



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 239 328 A5

4(51) A 01 N 57/20

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP A 01 N / 278 628 1
(31) 2800/84(22) 16.07.85
(32) 18.07.84(44) 24.09.86
(33) HU

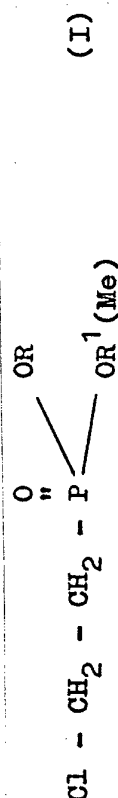
(71) siehe (73)

(72) Bálint, Sándor, Dipl.-Chem.-Ing.; Bencsik, Judit, Dipl.-Chem.-Ing.; Fodor, József, Dipl.-Chem.-Ing.; Horváth, András; Tömördi, Elemér, Dipl.-Chem.-Ing.; Söptei, Csaba, Dipl.-Chem.-Ing.; Karsai, József, Dr. Dipl.-Landw.; Sebestyén, Endre, Dr. Dipl.-Landw.; Gaál, Sándor, Dipl.-Chem.-Ing.; Gárdi, Iván, Dipl.-Chem.-Ing.; Kis, György, Dipl.-Landw.; Papp, András; Csatlós, Imre, Dipl.-Chem.-Ing., HU

(73) NITROKÉMIA IPARTELEPEK, 8184 Füzögyártelep, Pf. 45, HU

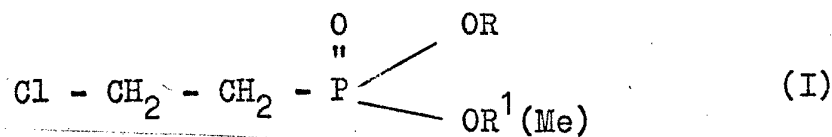
(54) Pflanzenwachstumsregulierendes Mittel

(57) Pflanzenwachstumsregulierende Mittel enthalten als Wirkstoff neue 2-Chloräthylphosphonsäureester der allgemeinen Formel I, worin R Wasserstoff, 1–8 Kohlenstoffatome enthaltendes geradkettiges oder verzweigtes Alkyl, C_{1–4} Halogenalkyl oder C_{1–4} Alkoxy-C_{1–2} alkyl bedeutet, R¹ für 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl, 4-Methyl-kumarin-7-yl, 2,2,4-Trimethyl-(2H)-chromen-5-yl oder 2,2,4-Trimethyl-(2H)-chromen-7-yl steht und Me ein einwertiges Kation darstellt. Formel I



Patentansprüche:

1. Pflanzenwachstumsregulierendes Mittel, **gekennzeichnet dadurch**, daß es als Wirkstoff in einer Menge von 5–95 Gew.-% mindestens eine Verbindung der allgemeinen Formel I,



worin

- R Wasserstoff, 1–8 Kohlenstoffatome enthaltendes geradkettiges oder verzweigtes Alkyl, C_{1–4} Halogenalkyl oder C_{1–4} Alkoxy-C_{1–2}alkyl bedeutet,
 R¹ für 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl, 4-Methyl-kumarin-7-yl, 2,2,4-Trimethyl-(2H)-chromen-5-yl oder 2,2,4-Trimethyl-(2H)-chromen-7-yl steht und
 Me ein einwertiges Kation darstellt, und in einer Gesamtmenge von 95–5 Gew.-% geeignete feste und/oder flüssige Träger und in einer Menge von 0,20 Gew.-% oberflächenaktive Mittel enthält.
2. Pflanzenwachstumsregulierendes Mittel nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß es als Wirkstoff 2-Chloräthylphosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester, 2-Chloräthylphosphonsäure-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester oder 2-Chloräthylphosphonsäure-0-methyl-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester enthält.
3. Verfahren zur Regulierung des Pflanzenwachstums, **gekennzeichnet dadurch**, daß man die Pflanzen oder die Boden mit einer wirksamen Menge eines Mittels nach Anspruch 1 behandelt.
4. Verfahren zur Herstellung von pflanzenwachstumsregulierenden Mitteln nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß man mindestens eine Verbindung der allgemeinen Formel I, worin R, R¹ und Me die im Anspruch 1 angegebene Bedeutung haben, mit geeigneten, inerten, festen oder flüssigen Trägern und gegebenenfalls mit oberflächenaktiven Mitteln vermischt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft neue pflanzenwachstumsregulierende Mittel und deren Anwendung in der Landwirtschaft und im Gartenbau.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

In der HU-PS 160618 sind mit Pirokatechin, 4-Chlorpirokatechin, Phenol, Salicylalkohol, Salicylsäure, Resorcon und anderen Alkanolen gebildete Ester der 2-Chloräthylphosphonsäure beschrieben. Die biologische Wirksamkeit dieser Verbindungen wird an Tomaten, Bohnen, Ananas und Ährenweizen nachgewiesen.

Ferner ist die pflanzenwachstumsregulierende und desikkierende Wirkung von 2-Halogenäthylphosphonsäurealkoxytrichlormethylester bekannt.

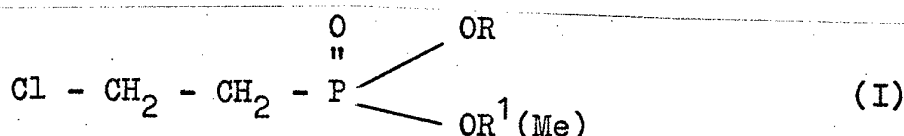
Nach der US-PS 4042370 werden Cyanoalkyl-, Alkoxy-carbonylalkyl-alkynyl Oxo- bzw. Thioester der 2-Chloräthylphosphonsäure zur Behandlung von Gummibäumen zwecks Erhöhung des Latexertrages verwendet. In einem Artikel in J. Prakt. Chem. **1975**, 798–806 werden cyclische Ester der 2-Chloräthylphosphonsäure beschrieben, in welchen das an das Sauerstoffatom gebundene Kohlenwasserstoffatom Wasserstoff oder Alkyl tragen kann oder bei denen an zwei Sauerstoffatomen eine Cycloalkylengruppe gebunden sein kann.

Ziel der Erfindung

Mit der Erfindung sollen verbesserte pflanzenwachstumsregulierende Mittel bereitgestellt werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Erfindung betrifft pflanzenwachstumsregulierende Mittel, die als Wirkstoff neue 2-Chloräthylphosphonsäureester der allgemeinen Formel I



enthalten, worin

R Wasserstoff, 1–8 Kohlenstoffatome enthaltendes geradkettiges oder verzweigtes Alkyl, C_{1–4}-Halogenalkyl oder C_{1–4}-Alkoxy-C_{1–2}-alkyl bedeutet,

R¹ für 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl, 4-Methyl-kumarin-7-yl, 2,2,4-Trimethyl-(2H)-chromen-5-yl oder 2,2,4-Trimethyl-(2H)-chromen-7-yl steht und

Me ein einwertiges Kation darstellt.

Die neuen Wirkstoffe werden hergestellt, indem man das entsprechende Benzofuran-, Kumin- oder Chromen-Derivat in Gegenwart eines Säurebindemittels mit 2-Chloräthylphosphonsäuredichlorid umsetzt. Bei der Herstellung der Diester wird das entsprechende Benzofuran-, Kumin- oder Chromenderivat und das Alkanol in Gegenwart eines Säurebindemittels umgesetzt, und das gewünschte Endprodukt wird in bekannter Weise isoliert.

Die Salze der neuen 2-Chloräthylphosphonsäureester der allgemeinen Formel I werden hergestellt, indem man den gebildeten Ester ohne Isolierung mit dem entsprechenden Metallhydroxyd umsetzt.

Die neuen pflanzenwachstumsregulierenden Mittel enthalten als Wirkstoff mindestens eine Verbindung der allgemeinen Formel I und geeignete, inerte, feste oder flüssige Träger und gegebenenfalls oberflächenaktive Mittel.

Unter dem Ausdruck „pflanzenwachstumsregulierende Mittel“ sind solche Wirkstoffe enthaltende Zusammensetzungen zu verstehen, die auf die physiologischen Vorgänge des Pflanzenwachstums eine, vom Zeitpunkt der Anwendung, dem Entwicklungsstadium der Pflanze und der angewendeten Wirkstoffkonzentration abhängige Wirkung ausüben.

Der Wirkstoff der allgemeinen Formel I wird in Form von in der Landwirtschaft üblichen Mitteln bereitgestellt (z. B. wasserlösliche Konzentrate, Staubmittel, netzbare Pulver, Granulate, emulgierbare Konzentrate, kolloidale wässrige Suspensionen usw.).

Die erfindungsgemäßen pflanzenwachstumsregulierenden Mittel werden hergestellt, indem man den oder die Wirkstoff(e) der allgemeinen Formel I mit geeigneten, festen oder flüssigen Trägern und gegebenenfalls mit oberflächenaktiven Mitteln vermischt und gewünschtenfalls homogenisiert.

Der Wirkstoffgehalt der erfindungsgemäßen pflanzenwachstumsregulierenden Mittel liegt zwischen 0,1 Gew.-% und 95 Gew.-%.

Die erfindungsgemäßen Mittel können im allgemeinen in Form von gebrauchsfertigen Lösungen, emulgierbaren Konzentraten, Suspensionen, netzbaren Pulvern, Staubmitteln und Granulaten vorliegen.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Regelung des Pflanzenwachstums, das dadurch gekennzeichnet ist, daß man die Pflanzen oder den Boden mit einer wirksamen Menge des neuen Mittels behandelt.

Die erfindungsgemäßen Mittel können z. B. durch Begießen, Besprühen oder Bespritzen auf die zu behandelnden Pflanzen aufgebracht werden. Die Wirkstoffkonzentration kann in Abhängigkeit von den angewendeten Wirkstoffen, Trägern und/oder oberflächenaktiven Mitteln innerhalb breiter Grenzen variiert werden.

Ausführungsbeispiele

Weitere Einzelheiten der Erfindung sind den nachstehenden Beispielen zu entnehmen, ohne den Schutzzumfang auf diese Beispiele einzuschränken.

Beispiel 1

Herstellung von 2-Chloräthylphosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethylbenzofuran-7-yl)-monoester (Verbindung Nr. 1)

Zu 70 ml wasserfreiem Benzol werden 16,42 g (0,1 Mol) 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-hydroxy-benzofuran und 12,11 g (0,1 Mol) N,N-Dimethylanilin (Säurebindemittel) zugegeben, woraufhin unter Rühren bei Raumtemperatur 21,93 g (0,12 Mol) 2-Chloräthylphosphonsäuredichlorid tropfenweise zugegeben werden. Das Reaktionsgemisch wird 2 Stunden lang zum Sieden erhitzt. Der Fortgang der Reaktion wird durch gaschromatographische Analyse verfolgt.

Am Ende der Reaktion wird das Reaktionsgemisch abgekühlt und bei einer Temperatur von 20–30°C eine Lösung von 5,6 g (0,14 Mol) Natriumhydroxyd in 30 ml Wasser tropfenweise zugegeben. Das Reaktionsgemisch wird 2 Stunden lang zum Sieden erhitzt und dann abgekühlt. Sodann wird die Benzolphase abgetrennt, über wasserfreiem Natriumsulfat getrocknet und das Benzol auf einem Rotationsfilmverdampfer abdestilliert. Der gelbe, zähflüssige ölige Rückstand wird mit Hexan gewaschen und einer gaschromatographischen Analyse unterworfen. Das Brechungsindex n_D^{25} der erhaltenen Titelverbindung beträgt 1,5225.

Man verfährt wie oben angegeben, mit dem Unterschied, daß man anstatt des 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-hydroxy-benzofurans das 4-Methyl-umbelliferon verwendet. Es wird in Form eines viskosen, harzartigen Produktes der 2-Chloräthylphosphonsäure-0-(4'-methylkumarin-7'-yl)-ester erhalten;

$n_D^{25} = 1,5650$.

Beispiel 2

Herstellung von 2-Chloräthylphosphonsäure-0-methyl-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester (Verbindung Nr. 2)

Auf die im Beispiel 1 beschriebene Weise werden 16,42 g (0,1 Mol) 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-hydroxy-benzofuran, 12,11 g (0,1 Mol) Dimethyl-7-hydroxy-benzofuran, 12,11 g (0,1 Mol) N,N-Dimethyl-anilin und 21,93 g (0,12 Mol) 2-Chloräthylphosphonsäuredichlorid umgesetzt.

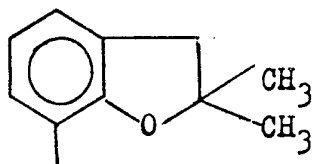
Dem abgekühlten Reaktionsgemisch wird bei einer Temperatur von 20–36°C ein Gemisch von 3,52 g (0,11 Mol) Methanol und 12,11 g (0,1 Mol) N,N-Dimethyl-anilin tropfenweise zugegeben. Das Reaktionsgemisch wird 2 Stunden lang zum Sieden erhitzt. Der Fortgang der Umsetzung wird gaschromatographisch verfolgt. Nach Abkühlen des Reaktionsgemisches wird das ausgeschiedene N,N-Dimethyl-anilin-hydrochlorid abfiltriert, die Benzollösung mit verdünnter Salzsäure, einer wässrigen Natriumhydroxydlösung und Wasser gewaschen. Dann wird es über wasserfreiem Natriumsulfat getrocknet und das Lösungsmittel wird auf einem Rotationsfilmverdampfer unter vermindertem Druck abdestilliert.

Es werden in Form eines orangefarbenen, zähflüssigen Produktes 15,76 g der Titelverbindung erhalten, $n_D^{15} = 1,5180$.

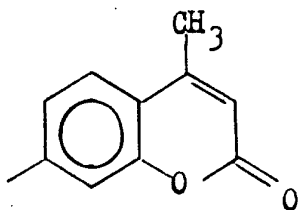
Analog zu den Beispielen 1 und 2 werden die in der Tabelle I aufgeführten Verbindungen Nr. 3–10 hergestellt.

Tabelle I

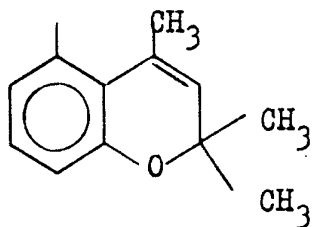
Verbindung Nr.	Reaktionskomponenten		Verbindung der allgemeinen meinen Formel I		Endprodukt
	Aliphatischer Alkohol	Heterocyclisches Phenol	R	R ¹	
3.	2-Chlor- äthanol	2,3-Dihydro 2,2-dimethyl 7-hydroxy- benzofuran	Cl-CH ₂ -CH ₂ -	(A)	2-Chloräthylphosphonsäure- 0-methyl-0-(2,3-dihydro- 2,2-dimethyl-benzofuran- 7-yl)-ester
4.	n-Oktyl- alkohol	2,3-Dihydro- 2,2-dimethyl- 7-hydroxy- benzofuran	C ₈ H ₁₇ -	(A)	2-Chloräthylphosphonsäure- 0-(2-chloräthyl)-0-(2,3- dihydro-2,2-dimethyl-benzo- furan-7-yl)-ester
5.	2-Butoxy- äthanol	2,3-Dihydro- 2,2-dimethyl- 7-hydroxy- benzofuran	C ₄ H ₉ -O-CH ₂ -CH ₂ -	(A)	2-Chloräthylphosphonsäure- 0-(2-butoxyäthyl)-0-(2,3- dihydro-2,2-dimethyl-benzo- furan-7-yl)-ester
6.	sek. Butanol	2,3-Dihydro- 2,2-dimethyl 7-hydroxy- benzofuran	CH ₃ -CH-CH ₂ - CH ₃	(A)	2-Chloräthylphosphonsäure- 0-(2-methylpropyl)-0-(2,3- dihydro-2,2-dimethyl-benzo- furan-7-yl)-ester
7.	—	4-Methyl- umbelli- feron	H	(B)	2-Chloräthylphosphonsäure- 0-(4-methyl-kumarin-7-yl)- ester
8.	Methanol	4-Methyl- umbelli- feron	CH ₃	(B)	2-Chloräthylphosphonsäure- 0-methyl-0-(4-methyl- kumarin-7-yl)-ester
9.	Methanol	2,2,4-Trimethyl- (2H)-5-hydroxy- chromen	CH ₃	(C)	2-Chloräthylphosphonsäure- 0-methyl-0-(2,2,4-tri- methyl-[2H]-chromen-5-yl)- ester
10.	Methanol	2,2,4-Trimethyl- (2H)-7-hydroxy- chromen	CH ₃	(D)	2-Chloräthylphosphonsäure- 0-methyl-0-(2,2,4-tri- methyl-(2H)-chromen-7-yl)- ester



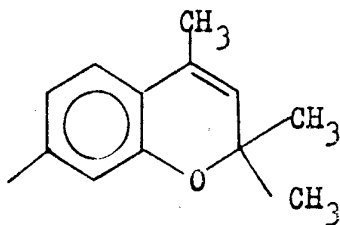
/A/



/B/



/C/



/D/

Beispiel 3

Emulgierbares Konzentrat

Komponente

Verbindung Nr. 2

Gemisch von Polyoxyäthylenalkylaryläther
und Alkylphenolalkoxylat
(Emulsogen I-4, Hoechst)

Toluol

Menge, Gew.-%

10

5

85

Gesamtgewicht

100

Beispiel 4

Emulgierbares Konzentrat

Komponente

Verbindung Nr. 3

α-[4-(1,1,3,3-Tetramethyl-butyl)-phenyl]-
α-hydroxy-poly-(oxy-1,2-äthan-dyyl)
(Triton X-100)

Isophoron

Menge, Gew.-%

70

10

20

Gesamtgewicht

100

Beispiel 5

Netzbares Pulver

Komponente	Menge, Gew.-%
Verbindung Nr. 8	20
Natriumoleymethyltaurid (Arkopon T Hoechst)	7
Natriumligninsulfat	5
Kolloidales synthetisches Siliziumdioxid	28
Kaolin	40
Gesamtgewicht	100

Beispiel 6

Staubmittel

Komponente	Menge, Gew.-%
Verbindung Nr. 2	1
Talk	99
Gesamtgewicht	100

Beispiel 7

Kolloidales wäßriges Suspensionskonzentrat

Komponente	Menge, Gew.-%
Verbindung Nr. 10	30
Gemisch von Polyoxyäthylenmonolaurat und Alkylphenolalkoxylaten (Emulsogen IC, Hoechst)	6
Magnesiumligninsulfat	4
Lecitin	4
Kolloidales synthetisches Siliziumdioxid	26
Wasser	30
Gesamtgewicht	100

Beispiel 8

Granulat

Komponente	Menge, Gew.-%
Verbindung Nr. 4	5
Kaolin	95
Gesamtgewicht	100

Beispiel 9

Emulgierbares Konzentrat

Komponente	Menge, Gew.-%
Verbindung Nr. 1	85
Polyoxyäthylensorbitanmonolaurat (Tween-20, Atlas)	10
Methylenchlorid	5
Gesamtgewicht	100

Beispiel 10

Wasserlösliches Konzentrat

Komponente	Menge, Gew.-%
Verbindung Nr. 1	10
Polyoxyäthylensorbitanmonolaurat (Tween 20, Atlas)	8
Wasser	82
Gesamtgewicht	100

Beispiel 11

Staubmittel

Komponente	Menge, Gew.-%
Verbindung Nr. 1	1
Talk	99
Gesamtgewicht	100

Beispiel 12**Netzbares Pulver**

Komponente	Menge, Gew.-%
Verbindung Nr. 1	70
Fettalkoholsulfonat	6
Natriumligninsulfat	4
Kolloidales synthetisches Siliziumdioxid	16
Kaolin	4
Gesamtgewicht	100

Beispiel 13**Granulate**

Komponente	Menge, Gew.-%
Verbindung Nr. 14	5
Vermiculit	95
Gesamtgewicht	100

Biologische Versuche

Die pflanzenwachstumsregulierende Wirkung der erfindungsgemäßen Verbindungen der allgemeinen Formel I und der Salze davon wird im Treibhaus an Tomaten, Soja und Sonnenblumen bestimmt. Die Pflanzen werden in mit Torf gefüllte Töpfe eingesät und bzw. eingepflanzt. Die postemergente Behandlung wird an Tomaten, Soja und Sonnenblumen im Entwicklungsstadium von 20 bis 30 cm, 10 bis 20 cm bzw. 10 bis 20 cm Höhe durchgeführt.

Bei den Versuchen wird neben der Kontrolle (K) als Wirkstoff 2-Chloräthylphosphonsäure-0-methyl-0-2-(2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester (Verbindung Nr. 2) und als Vergleichsverbindung 2-Chloräthyl-phosphonsäure (Verbindung F) und 2,2-Dimethyl-2,3-dihydro-7-hydroxy-benzofuran (G) verwendet. An Tomaten wird auch eine pre-emergente Behandlung durchgeführt. Die verwendeten Dosen und die erhaltenen Ergebnisse sind in den nachstehenden Tabellen aufgeführt.

Es werden gegebenenfalls mehrere Versuche (Wiederholungen) durchgeführt, die mit römischen Zahlen bezeichnet sind.

Zwecks Auswertung der biologischen Versuche wird die Änderung der Höhe der Pflanzen bestimmt. Bei der post-emergenten Behandlung wird die Höhenänderung an Tomaten am 4., 7. und 10. Tag nach der Behandlung, an Soja und Sonnenblumen am 7. Tag nach der Behandlung und bei der pre-emergenten Behandlung ebenfalls am 7. Tag bestimmt. Die Ergebnisse werden in % der Ausgangspflanzenhöhe ausgedrückt.

Tabelle 1**Einfluß einer post-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Tomaten**

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung in % der Ausgangshöhe		
		am 4. Tag	am 7. Tag	am 10. Tag
K		29	53	71
Verbindung Nr. 2	0,5	47	81	101
	1,0	47	77	100
	2,0	41	71	85
	2,0	43	65	70
F	0,5	42	69	86
	1,0	41	68	76
	2,0	31	63	78
G	0,5	37	62	80
	1,0	38	70	83

Aus den obigen Ergebnissen geht hervor, daß der 2-Chloräthylphosphonsäure-0-methyl-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle die Höhe von Tomaten wesentlich steigert. Die Höhensteigerung steht zur Erhöhung der Dosis im umgekehrten Verhältnis.

In einer Dosis von 2,0 kg/ha zeigt der Ester die gleiche Wirkung wie 2,0 kg/ha des 2,2-Dimethyl-2,3-dihydro-7-hydroxybenzofurans bzw. 0,5 kg/ha der 2-Chloräthylphosphonsäure.

Tabelle 2**Einfluß einer post-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Sojapflanzen**

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe					Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.	V.	
K		23,4	26,9	21,1	25,1	26,2	24,5
Verbindung Nr. 2	0,5	17,1	24,5	29,0	25,8	23,1	23,4
	1,0	14,9	24,5	24,0	23,1	17,1	20,7
	2,0	16,0	13,3	18,6	18,0	14,5	16,1

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe					Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.	V.	
F	0,5	13,0	11,3	14,1	15,1	9,4	12,6
	1,0	15,1	10,6	12,4	11,4	11,4	12,2
	2,0	6,6	10,0	8,5	9,5	8,8	8,7
G	0,5	33,8	28,2	32,6	37,6	33,3	33,1
	1,0	22,6	30,4	35,8	22,1	33,8	28,9
	2,0	23,8	18,4	20,5	20,6	19,5	20,6

Aus der obigen Tabelle geht hervor, daß im Gegensatz zu den an Tomaten gemessenen Ergebnissen der 2-Chloräthylphosphonsäure-0-methyl-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester in größeren Dosen (1,0, 2,0 kg/ha) die Höhe der Sojapflanze verringert. Das Ausmaß der Höhenverminderung liegt unter den bei ähnlichen Dosen der 2-Chloräthylphosphonsäure gemessenen Werten. Das 2,2-Dimethyl-2,3-dihydro-7-hydroxybenzofuran übt an sich in einer Dosis von 0,5 und 1,0 kg/ha eine starke pflanzenwachstumsfördernde und in einer Dosis von 2,0 kg/ha eine geringe pflanzenwachstumsherabsetzende Wirkung aus.

Tabelle 3
Einfluß der post-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Sonnenblumen

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe					Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.	V.	
K		33,0	38,8	31,1	27,9	26,7	31,5
Verbindung Nr. 2	1,0	24,3	22,2	24,2	28,4	29,6	25,7
	2,0	21,2	17,0	20,0	20,5	21,5	20,0
F	1,0	6,3	5,0	6,1	5,4	6,2	5,8
	2,0	5,8	5,1	5,0	4,0	2,7	4,5
G	1,0	27,8	25,0	38,9	33,3	26,5	30,3
	2,0	32,9	35,0	35,3	30,1	30,2	32,7
G + F	0,5 + 0,5	18,9	17,4	17,3	23,5	20,5	19,5
	0,5 + 1,0	10,6	10,4	10,7	10,7	10,8	10,6
	1,0 + 0,5	20,2	25,5	21,3	15,7	23,6	21,3
	1,0 + 1,0	10,1	8,5	10,3	11,8	14,2	11,0

Im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle vermindert der 2-Chloräthylphosphonsäure-0-methyl-0-(2,3-dihydro-2,2-Dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester das Wachstum von Sonnenblumen in einer Dosis von 1 kg/ha und 2,0 kg/ha um ein Sechstel bzw. um ein Drittel. Eine ähnliche Dosis der 2-Chloräthylphosphonsäure ruft ein Höhenwachstum von nur einem Sechstel der unbehandelten Kontrolle hervor.

Das 2,2-Dimethyl-2,3-dihydro-7-hydroxy-benzofuran übt keinen wesentlichen Einfluß auf das Wachstum aus.

Bei Mischungen, die die 2-Chloräthylphosphonsäure und das 2,2-Dimethyl-2,3-dihydro-7-hydroxy-benzofuran in verschiedenen Mengenverhältnissen enthalten, wurde festgestellt, daß die depressante Wirkung der 2-Chloräthylphosphonsäure herabgesetzt wurde. Es wurde weiterhin gefunden, daß in einer 1:1 Mischung der beiden Komponenten die depressante Wirkung der 2-Chloräthylphosphonsäure nur wenig abnimmt.

Tabelle 4
Einfluß einer pre-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Tomaten

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe				Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.	
K		28,4	31,3	27,5	26,1	28,3
Verbindung Nr. 2	1,0	28,6	29,5	30,7	31,6	30,1
	2,0	35,2	33,1	30,8	32,6	32,9
	4,0	26,2	24,5	26,3	25,2	25,6
	8,0	20,8	17,6	18,9	17,1	18,6
F	2,0	27,5	26,9	33,1	28,2	28,9
G	2,0	33,1	32,6	29,8	32,9	32,1

Eine Prüfung der durch den Boden ausgeübten Wirkung der Präparate zeigt, daß die 2-Chloräthylphosphonsäure auf den Boden besprüht keine pflanzenwachstumsregulierende Wirkung besitzt. Das 2,2-Dimethyl-2,3-dihydro-7-hydroxy-benzofuran fördert das Wachstum in einer Dosis von 2 kg/ha, ähnlicherweise wie der 2-Chloräthylphosphonsäure-0-methyl-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester in Dosen von 1,0 bzw. 2,0 kg/ha. Das Wachstum der Tomaten wird bei einer Dosis von 4 kg/ha in einem geringen Ausmaß und bei einer Dosis von 8,0 kg/ha um etwa ein Drittel vermindert.

Der Einfluß von 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester auf das Wachstum von Tomaten, Sojabohnen und Sonnenblumen wird weiterhin unter Treibhausbedingungen in Zuchtgefäßversuchen bei der post-emergenten und pre-emergenten Methode bestimmt.

Der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester fördert das Wachstum der Tomaten. Das Ausmaß der Wachstumssteigerung steht zur Dosis im umgekehrten Verhältnis.

Der Effekt des Wirkstoffes hängt vom Testspezies und dem Entwicklungsstadium ab.

Die bei Tomaten angewendeten Dosen setzen die Höhe von Sojapflanzen und Sonnenblumen proportional zur Wirkstoffmenge pro Hektar herab.

Im Gegensatz zur 2-Chloräthylphosphonsäure dringt der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester an Tomaten bei pre-emergenter Behandlung aus dem Boden durch die Wurzeln in die Pflanzen ein und übt eine pflanzenwachstumsregulierende Wirkung aus.

Die biologischen Versuche werden unter den angegebenen Bedingungen unter Anwendung der erwähnten Testpflanzen wiederholt. Als Wirkstoff wird der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester (Verbindung Nr. 7) verwendet. Als Vergleich wird neben der unbehandelten Kontrolle (K) die 2-Chloräthyl-phosphonsäure (F) und das 7-Hydroxy-4-methyl-kumarin (M) eingesetzt.

Tabelle 5
Einfluß der post-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Tomaten

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe		
		am 4. Tag	am 7. Tag	am 10. Tag
K		29	53	71
Verbindung Nr. 7	0,5	38	73	90
	1,0	44	81	95
	2,0	40	66	83
F	0,5	42	69	86
	1,0	41	68	76
	2,0	43	65	70
M	0,5	33	60	72
	1,0	35	64	78
	2,0	37	70	82

Aus der Tabelle 5 geht hervor, daß der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle das Wachstum von Tomaten wesentlich fördert. Die Wirkung kann als Funktion der Dosis mit Hilfe einer Kurve dargestellt werden, deren Maximum bei einer Dosis von 1,0 kg/ha liegt. Bei einer weiteren Erhöhung der Dosis tritt bereits die pflanzenwachstumsvermindernde Wirkung des Präparats in den Vordergrund. Es kann weiterhin festgestellt werden, daß die pflanzenwachstumsfördernde Wirkung größer als die des 7-Hydroxy-4-methyl-kumarin und die in höheren Dosen auftretende pflanzenwachstumsvermindernde Wirkung geringer als die der 2-Chloräthylphosphonsäure ist.

Tabelle 6
Einfluß einer post-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Sojapflanzen

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe					Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.	V.	
K		23,4	26,9	21,1	25,1	26,2	24,5
Verbindung Nr. 7	0,5	18,2	22,4	26,0	22,4	23,6	22,5
	1,0	19,3	21,1	22,6	20,8	21,2	21,0
	2,0	15,4	13,2	15,7	16,0	15,1	15,1
F	0,5	13,0	11,3	14,1	15,1	9,4	12,6
	1,0	15,1	10,6	12,4	11,4	11,4	12,2
	2,0	6,6	10,0	8,5	9,5	8,8	8,7
M	0,5	30,7	31,0	31,5	33,2	35,2	32,4
	1,0	24,2	30,1	30,2	24,1	29,8	27,7
	2,0	21,9	19,0	20,0	20,2	18,7	20,0

Bei Sojapflanzen vermindert der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester — abweichend von den an Tomaten erhaltenen Ergebnissen — in allen drei getesteten Dosen das Pflanzenwachstum. Das Ausmaß der Verminderung ist geringer als bei Anwendung von ähnlichen Dosen der 2-Chloräthyl-phosphonsäure. Das 7-Hydroxy-4-methyl-kumarin übt in einer Dosis von 0,5 kg/ha eine pflanzenwachstumsfördernde und in einer Dosis von 2,0 kg/ha eine pflanzenwachstumshemmende Wirkung aus.

Tabelle 7
Einfluß der post-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Sonnenblumen

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe					Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.	V.	
K		33,0	38,8	31,1	27,9	26,7	31,5
Verbindung Nr. 7	1,0	22,1	20,8	23,0	24,1	23,7	22,7
	2,0	19,3	17,6	20,1	18,9	21,1	19,4
F	1,0	6,3	5,0	6,1	5,4	6,2	5,8
	2,0	5,8	5,1	5,0	4,0	2,7	4,5
M	1,0	31,3	34,6	29,8	30,5	32,4	31,7
	2,0	27,4	28,2	27,5	26,9	28,1	27,6
M + F	0,5 + 0,5	20,3	19,8	21,0	19,5	20,4	20,2
	1,0 + 0,5	9,9	10,4	9,2	9,5	10,0	9,8
	0,5 + 1,0	21,4	25,0	22,0	21,3	24,2	10,2
	1,0 + 1,0	9,5	9,1	10,6	10,2	11,4	10,2

Im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle vermindert der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester in beiden getesteten Dosen das Wachstum von Sonnenblumen. Die 2-Chloräthyl-phosphonsäure setzt das Pflanzenwachstum wesentlich herab, das 7-Hydroxy-4-methyl-kumarin beeinflusst das Pflanzenwachstum in einer Dosis von 1 kg/ha nicht und übt in einer Dosis von 2 kg/ha eine geringe pflanzenwachstumsvermindernde Wirkung aus.

In Versuchen werden Mischungen, welche die 2-Chloräthylphosphonsäure und das 7-Hydroxy-4-methyl-kumarin in verschiedenen Mengenverhältnissen enthalten, eingesetzt. Es wurde gefunden, daß die depressante Wirkung der 2-Chloräthylphosphonsäure durch das 7-Hydroxy-4-methyl-kumarin vermindert wird.

Tabelle 8
Einfluß der pre-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Tomaten

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe				Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.	
K		28,4	31,3	27,5	26,1	28,3
Verbindung Nr. 7	1,0	32,1	33,6	30,8	31,5	32,0
	2,0	35,8	36,1	33,4	34,1	34,9
	4,0	27,2	25,1	25,8	24,7	25,2
	8,0	17,4	19,2	17,6	17,0	17,8
F	2,0	27,5	26,9	33,1	28,2	28,9
M	2,0	30,1	34,6	30,8	32,9	32,1

Die Bestimmung der über die Wurzeln ausgeübten Wirkung der Testpräparate zeigt, daß die 2-Chloräthyl-phosphonsäure durch die Wurzeln der Pflanzen nicht wirkt.

Das 7-Hydroxy-4-methyl-kumarin übt in einer Dosis von 2 kg/ha eine pflanzenwachstumsfördernde Wirkung aus — ähnlich wie der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester in einer Dosis von 1,0 und 2,0 kg/ha. Wenn man die Dosis auf 4,0 und 8,0 kg/ha erhöht, wird das Wachstum der Tomatenpflanzen verringert.

Wenn man den 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester auf die Blätter sprüht, wird die Höhe der Tomatenpflanzen gesteigert.

In den getesteten Dosen wird das Wachstum von Sojapflanzen und Sonnenblumen durch den Wirkstoff vermindert.

Wenn man den 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester pre-emergent bei Tomaten auf den Boden sprüht, gelangt dieser Wirkstoff in die Wurzeln der Tomatenpflanzen und übt eine pflanzenwachstumsregulierende Wirkung aus und die Höhe der Tomatenpflanzen wird dadurch reguliert.

Es werden weitere biologische Versuche unter den angegebenen Bedingungen und unter Anwendung der genannten Testpflanzen durchgeführt. Als Wirkstoff wird der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester (Verbindung Nr. 1) verwendet. Neben der Kontrolle (K) werden als Vergleichssubstanz die 2-Chloräthylphosphonsäure (F) und das 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-hydroxy-benzofuran (N) eingesetzt.

Tabelle 9
Einfluß der post-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Sojapflanzen

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe					Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.	V.	
K		23,4	26,9	21,1	25,1	26,2	24,5
Verbindung	0,5	14,9	15,1	13,6	14,8	14,1	14,5
Nr. 1	1,0	13,7	14,0	14,6	14,1	13,8	14,0
	2,0	13,1	13,5	12,9	13,6	13,0	13,2
F	0,5	13,0	11,3	14,1	15,1	9,4	12,6
	1,0	15,1	10,6	12,4	11,4	11,4	12,2
	2,0	6,6	10,0	8,5	9,5	8,8	8,7
N	0,5	33,8	28,2	32,6	37,6	33,3	33,1
	1,0	22,6	30,4	35,8	22,1	33,8	28,9
	2,0	23,8	18,4	20,5	20,6	19,5	20,6

Der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester beeinflusst das Wachstum von Sojapflanzen. In der Testperiode beträgt die durchschnittliche Zunahme der unbehandelten Pflanzen 24,5%, wobei der entsprechende Wert der mit verschiedenen Dosen des 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-esters behandelten Pflanzen nur bei 13% liegt.

Tabelle 10
Einfluß der post-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Sonnenblumen

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe					Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.	V.	
K		33,0	38,8	31,1	27,9	26,7	31,5
Verbindung	1,0	8,7	10,3	9,4	9,7	10,0	9,6
Nr. 1	2,0	7,5	6,6	8,0	6,4	7,0	7,1
F	1,0	6,3	5,0	6,1	5,4	6,2	5,8
	2,0	5,8	5,1	5,0	4,0	2,7	4,5
N	1,0	27,8	25,0	38,9	33,3	26,5	30,3
	2,0	32,9	35,0	35,3	30,1	30,2	32,7
N + F	0,5 + 0,5	18,9	17,4	17,3	23,5	20,5	19,5
	0,5 + 1,0	10,6	10,4	10,7	10,7	10,8	10,6
	1,0 + 0,5	20,2	25,5	21,3	15,7	23,6	21,3
	1,0 + 1,0	10,1	8,5	10,3	11,8	14,2	11,0

Das Wachstum von Sonnenblumen wird durch den 2-Chloräthylphosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle wesentlich herabgesetzt. In der Testperiode nimmt die Höhe der unbehandelten Kontrolle im Vergleich zur Ausgangshöhe um 31,5% zu, wobei die Zunahme im Falle der mit dem Testwirkstoff behandelten Pflanzen nur 9,6–7,1% beträgt. Wenn man die beiden Komponenten, d. h. die 2-Chloräthylphosphonsäure und das 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-hydroxy-benzofuran in verschiedenen Mengenverhältnissen miteinander kombiniert, ist die gemeinsame Wirkung der Kombination auch in Dosen von 1,0 kg/ha + 0,5 kg/ha bzw. 1,0 kg/ha + 1,0 kg/ha der Aktivität der erfindungsgemäßen Verbindung unterlegen.

Tabelle 11
Einfluß der pre-emergenten Behandlung auf das Wachstum von Tomaten

Testpräparat	Behandlung Dosis kg/ha	Änderung, als % der Ausgangshöhe					Durchschnittswert
		I.	II.	III.	IV.		
K		28,4	31,3	27,5	26,1	28,3	
Verbindung	1,0	38,6	40,2	37,9	38,3	38,8	
Nr. 1	2,0	43,2	41,8	42,0	39,6	41,2	
	4,0	41,7	44,6	43,9	42,7	43,2	
	8,0	21,4	19,6	24,3	20,5	21,5	
F	2,0	27,5	26,9	33,1	28,2	28,9	
N	2,0	33,1	32,6	29,8	32,9	32,1	

Bei der pre-emergenten Anwendung übt der aus dem Boden in die Pflanze eingeführte 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester eine wesentliche pflanzenwachstumsfördernde Wirkung an Tomaten aus. In der Testperiode beträgt die Höhenzunahme der unbehandelten Kontrolle im Vergleich zur Ausgangshöhe 28,3%. Dagegen liegt das

Wachstum der Höhe der mit 1–4 kg/ha 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester behandelten Pflanzen im Bereich von 38,8–43,2%. Wenn man die Dosis auf 8,0 kg/ha erhöht, schlägt die pflanzenwachstumsfördernde Wirkung in eine pflanzenwachstumsvermindernde Wirkung über.

Die Testergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

Der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester übt, auf Sojapflanzen und Sonnenblumen aufgesprüht, eine wesentliche pflanzenwachstumsvermindernde Wirkung aus. Auf Grund dieser Verminderung kann festgestellt werden, daß der obige Wirkstoff das Pflanzenwachstum bei einer post-emergenten Behandlung reguliert.

Im Falle einer pre-emergenten Behandlung wird die pflanzenwachstumsregulierende Wirkung des 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-esters ebenfalls beobachtet (z. B. an Tomaten).

Die post-emergente Wirksamkeit der erfindungsgemäßen Mittel wird unter Freilandbedingungen an Soja, Mais, Winterweizen und Gewürzpaprika nachgewiesen. Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 12–15 aufgeführt.

Soja

Versuchsbedingungen

Bodentyp: Wiesen „csernozjom“ (schwarzer Boden)

Pre-saatgut: Zuckerrübe

Mineraldüngung: 50 kg/ha N (Ammoniumnitrat)

100 kg/ha P₂O₅ (18%iges Superphosphat)

120 kg/ha K₂O (50%iges Kalisalz)

Unkrautbekämpfung: 910 g/ha 2,6-Dinitro-N,N-diisopropyl-4-trifluormethyl-anilin + 900 kg/ha N-(4-Brom-3-chlorphenyl)-N'-methoxy-N-methylharnstoff

Sorte ISz-15

Stammzahl: 350 000 Stämme/ha

Parzellengröße: 2 × 10 m

Zahl der Wiederholungen: 6

Spritzbrühe: 220 l/ha

Behandlungen:

- | | |
|--|------------|
| 1) Unbehandelte Kontrolle | |
| 2) 2-Chloräthyl-phosphonsäure | 250 g/ha |
| 3) 2-Chloräthyl-phosphonsäure | 500 g/ha |
| 4) 2-Chloräthyl-phosphonsäure | 1 000 g/ha |
| 5) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester | 250 g/ha |
| 6) 1-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester | 500 g/ha |
| 7) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester | 1 000 g/ha |
| 8) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester | 250 g/ha |
| 9) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester | 500 g/ha |
| 10) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester | 1 000 g/ha |

Die Pflanzen werden am Anfang der Sprossung von Soja besprüht. Die Wirkstoffkonzentration der Spritzbrühe beträgt 1,13 g/l–4,54 g/l. Die Versuche werden unter Anwendung der in den Beispielen 3 und 8 beschriebenen Mittel durchgeführt.

Tabelle 12

Einfluß der post-emergenten Wirkung auf den Ertrag bei Soja

Nr. der Behandlung	Dosis g/ha	Durchschnittlicher Ernteertrag, t/ha	Änderung, als % der Kontrolle
1.	–	2,60	100
2.	250	2,68	103
3.	500	2,32	89
4.	1 000	2,05	79
5.	250	3,00	115
6.	500	2,90	111
7.	1 000	2,74	105
8.	250	2,98	115
9.	500	3,00	115
10.	1 000	2,82	108

Aus den obigen Ergebnissen geht hervor, daß die neuen Verbindungen — im Gegensatz zur 2-Chloräthylphosphonsäure — den Ertrag erhöhen.

Der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester und der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4-methyl-kumarin-7-yl)-ester rufen in einer Dosis von 250 g/ha eine Ertragserhöhung von jeweils 15% hervor. Bei einer größeren Dosis von 1 000 g/ha beträgt die Ertragserhöhung nur 5–8%. Dagegen tritt bei der Anwendung einer ähnlichen Dosis von 2-Chloräthylphosphonsäure eine 21%ige Herabsetzung des Ertrages auf.

Winterweizen

Versuchsbedingungen

Bodentyp: Weizen „csernozjom“ (schwarzer Boden)

Pre-saatgut: Erbsen

Mineraldüngung: 200 kg/ha N (Ammoniumnitrat)

120 kg/ha P₂O₅ (18%iges Superphosphat)

140 kg/ha K₂O (50%iges Kalisalz)

Unkrautbekämpfung: 1000 g/ha 2,4-Dichlor-phenoxyessigsäureammoniumsalz

Sorte: MV-8

Stammzahl: 5,5 Millionen Stämme/ha

Parzellengröße: 2 × 10 m

Zahl der Wiederholungen: 6

Spritzbrühe: 200 l/ha

Behandlungen:

1) Unbehandelte Kontrolle	–
2) 2-Chloräthylphosphonsäure	500 g/ha
3) 2-Chloräthylphosphonsäure	1000 g/ha
4) 2-Chloräthylphosphonsäure	2000 g/ha
5) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester	500 g/ha
6) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester	1000 g/ha
7) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester	2000 g/ha
8) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester	500 g/ha
9) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester	1000 g/ha
10) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester	2000 g/ha
11) 2-Chloräthyl-phosphonsäure	50 g/ha
12) 2-Chloräthyl-phosphonsäure	100 g/ha
13) 2-Chloräthyl-phosphonsäure	200 g/ha
14) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester	50 g/ha
15) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester	100 g/ha
16) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester	200 g/ha
17) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester	50 g/ha
18) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester	100 g/ha
19) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester	200 g/ha

Die Behandlungen 2–10 werden am Bestanden und die Behandlungen 11–19 am Ährenansetzen durchgeführt. Die Wirkstoffkonzentration der Spritzbrühe beträgt 0,22 g/l–9,1 g/l. Bei den Versuchen werden die in den Beispielen 3 und 8 beschriebenen Mittel eingesetzt.

Tabelle 13

Einfluß der post-emergenten Behandlung auf den Ertrag bei Winterweizen

Nr. der Behandlung	Dosis g/ha	Durchschnittlicher Ernteertrag, t/ha	Änderung, als % der Kontrolle
1.	–	7,75	100
2.	500	7,82	101
3.	1000	7,53	97
4.	2000	6,79	87
5.	500	8,66	112
6.	1000	8,51	110
7.	2000	8,46	109
8.	500	8,80	114
9.	1000	8,97	116
10.	2000	8,88	115
11.	50	7,74	100
12.	100	7,88	102
13.	200	7,44	96
14.	50	7,91	102
15.	100	8,38	108
16.	200	8,17	105
17.	50	7,86	101
18.	100	8,30	107
19.	200	8,53	110

Aus den obigen Ergebnissen geht hervor, daß die erfindungsgemäßen Verbindungen bei Winterweizen den Ertrag um mehr als 10% erhöhen, falls die Behandlung am Bestanden durchgeführt wird.

Die 2-Chloräthyl-phosphonsäure beeinflusst den Ertrag entweder nicht oder übt in größeren Dosen eine ertragsmindernde Wirkung aus.

Werden die Behandlungen mit den erfindungsgemäßen Mitteln am Ährenansetzen mit einer Dosis von 100–200 g/ha durchgeführt, beträgt die Ertragserhöhung 5–10%.

Die in diesem Zeitpunkt ausgesprohnte 2-Chloräthylphosphonsäure beeinflusst den Ertrag praktisch nicht.

Mais

Versuchsbedingungen

Bodentyp: Wiesen „csernozjom“ (schwarzer Boden)

Pre-saatgut: Winterweizen

Mineraldüngung: 250 kg/ha N (Ammoniumnitrat)

140 kg/ha P₂O₅ (18%iges Superphosphat)

180 kg/ha K₂O (50%iges Kalisalz).

Unkrautbekämpfung: 200 g/ha N-(Äthoxymethyl-2-äthyl-6-methyl-chloracetanilid + 1000 g/ha N-(4-Brom-3-chlorphenyl)-N'-methoxy-N'-methyl-harnstoff

Sorte: Pioneer 3709

Stammzahl: 82000 Stämme/ha

Parzellengröße: 2,1 × 10 m

Zahl der Wiederholungen: 6

Spritzbrühe: 220 l/ha

Behandlungen:

- | | |
|--|-----------|
| 1) Unbehandelte Kontrolle | – |
| 2) 2-Chloräthylphosphonsäure | 500 g/ha |
| 3) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester | 250 g/ha |
| 4) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester | 500 g/ha |
| 5) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester | 1000 g/ha |
| 6) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester | 250 g/ha |
| 7) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester | 500 g/ha |
| 8) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester | 1000 g/ha |

Die Behandlungen werden im 6–8blättrigen Stadium durchgeführt. Die Wirkstoffkonzentration der Spritzbrühe beträgt 1,13 g/l bis 5,54 g/l. Die Versuche werden unter Anwendung der in den Beispielen 3 und 8 beschriebenen Mittel durchgeführt.

Tabelle 14

Einfluß der post-emergenten Wirkung auf den Maisertrag

Nr. der Behandlung	Dosis g/ha	Durchschnittlicher Ernteertrag, t/ha	Änderung, als % der Kontrolle
1.	–	7,12	100
2.	500	5,68	80
3.	250	8,30	117
4.	500	7,94	112
5.	1000	6,97	98
6.	250	8,56	120
7.	500	8,03	113
8.	1000	7,21	101

An Mais rufen der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester und der 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester in einer Dosis von 250 g/ha eine Ertragserhöhung von 17–20% hervor. Steigert man die Dosis wird die Ertragserhöhung geringer, und bei einer Dosis von 1000 g/ha liegt kein Unterschied mehr im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle vor. Im Gegensatz zu den erfindungsgemäßen Verbindungen setzt die 2-Chloräthylphosphonsäure in einer Dosis von 500 g/ha den Ertrag um 20% herab.

Gewürzpaprika

Versuchsbedingungen

Bodentyp: Weizen „csernozjom“ (schwarzer Boden)

Pre-saatgut: Zwiebel

Düngung: 40 t/ha organische Dünger

Unkrautbekämpfung: 310 g/ha 2,6-Dinitro-N,N-dipropyl-4-trifluormethylanilin und Hacken

Sorte: „Szegedi csipos“ („Szegeder“ scharfer Gewürzpaprika)

Stammzahl: 365000 Stämme/ha

Parzellengröße: 2 × 10 m

Zahl der Wiederholungen: 6

Spritzbrühe: 220 l/ha

Behandlungen:

- | | |
|--|-----------|
| 1) Unbehandelte Kontrolle | – |
| 2) 2-Chlorphosphonsäure | 1000 g/ha |
| 3) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-(2,3-dihydro-2,2-dimethyl-benzofuran-7-yl)-ester | 1000 g/ha |
| 4) 2-Chloräthyl-phosphonsäure-0-methyl-0-(4'-methyl-kumarin-7'-yl)-ester | 1000 g/ha |

Die Behandlung wird am Anfang der Paprikafärbung durchgeführt. Die Wirkstoffkonzentration der Spritzbrühe beträgt 4,54 g/l. Bei den Versuchen werden die in den Beispielen 3 und 8 beschriebenen Mittel verwendet.

Tabelle 15

Einfluß der post-emergenten Behandlung auf den Ertrag und die qualitativen Merkmale von Paprika

Präparat Nr. der Behandlung	Ertrag		Anteil der der grünen Schoten %	Farbstoff	Farbverteilung der reifen Schoten % völlig reif	halbreif wertlos	
	t/ha	%					
1.	3,15	100	28	8,84	42,5	22,6	34,8
2.	2,85	90	25	10,07	51,2	28,4	20,4
3.	3,55	113	20	9,98	70,1	11,4	18,5
4.	3,60	114	20	9,65	72,3	9,7	18,0

Die erfindungsgemäßen Verbindungen erhöhen den Paprikaertrag um 13–14%, dagegen setzt die 2-Chloräthylphosphonsäure den Ertrag herab. Der Anteil der völlig grünen Schoten ist ebenfalls geringer. Die Farbstoffmenge wird im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle erhöht, ist aber dem mit 2-Chloräthylphosphonsäure erhaltenen Wert unterlegen.

Der Anteil der die beste Qualität aufweisenden völlig reifen Schoten beträgt bei den mit den erfindungsgemäßen Verbindungen behandelten Parzellen 70%. Der Anteil der halbfreien und braun gewordenen und wertlosen Schoten ist wesentlich geringer als im Fall der unbehandelten oder mit 2-Chloräthylphosphonsäure behandelten Parzellen.