

Influence d'une naissance prématurée sur le taux de protéines et d'albumine du sérum sanguin des porcelets

Y. YAMADA ⁽¹⁾, A. AUMAITRE et J. LE DIVIDICH

avec la collaboration technique de Jany PEINIAU

*I.N.R.A., Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,
Centre de Recherches de Rennes,
Saint-Gilles, F 35590 L'Hermitage*

Résumé

Nous avons examiné l'influence de la prématurité sur l'évolution du taux de protéines totales et d'albumine du sérum sanguin du porcelet de la naissance à 45 jours d'âge. Deux groupes de 7 truies mettent bas soit naturellement entre 111 et 114 jours de gestation soit prématurément à 109 jours après injection de 125 µg/animal d'un analogue de la prostaglandine. Le colostrum des truies prématurées est moins riche en protéines que celui des truies à terme, au moment de la parturition (14,4 contre 18,0 p. 100 du poids frais).

La teneur en protéines sériques totales des porcelets ne diffère pas significativement jusqu'au sevrage à 12 jours après la naissance. A 40-45 jours, la teneur est plus élevée chez les porcelets nés à terme. La teneur en albumine sérique est très basse et identique à la naissance dans les deux groupes (0,3 g/100 ml soit 8,8 p. 100 des protéines totales). Elle augmente régulièrement jusqu'à 40-45 jours après la naissance dans les deux groupes et elle est significativement plus faible chez les animaux nés prématurément. Il n'y a pas de liaison entre le poids à la naissance et les teneurs du sérum en protéines totales, ou en albumine, et entre la quantité de colostrum ingéré et le taux de ces deux constituants sanguins. Une corrélation faible entre le gain de poids et le taux ou la quantité totale d'albumine sérique à 5 jours apparaît dans le seul cas des porcelets nés à terme.

Ces résultats suggèrent que les teneurs en protéines totales et en albumine du sérum sanguin du porcelet ne varient pas avec la prématurité et le poids à la naissance, pas plus qu'avec les conditions nutritionnelles initiales, en particulier avec la quantité de colostrum consommé.

1. Introduction

Le taux de certains constituants protéiques du sérum sanguin peut être modifié en fonction de l'état nutritionnel du porc (TUMBLESON *et al.*, 1969). Une telle situation peut donc s'observer chez le porcelet au moment de la naissance (LECCE & MA-

(1) *Adresse actuelle* : Institut National de Recherches Zootechniques, Tsukuba Norindauchi P.O. Box 5, Ibaraki-ken, 305, Japon.

TRONE, 1960) puisque le jeune animal connaît de fortes perturbations dans la nature, l'origine et la quantité des nutriments reçus. Les teneurs du sang en protéines totales, plus particulièrement en γ -globuline et albumine sont faibles à la naissance. Au contraire domine l' α -globuline (MANTA, TIMEN & CONSTANTINESCU, 1971) principalement d'origine fœtale. Les premières tétées sont susceptibles d'entraîner des modifications importantes dans le profil des protéines sériques puisque certains constituants du colostrum sont absorbés sans modification au niveau de l'intestin au cours des 24 premières heures de la vie du porcelet.

Ainsi, il a été démontré que le taux de γ -globuline variait avec la quantité et la qualité du colostrum ingéré (SENFY & KLOBASA, 1971 ; AUMAITRE & SEVE, 1978) et qu'un apport insuffisant pouvait entraîner des conséquences graves sur l'immunité du porcelet. Une telle relation entre l'apport du colostrum et le niveau des protéines totales du sérum ou le taux de sérum albumine n'a jamais été clairement établie. On sait toutefois qu'une déficience grave en protéines du régime de la mère ou de celui du jeune peut entraîner à long terme une baisse du taux de l'albumine sanguine (TUMBLESON *et al.*, 1969 ; TUMBLESON & HUTCHESON, 1972). L'albumine joue un rôle physiologique important de transporteur des acides aminés et des acides gras. Chez le jeune, elle provient d'un transfert direct de la mère par le colostrum (BRUEGGER & CONRAD, 1972). On peut alors penser qu'il existe une relation entre la quantité de colostrum consommé, le taux d'albumine sérique et la croissance post-natale des porcelets.

Dans cette étude, nous avons cherché à mesurer les conséquences d'une prématurité des porcelets, induite par une réduction de la durée de gestation, sur le niveau et l'évolution des teneurs de quelques constituants protéiques du sérum sanguin, protéines totales et albumine.

2. Matériel et méthodes

2.1. Animaux

14 truies en gestation sont réparties en deux groupes en tenant compte de leur numéro de portée. Les animaux du premier groupe mettent bas naturellement ; chez les autres, on provoque la mise-bas au 109^e jour de gestation par l'injection de 125 microgrammes de cloprosténol, analogue de la prostaglandine PGF 2 α , 24 heures avant la date choisie (BOSC & MARTINAT-BOTTE, 1976 ; YAMADA, MIZUHO & MISAIZU, 1977 et 1978). Les porcelets nouveau-nés sont séparés de la mère jusqu'à la fin de la mise bas. On contrôle alors la prise de colostrum par chacun des porcelets au cours de 18 tétées successives, pendant le premier jour de vie du jeune animal. La quantité de colostrum ingéré est déterminée en pesant chaque animal avant et après la tétée (LE DIVIDICH & NOBLET, 1981). Enfin, on effectue une pesée individuelle à la naissance, à 5 jours, au sevrage vers 12 jours puis à 40-45 jours.

2.2. Prise de sang et pesées des porcelets

La prise d'un échantillon de sang chez les porcelets nouveau-nés est réalisée sur des animaux témoins abattus immédiatement après la naissance. Les prélèvements

ultérieurs sont opérés par ponction dans la veine cave antérieure, à 3-4 jours, 11-15 jours et 40-45 jours après la naissance. On prépare le sérum par centrifugation immédiate et conservation à -20°C jusqu'au moment de l'analyse. Les porcelets ont été pesés individuellement en même temps que la prise de sang.

2.3. Dosages et interprétation

Les protéines totales du sérum sont dosées par la méthode du Biuret (BUCKLEY & ZAK, 1960). L'albumine a été dosée par la méthode de NESS, DICKERSON & PASTEWKA (1965). Un autoanalyser Technicon a été utilisé pour ces mesures colorimétriques en prenant la sérum albumine pure comme étalon des deux constituants. Trois échantillons de colostrum sont prélevés sur chaque truie : au moment de la parturition, par simple pression des trayons, puis au cours d'une tétée, 12 heures et 24 heures respectivement après la fin de la mise bas. On mesure la teneur en azote total du colostrum par la méthode de Kjeldahl ; la teneur des protéines totales a été déterminée en utilisant le coefficient 6,38 pour la conversion. La teneur en albumine a été calculée d'après les valeurs relatives aux protéines, proposées par SALMON-LEGAGNEUR (1964). On a calculé les quantités de protéines totales et d'albumine du sérum sanguin à partir de nos dosages, et du volume sanguin et de l'hématocrite estimés par RAMIREZ *et al.*, 1963. On a ainsi cherché à intégrer la taille du réservoir corporel dans lequel passe l'albumine colostrale, et calculé la corrélation entre quantité ingérée et quantité totale contenue dans le sérum sanguin.

3. Résultats et discussion

3.1. Performances des animaux

Le tableau I rapporte les poids moyens des animaux ainsi que les quantités de protéines totales et d'albumine du sérum exprimées par porcelet. Le poids à la naissance diffère d'environ 10 p. 100 entre les animaux nés à 109 jours et ceux nés normalement. Ces résultats sont en accord avec les données observées antérieurement dans le même troupeau (AUMAITRE, DEGLAIRE & LEBOST, 1979) et avec ceux de BOSC & MARTINAT-BOTTE, 1976. La différence persiste encore aussi bien à 5 jours, qu'au moment du sevrage lorsque l'on exprime le poids à âge constant de 12 jours.

La quantité moyenne de colostrum consommé pendant les premières 24 heures est environ de 50 p. 100 supérieure chez les animaux nés à terme par rapport aux prématurés. La signification de cette différence sur le métabolisme énergétique et la thermostabilité du porcelet nouveau-né a déjà été discutée dans un travail antérieur (LE DIVIDICH & NOBLET, 1981).

3.2. Prématurité de la mise-bas et composition du colostrum

Bien que le nombre d'échantillons de colostrum soit faible et que les valeurs observées soient parfois très variables, les valeurs moyennes concordent avec celles de SALMON-LEGAGNEUR (1964) et celles de SENFT & KLOBASA (1971). Il semble que les truies qui mettent bas prématurément produisent, dès la parturition, un colostrum

TABLEAU 1

Evolution postnatale du poids, des protéines et de l'albumine du sérum sanguin chez le porcelet : valeurs moyennes et effet de la prématurité.

Postnatal variation of weight, total protein and serum albumin in the piglet : average values.

	Paramètre Item Effectifs N° of piglets	Durée de gestation (jours) <i>Gestation length (days)</i>		Signification statistique <i>Statistical analysis</i>
		109 (51)	114 (68)	
Naissance <i>Birth</i>	Poids moyen, g <i>Average weight, g</i> Sérum sanguin <i>Blood serum</i>	1 044	1 140	**
	(1) Protéines totales g <i>Total proteins g</i>	2,13	2,33	NS
	Sérum albumine g <i>Serum albumin g</i>	0,188	0,205	NS
	Rapport albumine/ protéines × 100 <i>Ratio albumin/ protein × 100</i>	8,8	8,8	NS
5 jours <i>5 days</i>	Poids moyen, g <i>Average weight, g</i> Sérum sanguin <i>Blood serum</i>	1 542	1 986	**
	(1) Protéines totales g <i>Total proteins g</i>	8,45	10,15	NS
	Sérum albumine g <i>Serum albumin g</i>	2,39	3,54	*
	Rapport albumine/ protéines × 100 <i>Ratio albumin/ protein × 100</i>	28,3	34,8	*
40-45 jours <i>40-45 days</i>	Poids moyen, g <i>Average weight, g</i> Sérum sanguin <i>Blood serum</i>	7 209	7 053	NS
	(1) Protéines totales g <i>Total proteins g</i>	19,5	21,2	**
	Sérum albumine g <i>Serum albumin g</i>	10,5	12,0	***
	Rapport albumine/ protéines × 100 <i>Ratio albumin/ protein × 100</i>	53,8	56,6	NS

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Différences significatives - *Significant differences.*

(1) Calculés à partir des données de RAMIREZ *et al.*, 1963 - *Calculated using data of RAMIREZ et al., 1963.*

moins riche en protéines totales que les animaux à terme. Ces résultats sont comparables à ceux observés dans l'espèce humaine par KUKSKI, SMITH & HARTMANN (1981). Toutefois, aux deux stades ultérieurs, on observe la situation inverse (tabl. 2) : la décroissance de la teneur en protéines du colostrum des truies à mise bas prématurée est moins rapide que chez les truies ayant mis bas à terme. A partir de nos données, on peut donc estimer que la quantité moyenne de protéines ingérées par les porcelets pendant leur premier jour de vie diffère de 40 p. 100 au profit des animaux nés à terme.

TABLEAU 2

Evolution de la teneur en protéines totales du colostrum en fonction de la durée de gestation. Total protein content in the colostrum according to the gestation length.

Durée de gestation (jours) <i>Gestation length (days)</i>	Stade après parturition (1 ^{er} porcelet) <i>Hours after farrowing (1st piglet)</i>		
	Naissance <i>At birth</i>	12 heures <i>12 hours</i>	24 heures <i>24 hours</i>
109	14,45 (1,79)*	11,99 (0,81)	9,15 (2,04)
114	18,05 (2,96)	9,00 (1,08)	6,40 (4,46)

* Teneur en g pour 100 grammes de colostrum, $N \times 6,38$; (écart-type) - Expressed in g/100 grammes of colostrum $N \times 6.38$ (standard deviation).

3.3. Teneur du sérum sanguin en protéines et albumine

A la naissance, les taux de protéines totales chez les porcelets des deux groupes sont très voisins et faibles : 3,4 g/100 ml de sérum, valeurs comparables à celles observées par de nombreux auteurs : 2,9 par WADILL & *al.* (1962), 3,0 par FURUGOURI *et al.*, (1975), et 3,1 par PARKER & AHERNE (1980) donc plus élevées que celles proposées à 2,6 par MANTA, TIMEN & CONSTANTINESCU (1971) ou à 2,2 par MILLER *et al.* (1961). La teneur a sensiblement doublé au 5^e jour après la naissance, mais on n'observe toujours pas de différence significative entre les groupes (tabl. 1), en accord avec tous les auteurs précédents et avec HUANG & YANG (1979). Par la suite, la teneur du sérum sanguin en protéines totales baisse plus chez les prématurés que chez les animaux nés à terme. Cette situation reflète sans doute la disparition de l' α foetoprotéine sanguine décrite par INGSARSSON, CARLSSON & KARLSSON, 1978. La différence du taux des protéines sériques totales devient significative en faveur des animaux normaux à 40-45 jours seulement (fig. 1). Il n'existe alors plus de différence significative entre les poids moyens des animaux survivants et les valeurs atteintes sont sensiblement voisines des teneurs observées chez l'animal adulte (MILLER *et al.*, 1961).

A la naissance, les taux d'albumine sont inférieurs à 0,3 g/100 ml dans les deux groupes. Des données très variables ont été proposées à ce stade : soit des valeurs très faibles de 0,1 g/100 ml selon METZGER, MILLON & BOURDIEU, 1978, soit des teneurs voisines des nôtres : 0,37 g/100 ml selon MILLER *et al.*, 1961.

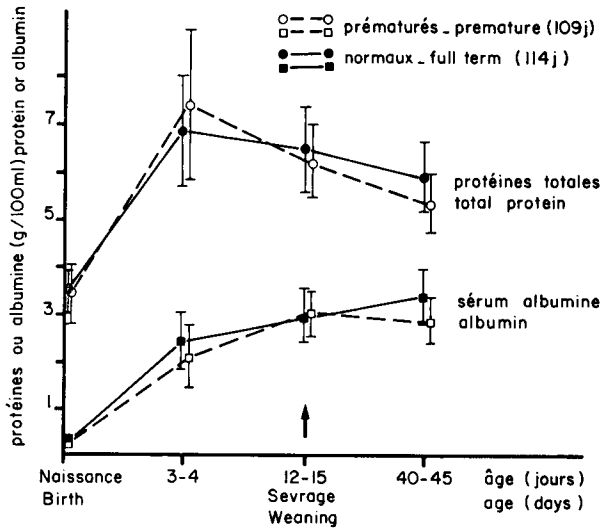


FIG. 1

*Evolution avec l'âge, des protéines sériques chez les porcelets normaux ou prématurés.
Variation of total protein and albumin level in the serum of the piglet
according to age and effect of prematurity.*

Comme pour les protéines totales, on observe une forte augmentation des taux entre la naissance et 5 jours d'âge. Le taux continue de croître pendant la période d'observation jusqu'à un plateau situé aux environs de 3 g/100 ml vers 12-14 jours d'âge en accord avec INGVARSSON, CARLSSON & KARLSSON, 1978. Il est significativement plus élevé chez les porcelets nés à terme à la fois à 5 et à 40-45 jours d'âge (tabl. 1, fig. 1).

Il n'existe pas de relation linéaire significative entre le taux de sérum albumine à 5 jours et le taux de protéines totales au même âge ($r = +0,26$, NS pour les animaux prématurés; $r = +0,12$, NS pour les animaux nés à terme) en accord avec BRUEGGER & CONRAD (1972) qui ne trouvent pas d'augmentation du taux de protéines totales lorsque le taux d'albumine croît. On peut penser que cette augmentation est liée à la quantité de colostrum ingéré et sans doute de lait maternel, d'abord à la suite d'un transfert passif, puis d'une stimulation de la synthèse protéique après la naissance. En effet, la concentration du colostrum de truie en préalbumine est, au moins chez la truie à terme, très élevée avant la mise bas, et la quantité éliminée dans l'urine du porcelet nouveau-né négligeable (BERGELIN & KARLSSON, 1974).

Le rapport albumine/protéines totales est très bas à la naissance (8,8 p. 100) dans les deux groupes, mais dès 3-4 jours il s'élève à 30,3 p. 100 et 36,4 p. 100 respectivement pour les durées de gestation de 109 et 114 jours. Ces valeurs sont sensiblement comparables à celles de MILLER *et al.* (1961), ou de TUMBLESON & HUTCHESON (1972) observées chez des porcelets de race miniature. La tendance à l'augmentation de la proportion d'albumine s'observe jusqu'à 40-45 jours après la naissance (tabl. 1). Il ne nous est toutefois pas possible à partir de nos mesures de préciser le rôle physiologique, pas plus que la signification d'un rapport albumine/protéines totales élevé, voire significativement différent entre les groupes expérimentaux.

Le dosage d'autres constituants protéiques du sérum du porcelet présente également un grand intérêt pour vérifier les conséquences d'une mise bas à 109 jours sur la « maturité » de la mamelle. Le taux des immunoglobulines, en cours de détermination, sera interprété en rapport avec les performances de survie des animaux (METZGER *et al.*, communication personnelle).

3.4. Corrélations entre paramètres

Il ne semble pas exister de liaison simple entre le taux de protéines totales ou d'albumine du sérum à tous les stades et le poids à la naissance. Ainsi (fig. 2), deux porcelets pesant l'un 500 g, l'autre 1 500 g, ont un taux de protéines sériques totales ou de sérum albumine identique à 3-4 jours d'âge. Il n'existe pas non plus de liaison simple et significative entre les quantités de colostrum (donc de protéines et d'albumine) ingéré et les taux des deux constituants protéiques du sérum aux trois stades considérés dans notre étude (fig. 3). Les valeurs des coefficients de corrélation calculés indépendamment de la durée de gestation de la mère : $r = + 0,10$ NS entre quantité de colostrum et taux de protéines totales ; et $r = + 0,02$ NS entre quantité de colostrum et taux de sérum albumine confirment l'amplitude de variation des paramètres sanguins semble-t-il indépendamment de la prise de colostrum. Deux porcelets ayant ingéré soit 100 g soit 500 g de colostrum pendant leur premier jour de vie ont un taux identique de 2,2 g/100 ml de sérum albumine. On peut alors penser que l'épithélium intestinal du porcelet a des capacités d'absorption quantitatives limitées, indépendamment de la prématurité, vis-à-vis des protéines du colostrum, démontrées pour les protéines totales et pour l'albumine mais qui resterait à vérifier pour les protéines immunes.

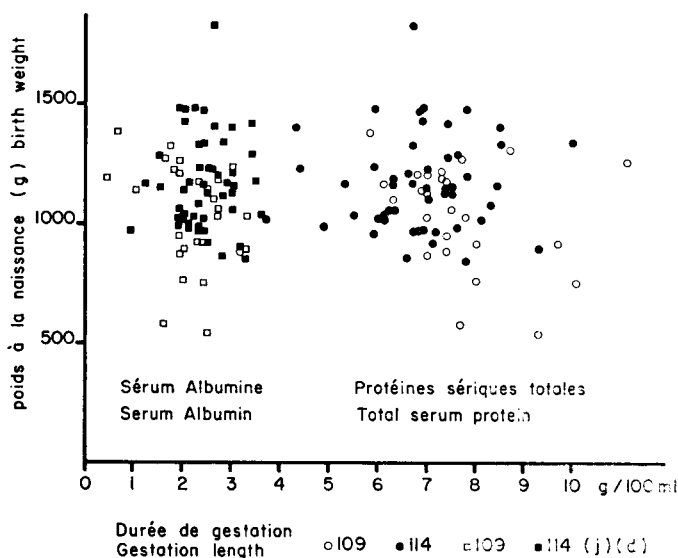


FIG. 2

Relation entre le poids moyen à la naissance et le taux de protéines sériques totales ou de sérum albumine du porcelet à 3-4 jours.

Relationship between birth weight and total protein or serum albumin level of the piglet at 3-4 days of age.

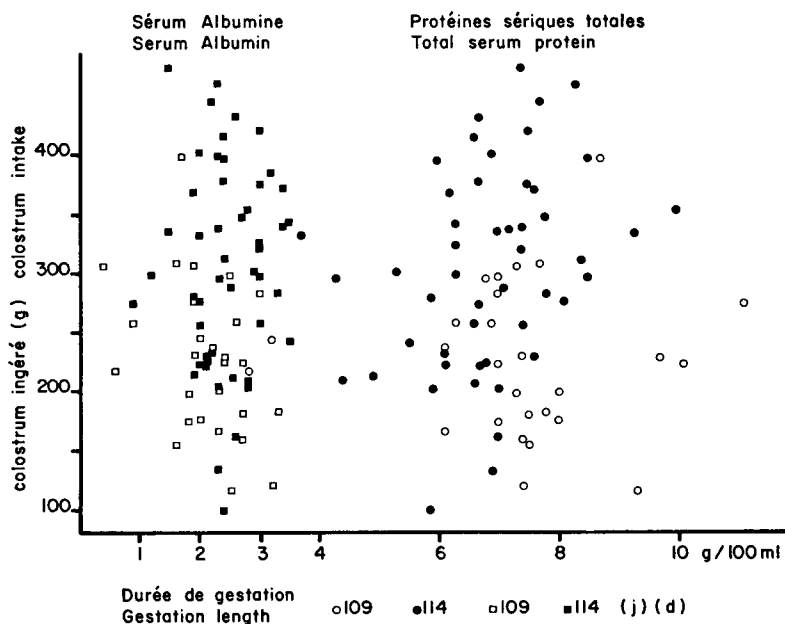


FIG. 3

Relation entre la quantité de colostrum ingéré le premier jour de vie et le taux de protéines sériques totales ou de sérum albumine du porcelet à 3-4 jours.

Relationship between colostrum intake during the first 24 hours of life and total protein or serum albumin level in piglets at 3-4 days of age.

TABLEAU 3

Quantités moyennes de protéines et d'albumine de colostrum ingérées en 24 heures par porcelet en fonction de la durée de gestation de la truie.

Average amounts of colostrum, total protein and albumin intake per piglet during the first 24 hours of life according to the gestation length.

Durée de gestation (jours) <i>Lactation length (days)</i>	Colostrum <i>Colostrum</i> g	Protéines <i>Proteins</i> g	Albumine <i>Albumine</i> g
109	213	25,3 (71)	4,1
114	318	35,4 (100)	5,8

() Valeur relative - *Relative value.*

Cependant, on observe une corrélation faible mais positive et significative ($r = + 0,28$, et $r = + 0,32$, $P < 0,10$) entre le taux ou la quantité de sérum albumine à 5 jours et le gain de poids de la naissance à 45 jours chez les porcelets nés à terme; la même tendance $r = + 0,31$, $P < 0,05$ s'observe avec le rapport sérum albumine/protéines sériques totales. Une telle observation se rapproche de certains résultats de BRUEGGER & CONRAD (1972) qui, après une surcharge orale de sérum albumine porcine à des porcelets nouveau-nés, provoquent une augmentation consécutive du poids à 35 jours.

En conclusion, il semble donc que l'on ne puisse pas retenir comme critère de maturité physiologique, les taux des constituants protéiques majeurs du sérum sanguin à la naissance. Ces deux constituants ne peuvent pas non plus servir d'indicateurs précis de la quantité de colostrum consommée au cours du premier jour de la vie du porcelet.

Accepté pour publication en juin 1982.

Summary

Influence of prematurity on the blood serum level of total proteins and albumin in piglets

The influence of early delivery on the changes in the blood serum levels of total proteins and albumin was studied in the piglet from birth till the age of 45 days. Two groups of 7 sows farrowed naturally after 111-114 days of gestation or prematurely after 109 days following an injection of 125 µg/animal of a prostaglandin analogue. The piglets born too early were lighter at birth and until the age of 5 days only (Tabl. 1). At the moment of parturition, the colostrum of early delivered sows contained less protein than that of the normally delivered ones (14.3 versus 18.0 p. 100 of fresh weight, Tabl. 2).

The serum level of total proteins did not significantly differ until weaning, 12 days after parturition. At the age of 40-45 days, the level was higher in full-term delivered piglets. The serum level of albumin was very low and the same at birth in the two groups (0.3 g/100 ml, i.e. 8.8 p. 100 of total protein). It increased regularly until 40-45 days after birth in the two groups and it was significantly lower in early born animals. No simple correlation could be established between birth weight and serum levels of total proteins or albumin, nor between the amount of colostrum ingested and the level of these two blood components. Very large individual variations were observed both in the level of protein and albumin, independently of birth weight (fig. 2). Likewise, the value of these parameters did not seem to depend on the amount of colostrum ingested the first day of life, although this amount varied from 100 to 500 g according to piglets. A low but positive correlation ($r = + 0.28$ and $r = 0.32$) between weight gain and the level or total amount of serum albumin at the age of 5 days could however be noticed, but only in full-term delivered piglets.

These results suggest that the serum level of total proteins and albumin in the piglet do not vary with the degree of prematurity and birth weight or with the initial nutritional conditions, especially the level of colostrum intake.

Références bibliographiques

- AUMAITRE A. et SEVE B., 1978. Nutritional importance of colostrum in the piglets. *Ann. Rech. vet.*, **9**, 181-192.
- AUMAITRE A., DEGLAIRE B., LEBOST J., 1979. Prématuration de la mise-bas chez la truie et signification du poids à la naissance du porcelet. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **19**, 267-275.

- BERGELIN I.S.S., KARLSSON B.W., 1974. Colostrum, serum and kidney proteins in the urine of the developing neonatal pig. *Int. J. Biochem.*, **5**, 885-894.
- BOSC M.J., MARTINAT-BOTTE F., 1976. Induction de la parturition chez la truie au moyen de prostaglandine. *Econ. Med. anim.*, **17**, 235-244.
- BRUEGGER D.J., CONRAD J.H., 1972. Effects of orally administered albumin and corn oil on blood constituents, survival and weight gain in neonatal pigs. *J. Anim. Sci.*, **34**, 411-420.
- BUCKLEY M.W., ZAK B., 1960. Dosage des protéines du sérum sanguin par la réaction du biuret. *Amer. J. Clin. Path.*, **23**, 83-88.
- FURUGOURI K., KAWABATA A., AKITA K., HIMENO K., 1975. Postpartum changes in protein fractions in sow colostrum and neonatal piglets blood serum (en japonais). *Bull. nat. Inst. Anim. Ind.*, **29**, 1-8.
- HUANG J.Y., YANG J.L., 1979. Breed, sexe and age difference for percentage of serum proteins fractions in piglets. *J. Chin. Soc. anim. Sci.*, **8**, 29-33.
- INGVARSSON B.I., CARLSSON N.K., KARLSSON B.W., 1978. Synthesis of α -foetoprotein, albumin and total serum protein in neonatal pigs. *Biol. Neonate*, **34**, 259-268.
- KUKSKI J.K., SMITH M., HARTMANN P.E., 1981. Normal and caesarian section delivery and the initiation of lactation in women. *Ajebak*, **59**, 405-412.
- LECCO J.G., MATRONE G., 1960. Porcine neonatal nutrition : the effect of diet on blood serum proteins and performance of the baby pig. *J. Nutr.*, **70**, 13-20.
- LECCO J.G., MATRONE G., 1973. Porcine neonatal nutrition : effect of weaning time on the maturation of the serum protein profile. *J. Nutr.*, **73**, 167-171.
- LE DIVIDICH J., NOBLET J., 1981. Colostrum intake and thermoregulation in the neonatal pig in relation to environmental temperature. *Biol. Neonate*, **40**, 167-174.
- MANTA A.D., TIMEN D., CONSTANTINESCU E., 1971. Changes in serum, colostrum and urinary protein values in new-born piglets (en russe). *Lucr. Stiintifice Chy. Med. Vet.*, **27**, 105-110.
- METZGER J.J., MILON A., BOURDIEU Christiane, 1978. Serum protein profiles in the suckling and non suckling piglet : the importance of colostrum. *Ann. Rech. vet.*, **9**, 301-307.
- MILLER E.R., ULLREY D.E., ACKERMAN I., SCHMIDT D.A., HOFER J.A., LUECKE R.W., 1961. Swine hematology from birth to maturity. I. - Serum proteins. *J. Anim. Sci.*, **20**, 31-35.
- NESS A.T., DICKERSON H.C., PASTEWKA J.V., 1965. The determination of human serum albumin by its specific binding of the anionic dye 2-(4-hydroxybenzeneazo)-benzoic acid. *Clin. Chim. Act.*, **12**, 532-541.
- PARKER R.D., AHERNE F.X., 1980. Serum and urine concentrations of protein, urea, sodium and potassium during the immediate postnatal period of the suckling pig. *Biol. Neonate*, **38**, 11-15.
- RAMIREZ C.G., MILLER E.R., ULLREY D.E., HOFER J.A., 1963. Swine hematology from birth to maturity. III. - Blood volume of the nursing pig. *J. Anim. Sci.*, **22**, 1068-1074.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1964. Les constituants azotés du lait de truie : évolution au cours de la lactation et influence du régime alimentaire. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **4**, 49-62.
- SENF T B., KLOBASA F., 1971. Untersuchungen über die künstliche Aufzucht von Ferkeln. 2. - Mitteilung : Der Einfluss der unterschiedlicher Proteinkonzentrationen in der Kolostralmilch sowie die Auswirkung einer parenteralen Verabreichung von Gammaglobulin. *Züchtungskunde*, **43**, 437-447.
- TUMBLESON M.E., TINSLEY O.W., CORWIN L.A., FLATT R.E., FLYNN M.A., 1969. Undernutrition in young miniature swine. *J. Nutr.*, **99**, 505-518.
- TUMBLESON M.E., HUTCHESON D.P., 1972. Effect of maternal dietary protein deprivation on serum biochemic and hematologic parameters of miniature piglets. *Nut. Rep. Inter.*, **6**, 321-329.
- WADDILL D.G., ULLREY D.E., MILLER E.R., SPRAGUE J.I., ALEXANDER E.A., HOFER J.A., 1962. Blood cell populations and serum protein concentrations in the fetal pig. *J. Anim. Sci.*, **21**, 583-587.
- YAMADA Y., MIZUHO A., MISAIZU Y., 1977. Induction de la mise-bas chez la truie par la prostaglandine F_{2 α} (en japonais). *Bull. Nat. Inst. Anim. Ind.*, **32**, 71-78.
- YAMADA Y., MIZUHO A., MISAIZU Y., 1978. Induction de la mise-bas chez la truie par la prostaglandine F_{2 α} . II. - Relation entre la dose et la période d'injection de la PGF_{2 α} et du temps nécessaire pour l'induction de la mise-bas (en japonais). *Bull. Nat. Inst. Anim. Ind.*, **33**, 1-8.