

Distribution of giant fibres in muscles of meat animals

O. SCHMITT et B.L. DUMONT

Laboratoire de recherches sur la viande de l'I.N.R.A.

C.N.R.Z. , 78350 Jouy-en-Josas

Distribution of giant fibres was considered in different muscles of cattle, sheep and pigs. Cross sections of whole muscles were examined at low magnification to study the frequency and distribution of these giant fibres.

Frequency of giant fibres is much variable. Some muscles show none of them and others contain many thousands. For the same type of muscle the frequency differs from one species to another.

Mostly giant fibres are only located at the periphery of the muscle, but sometimes they can be found disseminated inside the muscle and in that case they are always more numerous in the outer part.

Pig muscles contain more giant fibres than those of cattle or sheep. Their shape is usually ovoid or ellipsoidal, whereas that of cattle or sheep is practically always circular. Diameter of giant fibres is variable and depends on the average size of the other types of fibres in the muscle. Giant fibres in pig muscles are larger than those <sup>of</sup> cattle or sheep. In the latter they are usually alone inside the primary bundles; in pig muscles they may be grouped by 2 to 6 fibres or more and are mainly located along the perimysium edges.

In hypertrophied animals the frequency of giant fibres is higher than in normal types. The maximum observed was noted in the Semimembranosus muscle of a Pietrain pig.

Verteilung der Riesenfasern in den Muskeln der Masttiere

O. SCHMITT et B.L. DUMONT

Laboratoire de recherches sur la Viande de l'I.N.R.A.

C.N.R.Z. , 78350 Jouy-en-Josas (France)

In der vorliegenden Arbeit wurde die Verteilung der Riesenfasern (relative Häufigkeit und anatomische Verteilung) in verschiedenen Muskeltypen beim Rind, Schaf und Schwein, aufgrund einer eingehenden Betrachtung der gesamten Muskelquerschnittsfläche unter der binokularen Lupe und dem Mikroskop mit schwacher Vergrößerung untersucht.

Für die gesamten geprüften Muskeln und in jeder Tierart wurde eine starke Variation in der Häufigkeit der Riesenfasern festgestellt, wobei einige Muskeln keine und andere Tausende von diesen Fasern besaßen.

Für den selben Muskel variierte die Häufigkeit von einer Tierart zur anderen und die individuelle Variation innerhalb der selben Tierart war auch sehr stark. Je nach dem Muskeltyp wurden die Riesenfasern entweder vor allem in der peripherischen Zone oder über die gesamte Muskelmasse verteilt gefunden; im letzten Fall waren sie jedoch häufiger in der Randzone.

Die höchsten Anteile an Riesenfasern wurden beim Schwein beobachtet. Die Fasern waren in der Regel ei- oder ellipsoidförmig während sie beim Schaf und Rind fast immer kreisförmig waren. Sie waren grösser beim Schwein als beim Rind und Schaf. In dieser Spezies kamen sie in der Regel einzeln innerhalb der primären Faserstränge vor, während sie beim Schwein in Gruppen von 2 bis 6 oder mehr Fasern, vor allem an den Rändern des Perimysiums, auftraten.

Bei den hyperbemuskelten Tieren (Rind und besonders Schwein) waren diese Fasern häufiger als bei den normalen. Der höchste Wert wurde im semi-membranosus Muskel beim Pietrain Schwein gefunden.

Distribution des fibres géantes dans les muscles des animaux de boucherie

O. SCHMITT et B.L. DUMONT

Laboratoire de recherches sur la Viande de l'I.N.R.A.

C.N.R.Z. , 78350 Jouy-en-Josas (France)

On a considéré la distribution des fibres géantes (fréquence relative et répartition anatomique) dans différents types de muscles chez les bovins, les ovins et les porcins. L'étude a été réalisée par l'examen détaillé, à la loupe binoculaire et au microscope à faible grossissement, de la totalité de la surface de section transversale des muscles.

Pour l'ensemble des muscles étudiés et dans chaque espèce, la fréquence de ces fibres est très variable, certains muscles n'en renfermant aucune et d'autres en contenant plusieurs milliers.

Pour un même type de muscle la fréquence diffère d'une espèce à l'autre et elle est également très variable d'un animal à l'autre de la même espèce. Selon les muscles, les fibres géantes sont, soit la plus souvent situées à la périphérie, soit disséminées dans l'ensemble de la masse, mais dans ce cas, on les trouve cependant plus fréquemment sur les bords.

Les muscles des porcins sont les plus riches en fibres géantes. Leur forme y est généralement ovoïde ou ellipsoïdale alors que celles des ovins et des bovins est, pratiquement, toujours circulaire. Le diamètre des fibres géantes est très variable et dépend de la taille moyenne des autres fibres du muscle. Les fibres géantes des porcins sont plus grandes que celles des bovins et des ovins. Ces dernières sont généralement isolées les unes des autres, au sein des faisceaux primaires, alors que chez les porcins elles peuvent être associées par groupe de 2 à 6 fibres ou plus et disposées principalement le long des parois du périmysium.

Chez les sujets hypertrophiés (bovins et surtout porcins) la fréquence de ces fibres est plus importante que chez les sujets normaux. Le maximum enregistré a été observé dans le cas du muscle Demi membraneux du porc Piétrain.

Распределение гигантских волокон в мышцах убойных животных

O. SCHMITT et B.L. DUMONT

Laboratoire de recherches sur la Viande de l'I.N.R.A.

C.N.R.Z. 78350 Jouy-en-Josas (France)

Исследовалось распределение гигантских волокон (относительная частота и анатомическое распределение) в мышцах разного типа у крупного рогатого скота, овец и свиней. Изучение велось путем детального исследования всей поверхности поперечного разреза мускулов при помощи бинокулярного увеличительного стекла и под микроскопом при малом увеличении.

Встречаемость таких волокон очень изменчива для всех исследованных мышц и для каждого вида, некоторые мышцы совсем не содержат гигантские волокна, в других же их выявлено в количестве нескольких тысяч.

Для одинакового типа мускулов присутствие гигантских волокон меняется от одной породы к другой, и оно также сильно варьирует от одного животного к другому внутри одной и той же породы. В разных мышцах гигантские волокна либо расположены чаще всего на окружности, либо разбросаны в общей массе, но в таком случае, оно все же чаще встречается по краям.

Мышцы свиней содержат больше гигантских волокон. Форма их чаще всего яйцевидная или эллипсоидальная, тогда как у овец и у крупного рогатого скота, она почти всегда круглая. Диаметр гигантских волокон очень изменчив и зависит от среднего размера остальных волокон мышцы. Гигантские волокна свиней большего размера чем волокна крупного рогатого скота и овец. Последние обычно изолированы друг от друга в толще первичных пучков, тогда как у свиней их можно найти группами из 2-6 волокон, расположенных главным образом вдоль стенок перимизия.

У гипертрофированных животных (крупный рогатый скот и в особенности свиньи) встречаемость таких волокон выше чем у нормальных животных. Максимальная зарегистрированная величина наблюдалась в полу-перепончатом мускуле свиньи породы Пьетран.



Distribution des fibres géantes dans les muscles des animaux de boucherie

O. SCHMITT et B.L. DUMONT

Laboratoire de recherches sur la viande de l'I.N.R.A.  
C.N.R.Z., 78350 Jouy-en-Josas (France)

Introduction

Les fibres musculaires qui constituent la viande se distinguent les unes des autres par la forme de leur section transversale et par la plus grande dimension de celle-ci. L'intervalle de variation du "diamètre" des différentes fibres musculaires rencontrées chez les animaux est considérable (GOULD, 1973). Il s'explique, pour une part, par la variabilité constatée, entre espèces, pour un même muscle et pour un muscle donné, entre animaux d'âges différents (JOUBERT 1956). La variabilité intramuscle est elle-même très importante. Ce caractère, de même que la distribution spatiale des fibres de différents diamètres dans la surface de section des muscles a été jusqu'ici peu étudié (GOULD, 1973). C'est sans doute pour cela que ce n'est qu'assez récemment qu'on a mis en évidence l'existence, dans certains muscles de porcs, de fibres musculaires dites "géantes" qui se caractérisent facilement (en plus de leur profil histochimique spécial) par une section de forme différente et un diamètre plus élevé (CASSENS et al 1969; DUMONT et SCHMITT 1970). Des fibres géantes de même type ont été aussi observées par la suite à différentes reprises chez le porc (HENDRICKS et al, 1971; LINKE 1972 et DUTSON et al 1978) et chez les bovins (OSTERC et LEDINEK 1975).

L'origine de ces fibres est encore problématique et leur existence semble avoir un caractère fortuit, ce que les dimensions des échantillons musculaires étudiés jusqu'ici peuvent expliquer en partie. En fait, jusqu'à maintenant, l'étude systématique de l'existence de fibres géantes dans la totalité d'un muscle n'a pas encore été envisagée.

La présente note rapporte les résultats obtenus, sur ce thème, dans notre laboratoire.

Matériel et méthodes

On a collecté l'ensemble des coupes histologiques issues des différentes expériences réalisées dans notre laboratoire depuis une dizaine d'années sur divers aspects de la technologie et de la qualité de la viande. L'étude a porté sur des muscles de bovins, porcins et ovins.

Les bovins (N=50) étaient des taurillons et des vaches de type morphologique normal (races Frisonne Pie Noire, Normande, Maine-Anjou et Charollaise) ou hypertrophié (races Charollaise et Maine-Anjou); les porcins (N=75) étaient des sujets de 90 à 100 kg de poids vif, de type normal (races Large-White et Landrace Français) ou hypertrophié (races Landrace Belge et Piétrain) et les ovins (N=4) étaient des agneaux de race Texel de 40 kg de poids vif environ.

Le nombre de muscles étudiés variait selon les espèces et, dans chaque espèce, en fonction des différents objectifs expérimentaux initiaux.

On a considéré, au maximum, par espèce 13 muscles chez les bovins, 10 muscles chez les porcins et 23 muscles chez les ovins. Au total, pour l'ensemble des animaux étudiés (N=129) on a considéré un millier de muscles différents.

Chacun des échantillons a été examiné dans une section transversale intéressant la totalité du muscle dans sa partie la plus épaisse, correspondant en général à sa partie médiane. On prélevait pour cela, à ce niveau, une tranche de 3 cm d'épaisseur, à partir de laquelle les échantillons étaient préparés selon la technique précédemment décrite (SCHMITT et DUMONT, 1969), puis coupés à 10 ou 15  $\mu$  et colorés par la méthode à la picro-fuschine de VAN GIESON. Les coupes ont été observées pour l'essentiel à la loupe binoculaire au grossissement (x 10) et dans certains cas (fibres musculaires de très petite taille) au microscope à faible grossissement (x 50). Chaque coupe a été examinée par balayage systématique de la surface du champ pour établir des cartes de présence, de répartition et de fréquence des fibres géantes dans les différentes parties des muscles. Dans une zone donnée, la localisation des fibres au sein des faisceaux primaires a été également notée. D'autre part on a relevé dans divers muscles la plus grande dimension de la section transversale de ces fibres ("diamètre") pour préciser la variabilité de ce caractère et pour apprécier son importance relative par rapport aux diamètres des fibres environnantes.

### Résultats

D'une façon générale les fibres dites "géantes"(FG) se distinguent de leurs voisines par une taille plus importante, sinon beaucoup plus importante. Toutefois, dans certains cas, la différence est plus nuancée. Les fibres se distinguent également par leur forme et par leur teinte. Avec la coloration de VAN GIESON les fibres musculaires sont normalement jaune et jaune orangé; les FG sont systématiquement plus claires, de teinte jaune citron en général. La différence de teinte, toujours très nette, est un moyen rapide de détection des FG (Fig.1).

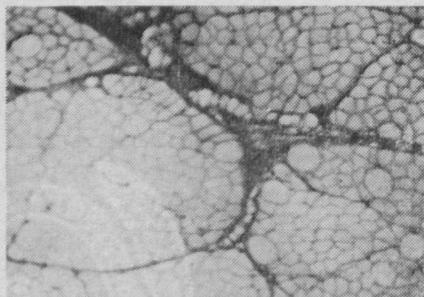


Fig.1

Fibres géantes - leur aspect et leur localisation  
Giant fibres - their aspect and their localization

Pour l'ensemble des muscles et dans chaque espèce la fréquence des FG est très variable, certains muscles n'en renfermant aucune et d'autres en contenant plusieurs milliers.

Chez les ovins, sur 23 muscles étudiés sur 4 animaux, quatre muscles en sont totalement dépourvus (Semimembranosus, Tricipitis brachii caput laterale, Teres major, Spinalis dorsii) alors que d'autres en renferment plusieurs milliers (comme, par ordre d'importance, Pectoralis profundus, Infraspinatus et Biceps brachii).

Chez les porcins et les bovins il y a lieu de distinguer les résultats obtenus chez les animaux de type morphologique normal et ceux enregistrés chez les sujets "hypertrophiés".

Dans le cas des porcins normaux (de type Large-White: 10 muscles étudiés) la fréquence des FG est faible (< 50), ou nulle (Sartorius, Rectus femoris, Flexor digitis pedis sup., Semitendinosus). Parmi tous les muscles Brachialis considérés un seul a présenté des FG, de l'ordre d'une dizaine de fibres groupées. Dans les Landrace Français (12 muscles étudiés), la fréquence est plus forte. Elle reste de l'ordre de quelques centaines par muscles pour le Semimembranosus mais n'est que de quelques unités pour le Semitendinosus. Dans le type hypertrophié de la race Piétrain, les dix muscles étudiés présentent des FG, en importance variable, de quelques unités ou dizaines dans le cas du Rectus femoris et Semitendinosus à des milliers dans l'Adductor et surtout dans le Semimembranosus qui est le muscle le plus affecté. Dans ce cas la fréquence relative des FG peut atteindre et dépasser 1 p. 100 du nombre total des fibres; chez le porc hypertrophié de type Landrace Belge le muscle Semimembranosus renferme aussi un grand nombre de fibres géantes dont la fréquence est inférieure cependant à celle des porcs Piétrain. Contrairement aux autres races de porcs, le Landrace Belge présente dans le Semitendinosus une concentration importante en FG. Chez les bovins normaux, sur 13 muscles étudiés, les FG sont absentes ou présentes en nombre très faible (< 10 par muscle) alors que chez les animaux hypertrophiés (Charollais et Maine-Anjou), sur 8 muscles étudiés on trouve toujours des FG seulement dans 4 d'entre eux (par ordre d'importance: Splenius, Tricipitis brachii caput laterale, Brachialis, Rhomboideus). La fréquence des FG est donc très variable d'une espèce à l'autre et même pour un même type de muscle; certains muscles renferment des FG dans une espèce et pas dans une autre (eg. Semitendinosus chez les agneaux et porcs hypertrophiés mais pas chez les bovins, quels qu'ils soient; Tricipitis brachii C. laterale chez les bovins et les porcs hypertrophiés, mais pas chez les ovins). Dans le cas du Brachialis, par contre, on est susceptible de trouver des FG chez toutes les espèces, avec des fréquences très variables cependant. Les FG sont en général situés à la périphérie, et localisées :

- soit dans des zones particulières,
- soit sur l'ensemble du pourtour du muscle.

Dans certains cas on trouve des FG disséminés dans l'ensemble de la masse mais alors on les trouve cependant en plus grand nombre sur le pourtour.

L'examen comparé de la répartition des FG dans les différents muscles amène à supposer que cette répartition dépend du type de muscle, du type racial de l'animal et de la fréquence des FG affectant ce muscle. Il conduit à proposer un schéma simplifié d'explication de la variabilité rencontrée dans un type de muscle donné: les premières FG qui y apparaissent sont concentrées au départ dans une zone limitée de la périphérie. Quand le nombre de FG augmente la concentration de ce noyau initial augmente, en même temps que de nouvelles fibres diffusent d'abord à la périphérie puis vers le centre. Malgré la variabilité importante existant entre individus



d'un même type morphologique dans la fréquence des FG, les images obtenues pour chaque type paraissent bien caractériser celui-ci.

La forme des FG est différente de celles des autres fibres d'un même muscle, dont elles se distinguent à faible grossissement par la disposition des angles de ses sommets. Selon les espèces on a affaire soit à des sections ellipsoïdales ou ovoïdes, dans le cas des porcins, soit à des sections rondes dans le cas des bovins et des ovins.

Les fibres dites "géantes" se distinguent aussi des fibres musculaires environnantes par un diamètre transversal plus important. Il est assez caractéristique de rencontrer dans le voisinage des FG des fibres de très faibles dimensions, si ce n'est les plus petites fibres qu'on puisse mettre en évidence dans la section du muscle considéré.

Cette opposition de taille entre FG et fibres avoisinantes permet de distinguer ces FG bien mieux que ne le permet la valeur absolue de leurs dimensions. A cet égard, on note une grande variabilité des diamètres des FG d'un type de muscle déterminé. Ainsi, dans le cas du Flexor digitis pedis sup. d'agneau où le diamètre des FG est en moyenne (N=250) de 34  $\mu$  on observe des FG de 18 à 45  $\mu$  alors que dans la même espèce le diamètre moyen des fibres du Biceps femoris est de 60  $\mu$  et celui du Pectoralis profundus de 63  $\mu$  avec des intervalles de variation allant de 45 à 90  $\mu$ . Par contre, dans le cas du Muscle Semimembranosus de porc le diamètre moyen est de 141  $\mu$ , et l'intervalle de variation de 99 à 207  $\mu$ . D'une manière générale les FG des porcs sont les plus grandes de celles des trois espèces étudiées.

Les FG sont, en général, chez les ovins et les bovins, situées au centre des faisceaux primaires. Par contre, chez les porcins, les FG sont pratiquement toujours adossées contre le périnysium et souvent au niveau de l'intersection de deux travées périnysiales.

Chez les porcins, dans le cas où le nombre des FG est important, on note la formation intra-faisceau de taches conjonctives de type fibrotique et une agglutination des FG.

Dans certains cas, apparaissent des zones importantes de même teinte, sans structure interne bien différenciée. Elles juxtaposent des agglomérats de FG encore bien individualisées et semblent résulter de la fusion des FG par dégradation des portions communes de leurs parois.

#### Discussion

Cette étude a mis en évidence l'existence de fibres dites "géantes" dans de nombreux muscles de bovins, de porcins et d'ovins. Ce type de fibre a été aussi rencontré, au cours d'autres études de myologie fondamentale menées dans notre Laboratoire, dans des muscles cruraux de nombreuses autres espèces des différents genres de mammifères (Apodemus, Canis, Cavia, Cervus, Chinchilla, Cuniculus, Delphinus, Equus, Felis, Lepus, Mus, Mustela, Ratus, Sciurus, Sorex, Talpa). Quelles que soient son origine et sa signification, ce type de fibre connaît donc une très large diffusion dans la classe des mammifères.

La fréquence de ces fibres -par rapport à l'ensemble des autres fibres d'un muscle- est très variable et, dans l'ensemble, assez faible. Lorsque le nombre des fibres géantes est faible ( $\leq 50$ ) la fréquence est alors, chez les animaux de boucherie, de  $10^{-4}$  à  $10^{-6}$  selon les muscles. Dans ces conditions l'étude d'échantillons musculaires de petite taille ( $\leq 1 \text{ cm}^2$ ) rend très aléatoire la détermination de ces fibres. La prise en considération de la totalité de surface de section du muscle -envisagée dans cette étude- permet non seulement la détection de toutes les fibres géantes, mais indique aussi leur localisation au sein du muscle. Ce point intéresse particulièrement les muscles qui en sont les plus riches. Les résultats observés dans ce cas indiquent que la répartition des FG est hétérogène et que, dans certaines zones, la fréquence est très importante. Alors que pour l'ensemble du muscle elle est, par exemple, de 1 p.100, elle peut atteindre, dans des zones très localisées, 50 p.100 ou plus des fibres, au point d'y constituer de véritables ensembles. La cartographie réalisée dans cette étude permettra, pour des travaux ultérieurs, de choisir les emplacements de prélèvement permettant d'obtenir, dans des échantillons de petite taille (éventuellement en biopsie) un nombre suffisant de fibres géantes.

Intra animal la quantité de FG est variable, d'un muscle à l'autre, et cette variation ne paraît pas, pour l'instant, pouvoir être expliquée simplement par des raisons d'ordre anatomique. Les FG ne sont pas localisées dans une région anatomique privilégiée. D'autre part, leur présence n'est pas liée à l'abondance du tissu conjonctif ni à la structure du muscle.

Les FG se distinguent des autres fibres par un ensemble de caractères qui servent conjointement à les identifier et qui sont vraisemblablement liés entre eux : taille, forme, coloration.

En ce qui concerne la taille, l'accroissement absolu constaté chez les FG dépend de la taille moyenne de la population de fibres du muscle. Le "gigantisme" des fibres est donc relatif. Chez les porcins le gigantisme est plus accentué que chez les bovins et les ovins.

La coloration plus claire des FG par l'acide picrique permet leur visualisation rapide et conduit à recommander cette technique simple pour leur caractérisation. Les différences de teinte constatées ici, entre FG et autres fibres, reflètent vraisemblablement des différences de constitution fine, sinon de structure, d'autant que le cytoplasme des fibres (même à l'observation à fort grossissement) présente en général un aspect hyalin. Les modifications de teinte et de structure sont comparables à celles qui ont été observées par DUTSON et al (1978) après coloration par l'hémalum éosine. En coupe transversale des fibres, elles autorisent le même type général de conclusion que celles de ces auteurs quant au caractère anormal des fibres géantes. L'hypothèse que ces fibres sont probablement une aberration pathologique de fibres normales a été avancée dès 1969 par CASSENS et al. La présente étude oriente dans cette voie, dans la mesure où elle met en évidence pour la première fois, des images d'altérations prononcées de la texture musculaire liées à l'association puis à l'union d'un nombre important de fibres géantes adjacentes, initialement indépendantes. Ces altérations sont enregistrées uniquement dans le cas des porcins, où la fréquence des FG est plus importante et dans le cas également de muscles où la concentration en FG est très forte.

A partir des résultats de ce travail il n'est pas possible d'établir de relation définitive entre la présence des FG et la qualité de la viande, dans la mesure où ce caractère n'a pas été objectivement contrôlé sur l'ensemble du matériel animal utilisé. On retiendra cependant que, parmi les animaux étudiés, chez les bovins et les ovins, aucun n'a présenté de caractère anormal. D'autre part, chez les porcins la présence des FG est beaucoup plus forte dans les types hypertrophiés (Piétrain et Landrace Belge) que chez les animaux de type normal. La différence de fréquence des FG entre animaux de type "hypertrophié" et de type "normal" mérite d'être soulignée. On la trouve chez les bovins et surtout chez les porcins. Dans ce cas l'augmentation des FG peut être en rapport avec le taux d'hypertrophie manifesté par le muscle. A cet égard, dans la comparaison Piétrain-Landrace Belge la fréquence des FG dans le Semimembranosus et dans le Semitendinosus va de pair avec l'importance relative de ces deux muscles dans la musculature du membre postérieur de ces deux races (DUMONT et al 1979). Les relations entre la cartographie des FG et la localisation du développement volumique mériterait d'être précisées. Ce point est en cours d'investigation dans notre Laboratoire.

#### Références bibliographiques

- CASSENS R.G., COOPER C.C., BRISKEY E.J.-1969. The occurrence and histochemical characterization of giant fibers in the muscle of growing and adult animals. *Acta Neuropath.*, 12, 300.
- DUMONT B.L., SCHMITT O.-1970. Anatomie microscopique comparée du tissu musculaire squelettique de porcs Large-White et Piétrain.- *Ann.Génet.Sél.anim.*, 2(4), 381.
- DUMONT B.L., BOULLEAU T., LEFEBVRE J.- 1979. Note sur l'influence du type génétique hypertrophié et de la castration sur la composition anatomique du membre postérieur du porc mâle (comparaison Piétrain-Landrace Belge).- *Journ.rech.porcine en France, Paris 1979*, 121.
- DUTSON T.R., MERKEL R.A., PEARSON A.M., CANN G.L. -1978. Structural characteristics of porcine skeletal muscle giant myofibers as observed by light and electron microscopy. - *J.anim. Sci.*, 46, 1212.
- GOULD R.P. - 1973. The microanatomy of muscle.- in *The Structure and Function of muscle*.-2nd edit. Academic Press, New-York, 2, 185.
- HENDRICKS F.B., LAFFERTY D.T., ABERLE E.D., JUDGE M.D., FORREST J.C.- 1971. Relation of porcine muscle fiber type and size to postmortem shortening.- *J.anim.Sci.*, 32, 57.
- JOUBERT D.H. - 1956. An analysis of factors influencing post-natal growth and development of the muscle fibre. *J. Agric.Sci.*, 47, 59.
- LINKE H. - 1972. Histologische Untersuchungen bei wassrigem, blassem Schweinefleisch.-*Die Fleischwirtschaft*, 52, 493.
- OSTERC J., LEDINEK M.-1975. Orijaška mišična vlakna godeva i njihov uticaj na količinu i kvalitet mesa.- *Arh.Poljopr.Nauke*, 28, 149.
- SCHMITT O., DUMONT B.L.-1969. Méthodes d'analyse de la structure musculaire.-*Ann.Biol.anim.Biochim.Biophys.*, 9 (1), 123.