

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 27607

(54) Procédé de préparation de compositions auto-dégradables et fourrage les contenant.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). A 23 K 1/14, 3/00; C 12 P 19/14.

(22) Date de dépôt..... 26 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Hongrie, 29 décembre 1979, n° CI-2003.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 3-7-1981.

(71) Déposant : CHINOIN GYOGYSZER ES VEGYESZETI TERMEKEK GYARA RT, résidant en Hongrie.

(72) Invention de : Sandor Piukovich, Lajos Stankovics et Tibor Kiralyhidi.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Regimbeau, Corre, Martin et Schrimpf,
26, av. Kléber, 75116 Paris.

La présente invention concerne un procédé de préparation d'une composition "auto-dégradable" qui peut être utilisée dans des buts d'alimentation et/ou de conservation des aliments et, si on le désire, pour sa transformation en un "mélange fourrager auto-dégradable", qui implique de soumettre l'amidon qui est présent dans le fourrage de céréales et/ou de maïs à une pré-dégradation d'une manière telle que l'indice de dégradation des céréales se situe entre 0,12 et 0,27, puis de mélanger ce qu'on appelle l'"amidon disponible" ainsi obtenu en un remouillage fin dans n'importe quel ordre avec de l'alpha-amylase et éventuellement avec d'autres additifs et - lorsqu'on doit préparer un "mélange fourrager auto-dégradable" - avec du fourrage.

On sait que les céréales agricoles contenant de l'amidon sont disponibles en très grandes quantités comme sources d'hydrates de carbone dans des buts alimentaires. On sait en outre que l'amidon qui se trouve sous forme naturelle dans les céréales n'est pas soluble dans l'eau. La dégradation de l'amidon en hydrates de carbone solubles dans l'eau utilisables par l'organisme des animaux se déroule dans le canal intestinal; la digestibilité de ce produit est loin d'être complète. Les particules d'amidon dont la structure n'a pas été endommagée ne sont pas dégradées et la dégradation est très lente (J. Fluor and Animal Feed Milling 157, page 6 (1975)). Les jeunes animaux, en particulier ceux qui ont un estomac (comme les porcs et la volaille) ont donc besoin de grandes quantités d'aliments dont la teneur en amidon est déjà transformée en hydrates de carbone pré dégradés facilement utilisables par les liquides digestifs.

La transformation utile d'amidon non soluble dans l'eau au cours de la digestion est incomplète et très variable, dépendant du type et de l'âge des animaux; de plus la décomposition en hydrates de carbone solubles dans l'eau nécessite également de l'énergie. Les organes di-

gestifs des ruminants peuvent attaquer l'amidon dégradé beaucoup plus facilement (Biochem. 86, 452 (1963)).

5 A la suite d'un traitement thermique en milieu humide l'amidon se gélatinise et devient plus facilement digestible. Cependant, la floculation effectuée à la vapeur n'augmente la teneur en énergie digestible de l'orge et du blé que de 3% et de 1%, respectivement, et en outre la rétention d'azote diminue dans une mesure significative.

10 Pour les raisons énumérées ci-dessus on recommande d'utiliser des hydrates de carbone rapidement et complètement utilisables dans la préparation des fourrages, car la plus grande partie des hydrates de carbone est déjà sous une forme accessible aux liquides digestifs dès le
15 début de l'ingestion. Un autre avantage des hydrates de carbone de ce genre est qu'ils ont souvent un effet favorable sur le déroulement biologique de la digestion (brevet américain n° 3 988 483). Ces substances sont par exemple la mélasse dont on dispose, mais en quantité res-
20 treinte, et divers sucres alimentaires de qualité inférieure obtenus par l'hydrolyse et la saccharification de l'amidon à l'aide de procédés relativement coûteux. Ces mélanges contenant surtout des mono- et des disaccharides ne peuvent cependant être employés qu'avec des res-
25 trictions car lorsqu'on les administre en grandes quantités des effets secondaires (p ex. une diarrhée) apparaissent (J.Amin. Sci. 3 (1970)).

Comme hydrates de carbone pour l'élevage des animaux les maltodextrines composées de saccharides et de
30 dextrines solubles dans l'eau et obtenues par hydrolyse enzymatique aqueuse de l'amidon se sont révélées les plus appropriées. L'utilisation de ces maltodextrines est pratiquement complète; on peut les utiliser dans le fourrage en des quantités variant dans un large intervalle sans
35 endommager les organes du système digestif ni causer des difficultés dans la formulation du fourrage ou des prépara-

tions alimentaires. La généralisation de l'application des sucres alimentaires et des maltodextrines est cependant limitée par le fait que ces substances sont obtenues par des procédés coûteux.

5 On prépare les maltodextrines en soumettant un substrat à haute teneur en amidon à une hydrolyse avec l'enzyme alpha-amylase en milieu aqueux (brevet belge N° 656 171).

10 Le procédé ci-dessus est le suivant : On broie les matières premières pour obtenir une farine ayant une taille particulière très fine, puis on mélange avec une quantité d'eau permettant de former une suspension ayant une teneur en substance sèche de 25 à 42° - selon les propriétés de la matière première - , on ajuste le pH à
15 l'optimum de l'enzyme alpha-amylase utilisée, on ajoute l'enzyme et on la chauffe dans un appareil de mélange fermé, en procédant par lots ou en continu, à une température au moins aussi élevée que la température de gé-
20 lification de l'amidon - ce qu'on appelle la liquéfaction - phénomène qui se produit en 20 à 120 minutes à partir du moment où la température de gé-
25 lification a été atteinte; on obtient un mélange aqueux, dont la vitesse de dégradation dépend des conditions utilisées. Dans la plupart des cas, on n'a pas intérêt à effectuer une saccharification complète, mais on peut procéder de préférence en in-
30 troduisant le mélange ayant une vitesse de dégradation contrôlée dans un dessiccateur - c'est-à-dire dans un appareil de séchage par pulvérisation - pour obtenir un produit solide. La saccharification complète s'effectue
35 dans une étape ultérieure en utilisant une enzyme amylo-glucosidase et en choisissant une durée de réaction appropriée.

 L'hydrolyse enzymatique aqueuse de l'amidon peut se caractériser comme une suite de procédés compliqués entraînant une consommation élevée d'eau, de vapeur et d'é-
35 nergie. On obtient l'amidon dégradé sous la forme d'une

bouillie que l'on doit amener sous une forme sèche et solide en faisant évaporer l'eau utilisée pour la dégradation. Un autre inconvénient desdits procédés est qu'ils exigent un appareillage, des bâtiments et des surfaces considérables.

Etant donné ces inconvénients, on a mis au point d'autres procédés pour améliorer la digestibilité des céréales contenant de l'amidon. Ces procédés sont les suivants: mise en contact des céréales avec l'air chaud, ce qu'on appelle l'"éclatement" (J. Anim. Sci. 42, No. 2 Février (1976), pages 365-374), chauffage et floculation à l'aide de vapeur, décortiquage (perlage) et floculation effectuée à la vapeur, expansion-extrusion (brevet américain n° 3 642 489) et ce qu'on appelle la "micronisation" qui comprend une irradiation aux infra-rouges (brevet anglais n° 1 479 116).

Une variante plus simple des procédés à sec énumérés ci-dessus est celle du roulage à froid et des procédés d'explosion hydrothermiques; la faible efficacité desdits procédés et les difficultés techniques qu'ils entraînent n'en ont cependant pas permis la généralisation.

L'objet des procédés de traitement thermique est de gélifier l'amidon afin de rendre les hydrates de carbone du fourrage plus sensibles à la dégradation par les enzymes qui sont présents dans l'organisme des animaux.

L'amélioration de la dégradation de l'amidon gélifié ne fournit pas en elle-même des hydrates de carbone solubles dans l'eau utilisables par la caillette des animaux. De même que l'amidon, les produits ainsi traités ne se combinent pas avec les enzymes; ils ne sont disponibles que dans une mesure limitée et l'utilisation des hydrates de carbone n'est donc pas équivalente à celle de la maltodextrine.

En l'état actuel de nos connaissances le contenu d'amidon naturel des céréales ne peut être dégradé en dextrines et en sucres qu'en suspension aqueuse et à une tem-

pérature qui n'est pas inférieure à la température de gélification, c'est-à-dire à chaud. Dans la première étape de dégradation la structure cristalline se défait, le produit entre en contact intensif avec l'enzyme sur une large surface et devient chimiquement et physiquement accessible à l'action de l'enzyme.

L'invention a pour objet d'élaborer un procédé pour solubiliser le contenu d'amidon des grains de maïs et de blé, en fournissant ainsi un produit équivalent aux mélanges de maltodextrine par un procédé simple et peu coûteux pouvant également convenir à une production de masse.

Selon l'état de la question ce besoin qualitatif et concernant l'application est celui de la dégradation primaire de l'amidon en dextrines, où la présence d'une faible quantité de mono- et de dissacharides (3-25%) est encore admise (brevet français n° 1 497 881).

L'invention a également pour objet d'éliminer tous les inconvénients de la dégradation effectuée en milieu aqueux. On a étudié s'il est possible, lorsqu'on soumet à un procédé thermique un substrat solide ou tout au plus gonflé d'humidité, d'obtenir une dégradation qui fournit un produit équivalent à celui que l'on obtient par un procédé d'hydrolyse aqueuse.

Selon d'autres expériences (Mühl und Mischfuttertechnik, 111, 39, 594-598 (1974), on a trouvé que l'on peut détecter une petite quantité d'hydrates de carbone solubles dans l'eau, insignifiante du point de vue technique, dans les produits obtenus par des procédés d'éclatement et des procédés hydrothermiques et aussi dans les produits micronisés. De ce point de vue l'extrusion est le procédé le plus efficace, grâce auquel dans certains cas la quantité d'hydrates de carbone solubles dans l'eau atteint une valeur maximum de 12%.

On a en outre examiné s'il est possible de trouver parmi les produits que peuvent fournir les procédés de gélification thermique une substance qui puisse être ef-

fectivement et rapidement dégradée par l' (les enzyme (s)
en milieu aqueux neutre, non seulement à chaud mais aussi
à la température ambiante. On a déterminé par les pro-
cédés décrits dans la présente demande la viscosité des
5 produits de départ de ce genre et la réfraction des mé-
langes aqueux que l'on prépare à partir de ces produits
en présence d'alpha-amylase d'origine variée et ajoutée
à différentes concentrations.

La transformation des céréales contenant de l'ami-
10 don, qui sont surtout sous forme amorphe après gélifica-
tion et également soumises à une dégradation mécanique
par broyage, en hydrates de carbone solubles dans l'eau
en milieu aqueux neutre à la température ambiante à l'ai-
de de l'alpha-amylase s'effectue par des moyens très dif-
15 férents selon le procédé utilisé pour la pré-dégradation
thermique de l'amidon et les conditions dans lesquelles
elle s'effectue. On trouvera au tableau 1 une expérience
comparée à titre d'exemple de céréales mises sous des
formes adaptées à une auto-dégradation rapide.

On a choisi différents procédés de traitement, et
on a soumis les différents produits contenant de l'ami-
don à divers effets. Ainsi dans les procédés d'extrusion
on soumet des grains de céréales ayant une teneur en eau
variable à l'action de différentes températures et pres-
25 sions, en fait également varier la durée de traitement
et on observe le comportement de l'amidon ainsi pré-dé-
gradé envers l'enzyme alpha-amylase.

On a trouvé que l'on peut amener le produit en un
état donné qui convient particulièrement pour obtenir une
30 substance décrite dans la présente demande en mélangeant
et en activant avec une enzyme alpha-amylase. On fait
varier les paramètres des procédés de pré-dégradation ther-
mique (teneur en humidité, température, pression, durée,
etc) de manière à fournir un substrat qui peut être dé-
35 composé par l'alpha-amylase dans la mesure la plus large
possible.

La présente invention se fonde sur la remarque selon laquelle toutes les substances qui contiennent de l'amidon thermiquement pré-dégradé et ont un "indice de dégradation" de $J = 0,12$ à $0,27$ conviennent pour la préparation des produits finaux auto-dégradables de l'invention.

Selon l'invention l'"indice de dégradation" se détermine de la façon suivante :

On mesure la viscosité 3 min après avoir mis dans l'eau la substance traitée à la chaleur selon le procédé décrit au paragraphe 2 des "procédés expérimentaux" (voir p e . tableau 1, "B"). On effectue une mesure parallèle en présence d'une enzyme alpha-amylase ayant une activité de 5000 SKB/g (voir p ex. tableau 1 "A"). Le quotient des deux chiffres de viscosité obtenus est l'"indice de dégradation". On peut l'exprimer par l'équation suivante (où J = indice de dégradation) :

$$J = \frac{A}{B}$$

Cette remarque permet de choisir à volonté les paramètres des procédés thermiques de manière que le traitement thermique fournisse des produits de départ convenant pour la préparation des produits auto-dégradables de l'invention. Afin de faire une distinction entre les substances ayant un tel indice de dégradation et la large gamme de substrats contenant de l'amidon traités à la chaleur, les produits ayant un indice de dégradation approprié sont appelés ci-dessous "amidon disponible".

La réfraction de l'eau ou ses solutions aqueuses mélangées à l'amidon disponible ne varie pas dans une large mesure, même au bout de plusieurs jours. D'un autre côté, lorsqu'on mélange l'enzyme alpha-amylase avec l'amidon disponible et qu'on met le mélange en suspension dans l'eau, on observe la formation rapide d'hydrates de carbone solubles dans l'eau.

Soumis à l'effet d'activation de l'alpha-amylase, le mélange présente des propriétés d'auto-dégradation. A la

cinquième minute après son immersion dans l'eau, la valeur de la réfraction du mélange auto-dégradable activé est de 6 à 40% supérieure à celle de l'amidon disponible non activé avec une enzyme (voir "procédés expérimentaux", paragraphe 3).

A la suite de l'hydrolyse rapide en milieu neutre à la température ambiante, la teneur en substance sèche de la composition auto-dégradable de l'invention lorsqu'on la place dans l'eau atteint rapidement le minimum de 3/4 du rapport d'hydrates de carbone solubles dans l'eau, caractéristique des maltodextrines de qualité technique.

Selon la présente demande, une composition contenant de l'amidon disponible et de l'enzyme alpha-amylase est considérée comme "auto-dégradable" si à la cinquième minute après qu'elle ait été plongée dans l'eau sa valeur réfractive est de 8 à 40% supérieure à celle de l'amidon disponible non activé par une enzyme.

Les expériences comparées effectuées dans le domaine des céréales amenées à un état permettant leur auto-dégradation rapide sont décrites au tableau 1.

Tableau 1

	Traitement thermique	Viscosité 3ème minute cps	Réfraction en % de substance sèche 5ème min.	Indice de dégrada- tion A/B
25	<u>Maïs micronisé</u>			
	avec 0,15% d'amy- lase bact.			
	A (5000 SKB/g)	301	32	0,137
30	B sans amylase	2200	4	
	<u>Blé micronisé</u>			
	A	460	14	0,192
	B	2400	4,8	
	<u>Maïs extrudé</u>			
35	A	3000	68	0,155
		19400	12	

	<u>Avoine floculée à la vapeur</u>		
	A	56	10
			0,270
	B	206	2
	<u>Mais explosé</u>		
5	A	2800	16
			0,152
	B	18400	2,4
10	Pour la préparation de compositions fourragères auto-dégradables appropriées à la transformation de substances contenant de l'amidon en hydrates de carbone solubles dans l'eau, on peut utiliser des amylases produites par des procédés microbiologiques, et en particulier celles qui ont une haute teneur en composante alpha-amylase.		
15	Dans la préparation des compositions auto-dégradables de l'invention, la pré-dégradation peut s'effectuer par des procédés thermiques à sec et/ou hydrothermiques comme par traitement avec des rayons infra-rouge, éclatement, chauffage et floculation à la vapeur, décorticage (perlage) et		
20	floculation à la vapeur, expansion-extrusion, roulage à froid et/ou explosion.		
25	Selon le procédé de l'invention, on soumet l'amidon pré-dégradé ayant un indice de dégradation approprié - ce qu'on appelle l'amidon disponible - à un broyage fin et on l'amène à une taille particulière de 50 à 1500 microns, de préférence de 100 à 500 microns.		
30	Selon le procédé de l'invention on peut utiliser une alpha-amylase du commerce ayant une activité de 5000 SKB/g de préférence en une quantité de 0,1 à 2% par rapport à la teneur en amidon sec de l'amidon disponible moulu. Si l'on applique une enzyme ayant une activité différente, on l'utilise en une quantité correspondante tombant dans l'intervalle défini ci-dessus.		
35	On peut également ajouter d'autres additifs à la composition dans n'importe quel ordre. On peut ainsi utiliser des additifs stimulant et améliorant l'effet enzymatique		

et des stabilisateurs, comme les chlorures de métaux alcalino-terreux et les chlorures de métaux alcalins, en particulier le chlorure de calcium et le chlorure de sodium. On peut également ajouter un composé ayant un effet tampon, 5 p.ex. le carbonate de calcium, des carbonates ou des phosphates acides solubles dans l'eau.

On peut également ajouter à la composition des composés biologiquement actifs généralement utilisée dans l'alimentation.

10 Les oligo-éléments et leurs sels ou oxydes (p ex. sels et oxydes de fer, de manganèse, de cuivre, de sélénium, de zinc et de cobalt) jouent un rôle important parmi les autres additifs.

15 Selon l'invention il est fourni un procédé de préparation d'un mélange fourrager auto-dégradable. On prépare ledit mélange en mélangeant au fourrage une composition auto-dégradable. La quantité de composition auto-dégradable s'élève à 5-85% en poids par rapport à la teneur en substance sèche du fourrage. On peut également 20 procéder en ajoutant une quantité équivalente d'amidon disponible et d'alpha-amylase au fourrage.

On peut également préparer la composition auto-dégradable en mélangeant les deux principaux composants directement avant l'emploi, soit avant la mise en contact avec le milieu aqueux, soit simultanément en présence d'eau. 25

La composition et le mélange de l'invention éliminent dans la plupart des cas l'emploi de sucres fourragers ou de produits finis à la dextrine.

30 A la suite de l'invention un besoin réel est satisfait d'une manière très simple. On peut mélanger les compositions auto-dégradables avec des fourrages et les compléter avec pratiquement toutes les substances utilisées dans l'alimentation comme les fourrages d'origine végétale ou animale enrichis en hydrates de carbone, en fibres ou en protéines; des graisses, des sels, des subs- 35

tances "azotées non protéiques", des pré-mélanges, etc, généralement utilisés dans les fourrages. L'emploi des compositions auto-dégradables ne présente pas de difficultés, la préparation de la formule fourragère ne nécessite pas de mesures spéciales, mais leur application fournit la teneur contrôlée en hydrates de carbone solubles dans l'eau nécessaire dans de tels aliments.

La composition auto-dégradable est transformée en hydrates de carbone solubles dans l'eau in vitro en milieu neutre à la température ambiante et aux conditions pratiques de l'alimentation. Ainsi la composition selon l'invention a la même action et convient tout aussi bien que les sucres isolés, les dextrines et leurs mélanges. Il n'est pas besoin de mesures spéciales pour induire la dite transformation spontanée comme cela aurait été le cas si on avait utilisé de la maltodextrine en poudre.

La signification de l'indice de dégradation utilisé par l'invention tient au fait que par une simple variation des paramètres techniques des procédés de pré-dégradation thermique - visant à l'amélioration de la digestibilité de l'amidon - le procédé devient approprié à l'emploi de produits contenant de l'amidon disponible et ayant une qualité telle que définie dans la présente demande, c'est-à-dire à l'emploi de substrats et de conditions dans lesquels le produit pré-dégradé est particulièrement adapté à la formation d'un mélange auto-dégradable même en milieu aqueux froid neutre.

La modification de la structure de l'amidon dans l'intervalle d'indice de dégradation de 0,12 à 0,27 tel que revendiqué n'est pas limitée par une considération théorique quelconque.

Selon le procédé de l'invention la composition auto-dégradable peut être préparée en un processus discontinu ou de préférence en une chaîne de production continue. Les fermes ne disposant pas d'installation industrielle peuvent également réaliser une telle chaîne de production, p ex.

en utilisant une étape d'auto-dégradation combinée avec une micronisation. Les consommateurs peuvent préparer le mélange auto-dégradable sur le lieu de l'alimentation en mélangeant l'enzyme activante et tous les autres
5 composants. Ceci joue un rôle important pour réduire les coûts liés à l'emplacement, aux machines et au transport.

Les avantages énumérés ci-dessus montrent la simplicité du procédé de l'invention. On peut l'effectuer
10 en utilisant un équipement, des appareils et des machines connus et qui fonctionnent, sa consommation de vapeur et d'eau est peu importante ou pratiquement nulle. Il n'y a pas besoin de beaucoup de main-d'oeuvre pour manipuler l'équipement et la consommation d'énergie électrique est négligeable par rapport à celle que requiert
15 le mélangeur de fourrage. La capacité de la chaîne de production est importante et on peut la faire varier en faisant varier par exemple la vitesse de la bande de micronisation et la taille des machines mécaniques, de broyage et d'homogénéisation. La durée du traitement est
20 courte et cela signifie que l'on peut utiliser tous les avantages d'une production continue. La création de telles chaînes de production s'accommode d'une demande beaucoup plus faible en matière d'espace, de services publics
25 et de bâtiments que les procédés d'hydrolyse aqueuse connus.

On trouvera d'autres détails sur l'invention dans les exemples, la portée de la protection n'étant pas limitée à ces exemples.

30 Exemple 1

On étend des grains de maïs en une couche ayant une épaisseur moyenne de 3,5 cm sur un convoyeur à bande continue; la bande est une toile métallique et la teneur en humidité du maïs s'élève à 18%. La bande se déplace
35 avec une vitesse telle que les grains restent en moyenne 3 min sur la bande. A une hauteur de 35 cm au-dessus de

- la bande est fixé un corps incandescent qui irradie le maïs avec une lumière infra-rouge ayant une longueur d'onde comprise entre 2 et 4 microns et une fréquence de $0,9 \times 10^8$ mégacycles/s; ledit corps possède la structure décrite
- 5 dans le brevet anglais n° 1 379 116 et se compose d'une série de plaques de céramique chauffées au gaz. L'intensité du rayonnement infra-rouge est réglée par le nombre de plaques de manière que la température de la matière quittant la bande soit de 80 à 85°C. La matière irradiée
- 10 est immédiatement introduite entre des rouleaux aplatisseurs continus, où elle est transformée en corps lamellaires ayant une épaisseur de 1 à 1,5 mm. On fait alors passer les corps à travers la toile d'un tamis vibrant et on les refroidit à 20 à 35°C avec un courant d'air
- 15 froid. On soumet alors la matière à une désintégration continue; l'amidon disponible solide ainsi obtenu ne contient pas de granules de taille particulière supérieure à 600 microns et a un indice de dégradation de $J = 0,155$ à $0,160$.
- 20 Dans un mélangeur avec circulation à contre-courant assurant une homogénéité de 1:100 000, on mélange avec le produit une alpha-amylase d'origine bactérienne ayant une activité de 5000 SKB/g; on ajoute l'alpha-amylase en poudre fine en une quantité de 1580 g pour 1000 kg de
- 25 substance sèche. On tasse le produit ainsi obtenu. L'activité enzymatique d'alpha-amylase de la composition autodégradante ainsi obtenue correspond généralement à une valeur de 10 SKB/g d'amidon, par rapport à la teneur initiale en amidon.
- 30 Le produit ainsi obtenu peut être utilisé pour la préparation d'un silo humide à luzerne et à herbe; on peut l'ajouter en une quantité de 4% par rapport au poids de la matière ensilée. On utilise les procédés classiques d'ensilage et on agite de façon intensive. La formation d'acide lactique est 3 fois supérieure à celle
- 35 d'un silo témoin et cette amélioration s'accompagne de

l'odeur très agréable de la matière ensilée, dont les valeurs caractéristiques sont stables et constantes. On administre simultanément aux animaux un fourrage ensilé en utilisant la composition auto-dégradable de l'inven-
5 tion et un aliment témoin normalement ensilé; les animaux consomment 4 à 5 fois plus du premier fourrage que du fourrage témoin.

Exemple 2

On prépare une composition auto-dégradable de manière
10 analogue à l'exemple 1 sauf qu'on remplace le maïs par un hachis grossier de maïs enrichi en amidon et ayant une teneur en humidité de 15% obtenue p ex. dans un appareil de détermination du maïs. L'indice de dégradation de l'a-
midon disponible ainsi obtenu s'élève à $J = 0,195$ à $0,200$.

15 On homogénéise le produit finement moulu ne contenant pas de granules au-dessus d'une taille particulière de 600 microns avec l'alpha-amylase dans un rapport décrit dans l'exemple 1.

La composition auto-dégradable obtenue selon cet
20 exemple permet l'emploi d'urée dans les fourrages pour ruminants en quantités plus importantes. A 500 kg de la composition auto-dégradable on ajoute 83 kg d'urée pour fourrage. Le mélange ainsi obtenu peut être utilisé
25 comme concentré de lactation pour le bétail, les moutons et les chèvres; les animaux peuvent recevoir une quantité quotidienne de 2 g/kg de poids corporel de ce concentré sans risque d'intoxication, quels que soient l'espèce et l'âge de l'animal. En ajoutant cette composition à
30 un fourrage classique pour animaux, on peut couvrir de 42 à 46% des besoins protéiques des animaux par une substance azotée non protéique - à opposer au chiffre de 20 à 25% obtenu dans l'élevage animal classique.

Exemple 3

35 On traite une récolte de blé ayant une teneur en humidité de 24% comme il est dit dans l'exemple 1 sauf qu'on étend la matière sur la bande en une couche de 8 cm d'é-

paisseur, qu'on retourne la récolte sur la bande à l'aide de plateaux à chicanes, que la matière reste sur la bande pendant 8 minutes en moyenne et qu'on l'irradie avec un rayonnement infra-rouge situé dans un intervalle de longueur d'onde allant de 1,8 à 2,5 microns. On règle l'intensité du rayonnement par le chauffage du corps incandescent; la température de la matière lorsqu'elle quitte la bande est supérieure à 85°C mais elle n'excède pas 90°C. L'indice de dégradation de l'amidon disponible refroidi et broyé s'élève à $J = 0,121$ à $0,125$.

On mélange uniformément le produit ainsi obtenu avec une quantité d'alpha-amylase telle que l'activité de la composition auto-dégradable soit la même que celle qui est donnée dans l'exemple 1.

Le mélange auto-dégradable ainsi obtenu peut être utilisé de préférence p ex. dans les fermentations lactiques en préparant à partir de ce mélange avec de l'eau une suspension ayant une teneur en substance sèche de 10%, en élevant la température à 45°C et en incluant une culture de *Lactobacillus thermophile*. Ensuite on peut travailler selon la technologie classique de préparation de l'acide lactique. Le bouillon de fermentation donne un produit approprié à la préparation d'acide lactique, aux applications alimentaires, à la préparation de conserves ainsi qu'à la production de nourritures pour animaux ayant une bonne valeur diététique.

Exemple 4

On mélange la composition auto-dégradable préparée selon l'exemple 1 avec une quantité de 400% en poids de tiges de maïs, de luzerne ou de paille hachée, on mouille le mélange, on le laisse reposer pendant 20 à 120 min selon le domaine d'application donné, on granule ou on sèche sur un dessicateur pour fourrage.

Les mélanges ainsi obtenus conviennent pour la préparation de formules de fourrage pour le bétail, les moutons et les lapins, quelle que soit la présence simultanée

nécessaire d'une quantité définie de fibres et d'hydrates de carbone solubles dans l'eau. Dans le cas des espèces animales énumérées ci-dessus ladite composition dégradable améliore la digestibilité des fourrages riches en fibres végétales et celle des sous-produits agricoles de 10 à 32%.

Exemple 5

On micronise de l'orge obtenue directement par récolte et ayant une teneur en humidité de 30% par le procédé décrit dans l'exemple 3, puis on la traite de manière analogue à l'exemple 1 pour donner un amidon disponible ayant un indice de dégradation de 0,22 à 0,25. On mélange l'amidon disponible ainsi obtenu avec de l'alpha-amylase ayant une activité de 10 SKB/g de valeur en amidon. On obtient ainsi une composition auto-dégradable.

La composition convient par elle-même pour l'alimentation humide des animaux ayant un estomac (comme les porcs) de la façon suivante: on prépare une bouillie pour porcs en mettant en suspension le mélange auto-dégradable dans 200% en poids d'eau, on le laisse reposer pendant $\frac{1}{2}$ h à 1 h et on le donne aux porcs. L'énergie métabolisable s'élève à 3850 kcal.kg.

Exemple 6

On soumet des flocons d'avoine standard du commerce préparés par perlage, digestion à la vapeur et roulage - ayant un indice de dégradation de $J = 0,23$ à $0,27$ - à un broyage fin et on mélange avec de l'alpha-amylase. L'activité du mélange auto-dégradable ainsi obtenu s'élève à 1 SKB/g d'amidon.

On peut obtenir une utilisation très efficace de la nourriture et une augmentation du gain de poids en mélangeant le produit ainsi obtenu avec de la nourriture pour lapins dans un rapport de 20 à 60%. L'économie s'élève à 12 à 21% lorsqu'on prend en considération la valeur protéique et celle de l'amidon.

Exemple 7

On introduit 1000 kg de grains de maïs ayant une teneur en humidité de 30% dans un appareil d'explosion de maïs ayant une zone de chauffe de 2000 l; on chauffe le maïs avec de la vapeur chaude à 6 atm pendant 40 min et on l'injecte dans la zone d'explosion par l'ouverture de décharge de l'appareil. On réduit alors le maïs explosé et refroidi à un hachis de l'appareil. On réduit alors le maïs explosé et refroidi et on le mélange a suffisamment d'alpha-amylase pour que l'activité de la composition auto-dégradable obtenue à partir de l'amidon disponible correspondant à un indice de dégradation de $J = 0,140$ à $0,155$ soit de 100 SKG/g d'amidon.

A partir du produit ainsi obtenu à la température ambiante, on prépare une suspension aqueuse ayant une teneur en substance sèche de 20 à 35%, que l'on peut utiliser dans la production de levure fourragère comme source d'hydrates de carbone solubles dans l'eau. La suspension doit être introduite dans le processus microbologique pendant une courte durée, p ex. 1 h.

Exemple 8

On traite de la farine de blé du commerce selon le procédé décrit dans l'exemple 3 sauf qu'on retourne la matière qui se déplace sur un convoyeur à bande en toile métallique sans perforations en une couche de 5 cm d'épaisseur avec des plateaux à chicanes et on irradie avec de la lumière infra-rouge pendant 5 min, puis on refroidit et on broie pour donner un amidon disponible ayant un indice de dégradation de $0,12$ à $0,13$. On mélange ce produit avec de l'alpha-amylase pour donner un produit auto-dégradable ayant une activité de 10 SKB/g d'amidon. Ce produit peut être utilisé dans l'industrie de la boulangerie pour la préparation d'un agent auxiliaire qui accélère la levée de la pâte pétrie en ajoutant la composition auto-dégradable à une quantité double d'eau tout en agitant pendant une période de $\frac{1}{2}$ h, et en séchant la bouillie épaisse ainsi ob-

tenue en la pulvérisant dans un appareil de séchage; la température d'entrée s'élève à 180°C, la température de sortie est de 85 à 90°C et on obtient une poudre fine. Dans l'industrie de la boulangerie ce produit fournit
5 les hydrates de carbone facilement dégradables nécessaires pour la levée et pour le fonctionnement de l'enzyme et il exerce un effet bénéfique sur la formation de la structure du pain. Lorsqu'on l'ajoute à la farine avant la levée en une quantité de 3 à 5% il raccourcit le temps
10 de levée de 30 à 50%.

Exemple 9

On chauffe à 200 à 220°C le hachis grossier ou la farine de grains de maïs ayant une teneur en humidité de 25% et on l'expose dans un appareil d'extrusion à l'ac-
15 tion d'une température de 350°C et d'une pression de 450 atm à la tête d'extrusion. Un produit en forme de gelée quitte l'appareil d'extrusion sous la forme de longs bâtons que l'on coupe, que l'on sèche et que l'on réduit à une taille particulière inférieure à 600 microns. On
20 homogénéise l'amidon disponible ayant un indice de dégradation de $J = 0,18$ à $0,20$ avec de l'alpha-amylase pour donner une composition auto-dégradable ayant une activité de 60 SKB/g d'amidon.

On transforme le produit ainsi obtenu en une suspension aqueuse ayant une teneur de 30% en substance sèche. Lorsqu'on l'ajoute à de la lie de vin dans un rapport pondéral de 1:1 il augmente la fermentation alcoolique et donne des distillats alcooliques ayant une haute utilisation des hydrates de carbone et une bonne qualité
30 organoleptique de façon très économique.

Exemple 10

On prépare une ration de démarrage pour les porceux de la façon suivante:

Dans un mélangeur pour fourrage assurant une homogénéité de 1:100 000, on mélange 250 kg de l'amidon disponible décrit dans l'exemple 1 et 240 kg de l'amidon dis-
35

ponible décrit dans l'exemple 5 avec 50 kg de son, 180 kg d'extrait de hachis de soja, 20 kg de farine de lin, 200 kg de lait écrémé en poudre, 20 kg de dextrose, 20 kg de pré-mélange pour pourceaux, 20 kg de tampon et un stabilisateur ayant la composition suivante :

5

35% de phosphate diacide de calcium de qualité alimentaire

35% de carbonate de calcium

10% de chlorure de calcium

10

14% de chlorure de sodium

8% d'alpha-amylase produite par un procédé microbien (activité : 5000 SKB/g d'amidon).

La suspension à 5% du tampon et du stabilisateur dans l'eau distillée a un pH de 6,3 et possède une capacité tampon adéquate tant en milieu acide qu'en milieu alcalin.

15

On met 1000 kg de la nourriture de démarrage pour pourceaux ainsi obtenue dans des sacs revêtus de polyéthylène; chaque sac contient environ 40 kg de l'alimentation de démarrage. Les sacs doivent être gardés dans une atmosphère dépourvue d'humidité jusqu'à utilisation.

20

Les données concernant l'aliment de démarrage sont résumées dans le tableau suivant :

	Energie métabolisable	Kcal/kg	3150
25	Valeur en amidon		73,3
	Teneur en humidité	%	10,8
	Protéines brutes	%	22,1
	Lysine	%	1,3
	Méthionine	%	0,43
30	Méthionine + cystine	%	0,76
	Graisses brutes	%	1,85
	Fibres brutes	%	3,10
	Calcium	%	1,5
	Phosphore	%	0,92
35	Chlorure	%	0,62
	Teneur en cendres	%	7,30

Activité d'alpha-amylase

SKB/g d'amidon 8,0

Exemple 11

On prépare une nourriture pour porcs en mélangeant dans un appareil et par le procédé décrit dans l'exemple 1, 5
10 640 kg de l'amidon disponible selon l'exemple 1, 150 kg de l'amidon disponible selon l'exemple 5, 80 kg de son, 50 kg d'extract de hachis de soja, 30 kg de farine de lin, 20 kg de pré-mélange et 30 kg de la composition tampon et stabilisatrice selon l'exemple 10; le
10 poids total de l'aliment s'élève à 1000 kg.

L'aliment peut être utilisé de préférence comme suit: on met en suspension 1000 kg de l'aliment dans 2000 l d'eau dans un récipient équipé d'un agitateur à l'aide d'une pompe de circulation centrifuge et on ver-
15 se la suspension dans l'appareil servant à nourrir les animaux. Les données caractéristiques de l'aliment sont décrites au tableau 2.

Exemple 12

On prépare un aliment pour veaux en mélangeant dans l'appareil et par le procédé décrits dans l'exemple 10
20 650 kg de l'amidon disponible selon l'exemple 1, 240 kg d'extract de hachis de soja, 70 kg de farine de luzerne, 15 kg d'un pré-mélange de démarrage pour veaux et 25 kg d'une composition tampon et stabilisatrice selon l'exem-
25 ple 10. Le poids total de l'aliment s'élève à 1000 kg.

Les données caractéristiques de l'aliment sont décrites au tableau 2.

Exemple 13

On prépare un aliment pour agneaux en mélangeant dans l'appareil et par le procédé selon l'exemple 5, 140 kg de son, 320 kg de farine de plante verte de maïs, 20 kg d'urée, 30 kg de pré-mélange pour agneaux et 10 kg de la composition tampon et stabilisatrice selon l'exemple 10. Le
30 poids total de l'aliment s'élève à 1000 kg.

35 Les données caractéristiques de la composition sont décrites au tableau 2.

Exemple 14

On prépare un aliment pour lapins en mélangeant dans l'appareil et par le procédé décrits dans l'exemple 10 140 kg de l'amidon disponible selon l'exemple 1, 150 kg de l'amidon disponible selon l'exemple 6, 200 kg de l'amidon disponible selon l'exemple 3, 50 kg d'extrait de hachis de soja, 100 kg d'extrait de hachis de tournesol, 325 kg de farine de maïs, 20 kg de pré-mélange pour lapins et 15 kg de la composition tampon et stabilisatrice selon l'exemple 10. Le poids total de l'aliment s'élève à 1000 kg.

Les données caractéristiques de l'aliment sont décrites au tableau 2.

Exemple 15

On prépare un aliment pour truites en mélangeant dans l'appareil et par le procédé décrits dans l'exemple 10 280 kg d'amidon disponible selon l'exemple 5, 450 kg de farine de poisson, 150 kg d'extrait de hachis de soja, 100 kg de farine de viande, 12 kg d'un pré-mélange pour truites, et 8 kg de la composition tampon et stabilisatrice selon l'exemple 10. Le poids total de l'aliment s'élève à 1000 kg. On réduit en boulettes l'aliment ainsi obtenu par le procédé décrit dans la demande de brevet hongrois n° CI-1844 et on le conserve dans une atmosphère dépourvue d'humidité.

Les données caractéristiques de l'aliment sont décrites au tableau 2.

Tableau 2

Données caractéristiques de l'aliment selon les exemples 11, 12, 13, 14 et 15.

Unités	e x e m p l e n°					
	11	12	13	14	15	
Energie métabolisable	Kcal/kg	3220	3050	2335	2155	1980
Valeur d'amidon		74,2	73,2	57,2	55,2	58,8
Teneur en humidité	%	12,0	10,5		11,2	8,0
Protéines brutes	%	12,7	18,0	17,3	17,2	42,3
Lysine	%	0,52	1,7	0,45	0,71	2,08
Méthionine	%	0,22	1,0	0,21	0,35	0,88
Méthionine + cystine	%	0,41	1,1	0,39	0,61	1,07
Graisses brutes	%	3,2	3,2	2,70	2,0	2,5
Fibres brutes	%	4,1	5,2	14,2	14,5	5,0
Calcium	%	1,2	1,6	1,32	1,14	1,02
Phosphore	%	0,52	0,9	0,72	0,67	1,20
Chlorure	%	0,50	0,71	0,65	0,51	0,92
Teneur en cendres	%	4,52	4,3	7,20	7,41	3,40
Activité d'alpha-amylase	SKB/g amidon	12,0	10,0	4,0	6,0	3,2
Valeur aliment						

Exemple 16

On peut préparer une composition appropriée à la conservation en silo - destinée surtout à l'emploi pour les papilionacées - selon le procédé de l'invention de la façon suivante :

Dans un appareil et par le procédé décrit dans l'exemple 10, on mélange 970 kg d'amidon disponible selon l'exemple 2 avec 33 kg d'additif régulateur de fermentation, on emballe le mélange et on le conserve jusqu'à l'emploi.

Les données caractéristiques de la composition sont les suivantes :

Activité d'alpha-amylase 5 SKB/g; la viscosité d'une suspension aqueuse à 25% s'élève à 200 cps lorsqu'elle est déterminée selon le procédé décrit plus loin; augmentation de l'indice de réfraction dans une suspension aqueuse à 25%; 18% par détermination selon le procédé décrit plus loin.

On prépare l'additif régulateur de fermentation mentionné au début de cet exemple en mélangeant dans un mélangeur à circulation à contre-courant assurant une homogénéité de 1:100 000 les composants suivants :

485 parties en poids de carbonate de calcium précipité de qualité alimentaire

100 parties en poids de chlorure de calcium

300 parties en poids de chlorure de sodium

50 parties en poids d'oxyde de magnésium

20 parties en poids de sulfate de manganèse

5 parties en poids de sulfate cuivrique

2 parties en poids de chlorure de cobalt

5 parties en poids de sulfate de zinc et

33 parties en poids d'alpha-amylase préparée par des procédés microbiens et ayant une activité de 5000 SKB/g de valeur d'amidon.

Les données caractéristiques de l'additif régulateur de fermentation ci-dessus sont les suivantes :

activité d'alpha-amylase 165 SKB/g;

le pH d'une suspension à 5% dans l'eau distillée à 20°C est de 7,0;

capacité tampon: lorsqu'on titre 100 ml d'une suspension aqueuse à 5% avec 34,6 ml d'acide chlorhydrique 0,1 N et
5 30,5 ml d'hydroxyde de sodium 0,1 N, respectivement, le pH varie de 0,5 unité.

Exemple 17

Conservation à l'humidité du trèfle hongrois (*Trifolium pratense* var. *pilosum* L.) dans des conditions indus-
10 trielles en utilisant la composition de conservation en silo selon l'exemple 16.

On broie finement du trèfle hongrois dans un état moyen de fleurs en bourgeon (teneur en substance sèche = 18%) en utilisant un hachoir mobile du type Heston jus-
15 qu'à une taille de 2 à 3 cm, puis à partir d'une machine d'alimentation "Hedo-docator" montée sur le hachoir on ajoute 30 kg de la composition selon l'exemple 16 pour 1000 kg de balle. On doit veiller à un mélange uniforme dans le tambour rotatif du hachoir. On applique le trè-
20 fle hongrois mélangé à l'agent de conservation sur des engins qui se déplacent sur la parcelle à moissonner à la même vitesse que l'appareil de Heston au moyen d'une ventilation. Le trèfle hongrois broyé et traité est uniformément étendu dans ce qu'on appelle un silo horizontal
25 ayant une fondation et des parois en béton et bordé de paille hachée. Lorsque l'épaisseur de la couche atteint 30 cm on compacte le trèfle en y faisant passer 3 ou 4 fois un tracteur du type Rába-Steiger. On étend ensuite sur le trèfle compacté une paille hachée d'orge ou de blé
30 de bonne qualité en une quantité de 15% par rapport au poids humide du trèfle. On étend du trèfle rouge traité en une couche aussi épaisse et on compacte à nouveau. On répète ce procédé jusqu'à ce que l'épaisseur de la couche de silo compactée atteigne 2 m. Enfin on couvre le silo
35 avec une feuille de nylon ou par une couche de paille de 25 cm d'épaisseur.

Selon le procédé ci-dessus on peut garder environ 2000 tonnes de matière pour silo dans un silo horizontal ayant une taille de 100 x 25 x 2 m. La fermentation se termine généralement en 2 semaines. Selon nos mesures le fourrage peut se garder dans ces conditions pendant plusieurs années sans aucune diminution de sa valeur nutritive ni détérioration de ses caractères organoleptiques.

Procédés expérimentaux

On prépare l'amidon disponible et la composition auto-dégradable sous la forme d'une poudre ayant une taille particulière inférieure à 600 microns. Selon cette exigence on tamise les échantillons p ex. en les faisant passer à travers un tamis de 636 microns d'ouverture de maille d'une série de tamis conformes à la norme n° TGL 04188 de la République Démocratique Allemande.

1) Détermination de la teneur en substance sèche de l'échantillon

On sèche 10,0 g de l'échantillon dans un bocal en verre gradué à $105 \pm 1^\circ\text{C}$ jusqu'à ce qu'on atteigne un poids constant. Avant de le peser on refroidit l'échantillon dans un dessiccateur à vide sur pentoxyde de phosphore. On exprime la teneur en substance sèche en multipliant le poids constant par 10, en pourcentage de la teneur en substance sèche.

2) Détermination de la viscosité

On pèse un échantillon correspondant à 25,0 de substance sèche et on trempe à 25°C sous un couvercle fermé pendant 15 minutes. On pèse également et on trempe sous un couvercle fermé à 25°C une quantité d'eau complétant le poids de substance sèche de 25 g à 100,0 g. On verse l'échantillon dans l'eau en agitant vigoureusement et on introduit la suspension ayant une teneur en substance sèche de 25% et une température de 25°C dans la coupelle d'un viscosimètre 2 min après avoir mélangé l'échantillon avec l'eau. Pour la mesure on utilise un viscosimètre

5 rotatif à système cylindrique RN type Searle-Coutte fabriqué en RDA. On peut utiliser le viscosièmtre pour la détermination dans un intervalle de 1 à 10 000 cP avec une marge d'erreur de $\pm 3\%$; on assure une température constante à l'aide d'un ultra-thermostat ($\pm 0,1^\circ\text{C}$). La température de mesure s'élève à 25°C , et on effectue la mesure 3 min après l'addition de l'échantillon dans l'eau.

3) Détermination de la réfraction

10 On mesure la réfraction en utilisant une suspension de l'échantillon préparée selon le paragraphe 2 (teneur en substance sèche : 25%) sauf que le trempage et la mesure s'effectuent à 20°C , et on détermine la réfraction 5 min après avoir disposé l'échantillon dans l'eau. On effectue la mesure en utilisant un réfractomètre fabriqué par la société VEB Carl-Zeiss, équipé d'un ultra-thermostat assurant une température constante dans un intervalle de $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

15 La valeur de la réfraction se réfère à la teneur en substance sèche et est égale à la valeur mesurée multipliée par 4.

Remarque

20 La désignation "SKB/g valeur d'amidon" utilisée dans toute la description est une unité internationalement acceptée et appliquée de mesure de l'activité d'alpha-amylase.

REVENDEICATIONS

- 1) Procédé de préparation d'une composition "auto-dégradable" pouvant être utilisée dans des buts d'alimentation et/ou de conservation des aliments et si on le désire pour leur transformation en un mélange fourrager auto-dégradable qui implique de pré-dégrader l'amidon présent dans le fourrage céréaliier et/ou le fourrage de maïs dans une mesure telle que l'indice de dégradation de la récolte soit de 0,12 à 0,27; puis de mélanger ce qu'on appelle l'"amidon disponible" ainsi obtenu sous une forme finement broyée, dans un ordre quelconque, avec de l'alpha-amylase et éventuellement avec d'autres additifs et - si l'on doit préparer un mélange fourrager "auto-dégradable" avec du fourrage.
- 2) Procédé selon la revendication 1 qui implique d'effectuer la pré-dégradation par des procédés thermiques à sec et/ou hydrothermiques comme l'irradiation aux infrarouges (combinée avec une micronisation), un éclatement, un chauffage et une floculation à la vapeur, un décortillage (perlage) et une floculation à la vapeur, une expansion-extrusion, un roulage à froid et/ou une explosion.
- 3) Procédé selon la revendication 1 qui implique de broyer l'amidon disponible à une taille particulière de 50 à 1500 microns, de préférence de 100 à 600 microns.
- 4) Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, qui implique d'utiliser une alpha-amylase du commerce ayant une activité de 5000 SKB/g en une quantité de 0,1 à 2% en poids, par rapport au poids de la substance amidonnée sèche de l'amidon broyé, ou une enzyme ayant une autre activité en une quantité qui y équivaut dans les limites de l'intervalle ci-dessus.
- 5) Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 qui implique d'utiliser comme autres additifs des substances qui stimulent et améliorent l'activité enzymatique et des stabilisateurs comme le chlorure de calcium, le chlorure de sodium; des tampons comme le carbonate de calcium, les

carbonates au phosphate acide solubles dans l'eau; et/ou des substances biologiquement actives utilisées dans l'alimentation.

- 5 6) Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 qui implique d'utiliser comme autres additifs des sels et/ou oxydes d'oligo-éléments, comme des sels ou oxydes de fer, de manganèse, de cuivre, de sélénium, de zinc et/ou de cobalt.
- 10 7) Composition auto-dégradable obtenue par la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 6.
- 15 8) Procédé de préparation d'un mélange fourrager auto-dégradable qui implique de mélanger du fourrage avec de 5 à 85% en poids d'une "composition auto-dégradable" selon la revendication 7, sur la base de sa teneur en substance sèche - ou avec une quantité équivalente d'amidon disponible et d'alpha-amylase.