



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 277 834 A1

4(51) A 01 N 37/02
A 01 N 37/06

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP A 01 N / 323 044 0	(22)	13.12.88	(44)	18.04.90
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71) Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Wilhelm-Pieck-Straße 72, Müncheberg, 1278, DD

(72) Bergmann, Hans, Dr. sc. nat. Dr. agr.; Eckert, Hans, Dr. agr.; Meisgeier, Gerd, Dipl.-Agr.-Ing.; Müller, Horst, Dr. rer. nat.; Roth, Dieter, Prof. Dr. sc.; Weber, Claus, Dr. agr., DD

(54) Mittel zur Erhöhung der Streßtoleranz von Kulturpflanzen

(55) Streßtoleranz, Salztoleranz, Trockentoleranz, Kulturpflanzen, Fettsäuren, Brassica

(57) Die Erfindung betrifft Mittel zur Erhöhung der Streßtoleranz von Kulturpflanzen, insbesondere zur Erhöhung der Salz- und Trockentoleranz von Kulturpflanzen. Als Wirkstoff enthalten diese Mittel Fettsäuregemische pflanzlicher Herkunft mit einem Anteil der C_{22,1}-Fettsäurefraktion von $\geq 35\%$. Diese pflanzlichen Fettsäuregemische werden dabei vorzugsweise aus Samen von Brassica napus. ssp. napus cv. Sollux gewonnen und insbesondere als Kaliumsalz nach einer Anreicherung der C_{22,1} Fraktion in diesen Fettsäuregemischen auf $\geq 85\%$ verwendet.

Patentansprüche:

1. Mittel zur Erhöhung der Streßtoleranz von Kulturpflanzen, insbesondere zur Erhöhung der Trocken- und Salztoleranz von Kulturpflanzen, **gekennzeichnet dadurch**, daß sie neben üblichen Hilfs- und Trägerstoffen als Wirkstoff Fettsäuregemische pflanzlicher Herkunft mit einem Masseanteil der C_{22:1}-Fettsäurefraktion von $\geq 35\%$ enthalten.
2. Mittel gemäß Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß diese pflanzlichen Fettsäuregemische, vorzugsweise aus Samen von Brassica napus ssp. napus cv. Sollux gewonnen und dabei insbesondere als Kaliumsalz nach einer Anreicherung der C_{22:1}-Fraktion in diesen Fettsäuregemischen auf $\geq 85\%$ verwendet werden.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Mittel zur Erhöhung der Streßtoleranz von Kulturpflanzen. Es kann insbesondere zur Verbesserung der Toleranz bei Kulturpflanzen gegenüber abiotischen Stressoren in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion angewendet werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist bekannt, daß Ertragsdepressionen, vorrangig durch physiologische Trockenheit verursacht werden. Darüber hinaus weisen etwa 1 Milliarde ha landwirtschaftlicher Nutzfläche der Erde ertragssenkende Salzgehalte im Bodensubstrat auf. Auch im humiden Klimazonen steigt die Salzkonzentration im Bodenwasser während zeitweiliger Trockenheit, vor allem bei hoher Mineraldüngung, auf pflanzenphysiologisch ungünstige Werte an. Besonders salzempfindlich sind dabei bekanntlich keimende Pflanzen sowie Jungpflanzen. Zur Abschwächung dieser ertragssenkenden Salzeffekte werden beispielsweise Bodenbehandlungen mit Gips vorgenommen, die aber mit einem enormen Transport- und Energieaufwand verbunden sind. Es ist ferner bekannt, durch Züchtung von salztoleranten Pflanzen das Salzproblem zu lösen. Wesentliche Erfolge konnten auf diesem Wege aber noch nicht erreicht werden. Durch Einsatz von Phytohormonen und synthetischer Wirkungsanaloga der Phytohormone sind bekanntlich Verbesserungen möglich (DD-PS 218260, DD-PS 217408, DD-PS 217409 und DD-PS 217410). Auch bei Anwendung von wachstumsregulierend wirkenden quaternären Ammoniumbasen ist bekanntlich eine Erhöhung der pflanzlichen Salztoleranz erreichbar (DD-PS 215686, DD-PS 215688). Die Wirkung der Phytohormone und synthetischen Wachstumsregulatoren ist jedoch unter bestimmten Bedingungen unzureichend. Die Wirkungsunsicherheit der Gibberelline und Cytokinine mit Phytohormoncharakter beruht u. a. darauf, daß diese Substanzen gleichzeitig die Transpiration erhöhen und dadurch die Wasserstatusstabilität der Pflanzen erniedrigt wird. Bei Anwendung des Wachstumshemmers Chlorcholinchlorid kann unter Salzbedingungen die Schwelle von wachstumshemmenden Einflüssen überschritten werden, so daß keine Ertragsvorteile durch Mitteleinsatz resultieren. Ferner ist die Herstellung von Phytohormonen sehr kostenaufwendig und der Einsatz von Chlorcholinchlorid mit toxikologischen Problemen behaftet. Toxikologisch ungünstig sind auch salzstreßabschwächende Hydroxylaminderivate (DD-PS 216159) zu bewerten.

Durch Anwendung von Brassinoliden kann die Salztoleranz, Kälteresistenz und Resistenz gegenüber Herbiziden bei Kulturpflanzen unter Umgehung toxikologischer Nachteile erhöht werden (JP-PS 60-113567, DE-OS 3533633). Zugleich wird in Einzelpflanzenexperimenten unter bestimmten Voraussetzungen die biologische Stoffproduktion von Getreide und Kartoffeln mit höherer Signifikanz als bei Phytohormonen gesteigert (DE-OS 3533633, JP-PS 57-118503). Dieser Ertragsanstieg ist jedoch infolge der hohen Präparatekosten nicht eindeutig effektiv. Eine Salztoleranzverbesserung, die zugleich mit einer ertragssteigernden Wasserhaushaltsoptimierung gekoppelt ist, wird durch biogene und synthetische Ethanolamine an Einzelpflanzen und in Feldbeständen erreicht (DD-PS 255871, DD-PS 151104), wobei die Aufwandmengen üblichen Normen für Wachstumsregulatoren entsprechen und die molare biologische Aktivität Standardwerte nicht übersteigt. Aus umwelthygienischer Sicht sind aber hohe biologische Wirkungen bei geringem Mittelaufwand anzustreben. Die gemäß DD-PS 226471 angewendeten Fettsäuregemische mikrobieller Herkunft wiesen chargenabhängig ein sehr unterschiedliches Fettsäurespektrum auf, so daß unterschiedliche biologische Wirkungen ermittelt wurden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, Mittel zur Erhöhung der Streßtoleranz von Kulturpflanzen, insbesondere zur Erhöhung der Salz- und Trockentoleranz, zu schaffen, die kostengünstig herstellbar sind und toxikologisch günstige Eigenschaften besitzen sowie hinsichtlich des Umweltschutzes unbedenklich sind.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Mittel zur Erhöhung der Streßtoleranz, insbesondere zur Erhöhung der Trocken- und Salztoleranz, zu entwickeln, deren Anwendung zur Förderung der biologischen Stoffproduktion führt und bereits bei geringer Dosis eine signifikante biologische Aktivität entfaltet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß Mittel zur Erhöhung der Streßtoleranz von Kulturpflanzen neben üblichen Hilfs- und Trägerstoffen als Wirkstoff ein Fettsäuregemisch pflanzlicher Herkunft mit einem Masseanteil der C_{22:1}-Fettsäurefraktion von $\geq 35\%$ enthalten.

Dieses pflanzliche Fettsäuregemisch wird dabei vorzugsweise aus Samen von Brassica napus ssp. napus cv. Sollux gewonnen und als Kaliumsalz nach einer Anreicherung der C_{22:1}-Fraktion im Fettsäuregemisch auf $\geq 85\%$ verwendet.

Ausführungsbeispiel

Die in den Anwendungsfällen eingesetzten Fettsäuregemische wiesen folgende Zusammensetzungen auf:

1. Fettsäuregemisch I (ohne Anreicherung der C_{22:1}-Fraktion)

C _{16:0}	3,6%
C _{18:1}	13,4%
C _{18:2}	14,9%
C _{18:3}	21,8%
C _{22:1}	46,2%

Bei Anwendung als Kaliumsalz lag ein Fettsäure-/Kaliumverhältnis (m/m) von 1,0:0,13 vor.

2. Fettsäuregemisch II (mit Anreicherung der C_{22:1}-Fraktion)

C _{16:1}	1,1%
C _{18:1}	3,2%
C _{18:2}	3,7%
C _{18:3}	6,5%
C _{22:1}	85,2%

Bei Anwendung als Kaliumsalz lag ein Fettsäure-/Kaliumverhältnis (m/m) von 1:0,12 vor.

Die Herstellung der Fettsäuregemische und die Anreicherung von Erucasäure erfolgte nach bekannten Verfahren gemäß BEILSTEIN: Hdb. Organische Chemie, 4. Aufl., Berlin 1918. – S. 472–473.

Beispiel 1

Einfluß der erfindungsgemäßen Mittel auf den Kornertrag von Sommergerste unter Streßbedingungen

Der Einfluß der erfindungsgemäßen Mittel auf den Kornertrag und den Streßindex wurde im Beispiel 1 in einem Gefäßversuch ermittelt. Die Pflanzenanzucht erfolgt in einem Sand-/Boden-Gemisch (2:1, m/m, 6,9 kg Substratrockenmasse je nach Mitscherlichgefäß). Je Kulturgefäß sind 15 Pflanzen bei folgendem Nährstoffangebot kultiviert worden: 1,8 g N, 0,5 g P, 1,4 g K, 0,3 g Mg, 0,6 g Ca, 30 mg Fe und Mikronährstoffe. Der Wasserverbrauch ist täglich durch Wägung ermittelt worden und im Anschluß an jede Wägung ist der Wasserverlust (Evapotranspiration) ersetzt worden. Die Kontrollvariante wurde auf eine Sollbodenfeuchte von 60% der nutzbaren Wasserkapazität angefeuchtet. Die Streßvariante ist während der Produktbildungsphase in drei Trockenphasen von jeweils 1 Woche auf einen oberen Feuchtesollwert von 35% nWK eingestellt worden. Zugleich wies die Bodenlösung der Kontrollvariante einen mittleren osmotischen Druck von 0,2 MPa auf. Der osmotische Druck betrug bei der Streßvariante im Mittel der Produktbildungsphase 0,4 MPa.

Der Streßtoleranzindex (STI) wurde wie folgt ermittelt:

$$\text{STI} = \frac{\text{Kornertrag bei Streß (Kontroll- bzw. Wirkstoffvariante)}}{\text{Kornertrag ohne Streß (Kontrollvariante)}}$$

Zur Absicherung der Ergebnisse des Gefäßversuches wurde ein Feldversuch auf einem D2-Standort mit geringem Wasserbereitstellungsvermögen durchgeführt. Der Feldversuch ist nach Standardvorschriften angelegt worden. Düngung und Bestandesführung erfolgten nach Normativen für Höchstträge.

In Gefäß- und Feldversuchen wurden die geprüften Mittel zu DC31 in wässriger Lösung appliziert (Blattapplikation).

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß die erfindungsgemäßen Mittel den ungünstigen Einfluß abiotischer Belastungen (Streß) auf die Ertragsbildung aufheben können (vgl. Kontrolle mit Streß zu erfindungsgemäßen Mitteln), so daß ein Streßtoleranzindex von $\geq 1,0$ ermittelt werden kann. Die mit Erucasäure angereicherten Gemische waren dabei wirksamer als die natürlichen Fettsäuregemische aus Brassica napus cv. Sollux.

Im Vergleich zu bekannten Wachstumsregulatoren war die biologische Aktivität der erfindungsgemäßen Mittel höher (Tabelle 1)

Beispiel 2:

Einfluß der erfindungsgemäßen Mittel auf Ertragsmerkmale von Zuckerrüben bei zeitweilig mäßigem Streß

Die Prüfung der erfindungsgemäßen Mittel erfolgte auf einem Lößstandort in einem Feldversuch nach Standardvorschriften (Parzellengröße der Ernteparzelle: 11 m², Anzahl der Wiederholungen 4). Aussaat, Düngung und Pflege sind nach praxisüblichen Vorschriften durchgeführt worden. Die erfindungsgemäßen Mittel sind in wässriger Lösung ~ 1 Woche nach Bestandesschluß appliziert worden (Blattapplikation). Die Rüben wurden maschinell geerntet, gewaschen und danach gewogen. Das Rübenblatt wurde ungewaschen gewogen.

In Untersuchungen an Zuckerrüben bewirkte das erprobte erfindungsgemäße Mittel unter mäßigen Streßbelastungen eine gesteigerte Biomassebildung gegenüber unbehandelten Kontrollen. Die biologische Aktivität der erfindungsgemäßen Mittel war zugleich höher als die molekül- bzw. dosisspezifische Aktivität der Vergleichssubstanz (Tabelle 2).

Beispiel 3:

Einfluß der erfindungsgemäßen Mittel auf den Knollenertrag von Kartoffeln unter zeitweiligen Streßbedingungen

Die Prüfung der erfindungsgemäßen Mittel wurde auf einem V1-Standort im Rahmen eines nach Standardvorschriften angelegten Feldversuches mit 4 Wiederholungen pro Variante (Parzellengröße 10 m²) durchgeführt. Die erfindungsgemäßen Mittel sind zu Blühbeginn in wässriger Lösung auf die oberirdischen Pflanzenteile gesprüht worden.

Nach der Applikation herrschte eine zweiwöchige hohe Trockenbelastung. Unter zeitweiligem Trockenstreß bewirkten die erfindungsgemäßen Mittel einen ökonomisch bedeutsamen Ertragsanstieg. Besonders wirksam war das erucasäureangereicherte Fettsäuregemisch als Kaliumsalz. Ebenso wie bei anderen Fruchtarten war die molekulare biologische Aktivität der erfindungsgemäßen Mittel höher als diejenige der Vergleichssubstanzen (Tabelle 3).

Tabelle 1: Einfluß der erfindungsgemäßen Mittel auf den Kornertrag und Streßindex (STI) von Sommergerste (Sorte Salome) unter Streßbedingungen

Mittel (Dosis)	Versuchsform	Streßbedingungen	Kornertrag	STI
a) erfindungsgemäß				
Fettsäuregemisch I (10 ppm, 6 ml · G ⁻¹)	Gefäß(G)-versuche	mit Streß	47,2 g · G ⁻¹ *	1,00
Fettsäuregemisch I (100 ppm, 6 ml · G ⁻¹)		mit Streß	47,2 g · G ⁻¹ *	1,00
Fettsäuregemisch I (10 ppm, 6 ml · G ⁻¹)		ohne Streß	50,2 g · G ⁻¹ *	1,06
Fettsäuregemisch II (10 ppm, 6 ml · G ⁻¹)		mit Streß	46,2 g · G ⁻¹	0,98
Fettsäuregemisch II (100 ppm, 6 ml · G ⁻¹)		mit Streß	49,6 g · G ⁻¹ *	1,06
Fettsäuregemisch II (10 ppm, 6 ml · G ⁻¹)		ohne Streß	48,8 g · G ⁻¹ *	1,04
b) Vergleichsvariante				
Chlorcholinchlorid (3 000 ppm, 6 ml · G ⁻¹)		mit Streß	45,0 g · G ⁻¹	0,96
Monoethanolamin (1 000 ppm, 6 ml · G ⁻¹)		mit Streß	46,6 g · G ⁻¹ *	0,99
c) ohne Mittel				
(Kontrolle)	Gefäß(G)-versuche	mit Streß	42,7 g · G ⁻¹	0,91
		ohne Streß	47,0 g · G ⁻¹ *	1,00
a) Fettsäuregemisch I als Kaliumsalz (0,1 kg · ha ⁻¹)	Feldversuch	mit Streß	52,6 dt · ha ⁻¹	-
c) ohne Mittel (Kontrolle)	Feldversuch	mit Streß	49,3 dt · ha ⁻¹	-

* Signifikanz: $\alpha \leq 0,05$, Gefäßversuch Vergleich mit Kontrollvariante (ohne Mittel) unter Streßbedingungen

Tabelle 2: Einfluß der erfindungsgemäßen Mittel auf den Ertrag von Zuckerrüben bei zeitweilig mäßiger Trockenheit und zusätzlicher Salzbelastung

Mittel	Bestimmungsgröße	Ertrag (dt · ha ⁻¹ , rel.)
a) erfindungsgemäß		
Fettsäuregemisch I als K-Salz (0,1 kg · ha ⁻¹)	Frischmasse insgesamt	1350 (108) ^{††}
	Trockenmasse insgesamt	157 (106)
b) Vergleichsprüfglied		
Monoethanolamin 2 kg · ha ⁻¹	Frischmasse	1360 (108) ^{††}
	insgesamt	
	Trockenmasse insgesamt	154 (104)
c) ohne Mittel		
Kontrolle	Frischmasse	1255 (100)
	insgesamt	
	Trockenmasse insgesamt	148 (100)

†† Trendsicherung bei $\alpha \leq 0,1$

Tabelle 3: Einfluß der erfindungsgemäßen Mittel auf den Knollenertrag der Kartoffeln (Sorte Adretta) unter Streßbedingungen

Mittel (Dosis kg · ha ⁻¹)	Knollenertrag (dt · ha ⁻¹)
a) erfindungsgemäß	
Fettsäuregemisch I als Kaliumsalz (0,05 kg · ha ⁻¹)	650
Fettsäuregemisch II als Kaliumsalz (0,05 kg · ha ⁻¹)	673
Fettsäuregemisch II als Kaliumsalz (0,02 kg · ha ⁻¹)	697*
b) Vergleichsprüfglieder	
Monoethanolamin (2 kg · ha ⁻¹)	660
Chlorcholinchlorid (1,5 kg · ha ⁻¹)	648
c) ohne Mittel (Kontrolle)	635

* Signifikanz: $\alpha \leq 0,05$