

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 79 22106

⑤④ Procédé de trempage du maïs, produits ainsi obtenus et leur application à la fabrication de la pénicilline.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ⁸). C 12 N 1/14.

②② Date de dépôt 4 septembre 1979.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 10 du 6-3-1981.

⑦① Déposant : Société anonyme dite : ROQUETTE FRERES, résidant en France.

⑦② Invention de : Francis Devos, Patrick Beuque et Michel Huchette.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

L'invention a pour objet un procédé de trempage du maïs.

Elle vise également les produits, à savoir les eaux de trempage, présentant les caractéristiques de ceux obtenus
5 par mise en oeuvre de ce procédé, ainsi que leur application à la fabrication de la pénicilline ; les eaux de trempage sont fréquemment désignées par l'homme de l'art par "Corn-Steep", expression qui sera utilisée dans la suite du texte.

Le trempage ou trempe du maïs dans l'eau constitue
10 la première étape de l'extraction de l'amidon en amidonnerie humide. Cette trempe permet le gonflement des grains de maïs et l'élimination de matières solubles hautement fermentescibles contenues dans ces grains.

Elle consiste à maintenir le maïs placé dans des si-
15 los pendant un temps donné ("temps de trempe") au sein d'une eau chaude contenant une faible quantité d'anhydride sulfureux. Dans la pratique, les silos sont disposés en série et l'eau de trempe les parcourt les uns après les autres, un silo donné étant vidé lorsque le maïs qu'il contient a été
20 maintenu au contact de l'eau de trempe pendant le temps donné susmentionné.

Plus particulièrement, l'eau de trempe est introduite en continu successivement sur chacun des silos de la série de façon telle que chaque silo reçoive en fait une partie
25 aliquote de cette eau ; chaque partie aliquote est par conséquent amenée à parcourir toute la série de silos depuis celui sur lequel elle est introduite au départ et dont la charge de maïs est vidée à la fin de l'introduction de la partie aliquote correspondante, la trempe étant terminée pour ce char-
30 gement, jusqu'au silo situé à l'autre extrémité de la série et qui vient de recevoir un chargement de maïs frais.

Deux phénomènes essentiels se déroulent simultanément au cours de la trempe : le premier consiste en une diffusion des matières solubles du grain de maïs vers l'eau de
35 trempe alors que le deuxième consiste en une fermentation de

ces matières solubles dans l'eau de trempe.

Cette fermentation est une fermentation lactique ; en effet, les conditions de trempe (SO_2 , température, sucres réducteurs présents et autres) favorisent le développement des bactéries lactiques qui prolifèrent très rapidement et éliminent les autres microorganismes. Le Corn-Steep est donc le produit résultant d'une diffusion et d'une fermentation simultanées des solubles du maïs.

Un paramètre important du processus de trempe est constitué par le temps de contact de la phase liquide avec le maïs ; ce temps est réglé par ce qu'on appelle le "taux de circulation" de l'eau, c'est-à-dire par la quantité d'eau mise en oeuvre par unité de masse de maïs traité ; dans la pratique industrielle, le taux de circulation se définit par le volume d'eau en m^3 par tonne de maïs commercial.

Ceci étant, chaque amidonnerie a son procédé de trempage et ses paramètres propres (temps de trempe, taux de circulation, taux de SO_2 , température, etc.). Il s'ensuit que la qualité des Corn-Steeps obtenus et présents sur le marché est très variable d'un amidonnier à l'autre.

Mais de plus, en raison des phénomènes physiques et biochimiques très complexes qui se déroulent au cours de la trempe, phénomènes très sensibles aux moindres variations des paramètres précités, on constate des variations très importantes dans la qualité d'un Corn-Steep produit dans une même amidonnerie au cours d'une longue période (six mois par exemple). Ces variations sont observées à propos de la coloration de la viscosité, de la stabilité au stockage, de la teneur en substances réductrices, mais également et surtout de la proportion de certains amino-acides libres tels que lysine, tyrosine, histidine, acide aspartique, et de certaines vitamines du groupe B.

Or, le Corn-Steep est utilisé comme source de matières nutritives dans l'industrie de fermentation, et en particulier dans la production de pénicilline, car il est peu onéreux, disponible en grandes quantités, et présente un excellent équilibre en la plupart des facteurs essentiels ; l'acide lactique constitue une source de carbone facilement assimilable, les amino-acides et les polypeptides constituent non

seulement une source d'azote et de carbone mais également des agents "tampons" et les cendres constituent une source d'éléments minéraux dont ont besoin les microorganismes.

Il se trouve que la variation de la qualité des
5 Corn-Steeps se trouvant sur le marché et notamment de leur teneur en lysine dont la présence n'est pas favorable à la formation de la pénicilline, se traduit par des variations indésirables importantes dans les rendements de la production des antibiotiques.

10 Or, pour pouvoir bénéficier dans la production de ces antibiotiques de tous les progrès de la biochimie industrielle moderne (améliorations génétiques, ajustement des conditions de pH ou de milieu de culture), il importe que la composition du milieu de culture -- et par suite de tous ses
15 constituants -- soit la plus constante possible. Les variations de composition soudaines, brutales et inexpliquées du Corn-Steep ont ainsi parfois détourné les industries biochimiques de cette matière première au profit d'un remplacement partiel du Corn-Steep par d'autres substrats, tels que par
20 exemple les protéines de soja et les levures.

Les procédés de trempe classiques, dont les paramètres sont les suivants :

- temps de trempe de 40 heures environ,
- température de trempe comprise entre 45°C et 52°C,
- 25 - taux d'anhydride sulfureux de 0,75 à 3 g/litre d'eau environ,
- taux de circulation d'eau compris entre 1,3 et 2,0 m³ d'eau par tonne de maïs commercial, donnant en sortie de trempe une concentration en solubles de 4 à 8 %, .
- 30 favorisent au maximum le gonflement du maïs et la diffusion rapide des matières solubles, mais ne permettent pas le développement optimal de la fermentation lactique qui se produit au cours de la trempe et qui est déterminante pour la composition finale du Corn-Steep.

35 Afin de favoriser cette fermentation lactique, on a déjà proposé deux solutions.

La première consiste en une incubation complémentaire, l'eau de trempe à 6-8 % de matière sèche étant envoyée dans une cuve de stockage, où elle séjourne entre 8 et 24

heures avant d'être évaporée. Ce temps de séjour permet un épuisement plus poussé des matières solubles par les bactéries lactiques.

La deuxième consiste en un ensemencement de la trempe à l'aide de bactéries lactiques, ce qui aurait pour effet une réduction du temps de trempage ; la température de la trempe est comprise entre 45 et 50°C, et le taux de circulation d'eau retenu est de 1,4 à 1,8 m³ d'eau par tonne de maïs commercial.

Aucune de ces solutions n'a donné des résultats entièrement satisfaisants.

L'invention a donc pour but, surtout, de remédier aux inconvénients de l'art antérieur et de fournir un procédé de trempage du maïs favorisant au maximum la fermentation lactique et conduisant à un Corn-Steep de qualité constante présentant en sortie de trempe une concentration élevée en matières sèches, une absence presque totale de sucres réducteurs, et une composition extrêmement régulière, caractérisée par une teneur très faible en lysine, histidine, arginine, acide aspartique et tyrosine libres, le Corn-Steep obtenu étant tout particulièrement adapté à la production de pénicilline.

Le procédé de trempage conforme à l'invention est caractérisé par le fait :

- non seulement que la température de l'eau de trempe décroît de silo en silo entre, d'une part, celui sur lequel elle est introduite et, d'autre part, celui à la sortie duquel on récupère le Corn-Steep, c'est-à-dire les eaux ayant parcouru toute la série des silos,

- mais encore que le taux de circulation est compris entre 0,8 et 1,2 m³ par tonne de maïs commercial, de préférence entre 0,9 et 1,1 m³.

Suivant un mode de réalisation avantageux du susdit procédé, la température des eaux de trempe décroît d'au plus 58°C dans le silo d'entrée à 32°C dans le silo de sortie, de préférence d'une valeur comprise entre 52 et 56°C, notamment de 55°C dans le silo d'entrée à une valeur comprise entre 33 et 37°C, notamment de 35°C dans le silo de sortie.

Le Corn-Steep conforme à l'invention est caractérisé

par le fait qu'il présente :

- une teneur en lysine-ornithine libre inférieure à 200 mg/100 g de Corn-Steep sec,

- de préférence, une teneur en sucres réducteurs inférieure à 0,2 g (exprimé en glucose) par 100 g de Corn-Steep sec,

- et, plus préférentiellement encore, une teneur en matières sèches, avant concentration, supérieure à 8 %.

Mises à part les susdites dispositions, l'invention
10 vise encore d'autres dispositions qui s'utilisent de préférence en même temps et dont il sera plus explicitement question ci-après.

Elle pourra, de toute façon, être bien comprise à l'aide du complément de description qui suit et des exemples
15 annexés, lesdits complément de description et exemples étant relatifs à des modes de réalisation avantageux.

Se proposant donc de procéder au trempage du maïs, on s'y prend comme suit ou de façon équivalente.

On met le maïs commercial en grains, disposé dans des
20 silos arrangés en série, au contact d'une eau de trempage contenant de l'ordre de 2,5 g de SO₂ par litre.

La température de l'eau de trempage décroît de silo en silo au fur et à mesure qu'elle les parcourt l'un après l'autre depuis celui sur lequel cette eau est introduite jusqu'à celui, situé à l'autre extrémité de la série, à la sortie duquel on récupère le Corn-Steep.

L'eau sulfitée fraîche est introduite successivement sur chacun des silos de la série, étant entendu que cette eau est habituellement constituée par ce qu'on désigne dans le
30 métier par l'expression "eaux de retour" d'amidonnerie à laquelle on ajoute l'anhydride sulfureux.

La température de l'eau sulfitée à son introduction est d'au plus environ 58°C, de préférence comprise entre 52 et 56°C. Cette température décroît de silo en silo pour arriver, dans le dernier silo, à la sortie duquel elle est récupérée sous forme de Corn-Steep à une valeur qui peut descendre jusqu'à environ 32°C mais qui, de préférence, est comprise entre 33 et 37°C.

Pour faire en sorte que le Corn-Steep obtenu à l'is-

sue du trempage réponde aux buts recherchés par l'invention, il convient non seulement d'avoir recours au profil de température décroissant qui vient d'être défini, mais encore de choisir un taux de circulation de l'ordre de 0,8 à 1,2 m³ par 5 tonne de maïs, de préférence de 0,9 à 1,1 m³.

Compte tenu, par ailleurs, du fait que le temps de contact de la phase liquide et du maïs mis à tremper doit être d'au moins 38 heures, de préférence d'au moins 40 heures, on est amené à choisir un temps de trempage compris entre 24 et 44 10 heures environ.

Pour un taux de circulation d'environ 1 m³, le temps de trempage pourra être avantageusement d'environ 35 à 40 heures.

L'eau de trempage obtenue a ainsi subi une fermentation suffisamment longue et se trouve convenablement épuisée en 15 sucres réducteurs et en lysine libre.

Ce résultat est obtenu en particulier grâce à l'augmentation du temps de fermentation qui se produit au sein de la phase liquide et dont la durée se trouve accrue par suite de la diminution du taux de circulation.

20 D'un point de vue général, le Corn-Steep conforme à l'invention et obtenu notamment à l'aide du procédé conforme à l'invention, présente :

- une teneur en lysine-ornithine libre inférieure à 200 mg/100 g de Corn-Steep sec,

25 - de préférence, une teneur en sucres réducteurs inférieure à 0,2 g (exprimé en glucose) par 100 g de Corn-Steep sec,

- et, plus préférentiellement encore, une teneur en matières sèches, avant concentration, supérieure à 8 %.

30 La teneur en les autres acides aminés est de préférence la suivante :

- arginine < 50 mg/100 g de produit sec

- histidine < 100 mg/100 g de produit sec

- tyrosine < 150 mg/100 g de produit sec

35 - acide aspartique < 150 mg/100 g de produit sec.

Par rapport aux procédés de l'art antérieur dans lesquels la température de l'eau de trempage est la même dans tous les silos de la batterie et dans lesquels le taux de circulation est nettement plus élevé, le procédé conforme à l'in-

vention non seulement fournit un Corn-Steep de qualité non plus variable mais au contraire constante et particulièrement appropriée à la fabrication de la pénicilline mais, de plus, présente d'autres avantages importants.

5 Ainsi, la réduction du taux de circulation d'eau permet une élévation importante de la concentration des eaux de tempe, ce qui entraîne de notables économies d'énergie lors de la concentration du Corn-Steep jusqu'à 50 % de matières sèches. La concentration en sortie de trempe de 4 à 8 % environ
10 dans les procédés conventionnels passe ainsi en effet de 8 à 13 % environ dans le procédé selon l'invention. En prenant pour hypothèses un taux d'hydratation de 44 % à 48 % pour le maïs en fin de trempe et une teneur en matières solubles de 6 % dans le maïs, un gain d'environ 400 à 500 litres d'eau à
15 évaporer par tonne de maïs commercial peut ainsi être réalisé en diminuant le taux de circulation de 1,5 (procédés classiques) à 1,0 m³/tonne (procédé selon l'invention).

Un autre avantage résulte de l'économie d'énergie réalisée grâce au fait que la température décroît du premier
20 au dernier silo considérés à un moment donné.

En effet, dans les procédés classiques, la température étant la même, de l'ordre de 48-50°C, dans tous les silos, il est nécessaire non seulement de réchauffer les eaux de trempe fraîches mais encore les silos fraîchement mis en trempe, pour les amener à cette température de 48 à 50°C, le maïs
25 mis en trempe étant à une température de 10 à 20°C environ ; de plus, il faut maintenir cette température dans les silos intermédiaires.

Il est vrai que le maintien d'une température uniforme sur tous les silos de la batterie est favorable à la
30 croissance des bactéries lactiques ; mais il favorise par ailleurs le phénomène de diffusion des matières solubles hautement fermentescibles en début de trempe du maïs. Celles-ci diffusent donc trop rapidement à partir du maïs frais mis en trempe.

35 Le profil de température conforme à l'invention d'au plus 58°C dans le silo d'entrée à 32°C dans le silo de sortie, de préférence d'une valeur comprise entre 52 et 56°C, notamment de 55°C dans le silo d'entrée à une valeur comprise entre 33 et 37°C, notamment de 35°C dans le silo de sortie, permet d'ob-

tenir un bien meilleur équilibre entre les deux phénomènes essentiels de diffusion et de fermentation. Ce gradient de température particulier présente en outre l'avantage d'être obtenu de façon très simple et naturelle, par simple équilibre thermique entre le maïs rentrant à température ordinaire et l'eau sulfitée à 55°C-58°C circulant à contre-courant.

Les deux caractéristiques conjointes du procédé conforme à l'invention, c'est-à-dire le taux de circulation d'eau réduit et le profil de température particulier, permettent ainsi, en plus d'une disparition quasi totale des sucres réducteurs transformés en acide lactique (assurant de ce fait une excellente stabilité au stockage du Corn-Steep évaporé), un épuisement maximal en certains amino-acides essentiels à la croissance de la flore lactique de la trempe, en l'occurrence la lysine, l'histidine, l'arginine, l'acide aspartique et la tyrosine.

Le Corn-Steep conforme à l'invention, en dehors du fait qu'il est obtenu à une concentration plus élevée avant évaporation et qu'il présente une absence presque totale de sucres réducteurs et donc une excellente stabilité, est donc tout particulièrement adapté à la fabrication de pénicilline.

Ce Corn-Steep est peptonisé au maximum (rapport azote aminé/azote total élevé) et donc très facilement assimilable par les microorganismes.

Pour illustrer ce qui précède, on indique ci-après quelques exemples d'application du procédé selon l'invention et l'on donne quelques compositions du Corn-Steep obtenu selon ce procédé.

EXEMPLE 1

Afin d'étudier l'influence des principaux paramètres opératoires, des essais de trempage du maïs ont été effectués pendant plusieurs mois sur une batterie de silos expérimentale.

Cette batterie comporte, comme montré figure 1 :

- sept silos S_1 à S_7 en inox, à fond filtrant, de 33 litres de volume total et de diamètre égal à 25 cm, pouvant être remplis de maïs M et équipés chacun :

- . d'une sonde de niveau 10,
- . d'une tuyauterie 11 reliant le fond d'un silo donné, d'une part, à la tête du silo suivant par une

- canalisation 12 et, d'autre part, à la tête du silo lui-même par une canalisation 13 assurant la recirculation de la phase liquide sur le silo lui-même ou vers le silo suivant, cette tuyauterie servant également à soutirer l'eau de trempe le moment voulu,
- 5 . d'une vanne de fond 14 à grand diamètre pour la vidange du maïs,
- sept bains-marie 16 thermorégulés avec autant de pompes
- 10 de circulation P assurant la circulation de la phase liquide d'un silo donné à travers le serpentin de chauffe vers le silo suivant ou vers la tête du silo considéré,
- sept jeux de deux électrovannes 17 et 18 placées respectivement sur les tuyauteries 12 et 13 et commandées par la
- 15 sonde de niveau (assurant un recouvrement parfait du maïs et le déplacement du liquide tout au long de la batterie),
- une canalisation 19 d'arrivée d'eau sulfitée, ajustée à 1,5 g/l d'anhydride sulfureux, à partir de laquelle l'eau sulfitée est distribuée à un débit constant, assurant un taux de
- 20 circulation (litres d'eau par kg de maïs) constant, successivement sur chaque silo, par l'ouverture de la vanne correspondante V_1 ,
- une cuve non montrée de 20 litres réceptionnant l'eau de trempe des silos avant écrasage du maïs et reliée à chacun
- 25 des silos par respectivement les canalisations C_1 à C_7 dérivées sur les canalisations 11 de chaque silo, l'orientation de l'eau de trempe sortant d'un silo donné vers la tuyauterie 11 ou la canalisation C étant assurée à l'aide de respectivement une vanne V_2 et V_3 ,
- 30 - un évaporateur non montré (du type commercialisé par KURT HERBERT Apparate- und Maschinenbau Lahr, Baden).
- Chaque jour, l'eau de trempe recueillie est évaporée à 50 % de matières sèches à l'aide de cet évaporateur sous vide, à une température inférieure à 60°C.
- 35 Dans cette première expérimentation, a été déterminée l'influence du taux de circulation d'eau.
- Le maïs travaillé est du maïs français, provenant de la récolte 1978 du Sud-Ouest de la France. Le temps de trempe choisi est de 40 heures et le taux de SO_2 est fixé à 1,5 g/

litre.

La température est fixée à $48^{\circ}\text{C} \pm 1$ tout au long de la batterie. Le temps de 40 heures est obtenu pour un travail sur cinq silos avec une vidange toutes les huit heures.

5 Le taux de circulation d'eau a progressivement été élevé de 0,8 à 1,0 - 1,5 et 1,8 litres d'eau par kg de maïs commercial.

La concentration en matières solubles, exprimée en g/l, a été mesurée sur la sortie d'eau de trempe. L'activité
10 bactérienne relative (R.B.A.) a également été déterminée, d'après la méthode décrite dans l'article de S.A. WATSON, Y. HIRATA et C.B. WILLIAMS paru dans "Cereal Chemistry" Septembre 1955, vol. 32, page 383.

Le tableau I présente les résultats obtenus sur
15 l'eau de trempe, en fonction des différents taux de circulation expérimentés.

TABEAU I

	Taux de circulation (l/kg maïs)	0,8	1,0	1,5	1,8
20	Concentration de la sortie eau de trempe g/l	125	110	75	55
	R.B.A.	900	600	450	200

On peut constater que la concentration de l'eau de
25 trempe et que l'activité bactérienne relative diminuent au fur et à mesure que le taux de circulation augmente.

L'influence du SO_2 , maintenu à un taux constant égal à 1,5 g/l, se fait en effet sentir de plus en plus profondément dans la trempe à mesure qu'augmente le taux de circulation, et le temps de séjour moyen de la phase liquide externe
30 au grain de maïs diminue corrélativement. La zone de fermentation est ainsi de plus en plus défavorisée.

Une analyse chimique des Corn-Steeps évaporés à 50 % de matières sèches a également été effectuée. Le tableau II
35 résume les résultats obtenus.

TABLEAU II

	Taux de circulation (l/kg maïs)	0,8	1,0	1,5	1,8
	Matière sèche	50	50	50	50
5	pH	4,2	4,2	4,25	4,30
	Acidité (g d'acide lactique/ 100 g secs)	22,2	23,0	22,0	20,0
10	Sucres réducteurs (g de glucose/ 100 g secs)	traces	0,5	2,7	5,8
	Protéines N x 6,25 (g/100 g secs)	42,0	41,8	42,3	41,8
15	Coloration	pâle	pâle	coloré	très coloré
	Viscosité	visqueux	visqueux	fluide	très fluide
20	Stabilité au stockage	très stable	très stable	début de fermen- tation	abondante fermenta- tion al- coolique

Cette analyse a été complétée par l'analyse des amino-acides, effectuée après dilution et filtration de l'eau de trempé (voir tableau III).

TABLEAU III

Amino-acides libres		Teneur en mg/100 g de matières sèches pour			
		0,8 l/kg	1 l/kg	1,5 l/kg	1,8 l/kg
5	Lysine + Ornithine	125	637	762	980
	Histidine	40	43	180	470
	Arginine	85	130	980	1580
	Acide aspartique	105	150	560	980
	Thréonine	935	967	1000	1150
10	Sérine	895	643	740	1000
	Acide glutamique	310	1570	1500	1470
	Proline	1125	1548	1230	1080
	Glycine	770	540	610	550
	Alanine	2250	2575	2100	1855
15	Cystine	-	-	-	-
	Valine	1060	1280	1160	1000
	Méthionine	330	453	448	560
	Isoleucine	540	482	470	490
	Leucine	1770	1730	1840	2050
20	Tyrosine	0	50	380	530
	Phényl alanine	415	730	750	840

Ces analyses montrent combien, à partir d'un même maïs, les conditions de trempage retenues peuvent faire varier considérablement la composition des Corn-Steeps obtenus.

25 On peut constater que les conditions de trempe généralement admises en amidonnerie humide, c'est-à-dire un profil de température linéaire de 48-50°C et un taux de circulation de 1,4 à 1,6 m³ d'eau par tonne de maïs commercial, conduisent à la production d'un Corn-Steep incomplètement fermenté, caractérisé par la présence de sucres réducteurs et par voie de conséquence par une grande instabilité au stockage.

30 On constatera, d'autre part, que la composition en amino-acides libres du Corn-Steep, provenant de la même qualité de maïs travaillée, présente de grandes variations en fonction du taux de circulation d'eau. Ces variations sont surtout sensibles sur la lysine, l'histidine, l'arginine, l'acide as-

partique et la tyrosine, dont la teneur augmente au fur et à mesure que la fermentation lactique se trouve défavorisée par une circulation d'eau plus importante.

Le taux de lysine libre (incluant la teneur en ornithine) passe ainsi de 125 mg/100 g à 980 mg/100 g en augmentant le taux de circulation de 0,8 à 1,8 litre d'eau par kilo de maïs commercial.

EXEMPLE 2

Dans cet exemple, on étudie l'influence du profil de température.

L'expérimentation est conduite sur le même appareillage que celui de l'exemple 1 et avec la même qualité de maïs.

Pour un temps de trempe de 40 heures, un taux de circulation d'eau de 1,0 l/kg de maïs et pour une concentration en SO_2 de 1,5 g/l, trois essais sont effectués avec des profils de température différents :

- 54°C tout au long de la trempe,
- 48°C tout au long de la trempe,
- 55°C - 50°C - 48°C - 45°C et 35°C sur les cinq silos en service, à partir du silo recevant l'eau sulfitée fraîche.

Le tableau IV indique les matières sèches et la R.B.A. mesurées dans ces conditions sur le Corn-Steep en sortie de trempe.

TABLERAU IV

Température (°C)	54°	48°	55°→35°
Concentration de l'eau de trempe (g/l)	110	110	115
R.B.A.	300	600	1100

La fermentation est donc très fortement favorisée par le profil de température descendant de 55°C à 35°C.

Ceci est confirmé par les analyses présentées dans le tableau V, où l'on remarque essentiellement une absence presque totale de sucres réducteurs dans le Corn-Steep obtenu à l'aide du procédé selon l'invention.

TABLEAU V

	Température (°C)	54°	48°	55° → 35°
	Matière sèche	50	50	50
	pH	4,3	4,2	4,0
5	Acidité (g d'acide lactique / 100 g secs)	18,0	23,2	23,5
	Sucres réducteurs (g de glucose / 100 g secs)	8,0	1,0	traces
10	Protéines N x 6,25 (g/100 g secs)	41,5	42,0	42,5
	Coloration	coloré	pâle	pâle
	Viscosité	fluide	visqueux	très visqueux
15	Stabilité au stockage	abondante fermentation alcoolique	très stable	très stable

A température élevée, les matières solubles du maïs diffusent très rapidement. Le phénomène s'atténue légèrement à 48°C et, dans le cas du profil de température descendant, la diffusion s'effectue progressivement, entretenant ainsi une zone de fermentation très importante.

A 54°C, la température est trop élevée pour une croissance optimale des bactéries lactiques et l'activité bactérienne est donc très médiocre. Celle-ci s'améliore à 48°C et devient maximale pour le profil de température descendant. Dans ce dernier cas, en raison de l'absence presque totale de sucres réducteurs en fin de zone de fermentation, des levures ne peuvent apparaître et la stabilité est donc excellente.

A profil de température descendant, la diffusion des matières solubles, très progressive en début de trempe, alimente donc continuellement la fermentation lactique, ce qui entraîne une diminution presque totale des sucres réducteurs ainsi qu'un épuisement maximal en lysine, histidine, arginine,

acide aspartique et tyrosine, comme l'indique l'analyse des acides aminés libres présentée dans le tableau VI ci-après.

TABLEAU VI

5	Amino-acides libres	Teneur en mg/100 g de matières sèches pour		
		54°C	48°C	55°C → 35°C
	Lysine + Ornithine	865	610	70
	Histidine	330	50	0
	Arginine	1010	140	0
10	Acide aspartique	825	60	65
	Thréonine	680	850	1060
	Sérine	640	600	860
	Acide glutamique	950	1150	390
	Proline	950	1530	1550
15	Glycine	410	540	560
	Alanine	1195	2300	2480
	Cystine	-	-	-
	Valine	700	1100	1075
	Méthionine	310	450	560
20	Isoleucine	390	480	580
	Leucine	1360	1730	2260
	Tyrosine	515	60	60
	Phényl-alanine	640	730	800

EXEMPLE 3

25 L'expérimentation est menée à l'échelle industrielle dans une amidonnerie où la capacité d'écrasage est d'environ 2200 tonnes de maïs par jour.

Le trempage s'effectue dans vingt-deux silos de trempes d'une capacité de 180 tonnes de maïs chacun.

30 Les conditions de trempes retenues sont les suivantes:

- temps de trempes de 36 heures,
- taux de $SO_2 = 2,5 \text{ g/l}$,
- taux de circulation = 1 à $1,1 \text{ m}^3$ d'eau par tonne de maïs,

35 - profil de température : 55°C à 35°C du premier silo recevant l'eau sulfitée fraîche, au dernier

silo recevant le maïs frais.

Les figures 2 et 3 sont deux graphiques montrant, à un instant donné, respectivement l'évolution de la température (courbe C_1) et du taux de solubles T exprimé en g/100 g (courbe C_2) et de la R.B.A. (courbe C_3) à l'intérieur des différents silos (en abscisse on porte le numéro N des différents silos), c'est-à-dire en fonction de l'avancement de la phase liquide, remontant à contre-courant le maïs en trempe. A cet instant donné, l'eau sulfitée est alimentée sur le silo n° 3, l'eau de trempe est vidangée du silo n° 2 et le maïs contenu dans le silo n° 1 part à l'écrasage.

On remarque sur le graphique de la figure 3 une diffusion très progressive des matières solubles ainsi que la progression de l'activité bactérienne relative.

Le taux de solubles en sortie de trempe est voisin de 115 g/litre.

Des analyses des amino-acides libres ont été effectuées sur les silos n° 5, n° 9, n° 12, n° 15, n° 18, n° 22 et n° 2. Les figures correspondantes 4 à 10 représentent respectivement les aminogrammes relatifs à l'eau de trempe contenue dans ces différents silos, et on remarquera en particulier la composition en lysine, histidine, arginine, acide aspartique et tyrosine. Sur l'aminogramme de chaque figure, on a représenté, exprimée en mg/100 g de produit sec, la teneur R de l'eau de trempe de chacun de ces silos en les différents acides aminés.

On peut constater qu'après une certaine accumulation dans la zone de diffusion, ces amino-acides disparaissent progressivement dans la zone de fermentation.

Ces conditions de trempe ont été maintenues constantes durant une période de vingt semaines. La constance des paramètres est aisément obtenue en contrôlant le taux de circulation d'eau et en le maintenant entre 1,0 et 1,1, et la température est celle qui est naturellement obtenue dans ce procédé de trempage à contre-courant où l'eau de fabrication est alimentée à 55°C environ et où le silo recevant le maïs est maintenu à une température de 35°C.

Des échantillons de Corn-Steep ont été analysés chaque semaine. Les tableaux VII et VIII présentent respective-

ment la composition chimique et l'analyse des acides aminés libres des Corn-Steeps obtenus.

On peut constater, à l'examen de ces tableaux, que les Corn-Steeps fabriqués suivant le procédé selon l'invention 5 présentent une composition extrêmement régulière, caractérisée par une absence presque totale en sucres réducteurs et par une très faible teneur en lysine, histidine, arginine, acide aspartique et tyrosine. Cette composition n'a pas varié, que le maïs travaillé soit d'origine française ou américaine.

10 Les Corn-Steeps ainsi obtenus ont été utilisés pour la fabrication de pénicilline, à la suite de Corn-Steeps fabriqués suivant les procédés de trempage conventionnels, c'est-à-dire à une température de 48°C tout au long de la trempe et à un taux de circulation d'eau de 1,4 à 1,6.

15 Les graphiques des figures 11 à 14 représentent les évolutions comparatives de la teneur en lysine de ces Corn-Steeps et de la production moyenne relative en pénicilline.

Ainsi, les graphiques des figures 11 et 13 montrent pour chaque essai n la production moyenne relative P en pénicilline exprimée en unité arbitraire, le graphique de la figure 11 étant relatif aux Corn-Steeps fabriqués selon l'art 20 antérieur, celui de la figure 13 aux Corn-Steeps fabriqués selon l'invention. Les points figuratifs des divers essais sont situés sur la courbe C_4 en ce qui concerne le graphique 25 de la figure 11 et sur la courbe C_5 en ce qui concerne le graphique de la figure 13.

Les graphiques des figures 12 et 14 montrent, pour chaque essai n , la teneur K en lysine (mg/100 g) du Corn-Steep correspondant. Le graphique de la figure 12 concerne les Corn-Steeps de l'art antérieur, celui de la figure 14 ceux conformes à l'invention. Ici encore, les points figuratifs de chaque essai sont situés sur la courbe C_6 en ce qui concerne la figure 12 et sur la courbe C_7 en ce qui concerne la figure 14.

On constate, à l'examen de ces graphiques, l'existence d'une liaison étroite entre la composition en lysine 35 libre du Corn-Steep et la production de pénicilline.

TABLEAU VII

Semaine N°	Matière sèche	pH	Acidité g acide lacti- que/100 g secs	Sucres g glucose/ 100 g secs	Azote aminé	Azote total	Protéines N x 6,25	Cendres	Phosphore
1	50,6	4,0	22,01	Traces	2,72	7,47	46,7	18,38	3,48
2	51,3	4,0	23,40	Traces	2,67	7,41	46,3	18,26	3,47
3	50,5	4,15	23,10	Traces	2,75	7,46	46,6	18,00	3,43
4	50,4	4,1	22,9	Traces	2,77	7,10	44,4	18,43	3,25
5	50,45	4,2	23,10	Traces	2,83	7,40	46,2	18,05	3,53
6	50,4	4,2	23,20	Traces	2,74	7,38	46,2	18,05	3,53
7	50,5	4,1	23,12	Traces	2,78	7,60	47,54	17,60	3,29
8	50,4	4,0	23,20	Traces	2,68	7,54	47,1	17,50	3,15
9	50,55	4,0	23,15	Traces	2,55	7,46	46,55	17,92	3,36
10	51,2	3,95	23,11	Traces	2,57	7,30	45,7	18,10	3,50
11	50,7	4,0	23,80	Traces	2,82	7,30	45,6	18,7	3,73
12	51,4	4,1	21,0	Traces	2,55	7,23	45,3	17,8	3,11
13	52,0	4,05	23,24	Traces	2,52	7,20	45,0	18,26	3,23
14	52,4	4,1	22,10	Traces	2,50	7,21	44,8	18,2	3,24
15	52,6	4,0	21,73	Traces	2,45	7,20	43,0	18,60	3,50
16	51,4	4,1	21,68	Traces	2,45	7,28	45,52	18,87	3,25
17	51,0	4,0	22,50	Traces	2,40	7,20	45,2	18,03	3,07
18	50,8	4,2	21,17	Traces	2,64	7,47	46,68	18,12	2,90
19	51,1	4,15	21,83	Traces	2,75	7,37	46,14	18,19	3,36
20	51,1	4,1	23,0	Traces	2,66	7,26	45,4	18,4	3,32

TABLEAU VIII

Semaine N°	Teneur en mg/100 g de matières sèches				
	acide aspartique	tyrosine	lysine + ornithine	histidine	arginine
5	1	63	traces	127	traces
	2	61	traces	156	traces
	3	0	81	121	traces
	4	40	80	80	20
	5	61	40	123	41
10	6	40	100	60	traces
	7	40	80	60	traces
	8	40	80	80	traces
	9	60	100	60	traces
	10	80	120	110	40
15	11	40	60	140	traces
	12	80	120	60	20
	13	80	100	120	20
	14	120	120	160	20
	15	100	100	140	60
20	16	100	60	140	20
	17	60		100	20
	18	40	100	80	10
	19	20	40	60	20
	20	60	60	60	20

25 * traces = 10 mg/100 g de matières sèches

°°°

En suite de quoi et quel que soit le mode de réalisation adopté, on dispose ainsi d'un procédé de trempage du maïs présentant, par rapport à ceux qui existent déjà, de nombreux avantages dont :

- 30 - celui de fournir un Corn-Steep de composition parfaitement constante et particulièrement appropriée à la fabrication de la pénicilline,
- celui de procurer des gains appréciables sur le plan du bilan énergétique,
- 35 - celui de fournir un Corn-Steep d'excellente stabilité,

- celui de fournir un Corn-Steep peptonisé au maximum.

Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à
5 ceux de ses modes d'application et de réalisation qui ont été plus particulièrement envisagés ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de trempage du maïs caractérisé par le fait :

- non seulement que la température de l'eau de trempage décroît de silo en silo entre, d'une part, celui sur lequel elle est introduite et, d'autre part, celui à la sortie duquel on récupère le Corn-Steep, c'est-à-dire les eaux ayant parcouru toute la série des silos,
- mais encore que le taux de circulation est compris entre 0,8 et 1,2 m³ par tonne de maïs commercial, de préférence entre 0,9 et 1,1 m³.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la température des eaux de trempage décroît d'au plus 58°C dans le silo d'entrée à 32°C dans le silo de sortie, de préférence d'une valeur comprise entre 52 et 56°C, notamment de 55°C dans le silo d'entrée à une valeur comprise entre 33 et 37°C, notamment de 35°C dans le silo de sortie.

3. Corn-Steep caractérisé par le fait qu'il a été obtenu par mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 et 2.

4. Corn-Steep caractérisé par le fait qu'il présente:

- une teneur en lysine-ornithine libre inférieure à 200 mg/100 g de Corn-Steep sec,
- de préférence, une teneur en sucres réducteurs inférieure à 0,2 g (exprimé en glucose) par 100 g de Corn-Steep sec, et
- plus préférentiellement encore, une teneur en matières sèches, avant concentration, supérieure à 8 %.

5. Corn-Steep selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'il présente une teneur en :

- arginine < 50 mg/100 g de produit sec
- histidine < 100 mg/100 g de produit sec
- tyrosine < 150 mg/100 g de produit sec
- acide aspartique < 150 mg/100 g de produit sec.

6. Application du Corn-Steep selon l'une ou l'autre des revendications 3 à 5 à la fabrication des antibiotiques et notamment de la pénicilline.

Fig.1.

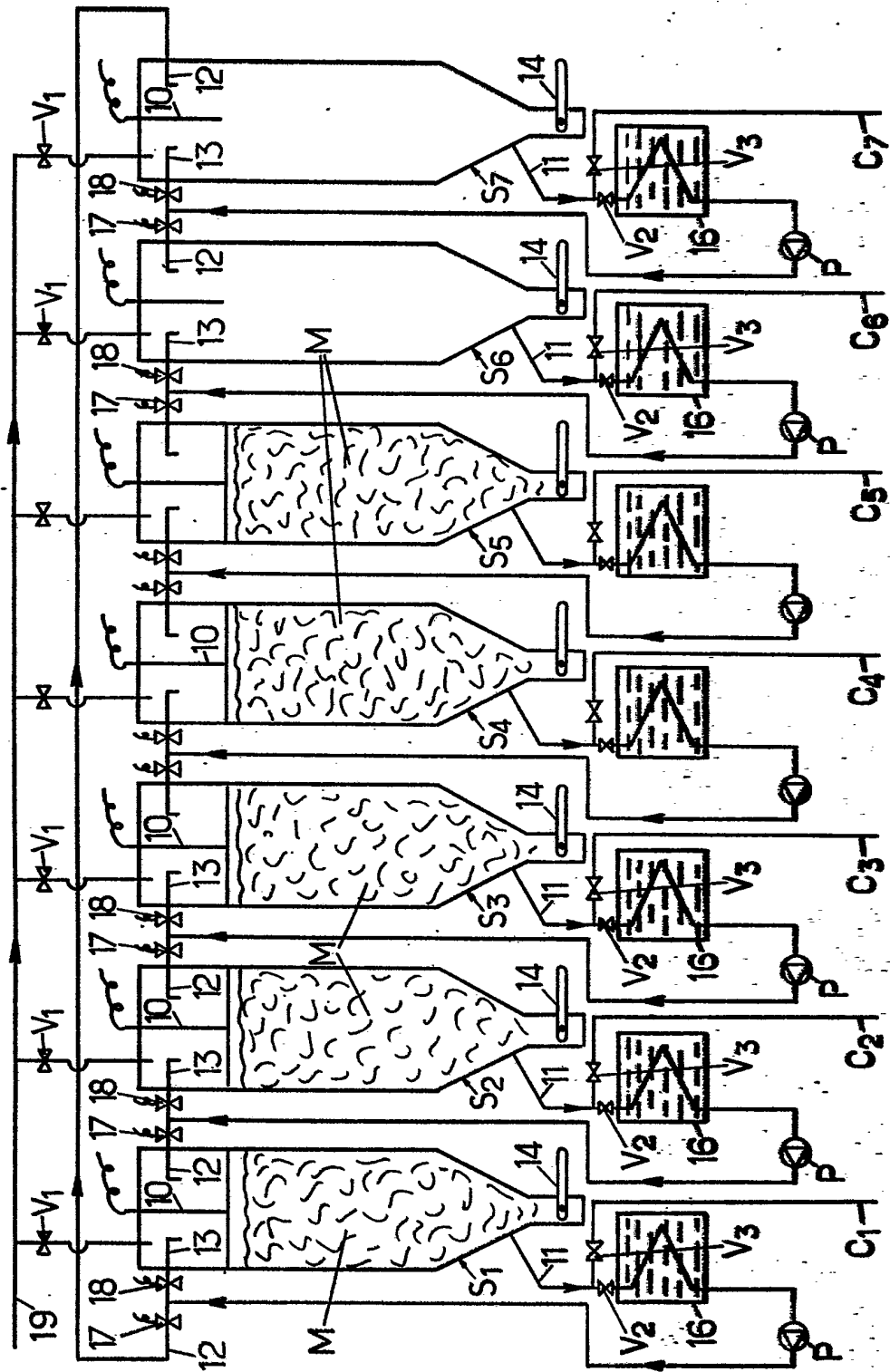


Fig.2.

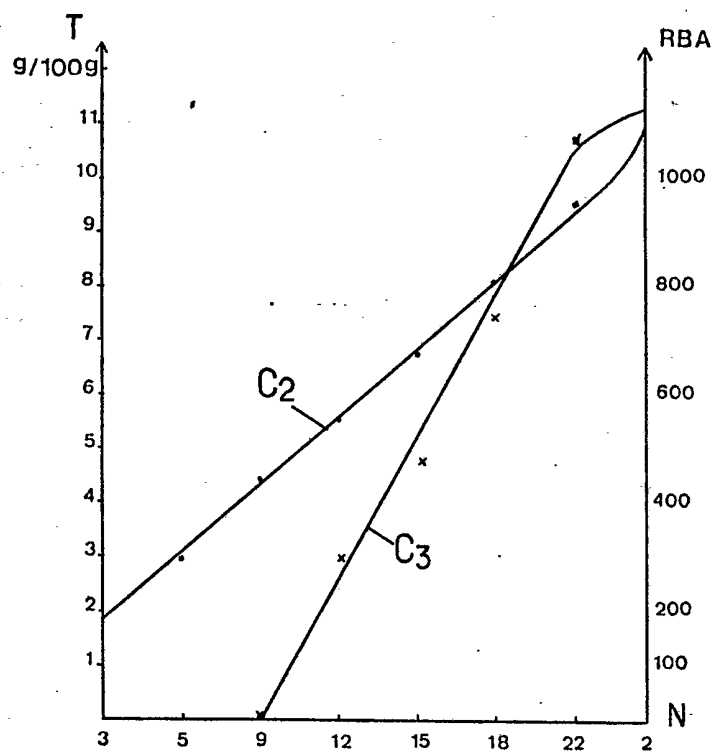
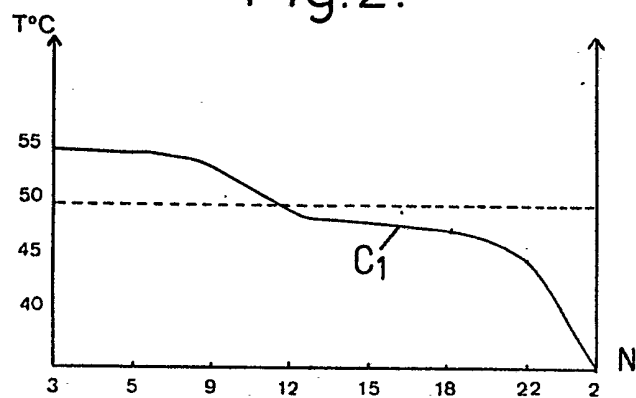


Fig.3.

