

Développement de l'appareil génital des porcs mâles et femelles et évolution de la teneur en androsténone du tissu adipeux des verrats de races européenne ou chinoise

Armelle PRUNIER, J.C. CARITEZ * et M. BONNEAU

INRA, Station de Recherches porcines
Centre de Recherches de Rennes, Saint-Gilles, F 33590 L'Hermitage

* INRA, Station de Génétique Quantitative et Appliquée, Le Magneraud
Centre de Recherches de Poitou-Charentes, F 17700 Surgères

Résumé

L'appareil génital de porcs mâles et femelles de races européennes *Large White* (LW) et chinoise *Mei Shan* (MS) a été disséqué et observé à différents âges au cours de la maturation sexuelle. De plus, chez les mâles des deux races, la teneur en androsténone du tissu adipeux a été mesurée.

La croissance du tractus génital chez la femelle, des glandes annexes chez le mâle et des gonades dans les deux sexes est plus précoce chez les animaux MS que chez les LW. Ainsi, la croissance des gonades, d'abord lente, s'accélère vers 40 et 90 jours respectivement pour les femelles MS et LW et vers 60 et 110 jours respectivement pour les mâles MS et LW. La teneur en androsténone du tissu adipeux est très élevée chez les mâles MS et atteint de 6 à 33 kg de poids vif des valeurs supérieures ($1,6 \pm 0,2 \mu\text{g/g}$; $n = 33$) à celles des mâles LW pesant de 100 à 116 kg ($0,9 \pm 0,1 \mu\text{g}$; $n = 40$).

La différence d'âge à la puberté entre les deux races est due à un « réveil » plus précoce du développement des organes sexuels qui pourrait être lié à une réactivation du système hypothalamo-hypophysaire. De plus, la phase d'arrêt du développement ovarien mise en évidence au cours des semaines qui précèdent la puberté chez les femelles LW n'est pas observée chez les MS.

Mots clés : Porc Mei Shan, porc Large White, développement de l'appareil génital, puberté, androsténone.

I. Introduction

L'âge à la puberté varie largement entre les diverses races européennes de porc (CHRISTENSON & FORD, 1979 ; HUGHES, 1982), mais ces différences restent très inférieures à celles observées entre les races européennes d'une part et certaines races chinoises d'autre part. C'est ainsi que le premier oestrus intervient vers l'âge de 3 mois chez les truies *Mei Shan* (MS) contre 6 à 8 mois chez les truies européennes (CHRISTENSON & FORD, 1979 ; LEGAULT & CARITEZ, 1983 ; PEI LIEU CHENG, 1983). Les verrats MS sont pubères et capables de fertiliser une truie dès l'âge de 3 mois (PEI LIEU

CHENG, 1983) alors que les mâles européens les plus précoces ne sont fertiles que vers 5 à 6 mois (EINARSSON *et al.*, 1979 ; UZU, 1979). Les différences d'âge et de poids à la puberté entre les races européennes et chinoises constituent un modèle bien adapté pour l'étude des mécanismes déterminant la précocité sexuelle chez le porc.

Dans cet essai, nous avons comparé la croissance pondérale de l'appareil génital d'animaux mâles et femelles de races européenne *Large White* (LW) et chinoise (MS). Chez les mâles, on a déterminé en plus la teneur en androsténone du tissu adipeux, qui est un témoin de l'intensité des sécrétions de stéroïdes testiculaires (GOWER, 1972 ; BONNEAU, 1982, 1984).

II. Matériel et méthodes

Soixante et un porcs MS (39 mâles et 22 femelles) âgés de 2 à 109 jours et pesant de 0,6 à 41 kg ainsi que 38 animaux LW (19 mâles et 19 femelles) âgés de 21 à 182 jours et pesant 28 à 108 kg ont été abattus. Les porcs LW proviennent de l'élevage expérimental de Saint-Gilles (claustration) et les MS de l'élevage expérimental du Magneraud (semi plein-air). Chez les femelles, les poids des ovaires et du tractus génital (vagin + col + cornes utérines) et, chez les mâles, ceux des testicules, des épидидymes, des vésicules séminales et des glandes bulbourethrales ont été déterminés. Le poids des ovaires a été de plus mesuré sur une seconde population de 42 femelles LW âgées de 56 à 206 jours et pesant 16 à 114 kg. Les ovaires ont été disséqués pour déterminer la présence ou non de corps jaunes ou de corps blancs.

La teneur en androsténone du tissu adipeux sous-cutané dorsal a été mesurée par une méthode radioimmunologique (CLAUS, 1974) chez les porcs mâles chinois dont l'appareil génital a été disséqué et dans une nouvelle population de 203 verrats LW issus de l'élevage expérimental de la Minière (claustration) âgés de 130 à 220 jours d'âge et pesant 57 à 116 kg. Les caractéristiques du dosage ont été décrites par UZU et BONNEAU (1980). La limite de sensibilité est de 0,1 µg/g de tissu adipeux et le coefficient de variation entre dosages est de 11 p. 100.

La saison de naissance n'a pas été prise en compte. En effet, alors que la saison exerce une influence sur les critères de fertilité ou la production de stéroïdes chez les porcs adultes (CLAUS *et al.*, 1983, 1984 ; HURTGEM & LEMAN, 1980) elle n'a que peu d'effet sur le développement sexuel (PRUNIER & ETIENNE, 1984 ; PRUNIER *et al.*, 1987) ou la teneur en androsténone du tissu adipeux des jeunes verrats (PATERSON, 1982 ; BONNEAU, 1987).

III. Résultats

Dans les tranches d'âge communes aux deux races, il n'y a pas de différence de vitesse de croissance entre les races chez les femelles (fig. 1a) alors que chez les mâles, la croissance est plus lente chez les MS que chez les LW (fig. 1b).

Mâles. Relativement au poids vif, la croissance des diverses parties de l'appareil génital est plus précoce chez les mâles MS que chez les verrats LW. La différence entre

les deux races est particulièrement nette dans le cas des testicules (fig. 2) et des vésicules séminales (fig. 3). La croissance des testicules, d'abord relativement lente, s'accélère à partir de 60 jours chez les mâles chinois contre 110-120 jours chez les LW.

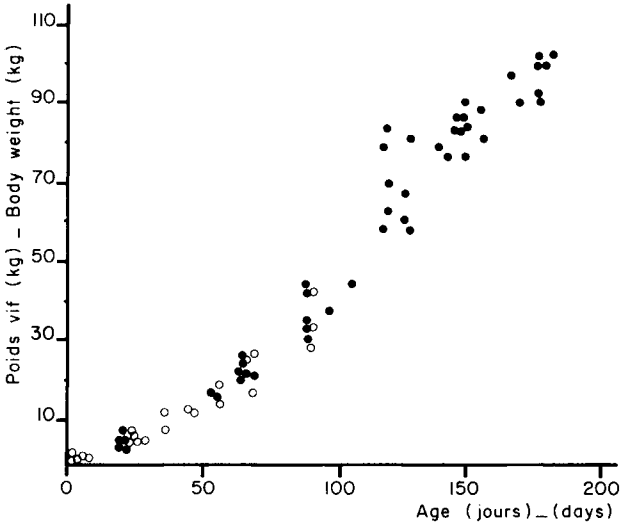


FIG. 1a

*Evolution avec l'âge du poids vif des femelles Large White (●) et Mei Shan (○).
Variation with age of body weight in Large White (●) and Mei Shan (○) females.*

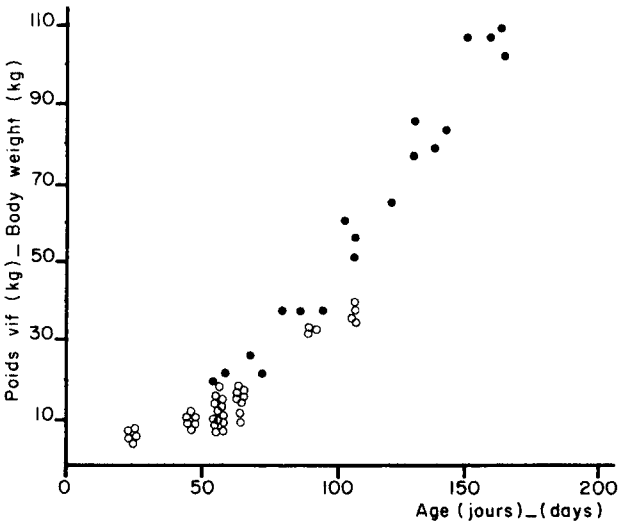


FIG. 1b

*Evolution avec l'âge du poids vif des mâles Large White (●) et Mei Shan (○).
Variation with age of body weight in Large White (●) and Mei Shan (○) males.*

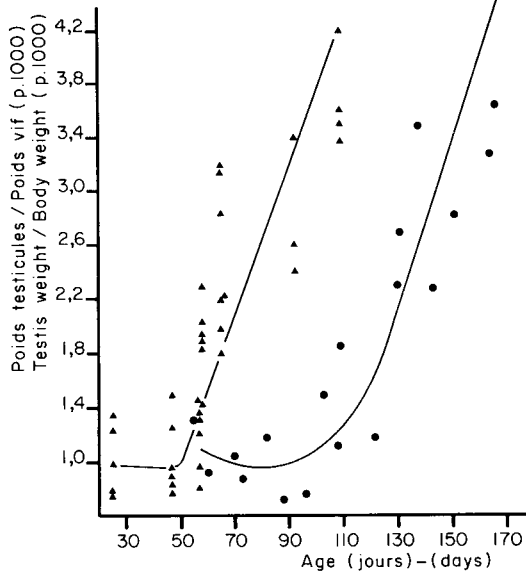


FIG. 2

Evolution avec l'âge du poids relatif des testicules par rapport au poids vif chez des mâles Large White (●) et Mei Shan (▲).

Variation with age of testicular weight relative to body weight in Large White (●) and Mei Shan (▲) males.

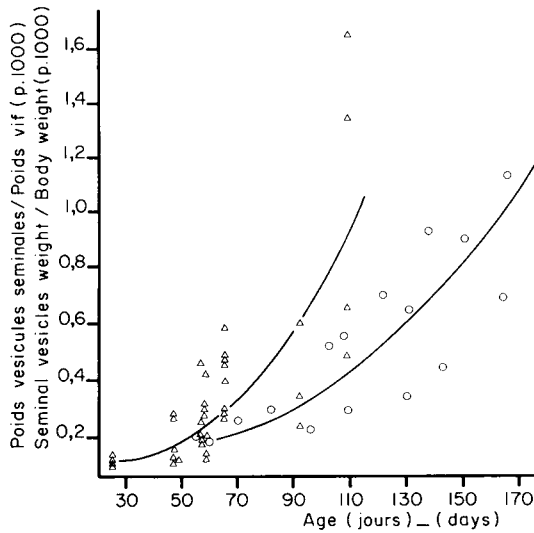


FIG. 3

Evolution avec l'âge du poids relatif des vésicules séminales par rapport au poids vif chez des mâles Large White (○) et Mei Shan (△).

Variation with age of seminal vesicles relative to body weight in Large White (○) and Mei Shan (△) males.

La teneur en androsténone du tissu adipeux est extrêmement variable selon les individus pour un même stade d'âge ou de poids (fig. 4). Chez les verrats MS, elle est très élevée tout au long de la période d'observation (25 à 100 jours d'âge). Par comparaison, les teneurs observées chez les animaux LW sont beaucoup plus faibles et n'atteignent des niveaux élevés que pour des animaux de poids vif supérieur à 100 kg (environ 150 jours d'âge). Les teneurs mesurées chez les verrats MS sont significativement supérieures à celles observées chez les mâles LW de poids vif supérieur à 100 kg (moyenne \pm écart-type de la moyenne ; MS : $1,6 \pm 0,2 \mu\text{g/g}$ versus LW : $0,9 \pm 0,1 \mu\text{g/g}$; $P < 0,01$).

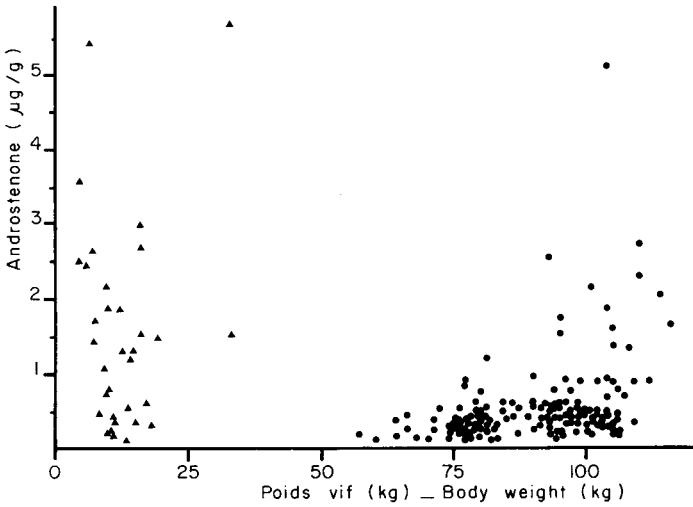


FIG. 4

Evolution au cours de la croissance de la teneur en androsténone des graisses chez des mâles Large White (●) et Mei Shan (▲).

Fat androsténone concentration pattern during growth in Large White (●) and Mei Shan (▲) males.

Femelles. Les ovaires de 3 femelles LW âgées de 153, 203 et 206 jours et ceux d'une femelle MS âgée de 91 jours ont présenté des corps jaunes en phase lutéale sans corps jaunes régressés. Ces femelles étaient donc à leur premier cycle. Des follicules à antrum de plus de 1 mm de diamètre sont visibles dès 89 jours chez les femelles LW et dès 36 jours chez les MS. L'accroissement du poids des ovaires avec l'âge suit une courbe d'allure exponentielle chez les MS et sigmoïde chez les LW (fig. 5).

Dans les deux races, l'augmentation du poids du tractus génital (fig. 5) est d'abord lente puis s'accélère à partir du second mois d'âge chez les femelles MS et du quatrième mois chez les LW. Une seconde phase de croissance intense et rapide se situe après la première ovulation. Le poids du tractus génital des femelles est alors similaire dans les 2 races, malgré la grande différence d'âge et de poids vif (femelle MS : 91 jours et 34 kg, femelle LW : 155 jours et 82 kg).

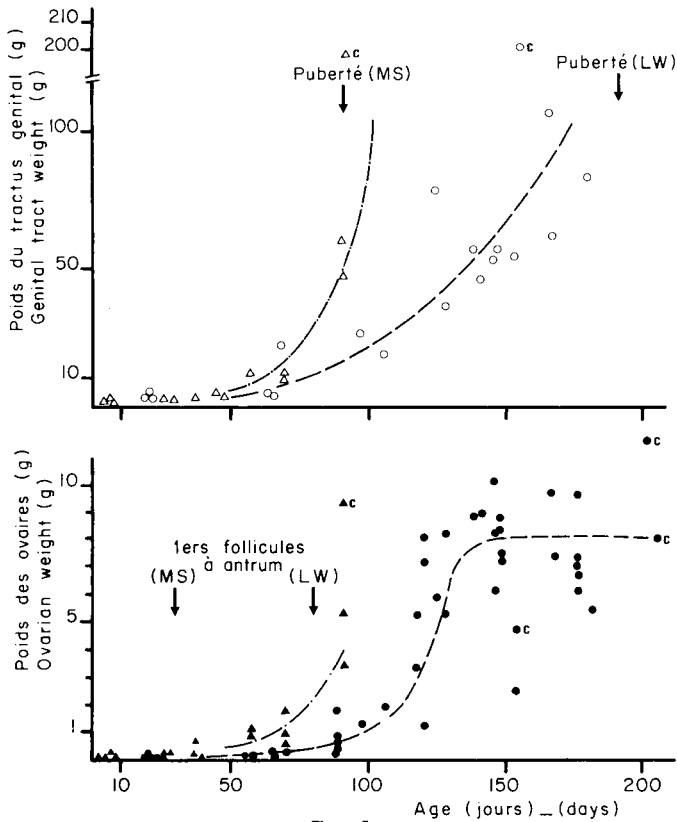


FIG. 5

Evolution avec l'âge du poids des ovaires et du tractus génital chez des femelles Large White (ovaires : ●, tractus génital : ○) et Mei Shan (ovaires : ▲, tractus génital : △). Les femelles cycliques sont indiquées par la lettre C.

Variation with age of ovarian and genital tract weights in Large White (ovaries : ●, genital tract : ○) and Mei Shan (ovaries : ▲, genital tract : △) gilts. Cyclic females are represented by the letter C.

Chez les femelles immatures, le poids du tractus génital (x) est très étroitement lié à celui des ovaires (y) dans les deux races : $\ln y = 0,73 \ln x + 3,80$; $n = 19$; $r = 0,98$ chez les LW et $\ln y = 0,88 \ln x + 2,68$; $n = 17$; $r = 0,97$ chez les MS.

IV. Discussion - Conclusion

Mâles. Chez les mâles MS, la croissance de l'appareil génital est semblable à celle décrite chez les verrats de race *Erhualian*, race chinoise proche de la MS, appartenant au même rameau *Taihu* (PEI-LIEU CHENG, 1983 ; XU ZHEN-YING, 1985). Chez les porcs

LW, les courbes de développement des diverses parties de l'appareil génital sont proches de celles déjà établies pour des verrats de race *Landrace* (VAN STRAATEN & WENSING, 1977) ou LW (GODINHO *et al.*, 1979). La croissance des testicules s'accélère après 60 jours chez les MS ou 120 jours chez les LW, soit environ 1 mois avant la puberté dans les deux races. Chez les races européennes, cette phase de croissance testiculaire rapide est concomitante d'une élévation des sécrétions de LH (FLORCRUZ & LAPWOOD, 1978 ; MEUSY-DESSOLLE, 1985) et de FSH (COLENBRANDER *et al.*, 1982). Il est vraisemblable que l'élévation des niveaux de sécrétion des gonadotropines intervient beaucoup plus précocement chez les verrats chinois. Chez les verrats MS, la croissance des vésicules séminales et des glandes bulbourethrales est beaucoup plus précoce que chez les mâles LW et, par ailleurs, les teneurs en androsténone du tissu adipeux se maintiennent à un niveau élevé tout au long de la période d'observation (25 à 100 jours d'âge). Ceci suggère que la période d'« enfance » observée chez les races européennes entre 30 et 70 jours d'âge et pendant laquelle les sécrétions de stéroïdes testiculaires sont faibles (MEUSY-DESSOLLE, 1975, 1985 ; COLENBRANDER *et al.*, 1978 ; TAN & RAESIDE, 1980) est considérablement raccourcie chez les verrats de race chinoise. Une étude descriptive plus détaillée des sécrétions d'androgènes, d'oestrogènes et de gonadotropines au cours de la croissance apparaît nécessaire pour le démontrer.

Femelles. Chez les femelles LW le profil de croissance pondérale des ovaires avec l'âge est d'allure sigmoïde, proche de celui décrit dans la race *Yorkshire* également de type européen (DYCK & SWIERSTRA, 1983). Chez les femelles MS, l'accélération de la croissance des ovaires a lieu environ 2 mois plus tôt que chez les femelles de race européenne. L'accélération de la croissance des ovaires coïncide avec l'apparition des premiers follicules de plus de 1 mm de diamètre soit vers le début du second mois chez les MS et la fin du troisième mois chez les LW. Les premiers follicules à antrum visibles sur des coupes histologiques apparaissent peu de temps avant : à 30 jours chez les MS (PEI-LIEU CHENG, 1983) et à 70 jours chez les LW (MAULEON, 1961). Il est vraisemblable que si nous avons poursuivi nos observations au-delà de 90 jours chez les MS nous n'aurions pas obtenu de modification du poids des ovaires. En effet, le poids des ovaires des femelles MS cycliques ou immatures est à 90 jours similaire à celui des truies LW âgées de 120 à 210 jours. Les courbes d'évolution des ovaires avec l'âge diffèrent donc par deux phénomènes : la phase de croissance rapide est plus précoce chez les MS et l'apparition de la première série d'ovulations se positionne différemment par rapport au plateau terminal de la croissance des ovaires.

Le profil de croissance de l'utérus en race LW est voisin de celui décrit chez les femelles *Yorkshire* (DYCK & SWIERSTRA, 1983). Chez les animaux MS, ce profil est parallèle à celui des races européennes et la période d'accroissement rapide qui suit celle de l'ovaire a lieu plus tôt.

L'étude des sécrétions des hormones gonadotropes a montré, chez les femelles LW, que l'apparition des premiers follicules à antrum était vraisemblablement due à l'augmentation de la sécrétion de FSH suivie de celle de LH (CAMOUS *et al.*, 1985). Aussi, peut-on supposer que la sortie de l'enfance coïncidant avec l'augmentation de la sécrétion de LH, a lieu chez les femelles comme chez les mâles MS plus tôt que dans les races européennes. Par ailleurs, l'absence de phase « d'attente » correspondant à la période de développement maximal des ovaires et de faible intensité des sécrétions gonadotropes chez les femelles LW (CAMOUS *et al.*, 1985) contribue également à la réduction de l'âge à la puberté. Une étude comparative de l'évolution des sécrétions hypophysaires et ovariennes au cours de la croissance permettrait de vérifier ces hypothèses.

La réactivation de l'axe hypothalamo-hypophysaire n'est pas le seul phénomène impliqué dans le développement sexuel. L'existence de modifications de la clearance métabolique des stéroïdes (ELSAESSER *et al.*, 1982 ; CHRISTENSON *et al.*, 1985), du nombre et de l'activité des cellules stéroïdogènes (VAN STRAATEN & WENSING, 1978 ; PEYRAT *et al.*, 1981 ; ALLRICH *et al.*, 1983) a déjà été montrée au cours de la maturation sexuelle chez des porcs de races européennes. Aussi, des différences sont-elles susceptibles d'exister pour ces critères entre deux races de précocité sexuelle très différente. La comparaison entre porcs MS et LW doit donc prendre en compte non seulement les variations de l'activité hypothalamo-hypophysaire mais également l'étude du développement de l'activité des cellules stéroïdogènes et des modifications du métabolisme des hormones sécrétées.

Reçu en septembre 1986.

Accepté en décembre 1986.

Summary

Genital tract development and 5 α -androst-16-ene-3-one concentration pattern during growth in male and female pigs of European and Chinese breeds

Genital tract development in male and female pigs of European *Large White* (LW) or Chinese *Mei-Shan* (MS) breeds was studied at various ages during sexual development. Fat androst-16-ene-3-one level in fatty tissue was measured in males of both breeds.

Reproductive tract of females (fig. 5), accessory glands of males (fig. 3) and gonads (fig. 2 and 5) of both sexes showed an earlier growth pattern in MS than in LW. Growth of gonads was slow during the first weeks of age then faster around 40 and 90 days of age, respectively in MS and LW females, and around 60 and 110 days of age, respectively in MS and LW males. Fat androst-16-ene-3-one levels were very high in MS boars whatever the live weight (fig. 4). They were higher in 6-33 kg live weight MS boars (mean \pm SEM ; 1.6 ± 0.2 μ g/g fatty tissue ; n = 33) than in 100-116 kg LW males (0.9 ± 0.1 μ g/g fatty tissue ; n = 40 ; P < 0.01).

Difference in age and weight at puberty may result from an earlier start of the sexual development which could be due to an increase in the hypothalamic and pituitary secretions. Moreover, the waiting phase in the ovary development observed in LW gilts in the weeks preceding puberty was not noticed in MS females.

Key words : Mei-Shan pig, Large White pig, genital tract development, puberty, androst-16-ene-3-one.

Références bibliographiques

- ALLRICH R.D., CHRISTENSON R.K., FORD J.J., ZIMMERMAN D.R., 1983. Pubertal development of the boar : age related changes in testicular morphology and *in vitro* production of testosterone and estradiol 17 β . *Biol. Reprod.*, **28**, 902-909.
- BONNEAU M., 1982. Compounds responsible for boar taint with special emphasis on androst-16-ene-3-one. A review. *Livest. Prod. Sci.*, **9**, 687-705.
- BONNEAU M., 1984. *Etude sur la production et le métabolisme du stéroïde 5 α -androst-16-ène-3-one chez le jeune verrat*. Thèse Docteur-Ingénieur Sc. Agron., Université de Rennes I, 60 p.
- BONNEAU M., 1987. Effects of age and live weight on fat 5 α -androst-16-ene-3-one in young boars fed two planes of nutrition. *Reprod. Nur. Develop.*, **27**, 413-422.

- CAMOUS S., PRUNIER A., PELLETIER J., 1985. Plasma prolactin, LH, FSH and estrogen excretion pattern in gilts during sexual development. *J. Anim. Sci.*, **60**, 1308-1317.
- CHRISTENSON R.K., FORD J.J., 1979. Puberty and estrus in confinement reared gilts. *J. Anim. Sci.*, **49**, 743-751.
- CHRISTENSON R.K., FORD J.J., REDMER D.A., 1985. Metabolic clearance and production rates of oestradiol and progesterone during pubertal and postpubertal development in gilts. *J. Reprod. Fert.*, **75**, 247-253.
- CLAUS R., 1974. Dosage radioimmunologique du 5 α -androst-16-en-3-one, stéroïde responsable de l'odeur de verrat, dans le tissu adipeux des porcs. *C.R. Acad. Sc. Paris (D)*, **278**, 299-302.
- CLAUS R., SCHOPPER D., WAGNER H.G., 1983. Seasonal effect on steroids in blood plasma and seminal plasma of boars. *J. Steroid Biochem.*, **19**, 725-729.
- CLAUS R., WEILER U., WAGNER H.G., 1984. The influence of age and of season (and light) on boar reproductive functions. *Cun. Top. Vet. Med. Anim. Sci.*, **30**, 161-183.
- COLENBRANDER B., DE JONG F.H., WENSING C.J.C., 1978. Changes in serum testosterone concentrations in the male pig during development. *J. Reprod. Fert.*, **53**, 377-380.
- COLENBRANDER B., VAN DE WIEL D.F.M., VAN ROSSUM-KOK C.M.J.E., WENSING C.J.G., 1982. Changes in serum FSH concentration in the pig during development. *Biol. Reprod.*, **26**, 105-109.
- DYCK G.W., SWIERSTRA E.E., 1983. Growth of the reproductive tract of the gilt from birth to puberty. *Can. J. Anim. Sci.*, **63**, 81-87.
- EINARSSON S., HOLTMAN M., LARSSON K., SETTERGREN I., BANE A., 1979. The effect of two different feed levels on the development of the reproductive organs in boars. *Acta. Vet. Scand.*, **20**, 1-9.
- ELSAESSER F., STICKNEY K., FOXCROFT G., 1982. A comparison of metabolic clearance rates of estradiol 17 β in immature and peripubertal female pigs and possible implications for the onset of puberty. *Acta Endocr.*, **100**, 606-612.
- FLORCruz S.U., LAPWOOD K.R., 1978. A longitudinal study of pubertal development in boars. *Int. J. Androl.*, **1**, 317-330.
- GODINHO H.P., CARDOSO F.M., NOGUEIRA J.C., 1979. Desenvolvimento sexual de porcos yorkshire. I Crescimento do orgaos genitais masculino, do nascimento aos 15 meses de idade. *Arq. Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte*, **3**, 343-350.
- GOWER D.B., 1972. 16-unsaturated C19 steroids. A review of their chemistry, biochemistry and possible physiological role. *J. Steroid Biochem.*, **3**, 45-103
- HUGHES P.E., 1982. Factors affecting the natural attainment of puberty in the gilt. In *Control of pig reproduction*. D.J.A. Cole and G.R. Foxcroft Ed., 93-116.
- HURTGEN J.P., LEMAN A.D., 1980. Seasonal influence on the fertility of sows and gilts. *J. An. Vet. Med. Assoc.*, **177**, 631-635.
- LEGAULT C., CARITEZ J.C., 1983. L'expérimentation sur le porc chinois en France. I. Performances de reproduction en race pure et en croisement. *Génét. Sélect. Evol.*, **15**, 225-240.
- MAULEON P., 1961. Déroulement de l'ovogénèse comparé chez différents mammifères domestiques. *Proc. IVth Congr. Anim. Reprod. A.I.*, La Haye, **2**, 348-354.
- MEUSY-DESSOLLE N., 1975. Variations quantitatives de la testostérone plasmatique chez le porc mâle, de la naissance à l'âge adulte. *C.R. Acad. Sci. Paris (D)*, **281**, 1875-1878.
- MEUSY-DESSOLLE N., 1985. *Contribution à l'étude du fonctionnement endocrine du testicule et de ses régulations au cours du développement chez le porc domestique (Sus scrofa) et le Macaque Crabier (Macaca fascicularis) depuis la différenciation sexuelle jusqu'à l'âge adulte*. Thèse Doctorat ès Sciences, Université Paris VI, 231 p.
- PATTERSON R.L.S., 1982. Effect of season upon 5 α -androst-16-ene-3-one (boar taint) concentrations in the subcutaneous fat of commercial weight boars. *J. Sci. Food Agric.*, **33**, 55-58.
- PEI-LIEU CHENG, 1983. A highly prolific pig breed of China. The Taihu pig. *Pig news and information*, **4**, 407-426.
- PEYRAT J.P., MEUSY-DESSOLLE N., GARNIER J., 1981. Changes in Leydig cells and luteinizing hormone receptors in porcine testis during postnatal development. *Endocrinology*, **108**, 625-631.

- PRUNIER A., ETIENNE M., 1984. Effects of confinement on attainment of puberty in gilts. Séminaire C.E.E. « *Welfare of confined sows* », St-Gilles. *Ann. Rech. Vet.*, **15**, 159-164.
- PRUNIER A., BONNEAU M., ETIENNE M., 1987. Effects of age and live weight on the sexual development of gilts and boars fed two planes of nutrition. *Reprod. Nutr. Develop.*, **27**, 689-700.
- TAN H.S., RAESIDE J.I., 1980. Developmental patterns of plasma dehydroepiandrosterone sulfate and testosterone in male pigs. *Anim. Reprod. Sci.*, **3**, 73-81.
- UZU G., 1979. Influence de l'alimentation azotée entre 30 et 90 kg de poids vif sur les performances de reproduction du jeune verrat. *Ann. Zootech.*, **28**, 431-441.
- UZU G., BONNEAU M., 1980. Relations entre la production spermatique et la teneur en androsténone dans les graisses du jeune verrat. *Ann. Zootech.*, **29**, 23-30.
- VAN STRAATEN H.W.M., WENSING C.J.G., 1977. Histomorphometric aspects of testicular morphogenesis in the pig. *Biol. Reprod.*, **17**, 467-472.
- VAN STRAATEN H.W.M., WENSING C.J.G., 1978. Leydig cell development in the testis of the pig. *Biol. Reprod.*, **18**, 86-93.
- XU ZHEN-YING, 1985. On the biological and economical traits of ten Chinese indigenous breeds of pigs. *Pig news and information*, **6**, 301-309.