

DAS SAMMELVERHALTEN DER HONIGBIENEN AUF ELTERNLINIEN DES BLUMENKOHLSHYBRIDS PUSA HYBRID-2

P. SELVAKUMAR, S.N. SINHA, V.K. PANDITA, R.M. SRIVASTAVA

Indian Agricultural Research Institute, Regional Station Karnal,
Haryana, INDIEN

Resümee

Die Studien über die entomophile Bestäubung der Elternlinien des Blumenkohlhybrids Pusa Hybrid-2 bewiesen, daß die vorherrschenden Bestäuber Honigbienen sind – 85,23% der bestäubenden Insekten. Die Zahl der Pollensammlerinnen übertraf die der Nektarsammlerinnen. Von den Honigbienen waren *Apis dorsata* F., *Apis mellifera* L., *Apis cerana indica* F. und *Apis florea* F. in 28,23%, 26,32%, 24,20% bzw. 21,23% vertreten. Die Zahl der Pollensammlerinnen erreichte ihren Höhepunkt um 14.00 Uhr, während sich die Zahl der Nektarsammlerinnen im Laufe des Tages konstant verhielt. Das Sammelverhalten der Honigbienen auf den Elternlinien ergab keinen signifikanten Unterschied vom Standpunkt der Attraktivität. Auch die Frequenz der Bewegungen der Honigbienen zwischen den Elternlinien, u.zwar von männlich zu männlich, von männlich zu weiblich, von weiblich zu weiblich und von weiblich zu männlich ergab keine signifikante Differenz.

Einleitung

Die F₁-Hybriden des Blumenkohls wurden vorgezogen, da sie zeitig sind, große Ernten sichern, ihre Köpfe größer und qualitativ besser sind, sie einheitlich reifen und auf Krankheiten widerstandsfähig sind. Bei der Produktion von Hybridsamen wurde der Mechanismus der Autoinkompatibilität verwendet. Der Hybridsamen entsteht durch die gemeinsame Zucht von zwei Inzuchtpflanzen, die von verschiedenen Elternlinien stammen und bei denen die Kreuzbestäubung der Blüten vor allem durch Insekten gesichert wird. Die Population der natürlichen Bestäubungsinsekten unterschied sich von einer Ortschaft zur anderen, da sie von dem natürlichen Habitat abhängt, wie z.B. Wald und Unkräuter, die als alternative Nektar- und Pollenquellen dienen. Die Untersuchungen über die Bestäubungsinsekten im Produktionsareal der Samen helfen bei der Einschätzung dieser Population. In Abwesenheit der natürlichen Bestäuber können die Honigbienen verwendet werden, deren Population abhängig von den Bedürfnissen manipuliert werden kann. Verschiedene Forscher haben die Wirksamkeit der Honigbienen als Bestäuber des Blumenkohls studiert, u. zwar hinsichtlich der Samenproduktion mithilfe von Abarten mit freier Bestäubung (RAULA, 1972; SHARMA et al., 1974; ADLAKHA und DHALIWAL, 1979; KAKAR, 1981). Einige Berichte über die Hybridsamenproduktion des Rosenkohls (FAULKNER, 1974 und 1976) ergaben, daß die Wirksamkeit der Honigbienen nicht entsprach, da sie beim Besuch der Elternlinien zu selektiv waren. Die naturbesamten Samen und die Geschwistersamen der Parzellen mit Hybridsamen waren eine Folge der selektiven Bewegungen der Honigbienen. Die naturbesamten und Geschwistersamen erzeugen Pflanzen, deren Widerstandsfähigkeit und Ernten klein sind. Deshalb befaßte sich das vorliegende Studium mit der Beobachtung des Sammelverhaltens der Honigbienen auf den Elternlinien des Blumenkohl-Hybrids Pusa Hybrid-2.

Material und Methoden

Die Samen wurden an drei unterschiedlichen Daten in Schulen ausgesät: 20. Juli, 5. August und 20. August 2001. Genau nach einem Monat wurden sie umgepflanzt. Die Pflanzung erfolgte in einem Verhältnis von 4:2 (4 weibliche : 2 männliche). Der Abstand betrug stets 60 x 45 cm. In allen drei Fällen begann das Blühen Mitte Februar und dauerte bis Mitte März 2003. Die Bestäubungsinsekten wurden bei jedem Aussaatdatum jeweils vier Tage lang (4 Wiederholungen) beobachtet, u. zwar um 10.00, 12.00, 14.00 und 16.00 Uhr auf vier Pflanzen einer jeden der zwei Elternlinien. Die Honigbienen mit Pollenladung im Pollenkörbchen wurden als Pollensammlerinnen registriert, diejenigen ohne Pollenladung als Nektarsammlerinnen. Während der Blütezeit wurden beim Sammeln je 480 Bienen einer jeden *Apis*-Spezies beobachtet, die sich zwischen den Elternlinien fortbewegten, u. zwar von männlich zu männlich, von männlich zu weiblich, von weiblich zu weiblich und von weiblich zu männlich. Der Nektargehalt wurde mit feinen Kapillargefäßen (0,5 µl) gemessen. Der Zuckergehalt des Nektars wurde mit der Phenolschwefelsäure-Methode (ROBERTS, 1979) bestimmt. Die Angaben über die Bienenpopulation wurden noch vor der Analyse in Quadratwurzeln und die Prozentsätze der Bewegungen der Honigbienen zwischen den Elternlinien winklig umgewandelt.

Ergebnisse

Auf dem Feld kamen vorwiegend (85,23%) *Apis*-Spezies vor. Weitere Bestäuber, einschließlich Fliegen, Syrphide, Motten und Falter trugen mit 14,77% bei (Tab. I). Von den *Apis*-Spezies waren *Apis dorsata*, *Apis mellifera*, *Apis cerana indica* und *Apis florea* in 28,23%, 26,32%, 24,20% bzw. 21,23% vorhanden. Was das Sammelverhalten betrifft, wurde festgestellt, daß die Zahl der Pollensammlerinnen (56,06%) größer war als die der Nektarsammlerinnen (43,94%).

Tabelle I

Bestäuber des Blumenkohlhybrids

Art	Verhältnis (%)
A. Insekten	
<i>Apis</i> -Spezies	85,23
Andere Insekten	14,77
Honigbienen	
<i>Apis dorsata</i>	28,23
<i>Apis mellifera</i>	26,32
<i>Apis cerana</i>	24,2
<i>Apis florea</i>	21,23
B. Sammelverhalten	
Pollensammlerinnen	56,06
Nektarsammlerinnen	43,94

Tabelle II

Einfluß des Aussaatdatums und der Wetterbedingungen auf die Zahl von *Apis* während der maximalen Blütezeit

Aussaatdatum	Maximale Blütezeit		<i>Apis</i> -Zahl/64 Pflanzen*		Wetterparameter Temperatur (°C)			
	2002	Dauer (Tage)	CC**	1-3-18-19***	max.	min.	Durchschnitt	RL (%)
20. Juli	10.-23.II.	14	3306	3347	22,8	8,7	15,7	94,6
5. August	20.II. – 3.III.	12	3196	3207	23,1	10,6	16,9	91,5
20. August	25.II – 11.III.	16	2817	2893	24,2	10,9	17,5	89,0

*Beobachtet während 2 Minuten/Pflanze; **weibliches Elternteil; ***männliches Elternteil

Tab. III enthält die Zahl der Pollen- und Nektarsammlerinnen pro Pflanze im Laufe von zwei Minuten. Es wurde eine signifikante Differenz zwischen dem Aussaatdatum und der Zahl der Pollensammlerinnen festgestellt. Die am 20. Juli ausgesäten Pflanzen wurden besser besucht (8,20 Bienen) als die am 5. August ausgesäten (8,11 Bienen). Ihnen folgten die am 20. August ausgesäten Pflanzen (6,84 Bienen). Die Pollensammlerinnen besuchten die Pflanzen vorwiegend um 14.00 (8,24), 12.00 (8,15), 16.00 (7,55) und 10.00 Uhr (6,23). Die Pollensammlerinnen zeigten keine signifikante Differenz zwischen den männlichen und weiblichen Elternlinien. Die Bienenbesuche waren folgende: *Apis dorsata* (10,16), *Apis mellifera* (8,68), *Apis cerana indica* (7,16) und *Apis florea* (4,86). Bei den Nektarsammlerinnen wurde eine kennzeichnende Differenz zwischen den verschiedenen Aussaatdaten wie auch zwischen den verschiedenen Bienen festgestellt. Die am 20. Juli ausgesäten Pflanzen wurden besser besucht (4,80 Bienen) als die am 5. (4,44) und am 20. August (4,31) ausgesäten. Die meisten Besuche erfolgten durch *Apis dorsata* (5,56), gefolgt von *Apis mellifera* (4,85), *Apis cerana indica* (4,12) und *Apis florea* (3,5). Im Falle der Nektarsammlerinnen bestanden keine kennzeichnende Differenzen zwischen den Elternlinien und den verschiedenen Tagesstunden.

Tabelle III

Zahl der Sammlerinnen pro Pflanze während 2 Minuten

Faktoren	Pollensammlerinnen	Nektarsammlerinnen
Aussaatdatum		
20. Juli	8,2 (2,91)	4,8 (2,28)
5. August	8,11 (2,88)	4,44 (2,19)
20. August	6,84 (2,68)	4,31 (2,17)
CD (=0,05)	0,07	0,02
Stunde		
10.00 Uhr	6,23 (2,55)	4,39 (2,19)
12.00 Uhr	8,15 (2,90)	4,49 (2,21)
14.00 Uhr	8,24 (3,01)	4,50 (2,21)
16.00 Uhr	7,55 (2,82)	4,61 (2,24)
CD (P = 0,05)	0,08	NS
Elternlinien		
CC	7,6 (2,80)	4,54 (2,22)
1-3-18-19	7,83 (2,84)	4,47 (2,21)
CD (P = 0,05)	NS	NS

Honigbienen		
<i>Apis dorsata</i>	10,16 (3,24)	5,56 (2,45)
<i>Apis mellifera</i>	8,68 (3,01)	4,85 (2,30)
<i>Apis cerana</i>	7,16 (2,74)	4,12 (2,13)
<i>Apis florea</i>	4,86 (2,30)	3,5 (1,98)
CD (P = 0,05)	0,08	0,05

Die Richtung der Bewegungen der Honigbienen, d.h. von männlich zu männlich, von männlich zu weiblich, von weiblich zu weiblich und von weiblich zu männlich war wahllos, denn sie unterschieden sich nicht signifikant (Tab. IV).

Tabelle IV

Bewegungen der Honigbienen

Richtung	Verhältnis
Von männlich zu männlich	25,3 (30,20)
Von männlich zu weiblich	24,35 (29,57)
Von weiblich zu weiblich	21,43 (27,06)
Von weiblich zu männlich	28,92 (27,06)
CD (P = 0,05)	NS

Die Ziffern in den Klammern stellen winklig umgewandelte Werte dar.

Während der Nektargehalt der Elternlinien keine kennzeichnende Differenzen aufwies, wurden beim Zuckergehalt des Nektars signifikante Differenzen festgestellt (Tab. V). Der Zuckergehalt des Nektars war im Falle des weiblichen Elternteils größer (0,782 µg) als in dem des männlichen Elternteils (0,602 µg).

Tabelle V

Nektar- (µl) und Zuckergehalt (µg) des Nektars pro Blüte der Elternlinien des Hybrids Pusa Hybrid-2 zu verschiedenen Tageszeiten

Blütenbelohnung	Stunde	CC	1-3-18-19	Durchschnitt
Nektargehalt	10.00 Uhr	0,168	0,171	0,170
"	12.00 Uhr	0,145	0,142	0,144
"	14.00 Uhr	0,133	0,128	0,131
"	16.00 Uhr	0,113	0,110	0,111
	Durchschnitt	0,140	0,138	
CD (P = 0,05)	Elternlinien (P) : NS Stunde (D) : 0,01 P x D : NS			
Zuckergehalt	10.00 Uhr	0,453	0,353	0,403
"	12.00 Uhr	0,698	0,523	0,610
"	14.00 Uhr	0,835	0,682	0,758
"	16.00 Uhr	1,146	0,850	0,998
	Durchschnitt	0,783	0,602	
CD (P = 0,05)	Elternlinien (P) : 0,09 Stunde (D) : 0,123 P x D : NS			

Diskussionen

Es wurde festgestellt, daß in der samenerzeugenden Parzelle die Honigbienen als Bestäuber vorherrschten (85,23%). SHARMA et al. (1974) berichteten früher ebenfalls, daß die Honigbienen die vorherrschenden Bestäuber (42,1%) des Blumenkohls waren. SINHA und CHAKRABARTI (1980) berichteten ihrerseits, daß im Laufe von 3 aufeinanderfolgenden Jahren die Honigbienen 79%, 82,4% bzw. 83,3% der Bestäuber darstellten. KAKKAR und SHARMA (1991) beobachteten, daß die Honigbienen 38,7% der Bestäuber ausmachten, die sich auf dem Blütenstand des Blumenkohls befanden. Diese Berichte unterstützen unsere Beobachtungen. Von den Honigbienen ist die *Apis-dorsata*-Population am besten vertreten, unabhängig von der Sammelart. Ein Grund dafür könnte die große Zahl der in der Natur vorkommenden Bienenvölker sein. Trotzdem überflügelten die Pollensammlerinnen die Nektarsammlerinnen. Im Februar und März brauchen die sich nach der Überwinterung entwickelnden Bienenvölker (Bruttätigkeit) große Pollenmengen für die Fütterung der Larven. Eine Folge davon ist eine größere Zahl von Pollensammlerinnen.

Die am 20. Juli ausgesäten Pflanzen wurden besser besucht als die am 5. und am 20. August ausgesäten. Grundlegende Veränderungen des Wetters, wie Temperatur und RL, könnten für diese Variationen verantwortlich sein (Tab. V). Die Sammeltätigkeit der Bienen wird vom Faktor Wetter stark beeinflusst (SZABO, 1980; SIHAG und ABROL, 1986; ABROL, 1987). Die Zahl der Pollensammlerinnen war um 12.00 und 14.00 Uhr am größten, was mit der maximalen Blütenöffnung übereinstimmte. SINHA und

CHAKRABARTI (1980) berichteten, daß sie maximale Besuche des Blumenkohls durch die Bienen zwischen 12.00 und 14.00 Uhr verzeichneten. Dieses unterstützt seinerseits die vorliegenden Ergebnisse, gemäß derer die besten Besuche zwischen 12.00 und 14.00 Uhr festgestellt wurden.

Was die Attraktivität betrifft, bestanden keine kennzeichnende Differenzen zwischen den Elternlinien. Die Bewegungen der Honigbienen zwischen den Elternlinien waren zufällig und nicht selektiv. FAULKNER (1974 und 1976) und FREE und WILLIAMS (1983) berichteten, daß die Bienen fähig waren, männliche und weibliche Elternteile des Rosenkohls zu unterscheiden. Das Verhältnis der Bewegungen der Honigbienen zwischen den Elternlinien betrug 30:1. Gründe könnten Gewichtunterschiede, Variationen der Blütenfarbe und unbekannte Faktoren sein. Die Elternlinien von Pusa Hybrid-2 waren aber gleich hoch, hatten die gleiche Blütenfarbe und den gleichen Nektargehalt. Eine Ausnahme bildete aber der Zuckergehalt des Nektars. Der hohe Zuckergehalt des Nektars beeinflusste aber die Vorliebe der Bienen für den weiblichen Elternteil nicht. Die Korrelation und die „Path“-analyse der Bientätigkeit wie auch die verschiedenen Umweltfaktoren ergaben, daß die Zuckerkonzentration des Nektars keinen direkten Einfluß auf die Bientätigkeit ausübt (SIHAG und ABROL, 1986; ABROL, 1987, 1998).

Danksagung

Wir danken Dr. R.N. YADAV und Dr. S.C. RANA für die im Laufe der Untersuchungen gewährte Hilfe.

LITERATUR

- Abrol, D.P. (1987) Inter relation and path coefficient analysis of environmental factors influencing pollination activity of *Apis dorsata* F. on *Prunus persica* L., *Tropical Ecology* 28, 147-154
- Abrol, D.P. (1998) Environmental factors influencing flight activity in honeybees, *Apis cerana indica* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), *Indian Bee Journal* 60, 71-75.
- Adlakha, R.L. and H.S.Dhaliwal (1979) Insect pollination of seed cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) with particular reference to the role of honeybees, *Indian Bee Journal*, 41, 13-16.
- Faulkner, G.J. (1974) Factors affecting field scale production of seed of F1 hybrid Brussels sprout, *Annals of Applied Biology* 77, 181-190.
- Faulkner, G.J. (1976) Honeybee behaviour as affected by plant height and flower colour variation in Brussels sprouts, *Journal of Apicultural Research* 15, 15-18.
- Free, J.B. and I.H.Williams (1983) Foraging behaviour of honeybees and bumble bees on Brussels sprouts grown to produce hybrid seed, *Journal of Apicultural Research* 22, 94-97.
- Kakar, K.L. (1981) Foraging behaviour of insect pollination of cauliflower bloom, *Indian Journal of Ecology* 8, 126-130.
- Kakkar, K.L. and P.L. Sharma (1991) Studies on the role of honeybee, *Apis cerana indica* F. in the pollination of cauliflower, *Brassica oleracea* var. *botrytis*. *Indian Journal of Entomology*, 53, 66-69.
- Raula, T.S. (1972) Pollination studies in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), *Journal of Research Punjab Agricultural University* 9, 580-585.
- Sharma, A.K., H.S.Dhaliwal and K.L.Kakar (1974) Insect visitors and pollinators of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) seed crop bloom, *Himachal Journal of Agricultural Research* 2, 74-78.
- Sihag, R.C. and D.P.Abrol (1986) Correlation and path analysis of environmental factors influencing flight activity of *Apis florea* F., *Journal of Apicultural Research* 25, 202-208.
- Sinha, S.N. and A.K. Chakrabarti (1980) Bee pollination and its impact on cauliflower seed production, Proceedings of the Second International Conference on Apiculture in Tropical Climates, New Delhi, February 29th - march 4th, 1980, 1983, 513-527.
- Szabo, T.I. (1980) Effects of weather factors on honeybee activity and colony weight gain, *Journal of Apicultural Research* 19, 164-171.