

Insektizide Wirkung eines natürlichen Silikates (AL06) im Vergleich zu anderen silikathaltigen Stäuben gegenüber dem Kornkäfer: *Sitophilus granarius* (L.)

Ulrichs, Ch.¹, Krause, F.¹, Goswami, A.², Kaufhold, S.³, & Mewis, I.¹

¹Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, FG Urbaner Gartenbau

²Biological Science Division, Indian Statistical Institute

³Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Abstract: Effectivity of a natural silica dust (AL06) compared to other natural and synthetic amorphous silica dusts against the granary weevil *Sitophilus granarius* (L.)

Common natural silica based insecticides such as diatomaceous earth (DE) are only effective under low relative humidities (r.h.). At r.h. above 60 % only surface modified, hydrophobe DE's and hydrophobe synthetic silica products can be used against insect pests. Chemical modification of DE is expensive while synthetic products are often difficult to apply because they cannot easily be charged for electrostatic application and have very small particle sizes. The present study compares the insecticidal effect of new naturally occurring silica (formulation name: AL06) with unmodified DE and synthetic silica products. In experiments with the granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) all materials showed an insecticidal effect at 20 °C temperature and r.h. of 65 %. The natural DE product FossilShield FS100® showed the lowest degree of efficacy followed by AL06 whereby the hydrophobic materials Advasan® and PA910® showed the best activity. Already after 6 days in forced contact experiments with a dosage of 0.5 g/m² all materials resulted in 100 % mortality but differed in potential at lower rates. In contrast when substances were mixed with wheat at a dosage of 2 g/kg 100 % mortality occurred only with Advasan®. Here the mortality rate was reduced because insects can metabolize water from food sources. AL06 seems to be an alternative silica product for pest control strategies at higher r.h. The degree of efficacy of AL06 can be increased by modification of particle size and surface modifications (e.g. hydrophobe surfaces). Further studies with different AL06 formulations are currently ongoing.

Key words: AL06, Silikate, silica, diatomaceous earth, *Sitophilus granarius*

F. Krause, Dr. I. Mewis und Prof. Dr. Ch. Ulrichs*: Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Gartenbauwissenschaften, FG Urbaner Gartenbau, Lentzeallee 55, 14195 Berlin, Deutschland, E-mail: ugb@entomology.de

Dr. A. Goswami: Biological Science Division, Indian Statistical Institute, Kolkata 700 108, West Bengal, India

Dr. S. Kaufhold: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stillweg 2, 30655 Hannover, Deutschland

Sand, Lehm und Aschen zur Bekämpfung von Vorrats- und Hygieneschädlingen werden seit Jahrhunderten eingesetzt. Der zunehmende Bedarf an umweltschonenden alternativen Schädlingsbekämpfungsmitteln führte zu einer Renaissance des Einsatzes inerter Stäube, insbesondere von amorphen Diatomeenerden. Bei diesen Stäuben handelt es sich um fossile Ablagerungen der Silikatskelette von Kieselalgen (Diatomeen). Der insektizide Wirkmechanismus von Diatomeenerden (DE) besteht hauptsächlich in der Physiosorption von Cuticularlipiden und damit einhergehender Zerstörung der vor Austrocknung schützenden Wachsschicht der Cuticula (MEWIS & ULRICHS, 2001a). Bei höherer relativer Luftfeuchte kommt es jedoch zu einer Sättigung der DE mit Wasser und dadurch zu einer Herabsetzung der Lipidaufnahmefähigkeit, welche die Wirksamkeit von DE bestimmt. Um DE auch bei höheren relativen Luftfeuchten einsetzen zu können, werden sie nachträglich hydrophobisiert (FAULDE & al., 2006) bzw. werden direkt hydrophobe, synthetische Kieselsäuren eingesetzt

oder DE in Kombination mit anderen natürlichen Insektiziden verwendet (ULRICHS & MEWIS, 2000; AKBAR & al., 2004).

Eine zusätzliche Hydrophobisierung von DE ist jedoch mit zusätzlichen Kosten verbunden. Des Weiteren sind synthetische Kieselsäuren aufgrund der geringen Partikelgrößen und der schlechten elektrostatischen Aufladbarkeit alleine schwer applizierbar. In Kooperation mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe wurde deshalb an der Humboldt-Universität zu Berlin nach alternativen natürlichen Substanzen gesucht, die ähnliche physiko-chemische Eigenschaften aufweisen wie Diatomeenerden. Gefunden wurde ein natürlich vorkommendes Schichtsilikat mit großer Oberfläche, welches in den folgenden Versuchen mit AL06 bezeichnet wurde. In den durchgeführten Versuchen wurden insektizide Eigenschaften von AL06 im Vergleich zu weiteren natürlichen und synthetischen Silikaten untersucht.

Material und Methoden

Getestet wurden vier unterschiedliche natürliche und synthetisch hergestellte Silikate (Tab. 1). Alle Silikate lagen in amorpher Form vor. Die Stäube wurden bei einer Dosierung von 0, 0,5, 1 und 2 g / m² in 250 ml Erlenmeyerkolben hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Kornkäfer (*Sitophilus granarius* (L.)) getestet bzw. eingemischt in Weizen mit einer Konzentration von 0, 0,5, 1 und 2 g / kg. Der Versuch fand pro Wiederholung mit 15 Käfern statt, mit jeweils 10 Wiederholungen pro Konzentration und Staub. Die Versuche wurden in Klimakammern bei einer Temperatur von 20 ± 1 °C und einer relativen Luftfeuchte von 65 ± 2 % durchgeführt. Die Versuchsauswertung erfolgte nach 1, 2, 3 und 6 Tagen Expositionszeit. Erfasst wurden jeweils das Gewicht der Tiere sowie die Mortalitätsrate. Mittelwertvergleiche erfolgten mittels Tukey's HSD-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %.

Tabelle 1: Herkunft und Eigenschaften der verwendeten amorphen Silikate

Natürlich amorphes Silikat	Unmodifizierte Diatomeenerde FossilShield FS100.0® (Bezug über die Firma Bein GmbH)	Durchmesser 51,5 %: 45 µm Durchmesser 98,5 %: 250 µm Oberfläche: hydrophil
Modifiziertes amorphes Silikat	Advasan® (Bezug über die Firma Bein GmbH)	Durchmesser 50 %: 7,78 µm Durchmesser 97 %: 26,67 µm Oberfläche: hydrophob
Natürlich amorphes Silikat	AL06 (Eigenentwicklung FG Urbaner Gartenbau, HU-Berlin)	Durchmesser 50 %: 7,07 µm Durchmesser 97 %: 23,18 µm Oberfläche: hydrophil
Synthetisch amorphes Silikat	PA910® (Bezug über die Firma BioBecker)	Fällungskieselsäure Dichte: 2 g / cm ³ Oberfläche: hydrophob

Ergebnisse und Diskussion

Alle verwendeten Stäube zeigten in Oberflächenbehandlungsversuchen ab einer Dosierung von 0,5 g / m² bzw. eingemischt in Weizen ab einer Konzentration von 1 g / kg eine signifikant insektizide Wirkung gegenüber *S. granarius*. Übereinstimmend zu dem Modell des Wirkmechanismus von Diatomeenerden korrelierte die durch die Stäube bewirkte Mortalität mit einem Wasserverlust der Käfer (Abb. 1). Dabei nimmt die Kornkäfermortalität mit der Behandlungsdauer zu. AL06 erwies sich als fast genauso wirksam wie die kommerziellen hydrophoben Produkte Advasan® und PA910®. Das kommerzielle und naturbelassene DE-Produkt FS100® führte erst nach 6 Tagen Einwirkzeit zu gleich guten Ergebnissen. Dieses liegt vermutlich an den hydrophilen Eigenschaften unmodifizierter DE, während Advasan® und PA910® hydrophob sind. Andere Produkte aus der FossilShield®-Reihe, die hydrophobe Oberflächen ausweisen, erwiesen sich als besser wirksam in ähnlichen Versuchsreihen (ULRICHS & al., 2004). Eine ähnliche Verbesserung des insektiziden Wirkungsgrades lässt sich auch für hydrophobisiertes AL06 erwarten. Nach 6 Tagen Einwirkzeit führten alle Substanzen in den Oberflächenversuchen zu einer hundertprozentigen Abtötung der Käfer (Tab. 2). Bei niedrigeren Konzentrationen zeigten die Produkte Advasan® und PA910® den höchsten Wirkungsgrad. Im Gegensatz dazu bewirkte in den Versuchen, in denen die Stäube in Weizen eingemischt wurden, nur Advasan® eine 100 %ige Abtötung. Hier muss davon ausgegangen werden, dass die Tiere metabolisch Wasser durch Nahrungsaufnahme gewinnen können und somit der Austrocknung entgegenwirken.

Der relative Gewichtsverlust der Käfer, der nach Literaturangaben dem Wasserverlust entspricht (MEWIS & ULRICHS, 2001a), beträgt nach 24 Stunden maximal 18 % und nahm mit steigender Dosierung zu (Abb. 1). Die hydrophoben getesteten Substanzen führten dabei zum höchsten Wasserverlust, da hier voraussichtlich kein Sättigungseffekt durch die Umgebungsfeuchte auftrat. Die Ergebnisse zum Wasserverlust bestätigen bisherige Versuche, wonach die Tiere nicht durch die Silikatstäube direkt ausgetrocknet werden, sondern eine Dehydrierung durch Beschädigung der Epicuticula der Schadinsekten erfolgen (Mewis & Ulrichs, 2001b).

Tabelle 2: Prozentuale Überlebensrate von adulten *Sitophilus granarius* in den Oberflächenbehandlungen mit Silikaten

Dosis	Silikat	Überlebensrate von <i>S. granarius</i> [%]			
		1. Tag	2. Tag	3. Tag	6.Tag
0,5 g / m ²	PA910	84 a	37 b	0 a	0 a
	Advasan	97 b	17 a	3 a	0 a
	Al-06	98 b	73 c	14 b	0 a
	FS100.0	100 b	77 c	38 c	0 a
	Kontrolle	100 b	99 d	93 d	66 b
1 g / m ²	PA910	77 a	30 a	1 a	0 a
	Advasan	92 b	41 a	1 a	0 a
	Al-06	93 b	62 b	14 b	0 a
	FS100.0	100 b	89 c	19 b	0 a
	Kontrolle	100 b	99 d	93 c	66 b
2 g / m ²	PA910	80 a	21 a	2 a	0 a
	Advasan	86 a	33 a	0 a	0 a
	Al-06	90 ab	23 a	3 a	0 a
	FS100.0	99 b	87 b	19 b	0 a
	Kontrolle	100 b	99 b	93 c	66 b

* verschiedene Buchstaben indizieren signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen an dem jeweiligen Tag ($p < 0.05$)

Tabelle 3: Prozentuale Überlebensrate von adulten *Sitophilus granarius* in dem mit Silikaten behandeltem Weizen

Dosis	Silikat	Überlebensrate von <i>S. granarius</i> [%]			
		1. Tag	2. Tag	3. Tag	6.Tag
0,5 g / kg	PA910	97 a	42 a	9 a	2 a
	Advasan	100 a	100 b	79 b	40 a
	Al-06	100 a	100 b	97 c	80 b
	FS100.0	100 a	100 b	100 c	97 c
	Kontrolle	100 a	100 b	100 c	99 c
1 g / kg	PA910	90 a	28 a	10 c	4 a
	Advasan	97 b	52 b	6 a	1 a
	Al-06	100 b	100 c	90 b	71 b
	FS100.0	100 b	100 c	99 b	90 bc
	Kontrolle	100 b	100 c	100 b	99 c
2 g / kg	PA910	82 a	9 a	4 a	2 a
	Advasan	94 b	28 b	1 a	0 a
	Al-06	98 b	92 c	76 b	58 b
	FS100.0	100 b	100 c	82 b	43 b
	Kontrolle	100 b	100 c	100 c	99 c

* verschiedene Buchstaben indizieren signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen an dem jeweiligen Tag ($p < 0.05$)

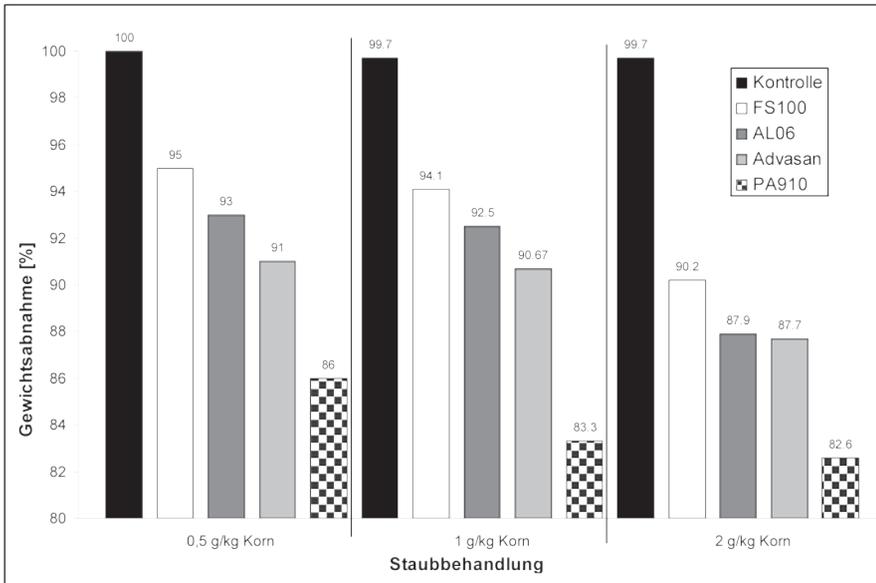


Abb. 1: Prozentuale Gewichtsabnahme von *Sitophilus granarius* Imagines nach einem Tag in den Behandlungen infolge von Dehydration

AL06 erwies sich in den Versuchen als kostengünstige Alternative zu synthetischen Silikatstäuben sowie modifizierten Diatomeenerden. Bisher wurde nur unmodifiziertes, hydrophiles AL06 getestet. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass der insektizide Wirkungsgrad u.a. durch Änderung der Partikelgröße sowie eine zusätzliche Hydrophobisierung noch positiv beeinflusst werden kann. Weiterführende Versuche mit hydrophoben AL06-Formulierungen im Einsatz gegen Schadorganismen werden derzeit in Indien und an der Humboldt-Universität zu Berlin durchgeführt.

Literatur

- AKBAR, W., LORD, J.C., NECHOLS, J.R. & HOWARD, R.W. (2004): Diatomaceous earth increases the efficacy of *Beauveria bassiana* against *Tribolium castaneum* larvae and increases *Conidia* attachment. – J. Econ. Entomol. **97**: 273-800.
- FAULDE, M.K., TISCH, M. & SCHARNINGHAUSEN, J.J. (2006): Efficacy of modified diatomaceous earth on different cockroach species (Orthoptera, Blattellidae) and silverfish (Thysanura, Lepismatidae). – J. Pest Sci. **79**: 155-161.
- MEWIS, I. & ULRICHS, CH. (2001a): Effects of diatomaceous earth on water content of *Sitophilus granarius* (L.) (Col., Curculionidae) and its possible use in stored product protection. – J. Appl. Entom. **125** (6): 351-360.
- Mewis, I. & Ulrichs, Ch. (2001b): Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Sitophilus granarius* and *Plodia interpunctella*. – J. Stored Prod. Res. **37** (2): 153-164.
- ULRICHS, CH. & MEWIS, I. (2000): Controlling the stored product pests *Sitophilus oryzae* and *Tribolium castaneum* by contaminating rice with neem and diatomaceous earth. – J. Pest Sci. **73** (2): 37-40.
- Ulrichs, Ch., Mewis, I. & Reichmuth, Ch. (2004): Diatomeenerden – Wirksamkeit bei hohen Luftfeuchten. – Der Praktische Schädlingsbekämpfer **56** (11): 11.