

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑪

**N° 80 16596**

---

⑤4 Procédé pour produire un gel de protéines granulées convenant pour allonger ou remplacer la viande.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). A 23 J 3/00.

②2 Date de dépôt..... 28 juillet 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④1 Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 29-1-1982.

---

⑦1 Déposant : Société dite : RALSTON PURINA COMPANY, résidant aux EUA.

⑦2 Invention de : Thanh Van Nguyen et Thomas Joseph Wagner.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Cabinet Simonnot,  
49, rue de Provence, 75442 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne un procédé pour produire un gel protéinique granulé qui est facilement réhydratable à l'eau et convient, après réhydratation, comme produit d'allongement ou de substitution de la viande.

5 Des produits protéiniques végétaux comprenant de la farine, des isolats et des concentrés de soja, sont devenus des ingrédients alimentaires largement utilisés et admis. Parmi les produits protéiniques végétaux le plus largement admis, il y a les protéines végétales texturées qui sont largement admises  
10 comme produit d'allongement ou de substitution de la viande. Les produits à base de viande ainsi chargée ou allongée sont comparables, du point de vue nutritionnel et de leurs qualités, aux produits à base de chair naturelle.

On a déjà proposé diverses protéines végétales texturées ainsi que des procédés pour leur production. On admet  
15 généralement que l'un des premiers procédés de texturation des protéines a été décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 2 682 466. Des filaments protéiniques comestibles ont été produits par un procédé de filage semblable à celui appliqué  
20 au filage des textiles. La matière de départ pour ce procédé de texturation a été un isolat de protéines dont on avait éliminé la majeure partie de l'huile et des hydrates de carbone pour obtenir sur base sèche une teneur en protéines de 90 à 95% en poids.

25 De nombreuses techniques de texturation ont été proposées pour des matières à faible teneur en protéines comme de la farine ou des concentrés de soja, mais la technique la plus largement utilisée et ayant le plus de succès à l'échelle industrielle pour la texturation des protéines végétales est le procédé d'extrusion décrit dans le brevet des  
30 Etats-Unis d'Amérique N° 3 940 495. Ce procédé donne un produit dilaté ressemblant à de la viande. Ce produit peut être réhydraté à l'eau et il convient remarquablement bien, après une telle réhydratation, comme produit d'allongement ou de substitution de la viande. L'utilisation de ce type de produit d'allongement a été approuvée pour le programme des déjeuners  
35

scolaires par le Service des aliments et de la nutrition du Ministère de l'Agriculture des Etats-Unis d'Amérique (notice FNS 219) et, depuis, ce produit a été largement utilisé dans ce programme ainsi que par les transformateurs de viande pour la production d'une viande allongée ou chargée.

D'autres procédés de texturation, trop nombreux pour les citer par catégories, ont également été proposés à la suite du développement du procédé d'extrusion. Ces procédés, comme le procédé d'extrusion, utilisent des matières végétales à faible teneur en protéines ainsi que des isolats de protéines végétales. Certains de ces procédés décrivent des variantes du procédé d'extrusion décrit dans le brevet précité N° 3 940 495 pour obtenir des différences de densité ou de fonctionnalité du produit texturé et aussi pour améliorer ou modifier la flaveur ou la texture du produit résultant. D'autres procédés visent la fabrication de produits texturés non dilatés, par exemple une matière protéinique agglomérée, comme décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 4 045 590, ou un extrudat protéinique non gonflé comme décrit dans les brevets des Etats-Unis d'Amérique N° 3 498 794 et N° 3 968 268.

Les produits non dilatés montrent généralement de plus médiocres propriétés à la réhydratation que les matières dilatées, en demandant de plus longues durées ou des températures extrêmes pour atteindre leur capacité maximale de réhydratation. Donc, les produits non dilatés conviennent mieux pour être incorporés à des produits destinés à être mis en boîtes de conserve, qui comportent des quantités importantes d'eau et sont soumis à des températures plus élevées au cours de la cuisson en vase ou boîte fermé. La vitesse d'hydratation de la matière texturée a moins d'importance dans ce type de produit. Les produits dilatés ont donc plus de succès, comme agents d'allongement dans des applications du type viande hachée, que les produits non dilatés en raison d'une meilleure vitesse d'hydratation ainsi que de la formation d'un mélange ressemblant plus étroitement à de la chair naturelle.

Malgré le stade de développement commercial de l'industrie des protéines végétales texturées, on continue d'avoir besoin de types spécifiques de matières texturées présentant des propriétés fonctionnelles spécifiques pour di-  
5 vers usages alimentaires.

La présente invention vise à proposer un procédé de production d'une matière protéinique végétale texturée :

- ayant une grande capacité d'hydratation ou un grand pouvoir d'absorption de l'eau; et
- 10 - qui se réhydrate rapidement à l'eau dans les conditions ambiantes.

L'invention vise également à assurer la production d'une matière protéinique texturée à partir d'un isolat de protéines végétales présentant les caractéristiques ci-dessus  
15 de réhydratation et se mélangeant bien avec de la viande hachée pour donner un mélange comparable à de la viande ou chair naturelle.

L'invention vise également à proposer un procédé, commode et fiable à mettre en pratique à l'échelle industrielle,  
20 pour la production de la matière décrite ci-dessus.

La présente invention destinée à produire un gel protéinique granulé séché ayant d'excellentes propriétés de déshydratation et qui, après réhydratation, est utile comme agent d'allongement des produits à base de chair ou viande  
25 naturelle, permet d'atteindre les buts précités et d'autres encore. Le gel protéinique granulé séché est produit par un procédé selon lequel on soumet un isolat de protéines végétales, ayant une teneur en protéines d'au moins 90% en poids, à une hydratation par suffisamment d'eau pour obtenir un  
30 mélange dans lequel l'eau ajoutée représente d'environ 60 à 75% du poids. L'isolat hydraté est ensuite chauffé, de préférence dans un appareil d'extrusion, à une température comprise entre 75°C et 125°C pour former un gel protéinique. Ce gel protéinique est ensuite granulé ou subdivisé puis  
35 séché. Le gel séché résultant est un excellent agent d'allongement des viandes ou chairs et il possède des propriétés

remarquables de réhydratation. La plupart des matières protéiques végétales texturées et non dilatées ont besoin d'un temps relativement long pour atteindre le maximum d'hydratation possible et de fortes températures de l'eau pour parvenir à la vitesse maximale d'hydratation. Or, le gel granulé de la présente invention, présentant une distribution typique de ses dimensions particulières ou une granulométrie typique, décrite dans la présente invention, s'hydrate jusqu'à son maximum d'hydratation possible représentent quatre à cinq fois son poids en eau en une période relativement brève égale ou inférieure à 30 minutes et à la température ambiante. En outre, lorsqu'on ajoute les granules réhydratés à un mélange contenant de la viande ou chair hachée, les granules ne nuisent pas à l'aspect, la texture ou la flaveur de cette viande ou chair hachée.

Une caractéristique essentielle du procédé de la présente invention réside dans le choix d'un isolat de protéines végétales ayant des propriétés supérieures de formation d'un gel. Cela facilite la production des granules de gel selon le procédé de la présente invention et donne un produit ayant les excellentes caractéristiques de réhydratation souhaitées pour le produit de la présente invention. Donc, le choix d'un isolat convenable ayant des propriétés de formation d'un gel constitue un aspect important de la présente invention, puisque les propriétés fonctionnelles des granules du gel sont directement liées aux propriétés de formation d'un gel caractérisant la matière de départ. Donc, pour définir ces isolats présentant les caractéristiques voulues de gélification, on décrit ci-après un test permettant de vérifier l'aptitude à former un gel et donnant à l'homme de l'art la possibilité de déterminer si une matière convient pour le procédé de la présente invention. Un isolat convenant pour être utilisé dans la présente invention sera capable de former un gel, en cas d'addition d'eau comme seul autre ingrédient, lorsqu'on chauffe le mélange à une température de 100°C pendant 30 minutes, le gel ayant une solidité suffisante pour qu'il

faille une force d'au moins 50 grammes environ, de préférence une force supérieure à environ 100 grammes, pour briser la surface de ce gel, le gel étant formé et la force appliquée selon le mode opératoire décrit en détail ci-après.

5 Le choix de ce type d'isolat, avec les autres étapes décrites dans la présente invention, donnent un granulat de gel protéinique qui, après réhydratation à l'eau, joue le rôle d'un agent texturé d'allongement ou de substitution de la viande.

10 L'obtention du gel protéinique texturé et granulé de la présente invention, ayant de remarquables propriétés de réhydratation, dépend initialement du choix d'une matière de départ douée de propriétés supérieures de formation d'un gel. Une matière de départ convenable est un isolat de protéines  
15 végétales dont la teneur en protéines est typiquement au moins égale à environ 90% sur la base du poids sec.

Les isolats de protéines végétales constituent un produit bien connu provenant du traitement des protéines végétales, et on les obtient typiquement en solubilisant les protéines d'une source de protéine végétale, comme du soja, puis en enlevant le résidu épuisé ou extrait. Une précipitation  
20 ultérieure, à l'aide d'un acide, des protéines solubilisées donne une matière protéinique de haute pureté. Le séchage des protéines précitées donne un isolat contenant, sur base sèche,  
25 plus de 90% de protéines.

L'obtention du gel de protéines granulées de la présente invention repose sur l'utilisation d'un isolat de protéines végétales ayant des propriétés supérieures de formation d'un gel, ce qui se définit en gros comme étant la possibilité  
30 de former par chauffage, avec addition d'eau comme seul autre ingrédient, un gel cohérent et stable ayant une teneur relativement faible en matières sèches. Il a été déterminé que des isolats de protéines végétales, comme des isolats de soja, présentent des propriétés très variables de formation d'un gel.  
35 Bien qu'il soit impossible de déterminer tous les facteurs qui, au cours du traitement des isolats de protéines, commandent

la capacité de l'isolat à former facilement un bon gel aqueux, une meilleure compréhension du type d'isolat de protéines présentant les propriétés voulues de formation d'un gel et qui est destiné à être utilisé dans la présente invention, 5 a permis de mettre au point un mode opératoire, décrit ci-après, pour évaluer la capacité d'un isolat de protéines à former un gel. Ce mode opératoire mesure la résistance mécanique d'un gel de protéines formé avec un isolat donné de protéines par chauffage à une température spécifiée pendant 10 un temps spécifié, lorsque l'eau constitue le seul autre ingrédient ajouté à l'isolat pour former le gel. On peut établir une corrélation directe entre la force nécessaire pour rompre le gel à l'aide d'une sonde sphérique, ou faire pénétrer cette sonde dans le gel, dans un appareil convenable 15 d'essai tel qu'un appareil d'essai Instron, avec les meilleurs isolats de protéines capables de former un gel, puisque la force appliquée est directement liée à la résistance mécanique du gel qui définit à son tour une matière ayant des propriétés supérieures de formation d'un gel.

20       Donc, pour déterminer si un isolat de protéines possède les propriétés nécessaires pour former un gel pouvant servir dans la présente invention, on applique le mode opératoire décrit ci-après pour mesurer la résistance mécanique du gel aqueux de protéines formé avec un type particulier 25 d'isolat de protéines.

Voici donc le mode opératoire permettant de mesurer les propriétés de formation d'un gel caractérisant des isolats de protéines.

Pour préparer le gel des protéines, on utilise 30 l'équipement suivant :

1. un appareil de découpage silencieux : le modèle N° 84 141 de Hobart Manufacturing Co;
2. une balance à  $\pm 0,1$  g, pouvant peser jusqu'à 3 kg;
3. un chronomètre à déclic ou un compte-secondes;
- 35 4. un viscosimètre Brookfield LVT comportant des broches en T;

5. un bécher de 400 ml ou un récipient convenant pour une mesure de la viscosité;
6. des boîtes de conserve (307x113) pouvant contenir environ 200 g chacune;
- 5 7. un bain-marie bouillant.

Voici le mode opératoire de préparation du gel :

1. On pèse environ 300 g de l'isolat de protéines choisi dans l'appareil de découpage silencieux et l'on ajoute suffisamment d'eau à 25°C pour obtenir une teneur de 14%  
10 en matières sèches;
2. on commence à mélanger, puis l'on arrête pour enlever des côtés ou de la tête de l'appareil la matière protéinique sèche éventuellement présente que l'on incorpore à nouveau à la suspension;
- 15 3. dans les 5 minutes qui suivent la préparation de la suspension des protéines, on en mesure la viscosité à l'aide du viscosimètre Brookfield comportant un bâti ou trajet hélicoïdal, en utilisant une broche en T;
4. on effectue les mesures de la viscosité avec l'appareil  
20 indiqué en utilisant une broche ayant la forme d'un T renversé tournant à 6 tours par minute. Pendant la rotation de la broche, entraînée par le viscosimètre, le bâti à trajet hélicoïdal abaisse cette broche dans la matière à essayer. On effectue trois lectures en une période d'en-  
25 viron une minute après l'immersion totale de la broche en T dans la suspension à vérifier;
5. si la viscosité moyenne de la suspension est supérieure ou inférieure à  $0,9-1,1 \times 10^6$  cPo, on ajuste la teneur en matières sèches de la suspension en ajoutant de l'eau ou  
30 de l'isolat pour obtenir la gamme voulue pour la viscosité;
6. une fois obtenue la viscosité appropriée, on continue à mélanger dans l'appareil de découpage silencieux pendant une période supplémentaire telle que le temps total de mélange n'excède pas 10 minutes. Si, par exemple, on  
35 effectue plusieurs ajustements de la teneur en matières



sèches pour obtenir la viscosité appropriée et si l'on parvient à un temps total de mélange supérieur à 10 minutes, on jette l'échantillon et on en prépare un nouveau;

- 5 7. après le mélange, on emplit avec la suspension quatre boîtes de conserve, pouvant contenir chacune environ 200 g, et on les ferme bien;
8. on fait bouillir les boîtes de conserve dans un bain-marie à 100°C durant 30 minutes;
- 10 9. immédiatement après le chauffage, on refroidit les boîtes dans un bain de glace et on les réfrigère durant 18 heures environ à 4°C avant d'évaluer, à l'aide de l'appareil Instron, le gel ainsi formé. Avant l'évaluation dans l'appareil Instron, on laisse l'échantillon s'équilibrer à une température de 25°C.

15 Pour évaluer la résistance mécanique du gel à l'aide de l'appareil Instron :

1. on règle l'appareil d'essai Instron de façon que la vitesse de sa tête soit de 6,35 cm par minute et la vitesse de déroulement du papier enregistreur de graphique de 25,4 cm  
20 par minute. On munit l'appareil d'une sonde sphérique (22,2 mm) servant à percer la surface du gel dans la boîte de conserve;
2. on applique par l'intermédiaire de la sonde, sur le gel contenu dans la boîte de conserve, une force mesurée par  
25 un poids en grammes. La sonde est déplacée d'une distance de 30,5 mm et la force mesurée. On peut répéter cela sur plusieurs échantillons pour obtenir une valeur moyenne de la force appliquée;
3. la force nécessaire pour pénétrer dans la surface du gel  
30 pour percer cette surface est directement représentée sur le graphique sous forme d'une hauteur de crête.

Donc, aux fins de la présente invention, une matière de départ convenable aura les propriétés voulues de formation d'un gel si le gel de protéines, formé selon le mode opératoire  
35 ci-dessus, présente une résistance mécanique suffisante pour

exiger une force d'au moins 50 g pour la pénétration de la surface de ce gel.

- Des isolats typiques de protéines du soja, qui se sont avérés posséder les propriétés de formation d'un gel
- 5 nécessaires pour être utilisés dans la présente invention, comprennent les produits désignés par les marques "Supro 620" (produit fabriqué par Ralston Purina Company, St-Louis, Missouri, Etats-Unis d'Amérique) et "Promine D" (produit fabriqué par Central Soja Company, Ft. Wayne, Indiana, Etats-Unis d'Amérique).
- 10 Un certain nombre de lots de ces isolats ont été mis sous forme d'un gel selon le mode opératoire ci-dessus, et la résistance mécanique du gel a été mesurée à des jours séparés pour donner des valeurs illustratives mais non limitatives de la résistance mécanique de ce gel. Ces valeurs sont présentées au tableau I
- 15 ci-après. Dans tous les essais sauf un, il y a eu trois lectures séparées de la force nécessaire pour briser le gel. On peut voir que les lectures peuvent fortement varier d'un jour à l'autre bien que, dans chaque cas, la valeur de la force soit bien supérieure à la valeur minimale requise.

TABLEAU I

Valeurs typiques de la résistance mécanique d'un gel obtenu  
à partir de divers isolats de protéines de soja

5	Echantillon	Teneur en matières sèches pour obtenir la viscosité requise	Viscosité moyenne de la suspension (cPo)	Force (g)
			<u>1er jour</u>	
10	"Supro 620" lot n°1	14%	$1,12 \times 10^6$	220 232 350
	"Supro 620"	13%	$0,96 \times 10^6$	122 111 109
15	"Promine D"	15%	$0,96 \times 10^6$	211 263 223
			<u>2ème jour</u>	
20	"Supro 620" lot n°1	14%	$0,96 \times 10^6$	216
			<u>3ème jour</u>	
	"Supro 620" lot n°1	14%	$1,01 \times 10^6$	283 349 287

35 Les isolats ci-dessus représentent des isolats convenables et préférés pour la présente invention. Cependant, d'autres isolats peuvent également convenir, ou bien certains lots des isolats ci-dessus peuvent ne pas toujours présenter les propriétés voulues de formation d'un gel, et ils doivent  
 40 donc être évalués selon le mode opératoire ci-dessus avant d'être utilisés pour produire un gel de protéines granulées selon la présente invention.

L'isolat de protéines végétales est ensuite hydraté à l'eau pour introduire dans l'isolat des protéines un taux  
 45 d'humidité compris entre environ 60 et 75% en poids, une proportion préférée de l'eau se situant entre environ 65 et 70% en poids. L'isolat peut être hydraté dans n'importe quel type convenable d'appareil de mélange, de préférence dans les condi-

tions ambiantes, pour donner une matière de consistance uniforme. L'hydratation des protéines constitue un élément essentiel du procédé de la présente invention et, si l'on utilise une plus faible quantité d'eau pour hydrater les protéines, on  
5 obtient un produit médiocre.

Après hydratation de l'isolat des protéines, on chauffe cet isolat jusqu'à une température comprise entre 75°C et 125°C, de préférence entre environ 80°C et 100°C, pour former un gel protéinique ayant, après chauffage, un aspect  
10 translucide. Bien qu'un autre appareil puisse convenir pour effectuer le chauffage et donc la formation du gel, la façon préférée de chauffer les protéines hydratées consiste à opérer dans une extrudeuse munie d'un ou plusieurs orifices de dimension réduite pour former le gel et à le façonner en un courant  
15 cohérent et continu de produit sortant de la filière. Les types et le degré de réduction des dimensions de l'extrudeuse ne sont pas fondamentaux pour la pratique de la présente invention. Les températures relativement basses utilisées dans l'extrudeuse ne créent habituellement pas de fortes pressions,  
20 selon l'extrudeuse utilisée. Le degré de diminution des dimensions ou les types de filières que l'on utilise sont bien connus de ceux qui font fonctionner les extrudeuses et dépendent de l'appareil, du taux de production, etc..

Les gammes de températures indiquées ci-dessus pour  
25 former le gel des protéines de la présente invention, au moins lors de l'utilisation d'une extrudeuse, concernent la température du produit juste avant la filière. L'extrusion des protéines hydratées donne un courant continu de gel protéinique ayant un aspect translucide et pouvant être facilement  
30 granulé et séché. Bien qu'on puisse utiliser d'autres types d'appareils, une extrudeuse constitue le moyen le plus fiable et commode pour soumettre en continu les protéines hydratées à un chauffage en vue de former le gel de protéines de la présente invention.

35 Après la formation du gel des protéines, le courant continu du produit peut être subdivisé et granulé

à une dimension appropriée pour pouvoir servir d'agent d'allongement ou de substitution de la viande ou chair hachée. Une distribution typique des dimensions particulières du gel granulé et séché de la présente invention est  
5 telle que la quasi-totalité du produit granulé a moins de 2000 microns et présente typiquement une distribution des dimensions se situant entre au moins environ 400 et environ 2000 microns. Le gel granulé, qui contient encore une proportion relativement élevée d'eau, est ensuite séché pendant  
10 un temps suffisant pour obtenir un taux d'humidité stable lors du magasinage et qui est typiquement égal ou inférieur à 10% en poids. On peut effectuer le séchage dans n'importe quel type de sécheur classique pour aliments. Le type particulier d'appareil utilisé n'est pas fondamental et dépend  
15 de la vitesse de séchage souhaitée, des températures obtenues pour l'air dans le sécheur ainsi que du taux de production du produit.

Le séchage est effectué dans des conditions de température évitant un gonflement du produit, lequel peut se  
20 produire si le produit non séché et granulé est soumis à des températures relativement élevées pendant une courte période de temps de façon à provoquer une vaporisation rapide de l'humidité du produit avec un gonflement résultant de ce produit. Donc, on préfère utiliser dans le sécheur une température de l'air n'excédant pas environ 121°C et se situant  
25 de préférence entre environ 90°C et 99°C, au moins pour un sécheur à circulation forcée d'air, pendant une période comprise entre 30 minutes et 2 heures. D'autres températures peuvent convenir, supérieures ou inférieures à celles indiquées ci-dessus, selon l'appareil utilisé pour le séchage.  
30 La gamme spécifique des températures que l'on utilise pour le séchage n'est pas destinée à limiter la présente invention.

Le séchage du produit dans des conditions ne provoquant pas de gonflement ou d'éclatement du produit donne  
35 un gel granulé séché caractérisé par une structure dense et cohérente. La caractéristique remarquable du gel granulé de

la présente invention est son aptitude à se réhydrater rapidement malgré sa structure relativement dense. Par les caractéristiques de réhydratation du gel granulé de la présente invention, on entend désigner à la fois la capacité maximale  
5 du gel en ce qui concerne l'absorption de l'eau aussi bien que la vitesse à laquelle le gel atteint sa capacité maximale d'absorption. La quantité d'eau d'hydratation et la vitesse de cette hydratation constituent toutes deux des facteurs importants pour l'utilisation d'un produit protéinique texturé à  
10 titre d'agent d'allongement ou de substitution des viandes et chairs.

Non seulement le gel séché et granulé de la présente invention possède un excellent pouvoir de réhydratation, mais il parvient à cette capacité en un temps relativement bref  
15 aux températures ambiantes ou inférieures. Comme exemple spécifique, on peut indiquer que le produit de la présente invention, montrant une distribution typique de la dimension particulaire décrite dans la présente invention, se réhydrate par addition d'eau à 25°C jusqu'à pouvoir absorber 3,5 à 4,0  
20 fois son poids en eau en 15 minutes, ou 4 à 5,0 fois son poids en eau en 30 minutes ou jusqu'à 6 à 6,5 fois son poids en eau au bout de 2 heures. Pour certaines applications, il peut s'avérer souhaitable d'utiliser de l'eau dont la température est inférieure à la température ambiante et les temps  
25 de réhydratation vont alors varier par rapport aux vitesses typiques indiquées ci-dessus, mais le produit résultant se réhydrate exceptionnellement bien et, lorsqu'il est ajouté comme agent d'allongement à de la viande ou chair hachée, ce produit ne nuit pas à l'aspect ou à la flaveur de la viande  
30 ou chair, avant ou après la cuisson.

Les exemples suivants sont destinés à décrire des formes, illustratives mais non limitatives, de mise en oeuvre de la présente invention.

#### EXEMPLE 1

35 On soumet 1000 g d'un isolat de protéines de soja, identifié par la marque commerciale "Dupro 620" et vendu par

Ralston Purina Company, à une évaluation de ses propriétés de gélification selon le mode opératoire décrit ci-dessus, en utilisant l'isolat pour préparer des échantillons en double d'un gel. La force nécessaire pour pénétrer dans la surface  
5 de chaque échantillon de gel est respectivement de 100 g et de 88 g.

On mélange les 1000 g de l'isolat avec de l'eau dans un malaxeur Hobart, en pulvérisant 2000 g d'eau sur l'isolat et en mélangeant jusqu'à ce que les protéines  
10 soient hydratées à un taux d'humidité de 67% en poids.

On introduit l'isolat de protéines hydratées dans une extrudeuse Brabender comportant une vis d'alimentation assurant un taux de compression de 2:1. On fait tourner la vis de l'extrudeuse à 140 tours par minute et l'on munit  
15 l'extrudeuse d'une filière ronde de 6,35 mm. Les trois zones de chauffage du cylindre de l'extrudeuse sont chauffées par un dispositif électrique jusqu'à une température de 104,5°C.

On observe que le produit sortant de la filière sous forme d'un cordon continu est un produit homogène et  
20 cohérent d'aspect translucide. Un thermocouple, fixé à l'extrudeuse, mesure la température du produit dans la troisième zone de l'extrudeuse avant la filière et indique 89°C.

Le courant continu de produit est subdivisé pour former une matière granulée dont la teneur en humidité,  
25 mesurée, est de 62% en poids. La matière granulée est séchée dans un sécheur à circulation forcée d'air fonctionnant à la température de 65,5°C pendant une heure jusqu'à un taux d'humidité de 4% en poids. La matière granulée et séchée est soumise à une évaluation de ses propriétés de réhydratation selon  
30 le mode opératoire suivant.

On mesure la vitesse de réhydratation de la matière en plaçant en double des jeux de trois échantillons de 20,0  $\pm$  0,1 g de la matière granulée dans trois flacons d'Erlenmeyer séparés. On rajoute 100 ml d'eau à la température  
35 de 25°C à chaque échantillon de matière. On laisse un flacon reposer sans agitation durant 5 minutes, un autre durant

15 minutes et le troisième durant 30 minutes. Après réhydratation de chaque échantillon pendant le temps spécifié, on égoutte le produit réhydraté pour en séparer le liquide restant qui passe dans une éprouvette cylindrique graduée, et l'on note le volume de ce liquide.

On calcule par la formule suivante la quantité d'eau absorbée par gramme d'échantillon :

$$\frac{(\text{ml d'eau ajoutée}) - (\text{ml d'eau restante})}{\text{poids de l'échantillon (en g)}} = \frac{\text{ml d'eau absorbée par}}{\text{gramme de l'échantillon}}$$

On évalue la capacité maximale d'hydratation de la matière granulée par un mode opératoire qui est essentiellement le même que celui décrit ci-dessus, sauf qu'on laisse l'échantillon se réhydrater pendant 2 heures et que l'on ajoute 200 ml d'eau à l'échantillon. On calcule comme indiqué ci-dessus la quantité d'eau absorbée par gramme de l'échantillon.

Le tableau II ci-après indique la quantité d'eau absorbée, par gramme de gel protéinique granulé produit selon le mode opératoire ci-dessus.

TABLEAU II

Gramme de H<sub>2</sub>O/gramme de produit

	<u>5 minutes</u>	<u>15 minutes</u>	<u>30 minutes</u>
Groupe n°1	3,8	4,2	4,4
Groupe n°2	3,8	4,5	4,6

Le calcul donne, pour la capacité maximale d'hydratation du gel de protéines granulé que l'on mesure par les modes opératoires ci-dessus, 5,9 g d'eau par gramme de produit.

#### EXEMPLE 2

On soumet 1000 g d'un isolat de protéines de soja, identifié par la marque commerciale "Supro 620" et vendu par Ralston Purina Company, à une évaluation de ses propriétés de gélification selon le mode opératoire ci-dessus. On prépare en triple avec l'isolat des échantillons d'un gel. La force nécessaire pour pénétrer dans la surface de chaque échantillon de gel est respectivement de 122 g, 111 g et 109 g.



On mélange 1000 g de l'isolat avec de l'eau dans un mélangeur Hobart, en pulvérisant 2000 g d'eau sur l'isolat et en mélangeant jusqu'à ce que les protéines soient hydratées à un taux d'humidité de 67% en poids.

- 5 On extrude dans une extrudeuse Brabender, comme décrit dans l'exemple 1, l'isolat hydraté et la mesure de la température du produit, dans la troisième zone de l'extrudeuse avant la filière, indique 86°C. On granule ensuite le courant continu de produit et la mesure de sa teneur en humidité indique 62% en poids d'humidité. La matière granulée est séchée comme décrit dans l'exemple 1 jusqu'à un taux d'humidité de 5% en poids.

- On évalue, comme décrit dans l'exemple 1, la vitesse de réhydratation et la capacité maximale de réhydratation de la matière granulée et séchée. On obtient les résultats indiqués dans le tableau III suivant.

TABLEAU III

Vitesse d'hydratation en grammes d'eau par gramme de produit

	<u>5 minutes</u>	<u>15 minutes</u>	<u>30 minutes</u>
20 Groupe n°1	3,4	4,3	4,7
Groupe n°2	4,1	4,5	4,7
Capacité maximale d'hydratation : 6,4 g d'eau/g de produit			

EXEMPLE 3

- On mélange 1000 g de l'isolat identifié dans l'exemple 2 avec de l'eau dans un mélangeur Hobart en projetant par pulvérisation 3000 g d'eau sur l'isolat et en mélangeant jusqu'à hydratation des protéines à un taux d'humidité de 72% en poids. On extrude l'isolat ainsi hydraté dans une extrudeuse Brabender, comme décrit dans l'exemple 1. La mesure de la température du produit dans la troisième zone de l'extrudeuse avant la filière indique 99°C.

- On granule ensuite le courant du produit, et l'analyse indique une teneur en humidité de 72% en poids. La matière granulée est séchée comme décrit dans l'exemple 1

jusqu'à un taux d'humidité de 6% en poids.

On évalue comme décrit dans l'exemple 1 la vitesse de réhydratation et la capacité maximale de réhydratation de la matière granulée et séchée. On obtient les résultats 5 présentés au tableau IV suivant.

TABLEAU IV

Vitesse d'hydratation en grammes d'eau par gramme de produit

	<u>5 minutes</u>	<u>15 minutes</u>	<u>30 minutes</u>
Groupe n°1	3,6	4,7	4,8
10 Groupe n°2	3,5	3,8	4,0

La capacité maximale d'hydratation, déterminée sur des échantillons en double, est de 5,8 g d'eau par gramme de produit et de 6,1 g d'eau par gramme de produit.

EXEMPLE 4

- 15 On mélange 1000 g de l'isolat identifié dans l'exemple 2 avec de l'eau dans un mélangeur Hobart en projetant par pulvérisation 2000 g d'eau sur l'isolat et en mélangeant jusqu'à hydratation des protéines à un taux d'humidité ajoutée de 64% en poids. On extrude l'isolat hydraté dans
- 20 une extrudeuse Brabender, comme décrit à l'exemple 1, sauf que les trois zones de chauffage du cylindre de l'extrudeuse fonctionnent à la température de 127°C. La mesure de la température du produit, juste avant sa sortie de la filière, indique 121°C.
- 25 On granule le courant de produit et l'on effectue une analyse pour en mesurer la teneur en humidité, qui est de 68% en poids. On sèche la matière granulée en opérant comme décrit dans l'exemple 1 jusqu'à un taux d'humidité de 2% en poids.
- 30 On évalue comme décrit dans l'exemple 1 la vitesse de réhydratation et la capacité maximale de réhydratation de la matière granulée et séchée. On obtient les résultats indiqués sur le tableau V suivant.

TABLEAU VVitesse d'hydratation en grammes d'eau par gramme de produit

	<u>5 minutes</u>	<u>15 minutes</u>	<u>30 minutes</u>
Groupe n°1	2,8	3,7	4,1
5 Groupe n°2	3,0	3,8	4,1
Capacité maximale d'hydratation : 6,2 g d'eau par g de produit			

EXEMPLE 5

On mélange 1000 g de l'isolat, identifié dans l'exemple 2, avec de l'eau dans un mélangeur Hobart, en projetant par pulvérisation 335 g d'eau sur l'isolat et en mélangeant jusqu'à l'hydratation des protéines à un taux d'humidité de 26% en poids. On soumet l'isolat hydraté à une extrusion dans une extrudeuse Brabender fonctionnant selon l'exemple 1. La mesure de la température du produit, juste avant la filière de l'extrudeuse, indique 121°C.

On granule ensuite le courant de produit et on le sèche comme décrit à l'exemple 1 jusqu'à un taux d'humidité de 5,6% en poids.

On évalue comme décrit dans l'exemple 1 la vitesse de réhydratation et la capacité maximale de réhydratation de la matière granulée et séchée. On obtient les valeurs indiquées sur le tableau VI suivant.

TABLEAU VIVitesse d'hydratation en grammes d'eau par gramme de produit

	<u>5 minutes</u>	<u>15 minutes</u>	<u>30 minutes</u>
25 Groupe n°1	2,7	3,2	3,5
Groupe n°2	3,2	3,5	
Capacité maximale d'hydratation : 3,8 g d'eau par g de produit.			

On observe au microscope que le produit du présent exemple ne possède pas l'aspect d'un gel homogène et qu'il est inférieur au produit des exemples 1 à 4, obtenu par le procédé de la présente invention, aussi bien en vitesse d'hydratation que par sa capacité maximale d'hydratation.

EXEMPLE 6

On soumet 1000 g d'un isolat de protéines de soja,,  
identifié par la marque commerciale "Promine D" et vendu par  
Central Soya Company, à une évaluation des propriétés de  
5 gélification selon le mode opératoire décrit ci-dessus, en  
utilisant cet isolat pour préparer en triple des échantil-  
lons d'un gel. La force nécessaire pour pénétrer dans la sur-  
face de chaque échantillon de gel est respectivement de 211 g,  
263 g et 223 g.

10 On mélange les 1000 g d'isolat avec de l'eau dans un  
mélangeur Hobart en projetant par pulvérisation 2000 g d'eau  
sur l'isolat et en mélangeant jusqu'à hydratation des protéi-  
nes à un taux d'humidité de 67% en poids. On extrude l'isolat  
des protéines hydratées dans une extrudeuse Brabender fonc-  
15 tionnant de la façon décrite dans l'exemple 1. On observe  
que le produit sortant de la filière sous forme d'un cordon  
continu est un produit homogène et cohérent d'aspect trans-  
lucide. On subdivise ensuite le courant continu de produit  
pour former une matière granulée que l'on sèche de la façon  
20 décrite à l'exemple 1 jusqu'à un taux d'humidité de 4% en  
poids.

On évalue comme décrit dans l'exemple 1 la vitesse  
de réhydratation du produit granulé et l'on trouve qu'elle  
est de 3,8 g d'eau par gramme de l'échantillon au bout de  
25 5 minutes et de 4,1 g d'eau par gramme de l'échantillon  
au bout de 15 minutes. On peut voir que le produit obtenu  
dans le présent exemple montre d'excellentes caractéristiques  
de réhydratation voulues pour le produit de la présente in-  
vention.

30 EXEMPLE 7

On soumet un isolat de protéines de soja, identifié  
par la marque commerciale "Supro 620" et vendu par Ralston  
Purina Company, à une évaluation de ses propriétés de gélifi-  
cation selon le mode opératoire décrit dans ce mémoire. La  
35 force moyenne nécessaire pour pénétrer dans la surface de

l'échantillon du gel est de 204 g.

On mélange 22,7 kg de l'isolat ci-dessus avec de l'eau dans un mélangeur en projetant par pulvérisation l'eau sur l'isolat et en mélangeant jusqu'à hydratation des protéines à un taux d'humidité de 67% en poids.

On introduit l'isolat de protéines hydratées dans une extrudeuse "Wenger X-20", fabriquée par Wenger Manufacturing Company, dont le cylindre présente sept sections, les trois premières à partir de l'extrémité d'alimentation de l'extrudeuse étant des sections linéaires dont les nervures ou stries de l'intérieur du cylindre sont parallèles au sens de l'extrusion et les quatre dernières étant des sections spiralées dont les nervures sont disposées en spirale. La vis tourne à 310 tours par minute. On utilise une filière comportant quatre orifices ayant chacun 19,05 mm de diamètre. On maintient à 138°-143°C la température de toutes les sections du cylindre. Un thermocouple placé juste avant la filière indique que la température mesurée pour le produit est de 85°C.

On subdivise le courant continu de produit à l'aide d'une lame de découpage fixée sur l'extrudeuse, puis l'on effectue une granulation supplémentaire dans un appareil de découpage et l'on sèche dans un sécheur à circulation forcée d'air à 99°C durant 30 minutes jusqu'à un taux d'humidité de 6% en poids. On évalue, selon le mode opératoire décrit à l'exemple 1, les propriétés de réhydratation du gel des protéines granulées et séchées. On trouve les valeurs indiquées sur le tableau VII suivant.

TABLEAU VII

	<u>Grammes d'eau par gramme de produit</u>	
	<u>5 minutes</u>	<u>15 minutes</u>
Groupe n°1	4,3	4,5
Groupe n°2	4,1	4,5

Les exemples ci-dessus décrivent, à titre illustratif mais non limitatif, des formes de réalisation de la présente invention. Il va cependant de soi que, sans sortir du cadre de l'invention, de nombreuses modifications peuvent  
5 être apportées au procédé ainsi décrit.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour former un gel de protéines granulées et séchées, pouvant se réhydrater à l'eau dans les conditions ambiantes et convenant, à l'état deshydraté, comme agent  
5 d'allongement ou de substitution de la chair ou de la viande, ce procédé étant caractérisé en ce que :

(a) on soumet un isolat de protéines végétales, ayant des propriétés de formation d'un gel, à une hydratation à l'eau pour former un mélange dans lequel l'eau ajoutée  
10 représente environ 60 à 75% en poids, ces propriétés de formation d'un gel se définissant comme étant la capacité de l'isolat à former un gel aqueux de protéines par chauffage à environ 100°C durant 30 minutes environ, le gel ainsi formé ayant une résistance mécanique suffisante pour  
15 que la pénétration dans la surface de ce gel exige une force d'au moins 50 g environ;

(b) on extrude l'isolat ainsi hydraté, à une température comprise entre environ 75°C et 125°C, pour former un gel de protéines; et

20 (c) on granule et sèche ce gel.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'isolat de protéines végétales est un isolat de protéines de soja.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé  
25 en ce que l'isolat présente une teneur en protéines d'au moins 90% environ en poids.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'isolat hydraté est extrudé à une température comprise entre environ 80°C et 100°C.

30 5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'isolat est hydraté par addition d'environ 65 à 70% en poids d'eau.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gel est séché à l'air à une température inférieure  
35 à environ 121°C.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le gel est séché à l'air à une température inférieure à environ 99°C.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le gel est séché à l'air à une température comprise entre 88°C et 99°C.

9. Procédé pour former un gel de protéines granulées et séchées, pouvant se réhydrater avec au moins quatre fois son poids d'eau, dans les conditions ambiantes et pouvant, à l'état réhydraté, convenir comme agent d'allongement ou de substitution de la viande ou d'une chair, ce procédé étant caractérisé en ce que :

(a) on hydrate un isolat de protéines de soja, ayant des propriétés de formation d'un gel, avec de l'eau pour former un mélange dans lequel l'eau ajoutée représente environ 60 à 75% en poids, ces propriétés de formation d'un gel se définissant comme la capacité de l'isolat à former un gel aqueux de protéines par chauffage à environ 100°C durant 30 minutes environ et le gel formé de cette façon ayant une résistance mécanique suffisante pour que la pénétration à travers la surface de ce gel exige une force d'au moins 50 g environ;

(b) on extrude l'isolat ainsi hydraté à une température comprise entre environ 75°C et 125°C pour former un gel de protéines; et

(c) on granule et sèche ce gel à une température de l'air inférieure à environ 121°C

10. Gel de protéines granulées et séchées, caractérisé en ce qu'il a été produit par le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.