

Influence de l'alimentation azotée entre 30 et 90 kg de poids vif sur les performances de reproduction du jeune verrat

G. UZU

avec la collaboration technique de J.-C. HULIN, I. PIEDEVACHE et G. CONSEIL

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs
Centre national de Recherches zootechniques, I.N.R.A.,
78350, Jouy-en-Josas (France)*

Résumé

Le but de l'expérience est d'étudier l'influence de l'alimentation azotée du porc mâle entre 30 et 90 kg de poids vif sur ses performances ultérieures de reproduction. Nous avons comparé des régimes contenant 12 et 23 p. cent de matières azotées totales à un régime témoin à 18 p. 100, considéré comme optimum pour la croissance.

Les résultats de croissance et de composition corporelle recourent les données habituellement observées chez le porc : la vitesse de croissance est réduite de 15 p. 100 pour les animaux recevant un apport protéique faible et leur état d'adiposité est accru.

Par contre, les relations entre les apports azotés et les performances de reproduction sont moins connues : le poids vif à la première récolte est relativement constant entre les lots (88 kg), mais l'âge à la première collecte est retardée chez les animaux ayant reçu un apport protéique faible.

Les animaux carencés en protéines, produisent aussi un nombre de spermatozoïdes plus faible lors des premières récoltes. Cette différence s'atténue dans le temps après changement de régime et la réhabilitation de la fonction de reproduction semble plus rapide que celle de la croissance corporelle. L'absence d'amélioration au-delà d'un taux de protéines de 18 p. 100 semblerait indiquer que la mise en place de la fonction de reproduction ne nécessiterait pas un apport supérieur à celui du développement corporel.

Introduction

L'influence de l'alimentation des jeunes reproducteurs porcins pendant la période de croissance sur la maturité sexuelle et les performances ultérieures de reproduction n'a pas encore fait l'objet d'études précises. Aussi, les recommanda-

tions alimentaires ne diffèrent elles pas, en pratique, de celles qui sont appliquées aux animaux élevés à des fins de production de viande.

On sait que chez la jeune femelle, une restriction alimentaire sévère peut entraîner un retard important de l'apparition du premier œstrus (ÉTIENNE et DUÉE, 1973). Les travaux portant sur le jeune mâle sont rares avec des résultats contradictoires. Ainsi, l'âge à la puberté, définie par l'apparition des premiers spermatozoïdes dans les tubes séminifères, serait augmenté chez les verrats à croissance lente selon NIWA (1954); DUTT et BARNHART (1959), n'observent pas d'effet. Plus récemment, EYNARSSON *et al.* (1979) indiquent qu'une restriction alimentaire globale retarde la maturité sexuelle des animaux.

L'apport azoté, qui joue un rôle important dans le développement tissulaire (RÉRAT et HENRY, 1964), a un effet plus accentué chez le porc mâle entier que chez le castrat (DESMOULIN, BONNEAU et BOURDON, 1974). On peut donc supposer une interdépendance entre l'apport azoté, le développement corporel et la fonction testiculaire.

La présente expérience a pour but d'étudier l'influence du taux azoté pendant la phase de croissance comprise entre 30 et 90 kg de poids vif sur les développements corporel et testiculaire de jeunes verrats et sur l'aptitude à la collecte et les caractéristiques des premiers éjaculats.

Matériel et méthodes

L'expérience a été entreprise sur 30 jeunes verrats de race Large White, constituant 10 blocs de trois frères de portée et choisis d'après leur poids à 60 jours d'âge. A 30 kg de poids vif, les animaux issus d'une même portée sont répartis en trois lots, ces derniers ne différant que par le niveau des apports azotés dans l'aliment distribué jusqu'à 90 kg de poids vif. Les taux de matières azotées de 12 et 23 p. 100 correspondant respectivement à des apports sub-optimal et sus-optimal pour la croissance pondérale du jeune mâle, sont comparés à un régime témoin contenant 18 p. 100 de protéines (tabl. 1). Les animaux sont alimentés collectivement par loge de cinq et *ad libitum* pendant cette période. Quand ils ont atteint 90 kg de poids vif, ils sont rationnés individuellement à 2,8 kg par jour, d'un aliment contenant 15 p. 100 de matières azotées.

L'entraînement des jeunes verrats pour l'obtention du sperme débute entre 140 et 150 jours d'âge. Ils sont introduits 3 à 4 fois par semaine dans une salle attenante à la porcherie et équipée d'un mannequin pour la récolte. Chaque verrot est récolté une fois par semaine à partir de la première éjaculation. Pour chaque prélèvement de sperme, les caractéristiques suivantes sont enregistrées :

- le volume de la fraction obtenue après filtration de l'éjaculat;
- la concentration de l'éjaculat en spermatozoïdes, mesurée à l'aide d'un hématimètre après dilution de la semence au 1/100;
- la motilité initiale des spermatozoïdes, notée sur une échelle de 0 à 5 et le pourcentage de spermatozoïdes vivants après examen au microscope (X 100).

Les verrats sont abattus à 235 jours d'âge, et les mesures suivantes sont effectuées :

- poids vif et poids de carcasse, poids de longe et de bardière après découpe,

TABLEAU I
Composition des régimes
Composition of experimental diets

Lot (Treatment)	1	2	3	(Après 90 kg) (After 90 kg)
Taux azoté (p. 100) (Crude protein (p. 100) (N × 6,25)	12	18	23	15
Composition (p. 100) (Composition (p. 100))				
Orge (Barley)	47	46	52	50
Mais (Maize)	39,99	25,99	7,99	29,99
Tourteau Soja 50 (Soybean meal)	7	22	34	14
Melasse (Molasses)	3	3	3	3
Mélange minéral (Mineral mixture) ⁽¹⁾	2,9	2,9	2,9	2,9
Mélange oligo-éléments (Trace element mixture) ⁽²⁾	0,1	0,1	0,1	0,1
Mélange vitaminique (Vitamin mixture) ⁽³⁾	0,01	0,01	0,01	0,01
Résultats d'analyse (p. 100) (Results of analysis (p. 100))				
Matières sèches (Dry matter)	89,3	89,4	89,9	88
Matières azotées (Crude protein) (N × 6,25)	12,0	18,2	23,1	14,9
Énergie brute (Gross energy) (Kcal/kg)	3824	3827	3882	3765
Matières minérales (Minerals)	5,0	5,8	6,43	5,21

(1) En p. 100 du régime : Phosphate bicalcique : 1,4; craie broyée : 1,0; sel marin : 0,5 (In p. 100 of the diet : bicalcium phosphate : 1,4; ground chalk : 1,0; salt : 0,5).

(2) En g. pour 1 kg de mélange : sulfate de fer : 400; sulfate de manganèse : 160; sulfate de cuivre 40; sulfate de zinc : 150; Iodure de potassium : 0,3; craie broyée : Q.S.P. (In g/Kg mixture : ferrous sulphate : 400; manganese sulphate : 160; copper sulphate 40; zinc sulphate : 150; potassium iodide : 0,3; ground chalk : sufficient quantity).

(3) Vitamines par kg d'aliment : vitamine A : 4 000 UI; vitamine D₃ : 400 UI; riboflavine : 2 mg; pantothénate de calcium : 5 mg; choline : 100 mg; vitamine B₁₂ : 0,01 mg; acide nicotinique : 10 mg (Vitamins per Kg of feed : vitamin A : 4000 IU; vitamin D₃ : 400 IU; riboflavin : 2 mg; calcium pantothenate : 5 mg; choline : 100 mg; vitamin B₁₂ : 0,01 mg; nicotinic acid : 10 mg).

poids des testicules, des épидидymes et des glandes annexes (glandes séminales et de cowper).

La signification statistique des différents paramètres a été testée par analyse de variance et la comparaison entre les moyennes prises deux à deux a été réalisée à l'aide du test de SCHEFFE (SNEDECOR et COCHRAN, 1967).

Résultats

I. — Performances de croissance

a) Croissance et aliment consommé

L'influence du taux de protéines est significative sur la croissance. A 12 p. 100 de matières azotées, on observe une réduction du gain moyen quotidien, alors qu'au-

delà de 18 p. 100, la vitesse de croissance n'est pas améliorée (tabl. 2). Cependant, après 90 kg de poids vif, lorsque tous les porcs sont soumis à un même régime

TABLEAU 2
Performances de production
Performance

Lot Treatment	1	2	3	Signification statistique S(x) ⁽¹⁾ Statistical significance
Période de 30-90 kg :				
<i>30-90 kg live weight interval :</i>				
Taux azoté (p. 100)	12	18	23	
<i>Crude protein</i>				
Gain moyen quotidien (g)	531 _a	647 _b	645 _b	* 15,4 (12)
<i>Daily gain</i>				
Consommation journalière d'aliment (kg) . .	2,02	2,07	2,11	N.S. 0,04 (9,9)
<i>Daily feed intake</i>				
Indice de consommation (kg alt /kg gain) . .	3,85 _a	3,21 _b	3,29 _b	** 0,12 (18)
<i>Feed conversion ratio</i>				
Épaisseur de lard à 90 kg.	18,7 _a	13,6 _b	11,9 _b	** 0,72 (26)
$\frac{R + D}{2}$ mm				
<i>Backfat thickness at 90 kg</i>				
Période 90 kg — Abattage (235 jours) :				
<i>90 kg live weight-slaughter age interval :</i>				
Taux azoté (p. 100)	15	15	15	
<i>Crude protein</i>				
Gain moyen quotidien (g)	873 _a	732 _b	767 _b	** 16 (10)
<i>Daily gain</i>				
Consommation journalière (kg)	2,74	2,83	2,80	N.S. 0,03 (4)
<i>Daily feed intake</i>				
Indice de consommation	3,14 _a	3,88 _b	3,75 _b	** 0,08 (12)
<i>Feed conversion ratio</i>				
Composition corporelle (235 jours) :				
<i>Carcass characteristics :</i>				
Poids à l'abattage (kg)	123,6 _a	133 _b	134,7 _b	* 3,6 (15)
<i>Weight as slaughter</i>				
Rendement (2) p. 100.	80,4	80,7	81,3	N.S. 0,5 (3)
<i>Carcass yield</i>				
Épaisseur de lard	23,2	22	21,3	N.S. 0,74 (17)
$\frac{R + D}{2}$ mm				
<i>Backfat thickness</i>				
Longe Loin	2,2	2,3	2,5	N.S. 0,47 (20)
Bardière Backfat				

(1) Ecart-type de la moyenne (coefficient de variation) (*Standard error of the mean (coefficient of variation)*) ; N.S. : F non significatif au seuil 5 p. 100 (*F non significant at the threshold 5 p. 100*) ; * , ** : F significatif aux seuils respectifs de 5 et 1 p. 100 (*F significant at the thresholds 5 and 1 p. 100*).

(2) Poids carcasse chaude avec tête p. 100 poids vif ; (*Warm carcass weight with head per cent live weight at slaughter.*)

contenant 15 p. 100 de protéines, on note une croissance compensatrice des animaux ayant subi précédemment une restriction azotée. Elle n'est d'ailleurs pas suffisante pour combler le retard de poids de ces verrats au moment de l'abattage.

La quantité moyenne d'aliment consommé de 30 à 90 kg de poids vif, ne diffère pas entre les lots. Aussi, l'indice de consommation est-il détérioré chez les verrats recevant à volonté un régime à faible taux azoté. Par contre, il est amélioré chez ces mêmes animaux pendant la deuxième période, lorsque les conditions d'alimentation sont identiques dans tous les groupes.

b) Composition corporelle

A 90 kg de poids vif, l'épaisseur de lard, mesurée aux ultra-sons au niveau des reins et sur le dos, est statistiquement accrue pour les animaux ayant eu une croissance ralentie. Les résultats ne diffèrent pas entre 18 et 23 p. 100 de protéines.

Au moment de l'abattage, les différences entre les lots s'atténuent. Cependant, l'état d'adiposité des animaux soumis à une carence azotée reste plus important. Ceci est confirmé par les valeurs moyennes du rapport longe/bardière. Un niveau azoté pléthorique pendant la période 30-90 kg, entraîne seulement une légère amélioration du pourcentage des morceaux maigres de la carcasse à l'abattage.

II. — Performances de reproduction

a) Age et poids à la première récolte de sperme

La maturité sexuelle semble retardée chez les jeunes verrats à vitesse de croissance faible, bien que les valeurs moyennes des âges à la première récolte ne diffèrent pas statistiquement entre les lots (tabl. 3). A 185 jours d'âge, seul un

TABLEAU 3

Maturité sexuelle des jeunes verrats
Sexual maturity of young boars

Lot (Treatment)	1	2	3	Signification statistique S_x (1)
Taux azoté avant 90 kg <i>Crude protein before 90 kg</i>	12	18	23	<i>Statistical significance</i>
<hr/>				
p. 100 animaux récoltés à : <i>p. 100 animals collected at :</i>				
— 145 jours (days)	0	0	0	
— 185 jours (days)	11	60	40	
— 225 jours (days)	78	80	70	
Age à la 1 ^{re} récolte, jours	193	182	177	N.S. 5,5 (14)
<i>Age at the first collection, days</i>				
Poids à la 1 ^{re} récolte, kg	88,6	88,2	88	N.S. 4,2 (20)
<i>Weight at the first collection</i>				

(1) (cf tableau 2 (See table 2).

verrat sur les neuf carencés en protéines, est récolté, contre quatre et six sur dix dans les deux autres groupes, les jeunes reproducteurs ayant reçu un niveau pléthorique de matières azotées ne présentent pas pour autant une meilleure précocité sexuelle. Au-delà de 200 jours d'âge, les différences entre traitements s'estompent et il faut souligner qu'un nombre important de verrats (6 sur 29), comparable dans tous les lots, refusent d'être collectés durant la période expérimentale.

Le poids à la première récolte est par contre relativement constant et ne diffère pas entre les lots.

Une restriction de la quantité de protéines ingérées semble donc retarder d'une dizaine de jours le moment où il est possible de récolter de la semence d'un jeune verrot sur un mannequin.

b) *Production spermatique*

Les caractéristiques de l'éjaculat présentent de fortes variations entre verrats d'un même groupe, qu'il s'agisse du volume, de la concentration ou du nombre de spermatozoïdes. Ceci explique que seules les tendances peuvent être dégagées entre les lots (tabl. 4).

TABLEAU 4
Caractéristiques de l'éjaculat
Ejaculate characteristics

Lot (Treatment)	1	2	3	Signification statistique S (1) Statistical significance
Taux azotés entre 30-90 kg <i>Crude protein between 30-90 kg</i>	12	18	23	
— Volume (ml) 185 jours (days)	83	100	107	N.S. 9,3 (44)
230 jours (days)	222	197	198	N.S. 8,4 (30)
— Concentration (10 ⁶ Spz/ml)	129	198	204	N.S. 20 (55)
Concentration 185 jours (days)	129	198	204	N.S. 20 (55)
230 jours (days)	228	286	237	N.S. 19 (55)
— Nombre spz /éjaculat (X 10 ⁹)				
Total semen 185 jours (days)	9,8	21,8	23,5	N.S. 3 (72)
230 jours (days)	45,5	55,1	49,0	N.S. 3,2 (47)
— Motilité des spz				
Motility 185 jours (days)	2,9	3,5	3,7	N.S. 0,13 (22)
230 jours (days)	3,7	3,9	3,9	N.S. 0,07 (12)
— p. 100 de Spz vivants /éjaculat <i>p. 100 viable sperm /ejaculate</i>				
185 jours (days)	77	76	80	N.S. 2 (13)
230 jours (days)	88	87	88	N.S. 0,07 (6)

(1) Cf. tableau 2 (See table 2).

On sait que les trois paramètres précédents évoluent rapidement en fonction du temps. Chez les animaux que nous avons étudiés (fig. 1) :

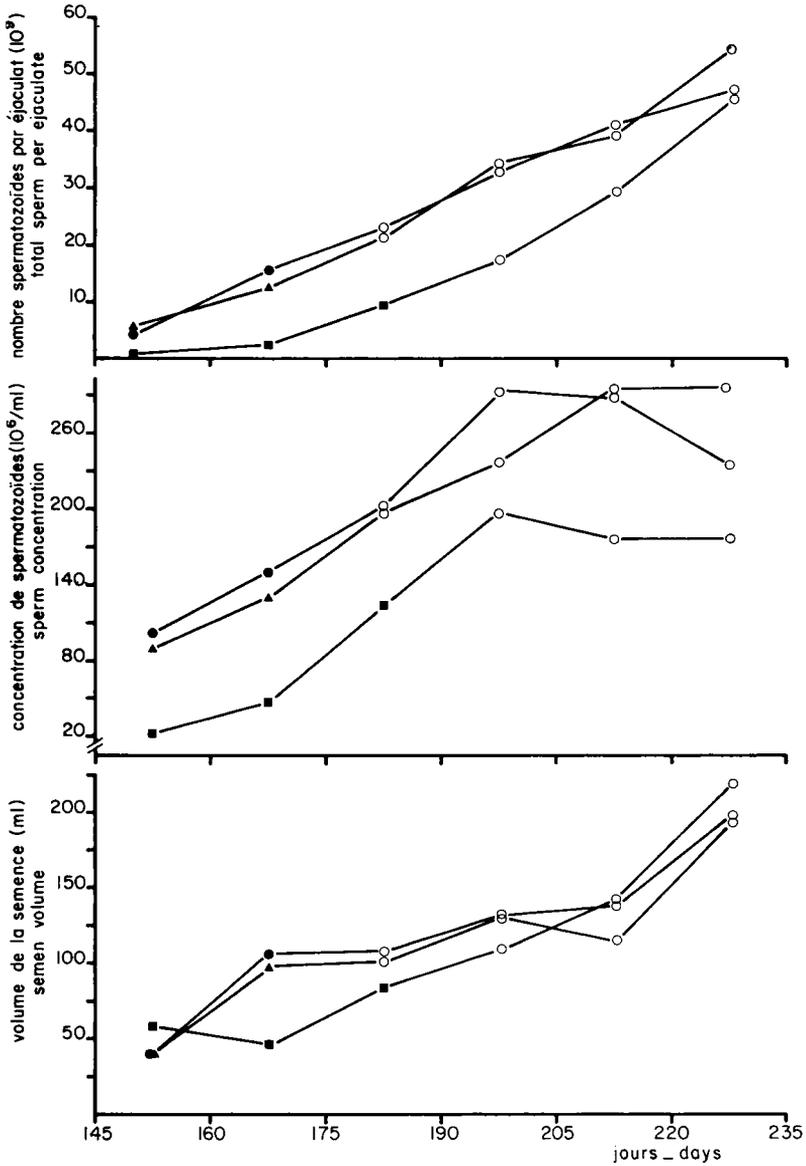


FIG. 1. — Influence des apports azotés sur l'évolution de la production spermatique.
 Samen production as affected by the crude protein supply of the animals.

- — 12 p. 100 mat. (total crude protein)
 - ▲ — 18 p. 100 mat.
 - — 23 p. 100 mat.
 - — Régime commun à partir de 90 kg : 15 p. 100 mat.
- (Same diet for all animals from 90 kg : 15 p. 100 crude protein).

Note : Écart-type des moyennes, voir tableau 4.
 (Standard error of means, see table 4).

— Le volume moyen de la semence croît régulièrement pendant la période expérimentale (de 150 à 235 jours) passant de 45 à 200 ml par éjaculat sans que l'on observe de différence entre les traitements.

— La concentration en spermatozoïdes s'accroît aussi avec l'âge. Toutefois, bien que les résultats ne diffèrent pas statistiquement, les animaux carencés en protéines pendant leur jeune âge, produisent au début des éjaculats beaucoup plus dilués.

— Le nombre de spermatozoïdes par éjaculat passe en moyenne de 5 à 50.10^9 entre 150 et 235 jours d'âge pour un rythme de collecte hebdomadaire. Malgré une variabilité élevée de la production spermatique à l'intérieur de chaque groupe, une tendance nette apparaît : les animaux dont la croissance était ralentie entre 30 et 90 kg de poids vif, produisent un nombre de spermatozoïdes plus faible lors des premières récoltes. L'apport d'un taux azoté au-delà de 18 p. 100 ne se traduit pas cependant par une production spermatique accrue. Après 210 jours d'âge, les différences entre les lots se réduisent progressivement.

Les critères qualitatifs de la semence (motilité et pourcentage de spermatozoïdes vivants) ne diffèrent pas statistiquement entre les lots. Néanmoins, lors des premières récoltes, la motilité des spermatozoïdes des animaux du lot 1 tend à être inférieure à celle des autres.

c) Caractéristiques anatomiques de l'appareil génital (tabl. 5.)

Le poids moyen des testicules, mesuré à l'âge de 235 jours, augmente avec le taux azoté de l'aliment consommé avant 90 kg de poids vif. Toutefois, l'ajustement des données à un poids vif constant de 128 kg, moyenne de l'échantillon, réduit les écarts. Les nouvelles valeurs obtenues, respectivement de 303, 293 et 325 g pour les lots 1, 2, et 3 n'apparaissent plus statistiquement différentes.

Le poids des épидидymes et des glandes annexes ne diffère pas entre les traitements.

TABLEAU 5

Poids des organes sexuels à l'abattage
Weight of the reproductive tract at slaughter

Lot (<i>Treatment</i>)	1	2	3	Signification statistique <i>Statistical significance</i> S(x) (1)
Taux protéines entre 30 et 90 kg <i>Crude protein between 30-90 kg</i>				
Poids testicule	261 _a	319 _{ab}	348 _b	* 16 (29)
<i>Testicular weight</i>				
Poids des épидидymes	56	66	69	N.S. 3,2 (26)
<i>Epididymis weight</i>				
Poids des glandes séminales	240	299	298	N.S. 36 (67)
<i>Seminal vesicles weight</i>				
Poids des glandes de cowper	252	257	253	N.S. 16 (34)
<i>Bulbo-urethral glands weight</i>				

(1) Cf. tableau 2 (*See table 2*).

Discussion

A. — *Age et poids des jeunes verrats à la première récolte*

La maturité sexuelle apparaît chez le verroat comme un phénomène évolutif (BANE, 1959). Elle dépend de l'âge à la puberté et de la capacité ultérieure d'éjaculation, elle-même liée au comportement sexuel de l'animal. Elle peut être repérée par l'âge et le poids vif à la première récolte.

L'âge moyen à la première collecte, qui est de 184 jours dans notre expérience, semble plus précoce que l'apparition du premier œstrus chez les jeunes femelles de même race, intervenant entre 200 et 240 jours d'après LEGAULT (1973).

Une carence en protéines par rapport aux besoins estimés pour la croissance corporelle semble augmenter légèrement l'âge à la première récolte de sperme. Parallèlement un retard de puberté a été enregistré par NIWA (1954) chez des verrats dont la vitesse de croissance était ralentie à la suite d'une restriction alimentaire globale.

Quel que soit le traitement nutritionnel qui était imposé, nous avons noté une part importante de jeunes reproducteurs (21 p. 100) ne présentant pas de réaction sexuelle, vis-à-vis du mannequin entre 5 et 8 mois d'âge. Ceci rejoint les résultats d'une enquête de PAQUIGNON *et al.* (1978), indiquant que, malgré des essais répétés, 15 à 20 p. 100 des jeunes verrats ne peuvent être collectés à 7 mois d'âge. Dans notre expérience, la présence de spermatozoïdes dans les épидидymes des verrats non récoltés à 235 jours d'âge, indique qu'il s'agit d'un problème de comportement sexuel. Malgré l'absence de données chiffrées, il est vraisemblable qu'une partie des verrats sexuellement inactifs (SIGNORET, 1972), pourrait être utilisée mais plus tardivement que les autres.

Le poids vif, à la première récolte, semble beaucoup moins variable que l'âge, contrairement aux résultats énoncés par DUTT et BARNHART (1959). Pour leur part, EINARSSON *et al.* (1979) indiquent qu'une réduction de 13 p. 100 de la vitesse de croissance chez les jeunes verrats par rapport aux témoins (750 contre 865 g) entre 35 et 90 kg entraîne une puberté plus tardive chez les animaux les plus légers. Ces divergences sont probablement liées à des restrictions alimentaires différentes entre les expériences, et aussi à des variations importantes des données à l'intérieur de chaque traitement.

B. — *Production spermatique des jeunes verrats*

La quantité de spermatozoïdes dans l'éjaculat s'accroît entre 160 et 235 jours d'âge. Cette évolution se poursuit rapidement au-delà du stade de nos observations jusqu'à 8 à 10 mois d'après NIWA et MIZUHO (1954), EGBUNICKE et STEINBACH (1972), voire jusqu'à 18 mois d'âge (LEMAN et RODEFFER, 1976).

Il semble exister une relation entre la production spermatique et le développement général de l'animal. Pour les animaux dont la croissance était réduite à la suite d'une carence azotée, le nombre de spermatozoïdes récoltés est moins important jusqu'à 7-8 mois d'âge. Ainsi dans le cas de l'utilisation de ces animaux en insémination artificielle avec un rythme de collecte hebdomadaire, la quantité

de gamètes produits par récolte à 200 jours d'âge correspondrait en moyenne à un potentiel de 10 doses de sperme par animal (3.10^9 Spz/dose) contre 13 pour les verrats ayant reçu une ration azotée suffisante ou excessive, correspondant aux besoins du développement corporel. Mais à 230 jours d'âge, malgré un écart de poids de 17 kg entre les animaux à croissance normale (lots 2 et 3) et sub-normale (lot 1), la production spermatique n'est plus différente. Ces données rejoignent les résultats de DICKERSON, CRESHAM et Mc CANCE (1964), obtenus chez des verrats sévèrement sous-alimentés pendant un an puis réalimentés par la suite. On peut donc supposer que dans l'espèce porcine il y a un poids corporel minimum nécessaire pour le déclenchement de la maturité sexuelle.

Inversement, les performances de reproduction ne sont pas améliorées par un apport azoté considéré comme supérieur à celui nécessaire à la croissance optimale de l'animal.

En conclusion, il apparaît qu'une sous-alimentation protéique entre 30 et 90 kg de poids vif retarde le moment où il est possible d'effectuer la première collecte et provoque un abaissement important des quantités de spermatozoïdes récoltés au cours des deux mois suivants. L'absence d'amélioration au-delà d'un taux de protéines de 18 p. 100 semble indiquer que la mise en place de la fonction de reproduction ne nécessite pas un apport supérieur à celui du développement corporel. Ces résultats présentent une importance pratique dans l'optique d'une utilisation intensive et précoce de jeunes verrats.

Accepté pour publication en novembre 1979.

Remerciements

L'auteur tient à remercier MM. AUMAITRE et ETIENNE pour l'aide et les suggestions qu'ils lui ont apportées lors de la rédaction de ce texte.

Summary

Influence of protein feeding on the reproductive performance of 30 to 90 kg young boars

The purpose of the present experiment was to determine the influence of protein feeding of 30 to 90 kg male pigs on their subsequent reproductive performance. Diets containing 12 and 23 p. 100 total crude protein were compared with a control diet including 18 p. 100 crude protein, considered as an optimum level for growth.

Growth and body composition data were in keeping with those usually observed in the pig (table 2): a 15 p. 100 of the growth rate and an increase of fatness were observed in animals receiving a low protein supply.

On the other hand, the relationships between protein supply and reproductive performance have not been well established yet.

At the first semen collection, the live weight of the different groups was relatively constant (88 kg), but there was a delay in age in the animals receiving a low protein supply (table 3).

The number of spermatozoa at the first collections was also lower in the protein deficient animals (table 4, fig. 1). This difference was decreased with time after change of the diet and the recovery of the reproductive activity seems to be faster than that of the body growth. The absence of any improvement with protein levels exceeding 18 p. 100 seems to show that the onset of the reproductive activity does not require a higher supply than that necessary for body growth.

Références bibliographiques

- BANE A., 1959. Some results of studies on the semen of young boars and on artificial insemination in pigs. *Ann. Zootech.*, **8**, (n° hors-série), 15-20.
- DESMOULIN B., BONNEAU M., BOURDON D., 1974. Étude en bilan azoté et composition corporelle des porcs mâles entiers ou castrés de race Large White. *Journées Rech. porcine en France*, **6**, 247-255, I.N.R.A., I.T.P. éd., Paris.
- DICKERSON J. W. T., CRESHAM G. A., Mc CANCE R. A., 1964. Effect of undernutrition and rehabilitation on the development of the reproductive organs: Pigs *J. Endocr.*, **29**, 111-118.
- DUTT R. H., BARNHART C. E., 1959. Effects of plane of nutrition upon the reproductive performance of boars. *J. anim. Sci.*, **18**, 3-13.
- EGBUNICKE G. N., STEINBACH J., 1972. Age changes in the testicular function of boars reared in a tropical environment. *Proc VII. Int. Congr. Anim. Reprod. A. I.*, Munchen, 2088-2090.
- EINARSSON S., HOLTMAN M., LARSSON K., SETTERGREN I., and 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.
- ÉTIENNE M., DUEE P. H., 1973. Effets respectifs des niveaux alimentaires pendant la croissance et le premier mois de gestation sur les performances de reproduction chez la truie nullipare : résultats préliminaires. *Ann. Zootech.*, **22**, 453-462.
- LÉGAULT C., 1973. Déterminisme génétique de la précocité sexuelle, du taux d'ovulation et du nombre d'embryons chez la truie primipare : hérabilité, effet d'hétérosis. *Journées Rech. porcine en France*, **5**, 147-154, I.N.R.A., I.T.P. éd., Paris.
- LEMAN A. D., RODEFFER M. E., 1976. Boar management *Vet. Rec.*, **98**, 457.
- NIWA T., 1954. Studies on spermatogenic function in swine. I. Relationship between body growth and spermatogenic function. *Bull. Nat. Inst. Agric. Sci. Japan*, **8**, 17-29.
- NIWA T., MIZUHO A., 1954. Studies on the age of sexual maturity of the boar. *Bull. Nat. Inst. Agri. Sci. Japan* **9**, p. 173.
- PAQUIGNON M., MARTINAT-BOTTE F., BARITEAU F., BOSCH M. J., COUROT M., MAULEON P., SIGNORET J.-P. 1978. Préoccupations et connaissances techniques en matière de reproduction porcine. *Journées Rech. porcine en France*, **10**, 63-94, I.N.R.A., I.T.P. éd., Paris.
- RERAT A., HENRY Y. 1964. Étude du besoin azoté chez le porc en croissance. I. Utilisation de la farine de poisson à 3 taux différents. *Ann. Zootech.*, **13**, 5-34.
- SIGNORET J.-P., 1972. Contribution à l'étude des mécanismes éthologiques et endocriniens du comportement sexuel de la truie. *Thèse de doctorat d'Etat Es. Sciences Naturelles présentée à l'Université Paris-VI*, p. 166.
- SNEDECOR G. W., COCHRAN W. G., 1967. *Statistical methods* (6^e édition), Iowa State University Press, Ames, Iowa.