

ZUSÄTZLICHE FÜTTERUNG DER HONIGBIENEN FÜR EINE VERBESSERTE BESTÄUBUNG VON *ACTINIDIA DELICIOSA*

T. GARDI¹, F. FAMIANI¹, M. MICHELI¹, M. MOSCHINI²

¹Department of Arboriculture and Plant Protection

e-mail: gardidapp@tiscalinet.it, Tel. (+39)75-5856260, Fax (+39)75-5856255

²Department of Animal Production, Science University of Perugia, Via Borgo XX Giugno,
74-06121 Perugia, ITALIEN

Resümee

Eine gute Bestäubung ist ausschlaggebend für große Kiwifrüchte. Die bedeutendsten Bestäuber der Kiwiblüten sind die Honigbienen, aber auch andere Insekten und der Wind können den Pollen zu den weiblichen Blüten befördern. In einigen Gebieten Italiens verursacht das simultane Blühen anderer Pflanzen Bestäubungsprobleme, da diese für die Honigbienen anziehender sind. Wir unternahmen 1998 und 1999 und dann erneut in 2001 und 2002 verschiedene Versuche, um die Wirkung von verschiedenen Methoden auf das Wachstum und die Qualität der Kiwifrüchte zu bestimmen. Wir beachteten: 1). den relativen Beitrag der Wind- und der Insektenbestäubung, 2). die Steigerung der Attraktivität der Kiwiblüten für die Honigbienen; 3). die Verbesserung der künstlichen Bestäubung und 4). die Beseitigung der negativen Folgen einer unentsprechenden Bestäubung durch die Anwendung einiger Wachstumsregler. Vor dem Erblühen wurden einige Knospen mit Säckchen isoliert, so daß sie nur vom Wind bestäubt werden konnten. An einige Bienenvölker wurde männlicher Actinidia-Pollen verfüttert, um die Attraktivität zu steigern. Während der Blütezeit wurde Pollen von den männlichen Pflanzen gesammelt und bei der künstlichen Bestäubung der sich gerade öffnenden Blüten verwendet. Zum Auftragen diente ein „Tennisball“ oder ein Handspray, nachdem der Pollen in Wasser aufgeschwemmt wurde. Die unbehandelten Blüten dienten zur Kontrolle. Für eine bessere Bewertung der Auswirkungen der künstlichen Bestäubung wurden einige Blüten sofort nach dem Auftragen des Pollens mit Säckchen isoliert, um auf diese Weise den Besuch von Insekten zu verhindern. 15 Tage nach dem vollständigen Erblühen wurde die Hälfte der Früchte mit einer Thiodiazuron-Lösung (20 ppm) (durch Eintauchen) behandelt. Thiodiazuron ist ein Wachstumsregler. Die Versuchsergebnisse zeigten, daß eine verhinderte Insektenbestäubung die Zahl der Früchte ($\approx 30\%$) wie auch ihre Wachstumsdauer (-50%) stark herabsetzte. Die Früchte hatten eine rundere Form und weniger Samen. Dank dieser Fütterung sammelten die Bienen viel mehr Actinidia-Pollen, ein Zeichen für eine bessere Attraktivität der Actinidia-Blüten. Im Falle beider getesteter Systeme von künstlicher Bestäubung verzeichneten die Früchte die Tendenz, größer als die Kontrolle zu sein, unabhängig davon, ob die Blüten nach der Bestäubung isoliert wurden oder nicht. Bei der Kontrolle wurde festgestellt, daß die Isolierung der Blüten ein signifikantes Herabsetzen der Zahl der Früchte verursachte. Diese Ergebnisse beweisen, daß die Bestäubungsbedürfnisse der Blüten durch die getesteten künstlichen Bestäubungssysteme erfüllt wurden. Die Früchte der künstlich bestäubten Blüten hatten ein besseres Länge/Durchmesser-Verhältnis und mehrere Samen. Beim Ernten hatten sie einen höheren löslichen Festgehalt und weniger Fruchtfleisch. Die Thiodiazuron-Behandlung steigerte signifikant die Ausmaße aller Früchte. Das Gewicht der Früchte, die von Blüten stammten, die nicht entomophil bestäubt waren, ähnelte den Werten der Kontrolle. Thiodiazuron muß mit Vorsicht verwendet werden, da es das Verhältnis Länge/Durchmesser herabsetzt. Die Ergebnisse beweisen, daß die Bestäubungsprobleme des Kiwis durch die Fütterung der Bienenvölker und/oder durch die Verwendung der künstlichen Bestäubung und der Wachstumsregler herabgesetzt oder sogar eliminiert werden können.

Stichwörter: Sonnenblume/Bienenbestäubung/Produktion von Hybridsamen

Einleitung

Eine entsprechende Bestäubung der Kiwiblüten sichert eine bessere Qualität und ein größeres Gewicht der Frucht. Der Beitrag der Honigbiene zur Bestäubung der Kiwifrüchte ist wesentlich, obwohl auch andere Insekten oder der Wind den Pollen auf die weibliche Blüte übertragen können (FREE, 1993). Das gleichzeitige Erblühen der wildwachsenden Flora und der Industriepflanzen (wie z.B. *Trifolium incarnatum* L.) in der Nähe der Kiwianpflanzung kann die Bienen anziehen und zu einem Verlassen der Kiwiblüten führen (PALMER et al., 1974; PIAZZA und INTOPPA, 1988 und 1989), da diese, weil sie keinen Nektar sekretieren, weniger anziehend sind.

Zur Lösung dieses Problems wurden einige Versuche unternommen (PINZAUTI, 1990; GOODWING et al., 1991; TSIRAKOGLU et al., 1997). Sie untersuchten unter anderem die Fütterung der Honigbienen mit Zuckersirup als Kompensation für die fehlende Nektarsekretion, die Herausnahme des abgelagerten Pollens und das Besprühen der Blüten mit einem Spray, um die Bienen anzuziehen. Die Ergebnisse waren aber widersprechend. Deshalb wurden 1998 und 1999 und danach erneut in 2001 und 2002 Versuche zur Verbesserung der Qualität der Kiwifrüchte unternommen. Die Zielsteckungen dieser Versuche waren:

1. Bestimmung des relativen Beitrags des Windes und der bestäubenden Insekten;
2. Steigerung der Attraktivität der Kiwiblüten für die Honigbienen;
3. Vergleich der Wirkung der Handbestäubung und der Wachstumsregler.

Material und Methoden

Die Versuche erfolgten in Italien in zwei kommerziellen Kiwiobstgärten (*Actinidia deliciosa* – *A. chev.*), wobei cv. *Hayward* von cv. *Matua* (5:1) bestäubt wurde. *Trifolium-incarnatum*-Felder umgaben die Kiwiobstgärten. Die Vegetations- und Fortpflanzungsmerkmale der beiden Kiwiobstgärten waren ähnlich.

Als das Erblühen zu 10% erfolgte, wurden in beiden Obstgärten pro Hektar 8 *Apis-mellifera-ligustica*-Bienenvölker aufgestellt.

Vor dem Aufstellen wurden die für einen Obstgarten vorgesehenen Bienenvölker zwei Tage lang mit einer Aufschwemmung von männlichem Kiwipollen (2,5 g Pollen/l Zuckersirup) gefüttert, um die Attraktivität der Blüten zu steigern. Die Bienenvölker für den anderen Obstgarten erhielten eine 50%ige Zuckerlösung. Zur Einschätzung der verursachten Fütterung wurden am Flugloch Pollenfallen angebracht.

Im Obstgarten mit den „normalen“ Bienenvölkern, d.h. ohne Fütterung mit *Actinidiapollen*-Aufschwemmung wurde von einigen männlichen Ästen der Pollen mit einem Staubsauger eingesammelt. Dieser wurde bei der Handbestäubung von frisch geöffneten Blüten benutzt. Er wurde mit einem „Tennisball“ oder mithilfe eines Sprays als wässrige Aufschwemmung (0,5 g/l) aufgetragen. Die unbehandelten Blüten dienten zur Kontrolle. Für eine bessere Einschätzung der Wirkungen der Handbestäubung wurde ein Teil der handbestäubten Blüten (sofort nach der Pollenübertragung) und ein Teil der Kontrollblüten mit Säckchen gegen den Insektenbesuch isoliert. 15 Tage nach dem maximalen Erblühen wurde die Hälfte aller Früchte geerntet und in eine 20 ppm Thiodiazuronlösung eingeführt.

Während des Versuchs wurden folgende Daten beachtet:

- Menge und Art des während des Versuchs von den Bienen eingesammelten Pollens;
- Abfall der Früchte während ihres Wachstums;
- Gewicht, Form, Fruchtfleischhärte und lösbarer Festgehalt der Früchte bei der Ernte (Ende Oktober), Zahl der Samen;
- Fruchtfleischhärte und Gehalt an lösbarem Festbestandteil der vollständig reifen Früchte (20 Tage nach dem Ernten).

Ergebnisse

Von den Bienen eingebrachte Pollenarten, Wirkung der Bestäubungsart auf die Versuchsfrüchte (Tabellen I, II, III)

Tabelle I

Wirkung von Wind-, Insektenbestäubung und Fütterung der Honigbienen auf die Merkmale der geernteten Früchte

		Gewicht (g)	Höchst-durchm. (mm)	Minim. Durchm. (mm)	Länge (mm)	Länge/durchschn. Durchm.	Höchst-durchm./minim. Durchm.	Durchschn. Durchm. des Kerngehäuses (mm)	Zahl der Samen** (n)
Obstgarten mit „normalen“ Bienenvölkern	Wind- und Insektenbestäubung	70,5 b	48,5b	43,6b	53,1b	1,15b	1,11a	13,3b	131,3b
	Windbestäubung	43,0a	42,4a	38,7a	43,3a	1,07a	1,09a	11,3a	71,3a
Obstgarten mit gefütterten Bienenvölkern	Wind- und Insektenbestäubung	81,1c	51,0c	45,1c	56,9c	1,18b	1,13a	14,4c	160,7c
	Windbestäubung	46,1a	42,4a	38,0a	46,2a	1,15a	1,12a	10,7a	86,8a

Tabelle II

Wirkungen der Bestäubungsart auf die qualitativen Merkmale der geernteten und der reifen (Moment des Verbrauchs) Früchte*

		Gehalt an lösbaren Feststoffen (^o Brix)		Härte des Fruchtfleisches (kgf)	
		beim Ernten	während des Verbrauchs	beim Ernten	während des Verbrauchs
Obstgarten mit „normalen“ Bienenvölkern	Wind- und Insektenbestäubung	6,7a	13,6a	8,0a	1,1a
	Windbestäubung	6,5a	13,3a	8,6a	0,9a
Obstgarten mit gefütterten Bienenvölkern	Wind- und Insektenbestäubung	6,8a	13,7a	7,9a	1,0a
	Windbestäubung	6,6a	13,5a	8,1a	1,0a

Die von den gleichen Buchstaben gefolgten Durchschnittswerte stellen keine signifikanten Differenzen dar, $P \leq 0,05$.
*Durchschnittswerte der vier Jahre (1998, 1999, 2001, 2002)

Während der Kiwiblüte von „normalen“ und gefütterten Bienenvölkern eingebrachte Pollenmenge*

Pflanzenspezies	Von „normalen“ Bienenvölkern eingebrachter Pollen (1)	Von gefütterten Bienenvölkern eingebrachter Pollen (2)	Differenzen (2)/(1)
<i>Actinidia</i>	10,2%	30,3%	+20,1
<i>Papaver</i>	9,4%	7,8%	-1,6
<i>Sinapis</i>	18,6%	15,6%	-3,0
<i>Taraxacum</i>	3,5%	2,9%	-0,6
<i>Trifolium</i>	51,1%	45,8%	-5,3
<i>Vicia</i>	7,2%	7,6%	+0,4

*Durchschnittswerte der 4 Jahre (1998, 1999, 2001, 2002)

Während des Versuchs sammelten die Honigbienen *Actinidia*-, *Papaver*-, *Sinapis*-, *Taraxacum*-, *Trifolium*- und *Viciapollen*. *Trifolium incarnatum* war die bestvertretene Spezies. Die Fütterung der Honigbienen steigerte die relative Menge des gesammelten *Actinidiapollens* (30% gegenüber 10% insgesamt), Beweis einer verbesserten Attraktivität der Blüten für die Honigbienen. Eine gesteigerte Bestäubungsrate entsprach schwereren Früchten (+15%) und einer größeren Samenzahl (+22%).

PINZAUTI und TSIRAKOGLU et al. (1997) berichteten ihrerseits über eine solche signifikante Steigerung des bienengesammelten Kiwipollens, wenn die Strategie der Herausnahme des in den Waben gelagerten Pollens angewendet wurde.

Die Ergebnisse der Windbestäubung waren bei allen bewerteten Parametern unzulänglich: das Gewicht der Früchte war kleiner (-41%), die Zahl der Samen war ebenfalls kleiner (-46%) und die Früchte hatten eine rundere Form.

Die Handbestäubung, unabhängig unter welcher Form sie angewendet wurde, entspricht dem Pollenbedürfnis der Pflanzen, sodaß die Früchte größer waren (+24%) und einen größeren Längedurchmesser hatten als die natürlich bestäubte Blüte.

Die Bestäubungsmethode beeinflusste in keiner Weise den Gehalt an löslichen Feststoffen und die Konsistenz des Fruchtfleisches.

Die Wirkungen der Wachstumsregler auf die behandelten Früchte (Tabellen IV und V).

Auswirkungen der Handbestäubung und der TDZ-Behandlung auf die Merkmale der Früchte im Moment der Ernte*

		Gewicht (g)	Max. Durchmesser (mm)	Minim. Durchmesser (mm)	Länge (mm)	Länge/durchschn. Durchmesser	Max. Durchmesser/minim. Durchmesser	Zahl d. Samen** (Nr.)
Kontrolle (freie Bestäubung)	- TDZ	70,5b	48,5b	43,6b	53,1b	1,15cd	1,11abc	131,3b
	+ TDZ	116,2d	57,7d	50,4d	61,2c	1,13c	1,14c	124,2b
Windbestäubung	- TDZ	43,0a	42,4a	38,7a	43,3a	1,07b	1,09a	71,3a
	+ TDZ	74,6b	52,7cbc	46,5bc	51,1b	1,03a	1,13bc	81,4a
Handbestäubung mit einem Tennisball	- TDZ	86,2 c	50,9c	46,4bc	61,8c	1,27f	1,10ab	179,9c
	+ TDZ	128,6e	59,4d	52,8d	66,4de	1,18de	1,13bc	185,4c
Handbestäubung mit einem Spray	- TDZ	88,8 c	52,0c	46,9c	62,8cd	1,27f	1,11abc	179,2c
	+ TDZ	126,7e	59,3d	52,8d	67,5e	1,20e	1,12abc	184,3c

Die Durchschnitte mit dem gleichen Buchstaben unterscheiden sich bei $P \leq 0,05$ nicht signifikant.

**Bewertung durch Zählung der sichtbaren Samen in den nahen, mittleren und distalen Kreuzsektionen der Früchte.

Die TDZ-Behandlung steigerte jedesmal in kennzeichnendem Maße das Gewicht und den Feststoff der Früchte und verringerte die Konsistenz des Fruchtfleisches beim Ernten. Diese Differenzen verschwanden aber sofort nach dem Reifen der Frucht, ein Beweis dafür, daß TDZ die Tendenz hat, das Reifen der Frucht zu beschleunigen.

Wirkungen der Handbestäubung und der TDZ-Behandlung auf die qualitativen Merkmale der Früchte bei der Ernte und beim Verbrauch

		Löslicher Feststoff (^o Brix)		Konsistenz des Fruchtfleisches (kgf)	
		beim Ernten	im reifen Zustand	beim Ernten	im reifen Zustand
Kontrolle (freie Bestäubung)	- TDZ	6,7a	13,6a	8,0b	1,1a
	+ TDZ	7,2b	13,4a	7,1a	1,0a
Windbestäubung	- TDZ	6,6a	13,5a	8,3b	1,0a
	+ TDZ	7,3b	13,2a	7,1a	1,1a
Handbestäubung mit einem Tennisball	- TDZ	6,5a	13,7a	8,2b	1,2a
	+ TDZ	7,4b	13,2a	7,4a	0,9a
Handbestäubung mit einem Spray	- TDZ	6,8a	13,5a	8,5b	1,2a
	+ TDZ	7,5b	13,5a	7,3a	1,0a

Die Durchschnitte mit dem gleichen Buchstaben unterscheiden sich bei $P \leq 0,05$ nicht signifikant.

*Durchschnittswerte der vier Jahre (1998, 1999, 2001, 2002).

Schlußfolgerungen

Eine entsprechende Bestäubung der Kiwiblüten ist wesentlich für die Bildung einer Frucht von entsprechender Größe und Form.

Da die Windbestäubung minimal ist, sind die Insekten diejenigen, die eine effektive Bestäubung sichern. Die Honigbienen erfüllten ihre Bestäubungstätigkeiten am besten, wenn sie mit Zuckersirup mit *Actinidiapollen* gefüttert wurden. Auch die Handbestäubung und die Wachstumsregler verbesserten die Bestäubung und das Wachsen der Frucht.

Die Fütterung der Bienenvölker führte zu einer kennzeichnenden Verbesserung der Bestäubung, aber sie ist sehr kostspielig. Auch das Stäuben einer Pollenaufschwemmung mit einem Spray führte zu guten Ergebnissen und kostete nicht so viel.

Die Anwendung der TDZ-Behandlung beschleunigte das Wachstum der Früchte beachtlich, was zur Überbrückung der Pollenprobleme verhalf. Doch könnten solche Chemikalien die Form der Frucht verändern und ihren Gesundheitsgrad kompromittieren.

L I T E R A T U R

- Clinch P.G., 1989. – Honey-bee management for kiwifruit pollination. In: Kiwifruit: Science and management. Warrington I.J., Weston G.C. (eds). NZ Soc. Hort. Sci., Wellington, New Zealand.
- Famiani F., Battistelli A., Moscatello S., Boco M., Antognozzi E., 1999. Thidiazuron affects fruit growth, ripening and quality of *Actinidia deliciosa*. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 74 (3): 375-380.
- Free J.B., 1993. Insect pollination of crops. Second edition, Academic Press Limited. London, 107-114.
- Goodwin R.M., Hooten A. Ten, 1991. Feeding sugar syrup to honey bee (*Apis mellifera*) colonies to increase kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) pollen collection: effect of frequency, quantity and time of day. *Apic. Res.* 30 (1): 41-48.
- Palmer-Jones, T., Clinch, P.G., 1974. – Observations on the pollination of Chinese gooseberry variety "Hayward". *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 2: 455-458.
- Piazza M.G., Intoppa F., 1988. *Actinidia deliciosa*. Chev.: Attività pronuba delle api e impollinazione anemofila artificiale. *Apicoltura*, 4: 99-111.
- Piazza M.G., Intoppa F., 1989. Impollinazione naturale ed artificiale dell'*Actinidia*. *Apicoltura*, 5: 157-166.
- Pinzauti M., 1990. – Kiwi pollination: several ways of increasing the activity of honeybees. *Acta Horticulturae*, 282: 149-150.
- Succi F., Costa G., Testolin R., Cipriani G., 1996. Impollinazione dell'*Actinidia*: Una via per migliorare la qualità dei frutti. Proceedings "La coltura dell'*Actinidia*", Faenza (FO), October 10-12, 1996: 123-129.
- Testolin R., Costa G., Biasi R., 1990. Impollinazione e qualità dei frutti nell'*Actinidia*. *Frutticoltura*, 10: 27-35.
- Tsirakoglou V., Thrasylvoulou A., Hatjina F., 1997. Techniques to increase the attractiveness of kiwi flowers to honey bees. *Acta Horticulturae*, 444: 439-443.
- Vasilakis M., Papadopoulos, Papageorgiou, 1997. Factors affecting the fruit size of "Hayward" kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 444: 419-424.