

Apparition de la puberté chez les agneaux mâles de race *Ouled Djellal*

S. BOUSSENA¹, O. BOUAZIZ¹, S. HIRECHE¹, L. DERQAOU², A. L. DIB¹, N. MOULA^{3*}

¹Laboratoire de Gestion de la Santé et Productions Animales, Institut des Sciences Vétérinaires, Université des Frères Mentouri, Constantine, ALGERIE.

²Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat Instituts, 10101, MAROC.

³Département des Productions Animales, Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Quartier Vallée 2, Avenue de Cureghem 6, 4000 Liège, BELGIQUE.

* Auteur chargé de la correspondance : nassim.moula@ulg.ac.be

RESUME

L'objectif de cette étude est d'évaluer les performances de croissance corporelle et testiculaire chez les agneaux de race *Ouled Djellal* du sevrage à l'âge d'un an et de préciser l'âge d'apparition de la puberté et l'évolution ultérieure de la production spermatique.

Des pesées et des mensurations hebdomadaires du tour de poitrine, de la circonférence scrotale, de la longueur testiculaire, du diamètre testiculaire et du diamètre de la queue de l'épididyme des deux gonades ont été réalisées chez dix agneaux du sevrage jusqu'à l'installation de la puberté. Des collectes hebdomadaires de semence ont été effectuées à l'aide d'un électro-éjaculateur du sevrage jusqu'à la puberté puis les différentes mesures et les prélèvements de semence ont été réalisés tous les quinze jours.

Les résultats montrent que la puberté apparaît à un âge moyen de 228 ± 7 jours et avec un poids moyen de $40,4 \pm 1,2$ kg. Des corrélations hautement significatives ($p < 0,001$) sont observées entre les mensurations testiculaires et celles du corps. De remarquables corrélations significatives ont également été observées après la puberté entre les mensurations testiculaires (surtout la circonférence scrotale) et les caractéristiques spermatiques.

Mots-clés : agneaux mâles, race *Ouled Djellal*, croissance, mensurations gonadiques, puberté, production spermatique.

SUMMARY

Onset of puberty in *Ouled Djellal* rams

The aim of this study is to evaluate the body and testicular growth performances in *Ouled Djellal* rams from weaning until twelve months of age. It also contributes to the study of the onset of puberty in *Ouled Djellal* rams and to follow the subsequent evolution of their semen production. Weekly measurements of body weight, chest perimeter, scrotal circumference, testicular length and diameter, as well as the cauda-epididymis diameter of the gonads were conducted in ten rams, from weaning and until the onset of puberty. Semen collection was also performed in the same manner with an electroejaculator in order to define puberty. After the onset of puberty, observations were made fortnightly on body weight, chest perimeter, testis morphometry and the evolution of semen characteristics.

Puberty settled at an average age of 228 ± 7 days with an average weight of 40.4 ± 1.2 kg. Highly significant correlations were observed between testicular measurements and those of the body. Similar significant correlations were also observed between testicular measurements (especially scrotal circumference) and semen characteristics after puberty.

Keywords: rams, *Ouled Djellal* breed, growth, testis morphometry, puberty, semen production.

Introduction

En Algérie, le cheptel ovin représente près de 20 millions de têtes [23], dont 63% de race *Ouled Djellal* [6, 24]. Cette race occupe une place prépondérante à l'échelle nationale et même à l'échelle magrébine, par sa rusticité [38]. Cependant beaucoup de ses performances restent inconnues.

En Algérie, l'influence du bélier dans la reproduction a été souvent minimisée. Ce dernier n'a bénéficié que de rares études [1, 6, 8, 27]. En revanche, il n'existe aucune donnée sur l'âge d'apparition de la puberté chez les races ovines algériennes.

La puberté est une phase très importante dans la vie de l'animal, souvent négligée. Une apparition précoce de la puberté chez les ovins entraîne un allongement de la carrière de reproduction, alors qu'une puberté tardive résulte en un retard dans la production de la première progéniture et donc à une augmentation de l'intervalle entre générations, culminant en une diminution de la productivité numérique.

L'apparition de la puberté chez les agneaux mâles de race *Ouled Djellal* a été recherchée en mesurant avec précision: le

développement corporel (le poids et le tour de la poitrine) et la morphométrie testiculaire (la circonférence scrotale, la longueur et le diamètre testiculaires et le diamètre de la queue de l'épididyme). En plus, la production spermatique a été également suivie. L'effet de la photopériode sur la taille testiculaire et l'évolution des caractéristiques du sperme ont été étudiés. L'effet de la taille de la portée sur les différents paramètres étudiés a été également vérifié.

Matériel et méthodes

Cette étude s'est déroulée à la ferme de démonstration de l'Institut Technique des Elevages de Ain M'lila (wilaya d'Oum El-Bouaghi), à une altitude de 678 m (latitude $35^{\circ} 52' N$; longitude $7^{\circ} 6' E$). Le cheptel ovin de cette ferme appartient à la race *Ouled Djellal*. Il est élevé en mode semi intensive. Cette race ne souffre pas d'un ancestrus saisonnier.

Dix agneaux mâles de la race *Ouled Djellal* nés en automne, âgés de 4 mois ($123 \pm 1,2$ jours) et d'un poids moyen de $24,4 \pm 1,14$ kg (moyenne \pm erreur type) ont été choisis. Les agneaux ont été élevés en stabulation entravée et soumis à la photopériode naturelle. Ils avaient à leur disposition, du foin d'orge, un apport inconstant de foin de luzerne et un concentré industriel à base de céréales. Les blocs de sel

étaient distribués ad-libitum et les animaux s'abreuvent deux fois par jour (matin et soir).

MENSURATIONS CORPORELLES ET TESTICULAIRES

Les agneaux ont fait l'objet des mensurations corporelles et testiculaires du sevrage au 12^{ème} mois d'âge. Le développement corporel a été apprécié par des pesées à l'aide d'un pèse bétail conçu pour les petits ruminants (200 kg±500 g, Marechalle-pesage, France). Le tour de poitrine et la circonférence scrotale ont été mesurés à l'aide d'un ruban métrique à usage zootechnique (Rondo®, Kruuse, Switzerland). La circonférence scrotale est mesurée au niveau du plus grand diamètre des deux testicules pris ensemble [47]. La longueur testiculaire [63], le diamètre testiculaire antéropostérieur [56, 63] et le diamètre des queues des épидидymes [63] ont été mesurés pour les deux gonades en utilisant un pied à coulisse.

COLLECTE ET ETUDE DE LA SEMENCE

La semence a été récoltée à l'électro-éjaculateur (Medata Ram Ejaculator, England) afin de déterminer le moment de l'installation de la puberté (apparition des premiers spermatozoïdes mobiles dans l'éjaculat) [7, 9, 53]. Le sperme ainsi récolté est examiné sur place. L'examen macroscopique porte sur le volume, la couleur (1: transparent et 2: blanc ivoire) et la consistance de l'éjaculat [26]. Alors que l'examen microscopique est effectué sur 2 à 3 gouttes de sperme non dilué et sur plusieurs champs microscopiques dans le but de mettre en évidence l'apparition des premiers spermatozoïdes. Lorsque ceux-ci apparaissent au niveau de l'éjaculat, les paramètres suivants sont évalués : mobilités massale et individuelle [4], calcul de la concentration [4] à hématimètre (cellule de Thoma à deux grilles, Marienfeld, Germany) et nombre total de spermatozoïdes (produit du volume et de la concentration) [35, 48].

Après l'installation de la puberté, d'autres paramètres ont été évalués (pourcentage de spermatozoïdes mobiles, pourcentage de spermatozoïdes vivants, pourcentage de spermatozoïdes anormaux et pourcentage des différentes classes d'anomalies) [8].

ANALYSES STATISTIQUES

L'analyse des statistiques descriptives détaillées, le test t de Student des échantillons appariés (comparaison entre les paramètres étudiés par rapport à la taille de la portée), ainsi que l'existence de corrélations possibles par le calcul du coefficient de corrélation de Pearson ont été réalisés [60]. Les corrélations dont le seuil de significativité (p) est inférieur à 0,05 sont considérées comme significatives. Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± erreur-type.

Résultats

Aucune différence significative n'a été observée entre les deux testicules (droit et gauche) durant toute la période de

l'étude, c'est la raison pour laquelle les valeurs moyennes de la longueur testiculaire, du diamètre testiculaire et du diamètre de la queue de l'épididyme ont été présentées.

PERFORMANCES CORPORELLES ET TESTICULAIRES APRES LE SEVRAGE

Des corrélations très hautement significatives ($p < 0,001$) regroupent tous les paramètres étudiés du sevrage jusqu'à l'âge de 12 mois. Des corrélations positives très hautement significatives ($p < 0,001$) ont liés l'âge avec les différentes mensurations corporelles (poids et tour de poitrine) et testiculaires étudiées. Les plus fortes corrélations sont celles liants le poids avec l'âge ($r=0,99$) et avec le tour de poitrine ($r=0,98$) et la circonférence scrotale avec le reste des mensurations testiculaires ($r=0,99$ pour la longueur et le diamètre testiculaires et $r=0,98$ pour le diamètre de la queue de l'épididyme).

PERFORMANCES A L'APPARITION DES PREMIERS SPERMATOZOÏDES

Les premiers éjaculats contenant des spermatozoïdes immobiles sont observés vers l'âge moyen de 145±10 jours (intervalle : 112-199 jours), soit 3 semaines après le sevrage, à 30% du poids adulte: 30±1,5 kg (intervalle: 24,4-37 kg) et avec une circonférence scrotale moyenne de 14±0,9 cm (intervalle entre 11 et 18 cm).

L'âge d'apparition des premiers spermatozoïdes immatures est fortement corrélé avec le tour de poitrine ($r=0,67$; $p=0,04$), la circonférence scrotale ($r=0,64$; $p<0,05$), le diamètre testiculaire ($r=0,77$; $p=0,01$) et avec le diamètre de la queue de l'épididyme ($r=0,73$; $p=0,02$). La production des premiers spermatozoïdes immobiles dans les éjaculats est plus précoce chez les agneaux nés simples par rapport aux jumeaux (144±15,2 vs 146±13,3 jours) mais reste non significative ($p>0,05$).

PERFORMANCES A LA PUBERTE

Performances corporelle et testiculaire à la puberté

L'âge de l'apparition de la puberté c'est-à-dire des spermatozoïdes mobiles est en moyenne de 228±7 jours, soit 7,5 mois (Tableau I).

Le tableau II résume les différentes corrélations qui existent entre les paramètres corporelles et testiculaires mesurés au moment de l'apparition de la puberté. Aucune corrélations significatives ($p>0,05$) n'a été enregistrée entre l'âge à la puberté et les différents paramètres étudiés. Le poids présente uniquement une corrélation significative avec le tour de poitrine ($r=0,83$; $p<0,05$). Le tour de poitrine est corrélé à tous les paramètres testiculaires mesurés sauf avec le diamètre de la queue de l'épididyme. Toutes les mensurations testiculaires sont fortement corrélées entre elles ($p<0,05$).

Caractéristiques séminales à la puberté

Le tableau III résume les valeurs moyennes des caractéristiques séminales évaluées au moment de la puberté.

A l'apparition de la puberté, l'âge ne présente aucune corrélation avec les caractéristiques séminales étudiées ($p>0,05$). De même, le poids et le tour de poitrine ne sont corrélés à aucun des paramètres spermatiques ($p>0,05$). En revanche, parmi les mensurations testiculaires réalisées à la puberté, seul le diamètre de la queue de l'épididyme est corrélé significativement et positivement avec le nombre

total en spermatozoïdes par éjaculat ($r=0,67$; $p<0,05$). Enfin, tous les paramètres spermatiques des premiers éjaculats à la puberté ne sont pas corrélés entre eux ($p>0,05$).

PERFORMANCES POST-PUBERTAIRES

Après l'apparition de la puberté, la concentration en spermatozoïdes par millilitre d'éjaculat est en moyenne de $1139\pm 395\cdot 10^6$. Le pourcentage moyen de spermatozoïdes vivants est de $50,7\pm 5,1\%$. Durant la période post-pubertaire, le pourcentage de spermatozoïdes mobiles augmente considérablement. Il varie de 33,33% à 75%, avec une

Performances des agneaux	Simple	Double	Moyenne
Age (jours)	223±11	235,3±6	228±7
Poids (kg)	41±1,8	39,5±1,7	40,4±1,2
TP (cm)	89±1,2	89,38±1,4	89,15±0,9
CS (cm)	21,58±1,28	22,05±1,03	21,77±0,83
LT (cm)	5,18±0,42	5,1±0,36	5,15±0,28
DT (cm)	3,45±0,29	3,79±0,28	3,59±0,20
DQE (cm)	1,94±0,18	1,93±0,09	1,94±0,12

TP (Tour de poitrine), CS (Circonférence scrotale), LT (Longueur testiculaire), DT (Diamètre testiculaire), DQE (Diamètre de la queue de l'épididyme).
Les moyennes de la même ligne ne diffèrent pas significativement avec la taille de la portée à $p<0,05$.

TABLEAU I : Age, mensuration corporelles et testiculaires au moment de la puberté chez 10 agneaux *Ouled Djellalen* fonction de la taille de la portée à leur naissance.

Paramètres	Age	Poids	TP	CS	LT	DT	DQE
Age	1	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Poids		1	0,83**	NS	NS	NS	NS
TP			1	0,79**	0,74*	0,74*	NS
CS				1	0,95***	0,94***	0,64*
LT					1	0,88**	0,76*
DT						1	0,65*
DQE							1

TP (Tour de poitrine), CS (Circonférence scrotale), LT (Longueur testiculaire), DT (Diamètre testiculaire), DQE (Diamètre de la queue de l'épididyme).

* : Corrélation significative à $p<0,05$, ** : Corrélation significative à $p<0,01$, *** : Corrélation significative à $p<0,001$, NS : Corrélation non significative.

TABLEAU II : Corrélations entre les mensurations corporelles et testiculaires au moment de la puberté chez 10 agneaux *Ouled Djellal*.

Performances des agneaux	Naissances simples	Naissances doubles	Moyenne
Vol (ml)	0,52±0,1	0,66±0,2	0,58±0,8
MM (0-5)	0,08±0,1	0,38±0,2	0,2±0,1
MI (0-5)	0,75±0,1	1±0	0,85±0,1
Conc (*10 ⁶ /ml)	6,35±1,2	8±1,8	7,01±1
NTS (*10 ⁶ /éjaculat)	3±0,4	4,9±1,8	3,8±0,8

Vol: Volume, MM: Mobilité massale, MI: Mobilité individuelle, Conc: Concentration, NTS: Nombre total en spermatozoïdes par éjaculat.

Les moyennes de la même ligne ne diffèrent pas significativement avec la taille de la portée à $p<0,05$.

TABLEAU III : Variations des caractéristiques spermatiques (moyenne ± erreur-type) chez 10 agneaux *Ouled Djellal* au moment de la puberté en fonction de la taille de la portée à leur naissance.

moyenne de $57,2 \pm 11,1\%$. En revanche, le pourcentage moyen de spermatozoïdes anormaux enregistré après la puberté est faible ($5,8 \pm 4,6\%$).

Le calcul du coefficient de corrélations de Pearson nous a permis de mettre en évidence l'existence de corrélations très marquées entre les différents paramètres spermatiques étudiés après la puberté (Tableau IV).

Les différentes caractéristiques spermatiques ont subi des variations significatives avec l'âge, le poids et avec la durée d'éclaircissement. Tous les paramètres spermatiques étudiés sont corrélés avec l'âge et le poids excepté le volume de l'éjaculat et le pourcentage de spermatozoïdes mobiles. Certains de ces paramètres varient significativement avec la durée du jour (la concentration et le produit total de spermatozoïdes par éjaculat, les pourcentages en spermatozoïdes vivants et anormaux). Ces derniers sont meilleurs en période des jours courts (Tableau V).

Aussi bien l'apparence des éjaculats collectés après la puberté (couleur et consistance) ainsi que les motilités massale et individuelle, le nombre total en spermatozoïdes et le pourcentage des spermatozoïdes anormaux sont corrélés à tous les paramètres testiculaires mesurés. Le volume et le pourcentage de spermatozoïdes mobiles ne présentent aucune corrélation avec les paramètres testiculaires mesurés après la puberté (Tableau VI).

Discussion

PERFORMANCES CORPORELLES ET TESTICULAIRES APRES LE SEVRAGE

Le sevrage dans cette ferme est réalisé tardivement (123 jours) par comparaison à d'autres études où le sevrage est effectué à 75 jours [62], ce qui influence la croissance ultérieure des agneaux [17].

Corrélation	Vol	Coul	Consis	MM	MI	Conc	NTS	SM	SV	SA
Vol	1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Coul		1	0,84**	0,76**	0,78**	0,73**	0,67*	0,81**	0,77**	NS
Consis			1	0,87***	0,81**	0,71**	0,64*	0,69*	0,70*	-0,76*
MM				1	0,97***	NS	NS	0,71*	0,71*	NS
MI					1	NS	NS	0,79**	0,77*	-0,71*
Conc						1	0,95***	NS	NS	-0,82*
NTS							1	NS	NS	NS
SM								1	0,78**	-0,67*
SV									1	-0,82*
SA										1

Vol : Volume, Coul: Couleur, Consis: Consistance, MM: Mobilité massale, MI: Mobilité individuelle, Conc: Concentration, NTS: Nombre total en spermatozoïdes par éjaculat, SM: Pourcentage en spermatozoïdes mobiles, SV: Pourcentage en spermatozoïdes vivants, SA: Pourcentage en spermatozoïdes anormaux.

*: Significatif à $p < 0,05$, **: Significatif à $p < 0,01$ et ***: Significatif à $p < 0,001$. NS: non significatif.

TABLEAU IV : Les corrélations existantes entre les différents paramètres spermatiques étudiés après la puberté.

Corrélations	Age	Poids	Durée du jour
Vol	NS	NS	NS
Coul	0,80**	0,82**	NS
Consis	0,79**	0,82**	NS
MM	0,78**	0,82**	NS
MI	0,75**	0,79**	NS
SM	NS	NS	NS
Conc	0,87***	0,78**	-0,67*
NTS	0,83**	0,63*	-0,69*
SV	0,84*	0,96***	-0,84*
SA	-0,91**	-0,83*	0,85*

Vol : Volume, Coul: Couleur, Consis: Consistance, MM: Mobilité massale, MI: Mobilité individuelle, SM: Pourcentage en spermatozoïdes mobiles, Conc: Concentration, NTS: Nombre total en spermatozoïdes par éjaculat, SV: Pourcentage en spermatozoïdes vivants, SA: Pourcentage en spermatozoïdes anormaux.

*: Significatif à $p < 0,05$, **: Significatif à $p < 0,01$ et ***: Significatif à $p < 0,001$. NS: non significatif.

TABLEAU V : Coefficients de corrélations des différentes caractéristiques spermatiques après la puberté avec l'âge, le poids et la durée du jour.

L'absence de différence significative entre les deux testicules (droit et gauche) [19, 21] permet de penser qu'un seul testicule suffit pour estimer la taille des deux gonades.

La forte corrélation observée entre le poids et l'âge est en accord avec différents travaux antérieurs [21, 34, 42]. Le tour de poitrine présente une évolution comparable à celle du poids, ce qui permet son utilisation pour apprécier le poids chez les agneaux du sevrage à l'âge d'un an [3, 25, 46].

En accord avec différents travaux antérieurs [21, 47, 54] et contrairement à Hassan *et al.* [32], la circonférence scrotale chez les agneaux *Ouled Djellal* est corrélée avec l'âge ($r=0,94$; $p<0,001$). En concordance avec les résultats de divers auteurs [21, 37, 39, 54], les différents paramètres testiculaires mesurés sont fortement corrélés avec l'âge ($r=0,97$ pour la longueur et le diamètre testiculaires et $r=0,95$ pour le diamètre de la queue de l'épididyme). Quant à la croissance testiculaire, elle suit exactement celle du corps. Des corrélations entre le poids et la circonférence scrotale d'une part et le diamètre testiculaire d'autre part [18, 44, 54] ou d'une manière globale entre le poids et toutes les mensurations testiculaires étudiées [21] ont été mises en évidence. En accord avec Maksimović *et al.* [46], une forte corrélation liant la circonférence scrotale avec le tour de poitrine ($r=0,99$) a été notée.

Après le sevrage, des corrélations très marquées ont caractérisé les mensurations testiculaires entre elles. Les mêmes résultats ont été rapportés par divers auteurs [22, 39, 56]. En accord avec divers travaux antérieurs [21, 32], la circonférence scrotale présente les plus fortes corrélations avec les autres paramètres testiculaires mesurés surtout avec la longueur et le diamètre testiculaire.

Contrairement à Toe *et al.* [63], le diamètre de la queue de l'épididyme est corrélé phénotypiquement avec le diamètre testiculaire et avec la circonférence scrotale.

Tous les paramètres testiculaires mesurés ne présentent aucune variabilité significative avec la durée du jour. Sachant que la croissance chez les ovins se termine à l'âge de 2 ans [13, 56], l'effet de la photopériode chez les agneaux semble être masqué par leur croissance [47].

PERFORMANCES CORPORELLES ET TESTICULAIRES A LA PUBERTE

Par comparaison avec la race *Ouled Djellal*, plusieurs races subtropicales (*Awassi*, *Ossimi*, *Chios* et *Rahmani*) atteignent la puberté plus tardivement [31, 40].

Dyrmundsson [20] a constaté que les agneaux issus de portées simples atteignent la puberté à un âge plus précoce et un poids plus important par rapport à ceux nés doubles. Néanmoins, les résultats obtenus ne montrent pas d'effet significatif de la taille de la portée sur l'âge et le poids à la puberté.

La valeur moyenne de la circonférence scrotale enregistrée au moment de la puberté chez les agneaux *Ouled Djellal* est très proche de celles rapportées chez les races marocaines *D'man* et *Timahdite* ($21,37\pm 2$ cm) [16] et chez la race tropicale *Menz* ($21,5\pm 0,3$ cm) [52]. En revanche, elle se trouve largement inférieure à celles enregistrées chez les agneaux élevées sous hautes latitudes [5].

En accord avec certains auteurs [2, 15] et en opposition à d'autres [31, 34, 42], l'âge à la puberté n'est pas significativement corrélé avec le poids. Contrairement à Alves *et al.* [2] et à Kridli *et al.* [40], le poids à la puberté n'est pas corrélé significativement à la circonférence scrotale ni au reste des paramètres testiculaires mesurés, le résultat inverse a été mentionné par Jafariahngari *et al.* [34].

En accord avec Ferra *et al.* [24], le poids est corrélé avec le tour de poitrine au moment de la puberté. De même,

Paramètre spermatique	Circonférence scrotale	Longueur testiculaire	Diamètre testiculaire	Diamètre de la queue de l'épididyme
Vol (ml)	NS	NS	NS	NS
Coul (1-2)	0,83**	0,82**	0,80**	0,69*
Consis (1-3)	0,79**	0,74**	0,79**	0,71*
MM (0-5)	0,81**	0,71*	0,80**	0,85***
MI (0-5)	0,80**	0,68*	0,76**	0,83**
SM(%)	NS	NS	NS	NS
Conc (*10 ⁶ /ml)	0,82**	0,75**	0,70*	NS
NTS (*10 ⁶ /éjaculat)	0,68*	0,86***	0,84**	0,69*
SV (%)	0,89**	0,89***	0,84**	NS
SA (%)	-0,95**	-0,87*	-0,96**	0,80*

Vol : Volume, Coul: Couleur, Consis: Consistance, MM: Mobilité massale, MI: Mobilité individuelle, SM: Pourcentage en spermatozoïdes mobiles, Conc: Concentration, NTS: Nombre total en spermatozoïdes par éjaculat, SV: Pourcentage en spermatozoïdes vivants, SA: Pourcentage en spermatozoïdes anormaux.

*: Significatif à $p<0,05$, **: Significatif à $p<0,01$ et ***: Significatif à $p<0,001$. NS: non significatif.

TABLEAU VI : Corrélations entre les mensurations testiculaires et les paramètres spermatiques après la puberté.

des corrélations regroupant la longueur et le diamètre testiculaires entre eux [2] et ces derniers avec la circonférence scrotale [34] ont été aussi constatées.

CARACTERISTIQUES SEMINALES A LA PUBERTE

Le volume moyen de l'éjaculat au moment de l'installation de la puberté ($0,58 \pm 0,8$ ml) est comparable à celui collecté par électro-éjaculation chez les agneaux F1 *Romanov X Awassi* en milieu semi-aride [40]. De même, il se rapproche du volume du premier éjaculat collecté par vagin artificiel par Hassan *et al.* [31] chez les ovins *Ossimi* (0,6 ml).

En accord avec Kridli *et al.* [40], les éjaculats collectés chez les agneaux *Ouled Djellal* au moment de la puberté sont de mauvaise qualité (motilités et concentration particulièrement faibles). Ce qui est couramment observé chez les jeunes ovins et laisse penser à des troubles de maturation de spermatozoïdes [54].

CARACTERISTIQUES SEMINALES APRES LA PUBERTE

Selon Hafez et Hafez [29], le volume moyen des éjaculats collectés après la puberté chez les agneaux *Ouled Djellal* ($0,63 \pm 0,13$ ml) reste dans les normes (0,5 à 0,7 ml chez les antenais et de 0,5 à 2 ml chez les béliers). Il se rapproche de celui collecté chez les agneaux (âge ≤ 1 an) de races *Lacaune* et *Manech* tête rousse ($0,67 \pm 0,23$ et $0,58 \pm 0,26$ ml respectivement dans deux centres d'insémination artificielle en France) [14].

Contrairement aux résultats de certains auteurs [14, 54], où la collecte est effectuée par vagin artificiel et par électroéjaculateur, le volume n'est pas corrélé avec la concentration et le nombre total de spermatozoïdes produit par éjaculat. En accord avec les résultats de Goerke *et al.* [28], nous n'avons pas constaté de corrélations, entre le volume et le reste des paramètres spermatiques étudiés. En revanche, l'apparence de la semence des agneaux *Ouled Djellal* a des corrélations élevées avec la majorité des caractéristiques spermatiques, ce qui confirme les résultats de Tabbaa *et al.* [61].

Non seulement la motilité individuelle est corrélée avec le poids vif ($r=0,79$; $p<0,01$), ce qui confirme les résultats de Simplicio *et al.* [57], mais tous les paramètres séminaux présentent des corrélations très importantes avec le poids corporel sauf le volume et le pourcentage de spermatozoïdes mobiles.

Contrairement aux résultats de divers auteurs [14, 27, 61], la concentration (en moyenne $1,1 \times 10^9$ spermatozoïdes/ml) n'est pas corrélée avec la motilité massale ($p>0,05$). En revanche, l'existence de corrélation négative entre la concentration et le pourcentage en spermatozoïdes anormaux s'accorde avec les résultats de Rege *et al.* [54] et de Tabbaa *et al.* [61].

Le taux de spermatozoïdes morts (49,26%) est relativement élevé par rapport aux limites acceptables pour un bon géniteur (20 à 30%) [11] et ne permet pas une bonne fécondation [33].

En accord avec Hafez *et al.* cités par Hafez [30], la proportion de cellules vivantes est corrélée avec la motilité (MM, MI et SM). Nos résultats diffèrent des données de Rege *et al.* [54] concernant l'absence de corrélation significative entre le pourcentage de cellules non colorées (vivantes) et la proportion des spermatozoïdes anormaux chez les agneaux *Menz* et *Horro*. La relation négative très marquée entre ces deux paramètres ($p<0,05$) ne doit pas surprendre car les spermatozoïdes morphologiquement anormaux sont plus vulnérables et sont donc plus susceptibles à perdre leur vitalité que les normaux.

Le taux moyen d'anomalies ($5,8 \pm 4,6\%$) enregistré chez les agneaux de la puberté à l'âge d'un an se situe dans les limites connus pour une bonne fertilité (10 à 20%) [11, 33].

La relation négative observée entre les pourcentages en spermatozoïdes mobiles et anormaux ($p<0,05$) a été également constatée par Goerke *et al.* [28]. Elle a été aussi évoquée dans le cadre de l'étude réalisée par Karagiannidis *et al.* [36] chez des béliers âgés de plus de 2 ans de races *Chios* et *Friesian* ($r=-0,87$; $p<0,001$).

En accord avec Goerke *et al.* [28], Rege *et al.* [54] et Tabbaa *et al.* [61], la proportion des spermatozoïdes anormaux est corrélée négativement avec la concentration ($p<0,05$).

Effet de l'âge sur les caractéristiques séminales après la puberté

Nos résultats confirment ceux obtenus par plusieurs auteurs [41-43, 47, 61] concernant l'absence de corrélations significatives entre le volume de l'éjaculat et l'âge et avec ceux de Kumar *et al.* [42] et de Salhab *et al.* [55], concernant l'absence de corrélation entre ce dernier et le pourcentage de spermatozoïdes mobiles. Tabbaa *et al.* [61] ont lié l'absence d'augmentation significative du volume de l'éjaculat avec l'avancement de l'âge à la méthode de collecte.

En accord avec les résultats de Rege *et al.* [54], la motilité massale des spermatozoïdes ($r=0,78$; $p=0,003$), leur viabilité ($r=0,84$; $p=0,02$) et leur concentration ($r=0,87$; $p<0,001$) s'améliorent avec l'âge [1, 10, 14, 27, 42].

En accord avec David *et al.* [14], le nombre total en spermatozoïdes par éjaculat augmente également avec l'âge ($r=0,83$; $p=0,001$). Le pourcentage des formes anormales dépend aussi de l'âge des animaux ($r=-0,91$; $p<0,01$), confirmant ainsi les résultats de divers auteurs [47, 54, 58, 61].

Effet de la saison sur les caractéristiques séminales après la puberté

La motilité massale [10, 11, 27], la mobilité individuelle [47] et le pourcentage de spermatozoïdes mobiles [51, 55] ne sont pas influencés par la saison ($p > 0,05$).

Des corrélations négatives avec la durée du jour ont concerné la concentration ($r = -0,67$; $p = 0,02$) et la production en spermatozoïdes par éjaculat ($r = -0,69$; $p = 0,01$). Lorsque la durée d'éclairement décroît, le nombre total de spermatozoïdes recueillis par éjaculat augmente [12, 50, 64].

Contrairement à Loubser et van Nie Kerk [45], et en accord avec les résultats de Marques *et al.* [49] et de Zamiri et Khodaei [64], une différence significative de la proportion de spermatozoïdes non colorés (vivants) par rapport à la durée du jour ($r = -0,84$; $p = 0,02$) a été remarquée.

La proportion de cellules anormales évolue positivement avec la durée d'éclairement ($r = 0,85$; $p = 0,02$). Plusieurs auteurs [10-12, 45, 49, 64] ont rapporté les mêmes fluctuations saisonnières que les nôtres.

Cependant, la variation des paramètres spermatiques n'est pas due à l'effet seul de la durée du jour et on ne saurait ignorer ainsi l'effet de la croissance corporelle et testiculaire. En effet, les jeunes sujets sont plus sensibles à l'action de la lumière que les adultes [13, 34, 59].

Conclusion

L'étude que nous avons menée sur l'avènement de la puberté ainsi que sur le développement corporel et testiculaire, la production spermatique chez les agneaux *Ouled Djellal* après le sevrage et jusqu'à l'âge d'un an, nous a permis de conclure que les premiers spermatozoïdes apparaissent au niveau de l'éjaculat autour de l'âge de 145 ± 10 jours (5 mois), à environ 30% du poids adultes, mais les premiers spermatozoïdes mobiles ne seront émis dans l'éjaculat que vers 228 ± 7 jours (7,5 mois), à environ 40% du poids adulte. Par conséquent, il serait nécessaire de séparer les mâles des femelles dès l'âge de 7 mois pour éviter les saillies accidentelles dans les programmes d'amélioration génétique.

La corrélation significative et positive entre la taille testiculaire représentée surtout par la circonférence scrotale et les paramètres spermatiques étudiés après la puberté, prouve que les spermatozoïdes sont émis en quantité proportionnelle à la taille testiculaire, justifiant encore une fois l'intérêt de la sélection des mâles sur la base de la taille testiculaire en plus du phénotype.

D'une manière générale et avec l'avancement de l'âge, la production spermatique a présenté une nette amélioration avec le temps. Sans qu'on néglige l'effet de la croissance, la majorité des caractéristiques spermatiques ont subi des variations significatives avec la durée du jour, ils se situent

à des niveaux meilleurs pendant la période des jours courts (automne).

Références bibliographiques

1. - AISSAOUI C., CHIBANI J., BOUZEZBDA Z.: Etudes des variations de la production spermatique du bélier de race Ouled Djellal soumis à un régime pauvre. In : INRA et Institut de l'Élevage (éd.) : 11^e Journées 3R, *Renc. Rech. Rum.*, 2004, **11**, 402.
2. - ALVES J. M., MCMANUS C., LUCCI C. M., CARNEIRO H. C. R., DALLAGO B. S., CADAVID V. G., MARSIA G. P. A. P., LOUVANDINI H.: Season of birth and puberty in Santa Inês Lambs. *R. Bras. Zootec.*, 2006, **35**, 958-966.
3. - ATTA M., EL KHIDIR O. A.: Use of heart girth, wither height and scapuloischial length for prediction of live weight of Nilotic sheep. *Small Rum. Res.*, 2004, **55**, 233-237.
4. - BARIL G., CHEMINEAU P., COGNIE Y., GUERIN Y., LEBOEUF B., ORGEUR P., VALLET J. C.: Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins, 231 pages, FAO, Rome, 1993.
5. - BELIBASAKI S., KOUIMTZIS S.: Sexual activity and body and testis growth in prepubertal ram lambs of Friesland, Chios, Karagouniki and Serres dairy sheep in Greece. *Small Rum. Res.*, 2000, **37**, 109-113.
6. - BOUCIF A., AZZI N., TAINTURIER D., NIAR A.: Variations saisonnières des paramètres reproductifs chez les béliers de deux races locales algériennes. In : INRA et Institut de l'Élevage (éd.) : 14^e Journées 3R, *Renc. Rech. Rum.*, 2007, **14**, 380.
7. - BOUSSENA S., BOUAZIZ O., DEHIMI M. L., HIRECHE S., AIMEUR R., KABOUIA R. : The effects of electroejaculation on some physiological parameters (rectal temperature, respiratory and cardiac rates) in Ouled Djellal breed. *Slovak J. Anim. Sci.*, 2013, **46**, 16-21.
8. - BOUSSENA S., AIMEUR R., HIRECHE S., BOUAZIZ O., TAINTURIER D. : Contrôle des performances de reproduction (corporelles, testiculaires et spermatiques) chez les antenais de race Ouled Djellal de la puberté jusqu'à la mise à la reproduction. *Revue Méd. Vét.*, 2014, **165**, 289-296.
9. - CHAKRABORTY P. K., STUART L. D., BROWN J. L.: Puberty in the male Nubian goat: serum concentration of LH, FSH and testosterone from birth through puberty and semen characteristics at sexual maturity. *Animal Reproduction Science*, 1989, **20**, 91-101.
10. - COLAS G.: Variations Saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Île-de-France. I. étude de la morphologie cellulaire et de la motilité massale. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1980, **20**, 1789-1799.
11. - COLAS G. : Variations saisonnières de la qualité du sperme chez le bélier Ile-de-France. II. Fécondance : relation avec les critères quantitatifs observés in vitro. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1981, **2**, 399-407.
12. - COLAS G., GUÉRIN Y., CLANET V., SOLARI A.: Influence de la durée d'éclairement sur la production et

- la fécondance des spermatozoïdes chez le bélier adulte Ile de France. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1985, **25**, 101-111.
13. - COLAS G., GUÉRIN Y., LEMAIRE Y., MONTASSIER Y. DESPIERRES J.: Variations saisonnières du diamètre testiculaire et de la morphologie des spermatozoïdes chez les béliers Vendéen et chez le bélier Texel. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1986, **26**, 863-875.
 14. - DAVID I., DRUART X., LAGRIFFOUL G., MANFREDI E., ROBERT-GRANIE C., BODIN L.: Genetic and environmental effects on semen traits in Lacaune and Manech tête rousse AI rams. *Genet. Sel. Evol.*, 2007, **39**, 405-419.
 15. - DERQAOUÏ L.: Avènement de la puberté chez les races ovines D'man et Sardi et leurs produits de croisement. *In* : INRA et Institut de l'Élevage (éd.) : 10^e Journées 3R, *Renc. Rech. Ruminants*, 2003, **10**, 147.
 16. - DERQAOUÏ L., EL FADILI M., FRANÇOIS D., BODIN L.: Onset of puberty in D'man and Timahdit breeds of sheep and their crosses. *In*: Wageningen Academic (éd.): 60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, August 24-27, Barcelona, Spain, 2009.
 17. - DIKMEN S., TURKMEN I. I., USTUNER H., ALPAY F., BALCI F., PETEK M., OGAN M.: Effect of weaning system on lamb grow and commercial milk production of Awassi dairy sheep. *Czech. J. Anim. Sci.*, 2007, **52**, 70-76.
 18. - DUGUMA G., CLOETE S. W.P., SCHOEMAN S. J., JORDAAN C. F.: Genetic parameters of testicular measurements in Merino rams and the influence of scrotal circumference on total flock fertility. *South African J. Anim. Sci.*, 2002, **32**, 76-82.
 19. - DYRMUNDSSON O. R., LEES J. L.: Pubertal development of Clun Forest ram lambs in relation to time of birth. *J. Agric. Sci.*, 1972, **79**, 83-89.
 20. - DYRMUNDSSON O. R.: Puberty and early reproductive performance in sheep rams lambs. *Animal breeding abstracts (RU)*, 1973, **41**, 419-430.
 21. - ELMAZ Ö., CIRIT Ü., DEMIR H.: Relationship of testicular development with age, body weight, semen characteristics and testosterone in Kivircik ram lambs. *South African J. Anim. Sci.*, 2007, **37**, 269-274.
 22. - EMSÉN E., DAVIS M. E.: Canonical correlation analyses of testicular and body measurements of Awassi ram lambs. *J. Anim. Vet. Adv.*, 2004, **3**, 842-845.
 23. - FAOSTAT: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 2008. <http://www.faostat.fao/DesktopDefault.aspx?PageID=573&lang=fr#ancor>
 24. - FERRA J. C., CIESLAK S., FILHO R. S., MCMANUS C., MARTINS C. F., BEZERRA SERENO J. R.: Weight and age at puberty and their correlations with morphometric measurements in crossbred breed Suffolk ewe lambs. *R. Bras. Zootec.*, 2010, **39**, 134-141.
 25. - FOURIE P. J., NESER F. W. C., OLIVIER J. J., VAN DER WESTHUIZEN C.: Relationship between production performance, visual appraisal and body measurements of young Dorper rams. *South African J. Anim. Sci.*, 2002, **32**, 256-262.
 26. - FOURIE P. J., SCHWALBACH L. M., NESER F. W. C., VAN DER WESTHUIZEN C.: Scrotal, testicular and semen characteristics of young Dorper rams managed under intensive and extensive conditions. *Small Rum. Res.*, 2004, **54**, 53-59.
 27. - GHOZLANE F., ZIKI B., YAKHLEF H.: Variations saisonnières des caractères quantitatifs du sperme de bélier de race Ouled Djellal. *In* : INRA et Institut de l'Élevage (éd.) : 12^e Journées 3R, *Renc. Rech. Rum.*, 2005, **12**, 164.
 28. - GOERKE T. P., THRIFT F. A., DUTT R. H.: Heritability of semen traits and their relation to fertility in Southdown sheep. *J. Anim. Sci.*, 1970, **31**, 445-450.
 29. - HAFEZ E. S. E., HAFEZ B.: Reproduction in farm animals, 509 pages, 7th Ed. Lippincott Williams & Wilkins, New York, 2000.
 30. - HAFEZ Y.M.: Semen quality and relevant blood plasma parameters of Rahmani rams fed different dietary energy levels. *Archiva Zootechnica*, 2009, **12**, 64-72.
 31. - HASSAN F., MOUSA M. T., ABOUL-NAGA A. M., EL-HOMMOSI F., ABD EL-HAFEZ G.: Puberty and early mating performance in subtropical fat-tailed sheep and their crosses. *In*: S. H. B. LEBBIE, B. REY, E. K. IRUNGU (éd.): Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceeding of the Biennial Conference of the African Small Ruminant Research Network, AICC, December 7-11, Arusha, Tanzania, 1992, 61-64.
 32. - HASSAN M. R., PERVAGE S., ERSHADUZZAMAN M., TALUKDER M. A. I.: Influence of age on the spermogramic parameters of native sheep. *J. Bangladesh Agril. Univ.*, 2009, **7**, 301-304.
 33. - HULET C. V., FOOTE W. C., BLACKWELL R. L.: Relationship of semen quality and fertility in the ram to fecundity in the ewe. *J. Repro. Fert.*, 1965, **9**, 311-315.
 34. - JAFARIAHANGARI Y., SMITH S., SHARMA R. K., ZEREHDARAN S., BLAIR H.: The effect of pre-natal environment on live weight, reproductive and semen characteristics in ram lambs. *Small Rum. Res.*, 2012, **103**, 200-204.
 35. - KAFI M., SAFDARIAN M., HASHEMI M.: Seasonal variation in semen characteristics, scrotal circumference and libido of Parsian karakul rams. *Small Rum. Res.*, 2004, **53**, 133-139.
 36. - KARAGIANNIDISA., VARSAKELIS., ALEXOPOULOS C., AMRANTIDIS I.: Seasonal variations in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece. *Small Rum. Res.*, 2000, **37**, 125-130.
 37. - KARAKUŞ K., EYDURAN E., AYGÜN T., JAVED K.: Appropriate growth model describing some testicular characteristics in Norduz male lambs. *J. Anim. & Plan. Sci.*, 2010, **20**, 1-4.
 38. - KERBOUA M., FELIACHI K., ABDEL FETTAH M., OUKLI K., SELHAB F., BOUDJAKDJI A., TAKOUCHT A., BENANI Z., ZEMOUR A., BELHADJ N., RAHMANI M., KHECHA A., HABA A., GHENIM H.: Rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Commission Nationale AnGR, 2003, 1-46.
 39. - KOYUNCU M., KARAUZUN S., OZIS S., DURU S.: Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age and body weight in growing

- Kivircik (Western Thrace) ram lambs. *Czech J. Anim. Sci.*, 2005, **50**, 243-248.
40. - KRIDL R. T., ABDULLAH A. Y., SHAKER M. M., AL-MOMANI A. Q.: Age at puberty and some biological parameters of Awassi and its first crosses with Charollais and Romanov rams. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2006, **5**, 193-202.
41. - KUMAR D., JOSHI A., NAQVI S. M. K., KUMAR S., MISHRA A. K., MAURYA V. P., ARORA A. L., MIHAL J. P., SINGH V. K.: Sperm motion characteristics of Garole X Malpura sheep evolved in a semi-arid tropical environment through introgression of Fec B gene. *Anim. Repro. Sci.*, 2007, **100**, 51-60.
42. - KUMAR D., JOSHI N., NAQVI S. M. K.: Objective assessment of sperm motion characteristics of Malpura ram lamb raised under intensive management system in semiarid tropical environment. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2010, **42**, 653-658.
43. - KUMAR D., JOSHI A., NAQVI S. M. K.: Comparative semen evaluation of Malpura and Bharat Merino rams by computer-aided sperm analysis technique under semi-arid tropical environment. *Int. J. Anim. Veter. Adv.*, 2010, **2**, 26-30.
44. - KUMSA T., DUGUMA G., GALMESSA U., ABEGAZ S., SOJJAN Y.: Seasonal changes in testis size and semen characteristics of Horro rams. *Ethiopian J. Anim. Prod.*, 2006, **6**, 9-17.
45. - LOUBSER P. G., VAN NIE KERK C. H.: Seasonal changes in sexual activity and semen quality in the Angora ram. 2. Semen volume, quality and freezability. *South African J. Anim. Sci.*, 1983, **13**, 161-163.
46. - MAKSIMOVIĆ N., ŽUJOVIĆ M., HRISTOV S., PETROVIĆ M. P., STANKOVIĆ B., TOMIĆ Z., STANIŠIĆ N.: Association between the social rank, body mass, testicular circumference and linear body measures of rams. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2012, **28**, 253-261.
47. - MANDIKI S. N. M., DERYCKE G., BISTER J. L., PAQUAY R.: Influence of season and age on sexual maturation parameters of Texel, Suffolk and Ile de France rams. 1. Testicular size, semen quality and reproductive capacity. *Small Rum. Res.*, 1998, **28**, 67-79.
48. - MARCO-JIMÉNEZ F., PUCHADES S., GADEA J., VICENTE J. S., VIUDES DE CASTRO M. P.: Effect of semen collection method on pre- and post-thaw Guirra ram spermatozoa. *Theriogenology*, 2005, **64**, 1756-1765.
49. - MARQUES C. C., BARBAS J. P., BAPTISTA M. C., CANNAS SERRA C., VASQUES M. I., PEREIRA R. M., CAVACO-GONÇALVES S., HORTA A. E. M.: Reproduction in the ovine Saloia breed: seasonal and individual factors affecting fresh and frozen semen performance, in vivo and in vitro fertility. *Animal Products from the Mediterranean area*, 2006, **119**, 331-336.
50. - MEHOUACHI M. : Caractéristiques de reproduction chez les béliers de race Barbarine et Noire de Thibar. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 1995, **6**, 35-41.
51. - MICKELSEN W. D., PAISLEY L. G., DAHMEN J. J.: The effect of season on scrotal circumference and sperm motility and morphology in rams. *Theriogenology*, 1981, **16**, 45-51.
52. - MUKASA-MUGERWA E., EZAZ Z.: Relationship of testicular growth and size to age, body weight and onset of puberty in Menz ram lambs. *Theriogenology*, 1992, **38**, 979-988.
53. - OLSTER D. H., FOSTER D. L.: Control of gonadotrophin secretion during the pubertal and seasonal transitions in the male sheep. *J. Reprod. Fert.*, 1988, **82**, 179-191.
54. - REGE J. E. O., TOE F., MUKASA-MUGERWA E., TEMBELY S., ANINDO D., BAKER R. L., LAHLOU-KASSI A.: Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep. II. Genetic parameters of semen characteristics and their relationships with testicular measurements in ram lambs. *Small Rum. Res.*, 2000, **37**, 173-187.
55. - SALHAB S. A., ZARKAWI M., WARDEH M. F., AL-MASRI M. R., KASSEM R.: Characterization and evaluation of semen in growing Awassi ram lambs. *Trop. Anim. Health Prod.*, 2003, **35**, 455-463.
56. - SHRESTHA J. N. B., FISER P. S., LANGFORD G. A., HEANEY D. P.: Influence of breed, birth date, age and body weight on testicular measurements of growing rams maintained in a controlled environment. *Can. J. Anim. Sci.*, 1983, **63**, 835-847.
57. - SIMPLICIO A.A., RIERA G.S, NELSON E.A., PANT K.P.: Seasonal variation in seminal and testicular characteristics of Brazilian Somali rams in the hot semi-arid climate of tropical northeast Brazil. *J. Reprod. Fert.*, 1982, **66**, 735-738.
58. - SKINNER J. D., ROWSON L. E. A.: Puberty in Suffolk and cross-bred rams. *J. Reprod. Fert.*, 1968, **16**, 479-488.
59. - SOUZA C. E. A., ARAUJO A. A., OLIVEIRA J. T. A., LIMA SOUZA A. C., NEIVA J. N. M., MOURA A. A.: Reproductive development of Santa Ines rams during the first year of life: body and testis growth, testosterone concentration, sperm parameters, age at puberty and seminal plasma proteins. *Reprod. Domest. Anim.*, 2010, **45**, 644-653.
60. - SPSS Inc (Statistical Package for Social Sciences): South Wacker Drive, Chicago, IL, USA.
61. - TABBAA M.J., KRIDL R. T., AMASHE M. G., BARAKEH F. S.: Factors affecting scrotal circumference and semen characteristics of Awassi ram. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 2006, **2**, 243-250.
62. - TEKIN M. E., GÜRKAN M., KARABULUT O., DÜZGÜN H.: Performance testing studies and the selection of Hasmer, Hask, Hasiv and Linmer crossbreed sheep types: II. Pre-weaning growth. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 2005, **29**, 59-65.
63. - TOE F., REGE J. E. O., MUKASA-MUGERWA E., TEMBELY S., ANINDO D., BAKER R. L., LAHLOU-KASSI A.: Reproductive characteristics of Ethiopian highland sheep. I. Genetic parameters of testicular measurements in ram lambs and relationship with age at puberty in ewe lambs. *Small Rum. Res.*, 2000, **36**, 227-240.
64. - ZAMIRI M. J., KHODAEI H. R.: Seasonal thyroidal activity and reproductive characteristics of Iranian fat-tailed rams. *Anim. Reprod. Sci.*, 2005, **88**, 245-255.