1 Einleitung

Obstanlagen sind in zunehmendem Maße verschiedenen Streßfaktoren, z.B. Umweltschad-gasen oder ungünstigen Witterungseinflüssen ausgesetzt. Alle Formen von Streß resultieren direkt oder indirekt in einer Beeinträchtigung der Photosyntheseleistung und können negative Konsequenzen für die Fruchtentwicklung haben. Daher kommt Maßnahmen, die zu einer Minderung des Stresses oder einer Steigerung der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegenüber abiotischen oder biotischen Faktoren beitragen, in der Praxis eine große Bedeutung zu. Einigen Pflanzenstärkungsmitteln wird bei Applikation auf die Pflanze eine Förderung der Widerstandsfähigkeit gegenüber oxidativen Stressen und pilzlichen Pathogenen zugesprochen. Bisher lagen jedoch nur wenige fundierte Untersuchungen zur Wirksamkeit und Wirkungsweise derartiger Präparate vor. Es wurden daher in der Vegetationsperiode 1996 ausgewählte Pflanzenstärkungsmittel an Apfelbäumen auf ihre biologische Wirksamkeit untersucht.

2 Material und Methoden

2.1 Freilandversuch

Der Feldversuch wurde auf der Versuchsstation für Obstbau-Bavendorf der Universität Hohenheim an Apfelbäumen der Sorte 'Jonagold'/M9 und 'Elstar'/M9 des Pflanzjahres 1986 in einer nach den Richtlinien der Integrierten Produktion bewirtschafteten Parzelle durchgeführt. Um einen erhöhten Schorf-Infektionsdruck sicherzustellen, wurde die Zahl der Fungizidspritzungen ab Anfang Juni reduziert. Der Baumabstand betrug 4,0 x 1,6 m bei 'Jonagold' und 3,6 x 1,6 m bei 'Elstar'. Der Versuch umfaßte bei beiden Sorten neben einer Kontrolle 7 weitere Varianten (Tab. 1) mit je 3 Wiederholungen à 3 Bäumen in einem randomisierten Blockdesign.

2.2 Pflanzenstärkungsmittel und Konzentrationen

Die in Tabelle 1 aufgeführten Pflanzenstärkungsmittel wurden untersucht.

2.3 Pflanzenbehandlung

Malus domestica:

Die Applikation der Pflanzenstärkungsmittel erfolgte mit Hilfe einer Spritzpistole (Düsendurchmesser 2 mm) bei einem Druck von 18 bar einheitlich im zweiwöchigen Abstand in der Zeit vom 21.05.1996 bis 15.08.1996 mit Ausnahme von Cifamin und Biolight. Silkaben und Bion wurden zusätzlich am 29.08.96, OCC und VMH am 05.09.96 eingesetzt. Die Spritzungen von Silkaben/Rotenburger Meeresalgen erfolgten bis zum 29.08.96, OCC sowie VMH 155 bis zum 5.09.96, Bion bis zum 11.09.96. Die Prüfgruppe Cifamin + Biolight umfaßte zunächst die alleinige Anwendung von Cifamin im zweiwöchigen Abstand in der Zeit vom 21.05.96 bis einschließlich 02.07.96 und Anschlußbehandlungen derselben Bäume mit Biolight am 17.07. und 31.07.96. Alle Präparate wurden als wäßrige Spritzlösung bis zur vollständigen Benetzung der Blätter und Früchte ausgebracht.

¹ Dr. M. Schmitz, Dipl.-Ing.agr. U. Strobel und Prof. Dr. G. Noga, Fachgebiet Obstbau der Universität Hohenheim, Schuhmacherhof 6, 88213 Ravensburg

Tab. 1: Ausgewählte Pflanzenstärkungsmittel, ihre Zusammensetzung und Konzentration

Präparat	Zusammensetzung	Anwendungskonz.
Plantacur E	formuliertes α -Tocopherol (25 % a.i.)	0,1 %/0,4 %
OCC (Dynamik)	Pflanzenextrakte/Kompostextrakte/Bakterienkulturen (beinhaltet Vit. A, E, B ₁ , B ₂ , B ₁₂ , Spurenelemente, Phytohormone)	0,5 %
VMH 155	Nachfolgeprodukt von OCC, ähnliche Zusammensetzung	0,2 %
Silkaben	Bentonit, Quarz und Algenkalk; evt. Gewebehärtung durch Einlagerung von Silikat in Zellstrukturen; wurde in Kombination mit 'Rotenburger Meeresalgen' angewendet.	0,4 %
Cifamin	L- α -Aminosäuren und natürliche Auxine und Cytokinine sowie einige Mikronährstoffe (Fe, Cu, Mn, Zn)	0,05 %
Biolight	freie Aminosäuren, Vitamine der B-Gruppe, einige Chelate, Zellenextrakte, Vorprodukte der KH, Phytin, Vorprodukte der photosynthetischen Pigmente, auxinähnliche Substanzen	0,012 %
Bion	Wirkstoff: Bendicar (Benzo(1,2,3)thiadiazol-7-thiocarbonsäure-S-methylester); systemisch aktivierte Resistenz	0,004 %

2.4 Bonituren

Der Grad der Ausfärbung der Früchte im Freiland wurde zunächst visuell am 19.09.1996 durch Bonitur ermittelt. Die Boniturskala umfaßte 3 Stufen (1 = befriedigende, 2 = gute und 3 = sehr gute Fruchtausfärbung). Nach der Ernte wurden die Früchte zudem maschinell (MAF, Montauban, Frankreich) nach Größe und Ausfärbung sortiert.

Die Bestimmung des Schorfbefalls erfolgte bei 'Elstar' am 22./23.08.1996, bei 'Jonagold' am 26./27.08.1996. Hierzu wurde an 6 einjährigen Langtrieben je Baum die Zahl der Schorfflecken mit Hilfe einer Lupe auf der Blattober- und der Blattunterseite ermittelt. Im Durchschnitt wurden 1000 Blätter je Prüfgruppe bonitiert.

2.5 Ertragsbestimmung

Die Früchte der Sorte 'Elstar' wurden am 23.09.1996 geerntet, die 'Jonagold' Früchte am 15.10.1996. Die Sortierung erfolgte bei beiden Sorten 2 Tage nach der Ernte. Neben der Deckfarbe der Früchte wurde die Erntemenge sowie das durchschnittliche Fruchtgewicht bestimmt.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Behandlung der Bäume mit Plantacur E, Bion und Cifamin in Kombination mit Biolight resultierten sowohl bei der Sorte 'Elstar' als auch bei 'Jonagold' in einer deutlichen Minderung des Blattschorfbefalls (Tab. 2), wobei Plantacur E in der höheren Konzentration (0,4 %) bei 'Jonagold' eine bessere Wirksamkeit zeigte. Die Applikation von OCC und VMH zeigte lediglich bei der Sorte 'Elstar' einen Effekt, Silkaben dagegen förderte den Schorfbefall bei beiden Apfelsorten signifikant. In allen Prüfgruppen war auf den Blattunterseiten ein geringerer *Venturia inaequalis*-Befall festzustellen als auf den physiologischen Blattoberseiten. Die Ergebnisse hinsichtlich Plantacur E aus den Versuchsjahren 1995 und 1996 wurden hierdurch bestätigt (Schmitz und Noga, 1995 und 1996). Palm (1996, noch nicht publizierte Ergebnisse) prüfte das fungizide Wirkungspotential von Plantacur E (0,15 %) im Vergleich mit konventionellen Fungiziden wie Dithane Ultra WG (0,2 %) und Discus (0,0125 %) in einem umfangreichen Feldversuch auf der OVA Jork bei der Apfelsorte 'Elstar'. Der prozentuale Schorfbefall der Blätter betrug 74 % in der Kontrolle, 20,6 % und 26,5 % in zwei Plantacur E Wiederholungen und 5,9 % bzw. 2,2 % in der Wiederholung bei

Anwendung von Dithane Ultra. Discus reduzierte den *Venturia inaequalis*-Befall auf 5,0 %. Der Anteil der schorfinfizierten Früchte erreichte in der Kontrolle 24 %, bei Applikation von Dithane Ultra 0,8 bzw. 0,4 % und bei Discus 3,2 %, in den Plantacur E-Prüfgruppen 2,6 bzw. 2,2 %. Auch Pfeiffer (1995) wies nach Behandlung mit Plantacur E bei der Apfelsorte 'Rubinette' eine deutliche schorfmindernde Wirkung nach. Plantacur E wurde 7-malig nach der Blüte ausgebracht; der Blattschorfbefall wurde im Vergleich zu einer Netzschwefelbehandlungen unter Zusatz von unterschiedlichen Präparaten untersucht. Die Schorfbonitur ergab einen Befall von 4,2 % in der Plantacur E-Variante im Vergleich zu 13,2 % in der unbehandelten Kontrolle. Auch Straub (1995) konnte eine deutliche schorfmindernde Wirkung von Plantacur E nachweisen.

Mehrmalige Bion-Applikationen resultierten in unserem Versuch ebenfalls in einer Minderung des Blattschorfbefalles bei beiden geprüften Sorten. Verminderte Anfälligkeiten gegenüber Pilzkrankheiten nach Bion Behandlung wurden auch von Steiner (1997) beschrieben. So konnte eine Reduktion des 'Echten Mehltau' Befalls bei Gurken und Winterweizen und der 'Fusarienwelke' bei Begonien nach Bion Behandlung nachgewiesen werden. Dies läßt darauf schließen, daß eine Bion Behandlung eine 'systemisch aktivierte Resistenz' induziert, woraus die gezeigte schorfinfektionshemmende Wirkung resultiert (Steiner, 1997; Strobel, 1997).

Farbbonituren vor der Ernte ergaben, daß bei 'Elstar' die beste Ausfärbung nach Anwendung von Plantacur E in der Konzentration von 0,4 % zu erzielen war, gefolgt von Silkaben und Rotenburger Meeresalgen sowie Cifamin + Biolight sowie Plantacur E in der niedrigen Konzentration (Tab. 3). OCC, VMH und Bion ließen keine ausgeprägte farbfördernde Wirkung erkennen. Bei der Sorte 'Jonagold' war eine bessere Ausfärbung nach Applikation von Silkaben + Rotenburger Meeresalgen, Plantacur E (0,1 %), und VMH 155 zu verzeichnen. Silkaben mit Zusatz von Rotenburger Meeresalgen hinterließ jedoch bei den Früchten beider Sorten einen weißen Spritzbelag, der nur durch gründliches Waschen der Äpfel zu entfernen war und eine Beeinträchtigung der äußeren Fruchtqualität darstellte. Auch bei den Blättern waren sichtbare Rückstände vorhanden. Die Blattfarbe erschien dunkler. Chlorophyllgehaltsbestimmungen ergaben jedoch keine signifikanten Unterschiede zur Kontrolle.

Die Boniturdaten wurden sowohl durch die maschinelle Farbsortierung, die nach der Ernte vorgenommen wurde, bestätigt (Ergebnisse nicht dargestellt) als auch durch die Ergebnisse aus den Versuchsjahren 1993 und 1994, in denen bei Anwendung von Vitamin E bei den Sorten 'Jonagold' und 'Elstar' sowohl eine Intensivierung als auch eine Erhöhung des flächenmäßigen Anteils der rot gefärbte Schalenpartien erzielt worden war (Noga 1995; Schmitz und Noga, 1995 und 1997). Insgesamt war jedoch festzustellen, daß der Grad der Ausfärbungsförderung hinter den in den Jahren 1993-1995 erzielten Effekten deutlich zurückblieb. Dieses Resultat wird auf die im Vegetationsjahr 1996 geringer ausgefallenen Streßbelastung der Bäume durch Hitze und Ozon zurückgeführt. Die am Standort Bavendorf erhobenen Klimadaten belegen, daß die Jahresdurchschnittstemperatur von 1996 sowohl auf der Grundlage der Monate Januar-Dezember als auch der Monate April bis Oktober die Durch-

schnittswerte des langjährigen Jahresmittels (1991-1996) deutlich unterschreitet (Strobel, 1997). Die Anzahl der Hitzetage mit Tagesmaxima über 30°C im Versuchsjahr 1996 blieb weit hinter der der Vorjahre zurück (Ergebnisse nicht dargestellt). Waren es in den Jahren 1990-1995 zwischen 10 und 26 Tagen pro Jahr mit Tagesmaxima über 30°C, so wurde diese Temperaturgrenze 1996 an lediglich 5 Tagen überschritten.

Die mehrmalige Behandlung mit Plantacur E in einer Konzentration von 0,4 % und mit Bion resultierte bei beiden Sorten in einer Reduktion des Ertrages, wobei das durchschnittliche Fruchtgewicht sich bei beiden Sorten nicht signifikant von der Kontrolle unterschied. Jedoch war die Anzahl der geernteten Früchte je Baum in diesen Varianten tendenziell geringer (Ergebnisse nicht dargestellt).

Tab. 2: Schorfbefall (Schorfflecken/100 Blatt) an Apfelblättern der Sorten 'Jonagold' und 'Elstar' nach Behandlung mit Pflanzenstärkungsmitteln

Variante	Schorfbefall der Blätter (Schorfflecken/100 Blätter)					
	Jonagold			Elstar		
	adaxial	abaxial	ad.- u. abaxial	adaxial	abaxial	ad.- u. abaxial
Kontrolle	6,76	14,43	21,19	3,84	11,38	15,22
Plantacur E (0, 1%)	5,99	11,25	17,24	1,73	5,02	6,75
Plantacur E (0,4 %)	5,43	6,36	11,79	2,55	5,08	7,63
OCC	6,61	14,31	20,92	2,69	5,75	8,44
VMH 155	7,60	13,02	20,62	1,84	8,24	10,08
Silkaben+Meeresalgen	6,46	21,87	28,33	1,52	35,95	37,47
Cifamin BK, Biolight	4,72	12,21	16,93	2,45	4,61	7,06
Bion	3,98	9,97	13,95	1,98	3,98	5,96

Tab. 3: Visuelle Ausfärbungsbonitur an Früchten der Sorten 'Jonagold' und 'Elstar' nach Behandlung mit Pflanzenstärkungsmitteln; Boniturtermin 19.09.1996, Mittelwerte + SE

Variante	Fruchtausfärbung (Boniturnote)*	
	Elstar	Jonagold
Kontrolle	2,2 ± 0,14	2,2 ± 0,22
Plantacur E (0, 1%)	2,5 ± 0,17	2,5 ± 0,24
Plantacur E (0,4 %)	2,8 ± 0,11	2,3 ± 0,16
OCC	2,0 ± 0,28	2,4 ± 0,17
VMH 155	2,3 ± 0,16	2,5 ± 0,17
Silkaben + Rotenb. Meeresalgen	2,7 ± 0,14	2,6 ± 0,16
Cifamin BK, Biolight	2,5 ± 0,17	2,2 ± 0,22
Bion	2,4 ± 0,17	1,8 ± 0,11

* Boniturskala: 1 = schwache Ausfärbung, 2 = gute Ausfärbung, 3 = sehr gute Ausfärbung

Tab. 4: Erntemenge (kg/Baum) und durchschnittl. Fruchtgewicht der Sorten 'Elstar' und 'Jonagold' nach Behandlung mit verschiedenen Pflanzenstärkungsmitteln; Mittelwerte $\pm$ SE, n = 3, Erntetermine: 23.09.1996 bzw. 15.10.1996; Sortiertermine: 25.09.1996 bzw. 17.10.1996

Variante	Elstar		Jonagold	
	Erntemenge (kg/Baum)	durchschnittl. Fruchtgewicht (g)	Erntemenge (kg/Baum)	durchschnittl. Fruchtgewicht (g)
Kontrolle	24,1 $\pm$ 1,2	158,3 $\pm$ 6,9	33,3 $\pm$ 1,3	181,0 $\pm$ 5,3
Plantacur E (0,1 %)	21,2 $\pm$ 1,8	162,7 $\pm$ 8,7	32,7 $\pm$ 1,3	180,6 $\pm$ 6,7
Plantacur E (0,4 %)	19,6 $\pm$ 2,2	162,6 $\pm$ 8,8	27,8 $\pm$ 1,9	175,3 $\pm$ 3,7
OCC	24,3 $\pm$ 0,8	167,6 $\pm$ 4,8	30,6 $\pm$ 1,4	177,3 $\pm$ 7,7
VMH 155	23,8 $\pm$ 0,8	163,7 $\pm$ 9,6	34,0 $\pm$ 0,8	186,6 $\pm$ 12,1
Silkaben + Meeresalgen	23,7 $\pm$ 0,9	163,1 $\pm$ 9,1	34,1 $\pm$ 0,9	176,0 $\pm$ 5,1
Cifamin BK, Biolight	24,9 $\pm$ 1,0	156,6 $\pm$ 5,4	32,6 $\pm$ 1,9	194,0 $\pm$ 5,5
Bion	20,4 $\pm$ 2,7	159,7 $\pm$ 6,8	31,4 $\pm$ 2,4	184,3 $\pm$ 3,3

5 Zusammenfassung und Schlußfolgerung

In Feldversuchen wurde die biologische Wirksamkeit von Pflanzenstärkungsmitteln gegenüber Pilzkrankheiten (*Venturia inaequalis*) und zur Förderung der Fruchtqualität untersucht. Für die Versuche wurden die Pflanzenstärkungsmittel Plantacur E (0,1 und 0,4 %), OCC, VMH 155, Silkaben, Cifamin, Biolight und Bion ausgewählt. Die Untersuchungen haben ergeben, daß eine mehrmalige Behandlung der Bäume der Sorten 'Elstar' und 'Jonagold' mit Plantacur E (0,1 % und 0,4 %), Bion und Cifamin in Kombination mit Biolight in einer deutlichen Minderung des Blattschorfbefalls resultierte. Die Applikation von OCC und VMH 155 hatte keinen Einfluß auf das Ausmaß an Schorfflecken; Silkaben förderte den Schorfbefall signifikant. Farbbonituren ergaben eine verbesserte Ausfärbung bei 'Jonagold' nach Applikation von Silkaben + Rotenburger Meeresalgen, Plantacur E (0,1 %) und VMH 155. Bei Früchten der Sorte 'Elstar' wurde eine verbesserte Ausfärbung nach Anwendung von Plantacur E (0,4 %), Silkaben + Rotenburger Meeresalgen sowie Cifamin und Biolight und Plantacur E (0,1 %) erzielt. Die Applikation von Silkaben verursachte jedoch einen weißen Spritzbelag auf Blättern und Früchten, welcher eine Minderung der äußeren Fruchtqualität darstellte.

6 Literatur

- Ciba Geigy GmbH (1996): Schriftliche Mitteilung zu Bion, Frankfurt.
- Obaid, H. (1996): Auswirkungen und Bedeutung einer exogenen Applikation von α -Tocopherol und α -Tocopherolacetat bei Apfelbäumen für die Abwehr oxidativen Stresses bei Blättern und Früchten unter besonderer Berücksichtigung des Ertrages sowie der Qualität und Lagerfähigkeit der Früchte. Dissertation Universität Bonn.
- Palm (1996): nicht publizierte Ergebnisse
- Pfeiffer, B. (1995): Vergleich verschiedener Zusätze zu Netzschwefel bei der Schorfbekämpfung nach der Blüte. 7. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, Beiträge zur Tagung vom 14. bis 15.12.1995.
- Schmitz, M. und G. Noga (1995): Einsatz von Vitamin E im Obstbau zur Minderung oxidativen Stresses und Förderung der Fruchtqualität. 7. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, Beiträge zur Tagung vom 14. bis 15.12.1995.
- Schmitz, M. (1997): Bedeutung von Vitaminen für die Abwehr oxidativen Stresses bei Bohne und Apfel. Dissertation Universität Bonn
- Schmitz, M. und G. Noga (1997): α -Tocopherol reduces environmental stress and improves fruit quality. Acta Horticulturae (in press).

- Schmitz, M. und G. Noga (1997): Einsatz von Vitamin E zur Streifabwehr bei *Vitis vinifera*.
XXXII. Vortragsstagung der 'Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung', Wädenswil, 1997.
- Schreiber, U., Schliwa, U. and W. Bilger (1986): Continuous recording of photochemical and non-photochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer. *Photosynth. Res.* 10, 51-62.
- Steiner, U. (1997): Jahrestagung der DGG, Hannover 1997.
- Straub, M. (1995): Ausgewählte Ergebnisse einer zweijährigen Leistungsprüfung biologischer Pflanzenbehandlungsmittel an Apfelbäumen. 7. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, Beiträge zur Tagung vom 14. bis 15.12. 1995.
- Strobel, U. (1997): Untersuchungen zur Wirkungsweise ausgewählter Pflanzenstärkungsmittel. (unveröffentlichte Ergebnisse).

7 Summary

The biological activity of several resistance promoters (Plantacur E 0.1 and 0.4 %, OCC, VMH 155, Silkaben, Cifamin, Biolight and Bion) was evaluated under field conditions against apple scab infection and for improving fruit quality. Repeated treatments of 'Elstar' and 'Jonagold' trees with Plantacur E (0.1 % and 0.4 %), Bion and Biolight in combination with Cifamin reduced the incidence of *Venturia inaequalis* leaf infection, based on the number of lesions per 100 leaves, as compared to control trees. The application of Silkaben significantly promoted apple scab infection of 'Jonagold' and 'Elstar' leaves.

Fruit color formation of 'Elstar' fruits was improved at harvest date in the treatment groups with repeated Plantacur E treatment at a concentration of 0.4 %, with repeated Silkaben + Rotenburger Meeresalgen, Cifamin/Biolight and Plantacur E treatments (0.1 %) as compared to the control. Fruit color of 'Jonagold' fruits was significantly better, when apple trees were repeatedly treated with Silkaben + Rotenburger Meeresalgen, Plantacur E (0.1 %) and VMH 155. Due to application of Silkaben + Rotenburger Meeresalgen a white residual deposit of Silkaben was left even until harvest on 'Jonagold' and 'Elstar' fruits and leaves. This residue was difficult to remove and reduced external fruit quality.

Danksagung

Wir danken dem Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchungen.