



(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 30812 B1** (51) Cl. internationale : **C05G 3/00**

(43) Date de publication :
01.10.2009

(21) N° Dépôt :
31818

(22) Date de Dépôt :
24.04.2009

(30) Données de Priorité :
27.09.2006 ZA 2006/08027

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/IB2007/052929 24.07.2007

(71) Demandeur(s) :
CARBON STIMULATED GROWTH (PROPRIETY) LIMITED, 21 Springfield Road, 3340 Winterton (ZA)

(72) Inventeur(s) :
JACOBSEN, Jens Ernest Bahne ; JACOBSEN, Rita Louise

(74) Mandataire :
CABINET AKSIMAN

(54) Titre : **SOLUTION D'APPORT DE NUTRIANTS**

(57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UN PROCÉDÉ PERMETTANT DE FOURNIR UN APPORT DE NUTRIANTS À UNE PLANTE, UNE SOLUTION D'APPORT DE NUTRIANTS CONTENANT CEUX-CI, ET UN PROCESSUS ET UNE COMPOSITION PERMETTANT D'OBTENIR LADITE SOLUTION. NOTAMMENT, CETTE INVENTION A POUR OBJET UNE SOLUTION D'APPORT DE NUTRIANTS, SPÉCIFIQUEMENT, UNE SOLUTION ACIDE INORGANIQUE DILUÉE À APPLIQUER SUR LES PARTIES AÉRIENNES D'UNE PLANTE, LADITE SOLUTION CONTENANT DES NUTRIANTS QUI ONT DES MOLÉCULES SUFFISAMMENT PETITES POUR TRAVERSER RAPIDEMENT UNE CUTICULE DE PLANTE.

Résumé

5 Cette invention se rapporte à une méthode pour fournir des aliments à une plante, une solution nutritive contenant de tels aliments, et un procédé et une composition pour obtenir la solution nutritive. En particulier, l'invention fournit une solution nutritive, en particulier une solution acide inorganique diluée, pour application aux parties aériennes d'une plante, où la solution nutritive comporte des aliments ayant des molécules qui sont suffisamment petites pour passer rapidement à travers la cuticule de la plante.

10



SOLUTION D'APPORT DE NUTRIANTS

Fondement de l'invention

5 La présente invention concerne une méthode pour fournir la nourriture à une plante, une solution nutritive contenant de tel aliments, et un procédé et une composition pour obtenir la solution nutritive.

10 Des aliments foliaires sont conventionnellement appliqués comme des solutions des sels dissous aux feuilles de plante. Une recherche récente a démontré que, initialement, l'alimentation se déplace principalement par les stomata, alors que plus tard, la pénétration à travers la cuticule est la voie primaire. La solution nutritive foliaire contient et les cations chargés positivement et les anions chargés négativement, qui entrent dans la plante à travers le stomata, trouvés pour la plupart en dessous des feuilles. Les pores stomatales sont la voie principale pour l'entrée du dioxyde de carbone (CO₂) dans la plante et la sortie de la vapeur d'eau de la plante. 15 Une fois que la surface de la plante a été hydratée, l'entrée principale des sels dissous dans la feuille se fait par l'intermédiaire de la cuticule et de ses pores polaires ; les molécules plus petites entrant plus rapidement que les grandes.

20 Un problème avec l'application conventionnelle des aliments foliaires est que la saisie initiale des sels dissous dans la plante dépend de la régulation de l'ouverture des pores stomatal. Au moins deux mécanismes déclenchent l'ouverture ou la fermeture des pores stomatal. Premièrement, dans la plupart des plantes, les stomatas sont fermés la nuit et le CO₂ est épuisé pendant la phase sombre de la photosynthèse. À l'aube, la lumière déclenche l'ouverture des stomatas et la reprise de la saisie de CO₂. Deuxièmement, quand la quantité d'eau entrant dans la feuille par l'intermédiaire des racines est inférieure à la quantité d'eau sortant de la feuille sous forme de vapeur d'eau, comme cela se produirait par temps chaud, les pores stomatal se ferment afin de protéger la feuille contre davantage de déshydratation. 25 Ainsi il est essentiel d'appliquer l'aliment foliaire aux feuilles de la plante à des moments spécifiques du jour où les pores stomatal sont ouverts pour une saisie efficace des aliments par la plante. Cependant, le manque d'eau et la température peuvent causer la fermeture des stomata pendant le jour, d'où l'incertitude que les pores stomatal s'ouvrent entièrement quand l'aliment foliaire est appliquée aux feuilles. En outre, il n'est pas toujours possible de prévoir le moment idéal de l'application pour une saisie optimale de l'aliment foliaire par les feuilles. Ceci pose un réel problème dans la mesure où il peut avoir comme conséquence le gaspillage de l'aliment ainsi que des coûts accrus. 30 35

40 La solution d'alimentation déposée sur les parties **astomes** de la plante peut entrer dans la plante en pénétrant l'enrobage cireux (cuticule), directement à travers la matrice ou par l'intermédiaire des micropores de la cuticule. Ces ouvertures dans la cuticule ont plusieurs magnitudes inférieures à et sont beaucoup plus nombreuses que les ouvertures stomatales, voire 20.000 stomata à 10 milliards de micropores. La majorité des sels dissous dans les solutions alimentaires conventionnelles ont de grandes molécules et donc, typiquement, une pénétration lente des molécules de sel 45 dissoutes se produit à travers la cuticule. Une fois que la surface de la plante a

D,

séché, la pénétration des sels dissous par la cuticule s'estompe, d'où une plus grande perte de solution alimentaire composée de grandes molécules comparée à celle composée de petites molécules.

5 Résumé de l'invention

Selon un premier aspect de l'invention, une méthode pour fournir des aliments à une plante principalement par le biais de sa cuticule inclut la mise en contact de la cuticule de la plante, typiquement au niveau des feuilles et des tiges, avec une source des aliments comportant les molécules qui sont suffisamment petites pour passer à travers la cuticule, en particulier une solution acide inorganique diluée comportant les aliments.

La solution acide inorganique diluée peut être choisie parmi un groupe comprenant l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'acide carbonique, l'acide phosphorique, l'acide phosphoreux, l'acide borique, l'acide molybdique et l'acide silicique, et leurs mélanges.

Les concentrations de chaque élément dans la solution acide inorganique diluée sont typiquement entre 0.001ppm et 150ppm.

Selon un deuxième aspect de l'invention, est fournie une solution nutritive pour l'application aux parties aériennes d'une plante, où la solution nutritive comprend, consiste préférentiellement et essentiellement en, un ou plusieurs aliments ayant des molécules suffisamment petites pour traverser rapidement la cuticule de la plante.

La solution nutritive est de préférence une solution acide inorganique diluée.

Les molécules sont de préférence choisies parmi les anions inorganiques tels que des nitrates, des chlorures, des sulfates, des carbonates, des bicarbonates, des phosphates, des phosphites, des borates, des molybdates et des silicates, et leurs mélanges.

Les tailles des molécules sont de préférence inférieures à 100 g/mol.

Le pH de la solution nutritive peut varier entre 2.6 et 3.5.

Selon un aspect additionnel de l'invention, un procédé pour produire une solution nutritive comportant un ou plusieurs aliments ayant des molécules suffisamment



5 petites pour passer rapidement à travers la cuticule de la plante, inclut l'étape de passer une solution aqueuse contenant les sels dissous du groupe comportant des nitrates, des chlorures, des sulfates, des bicarbonates, des carbonates, des phosphates, des phosphites, des borates, des molybdates et des silicates, et leurs mélanges, par un échangeur cationique.

10 L'échangeur cationique est de préférence une colonne comportant une résine d'échange cationique ou un milieu d'échange ionique fibreux. La résine d'échange cationique peut se composer d'une résine de gel, d'un type macroporeux résine ou d'un type résine de tissu. L'échangeur cationique peut également comporter une combinaison des résines d'échange anionique et cationique avec des milieux d'échange ioniques cationiques et anioniques qui englobe les cathodes et/ou les anodes, et qui sépare les cations et les anions par un processus de l'électro-désionisation.

15 L'invention concerne également une composition consistant essentiellement en un ou plusieurs sels choisis parmi le groupe comportant des nitrates, des chlorures, des sulfates, des bicarbonates, des carbonates, des phosphates, des phosphites, des borates, des molybdates et des silicates et leurs mélanges, laquelle composition est adéquate pour produire une solution nutritive ayant des molécules suffisamment petites pour passer rapidement à travers la cuticule de la plante.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS ANNEXES

25 L'invention sera maintenant illustrée uniquement par des exemples non-limitatifs, en référence aux figures annexés, dans lesquelles :

- Figure 1 montre la croissance comparative d'une feuille de laitue traitée avec la solution nutritive de la présente invention et la croissance d'une feuille de laitue non traitée (témoin) ;
- 30 Figure 2 montre la croissance comparative des plantes de laitue traitées avec la solution nutritive de l'invention et la croissance des plantes de laitue non traitées (témoin) ;
- 35 Figure 3 montre la croissance comparative des plantes de tomate traitées avec la solution nutritive ; et
- Figure 4 montre la croissance comparative des fraisiers traités avec la solution nutritive de l'invention et la croissance des fraisiers non traités (témoin).

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

La présente invention vise à fournir des aliments qui se déplacent rapidement à travers la cuticule cireuse de la plante qui couvre typiquement toutes les parties aériennes d'une plante.

5

La méthode pour fournir des aliments à une plante selon l'invention est de préférence réalisée en appliquant une solution acide inorganique diluée, telle que l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'acide carbonique, l'acide phosphorique, l'acide phosphoreux, l'acide borique, l'acide molybdique et l'acide silicique, ou leurs mélanges, aux parties aériennes de la plante, où les molécules d'acide inorganique entrent dans la plante principalement par la cuticule de la plante. La solution est typiquement appliquée sous forme de pulvérisateur liquide à partir d'en haut, généralement pour saturer les parties aériennes de la plante avec la solution. Le transport des aliments moléculaires à travers la cuticule puis à l'intérieur de la plante dépend de la taille des molécules qui sont suffisamment petites pour se déplacer rapidement à travers la cuticule par l'intermédiaire des voies hydrophiles et lipophiles. L'eau a les molécules neutres qui passent séparément par la phase amorphe de la cire cuticulaire par l'intermédiaire de la voie lipophile, c.-à-d. affinité avec les lipides. L'eau se diffuse par les pores polaires tels que les micropores cuticulaires, qui ont généralement une dimension inférieure à 1 nanomètre, et/ou directement par la matrice de la cuticule. La solution acide inorganique de l'invention peut passer par la cuticule via les micropores et les microcanaux cuticulaires remplis d'eau.

En outre, comme la surface de la cuticule est acide et faciliterait donc la pénétration des solutions nutritives acides à travers la cuticule, il est important que la solution nutritive de l'invention ait un pH suffisamment faible, vu que les aliments foliaires sont typiquement saisis de manière plus efficace par la plante dans les régimes de pH faible.

Il peut être apprécié que le taux de transport des aliments à travers la cuticule dépend de la taille/du poids moléculaires des molécules des aliments acides inorganiques. Plus les molécules sont petites, plus le passage de ces molécules dans la plante par l'intermédiaire de la cuticule est facile. Le taux de transport par la cuticule tombe exponentiellement lorsque la taille /poids moléculaire augmente. De préférence la taille des molécules est inférieure à 100 g/mol. Les acides inorganiques dilués de l'invention, par exemple l'acide nitrique, sulfurique, carbonique, phosphorique, phosphoreux, borique, molybdique et silicique et leurs mélanges, ont des molécules comme par exemple les anions inorganiques tels que le nitrate, chlorure, sulfate, carbonate, bicarbonate, phosphate, phosphite, borate, molybdate, ions de silicate, ou leurs mélanges, qui sont assez petits pour se déplacer rapidement à travers la cuticule dans la plante.

De ce fait, il est important de produire une solution nutritive qui se compose des molécules qui sont assez petites pour faciliter le mouvement rapide et facile des molécules par la matrice cuticulaire et/ou les pores cuticulaires, et qui ont un pH suffisamment faible à même de favoriser la pénétration optimale des molécules dans

45

~

la plante. Le titulaire de la demande a découvert que pour la pénétration optimale, le pH de la solution nutritive devrait être varier entre 2.6 et 3.5.

- 5 La solution nutritive est produite par un procédé d'échange cationique, faisant participer de préférence un échangeur cationique. Il existe différents types d'échangeurs cationiques qui pourraient être employés, y compris une résine d'échange cationique ou un milieu d'échange ionique fibreux. Une résine d'échange cationique est particulièrement préférable. La résine peut être sous forme de résine de gel, de résine macroporeuse ou de type résine de tissu. Toutefois, il serait mieux
- 10 que l'échangeur cationique puisse également comporter une combinaison des résines d'échange anionique et cationique avec les milieux d'échange ionique fibreux cationiques et anioniques qui englobe les cathodes et/ou les anodes, et qui sépare les cations et les anions dans un processus d'électro-désionisation.
- 15 Une solution aqueuse contenant les sels dissous, tels que des nitrates, des sulfates, des carbonates, des bicarbonates, des phosphates, des phosphites, des borates, des molybdates et des silicates est passée par une résine d'échange cationique où les cations sont enlevés de la solution alimentaire. La résine contient de préférence les ions d'hydroxyde chargés négativement pour attirer et tenir /retenir les cations
- 20 chargés positivement. Enlever les cations est facilité par l'échange des ions d'hydrogène pour les cations dans la solution saline aqueuse. Les ions d'hydrogène se combinent alors avec les anions restants dans la solution d'alimentation pour former les acides inorganiques dilués.
- 25 Le transport des acides à travers la cuticule rend divers éléments alimentaires disponibles à la plante pour la production accrue de plantes. La concentration des différents éléments dans la solution acide inorganique diluée est typiquement entre 0.001ppm et 150 ppm, la variation de concentration préférée de chaque élément étant :

30

<u>Elément</u>	Variation de concentration préférée (ppm)
C	50 – 150
N	5 – 20
Si	10 – 40
P	10 – 35
S	10 – 25
B	0.01 – 0.1
Mo	0.001 – 0.01

Les éléments nutritionnels incluent l'azote, le phosphore, le carbone, le bore, le molybdène, la silice et le soufre. La perméabilité efficace de la cuticule est en général plus élevée pour l'acide sulfurique que pour les acides nitriques. L'inclusion des sulfates dans la solution alimentaire mène à la formation de l'acide sulfurique dilué dans le produit, ce qui accélère le transport des aliments par la cuticule. L'inclusion de l'acide nitrique fournit une source d'azote pour une croissance potentialisée. Du phosphore est inclus comme source essentielle de la molécule de triphosphate d'adénosine exigée pour la production énergétique. La saisie du phosphore par la plante à partir des aliments foliaires conventionnels est extrêmement lente, et cet élément est souvent indisponible dans les sols vu les états défavorables du sol. Le bore est important pour le transport du sucre, la division cellulaire, et la synthèse de certaines enzymes. L'augmentation de la formation du sucre nécessite davantage de bore pour le transport du sucre. Le molybdène est un cofacteur aux enzymes importantes dans la construction des acides aminés, et est sollicité avec le catabolisme augmenté.

L'introduction du carbone dans la plante se fait typiquement par l'intermédiaire de l'acide carbonique, qui se dissocie dans la plante en dioxyde de carbone (CO_2) et eau. Le CO_2 est assimilé dans l'hydrate de carbone pendant la photosynthèse. Les hydrates de carbone à leur tour sont employés pour former les protéines, les lipides, les acides nucléiques etc. à l'aide des autres éléments qui sont présents dans la solution nutritive. Ceci aboutit à un rendement potentialisé des plantes.

Les Figures 1 à 4 montrent un des effets que la solution nutritive a sur la croissance d'une plante, notamment la taille augmentée.

Sur la Figure 1, la dimension d'une feuille de laitue qui a été traitée avec la solution nutritive de la présente invention est comparée à celle d'une feuille non traitée (témoin). On peut voir que la feuille traitée a une dimension beaucoup plus grande que la feuille non traitée. Cette augmentation dans la croissance des plantes est essentielle pour de nombreuses raisons en ce sens qu'elle permet d'obtenir un meilleur produit pour les consommateurs, et de récolter plus tôt. La durée de la maturation est réduite de 10 à 14 jours, permettant ainsi des cultures récoltées additionnelles par an. De même, sur la Figure 2, est illustrée la croissance augmentée des plantes de laitue qui ont été traitées avec la solution nutritive une fois comparées aux plantes non traitées (témoin).

Sur la Figure 3, des plantes de tomate qui ont été traitées avec la solution nutritive sont comparées à celles qui n'ont pas été traitées (témoin). Les plantes de tomate qui ont été traitées ont montré une plus grande croissance que les plantes non traitées.

Sur la Figure 4, des fraisiers qui ont été traités avec la solution nutritive sont comparés à ceux qui n'ont pas été traités (témoin). Les fraisiers qui ont été traités ont eu une croissance plus vigoureuse que les plantes non traitées.

L'augmentation nette de la biomasse de la plante est le résultat de la production augmentée des sucres, de l'amidon, de la cellulose, des protéines, des lipides et des acides nucléiques avec la diminution concomitante de la rupture des produits métaboliques pendant la respiration. L'inclusion des sels de silice dans la solution alimentaire provoque la formation de l'acide silicique dans le produit. La silice augmente la force de la paroi cellulaire et la propriété fongicide des plantes traitées.



5 Les résultats consistent en une croissance et un développement stimulés simultanés, et des propriétés fongicides augmentées dans les plantes traitées. En outre, la qualité et la durée de conservation du fruit produit par les plantes qui sont traitées avec la solution nutritive sont améliorées.

Les essais préliminaires réalisés dans les serres et les champs ouverts ont montré les augmentations suivantes au niveau du rendement des plantes qui ont été traitées avec la solution nutritive de l'invention :

<u>Plante</u>	% augmentation de rendement
Roses	+35%
	augmentation de +30% des fleurs du type exportation
Mange Tout	+200%
Fèves	+150%
Haricots d'Espagne	+70%
tomates	+100%
Fraises	+40%

10

REVENDEICATIONS (modifiées en réponse à l'opinion écrite)

- 5 1. Une méthode pour fournir des aliments à une plante principalement à travers sa cuticule comprenant la mise en contact de la cuticule de la plante, typiquement sur les feuilles et les tiges, avec une source d'aliments liquides comportant, consistant de préférence essentiellement en, les molécules qui sont suffisamment petites pour passer à travers la cuticule, en particulier un acide carbonique et optionnellement une autre solution acide inorganique diluée comportant les aliments additionnels.
- 10 2. Une méthode selon la revendication 1 où la solution acide inorganique diluée est choisie parmi un groupe comprenant l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'acide phosphorique, l'acide phosphoreux, l'acide borique, l'acide molybdique et l'acide silicique, et leurs mélanges.
- 15 3. Une méthode selon la revendication 1 où les concentrations des éléments individuels dans la solution acide inorganique diluée varient typiquement entre 0.001ppm et 150ppm.
- 20 4. Principalement une solution nutritive de carbone pour application aux parties aériennes d'une plante, où la solution nutritive comporte, consiste de préférence essentiellement en, un ou plusieurs aliments ayant des molécules qui sont suffisamment petites pour passer rapidement à travers la cuticule de la plante, la solution nutritive comportant principalement l'acide carbonique et les molécules choisies principalement parmi les anions inorganiques des carbonates et des bicarbonates.
- 25
5. Une solution nutritive selon la revendication 4 où la solution nutritive peut inclure une autre solution acide inorganique diluée.
- 30 6. Une solution nutritive selon la revendication 4 où les molécules peuvent en plus être choisies parmi les anions inorganiques tels que des nitrates, des chlorures, des sulfates, des phosphates, des phosphites, des borates, des molybdates et des silicates, et leurs mélanges.
- 35 7. Une solution nutritive selon la revendication 4 où les dimensions des molécules sont inférieures à 100 g/mol.



8. Une solution nutritive selon la revendication 4 où le pH de la solution nutritive varie entre 2.6 et 3.5.
- 5 9. Un procédé pour produire principalement une solution nutritive de carbone comportant un ou plusieurs aliments ayant des molécules suffisamment petites pour passer rapidement à travers la cuticule de la plante, comprend l'étape de passer une solution aqueuse contenant les sels dissous des bicarbonates et carbonates, et optionnellement les sels également dissous du groupe comportant des nitrates, des chlorures, des sulfates, des phosphates, 10 des phosphites, des borates, des molybdates et des silicates, et leurs mélanges, par un échangeur cationique.
- 15 10. Un processus selon la revendication 9 où l'échangeur cationique est une colonne comportant une résine d'échange cationique ou un milieu d'échange ionique fibreux.
- 20 11. Un processus selon la revendication 10 où la résine d'échange cationique se compose d'une résine de gel, d'une résine de type macroporeux ou d'une résine de type tissu.
- 25 12. Un processus selon la revendication 9 où l'échangeur cationique comporte une combinaison des résines d'échange anionique et cationique avec les milieux d'échange ionique fibreux cationique et anionique qui englobe les cathodes et/ou les anodes, et qui sépare les cations et les anions dans un processus d'électro-désionisation.
- 30 13. Une composition consistant essentiellement en un ou plusieurs sels des bicarbonates et/ou carbonates, et optionnellement aussi un ou plusieurs sels choisis parmi le groupe comportant des nitrates, des chlorures, des sulfates, des phosphates, des phosphites, des borates, des molybdates et des silicates et leurs mélanges, laquelle composition convient pour la production principalement d'une solution nutritive de carbone ayant des molécules suffisamment petites pour passer rapidement à travers la cuticule de la plante.
- 35 14. Une méthode pour fournir des aliments à une plante principalement à travers la cuticule de la plante selon la revendication 1 comme décrit ci-dessus en substance.



15. Une solution nutritive pour application aux parties aériennes d'une plante selon la revendication 4 sensiblement comme décrits ci-dessus en substance.

5 16. Un procédé pour produire une solution nutritive selon la revendication 9 sensiblement comme cela est décrit en substance dans ce document.

17. Une composition selon la revendication 13 comme cela est décrit dans les présentes en substance.

10

A handwritten mark, possibly a signature or initials, consisting of a large, stylized letter 'R' enclosed within a circular or oval shape.

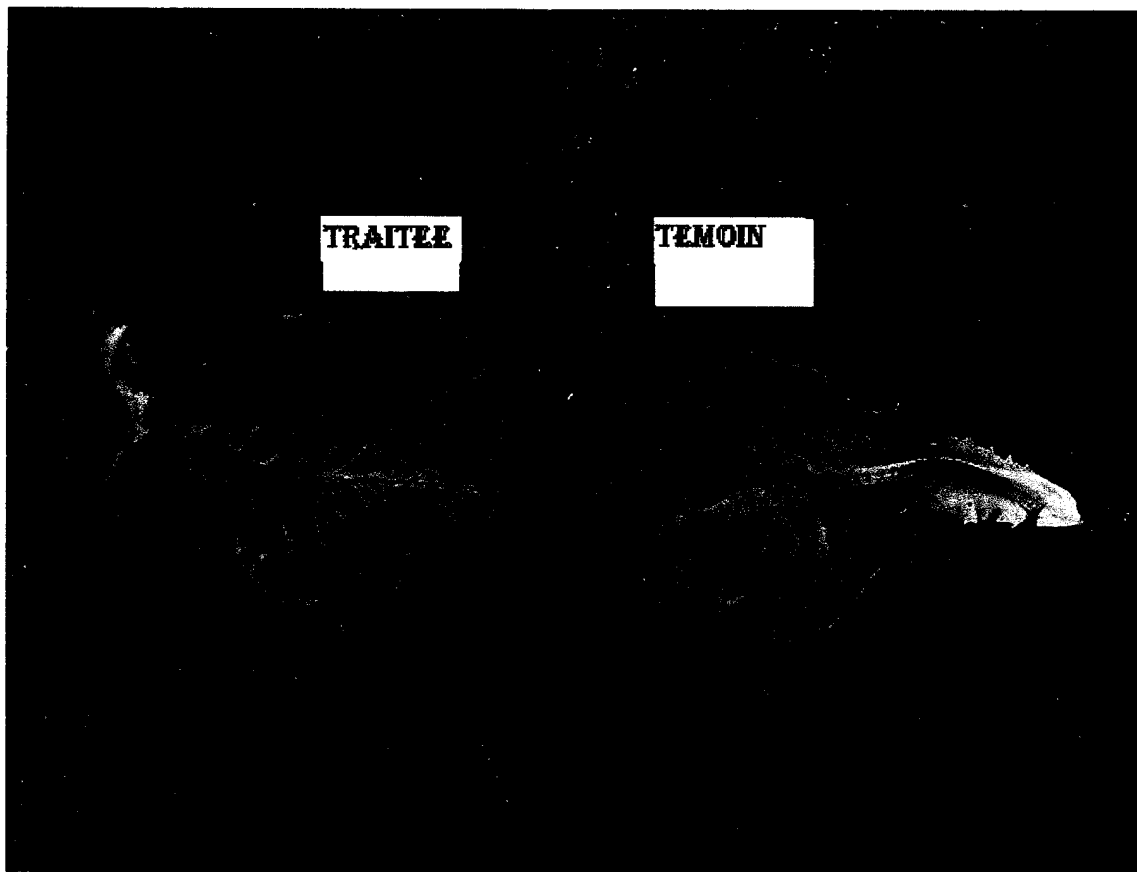


FIGURE 1

R

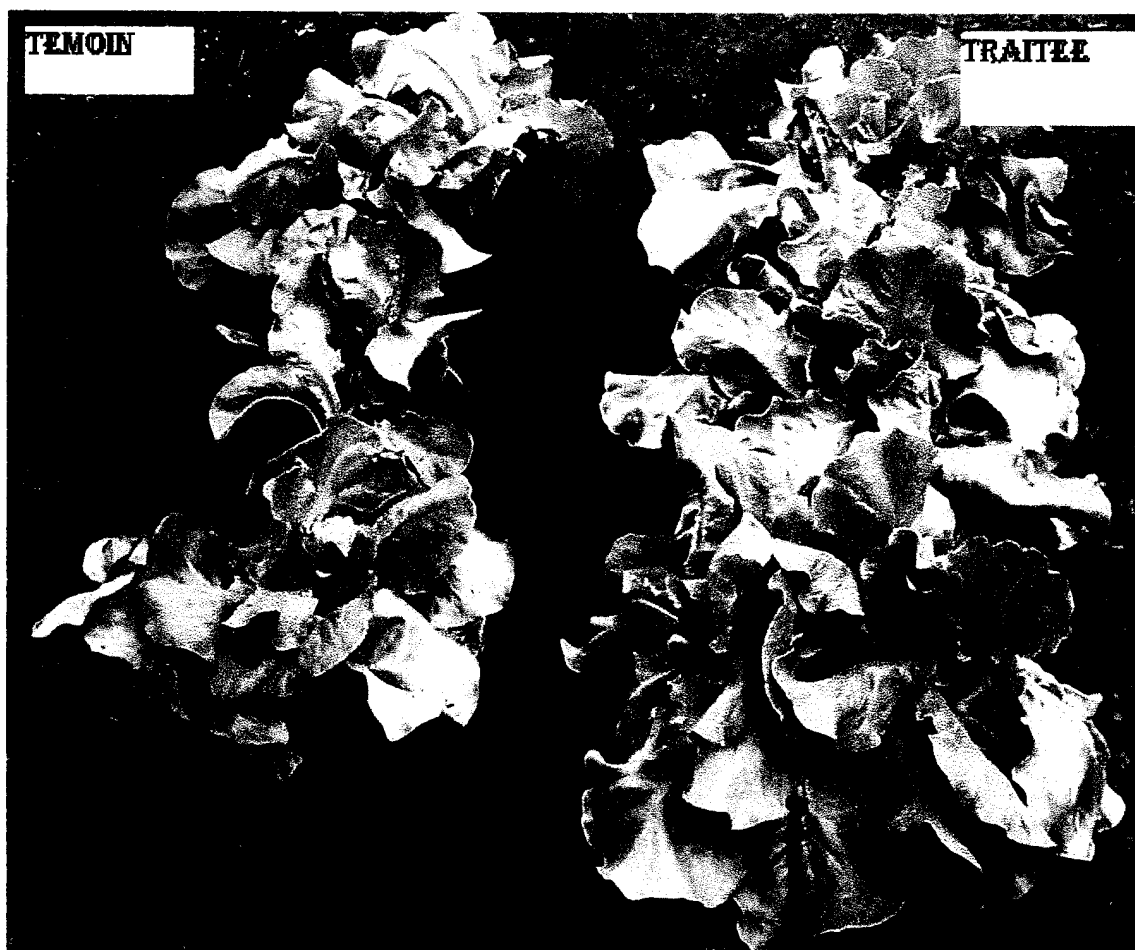


FIGURE 2

R



TRAITEE



TEMOIN

FIGURE 3

A handwritten mark or signature, possibly a stylized letter 'P', located in the lower right area of the page.

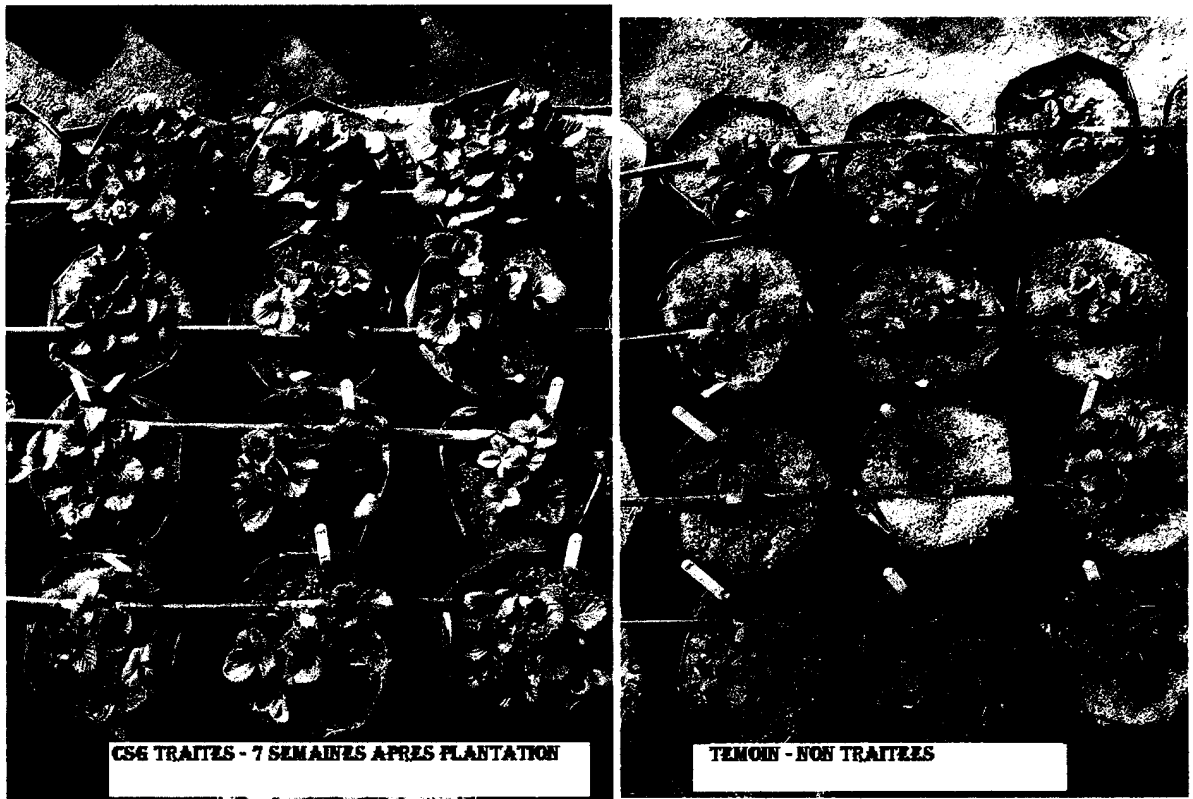


FIGURE 4

R