

RASTNOST IN LASTNOSTI MIŠIČNIH VLAKEN PRI GOVEDU**S. Žgur, J. Osterc, M. Čepon***Uvod*

Po zakolu in rigorju mortisu predstavljaju skeletne mišice meso. Prireja mesa je odvisna od zmogljivosti rasti mišičnega tkiva živali, ki jih v ta namen redimo. Rast mišic je odvisna od števila in povečevanja velikosti mišičnih celic, vlaken. Rezultati raziskav številnih avtorjev (Joubert, 1956; Smith, 1963; Staun, 1968; 1970; Byrne in sod., 1973; Stickland in Goldspink, 1973) so pokazali, da je število mišičnih vlaken pri sesalcih določeno že ob rojstvu. Pri govejem zarodku se število mišičnih celic hitro povečuje do 200 dneva po oploditvi in se pri 240 dnevu ustali (Robelin in sod. 1991). Pri prašičjem zarodku prenehajo nastajati mišična vlakna 70. (Swatland, 1973) oziroma 90. (Thurley, 1972) dan po oploditvi. Pri normalni postnatalni rasti prihaja tako le do povečevanja njihove velikosti, to je njihovega premera in dolžine. Ker pa rast v debelino omejuje neka fiziološka meja, ki še omogoča normalno izmenjavo metabolitov, so morebitne razlike v številu mišičnih vlaken med posameznimi pasmami in križanci še kako pomembne. Število mišičnih vlaken bi tako direktno vplivalo na intenzivnost in zmogljivost rasti posamezne živali, in to kljub temu, da domače živali ob zakolu le redko dosežejo tudi odraslo velikost in s tem končno velikost mišičnih vlaken. Pričakovali bi, da bo selekcija na večje število mišičnih vlaken uspešna, če je heritabiliteta visoka. To nas je spodbudilo, da smo začeli z raziskavami lastnosti mišičnih vlaken, da bi ugotovili povezanost le-teh z rastnostjo in klavnostjo pri naših pasmah in linijah domačih živalih in možnost njihove uporabe pri selekciji.

Material in metode

Prve raziskave mišičnih vlaken so bile opravljene pri govedu, ko je Osterc (1974) uvedel metodo nativnih preparatov (Hegarty in Nude, 1970). Proučevali smo dolgo hrbtno mišico (musculus longissimus dorsi - Mld). Vzorce mišičnine smo odvzeli 24 ur po zakolu in jih fiksirali najmanj 21 dni v formolkalciju. Po ločitvi vlaken s homogenizatorjem ultra turraxom smo izmerili premer 100 vlaken. Število mišičnih

Rad je priopćen na Simpoziju Alpe-Adria Komisija V. za kmetijstvo, gozdarstvo, živinorejo in hribovsko kmetijstvo, Raziskovalna skupina za živinorejo in mlekarstvo, PRIREJA GOVEJEGA MESA NA TRAVINJU, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Domžale 3. - 4. 11. 1994.

S. Žgur, J. Osterc, M. Čepon, Oddelek za zootehniko, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Groblje 3, 61230 Domžale, SLO

vlakna na enoto površine smo ugotovili s preštevanjem na 10 različnih mestih velikosti 0.28 mm^2 na prečnem prerezu. Ker so bili vsi prečni prerezi mišic tudi planimetrirani, smo iz tega lahko izračunali število mišičnih vlaken na prerezu mišice. Pri tem izračunu nismo upoštevali deleža vezivnega in maščobnega tkiva na prerezu, tako da je dejansko število mišičnih vlaken na prerezu mišice manjše. Sama velikost mišičnih vlaken ne pove ničesar o njihovem metabolizmu in hitrosti krčenja, zato smo uvedli (Škorjanc, 1991) tipizacijo mišičnih vlaken na podtipe I in II po metodi Padykula in Herman (1955) na osnovi miozinske ATP-azne in na rdeča in bela mišična vlakna po metodi Nacchiasin sod. (1957) na osnovi SDH-azne aktivnosti.

Rezultati in razprava

Vpliv genotipa

V različnih časovnih obdobjih in na različnih območjih so bile domače živali selekcionirane na različne lastnosti. Posledica tega je tudi današnja pasemska pestrost, tako da so razlike med posameznimi pasmami v vseh pomembnih lastnostih zelo velike. Pasma charolais je poznana po svoji veliki zmogljivosti rasti mišičnega tkiva. Lisasta pasma predstavlja tipično kombinirano pasma. Pri selekciji rjave pasme je poudarek predvsem na mlečnosti, tako da postaja rjava pasma vse bolj podobna mlečnim pasmam. Mišična vlakna predstavljajo osnovne sestavne dele, ki določajo rast mišic. Razlike v zmogljivosti rasti mišičnega tkiva, bi morale biti opazne tudi pri lastnostih mišičnih vlaken. V tabeli 1 so prikazane lastnosti mišičnih vlaken pri charolais, lisasti, rjavi in črnobeli pasmi.

Preglednica 1: SREDNJE VREDNOSTI ZA LASTNOSTI MIŠIČNIH VLAKEN PRI BIKIH CHAROLAIS, LISASTE, RJAVE IN ČRNOBELE PASME (Osterc, 1974)

pasma	charolais	lisasta A	lisasta B	rjava	črnobela
n	20	11	64	96	13
premer m. vlaken, μm	58.2 ^a	52.4 ^b	67.5 ^c	62.1 ^a	62.2 ^a
število m. vlaken/ mm^2	390 ^{ac}	412 ^a	291 ^b	346 ^c	375 ^{ac}
število m. vlaken/Mld-prerezu $\times 10^3$	2531 ^a	2424 ^a	1793 ^b	2015 ^b	2051 ^b

Vrednosti označeni z različnimi črkami se statistično značilno razlikujejo med seboj ($p < 0,05$).

Lisasti biki iz okolice Ptuja (B) imajo pri enaki telesni masi (490 kg) največja mišična vlakna, lisasti biki iz Prekmurja (A) pa najmanjša. Premer mišičnih vlaken pri charolais, rjavih in črnobelih bikih pa se ni statistično značilno razlikoval. Podobne razlike so bile tudi v številu mišičnih vlaken na mm^2 , saj to predstavlja v bistvu tudi velikost mišičnih vlaken. Število mišičnih vlaken na Mld-prerezu je bilo največje pri charolais in lisastih bikih (A) in se je statistično značilno razlikovalo od tega števila pri rjavih, in lisastih bikih (A) in se je statistično značilno razlikovalo od tega števila pri rjavih, črnobelih in lisastih bikih (B). Lisasti biki so bili iz dveh testnih postaj. Razlike v velikosti mišičnih vlaken so bile deloma pogojene tudi z intenzivnostjo

pitanja, ki je bila pri bikih lisate pasme B nekoliko večja. Razlike v številu mišičnih vlaken pa kažejo predvsem na genetske razlike znotraj lisaste in med posameznimi pasmami. Velika variabilnost znotraj lisaste pasme je posledica različnega genetskega izvora, različnega nastanka lisaste pasme na posameznih območjih (Osterc, 1974). Lisasto govedo iz okolice Ptuja je nastalo s križanjem Pinzgavskega goveda, lisastemu govedu iz Prekmurja pa je bila osnova avtohtono stepsko govedo.

Te genetske razlike so vidne tudi pri različnih križancih, ki smo jih primerjali pri enaki telesni masi (460 kg). Tako so imeli križanci med rjavo in lisasto pasmo veje število mišičnih vlaken na prerezu Mld od ostalih bikov, razlike pa so statistično značilne le med njimi in rjavimi ter križanci med rjavo in črnobelo pasmo (preglednica 2). Razlike v premeru mišičnih vlaken in številu na mm^2 pa niso bile statistično značilne. Površina Mld-prereza, ki predstavlja tako število mišičnih vlaken na prerezu Mld kot tudi njihovo velikost, je bila največja pri bikih križancih rjava x lisasta, statistično značilno manjša pa pri bikih črnobelega in črnobelega x rjave pasme. Biki rjave pasme se v tej lastnosti niso razlikovali od ostalih. Biki križanci med rjavo in lisasto, ki so imeli največje število mišičnih vlaken, so imeli tudi največjo površino Mld. Rjavi biki, ki so imeli statistično neznačilno manjšo površino Mld, so razliko v številu mišičnih vlaken deloma nadomestili z nekoliko hitrejšo rastjo le-teh, to je povečevanjem premera in s tem površine mišičnih vlaken. Črnobeli biki in njihovi križanci pa so imeli najmanjšo površino Mld, kar je posledica tako nižjega števila mišičnih vlaken (rjava x črnobela), kot njihove velikosti (črnobela).

Preglednica 2: SREDNJE VREDNOSTI ZA LASTNOSTI MIŠIČNIH VLAKEN PRI BIKIH RJAVE, ČRNOBELE, RJAVE X ČRNOBELE IN RJAVE X LISASTE PASME (Osterc, 1976).

pasma	rjava	črnobela	rjava x črnobela	rjava x lisasta
n	8	8	8	6
premer m. vlaken, μm	59.3	55.4	56.8	57.3
število m. vlaken/ mm^2	377	434	432	395
število m. vlaken/Mld-prerezu x 10^3	201 ^a	223 ^{2ab}	201 ^{7a}	260 ^{2b}
površina Mld-prereza, cm^2	56.3 ^{ab}	50.9 ^a	47.5 ^a	65.9 ^b

Vrednosti označeni z različnimi črkami se statistično značilno razlikujejo med seboj ($p < 0,05$).

Živali pa lahko primerjamo med seboj tudi pri različnih telesnih masah in pri približno enaki dopitanosti. To najboljše ocenjuje delež loja v klavni polovici, kar predstavlja na nek način tudi fiziološko zrelost živali. Biki rjave in lisaste pasme ter junji križanci z limusin in charolais pasmo iz preglednice 3 so bili zaklani pri približno enaki zrelosti, saj so imali zelo podoben delež loja v klavnih polovicah. Njihova telesna masa pa se je znatno razlikovala, saj so bili križanci med rjavo x charolais kar za 100 kg težji od križancev rjava x limusin. Premer mišičnih vlaken se med posameznimi križanci ni statistično značilno razlikoval. Prav tako so bile razlike v številu mišičnih vlaken na prerezu mišice med posameznimi križanci statistično neznačilne.

Preglednica 3: SREDNJE VREDNOSTI ZA LASTNOSTI MIŠIČNIH VLAKEN PRI BIKIH RJAVE IN LISASTE PASME TER NJUNIH KRIŽANCIH Z LIMUSIN IN CHAROLAIS PASMO (Osterc in sod., 1978).

pasma	rjava	rjava x charolais	rjava x limusin	lisasta	lisasta x limusin
n	10	10	9	9	8
telesna masa ob zakolu, kg	502	567	467	563	505
dnevni prirast, g/dan	949	984	914	971	967
% loja v polovicah	7.3	8.5	7.5	7.9	7.1
premer m vlaken, μm	54.8	55.9	54.5	57.7	55.4
število m. vlaken/mm ²	379	380	365	321	380
število m. vlaken / Mld-prerezu x 10 ³	1 826	1 974	1 766	1 820	2 052

S križanjem mlečnih in kombiniranih pasem z mesnimi lahko izboljšamo rastnost in klavno kakovost zaklanih živali. Dnevni prirast se med posameznimi skupinami križancev ni statistično značilno razlikoval, čeprav so križanci rjave s charolais pasmo imeli za 70 g večji dnevni prirast od križancev z limusin pasmo. Verjetno pa bi se to spremenilo, če bi biki pitali intenzivneje do enake končne telesne mase.

Rastni potencial neke živali je redko popolnoma izkoriščen, saj predstavlja prehrana velikokrat omejitveni faktor (Whittemore, 1986), tako da je rast mišic v določeni meri neodvisna od števila mišičnih vlaken. Živali, ki imajo manj mišičnih vlaken, poskušajo to nadomestiti s hitrejšim povečevanjem velikosti obstoječih mišičnih vlaken in imajo zato pri enaki telesni masi večja mišična vlakna. To dokazujejo tudi tako negativne fenotipske korelacije med številom mišičnih vlaken in njihovo velikostjo pri govedu (Osterc, 1974b), kot pri prašičih (Šalehar in Štuhec, 1976) in pri kokoših (Holcman in sod., 1988) ter genetske korelacije (Ločnikar in sod., 1980). To pa velja le takrat, ko so razlike v številu mišičnih vlaken relativno majhne. Pri govedu je bila fenotipska korelacija med številom mišičnih vlaken na prerezu Mld in dnevnim prirastom 0.18, med njihovim premerom in dnevnim prirastom pa negativna, oziroma med številom mišičnih vlaken na mm² in dnevnim prirastom pozitivna (Osterc, 1974). Tudi pri prašičih so ugotovili, da je bilo zmanjšanje števila mišičnih vlaken povezano z lažjimi mišicami in večjim deležem maščobnega tkiva (Powell in Aberle, 1980, 1981).

Pri oplemenjivanju kombinirane rjave pasme z mlečno ameriško rjavo (preglednica 4), je že majhen delež (26-37.5%) genotipa ameriške rjave pasme poslabšal klavnost in zmanjšal delež mesa v polovicah (Osterc, 1981). Oplemenjeni biki so imeli pri enaki telesni masi istočasno tudi večja vlakna v dolgi hrbtni mišici in manjše število mišičnih vlaken na njenem prerezu. Prirasti telesne mase se niso razlikovali (Šivic, 1980).

Preglednica 4: SREDNJE VREDNOSTI ZA LASTNOSTI MIŠIČNIH VLAKEN PRI BIKIH RJAVE IN OPLEMENJENE RJAVE PASME (Osterc, 1981)

pasma	n	premer m. vlaken, μm	število m. vlekan/ mm^2	število m. vlaken/Mld-prerezu $\times 10^3$	površina Mld-prereza, cm^2
rjava	18	58.3	358	1670	46.1
oplemenjena rjava	16	64.7	346	1532	43.1

Podobne rezultate bi pričakovali tudi pri oplemenjevanju lisaste pasme z montbeliard pasmo, ki je v mlečnejšem tipu. Križanci med lisasto in montbeliarde pasmo pa so imeli pri povprečni telesni masi 555 kg manjši minimalni premer mišičnih vlaken kot lisasti biki, in to tako tipa I in II, kot oksidativnih (preglednica 5).

Preglednica 5: SREDNJE VREDNOSTI ZA LASTNOSTI MIŠIČNIH VLAKEN PRI BIKIH LISATE IN KRIŽANCIH LISASTE X MONTBELIARD PASME (Škorjanc, 1991)

pasma	lisasta	lisasta x montbeliarde
n	13	18
minimalni premer m. vlaken		
tip I, μm	50.4	47.8*
tip II, μm	50.6	49.2*
rdeča, μm	57.1	51.3*
bela, μm	57.5	57.1

*razlika med pasmama je statistično značilna ($p < 0,05$).

Vpliv pasme na delež mišičnih vlaken tako tipa I in II kot rdečih in belih ni bil statistično značilen.

Vpliv spola

Razlike med spoloma v rastnosti in klavni kakovosti (Schwarz in Kirchgessner, 1990; Schwarz in sod., 1992; Augustini in sod., 1992; Augustini in sod., 1993a; 1993b) se prav tako odražajo na lastnostih mišičnih vlaken (preglednica 6). V poiskusu, ker smo proučevali tudi lastnosti mišičnih vlaken, so bili biki krmljeni s koruzno in travno silažo po volji, 1 kg sena in 1-3 kg močne krme. Voli so bili na paši in so jih dokrmeljivali z 1 kg močne krme na dan; en mesec pred zakolom pa so dobivali 1.5 kg močne krme. Zaradi te različne intenzivnosti pitanja so imeli oboji pri enaki telesni masi približno enak delež loja v klavnih polovicah. Črnobeli voli so imeli pri enaki telesni masi (455 kg) tanjša vlakna kot biki, razlika pa zaradi velike variabilnosti in majhnega vzorca ni bila statistično značilna. Prav tako se voli in biki niso razlikovali v številu mišičnih vlaken na prerezu Mld, tako da kastracija ni vplivala na njihovo število. Biki so imeli večjo površino Mld, ki je bila tako le posledica povečanja velikosti mišičnih vlaken.

Preglednica 6: SREDNJE VREDNOSTI ZA LASTNOSTI MIŠIČNIH VLAKEN ZA ČRNOBELE BIKE IN VOLE (Škorjanc, 1988)

Spol	biki	voli
n	6	6
% loja v polovicah	7.0	7.2
premer m. vlaken, μm	61.6	50.4
število m. vlaken/ mm^2	311	401
število m. vlaken na Mld-prezux 10^3	1 401	1 389
površina Mld-prereza, cm^2	47.2	34.2

Biki križanci med lisasto, rjavo in aberdeen angus pasmo, ki so bili prvo leto na paši skupaj s kravami, nato pa v zimskem obdobju dopitani s travno silažo in 2 kg močne krme so imeli višje dnevne priraste in manjši delež maščob v polovicah, čeprav so bili ob zakolu kar za 14% težji od telic (preglednica 7). Premer mišičnih vlaken se med spoloma statistično značilno ni razlikoval, so pa imele telice v primerjavi z bikci manj mišičnih vlaken na prerezu hrbtna mišice. Razlike v površini Mld so bile tako v tem primeru le posledica višjega števila mišičnih vlaken na prerezu Mld.

Če primerjamo te bike s križanci rjave in lisate pasme s charolais in limusin, vidimo, da dosežejo križanci z aberdeen angus približno enako stopnjo dopitanosti pri 200 kg nižji telesni masi. To kaže na precej manjši okvir teh živali. Velikost mišičnih vlaken je približno enaka velikosti mišičnih vlaken prav tako znatno težjih bikov ostalih pasem.

Preglednica 7: SREDNJE VREDNOSTI LASTNOSTI MIŠIČNIH VLAKEN ZA KRIŽANCE RJAVE IN LISASTE Z ABERDEEN ANGUS PASMO (Čepon in sod., 1984)

Spol	biki	telice
n	7	7
telesna masa ob zakolu,kg	343	284*
dnevni prirast od rojstva do zakola,g/dan	742	614*
% loja v polovicah	7.3	13.7*
premer m vlaken, μm	53.8	55.8
število m. vlaken/ mm^2	53.8	55.8
število m. vlaken / Mld-prerezu x 10^3	1 907	1 303*
površina Mld-prereza, cm^2	40.9	30.7*

*razlika med spoloma je statistično značilna ($p < 0,05$).

Dednost lastnosti mišičnih vlaken

Razlike med posameznimi pasmami in križanci kažejo na genetsko pogojene razlike med živalmi. Izračunane heritabilite za lastnosti mišičnih vlaken pri rjavi in lisasti pasmi so bile precej nizke; za premer mišičnih vlaken je heritabiliteta znašala 0,02, za število mišičnih vlaken na mm^2 0,36 in za število mišičnih vlaken na prezu mišice 0,10 (Osterc, 1974).

Glede na to, da naj bi bilo število mišičnih vlaken določeno že prenatalno in postnatalna rast vpliva le na povečevanje velikosti, ne pa tudi števila, so dobljene heritabilite nižje od pričakovanih. To pa bi veljalo le za absolutno število mišičnih vlaken z posamezni mišici, ne pa za število mišičnih vlaken na prerezu le-te. Ker je nemogoče oceniti absolutno število mišičnih vlaken pri večini mišic domačih živali, si pomagamo z oceno števila mišičnih vlaken na prerezu določene mišice. Pri tem pa ne smemo pozabiti, da se to število lahko tudi spremeni pod vplivom rasti mišičnih vlaken v dolžino. Če namreč mišična vlakna rastejo v dolžino hitreje kot raste v dolžino cela mišica, potem prihaja do vse večjega prekrivanja in s tem povečevanja števila na prerezu, ne da bi se pri tem kakorkoli spremenilo absolutno število mišičnih vlaken v mišici in obratno (Swatland, 1976). Tako je bilo ugotovljeno, da se pri govedu (Swatland in Cassens, 1972), prašičih (Swatland, 1976) in miših (Timson in Dudenhoeffer, 1985) lahko spremeni število mišičnih vlaken na prerezu mišice, ker je verjetno le sprememba dolžine mišičnih vlaken. To je torej lahko vzrok za nižje ocenjene heritabilite. Druge vzroke pa gre verjetno iskati v slučajnih napakah merjenja velikosti mišičnih vlaken kot tudi v dejstvu, da deleža intramuskularne maščobe in vezivnega tkiva nista bila upoštevana pri izračunu števila mišičnih vlaken na prerezu mišic. Tako je to število različno precenjeno, glede na delež obeh tkiv. Poleg vsega naštetega pa naj bi prisotnost neonatalnega miosina v mišicah prašičev v postnatalnem času tudi nakazovala možnost nastajanja novih mišičnih vlaken tudi v postnatalnem času (Breuer, 1989; Mascarello in sod., 1992). Pri tem pa ni jasno ali gre le za obnavljanje poškodovanih mišičnih vlaken, ali pa tudi za povečevanje števila mišičnih vlaken in kakšen vpliv ima to na postnatalno rast mišičnega tkiva.

Povzetek

Prikazani so rezultati raziskav mišičnih vlaken, ki smo jih opravili na Oddelku za zootehniko pri govedu. Lastnosti mišičnih vlaken, premer, število na enoto površine, število na prerezu mišice, delež in velikost posameznih tipov se razlikujejo med posameznimi pasmami in križanci. Pasma goveda in križanci, ki imajo večje število mišičnih vlaken na preseku mišice, imajo ob enaki telesni masi tanjša vlakna, rastejo hitreje in imajo večjo zmogljivost rasti. Gospodarsko križanje z mesnimi pasmami velikega okvirja, ki izboljša rastnost in klavno kakovost, vpliva tudi na povečanje števila mišičnih vlaken na prerezu mišice; oplemenjevanje z mlečnimi pasmami (rjave z ameriško rjavo) pa zmanjša njihovo število. Tudi spol vpliva na lastnosti mišičnih vlaken. Tako je hitrejša rast bikov v primerjavi z voli verjetno le posledica hitrejšega povečevanja velikosti mišičnih vlaken, v primerjavi s telicami pa večjega števila išičnih vlaken na prerezu mišice. Ocenjene heritabilite za število in velikost mišičnih vlaken pri govedu so bile relativno nizke.

LITERATURA

1. Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz, F.J., Kirchgessner, M. (1992): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh 2. Einfluß von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Jungbullenschlachtkörpern. Fleischwirtsch. 72, 12, s. 1706-1711.

2. Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz, F.J. Kirchgessner, M. (1993): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh 4. Einfluß von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Ochenschlachtkörpern. *Fleischwirtsch.* 73, 9, s. 1058-1066.
3. Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz, F.J. Kirchgessner, M. (1993): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh 3. Einfluß von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Färsenschlachtkörpern. *Fleischwirtsch.* 73, 5, 595-599.
4. Breuer, E. (1989): Zur Deutung der "kleinen Fasern" in der Skelettmuskulatur des Schweines: Eine morphologische, histometrische sowie biochemisch-immunologische Studie. *Dis. Vet. Berlin, Frei Universität Berlin*, 196 s.
5. Byrne, I., Hooper, J.C., McCarthy, J.C. (1973): Effects of selection for body size on the weight and cellular structure of seven mouse muscle. *Anim. Prod.* 17, s. 187-196.
6. Čepon, M., Osterc, J., Čepin, S., Čeh, J., Ferčej, J. (1984): Rastnost, klavnost in klavna kakovost križancev z aberdeen angus pasmo. *Znanost in praksa v govedoreji*, 8. zvezek, s. 33-42.
7. Hegarty, P.V.J., Naude, R.T. (1970): The occurance of measurement of individual skeletal muscle fibres separated by a rapid technique. *Lab. Practice*, 19, 2, s. 50-57.
8. Holcman, T., Pohar, J., Ločniškar, F., Zagožen, F. (1988): Mišična vlakna pri dvosmerni selekciji na maso piščancev. *Zb. Biotehniške fak. Univ. Edvarda Kardelja v Ljubljani, Kmetijstvo (živinoreja)*, 52, s. 255-266.
9. Joubert, D.M. (1956): Wachstum der Muskelfaser von und nach der Geburt. *Z. Tierzucht. u. Zuechtungsbiol.* 67, s. 359-368.
10. Ločniškar, F., Holcman, T., Zagožen, F. (1980): Proučevanje mišičnih vlaken pri perutnini. 1. Heritabilitete in genetske korelacije. *Zb. Biotehniške fak. Univ. Edvarda Kardelja v Ljubljani, Kmetijstvo (živinoreja)*, 35, s. 7-24.
11. Mascarello, F., Stecchini, M.L., Rowleron, A., Balocchi, E. (1992): Tertiary muotubes in postnatal growing pig muscle detected by their myosin isoform composition. *J. Anim. Sci.* 70, 6, s. 1806-1813.
12. Nachlas, M.M., Tsou, K., DeSouza, E., Cheng, C., Seligman, A.M. (1957): Cytochemical demonstration of succinic dehydrogenase by the use of a new p-nitrophenyl substituted ditetrazole. *J. Histochem. Cytochem.*, 5, s. 420-436.
13. Osterc, J. (1974): Lastnosti mišičnih vlaken pri govedu in njihova povezava s prirejo mesa. *Stočarstvo*, 32, 1-2, s. 45-53.
14. Osterc, J. (1974): Premer in število mišičnih vlaken v musculusu longissimusu dorsi v povezavi s proizvodnimi lastnostmi nekaterih govejih pasem v Sloveniji. *Doktorska disertacija, Ljubljana, Biotehniška Fak., Univ. v Ljubljani*, 67 s.
15. Osterc, J., Zagožen, F., Čeh, J., Čepin, S. (1978): Prireja mesa in klavna kakovost bikcev rjave (R) in lisaste (L) pasme ter njunih križancev s charolais (CH) in limusin (LM) pasmo. *Znanost in praksa v govedoreji*, 2. zvezek, s. 17-25.
16. Osterc, J. (1981): Vpliv oplemenjevanja rjave pasme na klavno kakovost in lastnosti mišičnih vlaken. *Zb. Biotehniške fak. Univ. Edvarda Kardelja v Ljubljani, Kmetijstvo (živinoreja)*, 38, s. 65-75.
17. Osterc, J., Zagožen, F., Čepin, S. (1976): Premer in število mišičnih vlaken v Musculusu longissimusu dorsi pri bikcih nekateri govejih pasem in njihovih križancev. *Stočarstvo*, 30, 11-12, s. 401-404.
18. Padykula, H.A., Herman, E. (1955): The specificity of the histochemical method for adenosin triphosphatase. *J. Histochem. Cytochem.*, 3, s. 170-195.
19. Powell, S.E., Aberle, E.D. (1980): Effects of birt weight on growth and carcass composition of swine. *J. Anim. Sci.* 50, s. 860-868.
20. Powell, S.E., Aberle, E.D. (1981): Skeletal muscle and adipose tissue cellularity in runt and normal birth weight seine. *J. Anim. Sci.* 52, 4, s. 748-756.
21. Robelin, J., Lacourt, A., Bechet, D., Ferrara, M., Briand, Y., Geay, Y. (1991): Muscle differentiation in the bovine fetus. A histological and histochemical approach. *Growth, Develop & Aging* 55, s. 151-160.
22. Schwarz, F.J., Kirchgessner, M. (1990): Vergleichende Untersuchungen zur Mastleistung von Jungbullen, Ochsen und Färsen der Rasse Fleckvieh. *Züchtungskde.* 63, 5, s. 384-396.

23. Schwarz, F.J., Kirchgessner, M., Augustini, C., Branscheid, W. (1992): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh 1. Wachstumsverlauf von Jungbullern, Ochsen und Färsen bei unterschiedlicher Fütterungsintensität. *Fleischwirtsch.* 72, 11, s. 1584-1589.
24. Smith, J.H. (1963): Relation of body size to muscle cell size and number in the chicken. *Poultry Sci.* 42, s. 283-290.
25. Staun, H. (1968): Muskelfibrines diameter og antal samt deres betydning for kodfylde hos swin of Dansk Landrace. *Nat. Res. Inst. of Anim. Sci., Hobenhavn, Denmark.*
26. Staun, H. (1970): The nutritional and genetic influence on number and size of muscle fibres and their response to carcass quality in pigs. EAAP meeting, Hungary.
27. Stickland, N.C., Goldspink, G. (1973): A possible indicator muscle for the fibre content and growth characteristics of porcine muscle. *Anim. prod.* 16, 2, s. 135-146.
28. Swatland, H.J. (1976): Effect of growth and plane of nutrition on apparent muscle fiber numbers in the pig. *Growth*, 40, s. 285-292.
29. Swatland, H.J. (1973): Muscle growth in the fetal and neonatal pig. *J. anim. Sci.*, 37, s. 536-545.
30. Swatland, H.J. (1976): Recent research on postnatal muscle development in swine. 29th Annual Reciprocal Meat Conference of the American Meat Science Association, 86, s. 86-104.
31. Swatland, H.J., Cassens, R.G. (1972): Muscle growth: The problem of muscle fibers with an intrafascicular termination. *J. Anim. Sci.* 35, 2, s. 336-344.
32. Šalehar, A., Štuhec, I. (1976): Debelina in število mišičnih vlaken v longissimus dorsi v povezavi s pitovnimi in klavnimi lastnostmi prašičev. *Zb. Biotehniške fak. Univ. Edvarda Kardelja v Ljubljani, Kmetijstvo (živinoreja)*, 27, s. 145-158.
33. Šivic, I. (1980): Rastnost in klavna kakovost oplemenjenih rjavih bikov. *Diplomska naloga, domžale, VTOZD za živinorejo, Biotehniška Fak., Univ. Edvarda Kardelja v Ljubljani*, 24 s.
34. Škorjanc, D. (1988): Klavna kakovost in lastnosti mišičnih vlaken črno-belih bikov in volov. *Zb. Biotehniške Fak. Univ. Edvarda Kardelja v Ljubljani, Kmetijstvo (agronomija)*, supl. 12, s. 195-202.
35. Škorjanc, D. (1991): Tipi mišičnih vlaken v dolgi hrbtni mišici (musculus longissimus dorsi) različnih pasem goved. *Magistarska naloga, domžale, Biotehniška Fak., Univ. v Ljubljani*, 62 s.
36. Thurlley, D.C. (1972): Increase in diameter of muscle fibres in the foetal pig. *Br. Vet. J.*, 128, 355-354.
37. Timson, B.F., Dudenhoefter, G.A. (1985): The effect of severe dietary protein restriction on skeletal muscle fiber number, area and composition in weanling rats. *J. Anim. Sci.*, 61, 2, s. 416-422.
38. Whittemore, C.T. (1986): An approach to pig growth modeling. *J. Anim. Sci.* 63, s. 615-621.