

FREIE UNIVERSITÄT BERLIN, INSTITUT FÜR ZOOLOGIE,
KÖNIGIN-LUISE-STR. 1-3, D-1000 BERLIN 33, DEUTSCHLAND

Eva RADEMACHER, Bernard POLACZEK,
Bernhard SCHRICKER

Varroatosebekämpfung mit Ameisensäure im Applikator

Użycie aplikatora w zwalczaniu warrozy kwasem mrówkowym

Therapy of Varroasis by Formic Acid in a Special Applicator

EINLEITUNG

Ameisensäure wurde bisher zumeist über Weichfaserplatten in das Bienenvolk eingebracht. Bei dieser Form der Applikation werden kurzfristig große Mengen Ameisensäure freigesetzt. Nebenwirkungen, wie Jungbienen- und Königinnenverluste bei Überdosierung bzw. zu geringe milbentoxische Wirkung bei Unterdosierung treten immer wieder auf. Das Einbringen der Ameisensäure mit Hilfe eines Applikators (nach Becker) ermöglicht die gleichmäßige Abgabe des Wirkstoffes und schließt die genannten Nachteile einer Ameisensäurebehandlung nach unseren Erfahrungen aus.

MATERIAL UND METHODE

Der Applikator besteht aus einer ameisensäuregefüllten Röhre, in die am Auslaß eine definierte Verdunstungsfläche aus Papierfäls eingeschoben wird (Abb. 1). Der Applikator wird in einem Leerrähmchen neben das Brutnest gehängt.

Die milben- und bienentoxische Wirkung der Ameisensäure in dieser Applikationsform wurde an 6 Versuchsvölkern im Sommer und 10 Versuchsvölkern im Herbst geprüft. Die Kontrollgruppe umfaßte jeweils 3 Völker (*Apis mellifera carnica*). Der Befallsgrad der Völker lag zwischen 100 und 2000 Milben. Die Völker wurden in Styropor-Magazinbeuten gehalten, mit einem Volumen von 40,5 cdm. Sie besetzten je 9 Waben, was nach Imdorf et al. (3) einer Volksstärke von rund 17000 Bienen entspricht, und hatten Brut aller Stadien, jedoch ausschließlich Arbeiterinnenbrut. Durch Sperren der Königin wurde erreicht, daß während der Behandlung keine Brut neu verdeckelt wurde, pro Volk jedoch wenigstens eine gedeckelte Brutwabe vorhanden war, die dann untersucht werden konnte.

Jedes Volk erhielt 85 g sechzigprozentige Ameisensäure. Die Verdunstungsmenge wurde täglich über Wiegen ermittelt, der tägliche Milbenfall über Bodeneinlagen erfaßt. Die Bestimmung der Restmilben erfolgte über eine Folbex-VA-Behandlung über den Kunstschwarm. Die gedeckelten

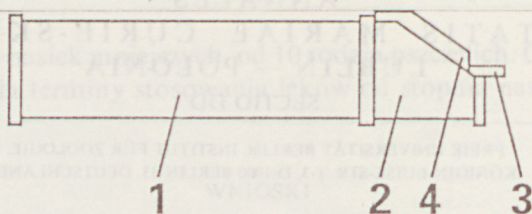


Abb. 1. Applikator nach Becker: 1 Vorratsraum, 2 Verdunstungsraum, 3 Deckel, 4 — Docht
 Aplikator Beckera: 1 — pojemnik, 2 — komora parowania, 3 — pokrywa, 4 — knot

Brutwaben wurden zum Schlupf in Wabentaschen gesperrt und in den Brutschrank bei 32°C und ca. 70% relativer Feuchte gehängt. Die den geschlüpften Bienen aufsitzenden Milben wurden über eine Folbex-VA-Behandlung erfaßt, die in den Zellen verbliebenen lebenden bzw. toten Milben unter der Stereolupe ausgezählt. Außerdem wurden die beim Schlupf abfallenden Milben auf einer Bodeneinlage aufgefangen. Diese Methode läßt nach Kimmich (4) ein recht genaues Erfassen der Milbenabtötungsrate in der gedeckelten Brut im Wirkbereich > 80% zu. Ausschließlich dunkel pigmentierte Milben gingen in die Auswertung ein.

Die Kontrollvölker erhielten einen leeren Applikator und wurden wie die Testvölker gehandhabt. Der Milbenfall, wie auch der Befall der Brut, wurde wie für die Testvölker beschrieben ermittelt.

Die Wirkung der Ameisensäure auf die Bienen wurde über den Bientotenfall (adulte und schlupffreie Bienen) in und vor der Beute während der Behandlung erfaßt. Die Wirkung auf die jüngere Brut prüften wir nicht, da diese weniger empfindlich auf Ameisensäure reagiert. Die Königinnen wurden 2-9 Monate nach der Behandlung beobachtet. Die Außentemperatur (Tageshöchstwert) schwankte im Juli zwischen 20,2° und 24,7°C, im September zwischen 17,5° und 25,9°C.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Gesamtdosis Ameisensäure verdunstete im Sommer im Mittel 4,7 Tagen, die mittlere tägliche Verdunstung lag bei 18,3 g (min. 14,2 g, max. 21,3 g). Im Herbst wurden im Mittel 11,0 Tage benötigt, mit einem täglichen Mittelwert von 7,8 g (min. 6,0 g, max. 12,1 g). In Abb. 2 ist die tägliche Verdunstungsmenge für beide Versuchszeiträume dargestellt.

Der Milbenfall erreichte bei den adulten Bienen im Mittel 89,0% im Sommer und 95,9% im Herbst. Minimum und Maximum liegen bei 53,3 und 97,4% im Sommer bzw. 84,6 und 99,6% im Herbst. Von den Milben, die während der Behandlung in den gedeckelten Brutzellen parasitierten, wurden im Sommer 87,6% abgetötet (min. 61,5%, max. 94,1%), im Herbst 91,5% (min. 86,4%, max. 100%).

Die Verdunstungsmenge zeigt in den individuellen Tageswerten wie auch in den Mittelwerten keinen engen Zusammenhang mit den Milbenfalldaten (Abb. 4, Tab. 1). Selbst bei Werten von $r^2=0,4$, wie die Regressionsanalyse für die mittlere tägliche Verdunstung und die Milbenabtötung (Sommer) ergibt, sind 40% der Gesamtvarianz auf die Regression zurückzuführen, 60% zufällig. Innerhalb des geprüften Dosisbereiches von > 15 g/d im Sommer und > 6 g/d im Herbst wird eine hohe Milbenabtötung erreicht. Es ergeben sich innerhalb der beiden Versuchsgruppen keine signifikanten Unterschiede in der Wirksamkeit.

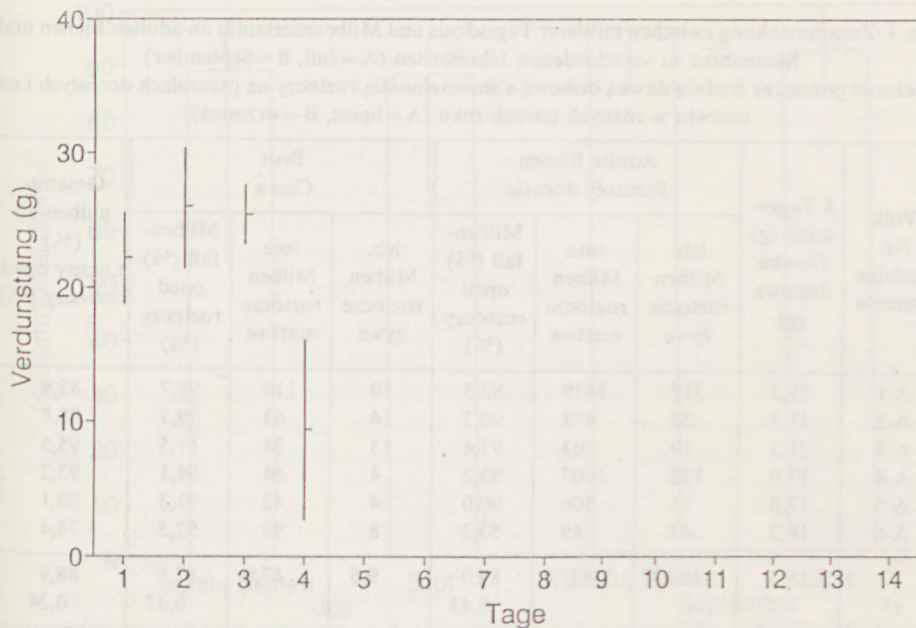


Abb. 2a. Ameisensäureverdunstung im Volk im Juli (Mittelwert, Standardabweichung)
Parowanie kwasu mrówkowego w rodzinie pszczelej w lipcu (wartości średnie, odchylenie standardowe)

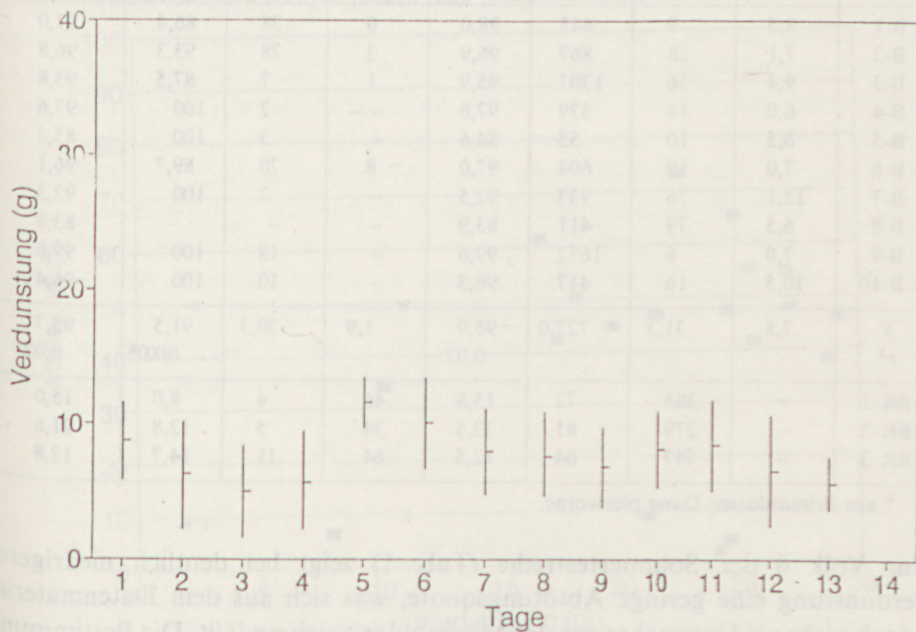


Abb. 2b. Ameisensäureverdunstung im Volk im September (Mittelwert, Standardabweichung)
Parowanie kwasu mrówkowego w rodzinie pszczelej we wrześniu (wartości średnie, odchylenie standardowe)

Tab. 1. Zusammenhang zwischen mittlerer Tagesdosis und Milbenmortalität an adulten Bienen und Bienenbrut zu verschiedenen Jahreszeiten (A = Juli, B = September)
 Zależność pomiędzy średnią dawką dobową a śmiertelnością roztoczy na pszczołach dorosłych i na czerwiu w różnych porach roku (A = lipiec, B = wrzesień)

Volk Nr. Rodzina pszczela	$\bar{x}$ Tages- dosis (g) Dawka dobowa (g)	Adulte Bienen Pszczoly dorosłe			Brut Czerw			Gesamt- milbenfall (%) Łączny opad roztoczy (%)
		leb. Milben roztocze żywe	tote Milben roztocze martwe	Milben- fall (%) opad roztoczy (%)	leb. Milben roztocze żywe	tote Milben roztocze martwe	Milben- fall (%) opad roztoczy (%)	
A-1	21,3	317	1479	82,3	10	110	91,7	82,9
A-2	21,3	52	478	90,2	16	63	79,7	88,8
A-3	21,3	19	703	97,4	15	24	61,5	95,5
A-4	17,0	132	1807	93,2	4	64	94,1	93,2
A-5	17,0	56	506	90,0	4	42	91,3	90,1
A-6	14,2	43	49	53,3	8	99	92,5	74,4
$\bar{x}$	18,3	103,2	837,0	89,0	9,5	67,0	87,6	88,9
r^2				0,43			0,37	0,24
AK-1	—	343	47	12,1	9	1	10,0	12,0
AK-2	—	185	12	6,1	28	3	9,7	6,6
AK-3	—	254	19	7,0	14	2	12,5	7,3
B-1	8,5	9	445	98,0	6	38	86,4	97,0
B-2	7,1	28	867	96,9	2	28	93,3	96,8
B-3	9,4	56	1307	95,9	1	7	87,5	95,8
B-4	6,0	14	579	97,6	—	2	100	97,6
B-5	6,5	10	55	84,6	—	3	100	85,3
B-6	7,0	19	604	97,0	8	70	89,7	96,1
B-7	12,1	76	933	92,5	—	7	100	92,5
B-8	6,5	79	411	83,9	—	—	—	83,9
B-9	7,0	6	1652	99,6	—	18	100	99,6
B-10	10,5	16	417	96,3	—	10	100	96,4
$\bar{x}$	7,8	31,3	727,0	95,9	1,9	20,3	91,5	95,7
r^2				0,02			0,0005	0,02
BK-1	—	385	72	15,8	46	4	8,0	15,0
BK-2	—	279	81	22,5	34	5	12,8	21,6
BK-3	—	447	64	12,5	64	11	14,7	12,8

* aus Primärdaten; Dane pierwotne.

Nur Volk 6 der Sommertestreihe (Tab. 1) zeigt bei deutlich niedrigerer Verdunstung eine geringe Abtötungsquote, was sich aus dem Datenmaterial jedoch nicht als Unterschreiten der Minimaldosis sichern läßt. Die Bestimmung der zu applizierenden Minimaldosis wird in weiteren Versuchsreihen erfolgen. Faßt man die akarizide Wirkung auf die den adulten Bienen aufsitzenden und



Abb. 3. Milbenmortalität an adulten Bienen bzw. an gedeckelter Bienenbrut nach Ameisensäureapplikation zu verschiedenen Jahreszeiten (Mittelwert, Minimum, Maximum)

Śmiertelność roztoczy na dorosłych pszczołach i na czerwiu zasklepionym po zastosowaniu kwasu mrówkowego w różnych porach roku (wartość średnia, minimum, maksimum)

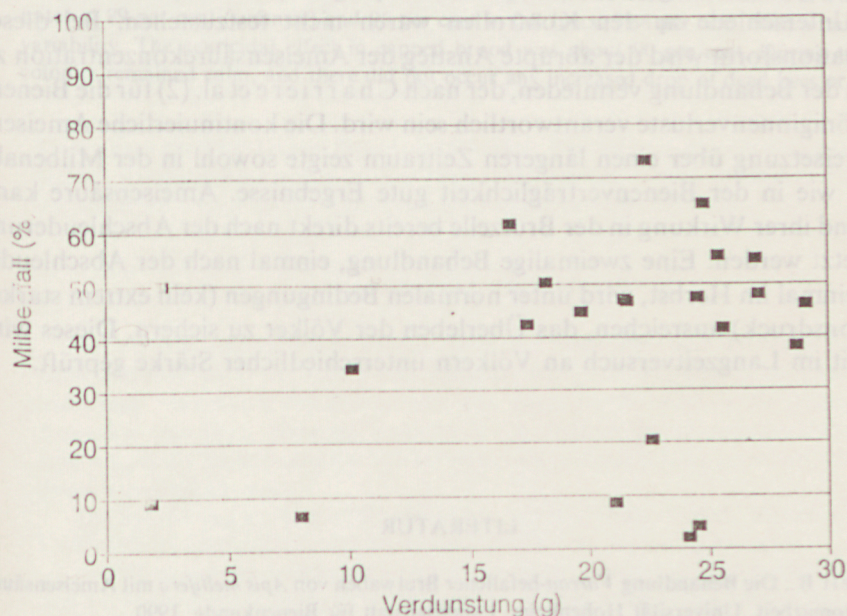


Abb. 4. Der tägliche Milbentotenfall in Abhängigkeit von der täglichen Verdunstungsmenge ($r^2=0,08$)

Śmiertelność dobową roztoczy w zależności od dobowej dawki parowania ($r^2=0,08$)

den in gedeckelten Zellen parasitierenden Milben zusammen, so ergibt sich eine Abtötung von im Mittel 88,9% im Sommer und 95,7% im Herbst.

Auffällig ist die unterschiedliche Reaktion im Sommer und Herbst. Im Herbst wird bei niedrigeren Verdunstungsraten über einen längeren Zeitraum eine hohe Milbenabtötung mit geringer Varianz erreicht. Hier werden biologische Ursachen von ausschlaggebender Bedeutung sein, wie das Verhalten der Bienen, die Reduktion des Brutnestes und der Stocktemperatur. Dies wird den Dampfdruck in der Wabengasse und damit die akarizide Wirkung wesentlich beeinflussen. Das steht mit unseren Ergebnissen, die die absolute Verdunstungsmenge als direkten Parameter für Wirksamkeit ausschließen, in Einklang. Auch Maul et al. (5) und Charriere et al. (2) gehen davon aus, daß die Konzentration der Ameisensäure in der Stockluft ausschlaggebend für die Wirksamkeit ist, diese aber von den Bienen über Ventilieren u.a. stark beeinflußt wird. Adelt (1) konnte im Laborversuch keinen Zusammenhang zwischen Verdunstungsmenge und Konzentration in der Stockluft nachweisen.

Schäden an Bienen und Königinnen wurden nicht beobachtet. Alle 16 Königinnen überlebten die Behandlung und zeigten im Beobachtungszeitraum keine Beeinträchtigung. Die Bienen waren selbst zu Beginn der Behandlung nur wenig beunruhigt und lagerten kaum vor. Sie bauten um den Applikator Wabenzenen, was für eine hohe Bienenvertäglichkeit spricht. Tote Bienen wurden nur sehr vereinzelt gefunden, maximal 5 in einem Volk während des gesamten Behandlungszeitraumes. Dies entspricht 0,03% der Gesamtbienenzahl. Unterschiede zu den Kontrollen waren nicht festzustellen. Bei dieser Applikationsform wird der abrupte Anstieg der Ameisensäurekonzentration zu Beginn der Behandlung vermieden, der nach Charriere et al. (2) für die Bienen- und Königinnenverluste verantwortlich sein wird. Die kontinuierliche Ameisensäurefreisetzung über einen längeren Zeitraum zeigte sowohl in der Milbenabtötung wie in der Bienenvertäglichkeit gute Ergebnisse. Ameisensäure kann aufgrund ihrer Wirkung in der Brutzelle bereits direkt nach der Abschleuderung eingesetzt werden. Eine zweimalige Behandlung, einmal nach der Abschleuderung, einmal im Herbst, wird unter normalen Bedingungen (kein extrem starker Invasionsdruck) ausreichen, das Überleben der Völker zu sichern. Dieses wird zur Zeit im Langzeitversuch an Völkern unterschiedlicher Stärke geprüft.

LITERATUR

1. Adelt B.: Die Behandlung *Varroa*-befallener Brutwaben von *Apis mellifera* mit Ameisensäure, Diplomarbeit, Universität Hohenheim, Landesanstalt für Bienenkunde, 1990.
2. Charriere J. D., Imdorf A., Kilchenmann V.: Ameisensäure-Konzentrationen in der Stockluft von Bienenvölkern Schweiz. Bienen-Ztg. 115 (8), 463, 1992.

3. Imdorf A., Buhlmann G., Gerig L., Kilchenmann V., Wille H.: Überprüfung der Schätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freifliegenden Bienenvölkern. *Apidologie*, **18** (2), 137, 1987.
4. Kimmich K.: Die varroazide Wirkung der Ameisensäure in die verdeckelte Bienenbrut. Diplomarbeit, Universität Hohenheim, Landesanstalt für Bienenkunde, 1987.
5. Maul V., Peterson N., Wissen W.: Die Varroatose der Honigbienen — Feldversuche zur Varroatosetherapie mit Ameisensäure. *ADIZ* **14**, 155, 1980.

STRESZCZENIE

Zastosowano aplikator umożliwiający równomierne parowanie 60% kwasu mrówkowego w rodzinach pszczelich leczonych tym środkiem. Przy zastosowaniu ogólnej dawki 82 g kwasu mrówkowego na rodzinę, przy średnim parowaniu 8 g na dzień, przeciętna skuteczność tego środka wyniosła 95,7% (minimalna śmiertelność *Varroa jacobsoni* wyniosła 83,9%, maksymalna 99,5%). Zostało także oznaczone akarycydne działanie kwasu mrówkowego w stosunku do roztoczy znajdujących się na czerwiu zasklepionym. Śmiertelność *Varroa jacobsoni* w tym przypadku wyniosła znacznie powyżej 90%. Rodziny pszczele zachowywały się podczas aplikacji leku spokojnie. Nie zaobserwowano podwyższonej śmiertelności pszczoł ani strat wśród matek pszczelich.

SUMMARY

60 per cent formic acid has been applied in the bee colonies through a special device which allows an even evaporation. The total amount of formic acid applied to each colony was 85 g. The mean daily rate of evaporation was 18 g (summer) and 8 g (fall). The treatment resulted in a mortal rate of mites at 89 per cent (summer) and 96 per cent in fall (max. 99.6 per cent) with a narrow limit of variability. The acaricidal effect in capped brood was about 90 per cent. During treatment the colonies remained calm, and there did not occur any increased drop of dead bees or queens.