



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) DD (11) 268 112 A3

4(51) ^A 01 N 43/66
01 N 43/68
11 N 31/08

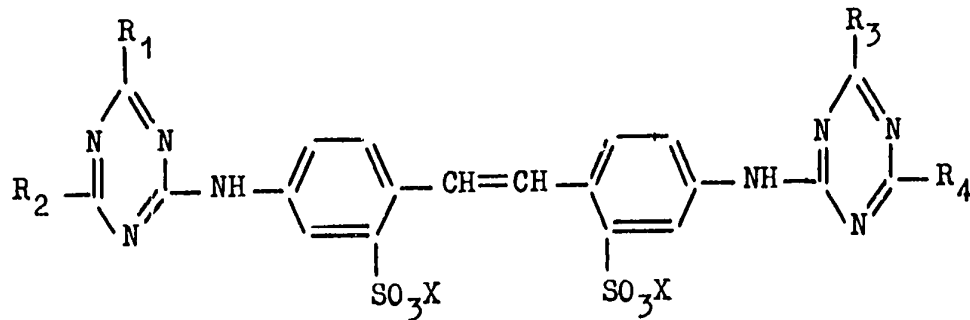
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WPA 01 N / 271 984 1	(22)	28.12.84	(45)	24.05.89
(71)	Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Institut für Phytopathologie Aschersleben, Theodor-Roemer-Weg, Aschersleben, 4320, DD				
(72)	Hofferek, Horst, Dr. rer. nat.; Kleinhempel, Helmut, Prof. Dr. sc. agr.; Hartleb, Horst, Dr. agr.; Noll, Bernd, Dr. rer. nat.; Keil, Siegfried, Dr. rer. nat., DD				
(54)	Mittel zur Induktion von Resistenz gegen pilzliche Pathogene bei Kultur- und Nutzpflanzen				

(57) Die Erfindung betrifft Mittel zur chemischen Induktion von Resistenz gegen pilzliche Parasiten bei Kultur- und Nutzpflanzen, die als wirksame Komponente eine Stilbenverbindung, zusammen mit geeigneten Trägerstoffen und/oder oberflächenaktiven Mitteln, enthalten, in den erfindungsgemäßen Mitteln können eine oder mehrere aktive Verbindungen enthalten sein. – Die Mittel finden Anwendung zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Pflanzen – durch Aktivierung pflanzeigener Abwehrmechanismen –, wodurch der Entwicklung bzw. Ausbreitung von Schaderegern – der Verbreitung der durch pilzliche Pathogene bedingten Pflanzenkrankheiten in landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen – wirksame begegnet werden kann. Die Einführung eines Resistenz induzierenden Prinzips in einen Pflanzenbestand (durch ein ökonomisch sinnvolles und ökologisch vertretbares Verfahren) bietet Möglichkeiten der Schaderegerebekämpfung, die über bisher bekannte Prinzipien hinausgehen. Es wurde gefunden, daß eine Nutzung des Phänomes der induzierten Resistenz als effektive Pflanzenschutzmaßnahme möglich ist, wenn zum Zwecke der Induktion als „Resistenzregulatoren“ Derivate der chemischen Strukturklasse der Stilbene verwendet werden. Die erfindungsgemäßen Verbindungen sind synthetisch leicht zugängliche, physiologisch unbedenkliche verwendbare Substanzen; sie werden den hohen Anforderungen, die heute an einen Wirkstoff gestellt werden, weitgehend gerecht, z. B. den Forderungen an toxikologische Sicherheit und Umweltfreundlichkeit.

Erfindungsanspruch

1. Mittel zur Induktion von Resistenz gegen pilzliche Pathogene bei Kultur- und Nutzpflanzen, gekennzeichnet dadurch, daß neben üblichen Hilfs- und Zusatzstoffen als wirksamer Bestandteil eine Verbindung der allgemeinen Formel



(Formel I)

enthalten ist, in der X für Na, K, NH₄ oder aliphatisches Amin steht und R₁ bis R₄ verschieden sind oder paarweise R₁ + R₃ und R₂ + R₄ jeweils gleich oder R₁ bis R₄ gleich sind.

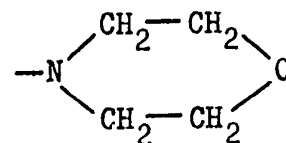
R₁ bedeutet

- Cl, -OH, -NH₂

- aliphatische primäre oder sekundäre Amine mit bevorzugt ein bis vier Kohlenstoffatomen, die weiterhin Oxy- oder Oxyalkylgruppen tragen können

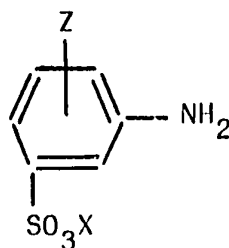
- cycloaliphatische Amine

- Heterocyclen, wie zum Beispiel



- gegebenenfalls auch substituierte aromatische Amine oder Phenole, insbesondere des Verbindungsstammes Benzen oder Naphthalen, deren Substituenten z. B. -Cl, -CH₃, -CH₂-CH₃, -OCH₃ sind.

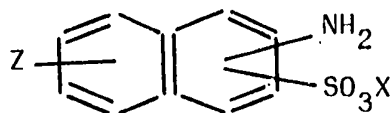
R₂ bedeutet entweder R₁ oder ein substituiertes aromatisches Amin der allgemeinen Formel



(Formel II)

wobei X die oben angeführte Bedeutung hat und Z für -H, -Cl oder -SO₃X steht.

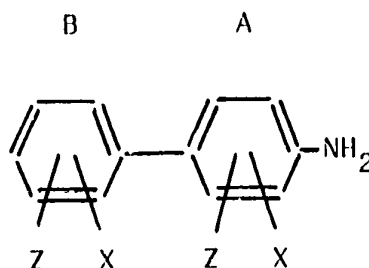
Weiterhin bedeutet R₂ eine Verbindung der allgemeinen Formel



(Formel III)

wobei für X und Z die angegebene Bedeutung gilt.

R_2 kann auch ein substituiertes aromatisches Amin der Grundstruktur



(Formel IV)

bedeuten, in der ebenfalls X und Z die oben aufgeführten Bedeutungen haben und entweder im Ring A oder B paarweise stehen oder isoliert derart, daß bei X im Ring A mit oben genannter Bedeutung dann X im Ring B gleich -H ist und umgekehrt. Dasselbe gilt für Z.

Ist R_1 bis R_4 verschieden, entsprechen die Substituenten den gesamten Möglichkeiten von R_1 und R_2 .

2. Mittel gemäß Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß eine Mischung verschiedener Stilbenderivate gemäß Anspruch 1 verwendet wird.
3. Mittel gemäß Anspruch 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß es oberflächenaktive Substanzen, inerte Trägersubstanzen und/oder Lösungsmittel enthält.
4. Mittel gemäß Anspruch 1, 2 und 3, gekennzeichnet dadurch, daß es zusätzlich Agrochemikalien wie zum Beispiel Mittel zur chemischen Beeinflussung bzw. Steuerung pflanzlicher Entwicklungs- und Wachstumsprozesse (Wachstumsregulatoren u. a.), Herbizide, Insektizide, Fungizide und Düngemittel enthält.

Beschreibung der Erfindung

Titel der Erfindung:

Mittel zur Induktion von Resistenz gegen pilzliche Pathogene bei Kultur- und Nutzpflanzen

Anwendungsgebiete der Erfindung:

Die Erfindung betrifft Mittel zur chemischen Induktion von Resistenz bei Kultur- und Nutzpflanzen.

Die Mittel werden zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Kultur- und Nutzpflanzen eingesetzt. Die Mittel finden im Labor- und Gewächshausbereich sowie im Feld - unter praktischen Anbaubedingungen - Anwendung zur Induktion von Resistenz gegen verschiedenen Infektionskrankheiten, wie zum Beispiel

- (a) Gelbrost (*Puccinia striiformis* West.)
- Gerste (*Hordeum vulgare* L. 9
- b) Zwergrost (*Puccinia hordei* Otth.)
- Gerste (*Hordeum vulgare* L.)
- c) Mehltau (*Erysiphe graminis* DC.)
- Gerste (*Hordeum vulgare* L.)

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Angaben zu den bekannten technischen Lösungen mit dem Hinweis auf ihre Mängel, die durch die Erfindung beseitigt werden:

1. Direkte Schaderregerbekämpfung

Mit den herkömmlichen Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PSM - vgl. KEMPTER, G.; JUNAR, A.: Chemie organischer Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 2. Auflg., Berlin 1983) und Verfahren zur direkten Schaderregerbekämpfung können längst nicht alle Infektionskrankheiten befriedigend bekämpft werden. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wird besonders durch das Auftreten von Resistenz im Pathogenbestand beschränkt; mit den Erfolgen der Resistenzzüchtung geht auch eine zunehmende Selektion von Erregerrassen (Pathotypen) einher, die gegenüber Pflanzenschutzmitteln resistent geworden sind. - Der Anwendung von PSM zur direkten Schaderregerbekämpfung stehen zunehmend ökologische und toxikologische, z. T. auch ökonomische Probleme entgegen.

Eine Erhöhung der PSM-Produktion gewährleistet noch keine Verbesserung im Pflanzenschutz. Die letzten Jahre haben eindringlich gezeigt, welche ökologischen Probleme ein unbedachter und unkontrollierter Einsatz von Pestiziden (z. B. Insektizide, Herbizide) ergeben kann; auch die Entwicklung neuer Pestizide dieser Art kann nicht als echter Ausweg angesehen werden, die konventionellen PSM dürften aber noch auf lange Sicht ihre hohe wirtschaftliche Bedeutung im wesentlichen behalten.

Die angeführten Nachteile der direkten Schaderregerbekämpfung zwingen zur Erforschung prinzipiell neuer Methoden des Pflanzenschutzes und der Schädlingsbekämpfung bzw. zur Ausschau nach weiteren Rationalisierungsmöglichkeiten.

2. Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen

Die ökonomisch wichtigen Infektionskrankheiten der Kultur- und Nutzpflanzen lassen sich heute mit chemischen Mitteln praktisch noch nicht umfassend bekämpfen.

Alternativen bieten die Verfahren zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen; hierzu zählen die Züchtung resistenter Sorten und die Induktion von Krankheitsresistenz (Resistenzaktivierung).

2.1. Züchtung resistenter Sorten

Mit den großen Erfolgen der Resistenzzüchtung geht auch eine zunehmende Selektion von Erregerrassen (Pathotypen) einher; durch natürliche Auslese - Gegenauslese von Pathogenen - wird die Resistenz neuer Pflanzenformen durchbrochen. Ferner wird es auf einigen Gebieten der Pflanzenzüchtung immer schwerer, die Forderungen nach hohen Erträgen und guter Qualität züchterisch gleichzeitig mit hohen Resistenzeigenschaften zu koppeln.

2.2. Induktion von Krankheitsresistenz

Im Prinzip bietet der Aspekt der Aktivierung natürlicher Abwehrsysteme (durch ein ökonomisch sinnvolles und ökologisch vertretbares Verfahren) völlig neue Möglichkeiten der Kontrolle von Pflanzenkrankheiten. Für den heutigen Pflanzenschutz stellt sich somit die Frage, ob praktikable Mittel und Verfahren zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Kultur- und Nutzpflanzen - ohne genetische Eingriffe - entwickelt werden können. Ein Schlüsselproblem ist die Art und Weise, in der eine dauerhafte Einführung eines Resistenz induzierenden Prinzips in einen Pflanzenbestand gelingt.

Bisher haben sich Resistenzinduktoren - Stoffe, die geeignet sind Resistenzmechanismen in Pflanzen zu aktivieren - mikrobieller Herkunft als besonders wirksam erwiesen, doch es ist über deren chemische Natur kaum berichtet worden; man verwendete z. B. als Induktionslösungen nicht aufbereitete Kulturfiltrate von Kulturen bestimmter Bakterien (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*), die als Produzenten des Resistenzinduktors erfaßt worden waren (SCHÖNBECK, F.; DEHNE, H.-W.; BALDER, H.: Zur Wirksamkeit induzierter Resistenz unter praktischen Anbaubedingungen. I. Echter Mehltau an Reben, Gurken und Weizen. Z. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz (1982) 89, 177 - 184). Es zeigte sich, daß Pflanzenbestände auch unter praktischen Anbaubedingungen vor Infektionen mit Hilfe des Phänomens der Resistenzinduktion geschützt werden können. Felderprobungen dieser Art wurden vor allem von F. SCHÖNBECK u. Mitarb. (Universität Hannover/BRD) durchgeführt. Allerdings steht die Entwicklung, die solche Modelle für den Pflanzenschutz anwendbar macht, noch am Anfang; vgl. BEICHT, W.: Wie "immunisiert" man Pflanzen? Naturwiss. Rundschau (1984) 37, H. 8, 309 - 312. - Der Nachteil dieser Lösungen ergibt sich aus der Forderung nach definierten Wirkstoffen bzw. standardisierten Substanzgemischen; aufwendige Reinigungsoperationen dürften hier mit erheblichen Kosten verbunden sein.

In vielen Modellen gelang auch die Resistenzinduktion durch eine leichte Erstinfektion mit dem Erreger, durch Kontakt der Pflanze mit anderen Pathogenen oder schwach virulenter Erregerstämme. Die Ausbringung eines Erregers in einen Pflanzenbestand erscheint jedoch für die Praxis kaum brauchbar, was unter anderem wohl die geringe Bedeutung des Verfahrens in der Vergangenheit erklärt (SEQUEIRA, L.: The acquisition of systemic resistance by prior inoculation. In: J.M. DALY; J. URITANI: Recognition and specificity in plant host-parasite interactions. Japan Scient. Soc. Press. Tokyo 1979).

Neben diesen Darstellungen gibt es weitere, jedoch weniger praxisorientierte Studien über das Phänomen der induzierten Resistenz; zahlreiche Fälle von induzierter Resistenz gegen pilzliche, bakterielle und virale Krankheiten sind in der Literatur dokumentiert. Um Resistenz zu induzieren, wurden nichtpathogene Rassen von Pathogenen, Nichtpathogene des Wirtes, Pathogene sowie Stoffwechselprodukte von Wirten oder von infektiösen Agenzien verwendet (zusammenfassende Darstellungen u. a. bei BEICHT, W.: Untersuchungen zur Induktion von Resistenzmechanismen in Pflanzen durch mikrobielle Stoffwechselprodukte, Diss. Univ. Hannover 1981.

KUC, J.: Multiple mechanisms, reaction rates and induced resistance in plants. In: R. C. STAPLES; G. H. TOENIENSEN (Eds.): Plant disease control - resistance and susceptibility. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto 1981, S. 259 - 272. WOOD, R. K. S.: Active defense mechanisms in plants. New York: Plenum, 1982, 1 - 381).

In den letzten Jahren sind Fortschritte bei der Erfassung bzw. Isolierung und Identifizierung (Strukturaufklärung) von pflanzlichen Resistenzinduktoren erzielt worden (cf. HOFFEREK, H.: Neue Zugänge zur Biochemie und Physiologie der Krankheitsresistenz der Pflanzen. Schriftenreihe "Vorträge aus dem Bereich der AdL", 1983, H. 1, 35 - 60); solche Metabolite liegen aber in sehr geringen Konzentrationen in der Pflanze vor, so daß im günstigsten Fall nur Konzeptionen für die Synthese von Strukturanaloga praxisrelevant sein dürften (s. auch JENNS, A.; KUC, J.: Graft transmission of systemic resistance of cucumber against *Colletotrichum lagenarium*. *Physiol. Plant Pathol.* (1979) 69, 753 - 756).

Die Wirkstoffforschung in der PSM-Industrie führte zu der Entdeckung, daß ein an sich bekanntes Fungizid - die Verbindung

2,2-Dichlor-3,3-dimethyl-cyclopropan-carbonsäure (WL 28325) - gegenüber dem Erreger der Reisbräune, *Pyricularia oryzae*, Resistenz zu induzieren vermag (LANGCAKE, P.; CARTWRIGHT, D. RIDE, J. P.: The dichlorocyclopropanes and other fungicides with indirect mode of action. In: Systemic Fungicides and Antifungal Compounds, proceedings of a symposium, Reinhardtsbrunn, DDR, ed. H. LYR; C. POTTER. Akademie-Verlag, Berlin 1981); es wurden weitere Dichlorcyclopropan-Derivate mit einer entsprechenden indirekten Wirkung aufgefunden. Es zeigte sich, daß antifungale Agenzien durch Beeinflussung des pflanzlichen Stoffwechsels wirken können. Andere Beispiele für einen indirekten Wirkungsmodus von Fungiziden sind beschrieben worden (WADE, M.: Antifungal agents with an indirect mode of action. In: A. P. J. TRINCI; J. F. RYLEY (Eds.): Mode of action of antifungal agents. Cambridge University Press. Cambridge, London, New York 1984, S. 283 - 298); es sind u. a. die Mittel Aliette, Phenylthioharnstoff, Probanazol. Solche "Fungizide" (wozu auch die o. g. Substanz WL 28325 zählt) induzieren in der Pflanze die Synthese von bestimmten Abwehrstoffen (Phytoalexine). Die gleiche Reaktion kann jedoch auch durch andere, sogenannte Streßfaktoren - wie Kälte, UV-Strahlung, Quecksilbersalze, diverse anorganische bzw. organische Substanzen - ausgelöst werden; der Effekt - im Prinzip seit langem bekannt - ist unspezifisch und für die Pflanze in physiologischer Hinsicht stark belastend. Weitere Nachteile sind: Störung des Entwicklungsprozesses der Pflanze (Ertragsverluste, Qualitätsverlust), ökologische und toxikologische Probleme.

Für den praktischen Pflanzenschutz haben die indirekten Wirkungsmechanismen von Fungiziden bislang keinerlei besondere Bedeutung; solche Mittel genügen nicht den hohen Forderungen, die mit Recht an moderne Pflanzenschutzmittel gestellt werden.

Für die chemische Resistenzinduktion, wie sie in der vorliegenden Patentschrift beschrieben wird, liegen bisher keinerlei Informationen, Angaben oder Hinweise in der Literatur vor.

Die vorliegende Erfindung beseitigt die angeführten Mängel der bisher bekannten technischen Lösungen; die erfindungsgemäßen Mittel erzeugen - werden sie appliziert - Resistenz gegen pilzliche Schaderreger durch Aktivierung pflanzeigener Abwehrsysteme (indirekte Schaderregerbekämpfung), sie sind in allen Applikationsvariationen physiologisch unbedenklich anwendbar. Phytotoxische Wirkungen sind in keinem Fall festgestellt worden. Spezialuntersuchungen zeigten auch keinerlei toxische Wirkungen bei Mensch und Tier.

Die aktiven Verbindungen der vorgestellten Mittel sind durch chemische Synthese leicht zugänglich; die industrielle Herstellung der Mittel ist sehr wirtschaftlich, ebenso sehr wie in der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Praxis ihre Anwendung (Aufwandmenge) außerordentlich ökonomisch ist.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Induktion von Resistenz gegen pathogene Pilze bei Kultur- und Nutzpflanzen, wodurch der Entwicklung bzw. Ausbreitung von Schaderregern - der Verbreitung pilzlich bedingter Pflanzenkrankheiten bei landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturen - wirksam begegnet werden soll.

Der Einsatz eines Resistenz induzierenden Prinzips in einen Pflanzenbestand bietet Möglichkeiten der Schaderregerbekämpfung, die über bisher bekannte Prinzipien hinausgehen.

Durch physiologisch unbedenklich verwendbare, synthetisch erzeugte, chemische Mittel zur Resistenzaktivierung soll eine Nutzung des Phänomens der induzierten Resistenz zur Bekämpfung von pilzlichen Infektionskrankheiten bei Kultur- und Nutzpflanzen, insbesondere bei Getreidearten möglich werden mit ökologischen Vorteilen und hohem Nutzen bei der Erhöhung und Stabilisierung von Erträgen - ohne genetische Eingriffe und ohne die Anwendung von toxischen Pflanzenschutzmitteln.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die im praktischen Pflanzenschutz verwendeten Verfahren zur direkten Schaderregerbekämpfung sind, wie schon ausgeführt, in ökologischer, toxikologischer, z. T. auch in ökonomischer Hinsicht nicht immer problemfrei. Schwierigkeiten bereitet auch die zunehmende Selektion von Erregerrassen, die gegenüber Pflanzenschutzmitteln resistent geworden sind. Außerdem können mit diesen Methoden nicht alle wichtigen Infektionskrankheiten kontrolliert werden. Alternativen bieten die Verfahren zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen. Zu diesen Verfahren zählt vor allem die Züchtung resistenter Sorten; der Einsatz solcher Sorten ist mit dem Problem der Resistenzüberwindung durch virulente Pathotypen, deren Selektion unter modernen Anbaubedingungen begünstigt sein kann, belastet. Andererseits besitzen Pflanzen ein natürliches Resistenzpotential, das sich durch ein hohes Maß an Elastizität auszeichnet und durch Eingriffe nichtgenetischer Art aktivieren läßt (Phänomen der induzierten Resistenz).

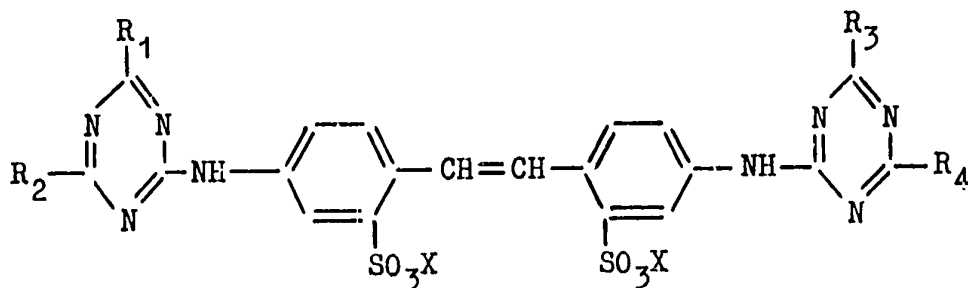
Die technische Aufgabe, die durch die Erfindung gelöst wird, ist von komplexer Natur und umfassend definiert:

Sie besteht in der Bekämpfung pflanzenparasitärer Pilze - durch Aktivierung natürlicher Abwehrmechanismen der Pflanzen - unter Einsatz von Mitteln (Induktoren), deren Verwendung ökonomisch sinnvoll und ökologisch vertretbar ist.

Der Einsatz der Mittel ermöglicht eine Nutzung des Phänomens der induzierten Resistenz als effektive Pflanzenschutzmaßnahme (indirekte Schaderregerbekämpfung).

Gegenüber den herkömmlichen Verfahren zur Schaderregerbekämpfung ergeben sich bei Anwendung der Mittel keinerlei toxikologische und ökologische Probleme; die Ökonomie bei Produktion und Anwendung der erfindungsgemäßen Mittel (Verbindungen der allgemeinen Formel I) ist in hohem Maße günstiger als vergleichsweise etwa bei konventionellen Fungiziden.

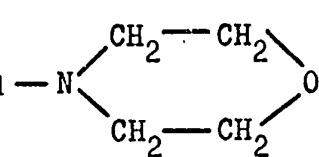
Es wurde nun gefunden, daß das Ziel der Erfindung in hervorragender Weise erreicht wird, wenn zum Zwecke der Induktion als "Resistenzregulatoren" Derivate der chemischen Strukturklasse der Stilbene verwendet werden. Die erfindungsgemäßen Mittel enthalten als aktive Komponente mindestens eine Stilbenverbindung der allgemeinen Formel I:



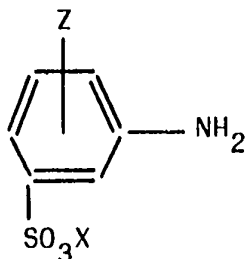
(Formel I)

X steht für Na, K, NH_4 oder aliphatisches Amin und R_1 bis R_4 sind verschieden oder paarweise $\text{R}_1 + \text{R}_3$ und $\text{R}_2 + \text{R}_4$ jeweils gleich oder R_1 bis R_4 gleich.

R_1 bedeutet

- Cl, -OH, $-\text{NH}_2$
- aliphatische primäre oder sekundäre Amine mit bevorzugt ein bis vier Kohlenstoffatomen, die weiterhin Oxy- oder Oxyalkylgruppen tragen können
- cycloaliphatische Amine
- Heterocyclen wie zum Beispiel 
- gegebenenfalls auch substituierte aromatische Amine oder Phenole, insbesondere des Verbindungsstammes Benzen oder Naphthalen, deren Substituenten z. B. $-\text{Cl}$, $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, $-\text{OCH}_3$ sind.

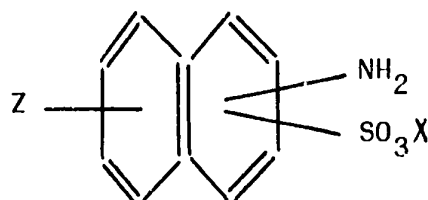
R₂ bedeutet entweder R₁ oder ein substituiertes aromatisches Amin der allgemeinen Formel II



(Formel II)

wobei X die oben angeführte Bedeutung hat und
 • Z für -H, -Cl oder -SO₃X steht.

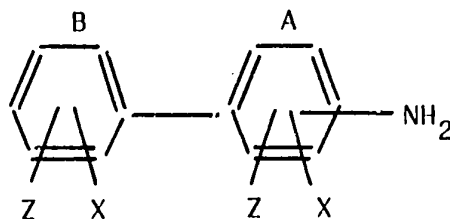
Weiterhin bedeutet R₂ eine Verbindung der allgemeinen Formel III



(Formel III)

wobei für X und Z die oben angegebene Bedeutung gilt.

R₂ kann auch ein substituiertes aromatisches Amin der Grundstruktur (Formel IV)



(Formel IV)

bedeuten, in der ebenfalls X und Z die oben aufgeführten Bedeutungen haben und entweder im Ring A oder B paarweise stehen oder isoliert derart, daß bei X im Ring A mit oben aufgeführter Bedeutung X im Ring B = H ist und umgekehrt; dasselbe gilt für Z.

Ist R_1 bis R_4 verschieden, entsprechen die Substituenten den gesamten Möglichkeiten von R_1 und R_2 .

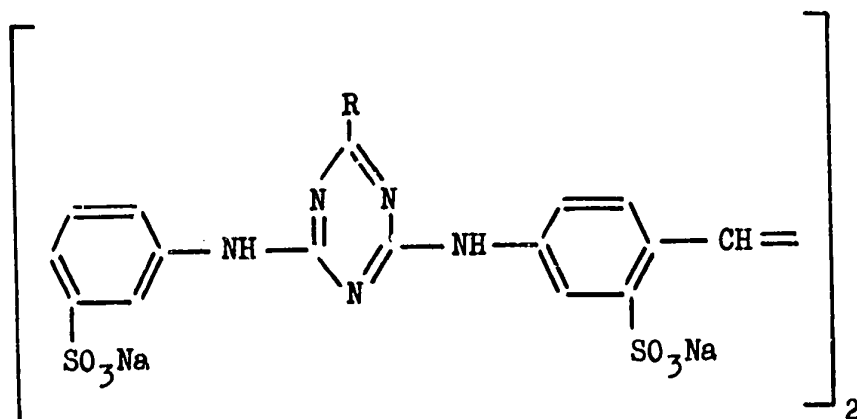
Die gebrauchsfertigen Mittel enthalten eine oder mehrere biologisch aktive Verbindungen der o. g. Art (Formel I) zusammen mit Trägerstoffen und oberflächenaktiven Mitteln (Tenside allgemein).

Die Art und Anzahl der in einem Mittel enthaltenen Komponenten, die Auswahl bzw. Kombination der aktiven Verbindungen entspricht dem Verwendungszweck; im Prinzip sind die verschiedensten Kombinationen von Verbindungen der allgemeinen Formel I möglich, das Wirkungsspektrum kann dadurch erweitert bzw. variiert werden - die Kombinationsmöglichkeiten sind aber nicht nur auf die Verbindungen (Formel I) beschränkt, die aktiven Mittel erfindungsgemäßer Zusammensetzung können z. B. mit Wachstumsregulatoren, Herbiziden oder auch Fungiziden kombiniert werden.

Der Einsatz solcher Kombinationspräparate z. B. im Getreideanbau kann ökonomisch besonders sinnvoll sein. Bei gärtnerischen Kulturen dagegen werden Mittel mit spezifischen Wirkungen größere Bedeutungen haben.

AusführungsbeispieleAusführungsbeispiel 1:

Induktion von Resistenz gegen Gelbrost (*Puccinia striiformis* West.) in Gerste durch die Verbindung der Formel



R = .. OH

(Formel V)

Das Ausführungsbeispiel umfaßt folgende Schritte:

- (1) Das Mittel - eine 0,05 %ige wäßrige Lösung der Verbindung (Formel V), die eine oberflächenaktive Komponente (0,001 % ethoxyliertes Nonylphenol) enthält - wird an anfälligen Pflanzen (*Hordeum vulgare* L. var. 'Abed Binder 12) angewendet; die Resistenzaktivierung erfolgt durch Applikation des Mittels vor der Infektion unter kontrollierten Umweltbedingungen (Klimakammer - Standardbedingungen: 14 °C, 70 % rel. Luftfeuchte; 16 h Tageslänge, Beleuchtung ausschließlich durch Mischlicht aus Leuchtstofflampen vom Typ Narva LS 65 weiß und LS 65 Lumoflor, die im Verhältnis 1 : 1 angeordnet sind; Beleuchtungsstärke ca. 1800 lx).

- (2) Applikation des Mittels: Zur Behandlung der Pflanzen dienen einfache Handzerstäuber, mit denen das Mittel bis zum Abtropfen auf die Blätter gesprüht wird.

Da zwischen Applikation eines Resistenzinduktors und dem Wirksamwerden der Resistenz ein Zeitintervall liegen muß, erfolgt die Behandlung der Pflanzen vor der Infektion - in einem 4 d-Intervall (täglich - im gegebenen Intervall); in diesem Ausführungsbeispiel werden Gruppen von je 20 Pflanzen behandelt.

- (3) Die Infektion der vorbehandelten Pflanzen wird durch Inokulation von Uredosporen des Erregers (*P. striiformis*, Rasse 24) nach bekannter Technik vorgenommen; die Bewertung des Infektionsverlaufes (Befall) erfolgt nach dem üblichen Verfahren (vgl. hierzu SCHMIEDEKNECHT, M.; WOLFFGANG, H.; OPEL, H.: Beurteilung von Gerste auf Gelbrostresistenz. Arch. Phytopathol. u. Pflanzenschutz (1976) 12, 253 - 259).

- (4) In anfälligen Gerstenpflanzen werden durch die Anwendung des Mittels Resistenzen erzielt, die mit den Resistenzeigenschaften von Sorten mit genetisch bedingter Resistenz vergleichbar sind.

Die Verminderung der Anfälligkeit (Verstärkung der Resistenz) beträgt im Durchschnitt 71,6 % (= Wirkungsgrad der induzierten Resistenz).

Zur Erhöhung der Resistenz von Gerste gegen Gelbrost können Verbindungen der Formel V mit verschiedenen Substituenten verwendet werden, geeignet sind vor allem die hier angeführten Substitutionsprodukte:

Induktion von Gelbrostresistenz bei Gerste

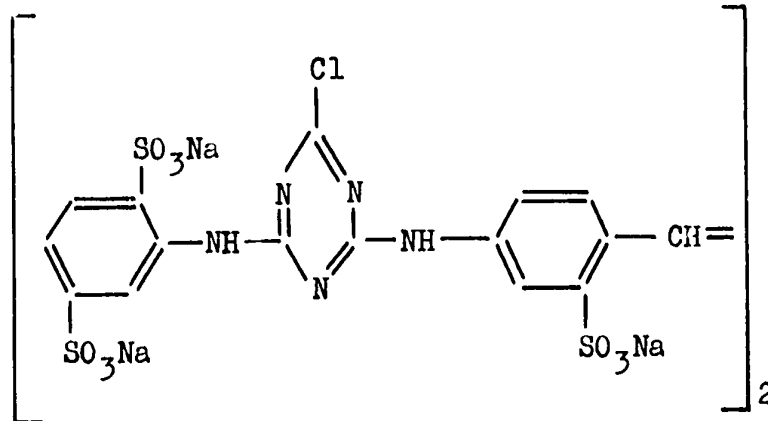
Formel V - Substituent (R)	Vergleich zur Kontrolle (= 100 %) (%)	Verminderung der Anfälligkeit (%)
- OH	28,4	71,6
- NH ₂	31,3	68,7
- NHCH ₂ CH ₃	51,6	48,4
- N(CH ₂ CH ₃) ₂	34,4	65,6
- N(CH ₂ CH ₂ OH) ₂	47,3	52,7

Die Wirkung der erfindungsgemäßen Verbindungen basiert auf der Erzeugung natürlicher Abwehrkräfte in nicht-infizierten, anfälligen Pflanzen. Durch die Aktivierung pflanzeneigener Abwehrmechanismen wird eine kompatible Wirt-Pathogen-Beziehung in Richtung Inkompatibilität verschoben, wofür offenbar ein adäquater Zeitintervall erforderlich ist.

Die Wirksamkeit der induzierten Resistenz unter praktischen Anbaubedingungen ist bewiesen; so läßt sich mit einer der erfindungsgemäßen Verbindung (Formel V: = -OH) - wenn sie appliziert wird - eine Reduzierung des Gelbrostbefalls im Feldbestand (*Hordeum vulgare* L.) um 60 bis 80 % erzielen.

Ausführungsbeispiel 2:

Induktion von Resistenz gegen Zwergrost (*Puccinia hordei* Otth.) in Gerste durch die Verbindung der Formel



(Formel VI)

Für Zwergrost anfällige Gerstenpflanzen (*Hordeum* sp.) werden mit wässrigen Lösungen der Verbindung (0,05 %; oberflächenaktives Mittel entsprechend Ausführungsbeispiel 1) gespritzt, täglich, im 4 d-Intervall vor der Infektion; die Behandlung erfolgt unter normalen Gewächshausbedingungen.

Nach der Wirkstoffapplikation werden die Primärblätter der behandelten pflanzen für den Test abgetrennt, auf eine Standardlänge (6,5 cm) reduziert und in flache Schalen eingelegt.

Die Infektion erfolgt durch gleichmäßige Aufbringung des Sporenmaterials; für vergleichende Untersuchungen sollten bewährte Inokulationstechniken eingesetzt werden (vgl. GERLACH, D.: Technologische und konzeptionelle Aspekte der Erarbeitung von Methoden der Früherkennung der horizontalen Resistenz der Gerste gegen Zwergrost).

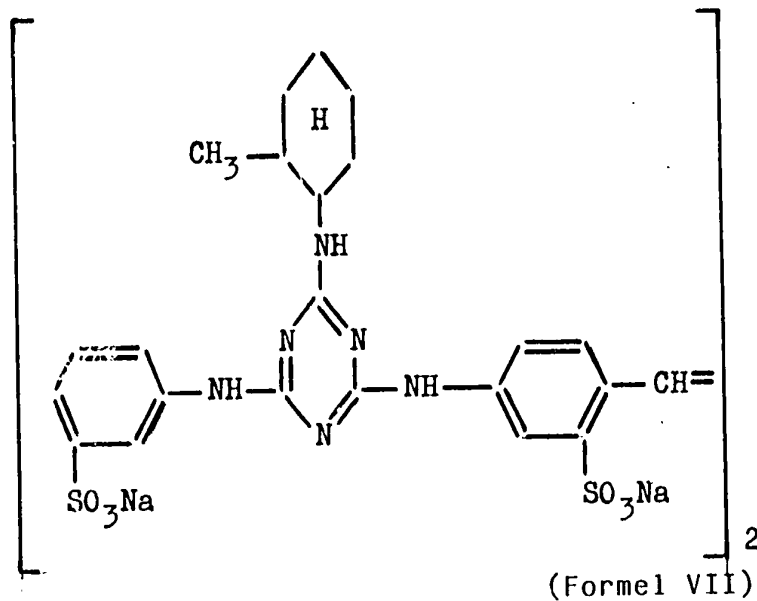
Symp. Aktuelle Fragen der Phytopathologie und des Pflanzenschutzes Kühlungsborn, AdL der DDR, Tagungsber. 21 (II), 1983, S. 78 - 83).

Die inokulierten Blätter werden 24 h bei 20 °C im Dunkeln inkubiert, danach unter Laborbedingungen (20 - 25 °C; Beleuchtung mit den üblichen Leuchtstofflampen, 15 h d⁻¹) gehalten.

Zur Beurteilung der Zwergrostresistenz wird die Pustelzahl ermittelt.

Die Anfälligkeit der Gerste gegen Zwergrost wird um 77 % vermindert.

- Zur Induktion von Resistenz gegen Zwergrost (*P. hordei*) in anfälliger Gerste kann auch die Verbindung



verwendet werden. Die oben angeführten Testbedingungen werden beibehalten. Die Resistenzaktivierung durch Applikation des Mittels bewirkt eine Verminderung der Anfälligkeit (Verstärkung der Resistenz) um gleichfalls 77 %.

Ausführungsbeispiel 3

Induktion von Resistenz gegen Mehltau (*Erysiphe graminis* DC.) in Gerste durch die Verbindung der Formel VI (s. 2. Ausführungsbeispiel).

Es ist gleichermaßen möglich mit dem im Ausführungsbeispiel 2 genannten Mittel, das als aktive Komponente die Verbindung der Formel VI enthält, Resistenz gegen Mehltau (*Erysiphe* sp.) in anfälligen Gerstenpflanzen zu erzeugen.

Die Applikation des Mittels erfolgte analog der Versuchsanordnung beim Zwergrost. 12 Tage alte Blätter wurden durch Aufsprühen einer definierten Konidien suspension inokuliert und unter kontrollierten Bedingungen inkubiert.

Die Bonitur erfolgte nach 7 Tagen durch Auszählen der Pusteln.

Die erfindungsgemäße Verbindung (Formel VI) ist wirksam zur Verminderung der Anfälligkeit für Mehltau; durch Applikation des Mittels kann der Mehltaubefall bei anfälliger Gerste um 74 % reduziert werden.