(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 988 948 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
27.04.2005 Bulletin 2005/17

(51) Int Cl.[7]: **B27N 3/28**

(21) Numéro de dépôt: **99390018.2**

(22) Date de dépôt: **14.09.1999**

(54) **Procédé de moulage d'un objet par injection à partir de matière première végétale**

Verfahren zur Herstellung von Gegenständen aus rohem, pflanzlichem Material durch Spritzgiessen

Method for making shaped objects from a vegetable raw material by injection-moulding

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorité: **16.09.1998 FR 9811551**

(43) Date de publication de la demande:
29.03.2000 Bulletin 2000/13

(73) Titulaire: **Toulousaine de Recherche et de Développement en abrégé "T.R.D."**
31190 Auterive (FR)

(72) Inventeurs:
- **Rigal,Luc**
  31240 Saint-Jean (FR)
- **Silvestre, Françoise**
  31520 Ramonville Saint-Agne (FR)
- **Doumeng, Cathy**
  31550 Gaillac Toulza (FR)
- **Leyris, Juliette**
  31400 Toulouse (FR)
- **Gaset, Antoine**
  31000 Toulouse (FR)

(74) Mandataire:
Cabinet BARRE LAFORGUE & associés
95, rue des Amidonniers
31000 Toulouse (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 039 957
FR-A- 2 747 128
GB-A- 2 265 150
US-A- 5 523 293
US-A- 5 685 218

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 988 948 B1

Description

[0001] L'invention concerne un procédé de moulage d'un objet par injection du type dans lequel on amène par chauffage une matière première à l'état de liquide visqueux ou pâteux, on injecte celle-ci sous pression dans un moule et on effectue un démoulage de la matière durcie. L'invention vise à profiter des performances de ces procédés d'injection (cadences élevées, absence de manutention, formes variées obtenues) pour fabriquer des objets qui, tout en bénéficiant de caractéristiques de durabilité et de stabilité compatibles avec leur fonction, soient biodégradables, compostables et recyclables. Par "biodégradable", on entend que ledit objet est susceptible d'être dégradé au moins dans sa majeure partie par des micro-organismes naturels lorsqu'il est mis dans les conditions appropriées, et ce, sans libération de produits toxiques pour l'écosystème, et à l'échelle de quelques semaines à quelques mois. Par "compostable", on entend un objet qui, divisé, homogénéisé et mélangé à de la matière organique et/ou un sol, fournit un substrat non toxique nutritif pour les plantes. Par "recyclable", on entend un objet dont la matière peut être réutilisée pour former un objet de la même gamme.

[0002] Les contraintes environnementales sont de plus en plus sévères, en particulier pour les produits jetables (notamment les emballages et conditionnements), et on cherche à fabriquer ces produits en leur conférant un caractère biodégradable et/ou compostable et/ou recyclable afin d'éviter qu'ils deviennent une pollution ou nécessitent des traitements onéreux d'élimination. Les matières plastiques synthétiques satisfont généralement à la dernière exigence mais leur recyclage est d'un coût élevé et nécessite des tris préalables pour séparer les divers types de matériaux, tris qui sont peu compatibles avec le mode de vie actuel.

[0003] Pour limiter ces inconvénients, de nombreuses études ont proposé de fabriquer par injection des objets en matière composite en utilisant des fibres végétales telles que fibres de bois, de lin et de chanvre, et en incorporant ces fibres dans une matrice synthétique thermoplastique pour obtenir des objets de bonne cohésion (GB-2 265 150). Cette solution ne résout pas entièrement le problème de la destruction des objets après utilisation, en raison de la présence de la matrice en matière synthétique.

[0004] Quelques publications ont proposé d'injecter des extraits purifiés de matière végétale, notamment extraits protéiques de soja (US-5 523 293, "Schilling, Mechanical properties of biodegradable soy-protein plastics, J. Mater Res. Vol. 10, n° 9, Sept. 1995, p.2197-2202"). Le défaut essentiel de ce type de techniques réside dans son coût élevé provenant essentiellement du coût d'obtention des extraits purifiés (coût d'extraction des protéines pour les exemples des documents antérieurs cités ci-dessus). De telles techniques n'ont, à la connaissance des inventeurs, jamais été mises en oeuvre industriellement du fait que les protéines extraites ont des débouchés beaucoup plus intéressants dans d'autres applications (notamment alimentaires) qui permettent une meilleure valorisation que la fabrication d'emballages ou de conditionnements.

[0005] Par ailleurs, il est à noter, en outre, que certains résidus ligno-cellulosiques issus de procédés d'extraction d'huiles ont été thermopressés pour leur conférer une cohésion et une certaine résistance.

[0006] La présente invention se propose de pallier les inconvénients des procédés connus et d'indiquer un nouveau procédé permettant de fabriquer par injection un objet biodégradable, compostable et recyclable dans de remarquables conditions d'économie.

[0007] Un autre objectif de l'invention est de fabriquer un objet qui bénéficie d'une bonne résistance mécanique, compatible avec des utilisations courantes (petits conditionnements ou emballages tels que gobelets, pots, petits conteneurs, petits objets de la vie courante...).

[0008] A cet effet, le procédé de moulage par injection visé par l'invention consiste à chauffer une matière première pour l'amener à l'état de liquide visqueux ou pâteux, à l'injecter sous pression dans un moule et à effectuer un démoulage de la matière durcie. Selon la présente invention, on utilise comme matière première pour réaliser l'injection un tourteau de tournesol ou de colza présentant les caractéristiques suivantes :

- ledit tourteau est au moins partiellement déshuilé de sorte que sa teneur pondérale en huile est inférieure à 25 %,
- ledit tourteau est hydraté de façon à présenter un taux d'hydratation sensiblement compris entre 2 % et 40 %,
- ledit tourteau présente une répartition granulométrique telle que le diamètre médian D_{50} de ses particules soit compris entre 0,1 mm et 1,2 mm,
- les particules des constituants protéique et fibreux dudit tourteau sont dispersées de façon sensiblement homogène.

[0009] Par "tourteau de tournesol ou de colza", on entend le résidu solide d'extraction d'huile de graines de tournesol ou de colza entières ou décortiquées, quel que soit le moyen d'extraction (pressage, extraction au solvant...), cette extraction d'huile pouvant être totale ou partielle mais abaissant la teneur pondérale en huile du produit au-dessous du seuil sus-indiqué de 25%.

[0010] Par "diamètre médian D_{50}", on entend un diamètre tel que 50% des particules en poids traversent un tamis vibrant ayant une maille de côté égal audit diamètre. (Toutes les mesures granulométriques sont effectuées sur la

matière sèche). (Toutes les teneurs pondérales sont exprimées en pourcentage par rapport au poids de matière sèche ; le taux d'hydratation est exprimé par rapport à la matière totale).

[0011] Les expérimentations ont permis de constater qu'à partir d'une matière première constituée par du tourteau de tournesol ou du tourteau de colza préparé de façon appropriée pour satisfaire aux conditions précédemment définies, il était possible de réaliser, par un processus classique d'injection, des produits de formes variées, bénéficiant d'une excellente cohésion et de qualité de résistance de l'ordre de celle des objets courants tels que petits conteneurs, pots, gobelets, emballages, conditionnements..., et ce, sans la nécessité d'ajouter un quelconque adjuvant. Ainsi, le procédé de l'invention permet de bénéficier des cadences élevées des procédés d'injection et de leur souplesse de mise en oeuvre pour obtenir des objets très bon marché à partir d'une matière première brute naturelle, abondante, sans addition d'extraits, produits finis ou semi-finis, produits synthétiques ou naturels. Il est totalement inattendu qu'un tel résidu végétal de tournesol ou de colza, très hétérogène et considéré actuellement comme un sous-produit de peu de valeur (utilisé uniquement dans l'alimentation animale pour assurer un apport de faible valeur énergétique), permette de mettre en oeuvre dans des conditions satisfaisantes un procédé d'injection pour fabriquer un objet de qualité équivalente à celle des objets injectés en matière plastique synthétique. Ce résultat remarquable est expliqué a posteriori par les inventeurs par la composition des tourteaux de tournesol ou de colza, lesquels contiennent des protéines qui se prêtent de façon satisfaisante à l'injection et des fibres qui s'avèrent aptes à former un ensemble homogène avec la matrice protéique (sans discontinuité interfaciale malgré la différence de nature chimique de ces constituants). L'eau d'hydratation du tourteau paraît nécessaire pour favoriser le passage à l'état visqueux ou pâteux de la matière première sous l'action thermique

[0012] Par ailleurs, il a pu être constaté que l'huile résiduelle du tourteau possède un effet plutôt défavorable sur les qualités des objets obtenus, en particulier sur leurs propriétés mécaniques, et on utilise avantageusement un tourteau de tournesol ou de colza épuisé en huile, c'est-à-dire contenant au plus 2% d'huile, issu en particulier de la trituration et extraction au solvant de graines de tournesol ou de graines de colza. On limite ou on supprime ainsi les forces de répulsion hydrophobes qui ont tendance à s'opposer à l'association fibres/protéines.

[0013] Selon un premier mode de mise en oeuvre, dit d'injection à moule chaud, on utilise un tourteau présentant un taux d'hydratation sensiblement compris entre 20% et 40%, et avant l'injection, ledit tourteau est chauffé à une température comprise entre 30°C et 100°C, puis est envoyé dans un moule chauffé à une température comprise entre 90°C et 140°C. Ce mode d'injection est de mise en oeuvre relativement lente et son optimisation requiert un taux d'hydratation élevé, pour parvenir à faible température à obtenir un état visqueux ou pâteux du tourteau permettant son injection dans le moule dans de bonnes conditions.

[0014] Selon un autre mode de mise en oeuvre, dit d'injection à moule froid, on utilise un tourteau présentant un taux d'hydratation sensiblement compris entre 2% et 15%, et, avant l'injection, ledit tourteau est chauffé à une température comprise entre 110°C et 200°C, puis envoyé sous pression dans un moule froid ou présentant une température inférieure à 65°C. Ce mode d'injection est couramment employé pour les matières plastiques synthétiques et autorise des cadences très élevées. Les essais ont montré que, dans cette injection à moule froid, un taux d'hydratation du tourteau sensiblement compris entre 5% et 15% donne de bons résultats, en évitant en particulier la formation de poches de vapeur et en réduisant les retraits de matière au refroidissement, ce qui conduit à des formes plus précises.

[0015] Si l'on cherche à accroître les performances mécaniques des objets obtenus, il est possible d'utiliser un tourteau de graines de tournesol ou de colza décortiquées, qui naturellement contient une plus forte proportion de protéines. Bien entendu, il est également possible, dans certaines applications, d'utiliser un tourteau de tournesol ou de colza enrichi de protéines végétales par addition afin d'augmenter encore ces performances mécaniques au prix d'un accroissement de coût.

[0016] Dans le procédé de l'invention, le tourteau de tournesol ou de colza est préalablement soumis à un traitement mécanique de division et d'homogénéisation pour lui conférer la répartition granulométrique précédemment définie ; de préférence, ce traitement est réalisé de sorte que le diamètre médian D_{50} des particules soit sensiblement compris entre 0,2 mm et 0,7 mm, et le diamètre de coupure D_{95} soit inférieur ou égal à 0,8 mm. Par "diamètre de coupure D_{95}", on entend un diamètre tel que 5% des particules en poids sont arrêtées par un tamis vibrant ayant une maille de côté égal audit diamètre.

[0017] Une telle répartition peut notamment être obtenue par passage du tourteau dans un dispositif bi-vis qui assure une division, une homogénéisation et le cas échéant un déshuilage partiel ou complet de celui-ci, propres à conduire à une meilleure qualité des objets injectés (meilleure résistance mécanique, moins de défauts et de retrait de matière). Le dispositif bi-vis peut éventuellement être choisi pour assurer le déshuilage complet des tourteaux (sans autre opération d'extraction d'huile) ou, au contraire, être couplé en aval d'une presse d'extraction classique assurant le déshuilage ou une partie de celui-ci.

[0018] Le procédé de l'invention permet de fabriquer des objets modelés biodégradables, compostables et recyclables, essentiellement constitués d'une matrice protéique renforcée par des fibres végétales orientées selon une ou des directions privilégiées et présentant une résistance à la flexion sensiblement comprise entre 3 et 30 mégapascals.

[0019] Les exemples qui suivent sont destinés à illustrer le procédé de l'invention.

[0020] Dans les exemples 1 et 3, le tourteau après déshuilage par pressage bi-vis ou traditionnel est soumis à un traitement de préparation préalable dans un dispositif bi-vis de configuration spécifique ; ce dispositif bi-vis et le dispositif d'injection permettant de réaliser ensuite l'injection sont schématisés aux dessins annexés ; sur ces dessins :

- la figure 1 est une représentation longitudinale symbolique dudit dispositif bi-vis,
- la figure 2 en est une coupe transversale par un plan A,
- la figure 3 est un schéma symbolique de la presse à injecter utilisée dans les exemples.

[0021] Le dispositif bi-vis schématisé aux figures 1 et 2 est utilisé pour effectuer la préparation préalable des tourteaux après déshuilage ; ce dispositif est obtenu à partir de modules commercialisés par la Société "CLEXTRAL" (marque déposée) sous la référence générale "BC45". Chaque module comprend une enceinte tubulaire à double paroi 1 et 2 qui permet une régulation thermique du coeur de l'enceinte où sont logés les organes actifs. Certains modules sont du type comprenant deux vis identiques copénétrantes, d'autres du type comprenant des malaxeurs de cisaillement composés de disques bilobes ou de disques malaxeurs. Les divers modules sont entraînés en rotation en synchronisme par un moteur électrique 3 permettant d'obtenir une vitesse de rotation de son arbre de sortie pouvant atteindre 700 tr/min. Dans les exemples, la vitesse de rotation choisie varie de 100 tr/min à 200 tr/min.

[0022] Le dispositif comprend essentiellement les zones fonctionnelles suivantes (d'amont en aval) :

- une zone de convoyage et mise en pression Z_1, comprenant une trémie 4 d'alimentation en tourteaux, des modules de bi-vis à pas direct décroissants tels que 5, et un conduit 6 doté d'une pompe 7 pour l'injection d'eau et/ou d'un solvant alcoolique,
- une zone de cisaillement Z_2, comprenant un ou des malaxeurs à disques bilobes tels que 8,
- une zone d'écrasement et mise en pression Z_3, combinant des modules d'écrasement constitués par des modules de bi-vis à pas direct tels que 9, avec un pas décroissant d'amont vers l'aval, un ou des modules de bi-vis à pas inversés 10 pour réaliser une compression axiale des matières,
- des moyens de soutirage de la phase liquide situés au niveau de la zone Z_3 et combinant un filtre 11 et une sortie de liquide 12 (mis en service dans le cas où un déshuilage complémentaire des tourteaux est recherché),
- et une zone terminale de recueil des matières solides Z_4, comprenant des modules de bi-vis à pas direct 13 et une sortie 14 des matières (tourteaux prêts à l'injection).

[0023] La presse à injecter symbolisée à la figure 3 est une presse de 90t, comprenant une trémie d'alimentation en tourteau 15, une vis sans fin de convoyage et de mise en pression 16, un nez d'injection sous pression 17 et un moule 18 de type connu, à ouverture par vérins.

EXEMPLE 1 :

Composition de la matière première utilisée

[0024] Dans cet exemple, on utilise du tourteau de tournesol d'expression bi-vis dont la composition est la suivante :

% taux d'hydratation	% minéraux/ MS	% protéines/ MS	% lipides/ MS	% cellulose/ MS	% lignine/ MS	% hemicellulose/ MS	% composés phénoliques/ MS
10.8	5.2	26.7	25	16.7	3.9	14.9	4.3

Préparation de la matière :

[0025] L'hydratation et l'homogénéisation de la matière sont réalisées à l'aide du dispositif bi-vis décrit (figures 1 et 2).

[0026] La vitesse de rotation des vis est égale à 100 tours par minute et la température du dispositif est régulée et maintenue à 100°C. Le débit de matière première injectée en tête est voisin de 24 kg/h.

[0027] Environ 9 l/h d'eau sont injectés par le conduit 6 au niveau de la zone Z_1.

[0028] La matière hydratée produite a un taux final d'humidité de 24%, un diamètre médian équivalent D_{50} de 0,35 mm (mesure à sec) et un diamètre de coupure D_{95} de 0,8mm. Elle se présente sous la forme d'une pâte friable homogène.

Injection :

[0029] L'injection est réalisée à l'aide de la presse à injecter décrite figure 3.
[0030] Les paramètres d'injection et moulage sont les suivants :

- la température maximum dans la vis 16 (Tv),
- la température du moule (Tm),
- la pression limite d'injection (Pli),
- les pression de maintien (Pm1, Pm2),
- la durée des pressions de maintien (t1, t2),
- la durée de solidification (ts).

[0031] Pour l'exemple traité, la valeur de ces paramètres est donnée dans le tableau suivant :

Tm(°C)	Tv(°C)	Pli(b)	Pm1(b)	Pm2(b)	t1(s)	t2(s)	ts(s)
103	50	40	30	30	25	50	90

[0032] Les pièces formées sont des éprouvettes normalisées de type haltère IA (ISO 527) utilisées pour la mesure de résistance en traction, des pièces rectangulaires 60x10x4mm utilisée pour les mesures de résistance en flexion et des disques de 90mm de diamètre.
[0033] La maturation est réalisée à 50°C pendant 12h.
[0034] Le retrait observé au cours de la maturation est de 1,4% sur la grande dimension de la pièce rectangulaire.
[0035] Les caractéristiques mécaniques des pièces, mesurées sur Texturomètre TAXT2 (Rhéo) après conditionnement à 25°C et 60% d'humidité pendant 24 h sont présentées dans le tableau suivant :

Flexion (Mpa)		Traction (Mpa)	
Résistance	Module de Young	Résistance	Module de Young
3.5 ± 0.5	497 ± 40	1.2 ± 0.17	110 ± 3

EXEMPLE 2 :

Composition de la matière première

[0036] Dans cet exemple, on utilise du tourteau d'expression bi-vis dont la composition est la suivante :

% taux d'hydratation	% minéraux/ MS	% protéines/ MS	% lipides/ MS	% cellulose/ MS	% lignine/ MS	% hemicellulose/ MS	% composés phénoliques/ MS
10.8	5.2	26.7	25	16.7	3.9	14.9	4.3

Préparation de la matière

[0037] Dans cet exemple, la matière ne subit ni hydratation ni homogénéisation complémentaires. Elle a un taux d'humidité de 9%, un D_{50} de 0,35 mm et un D_{95} de 0,8 mm. Elle se présente sous une forme pulvérulente.

Injection

[0038] Le mise en forme est réalisée à l'aide de la presse à injecter décrite (figure 3).
[0039] Pour l'exemple traité, la valeur des paramètres d'injection est donnée dans le tableau suivant :

Tm(°C)	Tv(°C)	Pli(b)	Pm1(b)	Pm2(b)	t1(s), t2(s), ts(s)
40	190	30	30	20	35

[0040] Les pièces formées sont les mêmes que celles décrites dans l'exemple 1. La maturation se fait de la même

manière que dans l'exemple 1. Le retrait en cours de la maturation est très faible et ne peut être évalué de manière fiable.

[0041] La résistance à la flexion des pièces, mesurée sur Texturomètre TAXT2 (Rhéo) après conditionnement à 25°C et à 60% d'humidité est présentée dans le tableau suivant :

Résistance (MPa)	Module de Young (MPa)
5.12	1147

EXEMPLE 3 :

Composition de la matière première :

[0042] Dans cet exemple, on utilise du tourteau épuisé en huile issu de la trituration de graines de tournesol, dont la composition est la suivante :

% taux d'hydratation	% minéraux/ MS	% protéines/ MS	% lipides/ MS	% cellulose/ MS	% lignine/ MS	% hemicellulose/ MS	% composés phénoliques/ MS
10.0	7.0	35.6	1.0	22.3	5.2	18.5	5.7

[0043] Le D_{50} de la matière est égal à 0,65 et son D_{95} à 2.

Préparation mécanique et hydratation de la matière

[0044] L'hydratation, l'homogénéisation et la division de la matière sont réalisées à l'aide de dispositif bi-vis doté du profil illustré aux figures 1 et 2.

[0045] La vitesse de rotation des vis est égale à 200 tours par minute et la température du dispositif est régulée et maintenue à 100°C. Le débit de matière première injectée en tête est voisin de 23 kg/h.

[0046] Environ 3 l/h d'eau sont injectés dans le conduit 6 au niveau de la zone Z_1.

[0047] La matière hydratée produite a un taux final d'humidité de 5% et, à sec, un D_{50} de 0,4 mm et un D_{95} de 0,7mm. Elle se présente sous la forme d'une pâte friable.

Injection :

[0048] La mise en forme est réalisée à l'aide de la presse à injecter décrite.

[0049] Pour l'exemple traité, la valeur des paramètres d'injection moulage est donnée dans le tableau suivant :

Tm(°C)	Tv(°C)	Pli(b)	Pm1(b)	t1(s)	ts(s)
65	115	110	100	5	13

[0050] Les pièces formées sont similaires à celles décrites dans l'exemple 1.

[0051] La maturation se fait de la même manière que dans l'exemple 1.

[0052] Le retrait observé au cours de la maturation est de 1,7% sur la longueur de la pièce rectangulaire et de 3% sur sa largeur.

[0053] Les caractéristiques mécaniques en flexion mesurées sur Texturomètre TAXT2 (Rhéo) après conditionnement à 25°C et 60% d'humidité pendant 24 h sont présentées dans le tableau suivant :

Résistance (MPa)	Module de Young (MPa)
14,1	2156

EXEMPLE 4 :

Composition de la matière première :

[0054] Dans cet exemple, on utilise du tourteau épuisé en huile issu de la trituration de graines de tournesol, dont la composition est la suivante :

% taux d'hydratation	% minéraux/ MS	% protéines/ MS	% lipides/ MS	% cellulose/ MS	% lignine/ MS	% hemicellulose/ MS	% composés phénoliques/ MS
10.0	7.0	35.6	1.0	22.3	5.2	18.5	5.7

[0055] Le D_{50} de la matière est égal à 0,65 et son D_{95} à 2.

Préparation mécanique de la matière

[0056] L'hydratation, l'homogénéisation et la division de la matière sont réalisées à l'aide de dispositif bi-vis doté du profil illustré aux figures 1 et 2.

[0057] La vitesse de rotation des vis est égale à 200 tours par minute et la température du dispositif est régulée et maintenue à 100°C. Le débit de matière première injectée en tête est voisin de 25 kg/h.

[0058] Environ 0,5 l/h d'eau sont injectés dans le conduit 6 au niveau de la zone Z_1.

[0059] La matière produite a un taux final d'humidité de 2% et, à sec, un D_{50} de 0,4 mm et un D_{95} de 0,7mm. Elle se présente sous la forme d'une pâte friable.

Injection :

[0060] La mise en forme est réalisée à l'aide de la presse à injecter décrite.

[0061] Pour l'exemple traité, la valeur des paramètres d'injection moulage est donnée dans le tableau suivant :

Tm(°C)	Tv(°C)	Pli(b)	Pm1(b)	t1(s)	ts(s)
56	115	110	40	5	13

[0062] Les pièces formées sont similaires à celles décrites dans l'exemple 1.

[0063] La maturation se fait de la même manière que dans l'exemple 1.

[0064] Le retrait observé au cours de la maturation est de 2,9% sur la longueur de la pièce rectangulaire et de 3,8% sur sa largeur.

[0065] Les caractéristiques mécaniques en flexion mesurées sur Texturomètre TAXT2 (Rhéo) après conditionnement à 25°C et 60% d'humidité

Résistance (MPa)	Module de Young (MPa)
21,3	2531

Revendications

1. Procédé de moulage d'un objet par injection, dans lequel on amène par chauffage une matière première à l'état de liquide visqueux ou pâteux, on injecte celle-ci sous pression dans un moule et on effectue un démoulage de la matière durcie, **caractérisé en ce qu'**on utilise, comme matière première, un tourteau de tournesol ou colza présentant les caractéristiques suivantes :

   - ledit tourteau est au moins partiellement déshuilé de sorte que sa teneur pondérale en huile est inférieure à 25 %,
   - ledit tourteau est hydraté de façon à présenter un taux d'hydratation sensiblement compris entre 2 % et 40 %,
   - ledit tourteau présente une répartition granulométrique telle que le diamètre médian D_{50} de ses particules soit compris entre 0,1 mm et 1,2 mm,
   - les particules des constituants protéique et fibreux dudit tourteau sont dispersées de façon sensiblement homogène.

2. Procédé d'injection selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**on utilise un tourteau de tournesol ou colza épuisé en huile, contenant au plus 2 % d'huile, en particulier issu de la trituration de graines de tournesol ou colza.

3. Procédé d'injection selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**on utilise un tourteau présentant

un taux d'hydratation sensiblement compris entre 2 % et 15 %, ledit tourteau étant chauffé à une température comprise entre 110° C et 200° C et envoyé sous pression dans un moule froid ou présentant une température inférieure à 65° C.

4. Procédé d'injection selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**on utilise un tourteau présentant un taux d'hydratation sensiblement compris entre 20 % et 40 %, ledit tourteau étant chauffé à une température comprise entre 30° C et 100° C et envoyé sous pression dans un moule chauffé à une température comprise entre 90°C et 140° C.

5. Procédé d'injection selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 4, **caractérisé en ce qu'**on utilise un tourteau de graines de tournesol ou colza décortiquées.

6. Procédé d'injection selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 4, **caractérisé en ce qu'**on utilise un tourteau de tournesol ou colza enrichi de protéines végétales.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on utilise un tourteau présentant une répartition granulométrique telle que le diamètre médian D_{50} de ses particules soit compris entre 0,2 mm et 0,7 mm, et le diamètre de coupure D_{95} soit inférieur ou égal à 0,8 mm.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**on utilise un tourteau divisé, homogénéisé et au moins partiellement déshuilé par passage des graines de tournesol ou colza dans un dispositif bi-vis.

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel on utilise un dispositif bi-vis comprenant, d'amont en aval, le cas échéant des moyens (6, 7) d'injection d'eau et/ou d'un solvant alcoolique, une zone de cisaillement (Z_2) comprenant au moins un malaxeur de cisaillement (8), une zone d'écrasement et mise en pression (Z_3), des moyens (11, 12) de soutirage de la phase liquide, au moins un module à pas inversés (10) pour réaliser une compression axiale des matières solides, et une sortie (14) des matières solides.

10. Objet moulé biodégradable, compostable et recyclable, susceptible d'être fabriqué par mise en oeuvre de procédé d'injection conforme à l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**il est essentiellement constitué d'une matrice protéique renforcée par des fibres végétales orientées selon une ou des directions privilégiées et **en ce qu'**il présente une résistance à la flexion sensiblement comprise entre 3 et 30 mégapascals.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Spritzformen eines Gegenstandes, bei dem eine Primärmasse durch Erhitzen in einen viskösen oder pastenartigen Flüssigzustand versetzt wird, diese unter Druck in eine Form gespritzt und die verfestigte Masse aus der Form genommen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Primärmasse ein Sonnenblumen- oder Rapskuchen mit den folgenden Eigenschaften verwendet wird:

   - der genannte Kuchen ist wenigstens teilweise entölt, so dass sein Ölgehalt weniger als 25 Gew.-% beträgt,
   - der genannte Kuchen ist hydratisiert, so dass sein Wassergehalt im Wesentlichen zwischen 2 und 40 % liegt,
   - der genannte Kuchen hat eine solche Korngrößenverteilung, dass der mittlere D_{50}-Durchmesser seiner Partikel zwischen 0,1 mm und 1,2 mm liegt,
   - die Partikel der Protein- oder Faserbestandteile des genannten Kuchens sind im Wesentlichen homogen verteilt.

2. Spritzformverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein ölfreier Sonnenblumen- oder Rapskuchen mit einem Ölgehalt von maximal 2 % verwendet wird, insbesondere im Anschluss an eine Zerkleinerung der Sonnenblumen- oder Rapskörner.

3. Spritzformverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kuchen verwendet wird, der einen Wassergehalt im Wesentlichen zwischen 2 und 15 % aufweist, wobei der genannte Kuchen auf eine Temperatur zwischen 110°C und 200°C erhitzt und unter Druck in eine Form gegeben wird, die kalt ist oder eine Temperatur von weniger als 65°C hat.

4. Spritzformverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kuchen verwendet wird, der

einen Wassergehalt im Wesentlichen zwischen 20 und 40 % aufweist, wobei der genannte Kuchen auf eine Temperatur zwischen 30°C und 100°C erhitzt und unter Druck in eine Form gegeben wird, die auf eine Temperatur zwischen 90°C und 140°C erhitzt wurde.

5. Spritzformverfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kuchen mit entrindeten Sonnenblumen- oder Rapskörnern verwendet wird.

6. Spritzformverfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein an pflanzlichen Proteinen reicher Sonnenblumen- oder Rapskuchen verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kuchen mit einer solchen Korngrößenverteilung verwendet wird, dass der mittlere D_{50}-Durchmesser seiner Partikel zwischen 0,2 mm und 0,7 mm liegt und der D_{95}-Schnittdurchmesser gleich oder kleiner als 0,8 mm ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kuchen verwendet wird, der durch Passage der Sonnenblumen- oder Rapskörner durch eine Doppelschneckenvorrichtung zerteilt, homogenisiert und wenigstens teilweise entölt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem eine Doppelschneckenvorrichtung verwendet wird, die stromabwärts gesehen ggf. Mittel (6, 7) zum Einspritzen von Wasser und/oder eines alkoholischen Lösungsmittel, eine Scherzone (Z_2) mit wenigstens einem Schermixer (8), eine Quetsch- und Kompressionszone (Z_3), Mittel (11, 12) zum Entnehmen der Flüssigphase, wenigstens ein Modul mit Umkehrgang (10) zum Erzielen einer axialen Kompression von Feststoffen sowie einen Ausgang (14) für Feststoffe umfasst.

10. Biologisch abbaubarer, kompostierbarer und recycelbarer Formgegenstand, der mittels eines Spritzformverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 hergestellt werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** er im Wesentlichen aus einer Proteinmatrix gebildet ist, die durch pflanzliche Fasern verstärkt wird, die in einer oder mehreren bevorzugten Richtungen ausgerichtet sind, und dadurch, dass er eine Biegefestigkeit im Wesentlichen zwischen 3 und 30 Megapascal aufweist.

Claims

1. Process for moulding an object by injection, wherein a raw material is brought by heating to the viscous or pasty liquid state, and is injected under pressure into a mould, and the hardened material is demoulded, **characterised in that**, as the raw material, use if made of a sunflower or rape cake having the following characteristics :

   - the said cake is at least partially de-oiled so that its oil content by weight is less than 25 %,
   - the said cake is hydrated so as to have a degree of hydration substantially between 2 % and 40 %,
   - the said cake has a particle size distribution such that the median diameter D_{50} of its particles lies between 0.1 mm and 1.2 mm,
   - the particles of the proteinic and fibrous constituents of the said cake are dispersed in a substantially homogeneous manner.

2. Injection process according to claim 1, **characterised in that** an oil-depleted sunflower or rape cake is used containing at most 2 % oil, in particular derived from the trituration of sunflower seeds or rape seeds.

3. Injection process according to either of claims 1 or 2, **characterised in that** a cake is used having a degree of hydration substantially between 2 % and 15 %, the said cake being heated to a temperature of between 110°C and 200°C and conveyed under pressure into a cold mould or a mould having a temperature below 65°C.

4. Injection process according to either of claims 1 or 2, **characterised in that** a cake is used having a degree of hydration substantially between 20 % and 40 %, the said cake being heated to a temperature of between 30°C and 100°C and conveyed under pressure into a mould heated to a temperature of between 90°C and 140°C.

5. Injection process according to one of claims 1, 2, 3 or 4, **characterised in that** a cake of hulled sunflower seeds, or rape seeds is used.

6. Injection process according to one of claims 1, 2, 3 or 4, **characterised in that** a cake of sunflower or rape is used enriched with vegetable proteins.

7. Process according to one of the preceding claims, **characterised in that** a cake is used having a particle size distribution such that the median diameter D_{50} of its particles lies between 0.2 mm and 0.7 mm, and the cut-off diameter D_{95} is less than or equal to 0.8 mm.

8. Process according to claim 7, **characterised in that** a cake is used that is divided, homogenised and at least partially de-oiled by passing the sunflower seeds or rape seeds through a twin-screw device.

9. Process according to claim 8, wherein a twin-screw device is used comprising, from upstream to downstream, means (6,7), if the need be, for injecting water and/or an alcohol solvent, a shear zone (Z_2) comprising at least one shearing mixer (8), a crushing and pressurising zone (Z_3), means (11,12) for extracting the liquid phase, at least one module with a reverse pitch (10) for producing axial compression of the solid materials, and an outlet (14) for solid materials.

10. Biodegradable, compostable and recyclable moulded object, capable of being produced by implementing the injection process according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** it consists essentially of a proteinic matrix reinforced by vegetable fibres oriented along one or more preferred directions, and **in that** it has a bending resistance substantially between 3 and 30 megapascals.

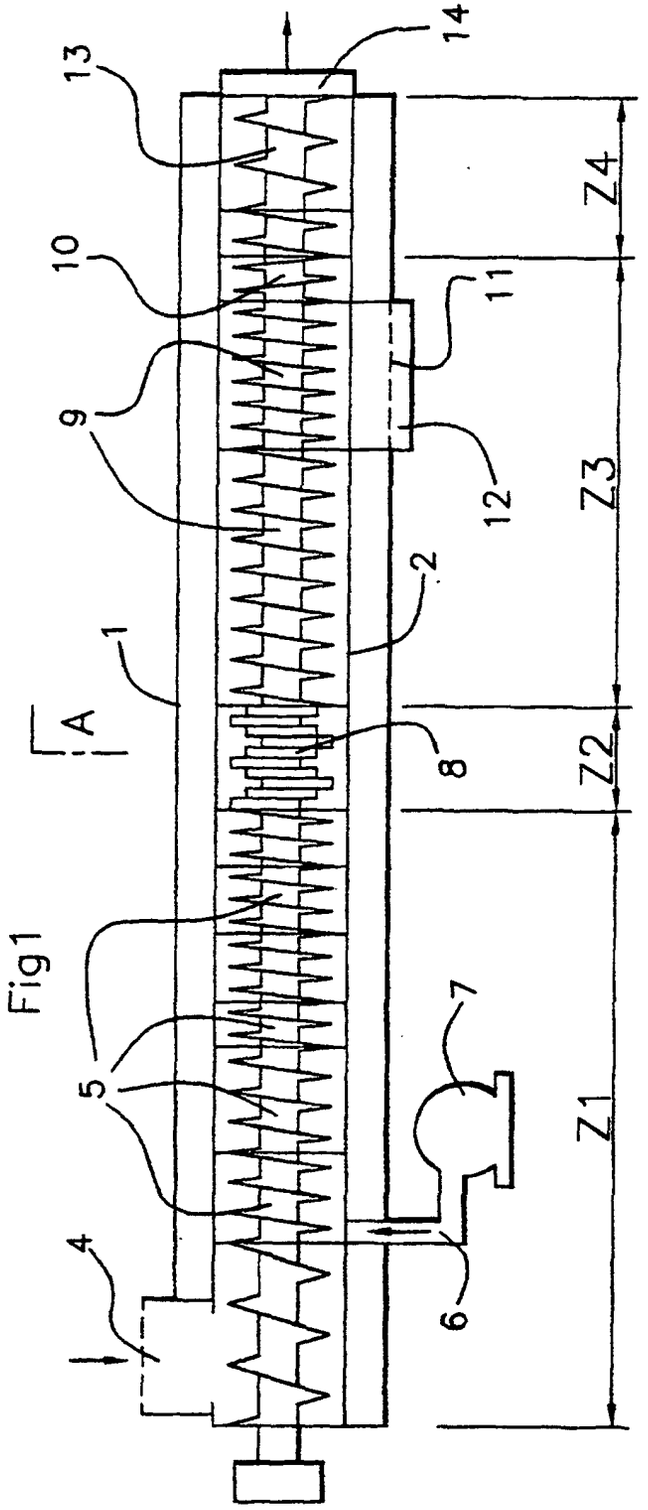
Fig1
A
A
1
2
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
Z1
Z2
Z3
Z4

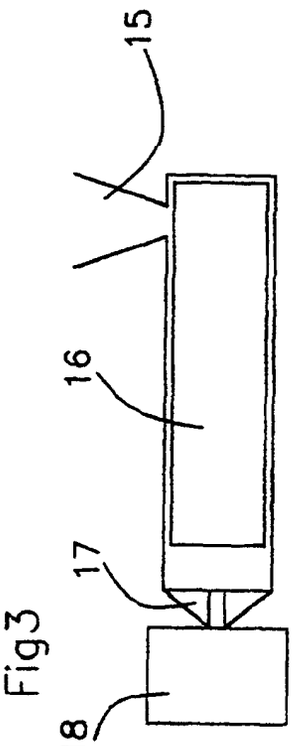
Fig3
15
16
17
18

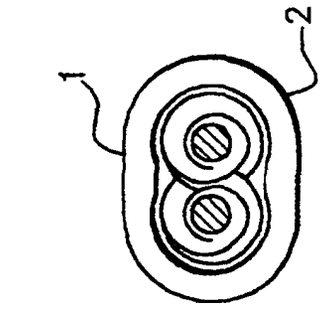
Fig2
1
2