

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
26 septembre 2024 (26.09.2024)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/194366 A1

(51) Classification internationale des brevets :

C12N 1/14 (2006.01) *C12P 7/10* (2006.01)
C12N 1/22 (2006.01) *C12R 1/645* (2006.01)

Tawes 405, 4000 Liège (BE). **SCHEUREN, Jean-Michel**
; Rue Fond-des-Tawes 405, 4000 Liège (BE).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2024/057472

(74) Mandataire : **CALYSTA NV** ; Lambroekstraat 5A, 1831
Diegem (BE).

(22) Date de dépôt international :

20 mars 2024 (20.03.2024)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

BE2023/5207 20 mars 2023 (20.03.2023) BE

(71) Déposant : **NOVOBIOM** [BE/BE] ; Rue Fond-des-Tawes
405, 4000 Liège (BE).

(72) Inventeurs : **DESSILY, Maxime** ; Rue Fond-des-Tawes
405, 4000 Liège (BE). **ZAoui, Caroline** ; Rue Fond-des-

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, CV, GH,

(54) Title: METHOD OF SOLID FERMENTATION FROM A FIBROUS SUBSTRATE FOR THE PRODUCTION OF ENZY-
MATIC BIOMOLECULES

(54) Titre : PROCÉDÉ DE FERMENTATION SOLIDE À PARTIR D'UN SUBSTRAT FIBREUX POUR LA PRODUCTION DE
BIOMOLÉCULES ENZYMATIQUES

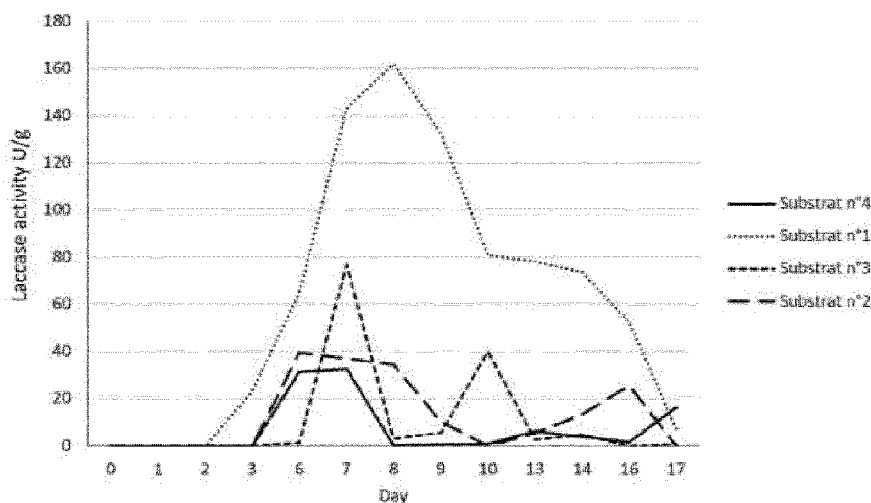


FIG. 1

(57) Abstract: A solid fermentation method for producing enzymatic biomolecules from a fibrous substrate, involving conditioning said fibrous substrate, inoculating the fibrous substrate with a fungal strain selected from strains belonging to the genera Ganoderma, Trametes, Pycnoporus, Pleurotus and Fusarium, extracting said biomolecule and collecting said biomolecule.

(57) Abrégé : Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécule enzymatiques à partir d'un substrat fibreux comprenant un conditionnement dudit substrat fibreux, une inoculation du substrat fibreux à l'aide d'une souche fongique choisie parmi des souches appartenant au genre des Ganoderma, Trametes, Pycnoporus, Pleurotus, Fusarium, une extraction de ladite biomolécule et une collecte de ladite biomolécule.

[Suite sur la page suivante]



WO 2024/194366 A1

GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

PROCÉDÉ DE FERMENTATION SOLIDE À PARTIR D'UN SUBSTRAT FIBREUX POUR LA PRODUCTION DE BIOMOLÉCULES ENZYMATIQUES

La présente invention se rapporte à un procédé de fermentation solide à partir d'un substrat fibreux, comme par exemple, un substrat issu du recyclage des textiles ou un substrat formé de déchets textiles en fin de vie ou
5 non encore valorisé ou encore de matériaux à base de fibres ligno-cellulosiques pour la production de biomolécules.

Dans le cadre de la production de biomolécules, il existe plusieurs procédés qui aujourd'hui permettent de produire des biomolécules. Toutefois, les biomolécules produites sont actuellement assez coûteuse de par les
10 conditions extrêmement contrôlées qui doivent être mises en œuvre pour produire ces biomolécules.

Dans le cadre de la présente invention, les biomolécules envisagées sont des biomolécules produites de manière naturelle par la souche choisie et non pas des biomolécules qui sont produites, suite à une modification
15 microbiologique de la souche.

En effet, la présente invention vise simultanément à produire des biomolécules à bas coûts permettant une utilisation de celle-ci plus massivement, c'est-à-dire dans des secteurs où les biomolécules sont actuellement inutilisées ou peu utilisées à cause de leur coût de production qui
20 en limite les usages dans des industries à faible marge ou dans des industries dans lesquelles les substances utilisées ne peuvent pas être extrêmement chères. On citera par exemple la détergence où les produits doivent être de plus en plus respectueux de l'environnement et où des biomolécules comme les enzymes à plus faible coût pourraient permettre un usage plus massif et donc à impact
25 environnemental positif, certains procédés de transformation alimentaire ou encore la bioremédiation de sols pollués où ces enzymes à bien moindre coût permettraient leur utilisation ou encore des usages où les soins de santé sont non accessibles à cause des faibles moyens financiers de la population voire pour les usages vétérinaires où des antibiotiques naturels et peu coûteux pourraient
30 trouver une utilité.

De plus, la présente invention vise aussi l'usage de matière comme substrat qui sont recyclées ou pour lesquelles il n'y a actuellement pas encore de voie de valorisation, en fin de vie, ... afin d'améliorer l'impact environnemental.

5 En 2021, plus de 149 millions de tonnes de textiles ont été produites dans le monde. En Europe, la consommation de textile a augmenté de plus 40% sur les deux dernières décennies, et il est estimé que chaque habitant jette en moyenne 11 kg de textile par an. Seulement 38% des déchets textiles feraient l'objet d'une collecte et d'un tri en vue d'une potentielle réutilisation et il est estimé,
10 que seulement 1% sont recyclés et 87% sont incinérés ou enfouis des décharges.

Une des problématiques majeures des déchets textiles réside dans la diversité. En effet, il existe d'une part différents types de déchets, mais également de nombreux types de textiles et au sein de ceux-ci, de nombreux types de fibres qui sont mélangées pour former les textiles.

15 S'il existe actuellement certaines solutions pour les déchets textiles de production (déchets de coupe, matériaux présentant des défauts, reliquat de production, ...), dont la nature est bien connue et contrôlée, certains types de déchets textiles sont extrêmement problématiques pour le recyclage.

20 Pour l'instant, pour les textiles issus de l'habillement, les solutions existantes consistent en un tri mécanique permettant de récupérer les habits pouvant être vendus en seconde main, et pour la fraction restante, un tri plus poussé de séparation des tissus en fonction de leur composition est réalisé manuellement ou par fibre optique. Les déchets textiles issus de l'ameublement ne sont pour l'instant pas valorisés et sont utilisés pour leur potentiel calorifique.

25 D'autre part, les mélanges de fibres synthétiques et naturelles retrouvées dans les couffins et autres voilages constituent un gisement de fibres plastiques non exploitables par les techniques existantes, malgré l'existence de traitement physico-chimiques permettant de fragiliser les fibres naturelles afin de rendre possible leur filage.

30 De plus, si dans certains cas, les couffins de matelas sont isolés du reste du matelas, ce n'est pas systématiquement le cas et ceci dépend de la

technologie à disposition des centres de valorisation des déchets qui sont chargés du recyclage, aussi, certains centres s'appliquent à broyer les matelas avec leurs outils, en retirent les parties métalliques et génèrent ainsi un broyat comprenant un mélange de outils et de mousse synthétiques ou naturelles déchiquetés.

Il existe également des techniques de fermentation liquide de fibres textiles préalablement prétraitées à la soude et aux enzymes cellulases afin de générer des sucres valorisables ensuite dans des procédés de chimie verte.

Cependant, les approches existantes de traitement chimique et biologique des déchets de fibres textiles sont réalisées en milieu liquide, impliquent un usage conséquent en eau et produits chimiques, et constituent des procédés difficilement implémentables à une échelle industrielle permettant de traiter les volumes de déchets générés.

L'invention a pour but de pallier les inconvénients de l'état de la technique en procurant une invention permettant d'utiliser des ressources peu coûteuses tout produisant des biomolécules actives afin de faire baisser leurs coût de production et les mettre à disposition de manière plus large, offrant de cette manière une valorisation intéressante constituant une vraie motivation à opter pour des solutions plus vertes.

Pour résoudre ce problème, il est prévu suivant l'invention, un procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules à partir d'un substrat fibreux comprenant :

- une fourniture d'un substrat fibreux déchiqueté, tissé, non-tissé ou aggloméré
- un conditionnement dudit substrat fibreux pour obtenir un substrat fibreux conditionné contenant de 60 à 80% en poids d'eau par rapport au poids de substrat fibreux conditionné,
- une inoculation du substrat fibreux à l'aide d'une à l'aide d'une souche fongique filamenteuse, plus particulièrement une souche fongique filamenteuse saprophyte, encore plus particulièrement choisie parmi les divisions des Basidiomycètes

et des Ascomycètes et préférentiellement choisie parmi des souches appartenant au genre des Agrocybe, Ganoderma, Trametes, Pycnoporus, Pleurotus, Fomes, Fomitopsis, Irpex, Laetiporus, Inonotus, Lentinula, Fusarium, Aspergillus, Trichoderma, Penicillium, Cladosporium, Chaetomium, Acremonium, pour permettre une colonisation par ladite souche fongique du substrat fibreux,

- une croissance de ladite souche fongique
- une production de biomolécule choisies parmi le groupes formés des protéases, , amylases, cellulases, chitinases, xylanases, les oxydoréductases (dont entre autres les laccases, manganèse peroxydases, lignine peroxydases), les lipases,
- une extraction de biomolécule, et
- une collecte de ladite biomolécule.

Comme on peut le constater le procédé selon la présente invention présente l'avantage de partir d'un substrat fibreux déchiqueté tissé, non tissé, ou aggloméré, récupéré de matière recyclée, ou de déchets textiles en fin de vie ou encore de déchets textiles pour lesquels il n'existe pas de voie de valorisation pour la production de molécules, les biomolécules à haute valeur ajoutée.

Avantageusement, dans le procédé selon la présente invention, ladite collecte est suivie d'une étape de purification agencée pour obtenir un lot purifié de biomolécules.

Dans un mode de réalisation préférentiel du procédé selon l'invention, ladite extraction est choisie parmi une extraction à partir de la biomasse fongique obtenue ou une série de rinçage du milieu de culture par une phase aqueuse, permettant de récolter une phase aqueuse enrichie en biomolécule.

Plus particulièrement, selon la présente invention, la série de rinçage comprend 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou plus rinçage, chaque rinçage étant effectué à intervalle de 5, 6, 7, 8, 9, 10 jours. Cette série de rinçage permet

avantageusement la récupération des biomolécules produites, lesquelles sont sécrétées par la souche fongique.

De préférence, la biomolécule est une enzyme.

Avantageusement, le milieu comprenant les enzymes est soumis à
5 une ou plusieurs étapes(s) de filtration, de préférence une filtration tangentielle.

De préférence, les enzymes sont précipitées par fractionnement au sulfate d'ammonium et/ou purifiées sur résines échangeuses d'ion.

Une alternative au fractionnement au sulfate d'ammonium est la
10 filtration de manière à ne retenir que les molécules de taille similaire à l'enzyme
(ex. de 10 à 50 kDa).

Alternativement, ou en outre deux biomolécules sont récupérées :
l'enzyme et une autre biomolécule.

De préférence, la collecte de la seconde biomolécule se fait via
l'ajout d'eau (de préférence entre 1 et 3 fois le poids du matériau), suivi d'une
15 étape de récupération du milieu aqueux, avantageusement réalisée par un
pressage, un essorage, ou une centrifugation.

La biomolécule est ensuite séparée du milieu aqueux.

Lorsque la biomolécule est un surfactant (par exemple choisi parmi
les sophrolipides, les lipides mannosylerythritol (MEL), les tréhalose lipides, les
20 xylolipides, les cellobioses lipides, les polylipides, les lipopeptides, les
hydrophobines et un mélange de ceux-ci), celle-ci est de préférence récupérée
(après récupération de l'enzyme, par exemple via filtration via une membrane
de maille supérieure à 10 kDa, de manière à obtenir le surfactant dans le
perméat et l'enzyme dans le rétentat) par précipitation acide (par exemple à
25 un pH inférieur à 4, de préférence inférieur à 3, voire même inférieur à 2,5) ; le
précipité étant récupéré puis remis en solution dans un milieu aqueux alcalin. De
préférence, cette solution est alors purifiée par filtration, en pratique, de
préférence une première filtration, avantageusement une filtration tangentielle
avec un tamis de 100 kDa, suivie d'une nanofiltration, avantageusement sur une
30 membrane à 1 kDa.

Dans un autre mode de réalisation préférentiel du procédé selon la présente invention, ladite croissance de ladite souche fongique est simultanée à la production de biomolécule.

5 Dans une variante du procédé selon la présente invention, ladite croissance de ladite souche fongique a lieu avant la production de biomolécule.

Selon la présente invention, la production de biomolécules peut se produire pendant la colonisation (croissance de la souche fongique), après la colonisation du substrat fibreux ou encore pendant la colonisation et se
10 poursuivre après la colonisation du substrat fibreux.

Plus particulièrement, dans le procédé selon la présente invention, le substrat fibreux déchiqueté aggloméré, tissé ou non tissé comprend des fibres choisies parmi des fibres textiles naturelles végétales ou animales, des fibres textiles semi-synthétiques ou des fibres textiles polymère, des fibres
15 lignocellulosiques.

Par les termes fibres textiles naturelles végétales, on entend au sens de la présente invention, des fibres textiles naturelles d'abaca, de bagasse, de bambou, de coco, de coton, de lin, de chanvre, de jute, de raphia, de Ramie, de Rotin, de bois, de Furcraea andina, de Ceiba pentandra, d'Agave sisalana,
20 de Kénaf, de Pina, et analogues.

Par les termes fibres textiles naturelles animales, on entend des fibres textiles naturelles d'alpaga, d'angora, de Byssus, de poil de chameau, de cachemire, de catgut, de guanaco, de poil ou de cheveux, de lama, de mohair, de pashmina, de qiviuk, de soie, éventuellement de soie d'araignée, de tendon,
25 de laine, de vigogne de yack et analogues,

Par les termes fibres semi-synthétiques, on entend au sens de la présente invention, des fibres d'acétate de cellulose, de diacétate de cellulose, de triacétate de cellulose, de lyocell, de Modal et analogue.

Par les termes fibres textiles polymère, on entend les fibres
30 acryliques, les fibres aramide (Twaron, Kevlar, Nomex, Technora), les microfibres,

les fibres polyamide, les fibres polyester, les fibres polyoléfines, les fibres à base de polyéthylène de haut poids moléculaires, les fibres elastannes, les fibres vectran, les fibres vinalon, les fibres zylon et analogue.

Cette classification a été publiée par Weidmann en 2010.

5 Par les termes fibres lignocellulosiques, on entend au sens de la présente invention, des fibres composées de lignine, d'hémicellulose et de cellulose en proportions variables, issue d'exploitations forestières, agricoles ainsi que de déchets (bois d'ameublement, aggloméré, etc).

10 Par les termes "substrat fibreux déchiquetés, formés desdites fibres sous forme agglomérées, tissées ou non tissées", ou par les termes "substrat fibreux sous forme de morceaux ou de granulés formés desdites fibres sous forme agglomérées, tissées, ou non tissées", on entend des fibres agglomérées, tissées ou non tissées, typiquement textile ou lignocellulosique, qui ont subi une étape de réduction de taille pour former des morceaux. Cette réduction de taille peut
15 comprendre un broyage par un broyeur à ciseaux, un découpeur de type guillotine, un déchiqueteur, un broyeur à mâchoires, voire même un effilocheur. Cette étape de broyage est préalable à la fourniture de substrat fibreux. Dans certains cas, avant l'étape d'humidification, la présente invention envisage également d'effectuer une étape additionnelle de réduction de taille si celle-ci
20 s'avère utile, par exemple lorsque le substrat fibreux sous forme de morceaux ou de granulé formé desdites fibres présentent une distribution de taille trop large ou lorsque la taille moyenne des morceaux est trop élevée.

De manière préférentielle, selon la présente invention, le substrat fibreux déchiqueté aggloméré, tissé ou non tissé est un résidu de broyage de
25 textiles recyclés, plus particulièrement de textiles d'ameublement recyclés, de matelas recyclés, de linges de toilettes ou de couchages, de textiles de l'habillement, de chutes ou de déchets textiles de production, de rembourrés et leurs mélanges.

De manière plus particulière, selon la présente invention, ledit
30 substrat fibreux sous forme agglomérées, tissées ou non tissées est un résidu de broyage de textiles recyclés choisis parmi les textiles d'ameublement, de

matelas et de rembourrés et présente une teneur en mousse synthétique comprise entre 10 et 80%.

Plus particulièrement encore, dans un mode de réalisation du procédé selon la présente invention, ledit substrat fibreux sous forme agglomérée, tissée ou non tissée est un résidu de broyage d'éléments lignocellulosique, comme par exemple des résidus de broyage de bois aggloméré.

Dans encore un mode de réalisation préférentiel selon la présente invention, dans lequel ladite étape de conditionnement est réalisée de manière à obtenir un substrat fibreux conditionné contenant de 60 à 80% en poids d'eau par rapport au poids de substrat fibreux conditionné, et est suivie des étapes de

- hygiénisation dudit substrat fibreux conditionné pour former un substrat fibreux conditionné hygiénisé,
- Refroidissement du substrat fibreux conditionné hygiénisé pendant une période de temps comprise entre 12 et 24 heure.

Dans une forme de réalisation préférentielle du procédé selon la présente invention, ladite hygiénisation est une pasteurisation à la vapeur pour obtenir un substrat fibreux conditionné hygiénisé pendant une durée d'au moins 3 heures, de préférence d'au moins 4 heures, plus préférentiellement d'au moins 5 heures à une température supérieure ou égale à 72°C.

Dans une forme de réalisation encore plus préférentielle du procédé selon la présente invention, la pasteurisation est effectuée à température croissante jusqu'à obtenir un pic de température supérieur à 85°C, plus particulièrement à 88°C, plus particulièrement à 90°C, maintenu pendant une période de temps comprise entre 5 et 50 minutes, plus particulièrement comprise entre 30 et 40 min.

Dans une autre forme de réalisation préférentielle du procédé selon la présente invention, ladite hygiénisation du substrat fibreux conditionné est un compostage comprenant au moins un cycle de compostage comprenant une étape de montée en température jusqu'à obtention d'une

température comprise entre 55 et 80 °C, plus préférentiellement jusqu'à obtention d'une température comprise entre 58 et 65°C, pendant une période de temps comprise entre 6h et 5 jours, suivi d'une étape d'aération dudit substrat fibreux pour maintenir une température comprise entre 46 et 49°C pendant 3 à 7 jours, éventuellement par retournement du substrat fibreux.

Plus particulièrement, selon la présente invention, ladite étape de conditionnement dudit substrat fibreux pour obtenir un substrat fibreux conditionné comprend une humidification du substrat fibreux et/ou un lavage dudit substrat fibreux suivi éventuellement d'un égouttage ou d'un séchage.

Dans encore une autre forme de réalisation du procédé selon la présente invention, ladite étape de conditionnement dudit substrat fibreux comprend une étape additionnelle de supplémentation en éléments essentiels, comme par exemple en minéraux (calcium, magnésium) en phosphore, en sources de carbone et azote, typiquement pour obtenir un substrat fibreux dont le ratio carbone : azote est compris entre 10 et 30, préférentiellement entre 15 et 20, par exemple par ajout de grains.

Plus particulièrement, selon la présente invention, ladite inoculation du substrat fibreux à l'aide d'une souche fongique comprend un ensemencement dudit substrat fibreux conditionné hygiénisé à l'aide de blanc mycélien issu de ladite souche fongique sur graines par addition d'au moins un blanc mycélien sur graines au dit substrat fibreux conditionné hygiénisé à raison de 0,5% à 10% en poids, plus particulièrement de 1 à 7%, plus particulièrement encore de 3 à 5% en poids de blanc mycélien par rapport au poids de substrat fibreux conditionné hygiénisé, plus particulièrement de 4 à 8% en poids de blanc mycélien, avec obtention de substrat fibreux conditionné hygiénisé ensemencé.

Alternativement, une culture liquide de ladite une ou plusieurs souches de champignon est utilisée pour l'ensemencement.

Dans ce cas, la concentration pour l'ensemencement sera avantageusement déterminée par la personne du métier en prenant en compte la concentration de la culture liquide de départ et les capacités de croissance de la souche sur le substrat fibreux à traiter. Typiquement entre 1 et 5%

(poids :poids) du milieu liquide est utilisé pour l'ensemencement du substrat fibreux conditionné hygiénisé.

Avantageusement, ladite croissance de la dire souche fongique est réalisée sur le substrat fibreux conditionné hygiénisé et ensemencé, 5 préalablement mélangé et comporte une incubation dudit substrat fibreux conditionné hygiénisé ensemencé homogénéisé pendant une période de temps comprise entre 1 et 6 semaines, plus particulièrement entre 2 et 5 semaines, dans une enceinte présentant une humidité relative comprise entre 65 et 85%, plus particulièrement entre 70 et 80%.

10 Plus particulièrement encore, ledit ensemencement est réalisé en sac de culture ou sur convoyeur.

De préférence, le mélange est réalisé par retournement de sac de culture, retournement sur convoyeur, mélange dans un mélangeur à rubans, ou encore dans un mélangeur à pales.

15 Dans un mode préféré selon la présente invention, ladite souche fongique est choisie parmi les souches *Agrocybe* sp., *Ganoderma* sp., *G. applanatum*, *G. boninense*, *G. lucidum*, *G. resinaceum*, *G. sessile*, *Trametes* sp. ; *Trametes hirsuta*, *T. pubescens*, *T. suaveolens*, *T. versicolor*, *Pycnoporus sanguineus*, *Pleurotus* sp., *P. albidus*, *P. citrinopileatus*, *P. djamor*, *P. eryngii*, *P.* 20 *ostreatus*, *P. ostraceus florida*, *P. ostraceus sajorcaju caju*, *P. salmoneo-stramineus*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Irpex lacteus*, *Laetiporus sulphureus*, *Inonotus obliquus*, *Lentinula edodes*; *Lentinus lepideus*, *L. giganteus*, *L. squarrosulus* and *L. tigrinus*, *Fusarium* sp., *Fusarium culmorum*, *Fusarium solani*, *Aspergillus* sp., *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus* 25 *fumigatus*, *Aspergillus terreus*, *Trichoderma* sp., *Trichoderma reesei*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma longibrachiatum*, *Cladosporium* sp., *Chaetomium* sp., *Chaetomium globosum*.

D'autres formes de réalisation du procédé suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après, à titre non limitatif et en faisant référence aux figures.

La figure 1 représente l'Activité laccase produite par *T. versicolor*,
5 en fonction du temps et du type de substrat utilisé.

La figure 2 montre la production de carboxyméthylcellulase par une souche de *Pycnoporus sanguineus* sur textile ou sur compost.

Exemples.-

Exemple 1.- Réalisation des cultures mères

10 On a réalisé des cultures mères de la manière suivante :

- Préparation du milieu gélosé : mise en solution (eau déminéralisée) des ingrédients suivants :
 - 2% d'extrait de malt (20 g/L)
 - 2% d'agar (20 g/L)
 - 0,2% d'extrait de levure (2 g/L)
- Stérilisation de la préparation liquide par autoclavage
- Répartition de la préparation liquide stérilisée dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre et refroidissement en conditions stériles.

20 Les boîtes contenant le milieu gélosé ont ensuite été inoculées avec une souche de champignon de la division des basidiomycètes, plus particulièrement de la souche *Trametes versicolor*.

Les boîtes ainsiensemencées ont ensuite été incubées pendant 5 à 8 jours, en conditions de température comprises entre 20°C et 28°C. Des carrés d'agar de dimensions 1,5 x 1,5 cm ont été découpés à l'aide d'un scalpel
25 préalablement stérilisé, la zone de prélèvement de tissus fongiques se situant vers le front de migration du mycélium.

Exemple 2.- Réalisation d'un blanc mycélien de première génération.

On a préparé un mélange contenant 1 part de graines avec 1 part de grains de blé, 1 part de grains d'avoine, et 1 part d'un mélange de graines pour canari contenant 65% de graines d'alpiste, 20% de graines niger, 5% de graines de chanvre et 5% de graines de lin.

Les graines sont ensuite immergées dans de l'eau pendant 24H et ensuite récupérées et stérilisées en autoclave à 121°C pendant 40 minutes.

Pour former le blanc mycélien de première génération des souches indiquées au tableau 1, on ajoute un carré d'agar colonisé par la souche de champignons à 100 g de graines stérilisées telles que décrites ci-dessus et on place la quantité souhaitée de graines inoculées à l'aide de carrés d'agar colonisé selon la proportion indiquée ci-dessus dans un sac de culture. Le sac de culture est ensuite incubé dans une chambre de culture à température ambiante sous atmosphère contenant environ 75% d'humidité et à l'abri de la lumière pendant 21 jours. Une fois les graines colonisées, c'est-à-dire recouvertes de mycélium, on obtient le blanc mycélien de première génération.

Exemple 3.- Réalisation d'un blanc mycélien de cinquième génération

On mélange des graines stérilisées telles qu'obtenues à l'exemple 2 avec des graines colonisées selon une proportion de 19/1 pour obtenir la génération suivante tel qu'indiqué au tableau 1.

Tableau 1.-

Génération	Proportion de Graines stérilisées	Proportion de Graines colonisées	Génération de graines colonisées utilisée
2	19 parties en poids	1 partie en poids	Première génération
3	19 parties en poids	1 partie en poids	Deuxième génération
4	19 parties en poids	1 partie en poids	Troisième génération
5	19 parties en poids	1 partie en poids	Quatrième génération

Exemple 4.- Préparation du substrat fibreux

5 A partir d'une balle de déchets textiles déchiquetés en petits morceaux (d50 compris entre 2 et 8 cm), on a réalisé une humidification du substrat fibreux. Le déchet textile comprenait des coulis de matelas, des morceaux de mousse PU de matelas et d'autres textiles d'ameublement.

10 L'humidification a été réalisée jusqu'à obtenir une teneur en eau d'environ 65%. Le substrat fibreux humidifié a ensuite été pasteurisé pendant 5 heures à une température supérieure à 72°C et placé dans un sac de culture.

Le substrat fibreux humidifié et pasteurisé a ensuite été refroidi pendant une durée de 18 heures.

Exemple 5.- Fermentation solide du substrat fibreux par des champignons de la division des Basidiomycètes

15 On a inoculé le substrat fibreux humidifié et pasteurisé par du blanc de mycélium, de la souche de champignon *T. versicolor* sur graines issu de l'exemple 2 en ajoutant 5% en poids de blanc de mycélium par rapport au poids de substrat fibreux humidifié et pasteurisé et on a placé le sac de culture contenant le blanc de mycélium et le substrat fibreux humidifié et pasteurisé

dans une chambre de culture à température ambiante et contenant une humidité relative de 75%.

Après 3 semaines, on observe une colonisation complète du substrat fibreux.

5 On a préparé différents substrats fibreux selon le protocole de l'exemple 4. Les substrats fibreux sont présentés au tableau 2.

Tableau 2.-

Substrat fibreux	Composition	Taille moyenne
1	Coutils de matelas	d50 compris entre 2 et 8 cm
2	Mélange de textile et bois issus du broyage de meubles	d50 compris entre 1 et 20 cm
3	Mélange de textile et bois issus du broyage de meubles (65%) supplémenté de sciure de bois (35%)	d50 compris entre 1 et 20 cm
4	Sciure de bois 47,5%, paille 47,5% et son de blé 5%	d50 compris entre 1 et 20 cm

Le substrat fibreux 4 est considéré comme un contrôle positif, il s'agit d'un substrat noble dont les nutriments sont aisément accessibles à la souche de champignon.

Pendant la croissance de la souche de champignon *Trametes versicolor*, l'activité laccase a été mesurée en fonction du temps. La laccase est extraite en agitant une quantité fixe de substrat colonisé pendant 1h à 150 RPM avec un tampon potassium phosphate à 0,1M (15 litres de tampon phosphate comme phase aqueuse/kg de substrat. La quantification de l'activité laccase est réalisée par spectrophotométrie avec de l'ABTS comme réactif. L'activité

enzymatique de la laccase a été utilisée comme traceur de la croissance des champignons.

Les résultats sont présentés à la figure 1. Comme on peut le constater, on observe un début plus précoce de la production de laccase lorsque *T. versicolor* est cultivé sur les coutils. Le rendement observé de fermentation solide sur coutils est 5 fois plus élevé que sur un substrat noble.

Ces résultats montrent que la fermentation solide à partir de déchets textiles comme substrat fibreux par différentes souches de champignon permet la croissance de biomasse, la réduction de la quantité de déchet et/ou encore la possibilité de produire des biomolécules dans un ordre de grandeur similaire à d'autres techniques optimisées et publiées pour la production industrielle de biomolécules, comme la laccase.

Les inventeurs ont ensuite comparé la fermentation d'une autre enzyme, une carboxyméthylcellulase, soit en utilisant un compost comme substrat idéal, soit en utilisant un textile et en ayant sélectionné une souche productrice de l'enzyme et capable de croître sur le textile comme substrat.

Comme montré à la Figure 2, la fermentation de la carboxyméthylcellulase en utilisant le textile comme substrat est obtenue avec une efficacité presque identique à celle d'un substrat idéal.

Exemple 6.- comparaison de la croissance de différentes souches sur textile.

Les inventeurs ont testé la croissance sur textile de différentes souches commerciales de *Phacidium lacerum*, *Ganoderma lucidum* (9 souches différentes), *Tropicoporus linteus*, pendant 7 la croissance est mesurée en centimètres.

Les souches testées de *Phacidium lacerum* et de *Tropicoporus linteus* n'ont poussé, alors que la grande majorité des souches de *Ganoderma lucidum* (7 sur les 9) ont bien poussé, une a poussé de manière médiocre et une n'a pas poussé.

Les inventeurs ont testé ensuite la croissance des souches *Fomes fomentarius* (2 souches), *Laetiporus sulphureus*, *Trametes versicolor* (2 souches), *Bjerkandera adusta*, *Fomitopsis pinicola*, *Daedaleopsis confragosa*, *Heterobasidion annosum*, *Ganoderma lucidum* (la souche de croissance médiocre à 7 jours) et *Pycnoporus sanguineus*.

A 14 jours, les inventeurs ont mesuré des croissances pour toutes les souches, celles de *Trametes versicolor* ayant globalement la plus forte croissance (6 et 9 cm), une souche de *Fomes fomentarius* a également très bien poussé (7 cm), mais pas l'autre (1,55 cm). La souche de *Ganoderma lucidum*, et celle de *Pycnoporus sanguineus* ont très bien poussé (8 cm). La souche testée de *Heterobasidion annosum* n'a pas bien poussé. Les autres souches testées ont eu une croissance intermédiaire (entre 2 et 6 cm).

Exemple 7.- production de biosurfactant sur textile

On a ensemencé deux substrats différents, un compost ou un textile avec une souche de champignon, en particulier une souche de *Trametes versicolor* ou de *Ganoderma lucidum*. Les inventeurs avaient préalablement vérifié (cfr exemple 6) que ces souches étaient capables de croître sur un substrat textile et de produire le biosurfactant d'intérêt.

Les trois souches testées, cultivées sur le compost, produisent le surfactant dès 5 jours de culture et, globalement, en produisent davantage à 9 et 12 jours.

Les trois souches testées, cultivées sur le textile produisent le surfactant dès 9 jours, en des teneurs comparables à la culture sur compost, même si la production à 12 jours est moindre, par exemple réduite de moitié en comparaison à la culture sur compost.

Les inventeurs considèrent que ces résultats sont excellents, puisque les textiles ne sont pas optimisés comme substrat de culture, et comprennent même des fibres non-métabolisables : la valeur ajoutée de l'invention est la somme du traitement des déchets, de la biomolécule produite et des fibres synthétiques ou des plastiques qui sont à présent plus facilement recyclables.

Il est bien entendu que la présente invention n'est en aucune façon limitée aux formes de réalisations décrites ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre des revendications annexées.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécule à partir d'un substrat fibreux comprenant :

- 5 - une fourniture d'un substrat fibreux déchiqueté, tissé, non-tissé ou aggloméré lequel le substrat fibreux déchiqueté aggloméré, tissé ou non tissé comprend des fibres choisies parmi des fibres textiles naturelles végétales ou animales, des fibres textiles semi-synthétiques ou des fibres textiles polymère, et/ou des fibres lignocellulosiques,
- 10 - un conditionnement dudit substrat fibreux pour obtenir un substrat fibreux conditionné contenant de 60 à 80% en poids d'eau par rapport au poids de substrat fibreux conditionné,
- 15 - une inoculation du substrat fibreux à l'aide d'une à l'aide d'une souche fongique filamenteuse, plus particulièrement une souche fongique filamenteuse saprophyte, encore plus particulièrement choisie parmi les divisions des Basidiomycètes et des Ascomycètes et préférentiellement choisie parmi des souche fongique choisie parmi des souches appartenant au genre des Agrocybe, Ganoderma, Trametes, Pycnoporus,
- 20 Pleurotus, Fomes, Fomitopsis, Irpex, Laetiporus, Inonotus, Lentinula, Fusarium, Aspergillus, Trichoderma, Penicillium, Cladosporium, Chaetomium, Acremonium, Ganoderma, Inonotus, Trametes, Pycnoporus, Pleurotus, Grifola, Fomes, Fusarium, pour permettre une colonisation par ladite souche
- 25 fongique du substrat fibreux,
- une croissance de ladite souche fongique
- une production de biomolécule choisie parmi le groupe formés des protéases, des laccases, des amylases, des cellulases, des chitinases, des xylanases, des oxydoréductases (dont entre
- 30 autres les laccases, manganèse peroxydases, lignine peroxydases), des lipases,

- une extraction de ladite biomolécule et
- une collecte de ladite biomolécule.

2. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules à partir d'un substrat fibreux selon la revendication 1, dans lequel ladite collecte est suivie d'une étape de purification agencée pour obtenir un lot purifié de biomolécules, de préférence un fractionnement au sulfate d'ammonium et/ou la purification sur résine échangeuse d'ions.

3. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel ladite extraction est choisie parmi une extraction à partir de la biomasse fongique obtenue ou une série de rinçage du milieu de culture par une phase aqueuse, permettant de récolter une phase aqueuse enrichie en biomolécule.

4. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules selon la revendication 3, dans lequel la série de rinçage comprend 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou plus rinçages, chaque rinçage étant effectué à intervalle de 5, 6, 7, 8, 9, 10 jours.

5. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite croissance de ladite souche fongique est simultanée à la production de biomolécules.

6. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécule à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ladite croissance de ladite souche fongique a lieu avant la production de biomolécule.

7. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécule à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le substrat fibreux déchiqueté aggloméré, tissé ou non tissé comprend des fibres textiles naturelles végétales ou animales, et des fibres textiles polymère.

8. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécule à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le substrat fibreux déchiqueté aggloméré, tissé ou non tissé est un résidu de broyage de textiles recyclés ou en

fin de vie, plus particulièrement de textiles d'ameublement recyclés, de matelas recyclés, de linges de toilettes ou de couchages, de textiles de l'habillement, de chutes ou de déchets textiles de production, de rembourrés et leurs mélanges.

9. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécule à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit substrat fibreux sous forme agglomérées, tissées ou non tissées est un résidu de broyage de textiles recyclés choisis parmi les textiles d'ameublement, de matelas et de rembourrés et présente une teneur en mousse synthétique comprise entre 10 et 80%.

10. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécule à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit substrat fibreux sous forme agglomérées, tissées ou non tissée est un résidu de broyage d'éléments lignocellulosique, comme par exemple des résidus de broyage de bois aggloméré.

11. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécule à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite étape de conditionnement est réalisée de manière à obtenir un substrat fibreux conditionné contenant de 60 à 80% en poids d'eau par rapport au poids de substrat fibreux conditionné, et est suivie des étapes de

- hygiénisation dudit substrat fibreux conditionné pour former un substrat fibreux conditionné hygiénisé,
- Refroidissement du substrat fibreux conditionné hygiénisé pendant une période de temps comprise entre 12 et 24 heures.

12. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules à partir d'un substrat fibreux selon la revendication 11, dans lequel ladite hygiénisation est une pasteurisation à la vapeur pour obtenir un substrat fibreux conditionné hygiénisé pendant une durée d'au moins 3 heures, de préférence d'au moins 4 heures, plus préférentiellement d'au moins 5 heures à une température supérieure ou égale à 72°C.

13. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules à partir d'un substrat fibreux selon la revendication 12, dans lequel

la pasteurisation est effectuée à température croissante jusqu'à obtenir un pic de température supérieur à 85°C, plus particulièrement à 88°C, plus particulièrement à 90°C, maintenu pendant une période de temps comprise entre 5 et 50 minutes, plus particulièrement comprise entre 30 et 40 min.

5 14. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel ladite hygiénisation du substrat fibreux conditionné est un compostage comprenant au moins un cycle de compostage comprenant une étape de montée en température jusqu'à obtention d'une
10 température comprise entre 55 et 80 °C, plus préférentiellement jusqu'à obtention d'une température comprise entre 58 et 65°C, pendant une période de temps comprise entre 6h et 5 jours, suivi d'une étape d'aération dudit substrat fibreux pour maintenir une température comprise entre 46 et 49°C pendant 3 à 7 jours, éventuellement par retournement du substrat fibreux.

15 15. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite étape de conditionnement dudit substrat fibreux pour obtenir un substrat fibreux conditionné comprend une humidification du substrat fibreux et/ou un lavage dudit substrat fibreux suivi
20 éventuellement d'un égouttage ou d'un séchage.

 16. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite étape de conditionnement dudit substrat fibreux comprend une étape additionnelle de supplémentation en
25 éléments essentiels, comme par exemple en minéraux (calcium, magnésium) en phosphore, en sources de carbone et azote, typiquement pour obtenir un substrat fibreux dont le ratio carbone : azote est compris entre 10 et 30, préférentiellement entre 15 et 20, par exemple par ajout de grains.

 17. Procédé de fermentation solide pour la production de
30 biomolécules à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite souche fongique est choisie

parmi les souches *Agrocybe* sp., *Ganoderma* sp., *G. applanatum*, *G. boninense*, *G. lucidum*, *G. resinaceum*, *G. sessile*, *Trametes* sp. ; *Trametes hirsuta*, *T. pubescens*, *T. suaveolens*, *T. versicolor*, *Pycnoporus sanguineus*, *Pleurotus* sp., *P. albidus*, *P. citrinopileatus*, *P. djamor*, *P. eryngii*, *P. ostreatus*, *P. ostraceus florida*, *P. ostraceus sajorcaju caju*, *P. salmoneo-stramineus*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Irpex lacteus*, *Laetiporus sulphureus*, *Inonotus obliquus*, *Lentinula edodes*; *Lentinus lepideus*, *L. giganteus*, *L. squarrosulus* and *L. tigrinus*, *Fusarium* sp., *Fusarium culmorum*, *Fusarium solani*, *Aspergillus* sp., *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus terreus*,
5 *Trichoderma* sp., *Trichoderma reesei*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma longibrachiatum*, *Cladosporium* sp., *Chaetomium* sp., *Chaetomium globosum*.

18. Procédé de fermentation solide pour la production de biomolécules à partir d'un substrat fibreux selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant la fermentation pour la production
15 d'une seconde biomolécule.

19. Procédé selon la revendication 18 dans lequel la seconde biomolécule est un biosurfactant, de préférence choisi parmi les sophrolipides, les lipides mannosylerythritol (MEL), les tréhalose lipides, les xylolipides, les cellobioses lipides, les polylipides, les lipopeptides, les hydrophobines et un
20 mélange de ceux-ci.

20. Le procédé selon la revendication 19 comprenant de préférence les étapes successives

- d'acidification du milieu de culture comprenant ledit surfactant à un pH inférieur à 4, de manière à précipiter ledit
25 surfactant
- de prélèvement du précipitat
- de remise en solution dudit précipitat et
- de filtration.

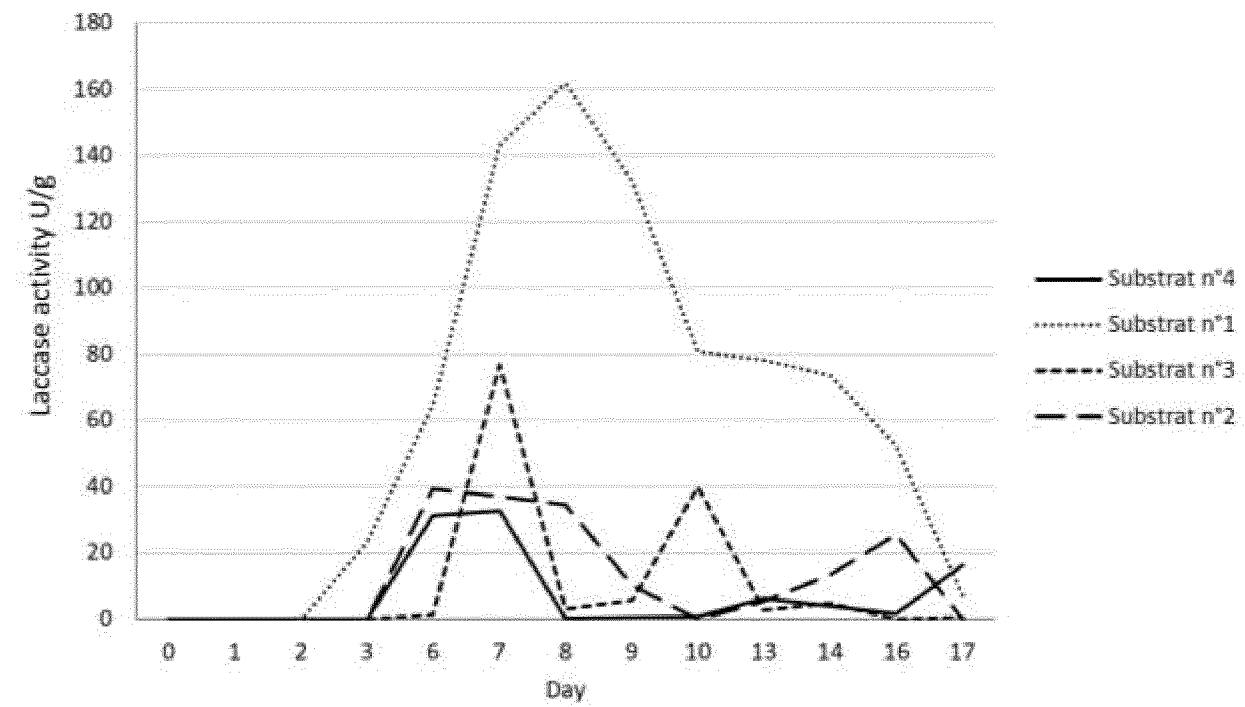


FIG. 1

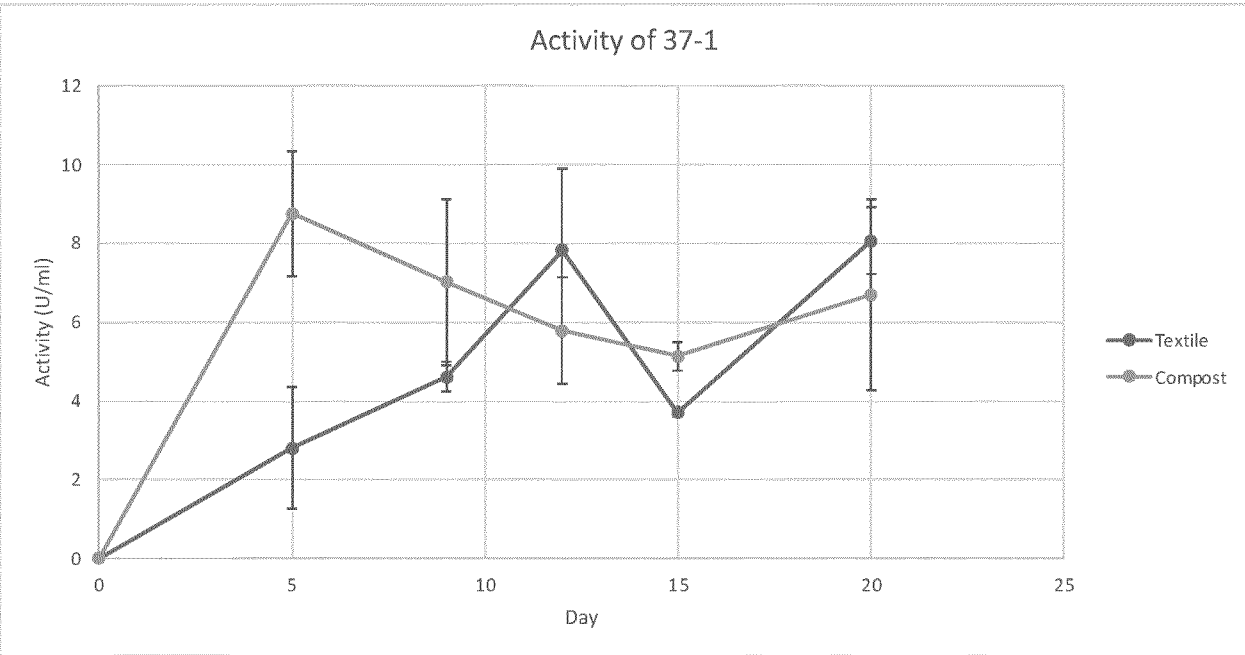


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/057472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*C12N 1/14*(2006.01)i; *C12N 1/22*(2006.01)i; *C12P 7/10*(2006.01)i; *C12R 1/645*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C12N; C12P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HU YUNZI ET AL. "Valorisation of textile waste by fungal solid state fermentation: An example of circular waste-based biorefinery" <i>RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING</i> , AMSTERDAM, NL, Vol. 129, 01 February 2018 (2018-02-01), pages 27-35 DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.09.024 ISSN: 0921-3449, XP093080421 abstract; page 28, par. 2.3-2.5; page 34, Conclusions	1-20
A	NURIKA IRNIA ET AL. "Biotransformation of Tropical Lignocellulosic Feedstock Using the Brown rot Fungus <i>Serpula lacrymans</i> " , NL, Vol. 11, No. 6, 08 January 2019 (2019-01-08), pages 2689-2700, WASTE AND BIOMASS VALORIZATION, Retrieved from the Internet: http://link.springer.com/article/10.1007/s12649-019-00581-5/fulltext.html DOI: 10.1007/s12649-019-00581-5 ISSN: 1877-2641, XP093090757 abstract; page 2690, last par. ; page 2691, par. 1; page 2692-2693, "Total reducing sugar"; page 2697, Conclusion	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 June 2024

Date of mailing of the international search report

03 July 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Dumont, Elisabeth

Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ABDESHAHIAN PEYMAN ET AL. "Valorization of Lignocellulosic Biomass and Agri-food Processing Wastes for Production of Glucan Polymer" <i>WASTE AND BIOMASS VALORIZATION</i>, SPRINGER NETHERLANDS, NL, Vol. 12, No. 6, 15 October 2020 (2020-10-15), pages 2915-2931, [retrieved on 2020-10-15] DOI: 10.1007/S12649-020-01267-Z ISSN: 1877-2641, XP037451691 abstract; introduction; page 2917, col. 2, last par. ; Table 1; page 2921, col. 2, par. 1; Fig. 2	1-20
A	JI SU BIN ET AL. "Coproduction of Enzymes and Beta-Glucan by <i>Aspergillus oryzae</i> Using Solid-State Fermentation of Brown Rice" <i>JOURNAL OF MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY</i>, Korea, Vol. 31, No. 7, 28 July 2021 (2021-07-28), pages 1028-1034 DOI: 10.4014/jmb.2105.05005 ISSN: 1017-7825, XP093090351 abstract; page 1029, par. 2.4; page 1033, Conclusions.	1-20
A	ROUSTA NEDA ET AL. "Effects of fungal based bioactive compounds on human health: Review paper" <i>CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION</i>, USA, 15 February 2023 (2023-02-15), pages 1-24 DOI: 10.1080/10408398.2023.2178379 ISSN: 1040-8398, XP093090363 abstract; Table 1; pages 5-6, "beta-glucans"	1-20
A	DA SILVA ANDRÉ FELIPE ET AL. "Fungal biosurfactants, from nature to biotechnological product: bioprospection, production and potential applications" <i>BIOPROCESS AND BIOSYSTEMS ENGINEERING</i>, SPRINGER, DE, Vol. 44, No. 10, 16 June 2021 (2021-06-16), pages 2003-2034, [retrieved on 2021-06-16] DOI: 10.1007/S00449-021-02597-5 ISSN: 1615-7591, XP037552755 abstract; page 2016 col. 2, par. 2-4	1-20

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C12N1/14 C12N1/22 C12P7/10 ADD. C12R1/645		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C12N C12P		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	HU YUNZI ET AL: "Valorisation of textile waste by fungal solid state fermentation: An example of circular waste-based biorefinery", RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING, vol. 129, 1 février 2018 (2018-02-01), pages 27-35, XP093080421, AMSTERDAM, NL ISSN: 0921-3449, DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.09.024 abrégé; page 28, par. 2.3-2.5; page 34, Conclusions ----- -/-	1-20
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☐ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 12 juin 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 03/07/2024
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Dumont, Elisabeth

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	NURIKA IRNIA ET AL: "Biotransformation of Tropical Lignocellulosic Feedstock Using the Brown rot Fungus <i>Serpula lacrymans</i>", WASTE AND BIOMASS VALORIZATION , vol. 11, no. 6 8 janvier 2019 (2019-01-08), pages 2689-2700, XP093090757, NL ISSN: 1877-2641, DOI: 10.1007/s12649-019-00581-5 Extrait de l'Internet: URL:http://link.springer.com/article/10.1007/s12649-019-00581-5/fulltext.html abrégé; page 2690, dernier par. ; page 2691, par. 1; page 2692-2693, "Total reducing sugar"; page 2697, Conclusion -----	1-20
A	ABDESHAHIAN PEYMAN ET AL: "Valorization of Lignocellulosic Biomass and Agri-food Processing Wastes for Production of Glucan Polymer", WASTE AND BIOMASS VALORIZATION, SPRINGER NETHERLANDS, NL, vol. 12, no. 6, 15 octobre 2020 (2020-10-15), pages 2915-2931, XP037451691, ISSN: 1877-2641, DOI: 10.1007/s12649-020-01267-Z [extrait le 2020-10-15] abrégé; introduction; page 2917, col. 2, dernier par. ; Table 1; page 2921, col. 2, par. 1.; Fig. 2 -----	1-20
A	JI SU BIN ET AL: "Coproduction of Enzymes and Beta-Glucan by <i>Aspergillus oryzae</i> Using Solid-State Fermentation of Brown Rice", JOURNAL OF MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, vol. 31, no. 7, 28 juillet 2021 (2021-07-28), pages 1028-1034, XP093090351, Korea ISSN: 1017-7825, DOI: 10.4014/jmb.2105.05005 abrégé; page 1029, par. 3; page 1033, Conclusion. ----- -/-	1-20

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	ROUSTA NEDA ET AL: "Effects of fungal based bioactive compounds on human health: Review paper", CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION, 15 février 2023 (2023-02-15), pages 1-24, XP093090363, USA ISSN: 1040-8398, DOI: 10.1080/10408398.2023.2178379 Abrégé; Table 1; pages 5-6, "beta-glucans" -----	1-20
A	DA SILVA ANDRÉ FELIPE ET AL: "Fungal biosurfactants, from nature to biotechnological product: bioprospection, production and potential applications", BIOPROCESS AND BIOSYSTEMS ENGINEERING, SPRINGER, DE, vol. 44, no. 10, 16 juin 2021 (2021-06-16) , pages 2003-2034, XP037552755, ISSN: 1615-7591, DOI: 10.1007/S00449-021-02597-5 [extrait le 2021-06-16] abstract; page 2016 col. 2, par. 2-4 -----	1-20