

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Patent beschränkt
aufrechterhalten nach
§ 12 Abs. 3 ErstrG

(12) **PATENTSCHRIFT**

(11) **DD 291 677 B5**

(51) Int. Cl.⁶: A 01 C 1/08

DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DDA 01 C / 337 417 4	31. 01. 90	11. 07. 91	11. 11. 93

(30) Unionspriorität:

(72) Erfinder: Panzer, Siegfried, Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., 01279 Dresden, DE; Gaber, Klaus, Dipl.-Ing., 01324 Dresden, DE; Müller, Petra, Dr. rer. nat., 14532 Kleinmachnow, DE; Jahn, Marga, Dr. rer. nat., 14532 Kleinmachnow, DE; Pflaumbaum, Joachim, Dipl.-Landw., 38889 Blankenburg, DE; Scholze, Friederun, Dipl.-Agr., 06484 Quedlinburg, DE; Lange, Manfred, Dipl.-Ing., 39116 Magdeburg, DE

(73) Patentinhaber: von Ardenne Anlagentechnik GmbH, Platteite 19, 01326 Dresden, DE; Quedlinburger Formtech GmbH, Neuer Weg 21, 06484 Quedlinburg, DE; Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., Patentstelle, Leonrodstr. 54, 80636 München, DE

(54) Verfahren und Einrichtung zur Saatgutbehandlung

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DD-PS 205 818 DD-PS 242 337 US-PS 4 633 611
Lampeter, W., Saat- und Pflanzgutproduktion, Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1988,
S. 237 ff.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Saatgutbehandlung, indem das Saatgut in einer evakuierten Bestrahlungskammer im freien Fall der Einwirkung von Elektronenstrahlen ausgesetzt wird und chemische Substanzen und mikrobielle Systeme appliziert werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Saatgut allseitig quasimonoenergetischen Elektronenstrahlen, Elektronen wesentlich geringerer Energie ausgesetzt wird und Plasmateilchen an der Oberfläche und in einer außerhalb der Keimanlage verlaufenden Randschicht zur Einwirkung gebracht werden und daß in zeitlich unmittelbarer Folge auf das Saatgut eine Applikation, Fungizide, Antagonisten, deren Stoffwechselprodukte und Sporen, das Pflanzenwachstum fördernde Mikroorganismen und Nährstoffe enthaltend, aufgebracht werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verhältnis der Wirksamkeit gegen Schaderreger im Bereich der Randschicht und der Aktivierung der Samenoberfläche des Saatgutes durch den Arbeitsdruck in der Bestrahlungskammer eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Arbeitsdruck in der Bestrahlungskammer auf 100 Pa bis einige 100 Pa eingestellt wird.
4. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 3, bestehend aus einer Bestrahlungskammer, daran angeordneten Elektronenkanonen und Schleusen zum druckentkoppelten Ein- und Ausbringen des Saatgutes, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Eintrittsstelle des Saatgutes (17) in die Bestrahlungskammer (12) eine Verteilungseinrichtung (18) für die Vereinzelung des Saatgutes (17) und ein Fallschacht (19), bis an den Bestrahlungsbereich (20) reichend, angeordnet ist, daß im Bestrahlungsbereich (20) mindestens zwei Elektronenkanonen (21) in gleicher Höhe mit Ablenkeinrichtungen zum Auffächern des Elektronenstrahles (22) angeordnet sind, daß über eine Zwischenschleuse (24) an der Bestrahlungskammer (12) ein Vakuumbehälter (25) angeordnet ist, in dem Applikationseinrichtungen (26) für das Saatgut (17) angeordnet sind und daß mit dem Vakuumbehälter (25) ein Vorratsgefäß für die Applikation verbunden ist.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Verfahren und die Einrichtung zur Saatgutbehandlung kommt an landwirtschaftlichem, gärtnerischem und forstlichem Saatgut, vorzugsweise an Getreide, zur Anwendung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bei bestimmten Kulturarten gesetzlich vorgeschrieben, das Saatgut gegen samenbürtige Schaderreger zu beizen. Dazu ist es bekannt, hochtoxische breitbandig wirkende Chemikalien auf der Basis von Quecksilberverbindungen zu verwenden. Ihr Wirkungsbereich ist die Oberfläche und die Samenschale des Samenkorns. Es sind ferner quecksilberfreie Beizmittel mit schmal- oder breitbandiger Wirkung bekannt. Sie gestatten es auch, tiefer im Samenkorn siedelnde Schaderreger zu bekämpfen. Von der beschriebenen Beizung mit Chemikalien wird außerdem erwartet, daß sie, anhaftend am Samenkorn, dieses auch vor bodenbürtigen Schaderregern schützen. Die quecksilberhaltigen Beizen sind mit dem Nachteil der Toxizität, insbesondere für Menschen und Warmblütler behaftet. Die bekannten quecksilberfreien Beizen sind wesentlich teurer und haben außerdem den Nachteil, daß sie bei wiederholter Anwendung zu Resistenzerscheinungen führen können. Diese bekannten Verfahren und Einrichtungen zur Beizung von Saatgut haben den Nachteil, daß die fungizide Potenz der Beizmittel häufig nicht voll ausgeschöpft wird und die potentielle Gefahr phytotoxischer Schädigung des Saatgutes durch Überdosierung besteht. Letzteres ergibt sich häufig durch ungleichmäßige Anlagerung des Beizmittels an den Samenkörnern.

Es ist auch bekannt, das Beizmittel auf das Saatgut im Vakuum aufzubringen (DD-PS 18675, 23421). Das Vakuum diente dabei gleichzeitig zur Verbesserung der Flugbrandbekämpfung bei Getreide durch zusätzliche Einwirkung feuchter Wärme. Einrichtungen dieser Art erlangten jedoch nur zeitweise eine gewisse Bedeutung, da der Prozeß sehr zeitaufwendig ist und schon dadurch den Erfordernissen einer leistungsfähigen Technologie in zentralisierten Saatgutaufbereitungsbetrieben nicht entspricht.

Es ist auch bekannt, Saatgut zur Abtötung mikrobieller samenbürtiger Schaderreger, die in der Oberfläche und in oberflächennahen Schichten des Samenkorns angesiedelt sind, mit Elektronenstrahlen bestimmter Energie im Vakuum zu behandeln, ohne daß wesentliche phytotoxische Effekte in Kauf genommen werden müssen (DD-PS 242337, US-PS 4.633.611). Von Vorteil ist bei diesem Verfahren, daß ähnlich den Quecksilberbeizen eine breitbandige Wirkung besteht und darüber hinaus vom Beizprozeß und vom gebeizten Saatgut keine Gefährdungen auf Mensch und Tier ausgehen und die Umwelt nicht toxisch belastet wird. Ein Nachteil besteht darin, daß in größerem Abstand von der Samenoberfläche siedelnde Schaderreger nicht erfaßt werden und das Saatgut bodenbürtigen Schaderregern ungeschützt ausgesetzt ist.

Es ist auch die Behandlung von Schüttgut in Gammabestrahlungsanlagen bekannt. In diesen Anlagen wird das zu bestrahlende Gut während des freien Falls bestrahlt. Damit erfolgt eine Vereinzelung, um eine allseitige Beaufschlagung mit Strahlen zu erreichen (DD-PS 205818).

In zunehmendem Maße werden gegenwärtig biologische Bekämpfungsverfahren mittels mikrobieller Antagonisten beschrieben, die gegen samenbürtige Schaderreger eingesetzt werden (AT-PS 360274, DE-OS 3311071, EP-PS 255774, US-PS 4.798.723 u. a.).

Dabei kommen bakterielle Antagonisten, wie z. B. *Bacillus* spp., *Streptomyces* spp., *Pseudomonas* spp. und pilzliche Antagonisten, wie *Chaetomium* spp., *Gliocladium* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. u. a. zum Einsatz. Die unter Laborbedingungen bei optimalen Temperaturen über 20°C aufgefundenen guten fungiziden Wirkungen bestätigen sich beim Übergang zum Freiland häufig nicht. Es traten erhebliche Wirkungsunsicherheiten auf. Zur Verbesserung der Wirksamkeit wurden deshalb Gemische von mikrobiellen Antagonisten und Fungiziden zur Anwendung beschrieben (DE-OS 2352403, DE-OS 2740052, DD-PS 267420).

Als Mangel beim gegenwärtigen Stand der Schaderregerbekämpfung mittels Antagonisten wird angesehen, daß deren Vitalität und damit Wirksamkeit durch vorhandene samenbürtige Erreger, zugemischte breitbandig wirkende Fungizide bzw. ungünstige Siedlungsbedingungen auf dem Samenkorn eingeschränkt wird.

Es sind ferner neuere Verfahren der Saatgutbehandlung mit symbiotischen Mikroorganismen und Mykorrhizapilzen bekannt. Ziel dieser Maßnahme ist es, mit dem Samenkorn Mikroorganismen in den Boden zu übertragen, die in Symbiose mit der Nutzpflanze oder in deren unmittelbarer Bodenumgebung lebend, mit ihren Stoffwechselprodukten der Nutzpflanze wichtige Makronährstoffe zur Verfügung stellen. Auch in diesem Fall können sich vor allem samenbürtige Schaderreger bzw. breitbandig wirkende Fungizide nachteilig auf die Entwicklung und damit Wirksamkeit dieser Mikroorganismen auswirken.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Mängel der bekannten Verfahren zu vermeiden und vorwiegend nichttoxische Mittel mit hoher Wirksamkeit einzusetzen, wobei eine großtechnische Anwendung gegeben sein muß.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und die zugehörige Einrichtung zu schaffen, die eine erhöhte Effizienz bei der Bekämpfung von samenbürtigen und bodenbürtigen Schaderregern beim gleichzeitigen Einsatz von das Pflanzenwachstum fördernden Mikroorganismen gewährleistet. Es muß ein hoher Massendurchsatz möglich sein. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch Einwirkung von Elektronenstrahlen auf das durch eine evakuierte Bestrahlungskammer geförderte Saatgut, auch Elektronenbeizung genannt, und durch Applikation chemischer Substanzen und mikrobieller Systeme dadurch gelöst, daß auf das Saatgut in der Bestrahlungskammer allseitig quasimonooenergetische Elektronenstrahlen, Elektronen mit gegenüber diesen wesentlich geringerer Energie und Plasmateilchen einwirken. Das Saatgut wird über Schleusen in die Bestrahlungskammer eingebracht. Zum Erreichen der allseitigen Einwirkung der Elektronen wird das Saatgut beim Eintritt in die Bestrahlungskammer so vereinzelt, daß es über den gesamten Querschnitt des Bestrahlungsbereiches gleichmäßig verteilt ist und diesen im freien Fall passiert. Die Erzeugung der Plasmateilchen und der entsprechenden Einwirkbedingungen erfolgt durch geeigneten Einschluß von Elektronenstrahlen in die auf einen konstant gehaltenen Arbeitsdruck von 100 Pa bis zu einigen 100 Pa evakuierte Bestrahlungskammer. Mit dem quasimonooenergetischen Elektronenstrahl wird die Oberfläche und eine außerhalb der Keimanlage liegende Randschicht des Samenkorns behandelt. Mit den Elektronen geringerer Energie und den Plasmateilchen wird gleichzeitig auch die Samenoberfläche aktiviert. In unmittelbarer zeitlicher Folge an diesen ersten Verfahrensschritt wird auf das Saatgut eine Applikation aufgebracht, die Fungizide, Antagonisten, deren Stoffwechselprodukte und Sporen, das Pflanzenwachstum fördernde Mikroorganismen und Nährstoffe, zumindest jedoch eine dieser Komponenten enthält. Das Fungizid ist vorzugsweise ein biotisches oder abiotisches Fungizid mit spezifischer Wirkung gegen den oder die unterhalb der mit dem Elektronenstrahl behandelten Randschicht des Samenkorns siedelnden samenbürtigen Krankheitserreger. Die Antagonisten und die das Pflanzenwachstum fördernden Mikroorganismen sind auf Verträglichkeit mit dem eingesetzten Fungizid abgestimmt, die Antagonisten außerdem bezüglich ihrer Wirksamkeit gegenüber bodenbürtigen Schaderregern ausgewählt.

Das Aufbringen der Applikation erfolgt zweckmäßig bei einem Vakuumdruck, der etwa dem Sättigungsdampfdruck der Applikation entspricht. Die Übertragung der Applikation erfolgt zweckmäßig durch Sprühen oder Tauchen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß das Aufbringen der Applikation auch unter Atmosphärendruck erfolgt.

Die Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens, bestehend aus einer Bestrahlungskammer (Rezipient) mit daran angeordneten Elektronenkanonen mit Einrichtungen zum Ablenken des Elektronenstrahles und druckentkoppelnden Schleusen zum Ein- und Ausbringen des Saatgutes, ist erfindungsgemäß derart ausgeführt, daß mindestens zwei Elektronenkanonen mit Einrichtungen zum zweidimensionalen Auffächern des Elektronenstrahles in gleicher Höhe angeordnet sind. In der Bestrahlungskammer sind an der Eintrittsstelle des Saatgutes Verteilungselemente angebracht. Daran schließt ein Fallschacht zur definierten Führung der den Bestrahlungsbereich im freien Fall passierenden, über den gesamten Querschnitt gleichmäßig verteilten vereinzelt Samen Körner an. An die Bestrahlungskammer ist über eine Zwischenschleuse als Verbindung ein auf einem anderen Druckniveau befindlicher, vom Saatgutstrom durchlaufener Vakuumbehälter angeordnet. Dieser ist mit Applikationsvorrichtungen ausgestattet, die ihrerseits über Zuführungs-, Dosier- und Fördereinrichtungen mit einem die Applikation enthaltenden Vorratsbehälter verbunden sind.

Ausführungsbeispiel

In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

- Fig. 1: ein Samenkorn geschnitten mit Schaderregern und einwirkenden Ladungsträgerpartikeln
 Fig. 2: ein Samenkorn nach erfolgter Behandlung,
 Fig. 3: eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens im Schnitt.

Wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, ist das Samenkorn 1 an seiner Oberfläche und in der Samenschale 2 von verschiedenen Schaderregern 3 besiedelt. Weitere Schaderreger 4 sind außer in diesem Bereich auch im Inneren des Samenkorns 1 angesiedelt. Durch die allseitige Bestrahlung des Samenkorns 1 mit quasimonoenergetischen Elektronenstrahlen 5 werden pilzliche Schaderreger an der Oberfläche des Samenkorns 1 und in der angrenzenden Randschicht abgetötet. Die Dicke dieser behandelten Randschicht ist durch die Elektronenenergie bestimmt und wird abhängig von der Morphologie des Samenkorns 1 so gewählt, daß die Keimanlage 6 nicht mit erfaßt wird. Durch die allseitige Einwirkung von Streuelektroden 7 geringerer Energie als der der Elektronenstrahlen 5 und von Plasmateilchen 8 wird, wie in Fig. 2 gezeigt, eine aktivierte Oberfläche 9 erzeugt, die sich unmittelbar über der Randschicht 10 befindet. Mit zunehmendem Arbeitsdruck wird der Wirkungsgrad gegen pilzliche Schaderreger reduziert und die aktivierende Wirkung erhöht. Aufgabenabhängig werden Arbeitsdrücke im Bereich von etwa 100 Pa bis zu einigen 100 Pa gewählt.

Im unmittelbaren zeitlichen Anschluß an die Randschichtbehandlung und Oberflächenaktivierung wird auf die aktivierte Oberfläche 9 eine Applikationsschicht 11 aufgebracht. Die Applikation enthält ein spezifisch gegen den Schaderreger 4 wirkendes Fungizid, das auch im Innenbereich des Samenkorns 1 wirksam wird und enthält auch gegen bodenbürtige Schaderreger wirkende Antagonisten sowie das Pflanzenwachstum fördernde Mikroorganismen und Nährstoffe.

In der Tabelle wird der Schutz des keimenden Samenkorns und der Keimpflanze vor Schaderregerbefall nach Elektronenstrahlbehandlung kombiniert mit dem Einsatz mikrobieller Antagonisten zusammengefaßt dargestellt. Die Ermittlung der Wirkung gegen die angeführten Schaderreger erfolgte nach 4wöchiger Versuchsdauer bei 10°C Versuchstemperatur. Es konnte ein deutlicher Schutz der erfindungsgemäß behandelten Samenkörner und der Keimpflanzen erreicht werden.

In der Fig. 3 ist eine Einrichtung zum Elektronenbeizen mit anschließendem Aufbringen einer Applikation im Vakuum dargestellt. Eine Bestrahlungskammer 12 (Rezipient) ist über den Anschluß 13 auf einen Arbeitsdruck von etwa 100 Pa bis einige 100 Pa evakuierbar. An seiner Oberseite ist die druckabstufende Saatgutzufuhreinrichtung 14, bestehend aus den Zellradschleusen 15 sowie einem Anschluß 16, der mit einer Evakuierungseinrichtung verbunden ist, angeschlossen. Die Zellradschleusen 15 bilden gleichzeitig die Dosiereinrichtung für das Saatgut 17, das über die Verteileinrichtung 18 dem Fallschacht 19 zugeführt wird. Im freien Fall gelangt das Saatgut 17 in und weiter durch den Bestrahlungsbereich 20. Der Bestrahlungsbereich 20 wird durch die beiden gegenüber angeordneten Elektronenkanonen 21 erzeugt, indem deren Elektronenstrahlen 22 mittels Scanner 23 über kanoneninterne Strahlableitungen bekannterweise aufgefächert werden. Durch programmierte Rasterung der Elektronenstrahlen 22 erfolgt im Bestrahlungsbereich 20 eine allseitige, annähernd gleichmäßige Bestrahlung des Saatgutes 17, welches als homogener Strom den Bestrahlungsbereich 20 passiert.

Wie aus den Fig. 1 und 2 ersichtlich, bewirken nun die aus den Elektronenstrahlen 22 mit größerem Energieverlust herausgestreuten Streuelektroden 7 und die vom Elektronenstrahl 22 gebildeten Plasmateilchen 8 die Aktivierung der Oberfläche des Saatgutes 17. Mit den im Elektronenstrahl 22 verbleibenden, nur geringfügig gestreuten, quasimonoenergetischen Elektronen 5 erfolgt die Abtötung der Schaderreger in der Randschicht 10 der Samenkörner 1.

Das Ende der Bestrahlungskammer 12 ist über eine Zwischenschleuse 24 mit einem Vakuumbehälter 25 (Rezipienten) verbunden. Dieser ist mit einer Applikationseinrichtung 26 ausgestattet. Über Anschlüsse 27 und Dosier- und Fördereinrichtungen wird von einem Vorratsbehälter die Applikation zugeführt (nicht gezeichnet). Mit der Applikationseinrichtung 26 wird die Applikation zersprüht und über den Sprühnebel auf das Saatgut 17 aufgetragen. Am Ausgang des Vakuumbehälters 25 ist eine druckabstufende Saatgutabführeinrichtung 28, ausgeführt wie die Saatgutzufuhreinrichtung 14, bestehend aus Zellradschleusen 15 sowie einem Anschluß 16, für eine Evakuierungseinrichtung angeschlossen (nicht gezeichnet). Der Saatguteintritt in die Saatgutzufuhreinrichtung 14 und der Saatgutaustritt aus der Saatgutabführeinrichtung 28 erfolgen bei Atmosphärendruck.

Effekte der Besiedelung mit antagonistischen Mikroorganismen an Weizenkörnern nach Behandlung mit niederenergetischen Elektronen

Schaderreger	Weizenkörner nach Behandlung mit niederenergetischen Elektronen ohne Besiedelung	Weizenkörner nach Behandlung mit niederenergetischen Elektronen									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fusarium avenaceum	T	++	++	++	+++	++	+	+	+	+++	+
Fusarium culmorum	T	++	++	++	+++	++	+	+	+	+++	+
Fusarium graminearum	T	++	++	-,ü	+++	-,ü	+	+	-,ü	+++	+
Microdochium nivale	T	++	++	+	+++	++	+	+	+	+	+
Septoria nodorum	ü	nu	nu	nu	nu	++	+	+	+	+++	+
Drechslera teres	ü	++	++	++	nu	++	+	++	+	+++	+
Gaeumannomyces graminis	ü	++	++	++	+++	+++	+	+++	++	+++	+

- Legende
- nu = nicht untersucht
 - +++ = starke Hemmung mit deutlicher Hemmzone
 - ++ = Hemmung mit deutlicher Hemmzone
 - +
 - = keine Effekte
 - T = Samenkorn bzw. Keimpflanze abgestorben
 - ü = Samenkorn bzw. Keimpflanze überwachsen und geschädigt
 - 1... 5 bakterielle Antagonisten (IMET 11 425) (IMET 11 427) (IMET 11 424) (IMET 11 426) (IMET 11 428)
 - 6... 10 pilzliche Antagonisten (IMET 43 921) (IMET 43 923) (IMET 43 922) (IMET 43 920) (IMET 43 924)