

Poglavje 11

Selekcija na kakovost mesa in maščobnega tkiva

Marjeta Furman^{1,2}, Milena Kovač¹

Izvleček

Heritabiliteta za kakovost mesa in maščobnega tkiva znaša med 0.10 in 0.30. Med značilne lastnosti kakovosti mesa sodijo prehranska vrednost ter senzorična in tehnološka kakovost. Pri prehranski vrednosti mesa, najpomembnejšo vlogo poleg vsebnosti maščobnega tkiva ($h^2=0.05$), prištevamo tudi maščobnokislinsko sestavo ter izračunane indekse. Senzorična kakovost zajema barvo, mehkobo, sočnost, vonj, aromo itd. Heritabiliteta teh lastnosti znaša med 0.10 in 0.30. K tehnološki kakovosti prištevamo vrednosti pH in izcejo ($h^2=0.15$ oziroma 0.20). Poleg genetskega vpliva so med opaznejšimi okoljskimi vplivi na kakovost mesa in maščobnega tkiva tudi krma, spol in genotip.

Ključne besede: kakovost mesa, selekcija, krma, spol, genotip

Abstract

Title of the paper: **Selection on meat and fat tissue quality.**

The heritability for meat and fat tissue quality is between 0.10 and 0.30. There are significant parameters of meat quality. The most important are nutrition value, technological and sensory quality. By nutrition value the most important is content of fat tissue ($h^2=0.05$), fatty acids composition and calculated index. Sensory quality is colour, tenderness, juiciness, odour, flavour, ect. Their heritability is between 0.10 in 0.30. Technological quality is described with pH value and driploss ($h^2=0.15 - 0.20$). Beside selection the important factors that influence meat and fat tissue quality are diet, sex and genotype.

Keywords: meat quality, selection, diet, sex, genotype

¹Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Groblje 3, 1230 Domžale

²E-pošta: marjetaf@mrcina.bfro.uni-lj.si

11.1 Uvod

Zagotoviti porabniku okusen in kakovosten izdelek, pomeni predvsem izboljšati parametre kakovosti mesa in maščobnega tkiva. Kakovost mesa in mesnih izdelkov je širok pojem, saj vključuje lastnosti, ki prispevajo k prehranski vrednosti izdelkov, tehnološki kakovosti, oblikujejo gastronomski učinek mesnin in zagotavljajo varnost porabnika. Selekcija je ena izmed ukrepov, s katerim lahko spreminjamo tudi lastnosti proizvodov. Pomemben vpliv pa imajo tudi nekateri drugi dejavniki, kot so krma, spol in genotip.

S tem prispevkom želimo razložiti vpliv selekcije, krme, spola in genotipa na prehransko vrednost ter senzorično in tehnološko kakovost mesa in maščobnega tkiva.

11.2 Selekcija na kakovost

S selekcijo izboljšujemo predvsem gospodarsko pomembne lastnosti, ki so povezane z znižanjem stroškov pri pitanju ali povečanim dohodkom pri klavnih lastnostih. Pomen lastnosti je mogoče ekonomsko ovrednotiti. Pogosto med pomembnimi lastnostmi omenjajo tudi občutljivost na stres, odpornost na bolezni, prilagodljivost, vitalnost in preživitveno sposobnost, dolgoživost in življenjsko prirejo. Po drugi strani je v sodobnih selekcijskih programih vključenih vse več lastnosti, ki so povezane z dobrim počutjem živali in varstvom okolja (Kovač, 2004). Selekcijski cilji so odvisni tudi od osnovnega namena pitanja. Tako lahko pričakujemo, da se razlikujejo cilji, če pitamo prašiče za sveže meso ali pa bomo polovice predelali v tradicionalne izdelke. Pri tem se upošteva tudi kakovost mesa in maščobnega tkiva. Meritve so lahko objektivne meritve sestave telesa, fizikalne meritve ali subjektivne ocene senzoričnih lastnosti. Za lastnosti iz zadnjih treh sklopov nimamo vedno možnosti, da jih ekonomsko izvednotimo, ker nimajo neposrednega ekonomskega učinka ali pa v sodobnih tržnih razmerah niso upoštene.

Kakovost mesa in maščobnega tkiva je sklop pomembnih lastnosti, ki smo jih s selekcijo na višjo mesnatost poslabšali zaradi negativne korelacije med njima. Zajema širok pojem, ki ga želimo doseči tako pri presnem mesu kot pri mesnih izdelkih. Vključuje lastnosti, ki prispevajo k prehranski vrednosti izdelkov, oblikujejo gastronomski učinek mesnin, tehnološko kakovost ipd. Danes kakovosti mesa in mesnih izdelkov posvečamo vse več pozornosti, saj zdravstveno osveščeni porabniki zahtevajo poleg sočnega, čvrstega, kakovostnega in okusnega mesa tudi zdravstveno neoporečno meso z nizkim deležem maščob. Lastnosti, ki prispevajo h kakovosti mesa, imajo nizke (okrog 0.10; tabela 1) do srednje visoke (do 0.30) heritabilitete (Sellier, 1998). Tako je selekcija možna, potrebno pa je določiti preizkuse in izbrati standardizirane meritve.

11.2.1 Prehranska vrednost

Prehransko vrednost živila lahko prištejemo med pokazatelje kakovosti mesa. Sem prištevamo energetska vrednost, h kateri bistven delež prispeva vsebnost maščob in maščobno-

kislinska sestava. Na kakovost mesa pa vplivajo tudi vsebnost in sestava beljakovin, prisotnost esencialnih aminokislin, vitaminov in mineralov, nehranilne sestavine z visoko biološko aktivnostjo (antioksidanti), sestavine nastale med tehnološko predelavo itd. Med naštetimi lastnostmi veliko pozornosti posvečamo predvsem vsebnosti maščob in njihovi sestavi, saj se v današnjem času poleg količine zaužitih maščob poudarja pomembnost esencialnih in omega-3 maščobnih kislin v prehrani človeka.

Količina zaužitih maščob in razmerje med posameznimi maščobnimi kislinami predstavljata pomembno determinanto našega zdravja. Za prehrano človeka so primernejše puste vrste mesa. Tem zahtevam danes poskuša zadostiti tako živinoreja s selekcijo in spremenjeno prehrano živali, kakor tudi mesno predelovalna industrija s ponudbo čim bolj pustega mesa in izdelkov.

Maščobo v trupu živali delimo na podkožno (subkutano), medmišično (intermuskularno), mišično (intramuskularno) in maščobo telesnih votlin (salo) ter notranjih organov (ledvica, črevesje). Podkožno, intermuskularno ter maščobo telesnih votlin in organov lahko mehansko odstranimo pred uživanjem mesa, medtem ko intramuskularne maščobe ni možno enostavno odstraniti. Slednja je prisotna v sami mišici in je v manjših koncentracijah za oko nevidna. Prispeva k marmoriranosti mesa in je eden najpomembnejših dejavnikov kakovosti mesa, saj ima bistven vpliv na senzorične lastnosti, kot so mehkoča, sočnost, aroma in posredno barva mesa.

Na stopnjo zamaščenosti mesa tudi vpliva več okoljskih dejavnikov. Med najznačilnejše sodijo starost in masa živali, vrsta kosa ali anatomska lokacija, način vzreje, stopnja prehranjenosti, spol, vrsta in genotip živali ter način obdelave in predelave mesa. Whittemore (1993) ugotavlja, da lahko pretirana selekcija na tanjšo hrbtno slanino povzroči slabšo kakovost mesa.

Poleg količine zaužitih maščob je v prehrani človeka bistvenega pomena tudi njihova kakovost, ki vključuje predvsem maščobnokislinsko sestavo, ki se med živalskimi in rastlinskimi maščobami bistveno razlikuje. Maščobe kopenskih živali vsebujejo več nasičenih maščobnih kislin (NMK), ki imajo negativen vpliv na človekov organizem. Te so pri sobni temperaturi v trdnem agregatnem stanju. Rastlinska in ribja olja pa vsebujejo več nenasičenih maščobnih kislin (NNMK), torej enkrat (ENMK) in večkrat (VNMK) nenasičenih, ki so pri sobni temperaturi tekoča. Pomembni pokazatelji sestave maščobnih kislin so izračunani indeksi. Med pomembnejše sodi razmerje med omega-6 in omega-3 maščobnimi kislinami (n-6/n-3), ki naj bi bilo pod 4:1 (Ulbricht in Southgate, 1991). Razmerje med VNMK in NMK označimo kot P/S indeks (polyunsaturated/saturated) in bi naj znašal nad 0.4 (Enser in sod., 2001). Indeks aterogenosti (enačba 11.1) pa naj bo nižji od 0.5 (Ulbricht in Southgate, 1991).

$$IA = \frac{(C12 + 4 * C14 + C16 + transMK)}{(VNMK + ENMK)} \quad [11.1]$$

V prehrani človeka veliko pozornosti posvečamo količini zaužitega holesterola, ki ga zaužijemo izključno s hrano živalskega izvora. Meso klavnih živali, kamor sodijo tudi prašiči,

vsebuje 60 - 90 mg holesterola/100 g mesa (Žlender, 1997). Problem holesterola se pojavlja v vseh živilih živalskega izvora, iz katerega ga ni moč enostavno odstraniti, saj je vezan na celične membrane. Z odstranjevanjem maščobe iz mesa ne moremo bistveno znižati vsebnosti, saj so tudi mišična vlakna zgrajena iz celičnih membran, ki vsebujejo holesterol. Z zmanjševanjem maščobe v svežem mesu in izdelkih delno znižamo tudi vsebnost holesterola, vendar ta relacija ni premosorazmerna. Znižanje holesterola je odvisno od tega, s kakšno vrsto maščobe živalskega izvora imamo opravka. Vsebnost holesterola v mesu je odvisna od vrste, genotipa, prehrane prašičev, anatomskega dela mesa ipd. Polak (2000) ugotavlja, da se s povišanjem vsebnosti maščob, delež holesterola le malo spremeni. File prašičev z vsebnostjo 1.6 % maščobe ima 54.9 mg holesterola v 100 g mesa, hrbet z vsebnostjo 7 % maščob pa le 53.6 mg holesterola v 100 g mesa. Prav tako ima hrbtina slanina prašičev z vsebnostjo 82 % maščob skoraj enako količino holesterola v primerjavi s potrebušino, ki vsebuje približno 3-krat manj maščob. Razlika v vsebnosti holesterola med porabniškimi kosi mesa prašičev in govedji je bistveno manjša v primerjavi s porabniškimi kosi piščancev in puranov.

Heritabiliteta (0.50; tabela 1) za vsebnost maščob v trupih živali je visoka (Sellier, 1998). Da je bila selekcija na vsebnost skupnih maščob ali korelirane lastnosti uspešna, so dokaz zelo mesnate pasme prašičev. Nismo pa našli podatkov o genetskih vplivih na maščobnokislinsko sestavo in vsebnost holesterola.

Tabela 1: Heritabilite za kakovosti mesa in maščobnega tkiva (Sellier, 1998)

Lastnost	Razpon
Kakovost mesa	0.10-0.30
Intramuskularna maščoba	0.50
Sestava, čvrstost maščobnega tkiva	0.35-0.65
Mehkoba	0.25-0.30
Sočnost	0.10
Barva	0.30
Izceja, pH	0.15-0.20

11.2.2 Senzorična kakovost

Senzorično kakovost mesnih izdelkov opisujemo z barvo, mehko, sočnostjo, vonjem, aromo, stopnjo zamaščenosti ter izgubo med kuhanjem in je porabnikom prva informacija o kakovosti izdelka. Tako videz kot okusnost imata odločujoč vpliv na nakup izdelka. S selekcijo lahko vplivamo na mehko (h² = 0.25-0.30; tabela 1), sočnost (h² = 0.10) in aromo mesnih izdelkov (Sellier, 1998), ki so pogojeni z vsebnostjo maščobe. Meso z več intramuskularne maščobe je mehkejšo, sočnejše in s tem polnejšega okusa.

Barva mišičnine je zelo pomemben dejavnik, ki usmerja porabnike k nakupu določenega kosa mesa. Po veljavnih pravilih ne sme biti svežemu mesu dodan noben dodatek, ki bi ohranil oziroma izboljšal njegovo barvo. Tako lahko barvo smatramo kot najpomembnejši

kriterij kakovosti mesa. Mišico obarva predvsem pigment mioglobin. Zelo malo k oblikovanju barve prispevajo še drugi pigmenti, kot so citokrom rdeči pigmenti z železom, vitamin B₁₂ in flavini. Količina mioglobina v mesu je odvisna od vrste živali. Razlikuje se med živalmi iste vrste, variira pa lahko tudi znotraj ene mišice iste živali. Takoj opazimo razlike med temnejšim govejim mesom, ki vsebuje 20 mg mioglobina na 100 g tkiva in sveteljšim prašičjim mesom z 1 do 3 mg mioglobina. Kunci in perutnina imajo glede na starost zelo svetlo meso v primerjavi z mesom klavne živine, ki ima svetlo meso le v mladosti. Barva maščobe je prevsem odvisna od stopnje oksidacije, prehrane živali in skladiščenja mesa.

Barvo presnega mesa prašičev in mesnih izdelkov običajno opišemo kot roza ali rdečo, ki variira med blede in temno rdečo. Pri nepravilnem ravnanju z mesom po zakolu se pojavijo diskoloracije, ki vsebujejo rjavo, sivo, zeleno ali rumeno barvo. Rjava barva je težko merljiva, zato pa je v mesu lažje izmeriti pomanjkanje rdeče. Predelava mesa s kuhanjem, sušenjem, prekajevanjem, dimljenjem in drugimi procesi barve ali njene stabilnosti vedno ne izboljša. Pogosto ti procesi oblikujejo barvo, ki se spreminja od površine proti notranjosti.

Razlike v barvi med živalmi iste vrste se pojavijo zaradi razlik v starosti, stopnji zamaščenoosti in prehrane. Meso mlajših živali je svetlejšo kot meso starejših in marmorirana mišičnina je svetlejšo barve. Barva mišic je odvisna tudi od delovnih naporov (aktivnosti) živali in posameznih mišic. Mišice, ki opravljajo aktivnejše delo, so bolj temne, ker imajo oksidativni metabolizem in več pigmenta. Pri vseh živalih lahko ločimo med močno obremenjeno rdečo in manj obremenjeno belo mišičnino.

Tudi barva je genetsko pogojena in njen dednostni delež znaša 0.30 (Sellier, 1998). Heritabiliteta sodi med višje, zato bi morala biti selekcija nanjo uspešna, vendar pa moramo poznati želje porabnika. Porabnikove predstave o najprimernejši barvi prašičjega mesa se med populacijami precej razlikujejo. Tudi selekcija na zmanjšano vsebnost maščobnega tkiva pri prašičih ima posreden vpliv na barvo mesa, saj vemo, da je marmorirana mišičnina svetlejša. Prav tako bi lahko govorili o vplivu selekcije na oksidativni metabolizem, saj današnji genotipi niso prilagojeni na večje napore in je tako meso današnjih pitancev nekoliko svetlejšo. Podatki o genetskih vplivih na količino pigmenta niso znani.

11.2.3 Tehnološka kakovost

Informacijo o tehnološki kakovosti nam poda čvrstost maščobe, vrednost pH, sposobnost vezanja vode in posledično izmerjena izceja, prevodnost ter oksidativna stabilnost. Omenjene meritve se na presnem mesu običajno opravijo 24 ur po zakolu in nam dajo osnovno informacijo o procesih, ki potekajo v mesu in maščobah.

Spremembe vrednosti pH v mišici po zakolu so posledica biokemijskih procesov v mišicah in tudi aktivnosti mikroorganizmov v mesu. Napredovanje biokemijskih sprememb v mesu lahko spremljamo z merjenjem pH. Pred zakolom živali znaša pH mišice okoli 7.2 do 7.4. Neposredno po smrti začne pH mišice padati in se pri prašičih 12 do 24 ur po smrti približa izoelektrični točki, to je 5.3 do 5.4. Pri govejem mesu traja proces glikolize bistveno dlje, od 24 do 48 ur. Nato začne pH počasi naraščati. Obstaja nevarnost, da se v mišičnini

prašičev pH zniža pretirano hitro. Če vrednost pH 45 minut *post mortem* pade na 6.0 ali nižje, bo tako meso blede, mehko in vodeno. V tem primeru govorimo o bledem, mehkem in vodenem (BMV) mesu. Kadar pa so živali pred zakolom utrujene in izčrpajo zalogo mišičnega glikogena, ostane pH po zaključeni glikolizi visok (nad 6). Pojavi se temno, čvrsto in suho (TČS) meso.

Vrednost pH pri mesnih izdelkih, kjer je dodana slanina in razni dodatki ter so toplotno obdelani, je precej spremenjena. Tako imajo barjene in poltrajne klobase pH nad 6, medtem ko je pri hitrofermentiranih trajnih klobasah pH nižji (okoli 5). Dodatek starter kultur in glukono delta laktone v nadev, zniža pH (Gašperlin in Rajar, 2004).

Vrednost pH je močno povezana z barvo mesa in sposobnostjo vezanja vode, posledično tudi z izcejo mesa. Pri višji vrednosti pH je mioglobin toplotno bolj stabilen. Odstotek dezoksimioglobina pri enaki središnji temperaturi je večji pri višjem pH, kar pomeni, da pretirano zakisanje mesa negativno vpliva na njegovo barvo, saj tako meso ostane bolj blede (BMV meso). Vpliv pH na odstotek dezoksimioglobina je bolj izrazit pri nižjih središnjih temperaturah. Izrazitejša sprememba barve tako nastopijo ravno pri ohlajenem mesu.

Sposobnost vezanja vode in posledično izceja sta pomembni lastnosti tehnološke kakovosti mesa in imata vpliv na sočnost mesnih izdelkov. Znatno je tudi vpliv iz ekonomskega vidika, saj manjša izguba vode pomeni večji zaslužek. Na sposobnost vezanja vode vplivajo tako genetski kot okoljski faktorji. Le-ta zelo variira glede na različne kakovosti mesa (BMV in TČS meso). Izceja je negativno korelirana s sposobnostjo vezanja vode, kar pomeni, da je izceja večja pri mesu z manjšo sposobnostjo vezanja vode.

Shirsat in sod. (2003) ugotavljajo, da je prevodnost mesa ključni faktor za razumevanje sprememb v mesu med segrevanjem. Prevodnost, izceja in vrednost pH so lastnosti, močno povezane z ohranjanjem med predelavo, skladiščenjem in kuhanjem. Prevodnost mesa se povečuje z zmanjšanjem zamaščenosti mesa, manjšo pH vrednostjo ter večjo izcejo.

Omenjene značilnosti so tehnologu prvi napotek, kako ravnati z mesom med skladiščenjem in kasneje pri sami obdelavi. TČS mesa s previsoko vrednostjo pH (nad 6), kar posledično vpliva tudi na majhno izcejo in s tem na dobro sposobnost vezanja vode, ne bomo uporabili za sušene izdelke, saj se tako meso slabo suši. Običajno se ne predeluje v mesne izdelke, ker je podvrženo mikrobiološkemu kvaru. Zaradi velike sposobnosti vezanja vode ga je najbolje uporabiti v toplotno obdelanih izdelkih, kot so barjene klobase (Gašperlin in Rajar, 2004). Ravno tako za pripravo visoko kakovostnih izdelkov ni primerno BMV meso, kjer je bila izmerjena velika izceja. To je lahko posledica prehitrega padca pH vrednosti. S tem je povzročena večja denaturacija beljakovin v mišičnini ter bolj odprta mikrostruktura, kar pomeni tudi majhno sposobnost vezanja vode takega mesa. Meso ni primerno za izdelavo sušenih izdelkov, saj se površina takega mesa suši hitreje od notranjosti. Neenakomerno sušenje privede v prvi fazi do nastanka zasušenega roba na izdelku, kasneje pa se to lahko odraža v kvaru izdelka.

S selekcijo na vsebnost maščobe spreminjamo tudi tehnološko kakovost mesa. Vsebnost maščobe je namreč povezana tudi s tehnološkimi lastnostmi mesa, saj ima marmorirano meso

višji pH, posledično manjšo izcejo in slabšo prevodnost. Ocene heritabilitet za vrednost pH in izcejo znašajo med 0.15 in 0.20 (Sellier, 1998; tabela 1).

11.3 Drugi vplivi na kakovost mesa in maščobnega tkiva

Na kakovost mesa in maščobnega tkiva lahko v veliki meri vplivajo dejavniki, kot so vrsta krme in stopnja prehranjenosti, spol, genotip, vrsta živali, starost, masa, način in higienski pogoji reje živali. Pri prašičih se velik vpliv pripisuje tudi postopkom pred zakolom in izvedbi samega zakola ter postopkom obdelave in predelave mesa.

11.3.1 Vpliv krme

Prehrana živali je ključni dejavnik poteka rasti in posledično vpliva na kakovost maščobnega in mišičnega tkiva. Je tudi najodločilnejši vpliv na nivo maščob v klavnih trupih oziroma mesu. Pri pitanju živali za prirejo mesa želimo prirediti največjo možno količino kakovostnega mesa ob primerni stopnji zamaščenosti. Pogosto energetske prebogati obroki ali krmljenje po volji, zlasti ob zaključku pitanja, povzroči prekomerno nalaganje maščob, kar neugodno vpliva na sestavo klavnih trupov in s tem na njihovo komercialno vrednost.

Maščobnokislinska sestava krme ima pri neprežvekovalcih velik vpliv na maščobnokislinsko sestavo maščob. Tako lahko z določenimi krmnimi dodatki prašičev bistveno vplivamo na kakovost maščob. Iz prehranskega vidika dajemo prednost maščobnemu tkivu, ki vsebuje več nenasičenih maščobnih kislin. To pa je za tehnološko predelavo večkrat problem, saj se tu zahteva čvrsto maščobno tkivo, ki ima ustrezno konsistenco in ni podvrženo oksidaciji. To lahko dosežemo le z povišano vsebnostjo nasičenih maščobnih kislin.

Semena lanu in ogrščice Smith (1998) vsebujejo veliko večkrat (VNMK) in enkrat (ENMK) nenasičenih maščobnih kislin, ki so priporočene za varovanje zdravja srca in ožilja. V lanu najdemo predvsem večjo količino esencialne α -linolenske kisline, ki jo naše telo nujno potrebuje za rast in razvoj in je ne more samo proizvajati. Pomembno je torej, da jo vnesemo s prehrano. Prisotnost zmernih količin esencialnih maščobnih kislin v mesu, kjer so bili prašiči krmjeni z dodatkom lanu (Salobir, 2001; Furman, 2005), lahko torej bistveno pripomore k izboljšani prehranski kakovosti maščobnega tkiva v teh izdelkih. Dodatek ogrščice h krmi prašičev prispeva k večji vsebnosti ENMK v mesu, predvsem oleinske. Tem maščobnim kislinam dajemo prednost iz prehranskega vidika, saj niso v tolikšni meri podvržene oksidaciji. Prisotnost večjih količin večkrat nenasičenih maščobnih kislin lahko povzroči oksidacijo maščob v izdelku in s tem kvar izdelka ali pa privede tudi do tvorbe prostih radikalov v telesu človeka po zaužitju take hrane. Znano je tudi, da se med oksidacijo maščob delež nasičenih maščobnih kislin poveča.

Dodatek vitamina E oziroma α -tokoferola v krmo živali pripomore k obstojnejšim izdelkom, saj ščiti tkiva pred neencimsko oksidacijo, predvsem oksidacijo večkrat nenasičenih maščobnih kislin. Povečanje vsebnosti VNMK v mesu lahko povzroči priokus po ribah. Razmerje med α -tokoferolom in VNMK je pomemben kriterij, ki vpliva tako na optimalno

oksidacijsko zaščito kot tudi na toksikološko neoporečnost maščobe. Povprečen dodatek je 200 mg vitamina E na kilogram krme. Ob preveliki količini dodanega α -tokoferola lahko le ta dobi tudi negativen predznak. Cava in sod. (2000) navajajo, da se ob dodatku α -tokoferil acetata v krmo poveča vsebnost α -tokoferola v mesu. Dodatek vitamina E nekoliko zniža vsebnost VNMK in poveča vsebnost NMK (Furman, 2005).

Na izračunane indekse, ki so tudi pokazatelji kakovosti sušenih vratin, imajo dodatki h krmi precejšen vpliv (Furman, 2005). Razmerje n-6/n-3 maščobnih kislin se bistveno izboljša ob krmljenju z dodatkom lanu. Dodatek ogrščice poviša P/S indeks in zniža IA, kar pomeni pozitiven vpliv na prehrano človeka. Dodatki h krmi, ki so rastlinskega izvora, ne vsebujejo holesterola in tako ne vplivajo na njegovo količino.

11.3.2 Vpliv spola

Vsebnost maščob v mesu se razlikuje med spoli živali. Znano je, da so nekastrirane moške živali v primerjavi z ženskimi živalmi veliko manj nagnjene k zamastitvi. Pri isti prehrani bodo moške živali istega genotipa imele manj maščob v sestavi trupov. Kastrirane moške živali imajo praviloma vmesne vrednosti, pri prašičih in ovcah pa so kastrati celo bolj zamaščeni kot ženske živali. V deležu mesa in kosti so razlike med spoloma veliko manjše. Latorre in sod. (2003) so ugotovili, da so kastrati ob enakem krmljenju debelejši in imajo več intramuskularne maščobe ter manj intenzivno barvo mesa kot svinjke. Na splošno kastrati pojejo več krme, jo slabše izkoriščajo in hitreje rastejo. Armero in sod. (1999) ugotavljajo, da imajo svinjke večja stegna, močnejši zadnji del, manj hrbtno slanine, merjene na vratu, in manjši trebuh kot kastrati.

Kakovost maščob med svinjkami in kastrati precej variira. Svinjke imajo ugodnejšo maščobnokislinsko sestavo kot kastrati, saj njihovo meso vsebuje več večkrat nenasičenih maščobnih kislin in posledično manj nasičenih v primerjavi z mesom kastratov (Armero in sod., 1999; Furman, 2005). Ravno tako je pri svinjkah zaznati nekoliko višjo vsebnost esencialnih maščobnih kislin, α -linolenske in linolne. Meso kastratov in svinjk se značilno razlikujejo tudi v že omenjenima P/S indeksu in indeksu aterogenosti (enačba 11.1). Ugodnejše vrednosti izračunanih indeksov imajo svinjke v primerjavi s kastrati, saj imajo višjo vrednost P/S in nižji IA. Spol živali nima značilnega vpliva na vsebnost holesterola. Delež holesterola se povečuje sorazmerno z deležem skupnih maščob.

Na barvo prašičjega mesa spol nima bistvenega vpliva, razen razlik povezanih z vplivom spola na zamaščenost. Marmoriranost posredno vpliva na barvo mesa, saj je bolj marmorirano meso svetlejšje. Nold in sod. (1999) ugotavljajo temnejše meso pri svinjkah kot pri kastratih in merjascih in bolj rdeče meso pri kastratih in svinjkah kot pri merjascih. Latorre in sod. (2003) pa so pri kastratih zaznali bolj rdeče meso kot pri svinjkah, kar lahko pomeni več mioglobina v mišičnini kastratov kot pri svinjkah.

Na vrednost pH, merjeno 24 ur *post mortem*, spol ne vpliva (Nold in sod., 1999; Latorre in sod., 2003; Lampe in sod., 2006). Spol tudi nima velikega vpliva na količino izceje. Med kastrati in svinjkami v izceji, merjeni na *m. longissimus dorsi* 24 ur po zakolu, ni

pomembnih razlik (Suzuki in sod., 2002). Ball (2000) je zaznal v stegnu merjascev značilno manjšo izcejo (9.2 %) kot pri kastratih (10.9 %) in svinjkah (11.4 %), kar nakazuje k bolj zaprti mikrostrukturi merjaščevega stegna. Poleg tega bolj rdeča barva merjaščevega stegna lahko nakazuje na manjšo podvrženost te mišičnine k BMV mesu v primerjavi s kastrati in svinjkami.

11.3.3 Vpliv genotipa

Genotip vpliva na vsebnost intramuskularne maščobe in vsebnost skupnih maščob. Med najbolj zamaščene sodijo avtohtone pasme. Christian in Baas (1995) ter Johnson in Goodwin (1995) ugotavljajo večjo vsebnost intramuskularne maščobe pasme duroc v primerjavi s pasmami hampshire, yorkshire, large white in berkshire. V obeh delih je potrjena tudi večja zamaščenost pasme hampshire v primerjavi z large white. Armero in sod. (1999) so poleg največje zamaščenosti pasme duroc opazili še večjo zamaščenost pasme large white v primerjavi z landrace. Ball (2000) med pasmami hampshire, landrace in yorkshire ni našel značilnih razlik za vsebnost maščobe, medtem ko je bila pasma duroc bolj zamaščena. Podobno tudi Latorre in sod. (2003) navajajo, da pasma duroc vsebuje 0.7 % več intramuskularne maščobe kot hibrid pietrain x large white. Med štiripasemskimi križanci, kjer so maternalni hibrid češka large white x landrace križali s paternalnimi hibridi duroc x pietrain, large white x belgijski landrace in hampshire x pietrain, ni zaznati razlik v zamaščenosti (Šimek in sod., 2003). Prav tako Lampe in sod. (2006) ne navajajo značilnih razlik v vsebnosti intramuskularne maščobe med pasmo duroc in hibridom duroc x hampshire.

Razlike v barvi mesa med genotipi so pojasnjevali že številni avtorji. Pasma landrace ima svetlejšo barvo v primerjavi s špansko avtohtono pasmo iberian (Serra in sod., 1998). Armero in sod. (1999) ugotavljajo, da je meso pasme landrace bistveno temnejše barve v primerjavi s pasmo duroc in large white, kar je lahko posledica manjše zamaščenosti genotipa landrace v primerjavi z ostalima dvema. V nasprotju s tem podatkom Latorre in sod. (2003) niso ugotovili razlik med pasmo duroc in hibridom pietrain x large white. Šimek in sod. (2003) pa navajajo, da je mišičnina hibrida large white x belgijski landrace temnejša od mišičnine hibrida HxP. Pasma duroc ima temnejše meso od hibrida duroc x pietrain (Lampe in sod., 2006), čeprav v zamaščenosti med njima ni bilo razlik.

Vrednost pH med genotipi precej variira. Christian in Baas (1995) ter Johnson in Goodwin (1995) so ugotovili značilno bolj zakisano meso pri pasmi hampshire kot pri pasmah duroc, yorkshire in large white, saj ima hampshire poseben gen, ki povzroča zakisanost. Serra in sod. (1998) so zaznali v mišičnini pitancev iberijskega prašiča višji pH kot pri pasmi landrace, medtem ko Armero in sod. (1999) niso zaznali razlik med pH vrednostmi različnih pasem. Tudi v primerjavi s hibridi pietrain x large white oziroma duroc x pietrain se mišičnina pasme duroc vedno manj zakisa (Latorre in sod., 2003; Lampe in sod., 2006).

Johnson in Goodwin (1995) sta ugotovila večjo izcejo pri pasmah duroc in hampshire v primerjavi s pasmama yorkshire in large white. V nasprotju s temi ugotovitvami Enfält in sod. (1997) podajajo večjo izcejo pasme yorkshire v primerjavi s pasmo duroc. Aaslyng

in sod. (2003) so zaznali presenetljivo veliko razliko (4.7 %) v izceji med pasmama duroc in hampshire. Hibrid hampshire x pietrain ima slabšo sposobnost za vezanje vode v primerjavi s hibridoma duroc x pietrain in large white x belgijski landrace.

11.4 Zaključki

- Selekcija lahko le delno pripomore k izboljšavi kakovosti mesa in maščobnega tkiva ($h^2=0.10-0.30$). Med pomembne lastnosti kakovosti mesa sodijo prehranska vrednost in senzorična ter tehnološka kakovost.
- Iz prehranskega vidika ima pomembno vlogo vsebnost maščobnega tkiva ($h^2= 0.05$).
- Senzorična kakovost zajema barvo, mehkobo, sočnost, vonj, aromo itd. Heritabiliteta za mehkobo znaša 0.25-0.30, sočnost 0.10 in barvo 0.30.
- K tehnološki kakovosti prištevamo vrednosti pH in izcejo ($h^2= 0.15$ oziroma 0.20).
- V večji meri na kakovost mesa vplivajo še številni drugi dejavniki, med katerimi zavzemajo posebno mesto krma, spol in genotip. Na kakovost izdelkov pa vplivajo tudi postopki predelave in posamezni dodatki.

11.5 Viri

- Aaslyng M.D., Bejerholm C., Ertbjerg P., Bertram H.C., Andersen H.J. 2003. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Qual. Prefer.*, 14: 277–288.
- Armero E., Flores M., Toldra F., Barbosa J.A., Olivet J., Pla M., Baselga M. 1999. Effect of pig sire type and sex on carcass traits, meat quality and sensory quality of dry-cured ham. *J. Sci. Food Agric.*, 66: 297–282.
- Ball R.O. 2000. Differences among genotype and gender for growth, carcass composition and meat quality. *Advances in Pork Production*, 11: 227–235.
- Cava R., Ventanas J., Tejada J.F., Ruiz J., Antequera T. 2000. Effect of free-range rearing and α -tocopherol and copper supplementation on fatty acid profiles and susceptibility to lipid oxidation of fresh meat from Iberian pigs. *Food Chem.*, 68: 51–59.
- Christian L., Baas T. 1995. Using results to guide breeding programs. National Pork Producers Council Genetic Programs Committee. <http://www.pork.org/Producers/Production20Issues/GeneticEvaluation-txt.pdf> (2007-08-20).
- Enfält A.C., Lundström K., Hansson I., Lundeheim N., Nyström P.E. 1997. Effects of outdoor rearing and sire breed (Duroc or Yorkshire) on carcass composition and sensory and technological meat quality. *Meat Sci.*, 45: 1–15.

- Enser M., Scollan N., Gulati S., Richardson I., Nute G., Wood J. 2001. The effects of ruminally-protected dietary lipid on the lipid composition and quality of beef muscle. V: *Proceeding 47th International Congress of Meat Science and Technology, Krakow, 2001-08-26/31*. Krakow, National Research Institute of Animal Production: 186–187.
- Furman M. 2005. Vpliv sestave krme prašičev na kakovost sušenih vratin. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 76 str.
- Gašperlin L., Rajar A. 2004. *Praktikum tehnologija mesnin, Interno gradivo*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 106 str.
- Johnson R.K., Goodwin R. 1995. Sire line strengths, weaknesses tabulated. National Pork Producers Council Genetic Programs Committee.
<http://www.pork.org/Producers/Production20Issues/GeneticEvaluation-txt.pdf>
(2007-08-20).
- Kovač M. 2004. Skupni temeljni rejski program za prašiče. Spremljanje proizvodnosti prašičev, II. del. Kovač M., Malovrh Š. (ur.). *Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Katedra za etologijo, biometrijo in selekcijo ter prašičerejo*: 6–17.
- Lampe J., Baas T., Mabry J. 2006. Comparasion of grain sources for swine diets and their effect on meat and fat quality traits. *J. Anim. Sci.*, 84: 1022–1029.
- Latorre M.A., Lázaro R., Garcia M.I., Nieto M., Mateos G.G. 2003. Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 177 kg body weight. *Meat Sci.*, 65: 1369–1377.
- Nold R.A., Romans J.R., Costello W.J., Libal G.W. 1999. Characterization of muscles from boars, barrows, and gilts slaughtered at 100 or 110 kilograms: Differences in fat, moisture, color, water-holding capacity, and collagen. *J. Anim. Sci.*, 77: 1746–1754.
- Polak T. 2000. Specifična problematika zmanjšanja maščob in holesterola v predelavi mesa klavnih živali, perutnine in rib. V: *Meso in mesnine za kakovostno prehrano / 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni-zdravi in dietni prehrani, Portorož, 2000-11-10/11*. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 79–88.
- Salobir K. 2001. Prehransko fiziološka funkcionalnost maščob. V: *Funkcionalna hrana / 21. Bitinčevi živilski dnevi, Portorož, 2001-11-8/9*. Žlender, B. in Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 123–125.
- Sellier P. 1998. Genetics of meat and carcass traits. V: *Genetics of the pig*. Rothschild M.F., Ruvinsky A. (ur.). Wallingford, CAB International: 463–510.

- Serra X., Gil F., Perez-Enciso M., Oliver M.A., Vazquez J.M., Gispert M., Diaz I., Moreno F., Latorre R., Noguera J.L. 1998. A comparison of carcass, meat quality and histochemical characteristics of Iberian (Guadyerbas line) and Landrace pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 56: 215–223.
- Shirsat N., Lyng J., Brunton N., McKenna B. 2003. Ohmic processing: Electrical conductivities of pork cuts. *Meat Sci.*, 67: 507–514.
- Smith C. 1998. Introduction: Current animal breeding. V: *Animal breeding technology for the 21st century*. Clark A.J. (ur.). Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 1–10.
- Suzuki K., Shibata T., Kadowaki H., Abe H., Toyoshima T. 2002. Meat quality comparison of Berkshire, Duroc and crossbred pigs sired by Berkshire and Duroc. *Meat Sci.*, 64: 35–42.
- Ulbricht T.L.V., Southgate D.A.T. 1991. Coronary heart-disease - 7 dietary factors. *Lancet*, 338: 985–992.
- Šimek J., Grolichova M., Steinhauserova I., Steinhauser L. 2003. Carcass and meat quality of selected final hybrids of pigs in the Czech Republic. *Meat Sci.*, 66: 383–386.
- Žlender B. 1997. Sestava in prehranska vrednost mesa in mesnih izdelkov. V: *Meso v prehrani in zdravje / Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniške fakultete, Radenci, 1997-2-10/11*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 95–102.
- Whittemore C. 1993. *The science and practice of pig production*. Harlow, Longman Scientific and Technical: 661 str.