



(19) österreichisches  
patentamt

(10) **AT 412 938 B 2005-09-26**

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1082/2001 (51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **A01N 31/04**  
(22) Anmeldetag: 2001-07-11 A01N 31/06  
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-02-15  
(45) Ausgabetag: 2005-09-26

(30) Priorität:  
14.07.2000 DE 10035870 beansprucht.  
(56) Entgegenhaltungen:  
US 5780515A WO 98/53678A2

(73) Patentinhaber:  
HESSEN-FORST, LANDESBETRIEB  
NACH §26  
LANDESHAUSHALTSORDNUNG  
D-34346 HANNOVERSCH-MÜNDEN  
(DE).

### (54) **ATTRAKTANS FÜR MAIKÄFER**

(57) Beschrieben wird die Verwendung von 1,4-Benzochinonen als Attraktans für Maikäfer sowie die Verwendung einer Kombination von 1,4-Benzochinonen mit Hexanderivaten.

**AT 412 938 B 2005-09-26**

Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung von 1,4-Benzochinonen als Attraktans für Maikäfer.

Nach einer etwa 30jährigen Latenzzeit haben sich die beiden Maikäfer-Arten, der Feldmaikäfer (*Melolontha melolontha* L.) und der Waldmaikäfer (*M. hippocastani*), seit etwa Mitte bis Ende der 80er Jahre vor allem im süddeutschen Raum wieder so stark vermehrt, dass gebietsweise Obstanlagen, Weinberge und Baumschulen bzw. Laubholzkulturen und Jungbestände stark geschädigt oder gar vernichtet worden sind. Während sich die Massenvermehrung des Waldmaikäfers noch weitgehend auf die deutsche Rheinebene (insbesondere Hessen, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz) beschränkt, sind schädliche Feldmaikäfervorkommen auch in zahlreichen anderen deutschen Bundesländern sowie in weiteren Staaten Mittel- und Osteuropas bekannt (u.a. Österreich, Schweiz, Norditalien, Polen, Ungarn).

Die Engerlinge fressen im 2. und 3. Sommer des Lebenszyklus fast ausschließlich Pflanzenwurzeln. Durch hohes Engerlingsaufkommen im Boden werden die Wurzeln stark geschädigt und die Pflanzen sterben ab, da sie das lebensnotwendige Wasser und Nährstoffe nicht mehr aufnehmen können. In der Folge kommt es zu hohen und weit verbreiteten Fraßschäden durch die Engerlingspopulation, die zur Auflösung der Waldbestände führen und den Anbau von Laubbäumen für Jahrzehnte unterbinden.

Da die Bekämpfung mit Insektiziden aus ökologischen Gründen auf immer weniger Akzeptanz stößt, andere Maßnahmen, wie Absammeln, Fräsen der Flächen und auch die natürlichen Krankheiten (z. B. Pilzkrankungen, Lorsche Seuche) nicht zu der erforderlichen Reduzierung der Population führen, besteht ein dringender Bedarf an einer ökologisch verträglichen und wirksamen Bekämpfungsmethode gegen den Maikäfer und seine Engerlinge.

Es ist bekannt, dass Insektenbekämpfung durch Anlocken mit Pheromonen in sehr effektiver Weise durchgeführt werden kann. Für den Maikäfer sind bisher aber keine derartigen Lockstoffe im Stand der Technik bekannt. Es ist lediglich bekannt, dass Maikäfer von flüchtigen Stoffen angelockt werden, welchen von den Blättern der Gastpflanzen abgegeben werden (J. Ruther, A. Reinicke, K. Thiemann, T. Tolasch, W. Francke und M. Hilker „Mate finding in the forest cockchafer, *Melolontha hippocastani*, mediated by volatiles from plants and females“, *Physiological Entomology* (2000) 25, 172-179).

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, Mittel zu finden, welche die Population der Maikäfer in signifikanter Weise steuern können.

Die Aufgabe wird durch die Verwendung von 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon als Attraktans für Maikäfer gelöst.

Erfindungsgemäß besonders bevorzugt ist hierbei die Verwendung von 1,4-Benzochinon.

Erfindungsgemäß bevorzugt ist ferner, dass man 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon in Kombination mit linearen, verzweigten, gesättigten und/oder ungesättigten Hexanderivaten verwendet, wobei die Hexanderivate Aldehyde, Alkohole, Ester mit Carbonsäuren mit bis zu 6 Kohlenstoffatomen oder Kombinationen aus zwei oder mehreren der genannten Verbindungen sind.

Weiterhin ist erfindungsgemäß besonders bevorzugt, dass die Hexanderivate aus den folgenden Verbindungen ausgewählt sind: (Z)-3-Hexenylacetat, (E)-2-Hexenylacetat, (Z)-3-Hexenylformiat, (E)-2-Hexenylformiat, (Z)-3-Hexenylpropionat, (E)-2-Hexenylpropionat, (Z)-3-Hexenylbutanoat, (E)-2-Hexenylbutanoat, (Z)-3-Hexenyl-2-methylbutanoat, (E)-2-Hexenyl-2-methylbutanoat, (Z)-3-Hexenyl-3-methylbutanoat, (E)-2-Hexenyl-3-methylbutanoat, (Z)-3-Hexenylhexanoat, (E)-2-Hexenylhexanoat, (Z)-3-Hexen-1-ol, (E)-3-Hexen-1-ol, (Z)-2-Hexen-1-ol, (E)-2-Hexen-1-ol, (Z)-3-Hexenal, (E)-3-Hexenal, (Z)-2-Hexenal, (E)-2-Hexenal, Hexylacetat,

Hexylformiat, Hexylpropionat, Hexylbutanoat, Hexyl-2-methylbutanoat, Hexyl-3-methylbutanoat, Hexylhexanoat, Hexan-1-ol, Hexan-2-ol, Hexan-3-ol, Hexanal.

Ganz besonders bevorzugt ist erfindungsgemäß die Verwendung von 1,4-Benzochinon in Kombination mit (Z)-3-Hexenylacetat, (Z)-3-Hexen-1-ol, (E)-2-Hexenal und (Z)-3-Hexenal als Attraktans für Maikäfer.

Um die synergistische Wirkung zu erhalten, werden 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon mit den Hexanderivaten oder deren Mischungen in einem Massenverhältnis von ca. 0,1 zu 1 bis ca. 10 zu 1 verwendet. Besonders bevorzugt ist ein Massenverhältnis von ca. 0,5 zu 1 bis ca. 2 zu 1. Ganz besonders bevorzugt ist ein Massenverhältnis von ca. 1 zu 1

Bevorzugt ist erfindungsgemäß ferner, dass die Hexanderivate natürlichen Ursprungs sind und in Form zerkleinerter Laubbaumblätter verwendet werden.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Attraktans für Maikäfer, umfassend 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon und gegebenenfalls Lösemittel, Hilfs- und/oder Zusatzstoffe.

Bevorzugt ist erfindungsgemäß ein Attraktans für Maikäfer, umfassend 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon in Kombination mit linearen, verzweigten, gesättigten und/oder ungesättigten Hexanderivaten verwendet, wobei die Hexanderivate Aldehyde, Alkohole, Ester mit Carbonsäuren mit bis zu 6 Kohlenstoffatomen oder Kombinationen oder Mischungen aus zwei oder mehreren der genannten Verbindungen sind.

Ganz besonders bevorzugt ist dabei, dass die Hexanderivate aus den folgenden Verbindungen ausgewählt sind: (Z)-3-Hexenylacetat, (E)-2-Hexenylacetat, (Z)-3-Hexenylformiat, (E)-2-Hexenylformiat, (Z)-3-Hexenylpropionat, (E)-2-Hexenylpropionat, (Z)-3-Hexenylbutanoat, (E)-2-Hexenylbutanoat, (Z)-3-Hexenyl-2-methylbutanoat, (E)-2-Hexenyl-2-methylbutanoat, (Z)-3-Hexenyl-3-methylbutanoat, (E)-2-Hexenyl-3-methylbutanoat, (Z)-3-Hexenylhexanoat, (E)-2-Hexenylhexanoat, (Z)-3-Hexen-1-ol, (E)-3-Hexen-1-ol, (Z)-2-Hexen-1-ol, (E)-2-Hexen-1-ol, (Z)-3-Hexenal, (E)-3-Hexenal, (Z)-2-Hexenal, (E)-2-Hexenal, Hexylacetat, Hexylformiat, Hexylpropionat, Hexylbutanoat, Hexyl-2-methylbutanoat, Hexyl-3-methylbutanoat, Hexylhexanoat, Hexan-1-ol, Hexan-2-ol, Hexan-3-ol, Hexanal.

Ein ganz besonders erfindungsgemäß bevorzugtes Attraktans für Maikäfer enthält 1,4-Benzochinon in Kombination mit (Z)-3-Hexenylacetat, (Z)-3-Hexen-1-ol, (E)-2-Hexenal und (Z)-3-Hexenal.

Erfindungsgemäß bevorzugt ist ferner ein Attraktans für Maikäfer enthaltend 1,4-Benzochinon in Kombination mit Hexanderivaten natürlichen Ursprungs, nämlich in Form zerkleinerter Laubbaumblätter.

Je nach Pflanze werden ca. 1 bis 20 g Blätter benötigt um ca. 5 mg der gewünschten Hexanderivate in dem Extrakt zu erhalten. Diese Mengen können aber starken Schwankungen unterliegen. Dem Fachmann ist es aber bekannt, derartige Stoffe quantitativ zu bestimmen um das optimale Mengenverhältnis zwischen den Benzochinonen und den Hexanderivaten zu erhalten.

Bevorzugt sind dabei jeweils Mittel, welche 1,4-Benzochinon als einziges Benzochinonderivat enthalten.

Die Verwendung geschieht dabei in an sich bekannter Weise. Dazu werden handelsübliche Fallen verwendet, welche auch bei anderen Fluginsekten zur Anwendung kommen. Dem Fachmann ist klar, wie derartige Fallen zu konstruieren und anzuwenden sind.

Die vorliegende erfindungsgemäße Verwendung von 1,4-Benzochinon als Attraktans für Maikäfer (insbesondere *Melolontha melolontha* L. und *Melolontha hippocastani*) schafft eine hervorragende Methode zur Kontrolle der Population der Insekten. Das erfindungsgemäße Mittel kann in verschiedener Weise in der Forstwirtschaft verwendet werden.

Zum einen können selektiv die männlichen Maikäfer aus der Population entfernt werden. Das ist vorzugsweise zu Beginn der Waldmaikäfersaison gegeben, da die Männchen einige Tage vor den Weibchen aus dem Winterlager kommen.

Auch können die gefangenen Männchen anschließend wieder freigelassen werden, nachdem diese mit einem Krankheitserreger für Maikäfer, beispielsweise pathogenen Pilzsporen, wie *Beauveria brongniartii* oder *B. bassiana* kontaminiert wurden, um dann bei der Begattung die Weibchen, welche selbst nicht angelockt werden, zu infizieren. Die Weibchen schleppen die Pilzsporen bei der Eiablage in den Boden und tragen so zur künstlichen Infektion der Engerlinge bei.

Die folgenden Beispiele erläutern die Erfindung:

Die attraktive Wirkung wurde in Freilandversuchen unter Verwendung von an sich bekannten Trichterfallen festgestellt. Diese Trichterfallen bestehen aus einer 2 L Polyethylenflasche, auf welcher ein Pulvertrichter (Ø 185 mm, Ø Auslass 40 mm) befestigt wurde. Diese wurden mit kreuzweise angeordneten Prallplatten versehen, die 100 mm über den Trichter hinausragten. Die synthetischen Duftstofflösungen wurden auf Wattebäusche aufgetragen, welche in runde Kunststoffdosen (36 x 29 mm) eingebracht wurden. Diese wurden dann in einer Aussparung der Prallflächen an den Fallen befestigt. Die bestückten Fallen wurden ca. 1 Stunde vor Beginn des abendlichen Schwärmfluges in 3-4 m Höhe in die Kronen von belaubten und befallenen Laubbäumen (Traubeneiche *Quercus petraea*; Stieleiche *Q. robur*, Hainbuche, *Carpinus betulus*) gehängt.

Jeder Baum wurde mit einem Block von 4 Fallen bestückt, von denen jeweils eine Falle zur Kontrolle nur mit Lösungsmittel beködert wurde. Beim Positionieren der Fallen wurde darauf geachtet, dass alle Positionen innerhalb eines Baumes möglichst gleichwertig waren, d.h., dass Höhe, Abstand vom Stamm und Lichtverhältnisse übereinstimmten. Daneben wurden die Fallen eines Blockes in randomisierter Reihenfolge aufgehängt. Die Zahl der gefangenen Maikäfermännchen wurde am folgenden Tag ausgezählt.

In einer Versuchsreihe (20 Blöcke an 2 verschiedenen Versuchstagen) wurde die Dosis von 1,4-Benzochinon variiert. Die ursprüngliche Lösung von 10 mg/ml wurde mit Dichlormethan 1:10, 1:100 und 1:1000 verdünnt. Diese Verdünnung (jeweils wiederum 500 µl, entsprechend einer Dosis von 500, 50 bzw. 5 µg pro Falle) wurden zusammen mit einer Lösungsmittelkontrolle (CON: 500 µl Dichlormethan) in 4er-Blöcken getestet. Hierbei wurden die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Fänge erzielt (die mit Sternchen gekennzeichneten Behandlungen unterscheiden sich signifikant von der Lösungsmittelkontrolle, Friedman-ANOVA, multipler Wilcoxon-Test für Paardifferenzierung mit Bonferroni-Korrektur, \* =  $P < 0.05$ , \*\* =  $P < 0.01$ ):

	CON	1:10	1:100	1:1000
Summe	7	117*	160**	5
Mittelwert	0,4	5,9	8,0	0,3
Standardabweichung	0,7	16,9	18,4	0,6

Demnach besitzt 1,4-Benzochinon auf Waldmaikäfermännchen eine konzentrationsabhängige (bis zu lediglich 50 g pro Falle) signifikant attraktive Wirkung.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden die 4er-Böcke jeweils wie folgt bestückt:

- a) CON: 500 µl Dichlormethan (Lösungsmittelkontrolle)
- b) BENZ: 500 µl einer 1,4-Benzochinon-Lösung in Dichlormethan entsprechend 5 mg 1,4-Benzochinon
- 5 c) GLV: 500 µl einer Lösung synthetischer Pflanzenduftstoffe („Green Leaf Volatiles, GLV) in Dichlormethan entsprechend 3,2 mg (Z)-3-Hexenylacetat + 1,5 mg (Z)-3-Hexen-1-ol + 0,2 mg (E)-2-Hexenal + 0,1 mg (Z)-3-Hexenal
- d) SYN: je 500 µl der Lösung BENZ und GLV (synergistische Wirkung)

- 10 In den Fällen (39 Blöcke an 3 verschiedenen Tagen) wurden die in nachfolgender Tabelle dargestellten Fänge erzielt (unterschiedliche Buchstaben neben den Zahlen zeigen statistisch signifikante Unterschiede an, Friedman ANOVA, multipler Wilcoxon-Test für Paardifferenzen mit Bonferroni-Korrektur,  $P < 0.05$ ):

15

	CON	BENZ	GLV	SYN
Summe	45 a	339 b	1464 c	3658 d
Mittelwert	0,9	7,3	36,4	88,5
20 Standardabweichung	2,1	21,4	24,0	61,2

- 25 Demnach besitzt 1,4-Benzochinon alleine gegenüber einer leeren Kontrollfalle eine statistisch gesicherte Attraktivität. Wird 1,4-Benzochinon hingegen zusammen mit den Pflanzenduftstoffen als Duftstoffköder verwendet, steigt die Zahl der gefangenen Waldmaikäfermännchen deutlich an. Diese Wirkung geht signifikant über einen rein additiven Effekt von GLV und BENZ hinaus. Die attraktiven Wirkungen von 1,4-Benzochinon und GLV verstärken sich also synergistisch.

- 30 In einem weiteren Versuch wurde Methyl-1,4-benzochinon beim Feldmaikäfer, *M. melolontha*, angewendet (Versuchsbedingungen, applizierte Dosen und statistische Auswertung wie für den Waldmaikäfer beschrieben,  $n = 21$  Blöcke an 3 verschiedenen Tagen, anstelle von 1,4-Benzochinon wurde Methyl-1,4-benzochinon verwendet; Männchenfänge):

35

	CON	METHYLBENZ	GLV	SYN
Summe	17 a	21 a	132 b	247 c
Mittelwert	0,8	1,0	6,3	11,8
40 Standardabweichung	1,2	1,1	5,2	8,1

### Patentansprüche:

- 45 1. Verwendung von 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon als Attraktans für Maikäfer.
2. Verwendung von 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon in Kombination mit Hexanderivaten verwendet, wobei die Hexanderivate aus den folgenden Verbindungen ausgewählt sind: (Z)-3-Hexenylacetat, (E)-2-Hexenylacetat, (Z)-3-Hexenylformiat, (E)-2-Hexenylformiat, (Z)-3-Hexenylpropionat, (E)-2-Hexenylpropionat, (Z)-3-Hexenylbutanoat, (E)-2-Hexenylbutanoat, (Z)-3-Hexenyl-2-methylbutanoat, (E)-2-Hexenyl-2-methylbutanoat, (Z)-3-Hexenyl-3-methylbutanoat, (E)-2-Hexenyl-3-methylbutanoat, (Z)-3-Hexenylhexanoat, (E)-2-Hexenylhexanoat, (Z)-3-Hexen-1-ol, (E)-3-Hexen-1-ol, (Z)-2-
- 50
- 55

Hexen-1-ol, (E)-2-Hexen-1-ol, (Z)-3-Hexenal, (E)-3-Hexenal, (Z)-2-Hexenal, (E)-2-Hexenal, Hexylacetat, Hexylformiat, Hexylpropionat, Hexylbutanoat, Hexyl-2-methylbutanoat, Hexyl-3-methylbutanoat, Hexylhexanoat, Hexan-1-ol, Hexan-2-ol, Hexan-3-ol, Hexanal, oder Kombinationen aus zwei oder mehreren der genannten Verbindungen sind.

- 5 3. Verwendung gemäß Anspruch 2, nämlich von 1,4-Benzochinon in Kombination mit (Z)-3-Hexenylacetat, (Z)-3-Hexen-1-ol, (E)-2-Hexenal und (Z)-3-Hexenal als Attraktans für Maikäfer.
- 10 4. Attraktans für Maikäfer, umfassend 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon und gegebenenfalls Lösemittel, Hilfs- und/oder Zusatzstoffe.
- 15 5. Attraktans für Maikäfer gemäß Anspruch 4, umfassend 1,4-Benzochinon und/oder Methyl-1,4-benzochinon in Kombination mit Hexanderivaten verwendet, wobei die Hexanderivate aus den folgenden Verbindungen ausgewählt sind: (Z)-3-Hexenylacetat, (E)-2-Hexenylacetat, (Z)-3-Hexenylformiat, (E)-2-Hexenylformiat, (Z)-3-Hexenylpropionat, (E)-2-Hexenylpropionat, (Z)-3-Hexenylbutanoat, (E)-2-Hexenylbutanoat, (Z)-3-Hexenyl-2-methylbutanoat, (E)-2-Hexenyl-2-methylbutanoat, (Z)-3-Hexenyl-3-methylbutanoat, (E)-2-Hexenyl-3-methylbutanoat, (Z)-3-Hexenylhexanoat, (E)-3-Hexenylhexanoat, (Z)-3-Hexen-1-ol, (E)-3-Hexen-1-ol, (Z)-2-Hexen-1-ol, (E)-2-Hexen-1-ol, (Z)-3-Hexenal, (E)-3-Hexenal, (Z)-2-Hexenal, (E)-2-Hexenal, Hexylacetat, Hexylformiat, Hexylpropionat, Hexylbutanoat, Hexyl-2-methylbutanoat, Hexyl-3-methylbutanoat, Hexylhexanoat, Hexan-1-ol, Hexan-2-ol, Hexan-3-ol, Hexanal, oder Kombinationen aus zwei oder mehreren der genannten Verbindungen sind.
- 20 6. Attraktans für Maikäfer gemäß Anspruch 5, enthaltend 1,4-Benzochinon in Kombination mit (Z)-3-Hexenylacetat, (Z)-3-Hexen-1-ol, (E)-2-Hexenal und (Z)-3-Hexenal.
- 25

## Keine Zeichnung

30

35

40

45

50