

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 516 385**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 21676**

(54) Vaccin anti-aphteux et anti-colibacillaire et son procédé de préparation.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). A 61 K 39/135, 39/108.

(22) Date de dépôt..... 19 novembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 20 du 20-5-1983.

(71) Déposant : INSTITUT MERIEUX, société anonyme. — FR.

(72) Invention de : Philippe Desmettre, Hubert Favre et Michel Rivière.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Michel Lemoine,  
13, bd des Batignolles, 75008 Paris.

La présente invention a trait à un vaccin anti-aphteux et anti-colibacillaire permettant l'immunisation d'animaux et notamment de bovins, contre la fièvre aphteuse et contre la colibacillose . L'invention a également trait à un procédé pour la préparation de ces vaccins.

On sait que la fièvre aphteuse des bovins peut être efficacement combattue par les vaccins anti-aphteux actuellement disponibles, obtenus à partir de virions aphteux . Il existe également des vaccins efficaces obtenus à partir de virions pour les porcins .

La procédure de vaccination comporte en général une vaccination annuelle régulière réglementée. Cette procédure permet d'obtenir, avec les vaccins précités, une immunisation efficace. Cependant, l'immunisation obtenue n'est pas immédiate, notamment après la première vaccination, et peut demander, avec les vaccins actuels , une durée de 15 à 20 jours environ après la vaccination. Ce délai, s'il n'est pas gênant d'une façon générale, peut cependant se révéler préjudiciable , par exemple lorsqu'une épizootie s'est déclarée.

On a proposé récemment de réaliser des vaccins purifiés contre la fièvre aphteuse à base d'une protéine virale provenant du virus aphteux et appelée V.P. thréonine, obtenue soit à partir de virions, soit par recombinations génétiques . La diffusion de tels vaccins se heurte cependant au pouvoir faiblement immunogène de cette protéine .

On connaît par ailleurs un antigène d'attachement présent sur certaines souches de *Escherichia coli*, appelé K 99 (K 88 pour les colibacilles porcins). Cet antigène est considéré comme responsable de l'attachement des bactéries sur la muqueuse intestinale et ses propriétés ainsi que ses procédés de préparation sont décrits par exemple dans la publication américaine *Infection and Immunology*, Jan.1977, Vol. 15,N° 1, p.272-279; Nov. 1978, Vol.22, No 2, p. 555-559 ; Sept. 1980, Vol. 29, No 3 , p. 1125 - 1133 .

La présente invention a pour but de fournir des vaccins anti-aphteux et anti-colibacillaires qui

permettent à la fois de remédier aux inconvénients précités et de fournir une immunisation efficace contre la fièvre aphteuse et contre la colibacillose néonatale des ruminants ou des porcins .

5 L'invention repose sur la constatation surprenante que des virions ou protéines virales aphéteux peuvent être associés audit antigène d'attachement pour former un vaccin bi-valent stable et efficace et que les vaccins ainsi obtenus, tout en conférant une immunité anti-  
10 colibacillaire, améliorent et augmentent l'immunogénicité de la valence aphéuse.

L'invention a donc pour objet un vaccin bi-valent anti-aphteux et anti-colibacillaire, caractérisé par le fait qu'il comporte, dans un véhicule convenable, d'une  
15 part des antigènes vaccinants anti-aphteux sous forme de virions, d'autre part des antigènes d'attachement K 99 (ou K 88 pour les vaccins pour les porcins) .

De préférence, la proportion d'antigènes anti-aphteux par rapport aux antigènes d'attachement K 99  
20 est de  $10^7$  à  $10^8$  DECP 50 en titre viral aphéus pour un titre d'antigène K 99 équivalent à 20 à 40 milliards de bactéries . Ces titres sont de préférence présentés par dose de 5 ml.

Les antigènes viraux vaccinants anti-aphteux sont de préférence des antigènes présents dans les vaccins classiques anti-aphteux. Ils comportent généralement des virions entiers. Ils peuvent comprendre l'une quelconque des valences aphéuses O , A , C ou toutes combinaisons de ces valences .

30 Le vaccin selon l'invention peut comporter un adjuvant classique de l'immunité tel qu'une émulsion ou un gel d'alumine ou de la saponine . De préférence, il comporte 1,7 mg d'alumine et 0,6 mg de saponine , par dose .

35 L'invention a également pour objet un vaccin bi-valent anti-aphteux et anti-colibacillaire caractérisé par le fait qu'il comporte, dans un véhicule convenable, d'une part la protéine aphéuse V.P.thréonine, d'autre

tre part l'antigène d'attachement colibacillaire K 99 (ou K 88 dans le cas d'un vaccin pour les porcins).

La proportion de protéine virale par rapport à l'antigène d'attachement est de préférence de 100 à 300 µg de protéine virale aphteuse pour 0,3 à 2 mg d'antigène K 99, par exemple 250 µg de protéine pour 1 mg d'antigène K 99.

On doit comprendre que le véhicule contenant les antigènes est tel que les antigènes aphteux d'une part et les antigènes d'attachement d'autre part se trouvent associés dans une même phase aqueuse du véhicule. Les particules ou molécules peuvent ainsi réagir et d'une façon générale, on préfère que les particules ou protéines virales soient portées par l'antigène d'attachement constituant en quelque sorte une protéine porteuse de l'antigène aphteux.

L'invention a également pour objet un procédé de préparation d'un vaccin bivalent anti-aphteux et anti-colibacillaire, caractérisé par le fait que l'on mélange, dans une même phase, l'antigène viral anti-aphteux et l'antigène d'attachement K 99 (ou K 88).

L'invention a également pour objet un procédé de préparation d'un vaccin bivalent anti-aphteux et anti-colibacillaire, caractérisé par le fait que l'on mélange dans une même phase la protéine virale V.P. thréonine et l'antigène d'attachement K 99 (ou K 88).

De préférence, pour la préparation d'un vaccin contenant des virions à la façon de vaccins anti-aphteux classiques, on prépare le vaccin anti-aphteux classique sans procéder à une adsorption sur gel d'alumine ou autre, on ajoute la suspension convenable de facteur d'attachement K 99 puis l'on procède à l'adsorption.

Cependant, on peut également préparer un vaccin anti-aphteux habituel, le laisser décanter et remplacer le liquide surnageant (en général de l'ordre de 10%) par une suspension concentrée contenant les facteurs d'attachement K 99.

Pour préparer les antigènes d'attachement

ment, on peut utiliser des bactéries inactivées portant les facteurs d'attachement , par exemple les souches décrites dans la littérature précitée, de sorte que le vaccin contiendra ces bactéries . En variante , on peut également , selon des techniques connues , préparer des suspensions contenant principalement les facteurs d'attachement K 99 ou K 88 à l'exclusion des bactéries .

Les vaccins selon l'invention peuvent être avantageusement présentés sous forme de doses individuelles de 5 ml .

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante , faite à titre d'exemples non limitatifs.

Exemple 1 :vaccin anti-aphteux O.A.C. et anti-colibacillaire .

Le vaccin aphteux est produit à partir de virus multiplié soit sur explants d'épithélium lingual , soit sur culture cellulaire en suspension ( voir DUBOUCLARD C. et coll. Vaccin aphteux sur épithélium. Bull. Soc. Sci. Vét. Lyon 1966 , 68 ( 3 ) 243 - 253 ou FAURE H. et coll. Dév. Biol. Standard 1976 , 35, 409 - 423 ). L'inactivation est effectuée soit par le formol à 0,02 % ( V/V ), soit par l'éthylèneimine à 0,05 % ( P/V ) .

Le virus inactivé est alors adsorbé sur gel d'alumine ( Al<sup>+++</sup> 1,7 mg ) et de la saponine est ajoutée à 0,6 mg / ml .

On prépare une suspension concentrée d'Escherichia coli entéro-toxique de souche O= 101 K 99 n° IFFA 15-192 ( ACRES S.D., ISSACSON R.E., BABINK L.A., KAPITANY R.A. Immunization of calves against enterotoxigenic colibacillosis by vaccinating dams with purified K 99 antigen and whole cell bacterins Inf. Immunity , 1979 , 25 , 121 - 126 .) à une concentration  $150 \times 10^9$  équivalents bactéries / ml et l'on inactive les bactéries , qui portent les facteurs d'attachement K 99 , au formol à 4 % .

Le vaccin selon l'invention est préparé

en laissant décanter le vaccin aphteux obtenu , en évacuant le liquide surnageant d'un volume d'environ 10 % et en le remplaçant par un même volume de la suspension concentrée de bactéries inactivées précitée .

5 On a effectué une vaccination de trois lots de cinq bovins . Le premier lot est soumis à la vaccination à l'aide du vaccin anti-aphteux tel que préparé ci-dessus .

10 Le deuxième lot est soumis à une vaccination par un vaccin colibacillaire constitué par la suspension concentrée de bactéries inactivées précitée et le troisième lot est soumis à la vaccination à l'aide du vaccin selon l'invention .

15 Le tableau I donne le résultat des titrages , les anticorps de la fièvre aphteuse ( Ac0,A,ou C ) étant titrés en log 10 de séroneutralisation sur cellules et les anticorps K 99 étant titrés par agglutination bactérienne ( log 10 ) .

TABLEAU I

		JOUR 7	JOUR 14	JOUR 21
	VACCIN	:	:	)
5		:	:	)
	Lot 1	Ac 0 : 0,91	: 1,87	: 1,80 )
		: :	: :	)
		A : 0,53	: 1,90	: 1,87 )
		: :	: :	)
		C : 1,58	: 2,47	: 1,70 )
10		: :	: :	)
	(vaccin anti-aphteux)	K 99 : 0,6	: 0,6	: 0,8 )
		: :	: :	)
15	Lot 2	( 0 : < 0,24	: < 0,24	: < 0,24 )
		: :	: :	)
	( Vaccin K 99 )	( A : < 0,24	: 0,24	: 0,24 )
		: :	: :	)
		) C : = 0,67	: = 0,60	: = 0,60 )
		: :	: :	)
		K 99 : 1,14	: 2,8	: 2,8 )
		: :	: :	)
20	Lot 3	0 : 1,58	: 1,90	: 1,61 )
		: :	: :	)
	( Vaccin selon l'invention )	- A : 0,98	: 2,06	: 1,88 )
		: :	: :	)
		C : 1,78	: 2,48	: 1,66 )
		: :	: :	)
25		K 99 : 1,6	: 2,6	: 2,6 )
		: :	: :	)

On voit que, pour un taux d'anticorps anti-colibacillaires à peu près similaire par rapport au vaccin anti-colibacillaire , le vaccin selon l'invention présente une augmentation rapide du taux d'anticorps anti-aphteux le septième jour.

Le tableau II ci-dessous représente une évaluation de la protection contre la fièvre aphteuse ( en % ) par corrélation titre anticorps/protection des bovins .

## TABLEAU II

		( JOUR 7 : JOUR 14 : JOUR 21 )	
5		( JOUR 7 : JOUR 14 : JOUR 21 )	
	(	:	)
	( Lot 1	:	)
	( vaccin anti-	:	)
	( aphteux)	0 : 70 % : 99 % : 99 %	)
	(	:	)
	(	A : 50 % : 99 % : 99 %	)
	(	:	)
10	(	C : 95 % : 99 % : 99 %	)
	(	:	)
	(-----:-----:-----)		
	(	:	)
	( Lot 2	:	)
	( vaccin selon	:	)
	( l'invention)	0 : 98 % : 99 % : 98 %	)
15	(	:	)
	(	A : 78 % : 99 % : 99 %	)
	(	:	)
	(	C : 99 % : 99 % : 98 %	)
	(	:	)
	(	:	)
	(-----:-----:-----)		

20                   Au septième jour, donc précocement , l'innocuité anti-aphteuse s'installe beaucoup plus fortement , les vaccins devenant ensuite comparables vers le quatorzième jour . Le vaccin selon l'invention permet donc une protection précoce .

25

Exemple 2 : vaccin à V.P. thréonine.

On produit une V.P. thréonine par extraction du virus aphteux (selon BACHRACH H.L., MORGAN D.O., MOORE D.M. Foot and Mouth Disease virus immunogenic capsid protein VPT : N-terminal sequences and immunogenic peptides by CNBR and tryptic cleavages . Intervirology , 1979 , 12 (2) , 65-72 . ), ou par recombinaison génétique ( selon BROOKSBY J.B. Genetic engineering and Foot and Mouth Disease vaccine Nature, 1981 , 289, 35 p. 5798 ). La solution contenant la V.P. thréonine qui

est obtenue est ajustée à la concentration requise pour obtenir 250 µg de V.P. thréonine pour 1 mg d'antigène K 99 . On ajoute à la solution la quantité d'antigène K 99 . Après avoir laissé la protéine et l'antigène in-  
5 terréagir , on effectue une dispersion dans un excipient huileux usuel faisant office d'adjuvant .

## R E V E N D I C A T I O N S

1.- Vaccin bivalent anti-aphteux et anti-colibacillaire, caractérisé en ce qu'il comporte, dans un véhicule convenable, d'une part des antigènes vaccinants anti-aphteux obtenus à partir de virus, d'autre part des antigènes d'attachement K 99 d'*Escherichia coli*.

2.- Vaccin selon la revendication 1, caractérisé en ce que la proportion d'antigènes anti-aphteux par rapport aux antigènes d'attachement K 99 est de  $10^7$  à  $10^8$  DECP 50 pour un équivalent de 20 à 40 milliards de bactéries.

3.- Vaccin selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les antigènes anti-aphteux comprennent au moins l'une des valences aphéuseuses O,A,C.

4.- Vaccin selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte un gel d'alumine et de la saponine.

5.- Vaccin selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les antigènes anti-aphteux et d'attachement sont contenus dans une même phase.

20 6.- Vaccin anti-aphteux et anti-colibacillaire, caractérisé en ce qu'il comporte, dans un véhicule convenable et dans une même phase, d'une part la protéine virale aphéuse V.P. thréonine, d'autre part les antigènes d'attachement K 99 d'*Escherichia coli*.

25 7.- Vaccin selon la revendication 6, caractérisé en ce que la proportion de protéines virales par rapport aux antigènes d'attachement est de 100 à 300 µg de protéine pour 0,3 à 2mg d'antigène K 99.

30 8.- Vaccin selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que la phase contenant la protéine virale et l'antigène K 99, est dispersée dans un adjuvant huileux.

35 9.- Vaccin anti-aphteux et anti-colibacillaire pour les porcins selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'antigène d'attachement K 99 est remplacé par l'antigène d'attachement K 88.

10.- Procédé de préparation d'un vaccin bivalent anti-aphteux et anti-colibacillaire, caractérisé en ce que l'on mélange, dans une même phase, l'antigène viral anti-aphteux et l'antigène d'attachement K 99.

5 11.- Procédé de préparation d'un vaccin bivalent anti-aphteux et anti-colibacillaire, caractérisé en ce que l'on mélange dans une phase la protéine virale V. P. thréonine et l'antigène d'attachement K 99.

10 12.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 et 11 pour la préparation d'un vaccin bivalent anti-aphteux et anti-colibacillaire pour les porcins, caractérisé en ce que l'on mélange, dans une même phase, l'antigène anti-aphteux ou la protéine virale V.P. thréonine et l'antigène d'attachement K 88.

15 13.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que l'on effectue une adsorption du mélange.

20 14.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que l'on utilise des bactéries entières inactivées d'Escherichia coli portant l'antigène d'attachement.

25 15.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, caractérisé en ce que l'on utilise pour l'antigène d'attachement une suspension d'antigène d'attachement sensiblement exempte de bactéries.