



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **257 007 A1**4(51) **A 01 N 43/90**  
**A 01 N 47/16****AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

---

(21)	WP A 01 N / 299 249 6	(22)	15.01.87	(44)	01.06.88
------	-----------------------	------	----------	------	----------

---

(71) VEB Chemiekombinat Bitterfeld, Bitterfeld, 4400, DD  
 (72) Schiewald, Ekkehard, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Roth, Hannelore, Dipl.-Agr.-Ing.; Stark, Christian, Dipl.-Agr.-Ing.; Franke, Gunther, Prof. Dr. sc. Dipl.-Landw.; Lang, Sieghard, Dr. agr. Dipl.-Landw.; Strobel, Ute, Dr. rer. nat. Dipl.-Biol.; Wozniak, Hartmut, Dr. Dipl.-Agr.-Ing.; Reinhardt, Petra, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Steinke, Walter, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Walek, Wolfgang, Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.; Kochmann, Werner, Prof. Dr. rer. nat. Dipl.-Chem., DD

---

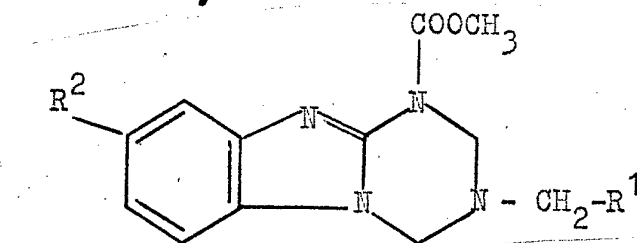
(54) **Mittel zur Beeinflussung der Ionenaufnahme von unter Salzstreß stehenden Pflanzen**

---

(55) Beeinflussung der Ionenaufnahme, Toleranz bei Salzstreß, Natriumdiskriminierung, Förderung K-Aufnahme, Stabilisierung des Wasserhaushalts, 1,3-disubstituierte Hexahydro-1,3,5-triazino(1,2-a)benzimidazole  
 (57) Die Erfindung betrifft neue Mittel zur Beeinflussung der Ionenaufnahme von Pflanzen, insbesondere zur Erhöhung der Toleranz gegenüber Streßbedingungen, wie Versalzung des Bodens bzw. beim Einsatz von Brackwasser zur Bewässerung. Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Mittel wird eine Natriumdiskriminierung , und eine Förderung der Kaliumaufnahme über die Wurzel erreicht, damit werden die durch die Natriumionen verursachten phytotoxischen Schäden vermindert und eine Stabilisierung des Wasserhaushaltes auf versalzten Böden bewirkt. Als Wirkstoffe enthalten die neuen erfindungsgemäßen Mittel 1,3-disubstituierte Hexahydro-1,3,5-triazino(1,2-a)benzimidazole.

**Patentansprüche:**

Mittel zur Beeinflussung der Ionenaufnahme von unter Salzstreß stehenden Pflanzen und zur Stabilisierung ihres Wasserhaushaltes, **gekennzeichnet dadurch**, daß sie neben üblichen Hilfs- und Trägerstoffen als Wirkstoffe substituierte Hexahydro-1,3,5-triazino(1,2-a)benzimidazole der allgemeinen Formel,



in der

R<sup>1</sup> eine Alkylgruppe mit 3-C-Atomen oder einen Arylrest, der gegebenenfalls durch Halogen, substituiert sein kann

und

R<sup>2</sup> Wasserstoff oder Methyl bedeuten, enthalten.

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft neue Mittel zur Beeinflussung der Ionenaufnahme von Pflanzen unter Streßbedingungen. Die Erfindung kann in der Landwirtschaft angewendet werden, wo insbesondere auf versalzten Böden bzw. beim Einsatz von Brackwasser zur Bewässerung ein intensiver Anbau von Nutzpflanzen (Futtergras, Getreide) möglich ist.

**Charakteristik des bekannten Standes der Technik**

In Streßsituationen werden Pflanzen in vielfältiger Weise stoffwechselphysiologisch beeinflusst, und viele Abwehrreaktionen können zu erhöhter Widerstandsfähigkeit führen. Gegenüber Salzstreß zeichnen sich natürlich resistente Pflanzen besonders durch eine bessere Selektivität der Ionenaufnahme aus, wodurch die gestreßten Pflanzen eine günstigere Ernährungssituation erlangen. Diese Selektivität wurde bisher nur durch Züchtung bzw. Wachstumsregulatoren beeinflusst. Die von JENSEN (Separation of metabolic and non metabolic steps of Rb<sup>+</sup> uptake in spring wheat roots with different K<sup>+</sup> status, Phyt. Plant, 52 [1981], 437-441) beschriebene Beeinflussung der Ionenaufnahme durch Dinitrophenol bezieht sich lediglich auf die Trennung der metabolischen und nichtmetabolischen Aufnahme von Rb<sup>+</sup>-Ionen.

Aus der US-PS 3505055 geht hervor, daß Thiazolyl-5-carbonsäureamide das Wachstum von Gerstensämlingen auf Böden mit geringer Fruchtbarkeit fördern und somit pflanzenwachstumsregulierende Wirkungen besitzen.

Es ist weiterhin bekannt, daß synthetische Mittel mit wachstumsbeeinflussender Wirkung, beispielsweise Derivate von 3-(2'-Chlorphenoxy)-1,2-propandiol-bis-[(2'',4'',5''-trichlorphenoxyethoxyethyl)-phenyl-carbamate] und Hexamethylen-bis-(dimethylpropin-2-yl)-ammoniumbromid zur Regulierung des Pflanzenwachstums, insbesondere zur Erhöhung der Salztoleranz der Pflanzen eingesetzt werden können (US-PS 3357 130 und 3357 131). Nachteilig wirkt sich hier die schwere Zugänglichkeit dieser beanspruchten Verbindungen aus, so daß sie für eine Anwendung in landwirtschaftlichen Kulturen zur Erhöhung der Salztoleranz der Pflanzen nicht geeignet sind.

In der DD-PS 217410 werden Wirkstoffkombinationen von Gibberellinen mit Phenoxyessigsäurederivaten und in 3-Stellung substituierten 1-Methoxycarbonyl-hexahydro-1,3,5-triazino(1,2a)benzimidazolen oder in 1-Stellung acylierten 2-Alkoxy-carbonylaminobenzimidazolen zur Regulierung des Pflanzenwachstums unter Streßbedingungen, beispielsweise bei Weizen und Gerste auf versalzten Böden, beansprucht.

Diese Wirkstoffkombinationen haben den Nachteil, daß durch die Anwesenheit von Gibberellinen die Anwendung dieser Kombinationen auf großen Flächen sehr kostspielig wird und daher ökonomisch nicht mehr vertretbar ist.

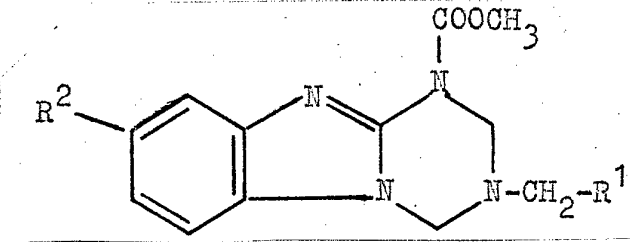
**Ziel der Erfindung**

Das Ziel der Erfindung ist es, neue Mittel bereitzustellen, die so in den Stoffwechsel der Pflanzen eingreifen, daß auf stark versalzten Böden der Ernteertrag der Nutzpflanzen gesteigert werden kann.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die unter Salzstreß stehenden Pflanzen so zu beeinflussen, daß ihr Wachstum durch Stoffwechselstörungen nicht beeinträchtigt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die neuen Mittel neben üblichen Hilfs- und Trägerstoffen als Wirkstoffe substituierte Hexahydro-1,3,5-triazino(1,2a)benzimidazole der allgemeinen Formel,



in der

R<sup>1</sup> eine Alkylgruppe mit 3 C-Atomen oder ein Arylrest, der gegebenenfalls durch Halogen, vorzugsweise Chlor, substituiert sein kann

und

R<sup>2</sup> Wasserstoff oder Methyl bedeuten, enthalten.

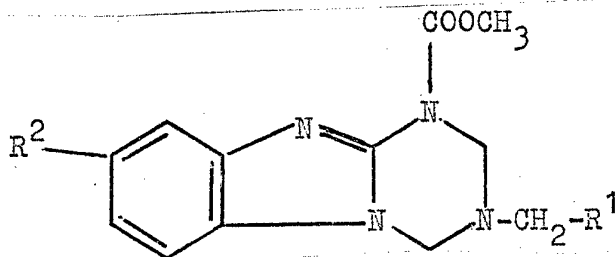
Überraschenderweise wurde gefunden, daß das neue Mittel selektiv auf die Ionenaufnahme von salzgestreßten Pflanzen einwirkt. Dabei bewirkt das Mittel eine Na-Diskriminierung und eine Förderung der K-Aufnahme über die Wurzel. Eine Verringerung der Na-Ionenkonzentration wirkt sich positiv auf die stoffwechselphysiologischen Prozesse bei salzgestreßten Nutzpflanzen aus, die phytotoxischen Schäden werden vermindert und der Wasserhaushalt der Pflanzen reguliert. Da sich unter Salzstreß die Erträge der einzelnen Aufwüchse bei Futtergräsern exponentiell depressiv verhalten, wird durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Mittel die Salzresistenz der Nutzpflanzen erhöht und die Erträge der einzelnen Aufwüchse gesteigert. Dies tritt insbesondere bei den späten Schnitten in Erscheinung, wo bereits höhere Salzkonzentrationen im Boden vorliegen.

Ferner ist bei Pflanzen, die unter Salzstreß stehen, der Wasserhaushalt gestört. Diese Erscheinung wird als physiologische Trockenheit bezeichnet. Der Einsatz der erfindungsgemäßen Wirkstoffe führt zu einer deutlichen Stabilisierung des Wasserhaushaltes und die Effektivität der Wassernutzung wird erheblich verbessert.

Die Verbindungen der allgemeinen Formel können nach den in den folgenden Patentschriften (DE-OS 2224244, DE-OS 2308067, DE-OS 2356258, US-PS 3896120) angegebenen Synthesemethoden hergestellt werden und sind in der Tabelle 1 aufgeführt:

**Tabelle 1**

Erfindungsgemäße Wirkstoffe der allgemeinen Formel



Wirkstoff-Nr.	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	F <sub>p</sub> (°C)
I	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -	H	148-152
II	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -(4-Cl)	H	140-142
III	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -(2-Cl)	H	128-130
IV	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -	CH <sub>3</sub>	138-142
V	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	H	108-110

Die erfindungsgemäßen Wirkstoffe können in die üblichen Formulierungen überführt werden, beispielsweise Emulsionen, Suspensionen, Granulate, Konzentrate und Pasten, die unter Zusatz von flüssigen und/oder festen Trägerstoffen bzw. Verdünnungsmitteln, zumeist unter Zugabe oberflächenaktiver Stoffe und anderer Formulierungshilfsmittel bereitet und zur Anwendung mit Wasser verdünnt werden. Die Anwendungsformen richten sich nach dem Verwendungszweck. Sie haben auf jeden Fall eine feine Verteilung der wirksamen Substanzen zu gewährleisten. Die Herstellung erfolgt in an sich bekannter Weise durch Misch- oder Mahlverfahren.

Die Wirkstoffe können in Form ihrer Formulierungen beziehungsweise der daraus bereiteten Applikationsformen oder Mischungen mit weiteren Komponenten, z. B. Düngemitteln, in üblicher Weise angewendet werden, beispielsweise durch Gießen, Verspritzen, Versprühen oder Verstäuben auf die Pflanzen, auf Pflanzenteile oder in den Lebensraum der Pflanzen.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen der allgemeinen Formel werden in Aufwandmengen von 3,8-100 mg/m<sup>2</sup> Wasser angewendet, wobei die Applikation 3 Tage nach jeder Ernte auf die wieder austreibenden Blätter erfolgen sollte.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern, ohne sie einzuschränken.

### Ausführungsbeispiele

#### Beispiel 1

Brackwasser mit genau definiertem Gehalt an  $\text{Na}^+$  und  $\text{K}^+$ -Ionen wurde mit den erfindungsgemäßen Verbindungen I, III und IV in den Mengen von 30; 15; 7,5 und 3,8 mg/m<sup>2</sup> versetzt. Die Applikation dieser Lösungen erfolgte an Weidelgras. Die Pflanzen des 4., 5. und 6. Aufwuchses zeigten einen leicht erhöhten oder unverminderten  $\text{K}^+$ -Gehalt (in % TM [Trockenmasse] ermittelt) im Vergleich zur Brackwasserkontrolle. Die sonst im Salzstreß entstehende  $\text{K}^+$ -Verdrängung ( $\text{K}^+$ - $\text{Na}^+$ -Antagonismus) tritt nicht ein.

#### Tabelle 2

Ermittlung des  $\text{K}^+$ -Gehaltes (in % Trockenmasse) im 4., 5. und 6. Aufwuchs von Weidelgras unter dem Einfluß von Brackwasser und den erfindungsgemäßen Verbindungen I, III und IV.

Wirkstoff-Nr.	I	III	IV	I	III	IV	I	III	IV
	Kalium-Gehalt (% Trockenmasse)								
Variante	4.			5.			6. Aufwuchs		
Brackwasser (Kontrolle)	2,69	2,65	2,63	2,58	2,56	2,57	3,80	3,80	3,78
Brackwasser									
30 mg/m <sup>2</sup>	2,46	2,40	2,38	2,79	2,77	2,70	3,92	3,89	3,70
15 mg/m <sup>2</sup>	2,87	2,84	2,70	2,80	2,91	2,68	3,96	3,92	3,68
7,5 mg/m <sup>2</sup>	2,38	2,30	2,28	2,66	2,62	2,56	3,60	3,57	3,49
3,8 mg/m <sup>2</sup>	2,76	2,71	2,60	2,69	2,66	2,50	3,74	3,70	3,45

#### Beispiel 2

Die Ermittlung des  $\text{Na}^+$ -Gehaltes (in % Trockenmasse) im 4., 5. und 6. Aufwuchs von Weidelgras erfolgte nach der gleichen Applikation der Lösungen, wie im Beispiel 1 beschrieben. Durch den Zusatz der erfindungsgemäßen Verbindungen I, III und IV zum Brackwasser konnte eine starke Abnahme des  $\text{Na}^+$ -Gehaltes, besonders im 5. und 6. Aufwuchs im Vergleich zur Brackwasserkontrolle erreicht werden.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt.

#### Tabelle 3

Bestimmung des  $\text{Na}^+$ -Gehaltes (in % Trockenmasse) im 5. und 6. Aufwuchs von Weidelgras unter dem Einfluß von Brackwasser und der erfindungsgemäßen Verbindungen I, III und IV.

Wirkstoff-Nr.	I	III	IV	I	III	IV
	Natrium-Gehalt (% Trockenmasse)					
Variante	5.			6. Aufwuchs		
Brackwasser (Kontrolle)	3,42	3,40	3,49	6,35	6,32	6,36
Brackwasser						
30 mg/m <sup>2</sup>	3,14	3,15	3,20	2,54	2,55	2,65
15 mg/m <sup>2</sup>	2,64	2,70	2,70	2,48	2,53	2,70
7,5 mg/m <sup>2</sup>	2,72	2,75	2,80	2,45	2,45	2,55
3,8 mg/m <sup>2</sup>	2,82	2,83	2,85	2,74	2,76	2,80

#### Beispiel 3

Ermittlung der Frischmasseerträge nach der Applikation von Brackwasser und der erfindungsgemäßen Verbindung I auf Weidelgras

#### Tabelle 4

Frischmasseerträge in % von Weidelgras im Vergleich zur Brackwasserkontrolle

Variante	2.	3.	4.	5.	6. Aufwuchs
Brackwasser (Kontrolle)	100%	100%	100%	100%	100%
Brackwasser/I					
7,5 mg/m <sup>2</sup>	101,4	98,5	166,0	110,4	127,0

Die Frischmasseerträge von Weidelgras erhöhen sich nach Zusatz der erfindungsgemäßen Verbindung I zum Brackwasser gegenüber der Brackwasserkontrolle (= 100%) ab 4. Aufwuchs besonders deutlich.

#### Beispiel 4

Ermittlung des Transpirationskoeffizienten unter Salzstreßbedingungen bei Weidelgras

Die unter Salzstreß bei den Pflanzen zu beobachtende physiologische Trockenheit konnte durch den Zusatz der erfindungsgemäßen Verbindung I weitgehendst zurückgedrängt werden, d. h. der Wasserhaushalt wird deutlich stabilisiert. Ausdrück dafür ist der Transpirationskoeffizient (1/kg TM), der durch den Zusatz der erfindungsgemäßen Verbindung I zu einer 0,1%igen NaCl-Lösung im Vergleich zur Kontrolle (= 0,1%ige NaCl-Lösung) beträchtlich erhöht wird. Dies ist aus der Tabelle 5 beim 2. und 3. Aufwuchs von Weidelgras zu entnehmen.

**Tabelle 5**

Transpirationskoeffizient in l/kg TM des 2. und 3. Aufwuchses von Weidelgras unter dem Einfluß von I und NaCl-Streß.

Variante	2.	3. Aufwuchs
0,1%ige NaCl-Lösung (Kontrolle)	551 (= 100 %)	521 (= 100 %)
0,1%ige NaCl-Lösung/I 50 mg/m <sup>2</sup>	702 (= 127 %)	622 (= 121 %)
10 mg/m <sup>2</sup>	661 (= 120 %)	541 (= 106 %)
Klarwasser	824	855

**Beispiel 5**

Ermittlung der Salztoleranz bei Sommerweizen (Laborprüfung)

Zur Prüfung der Erhöhung der Salztoleranz wurde Weizensaatgut (*Triticum aestivum* L.), Sorte Hatri, in Lösungen der erfindungsgemäßen Verbindung V 16 Std. eingelegt. Danach wurden die Karyopsen in Sand mit 0,2% NaCl-Zusatz ausgesät und im Klimaraum bei 20°C kultiviert. Nach 26 Tagen erfolgte die Auswertung von Sproß- und Wurzeltrockenmasse sowie die flammenphotometrische Bestimmung des K<sup>+</sup>- und Na<sup>+</sup>-Gehaltes.

**Tabelle 6**

Trockenmasseproduktion 28 Tage alter Sommerweizensämlinge bei Substratversalzung unter dem Einfluß der erfindungsgemäßen Verbindung V

Verbindung V (erfindungsgemäß)	H <sub>2</sub> O (Kontr.)	Konzentrationen (in ppm)				
		62,5	125,0	250,0	500,0	1 000,0
Sproß	100	114	111	106	108	106 (in %)
Wurzel	100	118	111	109	114	114 (in %)
Gibbelerine + 2-Naphthyl- essigsäure + subst. Benzimidazol (bekannt)	H <sub>2</sub> O	62,5	125,0	250,0	500,0	1 000,0
Sproß	100	103	89	104	105	103 (in %)
Wurzel	100	96	83	83	89	86 (in %)

Die Saatgutapplikation der erfindungsgemäßen Verbindung führte zur Erhöhung der Sproß- und Wurzeltrockenmasse.

**Tabelle 7**Ermittlung des K<sup>+</sup>-Gehaltes 28 Tage alter Sommerweizensämlinge bei Substratversalzung nach Saatgutapplikation der erfindungsgemäßen Verbindung V

Prüfmerkmal	H <sub>2</sub> O	Varianten (in ppm)				
		62,5	125,0	250,0	500,0	1 000,0
Sproß	100	118	105	114	89	82 (in %)
Wurzel	100	91	106	91	97	74 (in %)

Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Verbindung konnte eine konzentrationsabhängige Erhöhung des Kaliumgehaltes erreicht werden.

**Tabelle 8**Ermittlung des Na<sup>+</sup>-Gehaltes 28 Tage alter Sommerweizensämlinge bei Substratversalzung nach Saatgutapplikation der erfindungsgemäßen Verbindung V

Prüfmerkmal	H <sub>2</sub> O	Varianten (in ppm)				
		62,5	125,0	250,0	500,0	1 000,0
Sproß	100	90	65	70	60	60 (in %)
Wurzel	100	105	122	114	129	114 (in %)

Der Natriumgehalt des Sprosses wurde durch Anwendung der erfindungsgemäßen Verbindung deutlich verringert, was auf einem Rückhaltevermögen der Wurzel beruhte.

**Beispiel 6**

Salztoleranz bei Sommerweizen im Gefäßversuch (Jungpflanzenentest)

Im Gefäßversuch mit versalztem Substrat (0,2% NaCl) wurde Sommerweizen der Sorte Hatri kultiviert. Das Saatgut war vorher 16 Std. in wässriger Lösung des erfindungsgemäßen Wirkstoffes V eingelegt worden. Die Wasserversorgung erfolgte über Dochtbewässerung mit NaCl-Lösung. Eine 2. Applikation des erfindungsgemäßen Wirkstoffes erfolgte, als sich die Weizenpflanzen im Stadium Feekes 5 befanden. Die Versuchsdauer betrug 8 Wochen. Zur Ernte wurden die K<sup>+</sup>- und Na<sup>+</sup>-Gehalte flammenphotometrisch bestimmt.

**Tabelle 9**

Kalium- und Natriumgehalt von Sommerweizenjungpflanzen bei Salzstreß unter Anwendung der erfindungsgemäßen Verbindung V

Prüfmerkmal	Varianten (in ppm)	
	H <sub>2</sub> O	125
K <sup>+</sup> -Gehalt	100	114 (in %)
Na <sup>+</sup> -Gehalt	100	90 (in %)
K <sup>+</sup> -Na <sup>+</sup> -Verhältnis	0,71	0,95

Die Saatgutapplikation der erfindungsgemäßen Verbindung führte zu einer deutlichen Erhöhung des Kaliumgehaltes. Dies sowie der positive Effekt einer Verminderung der Natriumaufnahme ergab die merkliche Verbesserung des K<sup>+</sup>-Na<sup>+</sup>-Quotienten.

Eine 2. Applikation zu Feekes 5 verbesserte die Ergebnisse im Vergleich zur Saatgutapplikation nicht.