

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow – Biologische Zentralanstalt Berlin –
der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR und VEB DELICIA, Delitzsch

Helene THIEM und Jutta BISCHOFF

Beitrag zur Anwendung von Delicia-GASTOXIN für die Getreidebegasung in Stahlbeton-Silozellen

1. Einleitung

Der Einsatz von Phosphorwasserstoff (PH_3) zur Getreidebegasung in Silozellen ist bereits seit dem Jahre 1937 zugelassen (o. V., 1937). Die Größe der damaligen Siloanlagen und Silozellen gestattete die Anwendung des Delicia-Kornkäferbegasungspräparates im Beutelverfahren. Mit der Modernisierung der Lagerwirtschaft ergaben sich jedoch gerade im Silobau enorme Veränderungen. So wurden in der DDR teil- und vollmechanisierte Silotypen bis zu einer Lagerkapazität von 120 kt gebaut. Objekte dieser Größenordnung warfen für die Anwendung von Begasungsmitteln völlig neue Probleme auf. Damit gewannen die PH_3 -entwickelnden Präparate wieder an Interesse. Ihr Einsatz ist bekanntlich nicht an Spezialbegasungszellen gebunden, deren Ausrüstung einen hohen Material- und Kostenaufwand verursachen würde. Das Delicia-Kornkäferbegasungspräparat kann in modernen Siloanlagen aus arbeitstechnischen Gründen nur unter bestimmten Voraussetzungen verwendet werden. Für den Einsatz des Präparates Delicia-GASTOXIN, das den Belangen der modernen Lagerungstechnologie besser entspricht, waren noch einige grundlegende Probleme zu klären.

In den letzten Jahren wurden mehrere Versuche in der Praxis über die insektizide Effektivität sowie den Ausgasungsverlauf von Delicia-GASTOXIN u. a. PH_3 -entwickelnder Präparate in Getreidesilozellen durchgeführt. In diesen Untersuchungen sollten auch die Auswirkungen des PH_3 auf den Stahlbeton der Silowände überprüft werden (die Ergebnisse wurden an anderer Stelle dargestellt). Weiterhin mußten im Hinblick auf eine rationelle Nutzung bei hoher Anwendungssicherheit Fragen der Applikationstechnik und des Arbeitsschutzes in Abhängigkeit vom Silotyp untersucht werden.

2. Material und Methode

Die Untersuchungen erfolgten in Getreidesilozellen alter und neuer Bauweise mit quadratischem (Fassungsvermögen: 80, 120, 300 t Getreide) oder run-

dem Zellenrundriß (Fassungsvermögen: 1000 t Getreide). Es konnten Roggen, Weizen und Gerste mit unterschiedlichen Temperaturen und Feuchten in die Versuche einbezogen werden.

Für die Abdichtung der Getreideein- bzw. -auslaufrohre ohne Gassperrschieber wurden vergleichsweise textile Gewebe, Gummipatten oder Fußballblasen (DITTMAR, 1975) verwendet. Die Ränder der Türen bzw. Klappen an den Einstiegsöffnungen, Handföhlstutzen und über den Meßpendelköpfen wurden – sofern keine gasdichten Verschlüsse vorhanden waren – mit 5 bis 15 cm breiten Papierstreifen und Tapetenleim mehrfach überklebt. In einigen Versuchen konnte im Trichter oberhalb des Auslaufschiebers eine zusätzliche Abdichtung durch ein Aufkleben von 3 bis 5 Papierbögen (Zeitungs-papier) geschaffen werden, wobei jede Papierlage ganzflächig mit Tapetenleim bestrichen wurde.

Die Begasungstabletten wurden manuell durch den Handföhlstutzen der Beschickungsrohre in bestimmten Zeitabständen dem einlaufenden Getreide zugeführt. Die jeweiligen Intervalle zwischen der Eingabe von je 20 Tabletten (Inhalt einer Hülse) wurden aus der Förderleistung und der geplanten Aufwandmenge errechnet. Die Tablettenzugabe erfolgte in einigen Versuchen unmittelbar mit Beginn des Getreideeinlaufes in die Zelle, sie war in anderen jedoch um einige Minuten verzögert (bis 5 min).

Die im Getreide und im Luftraum der behandelten und in den angrenzenden Silozellen auftretenden PH_3 -Konzentrationen konnten unter Verwendung geeigneter Sonden aus korrosionsfestem Stahl, Schläuchen aus Polyäthyl- en und DRÄGER-Gasspurgeräten mit DRÄGER-Röhrchen für PH_3 kolometrisch gemessen werden. In einer vom VE Industriebau-Kombinat Magdeburg, Betriebsteil Industrieplanung, ausgewählten 24 m hohen Silozelle ermöglichte der stationäre Einbau der Polyäthylenschläuche die Bestimmung der Gaskonzentration in bestimmten Abständen über die gesamte Zellenhöhe nahe der Zellenwand (30 cm entfernt). Die Überwachung der PH_3 -Konzentration erstreckte sich im Zellentrakt auch auf das Beschickungs- und Abzugsgeschoß und auf das Maschinenhaus.

In modernen Siloanlagen wurden die Getreidetemperaturen vor und während der Begasung mittels installierter Temperatur-Fernmeßanlagen überwacht und stichprobenweise beim Umlauf des Getreides mit Quecksilberthermometern kontrolliert. In älteren Speichern war nur die zuletzt genannte Kontrollmöglichkeit gegeben.

Die Abhängigkeit des insektiziden Wirkungsgrades von der Aufwandmenge und der Begasungsdauer wurde mit verschiedenen Entwicklungsstadien folgender Schadinsekten untersucht: Kornkäfer (*Sitophilus granarius* L.), Amerikanischer Reismehlkafer (*Tribolium confusum* du Val.), Getreideplattkäfer (*Oryzaephilus surinamensis* L.), Khaprakäfer (*Trogoderma granarium* Everts), Getreidekapuziner (*Rhizopertha dominica* F.) und Speisebohnenkäfer (*Acanthoscelides obtectus* Say). Ihre Aufzucht erfolgte im Laboratorium bei $25^\circ\text{C} \pm 2$ grd in Glasgefäßen. Das Anzuchtsubstrat für die Getreideschädlinge bestand aus Weichweizen bzw. einem Gemisch aus Vollkornmehlen (geschälter Hafer, Weizen und Weizenkörner). Der Samenkafer wurde auf Speisebohnen gehalten. Der Wassergehalt des Aufzuchtsubstrates betrug 14 bis 15 %. Die Testinsekten wurden in Säcken aus Polyamidgewebe mit Weizen, Weizen + Vollkornmehl bzw. Speisebohnen in der Silozelle auf dem Auslaufschieber, in halber Schutthöhe, auf der Getreideoberfläche und unterhalb des Lichtgitterrostes der PH_3 -Begasung ausgesetzt. Sie wurden nach der Begasung einer ausreichenden Belüftung unterzogen und während der Kontrolldauer bei $25^\circ\text{C} \pm 2$ grd in Enghals-Erlenmeyerkolben gehalten.

3. Ergebnisse

Ein Vergleich der in verschiedenen Höhen der Getreidesilozelle im Verlauf von 8 Begasungsversuchen ermittelten PH_3 -Werte zeigt, daß der PH_3 -Gehalt im mittleren Bereich der Getreidesäule vielfach schneller und stärker ansteigt als im Luftraum über der Getreideschüttung und in den Getreidepartien, die an der Getreideoberfläche oder im Auslaufrichter lagern. Die Unterschiede zwischen den Gaskonzentrationen der genannten Zellenbereiche sind vor allem bei einer unzureichenden Abdichtung der Zellenöffnungen infolge von Gasverlusten besonders groß und bleiben hier während der gesamten Begasungsdauer bestehen (Abb. 1). Die kontinuierlichen Gasverluste an den Zellenöffnungen beschleunigen außerdem den nach der Ausgasungsperiode der Tabletten in allen Teilen der Zelle einsetzenden Konzentrationsabfall und gefährden in starkem Maße den erzielbaren Bekämpfungserfolg. Die zunächst bei den PH_3 -Messungen beobachteten Differenzen zwischen den einzelnen Kontrollstellen treten auch in den Bekämpfungsergebnissen deutlich zutage. Dem relativ guten Wirkungsgrad, der im mittleren Bereich der Getreideschüttung gegen PH_3 -widerstandsfähige Entwicklungsstadien einiger Schadinsekten erzielt werden konnte, stehen unzureichende bzw. Mißerfolge an den Expositionsorten Auslaufrichter, Getreideoberfläche und Lichtgitterrost gegenüber. Die in Tabelle 1 aufgeführten Werte zeigen ferner, daß eine 5tägige Begasungsdauer bei Getreide-temperaturen um 10°C im allgemeinen nicht vertretbar ist. Ergänzend muß hier darauf hingewiesen werden, daß der Grad der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Schadinsekten und ihrer Stadien gegen PH_3 bei den Untersuchungen in Silozellen nur bedingt erkennbar wird, da die Entfernung der Festinsekten von undichten Stellen bzw. von den Begasungstabletten nicht ausreichend gesteuert werden kann.

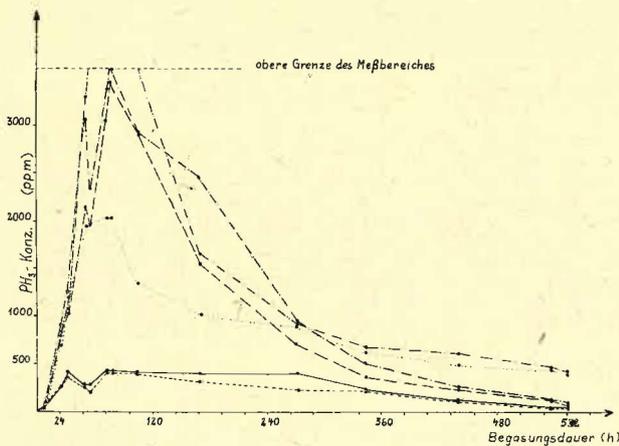


Abb. 1: Der Verlauf der PH_3 -Konzentration in einer Getreidesilozelle während einer 23tägigen Einwirkungsdauer nach Anwendung von 7 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Gerste

Zeichenerklärung zu Abb. 1 und 2

Messstellen in der Silozelle	Entfernung von der Zellendecke	Zeichen
unter dem Lichtgitterrost	0,1 m	-----
auf der Getreideoberfläche	3 bis 4 m	-----
in der Getreidesäule	7 m	-----
in der Getreidesäule	19 m	-----
in der Getreidesäule	21 m	-----
Im Trichterteil über dem Auslaufrichter		-----

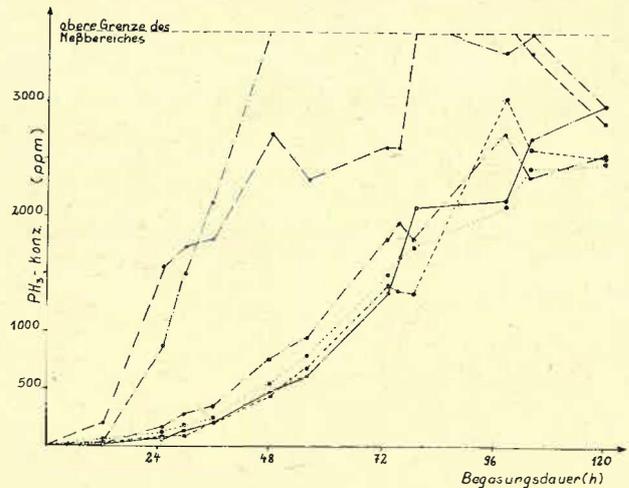


Abb. 2: Verlauf der PH_3 -Konzentration in einer Getreidesilozelle mit sachgemäß abgedichteten Zellenöffnungen unter Einwirkung kalter Außenluft

Anmerkungen:

Aufwandmenge 6 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Weizen;
Wassergehalt bzw. Temperatur des Weizens: 13,4 % bzw. 20 bis 22°C ,
Temperatur der Außenluft während der Begasung: -3 bis $+11^\circ\text{C}$

len bzw. von den Begasungstabletten nicht ausreichend gesteuert werden kann.

Im Trichterteil und im Luftraum unter der Zellendecke kann es jedoch auch nach ordnungsgemäß ausgeführten Abdichtungsarbeiten zu geringeren PH_3 -Werten als in den anderen Teilen der Getreideschüttung kommen. Der verzögerte und geringere Konzentrationsanstieg im oberen Zellenbereich ist u. a. eine Folge des allmählichen Ausgleichs zwischen dem PH_3 -Gehalt in der Getreideschüttung und dem des Luftraumes unter der Zellendecke. Er tritt auch in Zellen mit normalem Füllstand auf, wenn eine gleichbleibende Tabletten-dosierung während des gesamten Beschickungsprozesses eingehalten wurde. Zu ungenügenden PH_3 -Werten und einer hohen Überlebensrate der Schadinsekten im Trichterteil führte auch eine um wenige Minuten nach Beginn des Getreideeinlaufes einsetzende Tablettenzugabe. Geringe PH_3 -Konzentrationen im unteren und oberen Zellenbereich konnten ferner bei Untersuchungen in der kalten Jahreszeit festgestellt werden, wenn größere Differenzen zwischen der Temperatur des Getreides und der Außenluft bzw. der Raumluft im Beschickungsgeschoß und im Raum unter den Silozellen vorlagen (Abb. 2). Bei einer guten Abdichtung der Zellenöffnungen und Getreide-temperaturen von 20 bis 22°C kam es nach Abschluß der PH_3 -Entwicklung und einem Konzentrationsabfall in den Bereichen mit den höchsten PH_3 -Werten schließlich in der gesamten Zelle zu einer weitgehenden Konzentrationsangleichung. Nach Anwendung von 6 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Weizen lagen die PH_3 -Werte der verschiedenen Kontrollstellen am Ende der 120stündigen Begasungsdauer zwischen ca. 2500 und 3000 ppm. Die hierbei erreichten guten Bekämpfungsergebnisse sind in der Tabelle 2 dargestellt.

Wie aus den Versuchsergebnissen hervorgeht, können bei guter Abdichtung der Zellenöffnungen die infolge kalter Außentemperaturen bzw. durch den nur allmählich erfolgenden Konzentrationsausgleich zu erwartenden geringeren PH_3 -Werte im Trichterteil, an der Getreideoberfläche und im Luftraum unter der Zellendecke

Tabelle 1

Bekämpfungsergebnisse nach Anwendung von 8,15 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Getreide bei ungenügender Abdichtung der Ein- und Auslaufrohre der Getreidesilozellen und niederen Getreidetemperaturen

Schadinsekt	Entwicklungsstadien (Alter)**	Überlebende Insekten (% der UK) Expositionsorte****)			
		I	II	III	IV
<i>A. oblectus</i>	E*) + L*) (8...16)	2,3	0	0	0
<i>O. surinamensis</i>	K*) (21...35)	0,2	0	0	0
<i>R. dominica</i>	E + L (2...22)	0	0	0	0
<i>S. granarius</i>	K (14...28)	3,9	0	0	0
	E (2...6)	49,1	0,1	0,8	0,6
<i>T. confusum</i>	K (21...35)	0	0	0	0
<i>T. granarium</i>	L (ab L ₂)	45,2	1,7	29,5	15,6

*) Entwicklungsstadium: E $\hat{=}$ Eier; L $\hat{=}$ Larven; P $\hat{=}$ Puppen; K $\hat{=}$ Käfer

***) Alter der Testinsekten in Tagen, datiert vom Tage des „Schlüpfens“ aus dem Samenkorn (Imagines),

bzw. vom Beginn der Eiablage (im Samenkorn lebende Entwicklungsstadien, wie Eier, Larven, Puppen, evtl. auch Jungkäfer)

****) Die gekennzeichneten Werte unterscheiden sich statistisch (P = 0,05) nicht von 0 %

*****) Expositionsorte: I $\hat{=}$ Trichterfeld über dem Auslaufschieber, II $\hat{=}$ in halber Schütthöhe;

III $\hat{=}$ auf der Getreideoberfläche; IV $\hat{=}$ unterhalb des Lichtgitterrostes der Deckeneinstiegs Luke;

UK $\hat{=}$ Unbehandelte Kontrolle

Anmerkung: Begasungsdauer: 5 Tage; behandeltes Vorratsgut: 110 t Roggen (Wassergehalt: 14,0...15,2 %; Temperatur: 6...11 °C); Fassungsvermögen der Getreidesilozelle: 120 t Schwergetreide

Tabelle 2

Bekämpfungsergebnisse nach Anwendung von 6 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Weizen bei sachgemäßer Abdichtung der Zellenöffnungen und Getreidetemperaturen von 20 bis 22 °C

Schadinsekt	Entwicklungsstadien (Alter)**	Begasungsdauer (d)	Überlebende Insekten (% der UK) Expositionsorte****)				
			I	II	III	IV	
<i>O. surinamensis</i>	E*) (0...5)	2	—	—	0	—	
		3	—	—	0	—	
		5	0	0	0	0	
<i>S. granarius</i>	E (0...5)	2	—	—	0	—	
		3	—	—	0	—	
		5	0	0	0	0	
		L*) + P*) (26...29)	2	—	—	4,5	—
		3	—	—	1,8	—	
	5	0	0	0,7	1,7		
<i>T. confusum</i>	E (0...5)	2	—	—	0	—	
		3	—	—	0,8	—	
		5	0	0	0	0	
		L + P (23...27)	2	—	—	0	—
		3	—	—	0	—	
	5	0,08***)	0	0	0		
<i>T. granarium</i>	L (ab L ₂)	2	—	—	0	—	
		3	—	—	0	—	
		5	0	0	0	0	

*) ; **) ; ***) ; ****) wie in Tabelle 1

durch ein Erhöhen der Dosis zu Beginn und am Ende des Getreideeinlaufes weitgehend vermieden werden.

Unterschiede in der PH₃-Entwicklung und in der Höhe der Gaskonzentration treten in den mächtigen Schüttsäulen der Getreidesilozellen auch in jenen Bereichen auf, die von den für die Randzonen bedeutsamen Faktoren nicht bzw. zunächst nicht beeinflusst werden. Diese Differenzen können sowohl auf einer lokal unterschiedlichen Beschaffenheit des Getreides (Temperatur- und Feuchteunterschiede – auch infolge von Schädlingsbefall –, unterschiedlich hohen Anteilen an staubförmigen Partikeln u. a.) als auch auf einer ungleichmäßigen Verteilung der Begasungstabletten beruhen. Die Höhe der hier entstehenden Gaskonzentrationen wird vorwiegend von der Aufwandmenge sowie der Getreidetemperatur und -feuchte bestimmt. Während beispielsweise die maximale PH₃-Konzentration bei Temperaturen von 20 bis 22 °C nach Anwendung von 4 Tabletten Delicia-GAS-

TOXIN/t Getreide einen Wert von 1240 ppm erreichte, wurden bei einer Dosis von 7 Tabletten/t Getreide 4000 bis 5000 ppm festgestellt.

Einen Überblick über die Bedeutung der Aufwandmenge, der Begasungsdauer, der Getreidetemperatur sowie der Güte der Abdichtungsmaßnahmen an den Zellenöffnungen für den Bekämpfungserfolg vermitteln die gegen Larven und Puppen des Kornkäfers erzielten Ergebnisse (Tab. 3). Sie stellen u. a. die z. T. hohe Überlebenschance heraus, die für die Schadinsekten an bestimmten Stellen der Silozellen bestehen kann. Die Befunde zeigen ferner, daß eine Begasungsdauer von 5 Tagen sowohl beim Einsatz von 4 bis 5 Tabletten/t Getreide mit ca. 20 °C als auch bei Anwendung von 6 bis 8 Tabletten/t Getreide mit Temperaturen von etwa 10 bis 15 °C keinen zufriedenstellenden Bekämpfungserfolg gegen die widerstandsfähigen Entwicklungsstadien des Kornkäfers erreicht.

Tabelle 3

Der Wirkungsgrad des Präparates Delicia-GASTOXIN gegen Larven und Puppen des Kornkäfers (*Sitophilus granarius* L.) unter Berücksichtigung von Aufwandmenge, Begasungsdauer, Getreidetemperatur und Abdichtung der Silozellenöffnungen

Aufwand- menge (Tabl./t)	Begasungs- dauer (d)	Art	Behandelte Körnerfrucht		Überlebende Insekten (% der UK)			
			Temperatur (°C)	Wassergehalt (%)	I	II	III	IV
1. Unzureichende Aufwandmenge bzw. Begasungsdauer								
4,0	4,5	Weizen	19 . . . 21	15,5	23,3	1,0	20,3	30,7
7,0	3	Gerste	13 . . . 14	ca. 14	—	—	6,8	6,8
2. Unzureichende Abdichtungsmaßnahmen und Getreidetemperaturen von ca. 6 . . . 15 °C								
4,0	5	Roggen	ca. 15	ca. 15	25,8	7,4	10,4	11,0
6,0	5	Weizen	9 . . . 11	ca. 14	70,2	0,4	3,8	3,1
6,0	5	Roggen	ca. 15	ca. 15	14,4	5,4	6,2	8,3
8,5	5	Roggen	6 . . . 11	14 . . . 15,2	14,0	2,2	5,2	5,2
3. Gute und sehr gute Abdichtungsmaßnahmen und Getreidetemperaturen von 20 . . . 22 °C								
5,35	5	Weizen	20 . . . 22	14,5	0,2	1,6	3,8	5,5
6,0	2	Weizen	20 . . . 22	13,4	—	—	4,5	—
	3				—	—	1,8	—
	5				0	0	0,7	1,7
7,1	4	Gerste	20 . . . 21	13,1	0,02****)	0	0,3	0,2

), *) wie in Tabelle 1

Im Rahmen der Untersuchungen über die Auswirkungen der PH_3 -Begasung auf den Stahlbeton der Zellenwandung verblieb u. a. ein mit 7 Tabletten/t behandeltes Getreide bis zum 23. Tage nach der Applikation in der abgedichteten Silozelle und wurde dann erst in der üblichen Weise bei der Umlagerung gereinigt. Wie die hierbei ermittelte PH_3 -Dynamik erkennen läßt, fiel die etwa 75 bis 85 h nach Begasungsbeginn in der Getreideschüttung erreichte Gaskonzentration bis zum 7. Tag relativ rasch und in der darauf folgenden Zeit langsamer ab. Vor der Reinigung konnte im unteren Teil der Getreidesäule noch ein PH_3 -Gehalt von 410 ppm gemessen werden. Trotz der Gasverluste, die an der Getreideoberfläche und im Luftraum unter der Zellendecke infolge einer ungenügenden Abdichtung auftraten, sanken die PH_3 -Werte dieser Meßstellen erst vom 15. Tag an unter 200 ppm.

Wie die Versuchsergebnisse zeigen, sind in Stahlbeton-Silozellen mit gut abgedichteten Zellenöffnungen nach einer 5tägigen Begasung mit 6 bis 8 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Getreide noch relativ hohe PH_3 -Konzentrationen anzutreffen. Dieser hohe PH_3 -Gehalt sollte vor allem bei einem Befall mit widerstandsfähigen Schadinsekten durch eine um wenige Tage verlängerte Begasungsdauer zur Sicherung des Bekämpfungserfolges genutzt werden.

4. Diskussion und Schlußfolgerung

Die Untersuchungsergebnisse über Höhe und Verlauf der PH_3 -Konzentration beim Einsatz AIP-haltiger Begasungsmittel gegen Schadinsekten in Getreidesilozellen und die hierbei erzielten insektiziden Erfolge bestätigen erneut, daß die Anwendung des PH_3 auch in jenen Stahlbeton-Silozellen durchgeführt werden kann, die keine spezielle Ausrüstung für Begasungszwecke aufweisen. Wie die Überprüfungen des VE Industriebaukombinat Magdeburg ergaben, übten auch mehrfache, hohe PH_3 -Belastungen keinen negativen Einfluß auf den Stahlbeton der Silowände aus (HINSCHKE, 1972). Die Dichtigkeit des Stahlbetons erwies sich als ausreichend. Es wurden jedoch stets gewisse PH_3 -Konzentrationen in den unmittelbar angrenzenden Nachbarzellen ermittelt, auf

die an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden kann. Ihre Höhe war vor allem vom baulichen Zustand der begasten Zelle, von dem darin auftretenden PH_3 -Gehalt und von der Güte der Abdichtungsmaßnahmen abhängig.

Während und nach der Applikation können unter bestimmten Voraussetzungen auch außerhalb der Silozellen Gaskonzentrationen auftreten, die den MAK-Wert überschreiten. Sie entstehen z. B. im Beschickungsgeschoß bei einer ungenügenden Belüftung während der manuellen Applikation, insbesondere bei windstillen, neblig-trüben Witterungsverhältnissen.

Die Verschlufeinrichtungen an den Zellenöffnungen gewähren nur bei Vorhandensein funktionstüchtiger Gassperschieber die erforderliche Abdichtung. Bei ihrem Fehlen müssen sachgemäße Abdichtungsmaßnahmen durchgeführt werden. Eine gute, leicht zu handhabende Abdichtung der Getreideein- und -auslaufrohre ermöglicht der vom Schädlingsbekämpfungsmeister DITTMAR eingereichte Neuerervorschlag. Hiernach werden Fußballblasen durch die Handfühlstutzen geschoben und in den Rohren zu entsprechender Größe aufgeblasen. Auf diese Weise konnten die Gasverluste dieser Stellen auf ein Minimum reduziert werden.

Dem hohen Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad in den modernen Siloanlagen steht derzeit noch die manuelle Zuführung des Präparates Delicia-GASTOXIN gegenüber. In Getreidezellen mit einem Fassungsvermögen bis 300 t wird eine zufriedenstellende Verteilung der Begasungstabletten durch eine in regelmäßigen Zeitabständen erfolgende Zugabe von jeweils 20 Tabletten in den Getreidestrom erreicht. Diese Applikationsweise vermindert gegenüber der Einzeleingabe die Staub- und Gasbelastung für den Anwender beträchtlich. Im Hinblick auf eine gute Verteilung des Präparates in den 1000-t-Rundzellen sollte neben der Tabletteneingabe in den Getreidestrom etwa $\frac{1}{4}$ der vorgesehenen Aufwandmenge durch ein weiteres Einlaufrohr zugeführt werden.

Die Ergebnisse der Erprobung anwendungstechnologischer Maßnahmen und über das Auftreten von PH_3 in der Siloanlage, die hier nur z. T. erwähnt werden konnten, wurden der Arbeitsanleitung zur Silobegasung mit Delicia-GASTOXIN zugrunde gelegt (o. V., 1975).

In Getreidesilozellen mit sachgemäß abgedichteten Zellenöffnungen kann bei vorschriftsmäßiger Anwendung von 6 bis 8 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t in Getreide mit Temperaturen über 15 °C ein guter bis sehr guter Bekämpfungserfolg gegen Schadinsekten erzielt werden. Bei Getreidetemperaturen unter 20 °C bzw. auch bei Begasungen in der kalten Jahreszeit sowie bei einem Auftreten widerstandsfähiger Schadinsekten sollte die Begasungsdauer jedoch mindestens 5 Tage betragen bzw. zur Sicherung des Bekämpfungserfolges um einige Tage verlängert werden.

Für die vielfache Unterstützung und das freundliche Entgegenkommen danken wir vor allem den Betriebsleitungen und den Mitarbeitern des VEB Kombinat für Getreidewirtschaft Erfurt, BT Bad Langensalza und BT Erfurt-Marbach sowie dem Schädlingsbekämpfungsmeister W. DITTMAR und Koll. O. KIPPEL, PGH Holz- und Bautenschutz, Schädlingsbekämpfung Erfurt.

5. Zusammenfassung

Es wird über die Ergebnisse einiger Praxisversuche in Stahlbeton-Silozellen mit Delicia-GASTOXIN berichtet. Die Untersuchungen über die PH_3 -Dynamik bestätigen, daß die Anwendung von PH_3 auch in solchen Silozellen erfolgen kann, die keine speziellen Begasungseinrichtungen besitzen. Der gegen verschiedene Entwicklungsstadien bedeutender Schadinsekten erzielte Wirkungsgrad war entscheidend von der Gaskonzentration und Einwirkungszeit abhängig. Daraus ergaben sich Festlegungen über notwendige Aufwandmengen und Begasungsdauer. Ermittlungen über das Auftreten von PH_3 in Nachbarzellen u. a. Räumen der Siloanlage dienten der Erarbeitung von Sicherheitsbestimmungen im Rahmen der Anwendungsvorschrift zur Silobegasung mit Delicia-GASTOXIN.

Резюме

О применении препарата делиция-гастоксин (*Delicia-GASTOXIN*) для фумигации зерна в железобетонных силосах зернового элеватора

Сообщается о результатах производственных опытов по применению препарата делиция-гастоксин (*Delicia-GASTOXIN*) в железобетонных силосах зернового элева-

тора. Анализ динамики концентрации фосфористого водорода подтверждает, что применение PH_3 возможно и в таких силосах, которые не имеют специальных фумигационных устройств. Эффективность препарата в борьбе с основными видами вредных насекомых в различных фазах развития в решающей мере зависела от концентрации газа и длительности экспозиции. Исходя из полученных данных сделаны выводы о требуемых нормах расхода препарата и о длительности фумигации. Результаты исследований о проникновении PH_3 в смежные силосы или другие секции элеватора служили основой для разработки правил безопасности в рамках инструктажа о газации зерна в элеваторах препаратом делиция-гастоксин.

Summary

On the use of Delicia-GASTOXIN for gas treatment of grain in reinforced concrete silo compartments

A report is given on the results of field experiments with Delicia-GASTOXIN laid out in reinforced concrete silo compartments. Studies on the PH_3 dynamics confirmed that PH_3 may be used also in silo compartments that are not equipped with specific facilities for gas treatment. The insecticidal effect on different developmental stages of major insect pests was essentially dependent upon the gas concentration and the action period. From this are derived stipulations regarding the input quantities and the duration of treatment. The appearance of PH_3 in neighbouring compartments and in other rooms of the silo unit was examined with a view to working out safety regulations to be included in the instructions for treating silos with Delicia-GASTOXIN.

Literatur

DITTMAR, W.: Vorschlag zur Abdichtung der Zu- und Ablaufrohre in Silozellen bei Begasungen mit Phosphorwasserstoff. Neuerervorschlag, eingereicht am 21. 5. 1975 bei PGH Holz- und Bautenschutz, Schädlingsbekämpfung, Erfurt

HINSCHE, W.: Phosphorwasserstoffbegasung im Getreidesilobau. Abschluß-Ber. der F/E-Aufgabe 1972

o. V.: Delicia-Silo-Begasung. Prospekt. Herausgeber: Ernst Freyberg, Chem. Fabrik Delitia, Delitzsch, 1937

o. V.: Vorschrift zur Anwendung von Delicia-GASTOXIN im Vorratsschutz. Herausgeber: VEB DELICIA, 1975, im Druck

Helene THIEM und Dieter BOGS

Zur Entwesung von Getreide in Aluminium-Silozellen mit Delicia-GASTOXIN

1. Einleitung

In den Getreidewirtschaftsbetrieben der Deutschen Demokratischen Republik werden u. a. größere Mengen Getreide in Aluminium-Silozellen gelagert. Eine Siloanlage umfaßt 12 bis 96 Zellen, wobei eine Zelle etwa 150 t Getreide aufnehmen kann. Mitunter kommt es in den Alu-Silozellen zum Auftreten von Schadinsekten, zu denen vor allem der Getreideplattkäfer (*Oryzaephilus surinamensis* L.), der Rotbraune Leistenkopflattkäfer (*Cryptolestes ferrugineus* Steph.), der Reiskäfer (*Sitophilus oryzae* L.) sowie der Rotbraune Reismehlkäfer (*Tribolium castaneum* Herbst) zählen. Ein starkes Vorkommen dieser und anderer Schadinsekten in den Zellen ist im allgemeinen auf zu hohe Lagertemperaturen zurückzuführen.

Um befallene Getreidevorräte vor weiteren Fraßschäden und Verderb zu schützen oder die Schädlingsverschleppung in Verarbeitungsbetriebe nötigenfalls zu unterbinden, kann eine Bekämpfung der Schädlinge in den Alu-Silozellen unumgänglich werden. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von Delicia-GASTOXIN in Alu-Silozellen bestanden jedoch noch Fragen zur Anwendungsweise und über den zu erwartenden Bekämpfungserfolg.

2. Material und Methode

Die Untersuchungen wurden in 2 Alu-Silozellen vom Typ K 850-2 mit 137,5 t Roggen bzw. 145,5 t Weizen im Januar 1975 durchgeführt. Weizen und Roggen wiesen einen starken Befall mit Reiskäfern und Leistenkopflattkäfern auf. Im Roggen wurde ferner auch der Rotbraune Reismehlkäfer und der Baumschwammkäfer *Typhaea stercoraria* (L.) aufgefunden. Der Wassergehalt des Roggens betrug 13 bis 14,75 % und der des Weizens 14,2 bis 14,5 %.

Die bauliche Ausführung der Siloanlage lief nur sehr begrenzte Abdichtungsmaßnahmen zu. Sie beschränkten sich auf das Verkleben der Ränder an den Einstiegsöffnungen im Dach und an der Seitenwand sowie auf das Schließen der Klappen zum Zelleinlaufrohr. Für die Abdichtungsarbeiten wurden carma-Filme, ein Selbstklebeband aus PVC-Hartfeinfolie, und textile Klebebander mit einer Breite von 5 und 8 mm verwendet.

Die Tabletten des Präparates Delicia-GASTOXIN wurden manuell am bodennahen Trogkettenförderer (TKF) etwa 5 bis 6 m vom Becherförderer entfernt in den Getreidestrom eingebracht. Die Eingabe von jeweils 20 Tabletten (Inhalt einer Hülse) erfolgte kontinuierlich in bestimmten Zeitabständen, die aus der geplanten Aufwandmenge (6 bzw. 10 Tabletten/t Getreide) und einer Förderleistung von 30 t Getreide/h errechnet wurden. Bedingt durch die tatsächliche Förderleistung kamen hiervon abweichend 6,5 bzw. 10,3 Tabletten/t Getreide zum Einsatz. Da eine zusätzliche Abdichtung unter bzw. oberhalb des Schiebers im Auslaufrohr technisch nicht durchführbar war, wurde die Tabletteneingabe erst 5 Minuten nach Beginn der Getreideförderung aufgenommen. Die im unteren Trichterteil lagernde, tablettenfreie Getreideschicht hatte eine Höhe von ca. 40 cm. Infolge einer geringeren Förderleistung als bei der Berechnung der Eingabeintervalle zugrunde gelegt wurde war, erhielt die Weizenschüttung auch eine etwa 40 cm starke, tablettenfreie Oberflächenschicht. Die Begasungsdauer betrug jeweils 10 Tage. Für die Beurteilung des Wirkungsgrades wurden vorwiegend Testinsekten aus Laborzuchten verwendet. Die Aufzucht erfolgte bei 25 ± 1 grad auf Weichweizen (Kornkäfer, Khaprakäfer) bzw. auf Weizenvollkornmehl (Amerikanischer Reismehlkäfer). Zum Einsatz kamen 14 bis 18 Tage alte Imagines, 1 bis 4 Tage alte Eier sowie Altlarven und Puppen des Kornkäfers (*Sitophilus granarius* L.) und des Amerikanischen Reismehlkäfers (*Tribolium confusum* duVal). Außerdem wurden in Diapause befindliche Larven des Khaprakäfers (*Trogoderma granarium* Everts) verwendet. Die Testinsekten wurden in Beuteln aus Polyamidgewebe mit dem jeweiligen Anzuchtfutter in

den Silozellen an verschiedenen Stellen der Begasung ausgesetzt. Die Expositionsorte der Testinsekten, die vielfach mit den Kontrollstellen für die Überwachung der PH_3 -Konzentration und der Temperatur verbunden werden konnten, sind in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Der Bekämpfungserfolg gegen die im Vorratsgetreide vorhandenen Schädlingspopulationen wurde durch vergleichende Untersuchungen an Getreideproben, die zu Beginn und zum Abschluß in den Silozellen bzw. beim Umlagern des Getreides gezogen wurden, festgestellt. Nach der Begasung wurden die Proben mit den Schadinsekten einer ausreichenden Lüftung unterzogen und während der Kontrolldauer in Glasgefäßen bei 25 ± 1 grad gehalten.

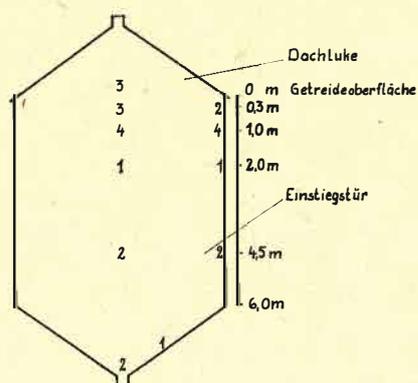
Für die Ermittlung der PH_3 -Konzentration kamen Schläuche aus Polyäthylen, DRÄGER-Gasspurgeräte und DRÄGER-Prüfrohre für Phosphorwasserstoff (PH_3) zum Einsatz.

Die Temperaturverhältnisse im Getreide und an der Getreideoberfläche wurden mittels Universal-Temperaturfühler Typ 1013, Temperaturfühler Typ 1008 und Elektrothermometer Typ 1450 der Firma Feutron gemessen. Der Temperaturverlauf in der Umgebungsluft der Zellen wurde von einem Thermographen registriert und durch weitere Einzelmessungen mit Quecksilberthermometern erfaßt.

3. Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse über den Wirkungsgrad der Begasung gegen die Schadinsekten und über Höhe und Verlauf der PH_3 -Konzentration zeigen eine starke Abhängigkeit von der Lage der jeweiligen Kontrollstelle auf. Unter dem Einfluß der Außentemperatur, die während der 10tägigen Begasungsdauer zwischen $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ und $13 \text{ } ^\circ\text{C}$ schwankte, kühlte sich das Getreide in den Randzonen relativ rasch ab. Nach einem starken Absinken in der ersten Nacht wurden an der sonnenabgewandten Seite des Trichterteiles in 6 bis 8 cm Tiefe Getreidetemperaturen von $12 \text{ } ^\circ\text{C}$ und in den darauffolgenden Tagen weitgehend gleichbleibende Werte von ca. $6 \text{ } ^\circ\text{C}$ gemessen. An der Getreideoberfläche – unter dem Silodach – kam es zu Temperaturschwankungen zwischen $10 \text{ } ^\circ\text{C}$ und $16,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ in der Silozelle mit Roggen (I) und zwischen $4 \text{ } ^\circ\text{C}$ und $16 \text{ } ^\circ\text{C}$ in der Zelle mit Weizen (II). Die Auswirkungen der Außentemperatur waren auch 0,3 m unter der Getreideoberfläche bemerkbar. Hier fand eine Abkühlung von etwa 20 auf $17 \text{ } ^\circ\text{C}$ (I) bzw. von $21 \text{ } ^\circ\text{C}$ auf $19 \text{ } ^\circ\text{C}$ (II) statt. Demgegenüber blieben die Getreidetemperaturen in 1 m Tiefe nahezu konstant – ca. $21 \text{ } ^\circ\text{C}$ in (I) bzw. ca. $22 \text{ } ^\circ\text{C}$ in (II) –.

Abb. 1:
 Übersicht über die Expositionsorte der Testinsekten und über die Meßpunkte für PH_3 -Konzentrationen und Temperatur



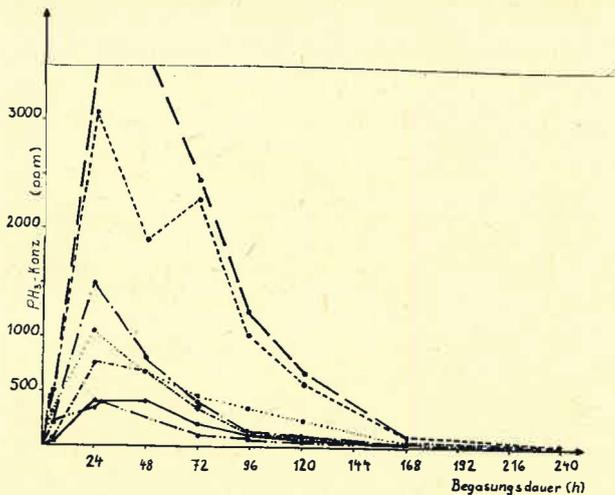


Abb. 2: Verlauf der PH_3 -Konzentration nach Anwendung von 6,5 Tabletten Delicia-GASTOXIN/A Roggen

Zeichenerklärung zu Abb. 2 und 3

Messstelle	Zeichen
Getreideoberfläche, Mitte	—
0,3 m unter der Getreideoberfläche	- - - - -
Mitte	- - - - -
Außenrand	- - - - -
2,0 m unter der Getreideoberfläche	· · · · ·
Mitte	· · · · ·
Außenrand	· · · · ·
In Höhe der seitlichen Einstiegöffnung	- · - · -
Außenrand	- · - · -
Trichterteil, ca. 60 cm über	· · · · ·
Auslaufschieber	· · · · ·
10 cm tief im Getreide	· · · · ·

In den äußeren Randbereichen wurden neben geringeren Getreidetemperaturen auch recht unterschiedliche und z. T. sehr geringe PH_3 -Konzentrationen festgestellt. So betrug die größte Gaskonzentration, die etwa 30 h nach Anwendung von 6,5 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t in der Zelle mit Roggen vorlag, an der Getreideoberfläche mit ca. 400 ppm nur ein Zehntel des Wertes, der im mittleren Bereich der Schüttung ermittelt wurde (Abb. 2). Die an der Abdichtung der Segmentringe festgestellte PH_3 -Dynamik zeigte in 2 m Tiefe geringere, in Höhe der Einstiegstür jedoch stärkere Gasverluste an als an der Getreideoberfläche. Ähnliche und noch größere Differenzen wurden in der Zelle mit Weizen beobachtet. Infolge der höheren Aufwandmenge traten im mittleren Bereich der Schüttung Maximalkonzentrationen von ca. 5000 bis 5500 ppm PH_3 auf. Das größere PH_3 -Reservoir dieser Zelle führte in den Randzonen einschließlich der Getreideoberfläche zu höheren Gaskonzentrationen, die noch am 7. Tag nach der Eingabe der Tabletten um 500 ppm PH_3 lagen (Abb. 3). Hiervon ausgenommen sind die im Trichterteil und in Höhe der Einstiegstür erhaltenen Werte. Aus nicht klärbaren Gründen kam es an den Kontrollstellen, die in Höhe der Einstiegstür angelegt worden waren, zu sehr geringen PH_3 -Konzentrationen, die an der Außenwand sogar unter den Werten der Zelle mit Roggen lagen.

Die Überlebensrate der Schadinsekten zeigt eine weitgehende Korrelation zum Verlauf der PH_3 -Konzentrationen. Schließt man zunächst die im Trichterteil exponierten Testinsekten von der Betrachtung aus, so kann bereits für die Aufwandmenge von 6,5 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Getreide ein sehr guter Bekämpfungs-

erfolg gegen alle Entwicklungsstadien des Amerikanischen Reismehlkäfers und gegen Eier und Imagines des Kornkäfers sowie befriedigende Resultate gegen alte, in Diapause befindliche Larven des Khaprakäfers verzeichnet werden (Tab. 1). Die widerstandsfähigeren Altlarven und Puppen des Kornkäfers zeigen jedoch in den Randzonen einschließlich der Getreideoberfläche eine größere Überlebenschance als im mittleren Bereich der Schüttung. Die Aufwandmenge von 10,3 Tabletten/t Weizen führte mit Ausnahme der Schadinsekten im Trichterteil zu einer vollständigen Vernichtung der Khaprakäferlarven und erhöhte in einem gewissen Umfang auch den Wirkungsgrad gegen die widerstandsfähigeren Stadien des Kornkäfers. Sie konnte jedoch die im Bereich der Einstiegstür entstandenen Gas- und Wirkungsverluste nicht verhindern.

Im Trichterteil der Silozellen wurde eine Anwendungsvariante näher untersucht, die von einigen Schädlingsbekämpfern praktiziert wird. Hierbei soll durch eine Getreideschicht ohne Begasungstabletten im unteren Trichterteil eine Barriere gegen Gasverluste erreicht werden. In dieser Getreidezone konnte jedoch in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit der Schadinsekten kein bzw. nur ein unbefriedigender Wirkungsgrad erzielt werden (Tab. 1). Die ermittelten PH_3 -Konzentrationen betragen in der Silozelle mit Roggen – außer einem Spitzenwert von 40 ppm nach einer 95stündigen Begasungsdauer – nur 10 ppm bzw. waren nicht meßbar. Die höhere Aufwandmenge in der Zelle mit Weizen führte zu einem Maximalwert von 190 ppm (6 h nach Begasungsbeginn); vom 2. bis zum 6. Tag der Begasung schwankte die PH_3 -Konzentration zwischen 80 und 40 ppm. Bei den empfindlicheren Schadinsekten konnte hier im allgemeinen eine größere Mortalitätsrate festgestellt werden.

Die mit den eingebrachten Testinsekten ermittelten Ergebnisse wurden durch Untersuchungsbefunde über das Schädlingsvorkommen im Vorratsgetreide ergänzt. Die Anwendung von 6,5 Tabletten/t Getreide vernichtete u. a. im Roggen den Rotbraunen Reismehlkäfer und den Baumschwammkäfer vollständig. In den aus der Mitte in halber Schütthöhe entnommenen Proben wurden ebenfalls keine lebenden Reiskäfer und Leistenkopfflattkä-

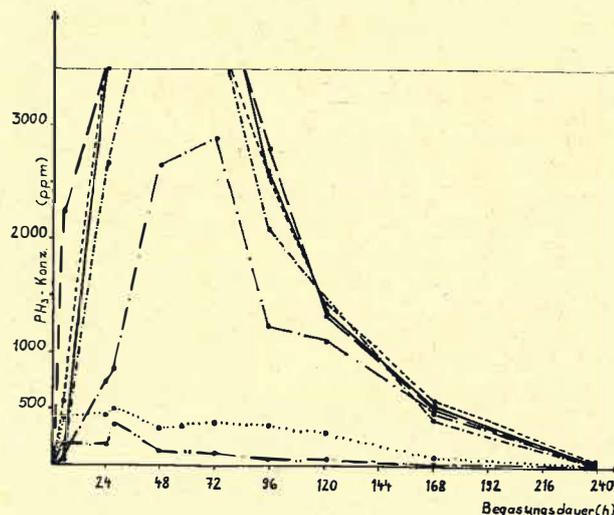


Abb. 3: Verlauf der PH_3 -Konzentration nach Anwendung von 10,3 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Weizen

Tabelle 1

Bekämpfungsergebnisse nach Anwendung von Delicia-GASTOXIN in Alu-Silozellen

Expositionsorte	<i>S. granarius</i>			Überlebende Insekten (%)			<i>T. granarium</i> L
	E	L + P	K	E	<i>T. confusum</i> L + K	K	
Aufwandmenge: 6,5 Tabletten/t Roggen							
Getreideoberfläche; Mitte	0	7,65	0	0	0	0	0,66
30 cm unter der Getreideoberfläche;							
Mitte	0	1,17	0	0	0	0	0,55
Außenwand	0	9,36	0	0	0	0	0
in Höhe der Einstiegstür;							
Mitte	0	0,21*	0	0	0	0	0
Außenwand	0	2,87	0	0	0	0	0
Trichterteil, ca. 10 cm über Auslaufrohr;							
Mitte	68,0	99,68	10,3	2,75	68,08	71,5	64,56
Aufwandmenge: 10,3 Tabletten/t Weizen							
Getreideoberfläche; Mitte	0	3,08	0	0	0	0	0
30 cm unter der Getreideoberfläche;							
Mitte	0	0,95	0	0	0	0	0
Außenwand	0	2,65	0	0	0	0	0
in Höhe der Einstiegstür;							
Mitte	0	2,23	0	0	0	0	0
Außenwand	0	13,40	0	0	0	0	0
Trichterteil, ca. 10 cm über Auslaufrohr;							
Mitte	68,1	99,57	1,6	5,69	3,55	37,4	7,66

Anmerkung: E $\hat{=}$ Eier; L + P $\hat{=}$ Altlarven und Puppen; L $\hat{=}$ in Diapause befindliche Altlarven, K $\hat{=}$ Käfer
Die mit * bezeichneten Werte weisen keine statistische Differenz ($P = 0,05$) zu 0 % auf

fer aufgefunden. An der Getreideoberfläche bzw. im unteren Trichterteil überlebten jedoch 1,7 % bzw. 5,1 % der Reiskäferpopulation. Der Rotbraune Leistenkopflattkäfer wurde an der Getreideoberfläche restlos, im unteren Trichterteil aber nur zu 97,2 % abgetötet. Beim Weizen konnte dagegen ausschließlich in der Probe aus dem Auslauftrichter ein Jungkäfer des Reiskäfers in einer 2-kg-Probe festgestellt werden.

4. Schlussfolgerungen und Hinweise für die Anwendungstechnik

In den Alu-Silozellen treten in den Randzonen der Getreideschüttung, insbesondere an den Abdichtungsstellen der Segmentringe, an den Einstiegsöffnungen sowie an den Ein- und Auslaufrohren unterschiedliche, z. T. erhebliche Gasverluste auf, die den Bekämpfungserfolg wesentlich beeinflussen können. Bei den Vorbereitungsarbeiten zur Begasung sollten deshalb alle gangbaren Wege für eine sorgfältige Abdichtung wahrgenommen werden, um auch in diesen Bereichen die Gasverluste zu reduzieren und den Bekämpfungserfolg weitgehend zu sichern.

Ein sachgemäßes Einbringen der Tabletten ist nur beim Umlauf des Getreides in eine leere Silozelle gegeben. Dabei können die Tabletten von der Laufbrücke her über den Beschickungs-TKF nahe des Zelleneinlaufes in den Getreidestrom zugeführt werden. Außerdem ist auch die Tablettenzugabe am Abförderungs-TKF unterhalb der Zelle möglich. In diesem Fall muß allerdings im Maschinenhaus und im Bereich des Querförderers mit Gaskonzentrationen oberhalb des zulässigen MAK-Wertes gerechnet werden, so daß dort während der Tabletten-eingabe und ca. weiteren 30 h entsprechende Vorsichtsmaßnahmen geboten erscheinen. Die Zugabe der Tabletten in den Getreidestrom ist unmittelbar mit dem Beginn des Getreideumlafes aufzunehmen, da die Schadinsekten in Getreideschichten ohne Begasungstabletten, vor allem im unteren Trichterteil, auf Grund der stärkeren

ren Auskühlung des Getreides und der ungünstigeren Gaskonzentration eine größere Überlebenschance besitzen.

Obwohl mit einer Begasung kaum eine restlose Abtötung der Schädlinge an allen Stellen der Zelle erreicht werden kann, so bleibt sie dennoch zu empfehlen, sofern bei starkem Befall weitere Getreideverluste und die Gefahr der Schädlingsverschleppung erwartet werden müssen. Für eine Bekämpfung der gegen PH_3 empfindlicheren Schadinsekten, z. B. Reismehl- und Plattkäfer, erscheint eine Aufwandmenge von 6 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Getreide als ausreichend. Dagegen erfordert die zufriedenstellende Vernichtung der widerstandsfähigeren Entwicklungsstadien der *Sitophilus*-Arten, wie Korn-, Reis- und Maiskäfer, oder des Khaprakäfers eine Dosis von mindestens 10 Tabletten/t Getreide. Da der Abtötungsgrad bei den schwerer bekämpfbaren Schädlingen maßgeblich von der Dauer der PH_3 -Einwirkung abhängt, sollte die im Vorratsgut entstandene Gaskonzentration durch eine möglichst lange Begasungsdauer genutzt werden. Zur Verhütung weiterer Schäden durch starkes Schädlingsauftreten in den Alu-Silozellen kann die Getreidebegasung mit Delicia-GASTOXIN zu jeder Jahreszeit durchgeführt werden, zumal PH_3 auch bei niederen Temperaturen und ausreichender Begasungsdauer gute Bekämpfungsergebnisse erzielt.

5. Zusammenfassung

In Aluminium-Silozellen mit schädlingsbefallenem Getreide wurden Untersuchungen über die Anwendungsweise von Delicia-GASTOXIN, den Konzentrationsverlauf des PH_3 und über den Bekämpfungserfolg durchgeführt. Danach treten in den Randzonen des Getreides, insbesondere an den Abdichtungsstellen der Segmentringe, Einstiegsöffnungen, Ein- und Auslaufrohren sowie am Silodach z. T. beträchtliche Gasverluste auf.

Diese führen verständlicherweise zur Minderung des Bekämpfungserfolges und erfordern somit zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen. Ein sachgemäßes Einbringen der Tabletten ist nur beim Umlauf des Getreides in eine leere Silozelle gegeben, wobei die Tabletten über den Beschickungs- oder Abförderungsstrogkettenförderer zugeführt werden können. Für die Bekämpfung der Plattkäfer und Reismehlkäfer erscheint eine Aufwandmenge von 6 Tabletten Delicia-GASTOXIN/t Getreide als ausreichend. Gegen *Sitophilus*-Arten und Khaprakäfer sind 10 Tabletten/t Getreide einzusetzen. Eine Begasung ist auch in der kalten Jahreszeit bei ausreichender Einwirkungszeit mit gutem Erfolg möglich.

Резюме

О дезинсекции зерна в алюминиевых силосах зернового элеватора при помощи препарата делиция-гастоксин (Delicia-GASTOXIN)

В алюминиевых силосах зернового элеватора проведены исследования по применению препарата делиция-гастоксин на зерне, пораженном вредными насекомыми. Кроме того изучались динамика концентрации фосфористого водорода и эффективность борьбы с вредителями. Согласно полученным результатам, в периферийных зонах зерна, в частности в местах стыковки кольцевых сегментов, входных отверстий, впускных и выходных труб, а также крыши происходит значительная утечка газа. Последняя снижает эффективность борьбы с вредителями и вызывает необходимость дополнительных мер по герметизации сооружения. Правильное применение таблеток обеспечивается лишь при перемещении зерна в пустой силос с подачей таблеток по загрузочному или разгрузочному ковшовому зерноэлеватору. Для борьбы

с жуками семейства Cucujidae и с малым мучным хрущачком (*Tribolium confusum* Duv.) представляется достаточным применять 6 таблеток препарата делиция-гастоксин на одну тонну зерна. В борьбе с видами *Sitophilus* и с жуком *Trogoderma granarium* Everts необходимо использовать 10 таблеток на одну тонну зерна. При соответственной длительной экспозиции фумигация эффективна также в холодное время года.

Summary

Delicia-GASTOXIN for disinfestation of grain in aluminium silo compartments

The way of applying Delicia-GASTOXIN, the course of PH_3 concentration and the outcome of control were studied in aluminium silo compartments filled with pest-infested grain. These experiments have shown in part considerable gas losses to occur in the edge zones of the grain, especially on the sealing spots of the segment rings, manholes and inlet and outlet pipes as well as on the silo roof. Of course, these losses caused the control effect to considerably decline and thus called for additional sealing. Adequate placing of the tablets can only be accomplished on grain rotation into an empty silo compartment. On this, the tablets may be applied either through the feeding troughed chain conveyor or through the take-out troughed chain conveyor. For controlling corn beetles and red flour beetles it seems to be sufficient to apply 6 tablets of Delicia-GASTOXIN per ton of grain. Ten tablets per ton have to be applied for controlling *Sitophilus* species and khapra beetles. Successful gas treatment may also be accomplished during the cold season of the year, provided the gas is allowed to act for an adequate period of time.

Wir danken der Leitung und den Mitarbeitern des VEB Kombinat für Getreidewirtschaft Potsdam, BT Oranienburg-Sachsenhausen, und der Kreis- pflanzenschutzstelle beim Rat des Kreises Oranienburg für die hilfsbereite Mitarbeit bei der Versuchsdurchführung.

Zentrales Staatliches Amt für Pflanzenschutz und Pflanzenquarantäne beim Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR – Zentrales Quarantänelaboratorium –

Dieter BOGS

Zur Wirksamkeit von Phosphorwasserstoff gegen Vorratsschädlinge bei niedrigen Temperaturen

1. Einleitung

In der Deutschen Demokratischen Republik werden zur Bekämpfung von Schädlingen an pflanzlichen Vorratsgütern in den Lägern der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie, insbesondere in den Getreidesilos und -lagerhallen, hauptsächlich die phosphorwasserstoffentwickelnden Präparate Delicia-Kornkäferbegasungspräparat (Beutelverfahren) und Delicia-GASTOXIN (Tablettenverfahren) eingesetzt. Im Rahmen der Pflanzenquarantäne finden diese Begasungsmittel auch zur Ent-

wesung pflanzlicher Importe Verwendung. Hierbei hat Delicia-GASTOXIN zur Begasung von Sendungen in Hochseehandelsschiffen, Schuten und Containern (BOGS, 1972) eine besondere Bedeutung erlangt.

Für den wirksamen Einsatz von Phosphorwasserstoff wurden in den bisherigen Anwendungsvorschriften (o. V., 1966) Temperaturen von über 15 °C angegeben. Die klimatischen Bedingungen in der DDR bewirken aber, daß die Temperaturen in den Vorratslagern wie auch in den eintreffenden Importwaren von etwa Oktober bis April im allgemeinen 15 °C unterschreiten und sogar we-

niger als 5 °C betragen können. Damit wäre der Einsatz von Phosphorwasserstoff auf etwa die Hälfte des Jahres begrenzt. Für die auch in der kalten Jahreszeit notwendigen Pflanzenquarantäne- und Vorratsschutzmaßnahmen ist es von besonderem Interesse, ob und ggf. wie auch bei niedrigen Temperaturen eine Begasung von befallenen Importgütern oder Vorratslagern mit Phosphorwasserstoff wirksam und wirtschaftlich möglich ist.

Einen ersten Hinweis über die Wirksamkeit von Phosphorwasserstoff unter niedrigen Temperaturen gab TOMASZEWSKI (1942), wonach bei 0,1 °C mit 6 g Phosphidpräparat pro 1 m³ und 2tägiger Einwirkungsdauer eine 99,1- bis 100%ige Mortalität der Imagines des Kornkäfers (*Sitophilus granarius* L.) erlangt worden war. Bei einer versuchsweisen Begasung von Reis in Schiffsladeräumen mit 5 Tabletten Delicia-GASTOXIN im Temperaturbereich zwischen 4 °C und 6 °C zeigten Testtiere wie auch der an der Ware vorhandene Schädlingsbesatz, daß Phosphorwasserstoff bei diesen Temperaturen binnen 48 Stunden eine vollständige Abtötung aller Entwicklungsstadien des Amerikanischen Reismehlkäfers (*Tribolium confusum* Duv.) und des Rotbraunen Reismehlkäfers (*Tribolium castaneum* Herbst) sowie aller Imagines und Eier des Kornkäfers erzielt (BOGS, 1972). In diesem Versuch lebten nach 4tägiger Einwirkungszeit noch wenige Prozent Altlarven und Puppen des Kornkäfers und Diapauselarven des Khaprakäfers (*Trogoderma granarium* Everts). Die wenigen Hinweise über die insektizide Wirkung von Phosphorwasserstoff bei 5 °C und 0 °C reichten jedoch nicht aus, um dieses Gas zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen bei Temperaturen unter 15 °C allgemein zu empfehlen.

2. Material und Methode

In Laborversuchen wurde deshalb näher geprüft, welche Wirkung mit Phosphorwasserstoff gegen einige Vorratsschädlinge bei niedrigen Temperaturen zu erreichen ist. Hierfür stand eine Begasungsapparatur mit Kühlvorrichtung zur Verfügung, in der die Versuche bei konstanten Temperaturen von 15 °C, 10 °C, 5 °C und 0 °C sowie in einem Fall sogar bei -5 °C durchgeführt werden konnten. Die Tests erfolgten bei gleichbleibenden Gaskonzentrationen von etwa 500 und 5000 ppm Phosphorwasserstoff. Das Gas wurde aus Delicia-GASTOXIN entwickelt. Zur Überwachung der Gaskonzentration fanden DRÄGER-Röhrchen Phosphorwasserstoff 50/a Verwendung. Die Einwirkungszeiten betragen bei den Begasungen mit 500 ppm PH₃ 1 bis 22 Tage und mit 5000 ppm 1 bis 10 Tage. Als Testtiere dienten neben 14 bis 21 Tage alten Imagines, 2 bis 6 Tage alten Eiern sowie Altlarven und Puppen des Kornkäfers und Amerikanischen Reismehlkäfers auch in Diapause befindliche Larven des Khaprakäfers.

Die Aufzucht der Testtiere erfolgte bei Temperaturen von 25 °C und 65 bis 70 Prozent Luftfeuchtigkeit. Zur Anpassung an die vorgesehene Versuchstemperatur wurde das in Gazebeuteln verpackte Testmaterial pro Tag um jeweils 5 °C stufenweise heruntergekühlt. Die Testtiere waren mindestens 24 Stunden vor der Begasung bereits der betreffenden Versuchstemperatur ausgesetzt. Von den Tests bei 0 °C waren die Entwicklungsstadien des Amerikanischen Reismehlkäfers ausgenommen, da sie bereits durch den Einfluß dieser Temperatur binnen kurzer Zeit starben.

3. Ergebnisse und Diskussion

In den Versuchen mit Phosphorwasserstoffkonzentration von 500 ppm konnte bei Temperaturen zwischen 0 °C und 15 °C eine wirksame Bekämpfung der Schädlinge erreicht werden. Die Begasung mit 5000 ppm PH₃ führte sogar bei -5 °C zur restlosen Abtötung der widerstandsfähigen Diapauselarven des Khaprakäfers sowie Altlarven und Puppen des Kornkäfers. Hier sei bemerkt, daß in den Versuchen bei 0 °C und -5 °C nur ein Teil der Testtiere durch die Kälteeinwirkung starb.

Ein Vergleich der in den Tests mit 500 ppm und 5000 ppm PH₃ erzielten Mortalität zeigt Tabelle 1, daß zur vollständigen Abtötung aller Entwicklungsstadien des Amerikanischen Reismehlkäfers sowie der Imagines und Eier des Kornkäfers trotz der erheblichen Konzentrationsunterschiede annähernd die gleichen Einwirkungszeiten von 2 bis 3 Tagen benötigt wurden. Lediglich für die Eier des Kornkäfers waren mit 500 ppm PH₃ bei Temperaturen unter 10 °C 4 Tage zur Abtötung erforderlich. Bei den genannten Stadien hatte die Höhe der Temperatur im Bereich zwischen 15 °C und 0 °C nur einen geringen Einfluß auf die zur 100%igen Abtötung notwendige Einwirkungszeit.

Bemerkenswert war die Auswirkung der verschiedenen Gaskonzentrationen und Temperaturen auf die zur Abtötung der Altlarven und Puppen des Kornkäfers und der Diapauselarven des Khaprakäfers notwendige Begasungszeit. Während die Altlarven und Puppen des Kornkäfers in den Tests mit 500 ppm PH₃ bei 15 °C nach 14 Tagen abgestorben waren, wurden bei 10 °C 5 und 0 °C 20 Tage für ihre Bekämpfung benötigt. Im Vergleich dazu erreichten 5000 ppm PH₃ bei 15 °C nach 5 Tagen und bei Temperaturen zwischen 10 °C und -5 °C nach 9 Tagen eine volle Wirkung. Hervorzuheben ist, daß bei den Begasungen mit 500 ppm PH₃ 4 bis 6 Tage und mit 5000 ppm 1 bis 2 Tage vor der restlosen Abtötung bereits eine 99%ige Mortalität dieser Stadien zu verzeichnen war.

Zur Abtötung der Diapauselarven des Khaprakäfers mit 500 ppm PH₃ bei 15 °C genügten 5 Tage, wogegen bei 10 °C schon 8 Tage, bei 5 °C 9 und bei 0 °C sogar 16 Tage erforderlich waren. In den Tests mit 5000 ppm PH₃ starben die Khaprakäferlarven bei Temperaturen von 15 °C binnen 3 Tagen. Die gleiche Konzentration erforderte bei 10 °C 4 Tage, bei 0 °C 6 Tage und bei -5 °C 9 Tage bis zur restlosen Abtötung der Larven. Auch hier konnte eine 99%ige Abtötung in Abhängigkeit von der Konzentration und Temperatur schon 1 bis 2 Tage vor Erreichen des vollen Bekämpfungserfolges festgestellt werden.

Ein Vergleich der in den Tests mit 500 und 5000 ppm PH₃ ermittelten letalen Einwirkungszeiten verdeutlicht, daß sich bei der 10fach höheren Konzentration die zur Abtötung der widerstandsfähigen Entwicklungsstadien vom Korn- und Khaprakäfer notwendigen Einwirkungszeiten nur um etwa 50 bis 60 % verringerten. Die praktische Nutzung von Gramm × Stunden-Werten oder c × t-Produkten – wie dies beispielsweise zur Einhaltung der letalen Norm bei Metylbromideinsatz möglich und zweckmäßig ist – kommt daher für Phosphorwasserstoffbegasungen nicht in Betracht.

In Ergänzung der Ergebnisse aus den Laborversuchen sei noch auf Untersuchungen über den Konzentrationsverlauf bei Phosphorwasserstoffbegasungen in der Praxis hingewiesen. So traten während der Begasung von 15 °C warmen Getreides in einer Lagerhalle mit 10 Tabletten des Präparates Delicia-GASTOXIN für etwa 7 Tage Gaskonzentrationen zwischen etwa 500 und 1000 ppm PH₃ auf (THIEM, 1973). Bei der Anwendung von 1 Beutel des Delicia-Kornkäferbegasungspräparates zur Begasung einer Getreidemiete unter Polyäthylenfolie – hier lagen die Temperaturen in den oberen 20 cm des Getreides bei 10 bis 13 °C – erreichten die Konzentrationen in den ersten 10 Tagen Werte zwischen 1000 und 3000 ppm und in den darauffolgenden 5 Tagen Werte zwischen 500 und 1000 ppm PH₃ (THIEM u. a., 1974).

Tabelle 1

Einwirkungszeiten in Tagen für die vollständige bzw. 99⁰/₁₀ige (Werte in Klammern) Abtötung von Vorratsschädlingen mit 500 und 5000 ppm Phosphorwasserstoff bei verschiedenen niedrigen Temperaturen

Konz. ppm	Temp. °C	Kornkäfer			Amerikanischer Reismehlkäfer			Khaprakäfer
		K	E	L + P	K	E	L + P	L
500	15	3 (2)	3 (2)	14 (8)	2 (1)	3 (2)	3 (1)	5 (4)
	10	3 (2)	4 (3)	20 (16)	2 (1)	3 (2)	3 (1)	8 (6)
	5	3 (2)	4 (3)	20 (16)	2 (1)	3 (2)	3 (1)	9 (7)
	0	4 (3)	4 (3)	20 (16)	—	—	—	16 (11)
5000	15	2 (1)	2 (1)	5 (4)	1 —	2 (1)	2 (1)	3 (2)
	10	3 (2)	3 (2)	9 (7)	2 (1)	2 (1)	3 (2)	4 (3)
	5	3 (2)	3 (2)	9 (7)	1 —	2 (1)	3 (2)	5 (4)
	0	3 (2)	3 (2)	9 (7)	—	—	—	6 (5)
	-5	3 (2)	3 (2)	9 (7)	—	—	—	9 (8)

K ≙ Käfer; E ≙ Ei; L ≙ Larve; P ≙ Puppe

Über die Ausgasungsdauer für die Tabletten und Beutel bei Temperaturen von 0 °C bis 10 °C im Schüttgetreide kann noch keine Aussage getroffen werden. Dagegen konnte während einer Phosphorwasserstoffbegasung von gesacktem Reis in Schiffsladeräumen bei Temperaturen zwischen 4 °C und 6 °C beobachtet werden, daß die Ausgasung der auf die Stapeloberfläche ausgelegten Tabletten ca. 4 Tage beanspruchte (BOGS, 1972).

4. Schlußfolgerungen

Aus den Ergebnissen der Laborversuche und den Untersuchungen über den Konzentrationsverlauf bei Phosphorwasserstoffbegasungen in der Praxis läßt sich schlußfolgern, daß bei Temperaturen von 0 °C und darüber in Getreide und anderen Vorratsgütern die leicht bekämpfbaren Schädlingearten, wie z. B. der Amerikanische Reismehlkäfer oder Getreideplattkäfer (*Oryzaephilus surinamensis* L.), mit Aufwandmengen von 6 bis 8 Tabletten Delicia-GASTOXIN oder 1 Beutel Delicia-Kornkäferbegasungspräparat sicher zu bekämpfen sind. Gegen die widerstandsfähigen Schädlingsstadien, wie die Altlarven und Puppen des Kornkäfers und die Diapause-larven des Khaprakäfers, kann mit Phosphorwasserstoff bei niedrigen Temperaturen eine stark reduzierende, wenn nicht sogar vollständige Wirkung erreicht werden. Dies setzt voraus, daß die Aufwandmengen 10 Tabletten oder 1,5 bis 2 Beutel je 1 t betragen und die bei niedrigen Temperaturen ohnehin längere Ausgasungsdauer und Gasphase dieser Präparate voll ausgenutzt, d. h., die Einwirkungszeit entsprechend auf etwa 10 bzw. 20 Tage verlängert wird. An dieser Stelle ist besonders hervorzuheben, daß der Bekämpfungserfolg wesentlich von der Sorgfalt in der Abdichtung der Begasungsobjekte abhängt. Denn neben einer entsprechenden Begasungsdauer sind hohe Gaskonzentrationen für den Wirkungsgrad der Phosphorwasserstoffbegasung entscheidend.

Die Untersuchungsergebnisse wurden dem Zulassungsausschuß für Pflanzenschutzmittel zur Entscheidung über die staatliche Zulassung von Phosphorwasserstoff für die Begasung von Vorratsgütern bei niedrigen Temperaturen unterbreitet.

5. Zusammenfassung

In Laborversuchen wurde bei niedrigen Temperaturen (15 °C, 10 °C, 5 °C, 0 °C, -5 °C) die Wirkung von Phos-

phorwasserstoffkonzentrationen (500 und 5000 ppm) gegen verschiedene Entwicklungsstadien des Kornkäfers (*Sitophilus granarius* L.), Amerikanischen Reismehlkäfers (*Tribolium confusum* Duv.) und Khaprakäfers (*Trogoderma granarium* Everts) geprüft. Es wurde festgestellt, daß das Gas bei entsprechend langer Einwirkungszeit eine vollständige Abtötung der Schädlinge sogar bei 0 °C und -5 °C erzielt. Für die einzelnen Schädlinge und Entwicklungsstadien wurden die bei den verschiedenen Temperaturen und Konzentrationen zur Abtötung notwendigen Einwirkungszeiten ermittelt. Die Ergebnisse der Labortests sowie Untersuchungen über den Konzentrationsverlauf bei Phosphorwasserstoffbegasungen in der Praxis lassen den Schluß zu, daß mit Aufwandmengen von 6 bis 10 Tabletten Delicia-GASTOXIN oder 1 bis 2 Beuteln Delicia-Kornkäferbegasungspräparat sowie auf 10 bzw. 20 Tage verlängerten Einwirkungszeiten bei hoher Gasdichtigkeit des zu begasenden Objektes auch in der kalten Jahreszeit bestimmte Schadinsekten an pflanzlichen Vorratsgütern erfolgreich bekämpft werden können.

Резюме

Об эффективности применения фосфористого водорода против амбарных вредителей в условиях низких температур

В лабораторных опытах при низких температурах (15 °C, 10 °C, 5 °C, 0 °C, -5 °C) автор изучал действие различных концентраций фосфористого водорода (500 и 5000 мг/кг) на различные стадии развития амбарного долгоносика (*Sitophilus granarius* L.), малого мучного хрущака (*Tribolium confusum* Duv.) и капрого жука (*Trogoderma granarium* Everts). При соответственно длительном воздействии газа применение его может привести к полной гибели вредителей даже при температурах 0 °C и -5 °C. В зависимости от температуры и концентрации была установлена длительность экспозиции, необходимая для полного уничтожения отдельных видов вредителей во всех фазах развития. Результаты лабораторного теста и исследования динамики концентрации фосфористого водорода при фумигации в производственных условиях допускают вывод о том, что нормы расхода 6—10 таблеток препарата делиция-гастоксин или 1—2 мешка фумиганта делиция (*Delicia*) против жуков вида *Sitophilus granarius* L. и экспозиция газации соответственно 10 и 20 суток при высокой газонепроницаемости объекта обеспечивают эффективную борьбу с амбарными вредителями даже в холодный период года.

Summary

The efficiency of hydrogen phosphide in controlling insect pests of stored goods at low temperatures

The efficiency of several hydrogen phosphide concentrations (500 ppm and 5000 ppm) on controlling different stages of *Sitophilus granarius* L., *Tribolium confusum* Duv. and *Trogoderma granarium* Everts was tested in laboratory experiments at low temperatures (15 °C, 10 °C, 5 °C, 0 °C, -5 °C). These experiments revealed that the gas would cause complete destruction of the pests even at temperatures of 0 °C and -5 °C, provided the gas was allowed to act for an adequate period of time. The action times were determined that are required for destroying the above pests and their various development stages at the different temperatures and concentrations. The results of the laboratory test as well as the studies on the concentration dynamics in case of treatment with hydrogen phosphide gas in practice permit to conclude that 6 to 10 tablets of Delicia-GASTO-

XIN or 1 to 2 bags of Delicia-Kornkäferbegasungspräparat, and to 10, respectively, 20 days prolonged action times together with high gas tightness of the object to be treated would guarantee successful pest control on stored goods of plant origin also during the cold season.

Literatur

- BOGS, D.: Untersuchungen über die Bekämpfung von Vorratsschädlingen in Schiffsladerräumen mit Methylbromid und Phosphorwasserstoff. Nachr.-Bl. Pflanzenschutzdienst DDR NF 26 (1972), S. 40-44
- BOGS, D.: Untersuchungen zur Begasung gegen Vorratsschädlinge in Containern mit Delicia-GASTOXIN. Nachr.-Bl. Pflanzenschutzdienst DDR NF 26 (1972), S. 101-102
- THIEM, H.: Ergebnisse von Untersuchungen in Lagerhallen beim Einsatz phosphinentwickelnder Präparate gegen Schadinsekten in Getreidevorräten. Nachr.-Bl. Pflanzenschutzdienst DDR NF 27 (1973), S. 226-231
- THIEM, H.; BOGS, D., BISCHOFF, J.: Zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen mit Phosphorwasserstoff in Getreidemieten unter Polyäthylenfolien. Nachr.-Bl. Pflanzenschutz DDR 28 (1974), S. 217-220
- TOMASZEWSKI, W.: Kornkäferbegasung mit Phosphorwasserstoff bei niedrigen Temperaturen. Arb. physiol. angew. Ent. 9 (1942), Nr. 3
- o. V.: Delicia-Getreidebegasung mit Phosphorwasserstoff (PH₃). Vorschriften zur Anwendung. Chemische Fabrik Delitia, 1966

Zentrales Staatliches Amt für Pflanzenschutz und Pflanzenquarantäne beim Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR - Zentrales Quarantänelaboratorium -

Igor BAHR

Über das Schadauftreten des Getreidekapuziners (*Rhizopertha dominica* F.) und die Wirkung eines Saug- und Druckgebläses auf den Befall im Getreide

1. Einleitung

Die Getreideerträge steigen in der DDR kontinuierlich an und die Erntezeit verkürzt sich ständig, so daß die Bearbeitung und Aufbewahrung des Erntegutes einen immer höheren Aufwand und rationellere Formen der Aufbereitung und Lagerung erfordern. Trotz großer Investitionen und einem umfangreichen Bau neuer Lagerstätten reicht die vorhandene Kapazität an vielen Orten noch nicht aus. Um das Getreide lagerfest zu machen, müssen von den dafür Verantwortlichen manche Schwierigkeiten überwunden und teilweise Behelfslager für die Aufbewahrung genutzt werden. Unter diesen Umständen verdienen die Schädlinge der Getreidevorräte eine besondere Beachtung, da sie jetzt in den an Umfang zunehmenden Lagerpartien in der Getreidewirtschaft und den landwirtschaftlichen Großbetrieben ein weit größeres Risiko als früher bei der vorwiegend kleinbäuerlichen Getreidelagerung darstellen.

Von den seit langem eingebürgerten Käferarten unter den Schädlingen der Getreidevorräte werden seit fast zwei Jahrzehnten der Getreideplattkäfer (*Oryzaephilus surinamensis*) und der Rotbraune Leistenkopflattkäfer (*Cryptolestes ferrugineus*) häufiger im Getreide schädlich als der Kornkäfer (*Sitophilus granarius*), der früher die vorherrschende Art war. Auch der Reiskäfer (*Sitophilus oryzae*), der Rotbraune Reismehlkäfer (*Tribolium castaneum*) und der kleine Leistenkopflattkäfer (*Cryptolestes pusillus*) sind nach ihrer Einschleppung in neuerer Zeit trotz höherer Wärmeansprüche und geringer Kälteresistenz zu Bestandteilen der Schädlingsfauna in unseren Getreidelagern geworden, so daß man das Auftreten weiterer wärmeliebender Schädlinge bei uns befürchten mußte. Seit etwa 3 Jahren wird der Getreidekapuziner (*Rhizopertha dominica*) ständig bei uns festgestellt. Die Umstände und Ursachen seines Auftretens und Erfahrungen beim Einsatz eines Saug- und Druckgebläses sollen hier mitgeteilt werden.

2. Geographische Verbreitung

Der Getreidekapuziner tritt vor allem in den Tropen und Subtropen auf, wo er beträchtliche Schäden verursacht. Sein Verbreitungsareal erstreckt sich vom 40. Grad südlicher bis zum 40. Grad nördlicher Breite (GOŁĘBIOWSKA, 1969 a). Seit einiger Zeit kommt er jedoch auch in nördlicheren Gebieten, z. B. in den USA (FREY, 1957) und in den mittelasiatischen und südeuropäischen Republiken der Sowjetunion (ZAKLADNOJ und RATANOVA, 1973) vor. Er ist jetzt auch in Ungarn eingebürgert, da er in Importgetreide von dort mehrmals gefunden wurde, und er hat sich in Österreich ebenfalls längere Zeit festgesetzt (FABER, 1963). In Polen wurde der Getreidekapuziner zeitweilig in Importgetreide und in einer Bäckerei gefunden, wo er sich im Mehl entwickelte (GOŁĘBIOWSKA, 1962). Ein Schadauftreten ist Ende der 50er Jahre bei großen Getreidepartien in Schweden festgestellt worden (MATHLEIN, 1961). Auch in der BRD kam dieser Schädling vor, überwinterte aber nur, wenn das Getreide von anderen Schädlingen (Korn- und Reiskäfer, Milben) erwärmt wurde (ZACHER, 1954; FREY, 1957). Das Auftreten und die Überwinterung im nicht erwärmten Getreide wurde in England festgestellt (SOLOMON u. ADAMSON, 1955).

3. Auftreten in der DDR

Bis 1972 ist der Getreidekapuziner nur vereinzelt in eingelagertem Importgetreide vorgekommen. Im Jahre 1973 wurde er durch den Pflanzenschutzdienst an mehreren Stellen in größeren Weizenpartien aus Australien festgestellt, die im Juni 1972 mit Temperaturen von 23 °C und darüber in Lagerhallen, Behelfslagern und im Freien unter Folien eingelagert worden waren. Es war nach etwa einem Jahr und länger dauernder Lagerzeit zum Massenaufreten des Schädlings und zur Erhitzung des Getreides auf 35 bis 40 °C gekommen. In den mindestens 3 m hohen Getreidepartien aus Australien, die sich auch unter Folien im Freien nicht unter 9 °C an den wärmsten Stellen abkühlten, hat der Schädling überwintern können. Die Überwinterung und Massenvermehrung wurde in einigen befallenen Partien auch durch das Eindringen von Wasser und mikrobielle Erhitzung begünstigt. Seit zwei Jahren wird der Getreidekapuziner auch in einheimischem Getreide in verschiedenen Teilen der DDR gefunden. Aus Inlandgerste, die an ein Mischfutterwerk geliefert wurde, wurden in diesem Jahr bis zu 73 Käfer je kg abgesiebt.

In keinem der untersuchten Fälle war der Getreidekapuziner als alleinige Schädlingsart aufgetreten. Mit ihm zusammen kamen stets der Rotbraune Leistenkopflattkäfer und oft der Reiskäfer, der Rotbraune Reismehlkäfer und der Getreideplattkäfer vor. Wenn der Getreidekapuziner vorherrschte, dann traten im erhitzten Getreide oft 100 und mehr Käfer dieser Art je kg auf. Im Höchstfall wurden 3 161 Käfer/kg Getreide festgestellt. Die meisten Käfer hielten sich in dem auf 35 °C und darüber erhitzten Getreide nahe der Oberfläche des Stapels auf. Oft überwog die Anzahl des Rotbraunen Leistenkopflattkäfers und des Reiskäfers, von denen bis 38 000 bzw. 9 400 Individuen/kg an der Getreideoberfläche gefunden wurden. Offenbar ist die Erhitzung des Getreides bei einigen vom Getreidekapuziner befallenen Partien vorwiegend von diesen Arten ausgegangen.

4. Vorkommen in Importen

Nach Untersuchungen des Pflanzenquarantänedienstes waren vor allem in früherer Zeit Getreideimporte aus Argentinien, Irak, China, Vietnam und Bulgarien sowie Reis aus Burma und Ägypten und Maniokwurzeln aus Indien vom Getreidekapuziner befallen. Bei Getreide aus Frankreich und Dänemark wurde dieser Schädling bisher nur je einmal in einer Schiffssendung entdeckt. Weizen aus der Sowjetunion enthielt 1974 in einem Wagon einzelne Getreidekapuziner. Bei Weizen aus Ungarn wurde der Schädling 1972 erstmalig in einer Waggonsendung, 1973 in 4 und 1974 in 2 Waggons festgestellt. Die Einfuhr dieser Waggons wurde mit der Auflage zur beschleunigten Verarbeitung oder Begasung zugelassen. Bei der Einfuhruntersuchung von australischem Weizen ist in den letzten Jahren kein Getreidekapuzinerbefall festgestellt worden.

Der Getreidekapuziner gehört zu den Schädlingen, die bei geringem Befall nur schwer durch Siebung festzustellen sind, weil sich nicht nur die Larven, sondern auch die Käfer in die Getreidekörner einbohren. In zwei untersuchten Fällen wurde der Befall nur durch eine besonders intensive Kontrolle festgestellt (Absiebung einer größeren Getreidemenge und wiederholte Untersuchung der bei 25 °C aufbewahrten Probe).

5. Schäden

Der Schaden des Getreidekapuziners kann sehr erheblich sein und den des Reiskäfers übertreffen (HOWE, 1965), weil die Käfer eine Menge Bohrmehl für die Ernährung der Junglarven erzeugen, die erst nach der 2. Häutung in ganze Weizenkörner eindringen können (GOŁĘBIOWSKA, 1969 b). Nach GOŁĘBIOWSKA u. a. (1968) frisst ein Getreidekapuziner bei 24 °C und 75% rel. Luftfeuchte im Laufe seines Lebens 70 mg Weizen und erzeugt 54 mg Staub. Die entsprechenden Mengen betragen beim Kornkäfer 105 und 12 mg sowie beim Reiskäfer 62 und 11 mg. Im Verhältnis zum Körpergewicht frisst der Getreidekapuziner die größte Menge, die täglich 39% seines Körpergewichtes entspricht, und er hinterläßt den meisten Staub. Eine Larve verbraucht vom Weizen etwa das 15fache des Käfergewichtes im Laufe der Entwicklung, eine Kornkäferlarve dagegen das 12fache und die Larve des Reiskäfers das 10fache.

Bei der Untersuchung des vom Getreidekapuziner verursachten Schadens wurde durch Abwiegen der angefressenen und unbefallenen Weizenkörner ein Verlust bis 41% der Getreidemasse an der Oberfläche eines Stapels ermittelt, der außerdem sehr stark vom Reiskäfer befallen war. In 50 cm Tiefe kann der Verlust 6% und bei 1,8 m Tiefe fast 4% erreichen. MATHLEIN (1961) hat bei einer Weizenpartie in Schweden 3,5% Verlust durch den Getreidekapuziner in 4 bis 7 m Tiefe nachgewiesen. Bei einigen untersuchten Partien war der Fraß in tieferen Schichten unbedeutend. Bemerkenswert ist, daß der Getreidekapuziner noch im Getreide mit 8% Wassergehalt gedeihen kann (ZAKLADNOJ u. RATANOVA, 1973).

6. Ursachen des Schadauftritts

Die Entwicklung des Getreidekapuziners beginnt bei 17 °C, dauert aber bei dieser Temperatur 250 Tage (GO-

ŁĘBIOWSKA, 1962). Erst von etwa 22 °C ab wird die Entwicklung in weniger als 100 Tagen durchlaufen. Optimale Temperaturen liegen zwischen 32 und 35 °C (HOWE, 1965). Die kürzeste Entwicklung beträgt nach POTTER 24 Tage (KEMPER, 1939). Die obere Entwicklungsgrenze befindet sich unmittelbar über 37 °C (RATANOVA u. ŽELTOVA, 1967).

Obwohl Eiablage und Eientwicklung schon bei 16 °C beginnen, wird eine größere Eizahl erst über 21 °C abgelegt (GOŁĘBIOWSKA, 1962). Unterhalb dieser Temperatur ist die Sterblichkeit der Eier, Larven und Puppen sehr groß. Eine Massenentwicklung des Getreidekapuziners ist daher erst ab 23 °C möglich (HOWE, 1965). Während bei 30 °C 8 und bei 25 °C 6 Generationen im Jahr auftreten, entwickelt sich bei 18 bis 20 °C nur eine Generation jährlich im Weizen mit 14 % Wassergehalt. Allerdings kann die Lebensdauer der Käfer bei 18 bis 20 °C 390 Tage betragen; sie ist länger als die des Korn- und Reiskäfers (ZAKLADNOJ u. RATANOVA, 1973).

Bei der Untersuchung der Entwicklungsdauer unter Lagerraumbedingungen wurde 1964 bis 1968 festgestellt, daß die im April bis Mai in Glasgefäßen an Weichweizen und 75 % rel. Luftfeuchte angesetzten Käfer frühestens am 11. 8. bis 17. 9. Nachkommen ergaben. Die Entwicklung dauerte in Frankfurt (O.) 3 bis 4 Monate und erforderte in Warnemünde, wo die Brut erst ab 12. 10. bis 29. 10. zu schlüpfen begann, 5 Monate. Auch die Vermehrung war in Warnemünde gering (1970 und 1971 durchschnittlich 0 bis 1 Käfer und bis zu 19 Tiere im Jugendstadium je Weibchen). Lediglich auf einem Dachboden in Warnemünde, wo die Entwicklung fast ebenso schnell wie in Frankfurt verlief, schlüpfen in dem einen Jahr 13 und in dem anderen 56 Käfer je Weibchen. Noch geringer war die Vermehrung bei Versuchen mit Käfern, die innerhalb von Glasgefäßen 10 cm tief in Getreidevorräte gesteckt wurden. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigten, daß eine Massenentwicklung des Getreidekapuziners unter Lagerraumbedingungen nicht innerhalb eines Jahres möglich ist.

Gegen Kälte sind die geschlüpften Käfer weniger widerstandsfähig als die Tiere innerhalb der Körner. Nur letztere halten 0 °C bis 17 Tage und 5 °C bis 37 Tage aus (RATANOVA u. ŽELTOVA, 1967). Außerhalb von Getreidevorräten kann der Schädling deshalb kaum in ungeheizten Lagerräumen überwintern. Er überwinterte auch nicht in einem Sackstapel mit Reis, der sich im Inneren bis auf 7 °C abkühlte. Etwa 2 % der Population innerhalb der Körner überlebten aber den Winter 1970/1971 in einem Keller, wo die Temperatur über ein halbes Jahr unter der Entwicklungsschwelle und etwa vier Monate zwischen 7 und 11 °C lag. In größeren Getreidepartien würden einzelne Individuen des Getreidekapuziners den Winter überstehen können, da sich die wärmsten Stellen selbst bei der Lagerung unter Folien kaum unter 10 °C abkühlen.

Das Schadaufreten des Getreidekapuziners in der DDR ist nicht auf eine Anpassung dieses Schädling an unser Klima zurückzuführen, sondern auf Temperaturen von 23 °C und darüber, wie sie bei unsachgemäßer Lagerung von Getreide auftreten. Die Abkühlung des Getreides durch Belüftung stellt die wichtigste Maßnahme zur Verhütung der Schäden dar. Es ist bezeichnend, daß ein Massenaufreten des Getreidekapuziners nur in unbelüfteten Getreidepartien festgestellt wurde. Die Quelle des Befalls ist wahrscheinlich eine Schiffssendung mit

Weizen aus Australien gewesen, mit der dieser Schädling unerkannt eingeschleppt wurde.

7. Die Wirkung der pneumatischen Förderung

Bei der Mitte November vorgenommenen Räumung einer befallenen Getreidemiete mit Hilfe eines Saug- und Druckgebläses wurde die Wirkung dieser Förderungsart auf den Schädlingsbesatz untersucht. Wir entnahmen zu gleicher Zeit je eine Probe von 15 l vor und nach der pneumatischen Förderung, siebten die Proben unmittelbar nach der Entnahme und in 2- bis 3tägigen Abständen während der Aufbewahrung bei 25 °C und ca. 70 % rel. Luftfeuchte, bis die vorhandene Brut geschlüpft war. Das Saug- und Druckgebläse war im VEB Erfurter Mälzerei- und Speicherbau hergestellt worden und hatte eine Nennleistung von 20 bis 30 t/h. Wegen einer langen Rohrleitung wurden aber nur etwa 15 t/h gefördert.

Die in dem Getreide vorherrschenden Leistenkopflattkäfer (358 Tiere/kg) wurden durch das Saugen um 85,7 Prozent und die Population des Getreidekapuziners (31/kg), um 92,2 % vermindert (Tab. 1). Außerhalb der Körner wurden fast alle Plattkäfer und sämtliche Getreidekapuziner vernichtet. Die hohe Vernichtungsquote ist bemerkenswert, da von den Leistenkopflattkäfern 67 % und vom Getreidekapuziner 94 % der Population z. Z. des Saugens in den Körnern lebten. Die älteren Stadien des Getreidekapuziners wurden so stark geschädigt, daß erst 10 Tage nach Aufbewahrung der Proben bei 25 °C die ersten Käfer aus dem geräumten Getreide schlüpften. In Proben von diesem Getreide, die bei 17 bis 20 °C aufbewahrt wurden, schlüpften 7½ Monate keine Getreidekapuziner und im Vergleich zu den vor dem Saugen entnommenen Proben nur 7,7 % Leistenkopflattkäfer. Die Räumung der Getreidemiete mit einem Saug- und Druckgebläse hat deshalb zusammen mit der gleichzeitigen Abkühlung der Körner verhindert, daß der Getreidekapuziner sich weiter ausbreitete.

Nach diesen und den bisher erhaltenen Ergebnissen bei der pneumatischen Förderung (BAHR, 1973) lassen sich einige Schädlinge der Getreidevorräte in eine Reihe abnehmender Empfindlichkeit gegenüber der pneumatischen Förderung einordnen: Getreideplattkäfer, (Reismehlkäfer), Getreidekapuziner, Leistenkopflattkäfer, Reiskäfer, (Kornkäfer). Die Stellung der in Klammern gesetzten Schädlingsarten in dieser Reihe wurde geschätzt.

Tabelle 1

Schädlingsbesatz in je 15 l Weizen vor und nach der pneumatischen Förderung mit einem Saug- und Druckgebläse

Schädlingsart	Vor dem Saugen	Nach dem Saugen	% Überlebende
<i>C. ferrugineus</i> außerhalb der Körner in den Körnern	1401 2889	14 600	1 20,8
Zusammen	4290	614	14,3
<i>R. dominica</i> außerhalb der Körner in den Körnern	23 360	0 30	0 8,3
Zusammen	383	30	7,8

Zur die Hinweise über das Getreidekapuzinerauftreten und die Unterstützung der Untersuchungen danke ich mehreren Mitarbeitern des Pflanzenschutzdienstes, insbesondere Kollegen Richter vom Pflanzenschutzamt des Bezirkes Potsdam, und den Quarantaneinspektionen Frankfurt und Erfurt.

8. Zusammenfassung

Seit etwa 3 Jahren wird der Getreidekapuziner ständig in der DDR festgestellt. Er tritt nicht nur in ausländischem, sondern auch im einheimischen Getreide auf und verursacht – z. T. zusammen mit anderen Schädlingen – Erhitzungen in unbelüfteten Partien. Die Belüftungskühlung beim Getreide ist deshalb die wichtigste Maßnahme zur Verhütung der Schäden. Quelle des Befalls war vermutlich eine Schiffsladung australischen Weizens, mit der dieser Schädling unerkannt eingeschleppt wurde. Bei der Förderung des befallenen Weizens mit einem Saug- und Druckgebläse verringerte sich die Population des Getreidekapuziners um 92,2 %.

Резюме

О появлении вредителя *Rhizopertha dominica* F. и действие всасывающей и нагнетательной пневмотранспортной установки на пораженность зерна

В ГДР уже три года *Rhizopertha dominica* F. встречается не только в импортном, но и в отечественном зерне и вызывает, — иногда одновременно с другими вредителями, — согревание зерна внутри неаэрированных партий. Поэтому, основной мерой по предупреждению вреда является охлаждение зерна аэрацией. Первоначальным источником поражения зерна, по всей вероятности, приходится считать судовую груз австралийской пшеницы, вместе с которым вредитель незамеченно был занесен в страну. При перемещении пораженной вредителем пшеницы с помощью всасывающей и нагнетательной пневмотранспортной установки популяция *Rhizopertha dominica* F. сократилась на 92,2 %.

Summary

On the injurious occurrence of *Rhizopertha dominica* F. and the effect of a lift and delivery fan on grain infestation

For the last three years, *Rhizopertha dominica* F. has been continuously found in the GDR. This pest does not only occur in imported grain, but also in home-grown batches and causes – together with other pests – heating-up of unventilated grain. Ventilation cooling of grain is, therefore, the most essential measure to prevent losses. The source of infection had probably been a shipload of Australian wheat with which the pest was imported without being recognized. When the infested grain was conveyed with a lift and delivery fan, the *Rhizopertha dominica* population was reduced by 92.2 %.

Literatur

- BAHR, I.: Untersuchungen über die Verminderung des Schädlingsbesatzes im Getreide durch pneumatische Förderung Nachr.-Bl. Pflanzenschutzdienst DDR NF 27 (1973), S. 232–237
- FABER, W.: Vorratsschutz in der Müllerei. Mühle 100 (1963), S. 489–490
- FREY, W.: Untersuchungen über den Schädlingsbefall von Getreideimporten. Anz. Schädlingskde. 30 (1957), S. 148–153
- GOŁĘBIEWSKA, Z.: Przyczynę do badań nad ekologią kapturnika zbożowca – *Rhizopertha dominica* F. (*Col., Bostrychidae*). Polskie Pismo Entomol. (B.) 1–2 (1962), S. 39–51
- GOŁĘBIEWSKA, Z.: *Rhizopertha dominica* F. In: Choroby, szkodniki i chwasty kwarantannowe. PWRiL Warszawa (1969a), S. 196–199
- GOŁĘBIEWSKA, Z.: The feeding and fecundity of *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhizopertha dominica* (F.) in wheat grain. J. stored Prod. Res. 5 (1969b), S. 143–155
- GOŁĘBIEWSKA, Z., FILIPEK, P., KRZYMANSKA, J.: Szkodliwość wołki zbożowego (*Sitophilus granarius* L.), wołki ryżowego (*Sitophilus oryzae* L.) i kapturnika zbożowca (*Rhizopertha dominica* F.) dla ziarna pszenicy i żyta. Pr. nauk. Inst. Ochr. Rosl. 10 (1968), S. 31–56
- HOWE, R. W.: Losses caused by insects and mites in stored foods and feedingstuffs. Nutr. Abstr. Rev. 35 (1965), S. 285–303
- KEMPER, H.: Die Nahrungs- und Genußmittelschädlinge und ihre Bekämpfung. Leipzig, Verl. Paul Schöps, 1939, S. 96
- MATHLEIN, R.: Studies on some major storage pests in Sweden with special reference to their cold resistance. Stat. Växtskyddsanst. Meddel. 12.83 (1961), S. 15–18
- RATANOVA, V. F.; ZELTOVA, S. A.: Nekotorye dannye po bioekologii zernovogo točilšūka (*Rhizopertha dominica* F.) i mery borby s nim. Trudy VNIIZ 60 (1967), S. 192–203
- SOLOMON, M. E.; ADAMSON, B. E.: The powers of survival of storage and domestic pests under winter conditions in Britain. Bull. ent. Res. 46 (1955), S. 311–355
- ZACHER, F.: Die Einschleppung von Vorratsschädlingen in Deutschland. Verh. Dt. Ges. angew. Entomol. (12. Mitgliedervers. 1952 Frankfurt/M.) 1954, S. 50–55
- ZAKLADNOJ, G. A.; RATANOVA, V. F.: Vrediteli chlebných zapasov i mery borby s nimi. Moskva „Kölos“ (1973), S. 27–30

Helen BRAASCH

Untersuchungen zur Schädwirkung des Ficus-Zystenälchens

1. Einleitung

Im Jahre 1973 wurde das von KIRJANOVA beschriebene (KIRJANOVA, 1954) *Ficus*-Zystenälchen (*Heterodera fici* Kirjanova, 1954) in der DDR nachgewiesen (BRAASCH, 1973). Dort, wo Befall an *Ficus elastica* 'Decora' auftrat, wurde teilweise Vergilbung und Abfall der Blätter beobachtet. Auch GOFFART (1961) gibt dieses Erscheinungsbild an. In manchen Fällen zeigten die Pflanzen trotz hoher Zystenanzahl in den Töpfen aber keine Symptome. Auch eine Beziehung zwischen der Befallsstärke und dem Schadbild konnte nicht ermittelt werden. Es wurden deshalb Experimente durchgeführt, um die Schädwirkung des Nematoden zu untersuchen.

2. Material und Methodik

Als Versuchspflanzen dienten älchenfreie Exemplare verschiedenen Alters von *Ficus elastica* 'Decora'. Drei Versuchsgruppen enthielten Pflanzen, die bei Versuchsbeginn 12 bis 15 Monate alt waren, zwei weitere Gruppen 4 bis 5 Monate alte Gummibäume. In jedem Versuch wurden von 10 unter gleichen Bedingungen aufgewachsenen Pflanzen 5 mit Zysten vom *Ficus*-Zystenälchen versehen, die anderen 5 als Kontrolle gehalten. Die Zysten wurden leicht in die Erde der Töpfe eingearbeitet. Für den Befallserefolg ist es wichtig, frisch ausgeschwemmte oder im Kühlschrank feucht aufbewahrte Zysten zu verwenden, da die Zysten offenbar empfindlich gegen Austrocknung sind. Bei Zugabe trocken aufbewahrter Zysten entstand kein Befall oder erst nach längerer Zeit ein nur schwacher Befall. Der Befallserefolg wurde durch vorsichtiges Herausheben der Pflanzen aus den Töpfen und Suche nach weißen, frisch gebildeten Zysten an den Wurzeln kontrolliert. Die Einschätzung der Befallswirkung erfolgte durch Messung des Längenwachstums und Zählung der Blätter in 1monatigen, vereinzelt 2monatigen Abständen. Bei den Längenmessungen wurde stets vom Grund bis zur Pflanzenspitze, gegebenenfalls bis zur Spitze des noch eingerollten, aber schon gestreckten jüngsten Blattes gemessen. Dadurch entstanden bei den Messwerten mitunter gering rückläufige Zahlen, die aber das Ergebnis nicht beeinträchtigen. Die Zählung der am Versuchsende in der Topferde enthaltenen Zysten erfolgte nach Ausschwenken mit der Fenwickkanne.

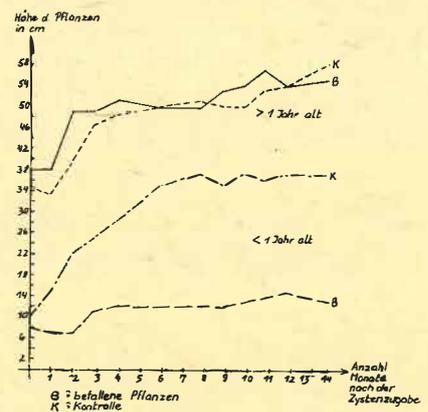
Die Pflanzen wurden im Gewächshaus bei mittleren Temperaturen von 23 °C und einer mittleren relativen Luftfeuchtigkeit von 65 % gehalten.

3. Ergebnisse

Der Anfangsbesatz der Versuchsgruppen 1 bis 5 mit Zysten vom *Ficus*-Zystenälchen, die Zunahme der Pflanzengröße und Blattzahl sowie der Endbesatz der Topferde mit Zysten sind aus Tabelle 1 zu entnehmen. Für die Versuchsgruppe 5 wurden die gleichaltrigen Pflanzen von 4 K mit als Kontrolle gewertet.

Bei allen Pflanzen der Gruppe 1 bis 5 wurde Befallserefolg durch Sichtung frisch gebildeter, weißer Zysten an den Wurzeln festgestellt. Die ersten weißen Zysten traten in allen Gruppen bei der 2. Kontrolle (2 Monate nach Zystenzugabe) auf, in einem Fall (3) wurde 1 Zyste bereits nach einem Monat gefunden. In den Monaten Juni, Juli, August 1974 und im Februar 1975 wurden aus arbeitstechnischen Gründen keine Kontrollen auf Wurzelbesatz mit Zysten durchgeführt. In den übrigen Monaten wurden von März 1974 bis März 1975 außer im Oktober stets weiße Zysten gefunden. Im Mai traten nur in einem Fall weiße Zysten auf; hier liegt wahr-

Abb. 1: Zunahme des Pflanzenwachstums bei Befall mit *H. fici* im Vergleich zur Kontrolle bei verschiedenen alten *Ficus*-Pflanzen



scheinlich die „Pause“ nach der 1. Generation. Offenbar folgen die Generationen laufend aufeinander. Vorausgesetzt, es tritt im Sommer keine Unterbrechung der Generationsfolge ein, wäre pro Jahr mit 6 Generationen zu rechnen.

Wie aus der Tabelle und den Abbildungen 1 und 2 hervorgeht, zeigten sich in den 3 Versuchsgruppen (1 bis 3) mit 12 bis 15 Monate alten Pflanzen nach 12- bis 14monatiger Versuchsdauer trotz Vermehrung der Älchen (siehe Endbesatz mit Zysten) keine deutlichen Unterschiede im Längenwachstum und in der Blattzahl gegenüber den Kontrollen. In den Versuchsgruppen 4 und 5 mit 4 bis 5 Monate alten Pflanzen traten jedoch im Verlaufe der 13- bis 14monatigen Entwicklung immer deutlichere Unterschiede in der Pflanzenhöhe und Blattzahl der befallenen Pflanzen gegenüber der Kontrolle auf. Die befallenen Pflanzen wuchsen nur unbedeutend (etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Kontrolle) und zeigten in der Blattzahl sogar eine rückläufige Tendenz, da mehr Blätter unter Vergilbung abfielen als nachgebildet werden konnten.

In der Versuchsgruppe 4 waren von 5 befallenen Pflanzen eine nach 8 Monaten, eine weitere nach 14 Monaten abgestorben. Vorher hatten sie sämtliche Blätter, von

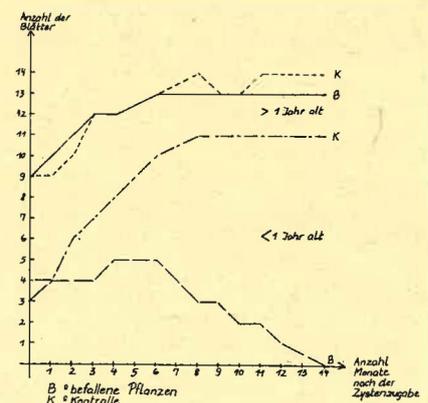


Abb. 2: Veränderung der Blattzahl bei Befall mit *H. fici* im Vergleich zur Kontrolle bei verschiedenen alten *Ficus*-Pflanzen

Tabelle 1

Wachstum von mit *Heterodera fici* befallener und unbefallener *Ficus*-Pflanzen (Mittelwerte aus je 5 Pflanzen)

Versuchs- gruppe	Anfangsbesatz (Zysten pro Topf/Eier pro Zyste)	Jan.		Febr.		März		April		Mai		Juli		Sept.		Okt.		Nov.		Dez.		Jan.		März		Endbesatz (Zysten pro Topf)
		H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B	H	B			
1*)	100/210	38	9	38	10	49	11	49	12	51	12	50	13	50	13	53	13	54	13	57	13	54	13	55	13	2854
1 K	—	35	9	33	9	39	10	46	12	48	12	50	13	51	14	50	13	50	13	53	14	54	14	58	14	—
2*)	100/200			38	11	39	11	46	13	47	13	51	15	54	15	53	14	54	15	56	14	55	14	55	14	2156
2 K	—			40	10	37	10	47	11	48	12	49	14	53	14	51	13	51	14	54	14	51	14	52	14	—
3*)	100/210					60	13	78	14	76	16	84	18	86	20	85	19	86	20	86	20	86	20	86	19	485
3 K	—					47	10	57	13	57	14	63	16	68	18	63	17	68	17	68	17	68	17	68	17	—
4**)	70/196	8	3	7	4	7	4	11	4	12	5	12	5	12	3	12	3	13	2	14	2	15	1	13	0	1613
4 + 5 K	—	10	4	15	4	20	6	25	7	28	8	35	10	37	11	35	11	37	11	36	11	37	11	37	11	—
5**)	45/184			7	2	10	2	17	4	15	5	16	5	15	5	15	4	14	3	16	3	17	4	17	3	671

H $\hat{=}$ Höhe; B $\hat{=}$ Blattzahl; *) Pflanzen bei Versuchsbeginn 12 bis 15 Monate alt

**) Pflanzen bei Versuchsbeginn 4 bis 5 Monate alt; K = Kontrolle

Abb. 3: Vom *Ficus*-Zystenälchen befallener Gummibaum der älteren Gruppe (rechts) im Vergleich zur Kontrolle (links)

unten beginnend, abgeworfen. Zur Zeit des Versuchsabschlusses hatte nur noch eine Pflanze ein Blatt, und die noch verbliebenen Pflanzen standen kurz vor dem Absterben. In der Versuchsgruppe 5 starben 2 Pflanzen nach 8 Monaten, eine nach 9 Monaten ab. Hin und wieder kommt es auch bei einer nicht befallenen Pflanze zum Vergilben und zum Abfall einzelner Blätter, wofür sicher mehrfache Ursachen verantwortlich sein können. Die Wirkung des Älchenbefalls auf die jungen Gummibäume ist gegenüber der Kontrolle jedoch so drastisch, daß ein Zusammenhang zwischen Befall und Niedergang der Pflanzen bestehen muß. Die Abbildungen 3 und 4 veranschaulichen die Wirkung des Älchenbefalls auf jüngere und ältere Gummibäume im Vergleich zur Kontrolle.

4. Schlußfolgerungen

Werden junge Gummibäume vom *Ficus*-Zystenälchen befallen, können starke Wachstumsdepressionen, Abwurf der Blätter unter Vergilbung oder sogar Absterben der Pflanzen die Folge sein. Ältere Gummibäume (bei Versuchsbeginn 12 bis 14 Monate alt) tolerieren den Befall und zeigen selbst bei hohen Zysten Zahlen (2854 Zysten pro Topf) keine Symptome.

Aus diesen Erkenntnissen ist erklärlich, warum man in manchen befallenen Beständen symptomlose, in anderen offensichtlich erkrankte Gummibäume findet. Maßgebend für das Erscheinungsbild ist offenbar der Zeitpunkt des Befalls in der Entwicklung der Pflanzen.

Damit ist nicht ausgeschlossen, daß unter für die Pflanze besonders günstigen Bedingungen und in Abhängigkeit von der Befallsstärke ein Befall auch durch junge Pflanzen überwachsen werden kann. Andererseits erscheint es auch möglich, daß ältere Gummibäume, wenn andere Faktoren ins Minimum geraten, eine Reaktion auf den Befall zeigen können.

Für die Praxis ergibt sich daraus, in befallenen Betrieben besonderen Wert auf die älchenfreie Aufzucht der Jungbäume zu legen. Eine Einwanderung der Älchen von Stellflächen mit zystenhaltigem Substrat ist zu vermeiden. Auch wenn vorher auf diesen Flächen symptomlose ältere Gummibäume standen, ist das Substrat vor Aufstellen der Jungpflanzen auf Zystenbesatz zu prüfen, gegebenenfalls zu dämpfen oder zu erneuern. Zur Anzucht sollte ebenfalls gedämpfte Erde dienen.

5. Zusammenfassung

Aus von Januar 1974 bis März 1975 durchgeführten Gewächshausversuchen mit kontrolliertem Befall von *Heterodera fici* an *Ficus elastica* 'Decora' verschiedenen Alters ergab sich, daß bei Versuchsbeginn 12 bis 14 Monate alte Gummibäume selbst hohen Befall tolerieren, bei Versuchsbeginn 4 bis 5 Monate alte Bäume aber mit starken Wachstumsdepressionen, Blattabfall unter Vergilbung und sogar Absterben reagieren. Für die Praxis befallener Betriebe heißt das, auf die älchenfreie Anzucht der Jungpflanzen besonderen Wert zu legen.

Abb. 4: Vom *Ficus*-Zystenälchen befallener Gummibaum der jüngeren Gruppe (rechts) im Vergleich zur Kontrolle (links)

Резюме

Изучение вреда, причиняемого цистообразующей нематодой *Heterodera fici*

Тепличные опыты, проведенные с января 1974 года по март 1975 года на *Ficus elastica* 'Decora' различного возраста, в условиях контролируемого поражения этой культуры цистообразующей нематодой *Heterodera fici*, показали, что в начале опыта 12-14-месячные фикусы каучуконосные выносят даже высокую степень поражения, в то время, как в начале опыта 4-5-месячные деревья отзываются на поражение нематодой сильной депрессией роста, опадением и пожелтением листьев, и даже отмиранием. В практике хозяйств с пораженными нематодой культурой каучуконосного фикуса особое внимание следует уделять выращиванию безнематодной расы.

Summary

Studies on the injurious effect of *Heterodera fici*
Greenhouse experiments were conducted from January

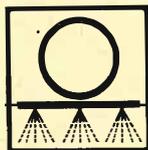
1974 on to March 1975 with controlled infestation by *Heterodera fici* of *Ficus elastica* 'Decora' of different age. The experiments revealed *Ficus* aged 12 to 14 months at the beginning of the experiment to tolerate even high levels of infestation, while plants aged 4 to 5 months at the beginning of the test reacted with strong growth depression and leaf shedding together with yellowing or they even died. For practical work in the affected enterprises that means to pay special attention to nematode-free young plant raising.

Literatur

BRAASCH, H.: Das *Ficus*-Zystenälchen (*Heterodera fici* Kirjanova, 1954) in der Deutschen Demokratischen Republik, Nachr.-Bl. Pflanzenschutzdienst DDR 27 (1973), S. 255-256

GOFFART, H.: Über *Heterodera fici* Kirjanova, 1954. Z. Pflanzenkrankh. 68 (1961), S. 597-599

KIRJANOVA, E. S.: Ergebnisse und Aussichten der Phytonematologie in der UdSSR (russ.) Tr. Probl. i. Tematich. Sovesch. Zool. Inst. AN SSSR, 3 (1954), S. 9-47



Pflanzenschutzmittel- und -maschinenprüfung

Nachtrag zum Pflanzenschutzmittelverzeichnis 1974/1975
- Stand: Juli 1975

WEITERE HERBIZIDE

Betanil 70

(Propham + Proxim-
pham + Lenacil) Bo
Sp

Präzisierung der Anwen-
dungsbedingungen gegen
einjährige Unkräuter
VA in Futter- und Zucker-
rüben

bei Verwendung der EKS A
695 7... 10 kg/ha, maxi-
male Ablageabstände:
12 cm (Kaliber A) bzw.
12,5 cm (Kaliber B) auf
schweren Böden (nur Saat-
gut der Qualitätsstufe I)
10 cm auf mittleren Böden
(Saatgut der Qualitätsstu-
fen I oder II);
8 cm (Kaliber A) bzw.
10 cm (Kaliber B) auf leich-
ten Böden (Saatgut der
Qualitätsstufen I oder II)
bei Verwendung der EKS A
697, maximale Ablageab-
stände: 13,5 cm (Kaliber A)
bzw. 12 cm (Kaliber B) auf
Lö1- und Lö2-Standorten
(Saatgut der Qualitätsstufe
I) 8 kg/ha
9 cm auf allen Standorten

Bi 3411-Neu

(Chloralhydrat +
Chloralmethyl-
halbacetal) Bo
(Giftabteilung 2)
K

(Saatgut der Qualitätsstufen
I oder II) 6... 9 kg/ha, auf
Lö1- und Lö2-Standorten
10 kg/ha
6 cm auf allen Standorten
(Saatgut der Qualitätsstufen
I, II oder III) 7... 10 kg/ha.
Bei handarbeitslosen Pflege-
verfahren ist bei verminder-
ter Mittelaufwandmenge
eine weitere Behandlung mit
dem hierfür zugelassenen
Herbizid bzw. einer Tank-
mischung nach dem Auflau-
fen der Rüben erforderlich.

Zulassung:

gegen Quecken
VS in Kartoffeln (bis 3 Wo-
chen normales Pflanzgut
bzw. 4 Wochen vorgekeim-
tes Pflanzgut vor dem Aus-
pflanzen) 18... 22 l (nur
auf leichten und mittleren
Böden);
auf landwirtschaftlichen
Nutzflächen (nach Stoppel-
umbruch) 35... 50 l/ha;
in Kamille 22 l/ha;
gegen einjährige, mono-
kotyle Unkräuter und Ge-
treidedurchwuchs
VS in Winterraps (späte-
stens 5 Tage vor der Aus-
saat) 20... 25 l/ha;
gegen Quecken
VA in Weidenhegern
50 l/ha;

	Bleichspargelertragsanlagen 18 l/ha; Rhabarberertragsanlagen (im Frühjahr oder Herbst) 20 ... 25 l/ha	Pyramin (Pyrazon) Bo Sp	dem Pflanzen) 8 ... 12 kg/ha Zulassung: gegen einjährige Unkräuter VS (flach einarbeiten) in Zucker- und Futterrüben 4,0 ... 5,0 kg/ha
Bladex (Cyanazin) Bo Sp	Zulassung: gegen einjährige Unkräuter VA in Ackerbohnen 1,5 ... 2,0 kg/ha	Reglone (Diquat) (Giftabteilung 2) K	Zulassung: gegen einjährige Unkräuter NA in Mohn (bei Ausbildung von 4 ... 10 Blättern) 2,0 ... 3,0 l/ha; die bisher in Mohn bestehende Anerkennung ist entsprechend zu ändern
Burex (Pyrazon) Bo Sp	Zulassung: gegen einjährige Unkräuter VS (flach einarbeiten) in Zucker- und Futterrüben 4,0 ... 5,0 kg/ha	Sencor (Metribuzin) Sp Karenzzeit: 42 Tage	Zulassung: gegen einjährige Unkräuter NP in Freilandtomaten (ab 14 Tage nach dem Pflanzen) 0,3 ... 0,5 kg/ha (in Abhängigkeit von der Unkrautentwicklung), Brüheaufwandmenge 600 l/ha
Cresopur (Benzazolin) K	Zulassung: spez. gegen Klettenlabkraut NA in Winterraps (Wuchshöhe 8 ... 10 cm) im Frühjahr 2,0 l/ha, Brüheaufwandmenge 300 ... 600 l/ha	Simazin 50 % Spritzpulver (Simazin) Bo Sp	Zulassung: für alle Anwendungsbereiche, Aufwandmengen und Anwendungstermine entsprechend Unkrautbekämpfungsmittel W 6658
Doruplant (Ametryn) Bo EC	Zulassung: gegen einjährige Unkräuter VA in frühen Kartoffeln 2,5 ... 3,0 l/ha; zur nichtselektiven Unkrautbekämpfung (nach Vegetationsbeginn bis Juni) auf Wegen, Plätzen, Industrie- und Gleisanlagen 1,5 ... 2,0 ml/m ² bzw. 15 ... 20 l/ha, Brüheaufwandmenge 0,1 l/m ² bzw. 1000 l/ha	SYS 67 B (2,4-DB-Natriumsalz) (bienenungefährlich) IS	Zulassung: gegen Birken NA in Douglasienkulturen während der Vegetationsperiode 6,0 kg/ha „F“
Elbatan (Lenacil) Bo Sp	Zulassung: gegen einjährige Unkräuter (vor dem Auflaufen) NA in Erdbeerertragsanlagen im Frühjahr (bis zum Sichtbarwerden des Blütenansatzes) und nach der Ernte 1,5 ... 2,0 kg/ha; NP in Erdbeerneuanlagen (nur Sorte „Senga Sengana“) (14 Tage nach dem Pflanzen) 1,5 ... 2,0 kg/ha	SYS 67 Butril DB (2,4-DB-Kaliumsalz + Bromoxynil-Kaliumsalz) (bienenungefährlich bei Ausbringung außerhalb der Bienenflugzeit) wL	Zulassung: gegen einjährige dikotyle Unkräuter NA in Luzerneblanksaaten und Getreide mit Luzerneuntersaaten (ab 3. Fiederblatt-Stadium der Luzerne) 4,0 l/ha
Faneron 50 W (Bromofenoxim) Sp	Zulassung: spez. gegen Saatwuchserblume (im 3- ... 4-Blatt-Stadium) NA in Gerste und Hafer (ab 3-Blatt-Stadium) 3,0 kg/ha, Brüheaufwandmenge 600 l/ha	SYS 67 MB (MCPB-Natriumsalz) (bienenungefährlich) IS	Zulassung: gegen Disteln in Möhrensamenträgern (vor Beginn bzw. nach Ende des Schossens) 1,5 ... 2,0 kg/ha; gegen Birken NA in Douglasienkulturen während der Vegetationsperiode 6,0 kg/ha „F“
Gesaprim-combi 50 WP (Atrazin + Terbutryn) Bo Sp	Zulassung: gegen einjährige Unkräuter (einschließlich Hirsearten) VA in Mais 3,0 ... 4,0 kg/ha	Toposyn (Desmetryn) EC Karenzzeit: Zwiebeln nicht für die menschliche Ernährung verwenden!	Zulassung: gegen einjährige dikotyle Unkräuter NA in Zwiebelvermehrungsbeständen im 2. und 3. Anbaujahr 1,0 l/ha. Die bisher für Toposyn bestehenden Anerkennungen sind wie folgt zu verändern: „gegen einjährige, dikotyle Unkräuter“
Probanil (Chlorpropham + Propazin) Bo Sp	Zulassung: gegen einjährige Unkräuter VA in Zucker- und Futterrübensamenträgern (nach		

Tordon 22 K
(Picloram)
wL
Karenzzeit:
Grünland 3 Wochen,
alle übrigen Kulturen
nicht zugelassen

Trazalex
(Diphenyläther +
Simazin) Bo
Sp

Unkrautbekämpfungsmittel W 6658
(Simazin) Bo
(bienenungefährlich)
Sp

Uvon
(Prometryn) Bo
Sp

Uvon-Kombi 33
(Prometryn +
Simazin) Bo
Sp

Woldusin
2,4-D-Kupfersalz
(bienenungefährlich)
IS

Yrodazin
(Simazin) Bo
(bienenungefährlich)
Sp

Zulassung:
spez. gegen Ampferarten
(15 ... 20 cm hoch)
NA in etablierten Grünlandbeständen (von Mai bis August) 1,5 ... 2,0 l/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter
VA in gedriltem Markstammkohl (bis 2 Tage nach der Saat, Mindestsaattiefe 3 cm) 6,0 ... 8,0 kg/ha.
Die zur VA in Raps bisher bestehende Anerkennung ist wie folgt zu ergänzen:
„Mindestsaattiefe 3 cm“;
VP in Tabak (8 ... 5 Tage vor dem Pflanzen) 8 ... 10 kg/ha; NA in Möhrensamenträgern 8 ... 10 kg/ha;
in Zwiebsamenträgerbeständen im 2. und 3. Anbaujahr sowie in gedrilten Zwiebeln (ab entwickeltem 3. Blatt) 8 ... 12 kg/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter
VA oder NA in Zwiebelvermehrungsbeständen im 2. und 3. Anbaujahr (Mindestpflanztiefe 5 cm) 1,5 ... 3,0 kg/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter
NA in Zwiebelvermehrungsbeständen im 2. und 3. Anbaujahr (Mindestpflanztiefe 5 cm) 2,0 ... 3,0 kg/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter
VA in mehrjährigen Pfefferminzekulturen 3,0 ... 4,0 kg/ha
NA in Zwiebelvermehrungsbeständen im 2. und 3. Anbaujahr (Mindestpflanztiefe 5 cm) 2,0 ... 2,5 kg/ha

Zulassung:
gegen dikotyle Unkräuter
NA in etablierten Grünlandbeständen (nicht Leguminosen schonend) auch gegen Horstbinsen (*Juncus effusus* und *J. conglomeratus*) 4,0 kg/ha; in Grünlandneuansaat ohne Leguminosen (ab 3-Blatt-Stadium der Gräser) 3,0 ... 4,0 kg/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter
VA oder NA in Zwiebelvermehrungsbeständen im 2.

und 3. Anbaujahr (Mindestpflanztiefe 5 cm)
0,75 ... 1,5 kg/ha

HERBIZIDE TANKMISCHUNGEN (geordnet nach Anwendungsbereichen)

– Zucker- und Futterrüben –

Betanal
6,0 l/ha +
Elbatan Bo
0,75 ... 1,0 kg/ha

– Gemüse –

Elbanil-Spritzpulver
Bo 6,0 ... 8,0 kg/ha +
Lasso Bo
3,0 ... 4,5 l/ha

Elbanil-Spritzpulver
Bo 6,0 ... 8,0 kg/ha +
Ramrod Bo
3,0 ... 5,0 kg/ha

Lasso Bo
2,0 ... 4,0 l/ha +
Patoran 50 WP Bo
1,0 ... 2,0 kg/ha

Patoran 50 WP Bo
1,0 ... 2,0 kg/ha +
Ramrod Bo
3,0 ... 5,0 kg/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter
NA in Zucker- und Futterrüben (ab Erbsengröße des ersten Laubblattpaares), Brüheaufwandmenge 200 ... 300 l/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter, spez. Hirsearten (vor dem Auflaufen der Unkräuter)
NA in gedrilten Zwiebelgewächsen des Gemüsebaus (ab entwickeltem 2. Blatt) bei Einhaltung von 5 Wochen Mindestabstand zur VA mit Bodenherbiziden, Brüheaufwandmenge 200 ... 600 l/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter (vor Auflaufen der Unkräuter)
VA in gedrilten Zwiebelgewächsen des Gemüsebaus (Saattiefe 2,5 ... 3,0 cm), Brüheaufwandmenge 200 ... 600 l/ha; NA in gedrilten Zwiebelgewächsen des Gemüsebaus (ab entwickeltem 2. Blatt) bei Einhaltung von 5 Wochen Mindestabstand zur VA mit Bodenherbiziden, Brüheaufwandmenge 200 ... 600 l/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter, spez. Hirsearten
VA in Buschbohnen (Mindestsaattiefe 5 cm), Brüheaufwandmenge 200 ... 600 l/ha

Zulassung:
gegen einjährige Unkräuter, spez. Hirsearten
VA in Buschbohnen (Mindestsaattiefe 5 cm), Brüheaufwandmenge 200 ... 600 l/ha

Fortsetzung folgt